



Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung

(Pflanzliche Nahrungsmittel)

e.V.

XXV. Vortragstagung

**Unsere pflanzlichen Lebensmittel:
Neue Aufgaben und neue Trends**

26./27. März 1990

in

Detmold

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

Düsternbrooker Weg 17-19
2300 Kiel 1
Tel.: (0431) 5 97-36 71 (8.00-12.00 Uhr)

Wissenschaftliche Leitung:

W. Feldheim, Kiel

Organisationskomitee:

W. Seibel, Detmold
J. Habben, Hannover
R. Reimann-Philipp, Ahrensburg
W. Feldheim, Kiel

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
Eröffnung und Begrüßung W. Feldheim, Kiel	5
Perennierender Roggen - eine neue, zeitgemäße Kulturpflanze? R. Reimann-Philipp, Ahrensburg	8
Neue Entwicklungen im Bereich der Müllerei-Technologie H. Bolling, H. Zwingelberg, Detmold	19
Fortschritte in der Getreidetechnologie - Bäckereitechnik - Brot J.-M. Brümmer, Detmold	36
Neue Entwicklungen im Bereich der Bäckereitechnologie - Feine Backwaren: Markt, Ernährung und Gesundheit, Rohstoffe, Verfahrenstechnik, Enderzeugnisse G. Brack, Detmold	50
Neue Entwicklungen im Bereich der Getreidenährmittel und der Extrudate W. Seibel, Detmold	58
Ernährungsphysiologische Bewertung von Lebensmitteln aus Getreide E. Rabe, Detmold	74
Bedeutung der Biotechnologie für die Herstellung von Lebensmitteln W. Röcken, Detmold	98
Backwarentrends in Europa nach 1992 W. Steller, Bonn	111
Carrots for health and pleasure T. Nilsson, Alnarp/Schweden	121
Einfluß der Verarbeitung auf Zusammensetzung und Wirkung von Karotten W. Feldheim, Kiel	139
Breeding of new berry species suitable as natural food colours and other products V. Trajkovski, M. Ugglä, K. Wahlberg, N. Jeppson, Kristianstad/Schweden	147

	Seite
Qualitätsveränderungen von Blatt- petersilie für die Trocknung während kurzzeitiger Zwischenlagerung J. Weichmann, E. Bohrer, Freising-Weißenstephan	158
Zuchtziel "Nitratarmut" bei Radies für den Winteranbau H.D. Junge, S. Handke, Ahrensburg	177
Zuchtziele der modernen Getreidezüchtung K. Brunckhorst, Northeim (Zusammenfassung)	193

Eröffnungsansprache

W. Feldheim, Kiel

Liebe Mitglieder und Freunde unserer Gesellschaft,
meine sehr verehrten Damen und meine Herren!

Diese XXV. Jahrestagung unserer Gesellschaft in Detmold ist die vierte, die ich als derzeitig amtierender Präsident der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung zu leiten habe. Nachdem wir im letzten Jahr in Ahrensburg in einer gut aufgenommenen Tagung die Qualitätsaspekte von Obst und Gemüse in 24 Beiträgen abgehandelt haben, soll bei dieser Veranstaltung das dem Geist dieses Detmolder Hauses nahestehende Getreidethema den Schwerpunkt bilden.

Getreide, Brot und Backwaren haben bisher auf den Tagungen der DGQ keine große Rolle gespielt, obgleich auf der Tagung in Karlsruhe über Tschernobyl auch die Belastung des Brotes behandelt und bei der Tagung in Berlin natürlich Getreideballaststoffe ausführlich besprochen wurden.

Eine Gesellschaft für Qualitätsforschung pflanzlicher Lebensmittel kann es sich aber nicht leisten, diese wichtigen Grundnahrungsmittel, deren Qualität für die Versorgung des Menschen mit Energie und essentiellen Nährstoffen von ausschlaggebender Bedeutung ist, einfach nicht zu berücksichtigen und zu ignorieren. Ohne dabei mit anderen Institutionen in Konkurrenz treten zu wollen, sondern vielmehr eine gemeinsame Linie mit solchen Einrichtungen suchend, sollte die Förderung des Verzehrs qualitativ hochwertiger Backwaren auch Anliegen unserer Gesellschaft sein.

Das beginnt bereits beim Rohstoff, bei Getreide - in zwei Vorträgen wird dieses Thema jetzt gleich anschließend die Tagung eröffnen.

Auch in der Müllerei sind vielfache Änderungen eingetreten, nicht immer zum Vorteil des ernährungsphysiologischen Wertes des Mehls.

Auch die früher übliche Teigherstellung entspricht wohl nicht mehr dem neuesten Stand der Technik. Diese Bilder stammen übrigens aus einem Buch über die Müller-, Nudelmacher- und Bäckerkunst aus dem Frankreich des 18. Jahrhunderts. Zu allen diesen Themen, natürlich vom neuesten Stand her gesehen, werden wir von Fachleuten informiert werden. Die Auswahl der Produkte selbst, der Verkauf und der Transport (BILD) wird wahrscheinlich im Europa von 1992 in etwas anderer Form ablaufen.

Schauplag
 der
Künste und Handwerke,
 oder
vollständige Beschreibung
 derselben,
 verfertigt oder geübt
 von
 den Herren der Academie der Wissenschaften
 zu Paris.
 Mit vielen Kupferstichen.

Ächter Band.

In dieser zweiten Lieferung mit Anmerkungen herausgegeben
 von
Daniel Gottfried Schreber,
 der Königl. Natur-, philosoph. Natur- und Geometrie-Professor an der Universität
 zu Halle, und Mitglied der hiesigen Anstalten Schickel.

Leipzig und Königsberg,
 bey Johann Jacob Neuber, 1769.



Für diese Auswahl der Themen und aktive Mithilfe bei der Vorbereitung der Tagung möchte ich mich bei Herrn Kollegen Seibel und den Kollegen der Detmolder Bundesforschungsanstalt recht herzlich bedanken.

Einer Anregung der Mitglieder folgend schließen sich dann einige Vorträge aus dem Gemüse- und Obstbereich an. Karotten, Blattpetersilie und Radies stehen neben neuen Beerensorten auf dem Programm. Diese Mischung verspricht einen recht interessanten Dienstagvormittag.

Ab Mittag wird sich dann die Besichtigung eines Lebensmittelbetriebes anschließen.

Ich möchte Sie alle, Referenten und Zuhörer aus dem Ausland und Inland, recht herzlich begrüßen und mich auch für die Möglichkeit, die Tagung in der Bundesforschungsanstalt durchführen zu können, vielmals bedanken.

Nach dieser Eröffnung der Tagung möchte ich nun, genauso wie im vorigen Jahr in Ahrensburg, den Herrn Kollegen Venter bitten, den Vorsitz für den Vormittag zu übernehmen.

Prof. Dr. W. Feldheim
Präsident der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung
(Pflanzliche Nahrungsmittel) e.V. DGQ

Geschäftsstelle:
Düsternbrooker Weg 17/19
2300 Kiel 1 (FRG)

PERENNIERENDER ROGGEN - EINE NEUE, ZEITGEMÄSSE KULTURPFLANZE?

R. Reimann-Philipp
2070 Ahrensburg

Vorstellung eines Projektes

Wenn die diesjährige Vortragsveranstaltung der DGQ unter dem Thema steht "Neue Aufgaben durch neue Trends", dann gilt dies in besonderem Maße auch für das nun vorzustellende, in wesentlichen Bereichen bereits abgeschlossene Projekt der Züchtung eines mehrfach nutzbaren perennierenden Grünschnitt-Futter- und Körnerroggens. Dieses Projekt ist nicht neu, es wurde in Russland bereits teilweise realisiert, wie Teilnehmer des 2. Weltkrieges zu berichten wußten, und es basiert auf dem Versuch, die nützliche Eigenschaft des Perennierens des in vorderasiatischen Steppengebieten heimischen Wildroggens *Secale montanum* durch Artbastardierung auf den Kulturroggen zu übertragen. Ein solches Zuchtprodukt sollte dann entweder mehrjährig als Körnerroggen oder ausdauernd als Grünschnitt-Roggen bzw. Weidegras - insbesondere in Trockengebieten - oder aber in Kombination beider Nut-

zungsformen erntbar sein. Solche Kulturen gibt es - wie bereits erwähnt - in Russland. Wegen der in diesen frühen Züchtungen nicht überwundenen hohen Anteile der Bastardsterilität einerseits und den immer höher geschraubten Ansprüchen an den Roggenkernertrag andererseits verlor man immer wieder das Interesse an derartigem ertragarmen, perennierenden Roggen und den Mut zur züchterischen Verbesserung. Doch augenblicklich gibt es drastische Veränderungen auf vielen Gebieten, nicht nur politisch (verstärktes Bewußtsein der Bevölkerung einerseits für die Umwelterhaltung und andererseits für die Nahrungsmittelqualität, oftmals steht beides in einem Zusammenhang), sondern möglicherweise auch klimatisch bzw. jedenfalls Klimafolgeschäden wie Erosion nach Windbruch, Begrünung von vertrockneter Vegetation u.a.m. betreffend. Als eine Alternative zur landwirtschaftlichen Intensivkultur werden seit einiger Zeit auch Programme zur Gewinnung "nachwachsender Rohstoffe" bzw. von neuen (oftmals alten!) Kulturpflanzen für "Produktions- und Verwendungsalternativen" staatlich gefördert. Daß ein an Boden, Wasser und Pflege anspruchsloser, ausdauernder Roggen hierfür Vieles anzubieten hat, ist leicht vorstellbar. Inwieweit auch die Qualität und die Quantität seiner Kornerträge ihn als Nahrungsmittellieferant interessant machen, soll hier behandelt werden.

Faktoren, die den Ertrag bestimmen

Eigene Arbeiten (Dierks und Reimann-Philipp, 1966); Reimann-Philipp, 1986) hatten zwei verschiedene Wege zur Auflösung jener "Bastardsterilität" gewiesen und dazu geführt, daß von Hondelmann und Snejd (1973 a u. b) diploides Material mit normaler Fertilität und demzufolge auch normalem Kornertrag gezüchtet werden konnte, leider auf Kosten einer etwas verminderten Perennierfähigkeit. Selektionen in anderer Richtung und die Überführung in die Tetraploidie ergaben dann aber einen sicheren Grad des Perennierens, so daß sich

heute viele Fotografien vorweisen lassen, die einen Roggenbestand zu verschiedenen Entwicklungsstadien im ersten, zweiten oder sogar dritten Jahr seines Bestehens zeigen. Für alle Betrachter ergibt sich dabei in der Regel als erstes die Frage: Wie hoch ist der Ertrag? Erst 1989 ließ diese Frage sich zuverlässig beantworten, weil unsere perennierende Winterroggensorte "Permontra", für die die Deutsche Saatveredelung Bremen-Lippstadt die Vertriebsrechte erworben hat, erstmals zur Vermehrung auf einer genügend großen, annähernd quadratischen Fläche von 3,5 ha angebaut worden ist und dort in der Nähe von Lüneburg unter den günstigen Witterungsbedingungen dieses Sommers einen Kornertrag von 50 dt/ha erreichte. Leider war diese Fläche nicht für eine mehrjährige Nutzung disponiert worden, doch war auf Grund des regelmäßigen, starken Neuaustriebs der Stoppeln, wie er sich am 28. August darstellte, ein etwa gleich hoher Ertrag für das zweite Erntejahr vorauszusagen. Dies hatte sich schon in den früheren Versuchen klar ergeben, daß nämlich bei gleichmäßig starkem Wiederaustrieb des abgeernteten Roggenbestandes die Ernte im zweiten Jahr annähernd gleich hoch, bei perennierendem Sommerroggen sogar höher ist, wobei beim perennierenden Sommerroggen der zweite Kornertrag überhaupt als der Hauptertrag anzusehen ist. Ursache dafür ist die relativ späte Abreife des Sommerroggens im ersten Kornerntejahr und die viel stärkere Bestockung im zweiten. In den vielen früheren Versuchen, die quasi nur "nebenbei" betrieben werden konnten und daher stets auf relativ kleinen - für einen windbestäubenden Fremdbefruchter zu kleinen! - Flächen von durchschnittlich 1000 m² durchgeführt werden mußten, blieb die Befruchtung unvollkommen, fand Mutterkorn (*Claviceps purpurea*) eine relativ starke Verbreitung und schwankten die Erträge je nach der zur Bestäubungszeit vorherrschenden Windrichtung etc. zwischen 12 und 30 dt, auf die Fläche eines ha hochgerechnet. Obwohl solche Bestände mehrfach auch noch im 3. Jahr abgeerntet wurden, lassen

sich Angaben über den Kornertrag nur insofern machen, als für ihn stets niedrigere Werte als im zweiten Jahr festgestellt wurden. Ursache dafür sind Schadfaktoren wie verstärkter Unkrautwuchs, Mäusebefall und - um es nochmals zu erwähnen - Mutterkorn.

Die Qualität des perennierenden Roggens als pflanzliches Nahrungsmittel

Vom Artbastard "perennierender Kulturroggen" mußte erwartet werden, daß er auch in der äußeren und inneren Kornqualität dem normalen Brotroggen entspricht. Da dies nicht ohne weiteres vorauszusetzen war, zumal es sich um einen Tetra-roggen handelt, wurde bereits 1975 die Amtshilfe der Bundesforschungsanstalt Detmold zur Durchführung einer Analyse erbeten. Folgende Befunde wurden von Prof. Dr. Drews brieflich für eine Kornprobe der Ernte 1975 mitgeteilt:

Tausendkorngewicht g/wfr	34,3
Schmactkorn %	1,3
Stärke (polar.) % i. Tr.	55,9
Protein (N x 6,25) % i. Tr.	17,0
Pentosan % i. Tr.	7,0
lösl. Pentosan % i. Tr.	1,2
Wasserbindungsvermögen g/100 g Trs.	103,4
lösl. Stoffe %	16,9
Fallzahl 7/25	102
Maltose % i. Tr.	3,1

Auf Grund eines zusätzlich erstellten Teigviskogramms, das sehr spitz ausgebildet war, weil zugunsten des Proteingehaltes der Stärkegehalt relativ niedrig ist, müßte nach Drews für diesen Roggen ein speziell angepaßtes Backverfahren zur Anwendung kommen, doch entsprechen davon abgesehen die Analysenbefunde ihrer Höhe nach denen von normalem Brotroggen.

Als Nachteile sind sicher das relativ niedrige Tausendkorngewicht und der zu hohe Anteil an Schmachtkorn zu betrachten. Die bei einem perennierenden Roggen züchterisch relativ leicht mögliche Beseitigung dieser Mängel (Reimann-Philipp und Gordon-Werner, 1984) unterblieb jedoch, weil sich zumindest hierzulande niemand für einen perennierenden Brotroggen interessierte, solange die höchst intensiv betriebene Landwirtschaft (Hybridroggen) allein bestimmend war. Unser Augenmerk richtete sich daher auf einen mehrfach nutzbaren Grünschnitt-Futterroggen, und wir erhielten für die Durchführung einer solchen Züchtung die Unterstützung des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit bzw. der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, da besagter Grünfutterroggen für Trockengebiete der Entwicklungsländer gedacht war. Als Konsequenz ergab sich daraus, daß das TKG eher noch zu erniedrigen als zu erhöhen war im Interesse eines relativ geringen Saatgutbedarfs und daß andererseits dieser Roggen ein Sommerroggen sein mußte, weil in subtropischen Zonen die für die Blühinduktion erforderlichen, niedrigen Temperaturen fehlen. Nachdem dieses Ziel mit der Anmeldung einer tetraploiden, perennierenden Sommerroggensorte zur Registerprüfung beim Bundessortenamt erreicht ist (über die Vererbung des Merkmals Sommer- gegenüber Winterroggen wird Frau Susanne Ofterdinger in ihrer Promotionsarbeit berichten), ergibt sich aber nun doch wieder ein Interesse an unserem Material als Brotroggen. Dieses basiert nicht auf der Eigenschaft des Perennierens oder der Tetraploidie, sondern allein auf der Abstammung vom Wildroggen *Secale montanum*. Von diesem erwarten die Befürworter einer möglichst naturgemäßen Ernährung ähnliche Vorzüge wie von anderen, durch Züchtung noch nicht veränderten Wildgetreidearten, wie Dinkel oder Emmer. Wie an anderer Stelle schon erwähnt, ist die Wildart *Secale montanum* wegen ihrer Ährenbrüchigkeit u.a.m. nicht kultivierbar, so daß z. B. nach amerikanischen Versuchen (Peggy Wagoner, 1986) auf

einer allerdings nur kleinen, 2 x 6 m² großen Parzelle nur 189 kg (hochgerechnet auf ha-Ertrag) geerntet wurden. Die heute in den USA im Auftrage des United States' Department of Agriculture an Extensivkulturen insbesondere im Rodale Research Center, Kutztown/PA arbeitenden Kollegen zogen nun daraus die von uns bereits 1963 gewonnene Erkenntnis, daß man den Wildroggen *Secale montanum* für jegliche Form seiner Nutzung mit dem Kulturroggen kreuzen muß. Offensichtlich ohne die dabei auftretenden, von uns überwundenen Sterilitätsprobleme gelöst zu haben, kamen sie zu einem als "Michael's rye" bezeichneten Bastard, der im Vergleich zu *S. montanum* die in den Tabellen 1 bis 3 aufgeführten Qualitätsmerkmale aufwies. Die in Tabelle 1 vergleichsweise aufgeführten, von Peggy Wagoner 1986 ermittelten Werte sind teilweise stark abweichend und dürften Hinweise darauf geben, daß einerseits die heute von *S. montanum* zur Verfügung stehenden Herkünfte genetisch stark unterschiedlich sind und daß andererseits bei diesem schwer ausreifenden Material klima- und bodenbedingte Standortfaktoren Differenzen in den Analysenergebnissen bedingen.

Für die Züchtung von unserem, im Vergleich zu "Michael's rye" sehr viel weiter entwickelten und bis zur Sortenreife gebrachten Material bedeutet dies eine jetzt notwendige Weichenstellung: Soll ein perennierender Mehrzweckroggen zu einem Brotgetreide mit normaler Kornqualität gebracht werden, dann sind entsprechend der zitierten Analysenergebnisse von Prof. Drews andere Selektionskriterien zu verfolgen, als wenn im Sinne einer naturgemäßen Ernährung die Wildartenqualität des *S. montanum* erhalten bleiben soll. Ganz abgesehen von den Inhaltsstoffen würde dies z. B. die Korngröße betreffen, die im letzterwähnten Fall klein bleiben bzw. sogar noch reduziert werden müßte, und auch die Farbe des Kornes, die bei *S. montanum* und auch unserem perennierenden Grünschnitt-Futterroggen "bunt" ist, was durch Variation

von gelb bis braun bedingt wird.

Absichtlich unerwähnt lassen möchte ich von den Inhaltsstoffen das 5-Alkylresorcin, da seine Rolle als möglicher Schadstoff des rohen Roggenkorns offensichtlich umstritten ist. Erwähnt sei lediglich, daß seine Beseitigung bzw. zumindest Verminderung mit den Mitteln der Züchtung bei einem perennierenden Material, dessen Einzelpflanzen nach einer Analyse im 1. Jahr für eine Isolierung der ausgelesenen Elitepflanzen im 2. Jahr noch zur Verfügung stehen, unvergleichlich viel wirkungsvoller sein dürfte als beim nicht perennierenden, winterannuellen Roggen.

Anbau und Verwertungsmöglichkeiten

Die Züchtung von perennierendem Roggen stößt bei Roggensaat-zucht und -handel in der Regel auf Ablehnung, weil bei einer mehrjährigen Kornernte von Roggenfeldern eine Verminderung des Saatgutbedarfs zu befürchten ist. Unbeachtet bleibt bei dieser Aversion offensichtlich, daß andererseits eine erhöhte Nachfrage nach Roggensaat entstehen wird, die jedenfalls zusätzlich sein dürfte, da ein perennierender Roggen praktisch eine neue Kulturpflanze mit entsprechend neuen Verwendungsmöglichkeiten darstellt. Ob sich dabei die befürchtete, mehrjährig wiederholte Körnerernte als Hauptvorteil herausstellen wird, ist sehr fraglich und dürfte nur bei extensivem Roggenbau des In- und Auslandes von Interesse sein. Viel wichtiger dürfte die zusätzliche Grünmasse sein, die ein perennierender Sommer- oder Winterroggen vor oder nach der Körnerernte liefert. Auch wenn diese in den meist viehlosen Getreidebaubetrieben für Fütterung nicht benötigt wird, dürfte sie als Humuslieferant und für den Nitrat-Entzug (insbesondere während des Winters) in dem Maße an Bedeutung gewinnen, in dem nach der Gülle auch der Festmist mengenmäßig Einschränkungen unterworfen sein wird. So könnte der Neuaustrieb eines abgeernteten Winterroggen-

feldes eine gute Gründüngung für eine Maiskultur im Jahr darauf sein. Kommt es durch Kahlfröste zu großflächigen Auswinterungsschäden und ergibt sich daraus die Notwendigkeit einer Neubestellung mit Sommergetreide, würde der perennierende Sommerroggen dadurch aufgewertet sein, daß er im kommenden Herbst und Winter noch Grünmasse liefert und zumindest als Nitratentzugskultur wertvoll ist: Selbst für Baumschulen wäre er dadurch von Interesse!

Zwangsläufig unerwähnt bleiben, weil heute nicht zum Thema gehörend, müssen jene Nutzungsformen, die sich bei einem Anbau in den Entwicklungsländern ergeben. Allein diesem Aufgabenbereich verdankt aber zumindest der perennierende Sommerroggen seine Existenz, weil die dafür erhaltene, finanzielle Förderung durch das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und die Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit diese Züchtung möglich machte, die auch für den hiesigen Landbau bedeutungsvoll sein kann, und die sonst unfertig hätte abgebrochen werden müssen.

Schlußbetrachtung

Was heute vorhanden ist, sind die relativ kleinkörnige (TKG ca. 34 g), gut perennierende Winterroggensorte "Permontra" und die äußerlich sehr ähnliche Sommerroggensorte "Sopertra". Erstgenannte ist als Sorte zwar geschützt, aber nicht in die Sortenliste eingetragen, weil sie eigentlich nur als Wildfutter- bzw. Erosionsschutzpflanze etc. angeboten und gehandelt wird. Die zweitens erwähnte Sommerroggensorte wurde unter der Arbeitsbezeichnung "Sopertra" soeben erst zum Sortenschutz angemeldet. Auch sie ist, weil in der Sortenliste nicht enthalten, nicht im eigentlichen Sinne eine Roggensorte. De jure gibt es also den im Vorhergehenden vorgestellten perennierenden Mehrzweckroggen noch gar nicht, de facto kann "Permontra" aber weit vielfältiger verwendet werden als für den Anbau auf Wildäckern. Gleiches wird sich

für "Sopertra" ergeben, doch wäre sehr verlockend, nunmehr aus dem vorhandenen Material "richtige", d. h. auch in die Sortenliste einzutragende Neuheiten zu züchten. Hierfür müßte zunächst festgelegt werden, welche Anforderungen solche neuen Sorten erfüllen sollen, insbesondere auch bezüglich ihrer Qualität als Nahrungspflanze. Daß die Realisierung der so definierten Zuchtziele auf Grund der festzusetzenden Selektionskriterien bei einem perennierenden Roggen sehr viel einfacher ist und sehr viel schneller vonstatten geht als es bei herkömmlichem, nicht perennierendem Roggen der Fall wäre, wird jedem Züchter ohne weiteres klar sein.

Tabelle 1: Nahrungsqualität von perennierenden Gräsern:
Auszug, übersetzt und verändert nach Grace D. Hanners,
Robert Becker, Delilah W. Irving, Robin M. Saunders sowie
vergleichsweise (Zahlen in Klammern) Peggy Wagoner, 1986

	S. cereale x S. montanum ("Michael's rye")	S. montanum
Protein (N x 5,85) %	7,7	17,3 (21,22)
Kohlehydrate %	78,0	67,8 (50,0)
H ₂ O %	8,8	8,8 (15,6)
Fette %	2,1	2,5 (0,9)
Rohfaser %	1,7	1,6 (10,5)
Asche %	1,7	2,0 (1,8)
Kalorien (nach Osborne und Voogt 1978)		(280,5)

Tabelle 2: Chemische Angaben über die essentiellen Aminosäuren
(Auszug, übersetzt und verändert nach Grace D. Hanners,
Robert Becker, Delilah W. Irving, Robin M. Saunders 1986)

	S. cereale x S. montanum ("Michael's rye")	S. montanum
ILEU	92	89
LEU	101	88
LYS	88	55
MET/CYS	133	126
PHE/TYR	136	125
THR	100	75
VAL	66	96
limitierend 1.	VAL	LYS
2.	LYS	THR

Tabelle 3: Gehalt perennierender Gräser an Fettsäuren %
(Auszug, übersetzt und verändert nach Grace D. Hanners,
Robert Becker, Delilah W. Irving, Robin M. Saunders 1986)

	S. cereale x S. montanum ("Michael's rye")	S. montanum
Palmitinsäure 16:0	16,7	14,2
Stearinsäure 18:0	1,1	0,5
Ölsäure 18:1	20,6	21,2
Linolsäure 18:2	54,3	58,2
Linolensäure 18:3	7,1	5,8
Arachinsäure 20:0	0,3	Spuren

Literatur

1. W. Dierks und R. Reimann-Philipp: Die Züchtung eines perennierenden Roggens als Möglichkeit zur Verbesserung der Roggenzüchtungsmethodik und zur Schaffung eines mehrfach nutzbaren Grünfutter- und Körnerroggens. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 56, 343-368 (1966).
2. R. Reimann-Philipp: Perennial Spring Rye as a Crop Alternative. J. Agronomy and Crop Science 157, 281-285 (1986).
- 3a. W. Hondelmann und J. Snejd: Perennierender Kulturroggen. I. Gegenwärtiger Stand der Züchtung. Z. Pflanzenzüchtung 69, 89-101 (1973).
- 3b. W. Hondelmann und J. Snejd: Perennierender Kulturroggen. II. Über erste pflanzenbauliche Gesichtspunkte. Z. Acker- und Pflanzenbau 137, 69-74 (1973).
4. R. Reimann-Philipp and E. Gordon-Werner: Investigation of Cytological Tests for Improving the Fertility of a Tetraploid Perennial Spring Rye (*S. cereale* x *S. montanum*). Z. f. Pflanzenzüchtung 92, 198-207 (1984).
5. Peggy Wagoner: Perennial Grain Research At The Rodale Research Center. 6. IFOAN conf. Santa Cruz 1986. Rodale Research Center, Rd1, Box 323, Kutztown PA 19530.
6. Grace D. Hanners et al.: Nutritional Qualities Of Perennial Grains With Agricultural Potential. 6. IFOAN Of Santa Cruz 1986. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Western Regional Research Center, 800 Buchanan Street, Albany Ca 94710 USA.

NEUE ENTWICKLUNGEN IM BEREICH DER MÜLLEREI-TECHNOLOGIE

H. Bolling und H. Zwingelberg

Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung
Institut für Müllereitechnologie
Schützenberg 12
4930 Detmold

1. Einleitung

Das Getreidekorn ist ein kapillar-poröser, koloidaler Körper, der sich aus den drei Hauptbestandteilen Endosperm, Schale und Keimling zusammensetzt. Die Schale umschließt das Endosperm und den Keimling. An der Bauchseite des Kornes verläuft über seine Länge eine Furche, die unterschiedlich tief in das Korn hineinragt.

Das heute durch Mähdescher geerntete Getreide (Weizen, Roggen) besteht nicht nur aus ganzen, voll ausgebildeten Körnern, sondern enthält unterschiedlich hohe Anteile an Beimengungen, die man im allgemeinen mit Besatz bezeichnet. Der Besatz kann zum Teil gesundheitsschädlich sein, und er wirkt sich nachteilig auf die Mahl- und Backfähigkeit aus. Er muß daher vor der Vermahlung des Getreides entfernt werden.

Im Verarbeitungsprozeß vom Korn zum Mehl ist die Reinigung und Vorbereitung des Getreides der erste technologische Prozeß. Er umfaßt die Verfahrensschritte Schwarzreinigung, Vorbereitung und Weißreinigung.

Die Vermahlung vom Korn zum Mehl wird im wesentlichen von den chemisch-physikalischen Eigenschaften der Hauptbestandteile des Getreidekorns, des Endosperms und der Schale, beeinflußt. Die Aufgabe der Vermahlung von Brotgetreide besteht in der Herstellung von Mahlerzeugnissen mit unterschiedlichen ernährungsphysiologischen und backtechnologischen Eigenschaften. Mahlverfahren sind daher nicht nur Zerkleinerungsverfahren, sondern zielen durch den selektiven Aufschluß des Kornes auf eine Trennung der Kornteile Endosperm, Schale und Keimling hin.

2. Qualitätsentwicklung bei den Rohstoffen Weizen und Roggen

2.1 Weizenqualität

Die erste Betrachtung soll der Entwicklung der technologischen Qualität des Rohstoffes Brotgetreide gewidmet sein.

Die der deutschen Müllerei zur Verfügung stehenden Rohstoffe haben sich in den Nachkriegsjahren sowohl hinsichtlich der Quantität als auch der Qualität erheblich gesteigert. Dies wurde deutlich sichtbar in der Notwendigkeit der Verwendung von hochwertigen Qualitätsaufmischweizen aus Drittländern zur **Ermahlung** von Mehlen, die den bäckereitechnologischen Anforderungen entsprechen. Wenn zu Beginn der 60er Jahre noch bei einem Inlandproteinniveau von etwa 10,5 - 11 % ein Zusatz von 25 - 28 % CWRS- bzw. DNS-Weizen (Kanada, USA) erforderlich waren, so ist heute im Bundesgebiet im Jahresdurchschnitt der Anteil auf unter 1 % gesunken (Abb. 1). Dies wurde einmal durch den verstärkten Anbau genetisch bedingter, besser backfähiger Sorten erreicht, zum anderen durch eine Steigerung des Proteinniveaus auf 13 % (Abb. 2). Der allgemeine Züchtungsfortschritt wird besonders deutlich in den Ertragsleistungen moderner Intensivsorten mit A-Qualität. Es ist erfreulich festzustellen, daß der sich seit Mitte der 60er Jahre abzeichnende Trend zu einem verstärkten Anbau von A-Weizensorten sich bis heute fortgesetzt hat. Bei der Ernte 1989 entfallen nahezu 58 % des in der Bundesrepublik geernteten Weizen auf A-Qualitäten (Abb. 3). Weizensorten, die nicht für die Brotherstellung geeignet sind, haben

in ihrem Anbau seit 1975 einen rückläufigen Trend. Es ist bemerkenswert, daß diese Sorten im Markt kaum noch aufgetreten sind - was letzthin bedeutet, daß diese Sorten auf dem Hofe verfüttert bzw. der Mischfutterindustrie zugeführt worden sind.

2.1.1 Mahleigenschaften

Die technologische Qualitätsbeurteilung bezieht sich aber nicht nur auf das Back- sondern gleichermaßen auch auf das Mahlverhalten. Unter Mahlfähigkeit des Weizens versteht man im allgemeinen das Ergebnis seines Verhaltens in den Zerkleinerungsaggregaten und Sichtmaschinen der Mühle (Abb. 4). Das Korn soll sich möglichst exakt in Mehlkörper, Schalen und dem Keim trennen lassen (Abb. 4). Die Trennfähigkeit zwischen Schale und Mehlkörper ist dabei besonders wichtig. Sie läßt sich zwar technologisch verbessern, ist jedoch im wesentlichen eine Sorteneigenschaft und in gewissem Grade auch von der Kornstruktur abhängig. Mit dem Ausmahlungsgrad, d.h. der prozentualen Menge des gemahlten Mehles vom gereinigten Getreide, steigt der Mineralstoffgehalt, der in der Schalen- und Aleuronschicht vorwiegend lokalisiert ist. Die Verbesserung der Mahlfähigkeit der deutschen Weizensorten wurde zu einem der Zuchtziele der 70er Jahre durch den immer stärker werdenden Vermahlungsanteil von französischen Weizensorten, die sich zur damaligen Zeit durch eine höhere Mehlausbeute bei der Type 550 auszeichneten. Zwischenzeitlich ist es der deutschen Pflanzenzüchtung gelungen, Weizensorten mit hohen Mahl- und Backeigenschaften kombiniert zu vermehren.

2.2 Roggen

Der sich in den Nachkriegsjahren abzeichnende Strukturwandel in der deutschen Landwirtschaft hat ohne Zweifel auch sichtbare Auswirkungen im Getreideanbau gezeigt. Während zu Beginn der 60er Jahre auf den Weizen- und Roggenanbau noch die gleiche Fläche von 1,6 Mio. Hektar entfielen, lief die weitere Entwicklung des Roggenanbaues infolge geringerer Wettbewerbsfähigkeit zu den anderen Getreidearten stark rückläufig. Mit 380.000 Hektar im Jahre 1989 ist sie damit um 73 % zurückgegangen. Allerdings konnte das Ertragspotential im gleichen Zeitraum von 26 auf 47 dt/ha im Bundesdurchschnitt gesteigert werden. Ein starker Rückgang in der Roggenvermahlung ist seit Ende der 50er Jahre zu beobachten. Im Schnitt der

50er Jahre betrug die Vermahlungsmenge an Roggen etwa 1,7 Mio. t. Seit Beginn der 60er Jahre - hier wurden noch 1,5 Mio. t vermahlen - ist die Herstellung von Roggenmahlerzeugnissen jedoch stetig rückläufig, bis sie sich seit Beginn der 70er Jahre bei etwa 1 Mio.t Roggenbedarf für die Handelsvermahlung einpendelte; heute hat sie sich bei etwa knapp 900.000 t stabilisiert (Abb. 5). Die Erhaltung des Roggens als Brotgetreide ergab sich in den 80er Jahren zwingend aus dem Roggenmehlverbrauch, der bei etwa 14 kg/Kopf und Jahr lag, in den letzten beiden WJ allerdings auf 12,5 kg/Kopf zurückgefallen ist. Während um die Jahrhundertwende der Pro-Kopf-Verbrauch bei 79 kg im Jahre lag, hat sich im Laufe der Zeit durch die mit steigendem Wohlstand verbundene Ausdehnung des Nahrungsmittelangebotes der Konsum von dunklem Roggenbrot zu Misch- und Weizenbroten verlagert. Heute wird allerdings aus ernährungsphysiologischer Sicht wegen seines erhöhten Ballaststoffgehaltes der Verzehr von Roggenbrot verstärkt empfohlen. Die Palette an Roggengebäcken wird dabei stetig erweitert. Moderne Bäckereitechnologie erfordert aber auch vom Rohstoff Roggenmehl, die Erfüllung der jeweiligen Gebäckart entsprechende Qualitätsmerkmale. Wenn für die Intervention von Brotroggen seit Mitte der 70er Jahre neben einem Mindestamylogramm von 200 AE auch eine Mindestverkleisterungstemperatur von 63°C im Amylogramm-Maximum gefordert wurde, so kann heute festgestellt werden, daß diese Mindestkriterien ohne Zweifel dazu beigetragen haben, Engpässe für die Brotherstellung zu schließen. Mit dem verstärkten Anbau von Hybridroggen dürfte - einigermaßen gute Witterungsbedingungen zur Erntezeit allerdings vorausgesetzt - die Sorge um die Roggenversorgung der Mühlen gewichen sein.

3. Entwicklung und Probleme der Vermahlungstechnologie

3.1 Mühlenreinigung

In der Müllerei haben in den vergangenen Jahrzehnten lebensmitteltoxikologische Fragen außerordentlich an Bedeutung gewonnen. Sie sind beispielsweise von gravierender Bedeutung im Hinblick auf das Rückstandsproblem und auf toxische Inhaltsstoffe, seien diese vom Rohstoff her oder durch bestimmte Bearbeitung während der Vorratshaltung hineingekommen. Der Mühlenreinigung kommt in diesem Zusammenhang die nicht unbedeutende Aufgabe zu, die nicht zum Grundgetreide zählenden Ver-

unreinigungen - das sind Fraktionen, die Mahl- und Backeigenschaften beeinflussen sowie die Bestandteile des Getreides, die in hygienischer Sicht zu Beanstandungen Anlaß geben und mit Schadstoffen kontaminiert sind - zu entfernen. Dabei sind die Anforderungen hinsichtlich der Art und der Zahl der zu tolerierenden Mikroorganismen in Abhängigkeit von der Art des aus dem Mahlprodukt zu bereitlebenden Lebensmittels ebenfalls zu berücksichtigen.

Um die Frage nach den Möglichkeiten, den Wegen zur Herstellung keimarmen Mahlprodukte zu klären, wurden umfangreiche Untersuchungen über die Auswirkung einer Reinigung und einer fraktionierten Vermahlung des Getreides durchgeführt. Wenn es gilt, aschearme Mehle mit geringem, mikrobiellen Keimgehalt bereitzustellen, fallen im allgemeinen bereits im Verlaufe der herkömmlichen Vermahlungstechnologie Produkte der geforderten Spezifikation an. Größere, müllereitechnische Probleme wirft demgegenüber die Forderung nach keimarmen, mineralstoffreichen Mehlen auf. Zur Erfüllung einer derartigen Forderung ist neben der Auswahl des entsprechenden Rohstoffes, die Abtrennung des spezifisch schweren, großkörnigen Getreides und eine zusätzliche Oberflächenbearbeitung am geeignetsten (Abb. 6). Ebenfalls können Vollkornprodukte, die vom Konsumenten ohne vorhergehende Erhitzung verzehrt werden, durch Fraktionierung in der Reinigung gezogen werden. Diese sollten zusätzlich eine Oberflächenbearbeitung erfahren. Auch Speisekleie sollte nur aus Getreide gewonnen werden, das zuvor einer Oberflächenbearbeitung unterworfen wurde. Dadurch wird ein beträchtlicher Teil der auf der Oberfläche des Kornes befindlichen Mikroflora in die Schälkleie überführt.

In gleichem Maße wie durch intensive Reinigung der Getreideoberfläche der anhaftende Schmutz entfernt wird, soll jedes Korn auch von möglichen Schadstoffen gesäubert werden (1, 2). Die Schadstoffe haften nämlich entweder an der Kornoberfläche oder befinden sich konzentriert in den äußeren Schalenschichten. Zu diesen Schadstoffen zählten in den 60er Jahren insbesondere die Radionuklide, heute können es Schwermetalle oder Rückstände aus dem Pflanzen- und Vorratsschutz sein. Als Ergebnis der in diesem Rahmen durchgeführten Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß eine gezielte Dekontamination bei Weizen nur durch die Kenntnis des

jeweiligen Wirkstoffes erfolgen kann. Die technologischen Maßnahmen der Müllerei kommen nur dann voll zur Wirkung, wenn der Wirkstoff in den Randschichten des Kornes lokalisiert ist und nicht während der Lagerung in die endosperm- oder fettreichen Gewebeschichten wandert. Als eine der wirkungsvollsten Verfahren konnte die Oberflächenbearbeitung, d.h. die Abtrennung von äußeren Kornbestandteilen angesehen werden. Bei dem jetzigen Stand der Technik scheint ein deutlicher Unterschied im Feuchtigkeitsgehalt zwischen Schale und Endosperm das gezielte Abtrennen ganz bestimmter kontaminierter Schalenschichten zu begünstigen. Man muß allerdings davon ausgehen, um eine Reduzierung von Schadstoffen von ca. 50 - 70 % der Oberflächenbehandlung erreichen zu wollen, daß man ca. 3 - 4 % der äußeren Kornbestandteile entfernen muß.

3.2 Konditionierung

In der Getreidemüllerei ist die Vermahlungstechnik mit dem Rohstoff und seiner Zusammensetzung aufs engste verknüpft. Die Vorbereitung des Weizens für die Vermahlung ist ein Teil der Vermahlungstechnik, die Benetzung ein wesentlicher Teil der Vorbereitung. In dieser Verfahrensstufe werden beispielsweise schon wichtige Entscheidungen über die Höhe der Mehlausbeute bei festgesetztem Mineralstoffgehalt gefällt. Vorbereitung heißt also im weitesten Sinne, Getreide für die Vermahlung so zu präparieren, daß eine optimale Trennung von Schale und Endosperm erzielt werden kann. Schäfer und Altrogge haben bereits in den 50er Jahren auf diesem Gebiete fundamentale, wissenschaftliche Arbeit geleistet (3). Neuere Arbeiten weisen aber auch auf eine Verbesserung der ernährungsphysiologischen Qualität durch geeignete Vorbereitungsmaßnahmen hin. Die Arbeiten auf diesem Gebiete in dem Institut für Müllereitechnologie führten zu Untersuchungsergebnissen, die darauf hindeuten, daß im Sinne der Vermahlungstechnik eine gute Trennung zwischen Schale und Endosperm nur dann erzielt werden kann, wenn die Vermahlungsfeuchtigkeit und die Abstezeit auf die Struktur einer Weizenpartie abgestimmt werden (Abb. 7,8). Einen Weizen sollte man daher vor der Benetzung nicht nur im Feuchtigkeitsgehalt, sondern auch hinsichtlich seiner Härte untersuchen. Durch Anwendung der modernen Infrarotreflexionsmessung ist es heute in kürzester Zeit möglich, sich über den Härtegrad einer Weizenpartie zu informieren. Diese Erkenntnisse waren Anlaß, ein Netzdiagramm auf Basis der Reflexionsmes-

sung im nahen Infrarotbereich zu entwickeln. Der Härteindex entspricht dabei der Griffigkeit des Mehles (Abb. 9). Er wird durch Relexionsmessung im geschroteten Weizen ermittelt. Aus diesem Wert läßt sich die Vermahlungsfeuchtigkeit und die Abstezeit ablesen. Eine Mühlenmischung, die für ein handelsübliches Mehl zusammengestellt wird, liegt im allgemeinen im Härteindex im Bereich von ca. 40 - 50. Die Qualitätsweizen der A-7- bis A-9-Gruppe liegen im allgemeinen zwischen 50 und 60; ein weicher Okapi oder Caribo hat einen Härteindex von ca. 28 - 35 und ein Kanzler einen solchen von ca. 40. Diese nur wenigen Beispiele mögen darauf hinweisen, daß für eine optimale Vorbereitung der Weizenpartie neben der Feststellung des Feuchtigkeitsgehaltes auch die Bestimmung der Kornhärte unerlässlich ist.

3.3 Vermahlung

In der Vermahlung richtet sich das technische Konzept nach dem Endprodukt Mehl. Von den Parametern Ausbeute und Feinheitverteilung der Mehle und der Vermahlung von Weich- und Hartweizen hängt schließlich die Walzenlänge, die erforderliche Siebfläche, die Passagenzahl und der Umfang an Hilfsmaschinen ab. Darüber hinaus sind noch Faktoren wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit zu berücksichtigen. Mit der Einführung der Luftförderung in der Müllerei ist in der Getreideverarbeitung eine stürmische Entwicklung in Gang gesetzt worden. Diese Entwicklung beeinflusste die Aspiration in der Reinigung und in der Mühle entscheidend und führte zu grundsätzlich neuen Planungskonzepten. Als Ergebnis intensiver Forschungsarbeiten wurde schließlich die putzmaschinenlose Vermahlung konzipiert. Es war ein Schritt, der zu einer gezielten Straffung der gesamten Vermahlungsanlage führte.

Die modernen Entwicklungen in der Müllerei sind allerdings aufs engste mit der Regelung und Steuerung des Vermahlungsablaufes verknüpft. Die Zielsetzung, eine vollautomatische Mühle ohne Überwachung zu bauen, konnte allerdings nur dann verwirklicht werden, wenn die dafür zur Verfügung stehenden Maschinen eine Steuerung und eine Regelung zuließen. Mit der neuen Konstruktion von Walzenstühlen, in denen die Walzen horizontal gelagert wurden und die Steuerung des Mahlspaltes über Druckluftzylinder erfolgte, hat sich eine Entwicklung angebahnt, die 'die Mühle ohne Perso-

nal' in den vergangenen Jahren verwirklichen ließ. Der Energiebedarf der Mühle hat sich dagegen in den letzten Jahren auf einen Kw-Bedarf pro Tonne zu vermahlenden Getreides auf 60 - 70 eingestellt. In einem Zahlenvergleich für eine Mühlenleistung 100 t/24 Std. lassen sich die Entwicklungstendenzen vom Jahre 50 bis zum Jahre 86 sehr deutlich erkennen. Auffallend ist, daß durch die stetigen Rationalisierungsmaßnahmen der Arbeitskräftebedarf in der Mühle eine starke Reduzierung erfahren hat. Diese Verminderung der Arbeitskräfte pro Tagesleistung ist erreicht worden durch die stärkere Belastung der Walzenstühle, höhere Beschüttung der Plansichterfläche, ferner wurde die Passagenzahl gesenkt (Abb. 10). Neben den konventionellen Maschinenkonstruktionen wie Walzenstuhl und Plansichter treten jedoch heute mehr und mehr Kleieschleudern, Zentrifugalsiebmaschinen, Trommel- und Prallauflöser in den Mittelpunkt des müllerischen Interesses. Sie intensivieren die Zerkleinerungsarbeit. Damit hat sich naturgemäß auch das Bauvolumen für eine Mühle erheblich verringert (Abb. 11).

Die ständige Kontrolle der anfallenden Vermahlungsprodukte über Ausbeutekontrollwagen ermöglichte es schließlich einer Mühle, ständig über den Stand des Wirkungsgrades des gesamten Betriebes informiert zu sein und der Einsatz der NIR-Spektroskopie im On-Line-Verfahren die Einhaltung der gewünschten, gleichmäßigen Produktqualität.

3.4 Mehllagerung

Die Mehllagerung und Homogenisierung erfolgt heute ausschließlich in Silozellen. Der Ausbau der losen Lagerung der Endprodukte und eine entsprechende Sacklagerung auf Paletten sind Maßnahmen, die heute in jeder Mühle verwirklicht werden. Die technischen Entwicklungen in der Verwiegung und Absatztechnik erlauben in vielen Fällen die sogenannte Direktabsackung bis zum beladenen Lkw. In vielen Fällen ist eine Mehrsortenabsackung und -verladung mit hohen Leistungen möglich.

4. Mahlerzeugnisse

Bei der Vermahlung von Weizen und Roggen können Mahlerzeugnisse, wie Mehle mit unterschiedlich hohem Mineralstoffgehalt bis hin zum Vollkornmehl, aber auch Dunste, Grieße, Keime, Schrote, Flocken, Speisekleien

u.a. hergestellt werden. Sie unterscheiden sich in ihren ernährungsphysiologischen, hygienischen und backtechnologischen Eigenschaften u.a. in Abhängigkeit von Rohstoff, Umwelt und Ausmahlungsgrad. Zur Objektivierung dieser Eigenschaften hat man in den 30er Jahren die Typisierung der Mahlerzeugnisse nach dem Aschegehalt eingeführt. Sie beruht auf der Erkenntnis, daß der Aschegehalt des Mehlkernes sehr niedrig, der der Aleuronschicht, der Samenhaut, der äußeren Schalenschicht und des Keimlings wesentlich höher ist. Je mehr das Mehl in Folge höherer Ausmahlung mit letzteren Bestandteilen angereichert ist, um so schalenreicher bzw. mineralstoffreicher aber auch dunkler ist es. In einer Verordnung der 17. Durchführungsverordnung zum Getreidegesetz sind die Mahlerzeugnisse aus Weizen und Roggen mit dem zulässigen Mindest- und Höchstaschegehalt aufgeführt.

Mit der Mehltypen wird der Aschegehalt bzw. Mineralstoffgehalt in mg/100 g Mehl beschrieben. Ein Mehl der Typen 550 soll z.B. einen Aschegehalt von 0,550 % i.Tr. aufweisen und darf im Aschegehalt zwischen 0,49 bis 0,58 schwanken. Die Angaben eines zulässigen Mindest- bzw. Höchstaschegehaltes einer Typen sind notwendig, da der Ganzkornaschegehalt und die Ascheverteilung im Korn von Getreidepartie zu Getreidepartie schwanken kann. Darüber hinaus kann es aber auch im Mehl durch die Art der Vermahlungseinrichtung und Mehlausbeute zu unterschiedlichen Aschegehalten kommen. Vollkornmehl und Vollkornschrot müssen die gesamten Bestandteile der gereinigten Körner einschließlich des Keimlings enthalten. Die Körner können vor der Verarbeitung von der äußeren Fruchtschale befreit werden. Bei Vollkornmahlerzeugnissen muß der Aschegehalt nicht angegeben werden.

5. Zusammenfassung

Ziel müllereitechnologischer Verfahren ist die Verarbeitung von Rohstoffen - im wesentlichen Weizen und Roggen - zu Mahlerzeugnissen mit unterschiedlichen ernährungsphysiologischen und backtechnologischen Eigenschaften; außerdem haben lebensmitteltoxikologische Fragen außerordentlich an Bedeutung gewonnen.

Durch müllereitechnologische Verfahren können Rückstände aus der Umwelt, dem Pflanzen- und Vorratsschutz und bakteriologische Verunreinigungen aus den Rohstoffen teilweise bzw. vollständig entfernt werden.

Eine besondere Aufgabe erfüllt dabei die Mühlenreinigung. Sie soll nicht nur die zum Grundgetreide zählenden Verunreinigungen, die die Mahl- und Backeigenschaften beeinflussen, entfernen, sondern eine Getreidepartie so aufbereiten, daß sie keinerlei Anlaß zu Beanstandungen in hygienischer Hinsicht bzw. anderen schädlichen Kontaminanten gibt.

Das Mahlverfahren ist nicht nur ein Zerkleinerungsverfahren, es zielt durch den selektiven Aufschluß des Kornes, bei dem zuerst die Teile des Endosperms gewonnen werden und einer Trennung der Kornteile durch Siebung darauf hin, Mahlerzeugnisse von hoher mikrobieller Qualität in unterschiedlicher ernährungsphysiologischer Zusammensetzung und gebäckspezifischer Qualität herzustellen.

Es besteht kein Zweifel, daß die Fortschritte auf dem Gebiete der Brotgetreideerzeugung hinsichtlich seiner Quantität und Qualität und darüber hinaus in der Technik ihre Auswirkungen in den Mühlen gezeigt haben. Während in den 50er Jahren noch über 3000 Mühlen das Mehl für unser täglich Brot ermahlten, sind es heute nur noch 620. Die Vermahlungsmenge von etwa 5,5 Mio. t Brotgetreide ist dabei in etwa gleich geblieben, und die noch immer vorhandene Überkapazität wird den Schrumpfungsprozeß noch nicht enden lassen.

6. Literatur

1. Brüggemann, J., H.-D. Ocker und H.Zwingelberg: Müllereitechnische Möglichkeiten zur Entfernung toxischer Schwermetalle im Weizen. Getreide Mehl und Brot 37 (1983) 6, S. 168-172

2. Ocker, H.-D. und J. Brüggemann: Auswirkungen des Reaktorunfalles von Tschernobyl auf Getreidemahlerzeugnisse. - Getreide Mehl und Brot 41 (1987) 1, S 7-10

3. Schäfer, W. und L. Altrogge: Wissenschaft und Praxis der Getreidekonditionierung. Verlag Moritz Schäfer, Detmold 1960

WEIZENVERMAHLUNG 1988/89 BUNDESGBIET

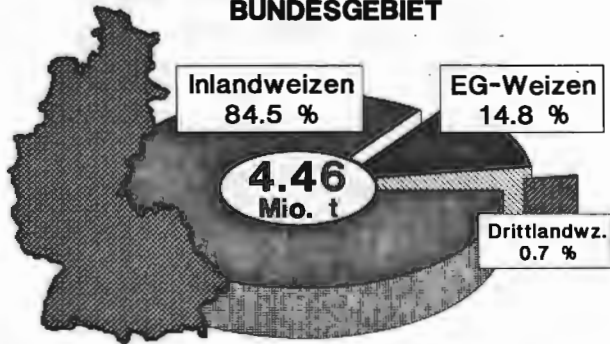


Abb. 1

Weizenernte 1989 Bundesgebiet



Institut für Mühlenertechnologie

Abb. 2

BUNDESGEBIET

Winterweizen, Ernte 1989

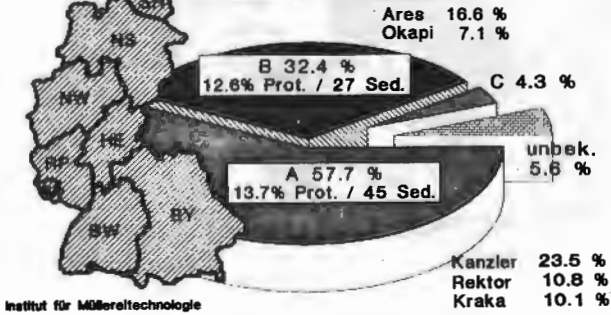


Abb. 3

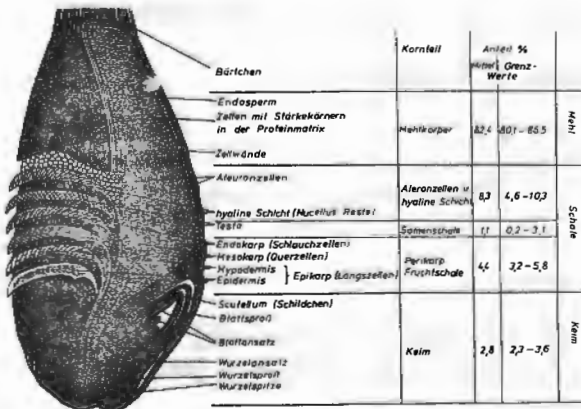


Abb. 4

Roggenernte 1989

Bundesgebiet

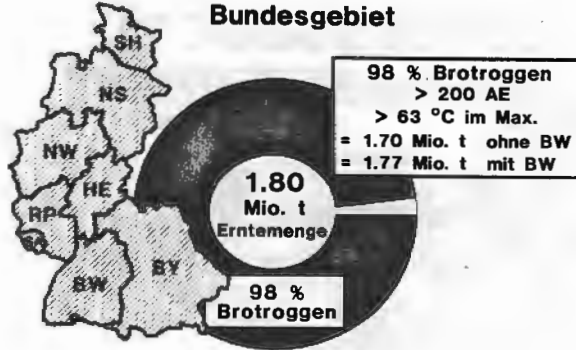


Abb. 5

VORREINIGUNG / LAGERUNG / MÜHLENREINIGUNG

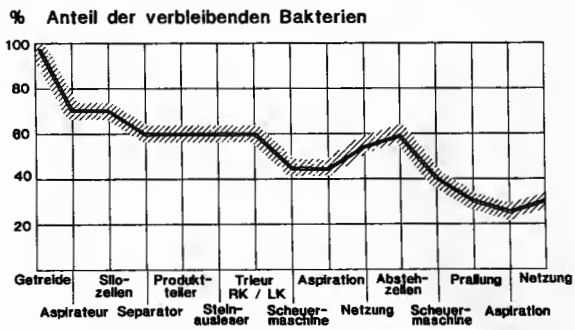


Abb. 6

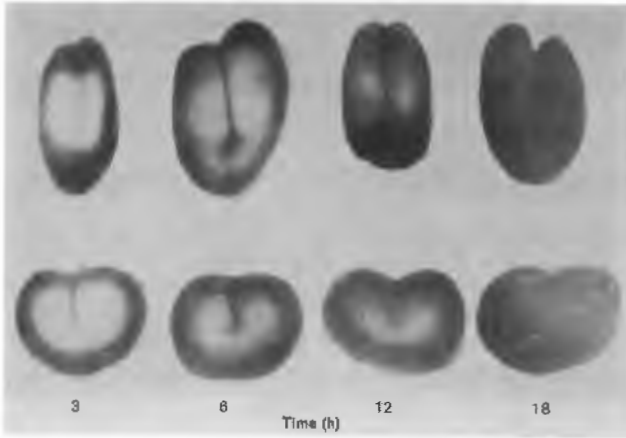


Abb. 7: Abstehtzeit bei Weizen
(Kornstruktur weich)

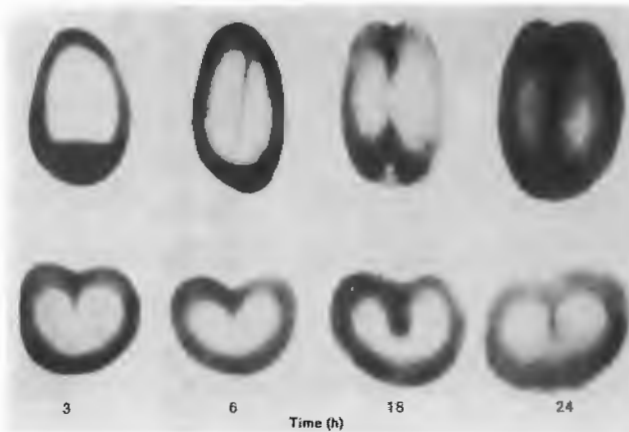


Abb. 8: Abstehtzeit bei Weizen
(Kornstruktur hart)

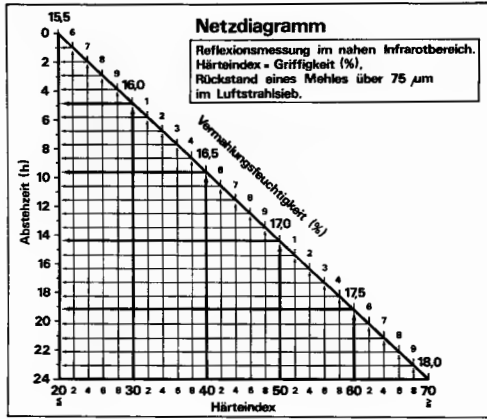


Abb. 9

Passagen einer 100t - Mühle



Abb. 10

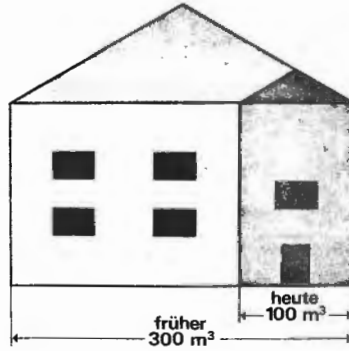
Raumbedarf einer 100t - Mühle

Abb. 11

Fortschritte in der Getreidetechnologie - Bäckereitechnik - Brot

J.-M. Brümmer, Detmold

Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung
Schützenberg 12
4930 Detmold 1

1. Einleitung

Überschaut man die letzten zehn Jahre, so haben sich kaum grundsätzliche Änderungen in der Brot- und Kleingebäckherstellung ergeben.

Verstärkt hat sich die Mechanisierung und die rechnergesteuerte Regelung von Herstellungsschritten, während sonst nur geringe Veränderungen in Einzelbereichen festzustellen sind.

Erweitert hat sich das Angebot von Brot- und Kleingebäcksorten, besonders solcher mit ernährungsbezogenen Angaben, wie: Brot/Kleingebäck für eine Vollwerternährung, Brot/Kleingebäck mit Nährwertveränderungen, Brot/Kleingebäck des alternativen Angebots, Brot/Kleingebäck mit Regionalbezeichnungen.

Diesen Angebotsformen liegen bestimmte Rezeptur- und Herstellungskriterien zugrunde (Tab. 1 u. 2). Für die Herstellung von Brot und Kleingebäck mit Regionalbezeichnungen, z.B. "Hessenkorn", werden Rohstoffe des konventionellen Anbaus, aber mit eingeschränktem Düngemiteleinsatz, und eine der alternativen Führung angepaßte Rezeptur empfohlen. Diese Trends in den Verbraucheransichten spiegeln sich auch im verstärkten Angebot von

Broten mit sogenannten Multikornbezeichnungen, in der häufigen Verwendung von Nicht-Brotgetreidearten und Ballaststoffkonzentraten wider. Daneben sind Bestrebungen zur Rationalisierung und Verbesserung des Angebots, wie z.B. Langzeitgärungen, Wochensauerteige und die Fertigstellung von röschem Kleingebäck für die Abendstunden entwickelt worden.

Anhand von einigen ausgewählten Beispielen sollen die neuen Entwicklungen skizziert werden.

2. Rezepturgestaltung

Dem Verlangen und der Wertschätzung von Vollkornbackwaren kamen die Hersteller durch die zusätzliche Verwendung von Vollkornmehlen nach (9). Neben den traditionellen Weizen- und Roggenschrotbrotten war es durch die Verarbeitung von Vollkornmehlen möglich, nicht nur voluminöse Backwaren herzustellen, sondern auch die von vielen Verbrauchern weniger geschätzte körnige Struktur zu vermeiden. Im Grunde genommen ist aber auch heute noch das Vorhandensein von Körnern für den Verbraucher das Zeichen für Vollkorn. Diesen fachlich häufig nicht gerechtfertigten Beurteilungskriterien des Verbrauchers muß Rechnung getragen und gleichzeitig durch wahrheitsgemäße Information Aufklärungsarbeit geleistet werden. Daraus folgt aber weiter, daß wirkliche Vollkornbackwaren vom Verbraucher schwer als solche zu erkennen sind. Durch Mitverarbeitung von Schrot oder Flocken zur Oberflächengestaltung der Vollkorngebäcke kann dem Verbraucher die Beurteilung erleichtert werden.

Bei Vollkornmehlen kommen auch backverbessernde Zutaten besser zur Wirkung. Die Verarbeitung der Vollkornmehle für konventionelle und alternative Backwaren wirkt sich ebenfalls auf das Erscheinungsbild aus. Durch eine sinnvolle Kombination und auch aus der Tatsache, daß nicht generell bei einer alternativen Herstellung die Backhefe-Verwendung in jedem Fall verpönt sein muß, ergeben sich mehrere Möglichkeiten der Volumensteigerung.

3. Kochsalzreduktion

Mit den Backwaren wird täglich ein bestimmter Anteil von Kochsalz aufgenommen. Bei Brot- und Kleingebäckprüfungen ist immer wieder festzustellen, daß teilweise auch zu viel Salz verwendet wird (6, 7).

Wenn auch die Kochsalzgehalte in ihrer Bedeutung nicht überbetont werden sollen, sollte die Salzzugabe in den Betrieben doch überprüft werden. Grundsätzlich gilt, daß bei indirekten Führungen (mit Sauerteig bzw. Vorteig) bzw. bei verlängerten Teigruhe- und/oder Endgärzeiten mit etwas geringeren Salzgehalten gearbeitet werden kann. Ebenso kann durch Erhöhung der Aschegehalte der Rohstoffe die Kochsalzverwendung reduziert werden, wenn nicht besonders weiche Teige oder stark teigausbeutesteigernde Backmittel verarbeitet werden. Bei Einsatz optimaler Führungsbedingungen sind etwa folgende Kochsalzanteile - bezogen auf Mahlerzeugnisse - zu empfehlen, ohne daß ein verminderter Brotgeschmack oder andere Brotmängel eintreten (Tab. 3). Diese Kochsalzzugaben setzen voraus, daß in der Teigführung alle Möglichkeiten der Aromabildung ausgenutzt werden. Dies bedeutet bei den einzelnen Brotsorten:

- **Weizen(mehl)brot und Weizentoastbrot:**

Die Mitverwendung von maximal 10% Roggenmehl auch bei kurzen direkten Führungen erweist sich als vorteilhaft. Bei der gleichen Mehlmischung kann der Kochsalzzusatz auf 1,7% vermindert werden, wenn bei einer Hefereduzierung eine Teigruhezeit von etwa 60 min eingehalten wird. Bei gleichzeitiger Herabsetzung der Teigtemperatur wird ein gutes Weizenbrotaroma ausgebildet. Wird demgegenüber noch mit Vorteig oder Weizensauerteig gearbeitet, ergeben sich noch weitere Möglichkeiten der Kochsalzreduzierung.

- **Weizenschrotbrot und Weizenvollkornbrot**

Hier ist die Mitverwendung von maximal 10% Roggenmehl ebenfalls vorteilhaft. Bei der direkten Führung erhöht ein geringer Zusatz an Teigsäuerungsmitteln die Geschmacksin-

sität. Sie wird durch eine nicht zu hohe Teigausbeute und durch kühle Teigtemperaturen unterstützt. Verminderte Kochsalzgehalte ergeben sich weiter bei der Verwendung von Vorteig oder Sauerteig.

- **Weizenmischbrot**

Hier sind der Kochsalzeinsparung am ehesten Grenzen gesetzt. Ein hoher Lockerungsgrad und eine sehr weiche Krumenstruktur erfordern auch eine stabilisierende Unterstützung durch Kochsalz; vor allem beim Einsatz der Weizenmehltype 550. Durch die Verarbeitung von Sauerteig, möglicherweise auch durch Vorteig, ergeben sich auch hier die günstigsten Voraussetzungen, um die Kochsalzzugabe verringern zu können.

- **Roggenmischbrot und Roggen(mehl)brot:**

Zwischen direkter und indirekter Führung zeigen sich deutliche Unterschiede. Die gegenüber Weizenmischbrot erforderliche stärkere Säuerung erhöht den Geschmacksausdruck und erlaubt dadurch geringere Kochsalzzusätze. Nicht zu hohe Hefezugaben, nicht zu hohe Teigtemperaturen und nicht zu hohe Teigausbeuten ermöglichen es, mit relativ geringen Kochsalzzugaben auszukommen.

- **Roggenschrotbrot und Roggenvollkornbrot:**

Hier ist auf hohe Quellstufenanteile zu achten. Ausreichend lange Teigruhezeiten erweisen sich besonders bei der direkten Führung als eine gute Voraussetzung für die Aromaentwicklung.

4. Ballaststoffanreicherung

In dem Bestreben, die Ballaststoffgehalte bei Backwaren zu steigern, wurden zahlreiche Ballaststoffkonzentrate angeboten und von uns backtechnisch überprüft (Tab. 4). Voraussetzung für eine gute Eignung ist, daß die Ballaststoffe für die menschliche Ernährung geeignet und darüber hinaus frei sind von sensorisch störenden Bestandteilen, die das Kauverhalten bzw. den Geruch und Geschmack zu sehr verändern.

In der Korngrößenverteilung zeigt es sich immer wieder, daß Ballaststoffkonzentrate in etwa mittlerer Granulation sowohl backtechnisch als auch in Erscheinungsbild der Backwaren vorteilhaft sind. Werden die Ballaststoffe zu fein zerkleinert eingesetzt, kommt es bei intensiv gefärbten Mustern zu unschönen Farbverschiebungen bzw. auch zu deutlicheren Geschmacksveränderungen. Sind die Ballaststoffe zu großstückig, oder spitz bzw. scharfkantig, leidet meist das Kauverhalten der Backwaren. Werden die grundsätzlichen Voraussetzungen eingehalten, so sind Speisekleien aus Weizen, Mais, Hafer, Soja und Erbsen gut geeignet. Demgegenüber stellen sich gewisse Nachteile ein bei Grünmalzkleien, bei Gerstenkleie, Rübenschnitzeln, Apfelrohfasern und bei einer Torffraktion. Dies soll nicht bedeuten, daß diese Produkte grundsätzlich nicht geeignet wären, nur erzielten wir mit den bisher vorgestellten Mustern noch keine guten Ergebnisse.

5. Nicht-Brotgetreidearten

Diese Rezepturbestandteile haben in letzter Zeit stark an Bedeutung zugenommen und so den Spezialbrotsektor beeinflußt. Die gut zu verarbeitenden Anteile lagen zwischen etwa 20 - 40 Teilen, bezogen auf andere Getreideerzeugnisse (5).

In allen untersuchten Fällen waren also mindestens die Zugabemengen zu verarbeiten, die eine Brotbezeichnung mit Hinweis auf diese Getreideart, wie z.B. Hirsebrot, erlauben.

In vielen Fällen war eine intensive Vorquellung, bei Reis und Hirse als Ganzkorn sogar ein Kochen, notwendig. Eine übliche Vorquellung (vier Stunden) brachte bei Hafer- und Gersteflocken sowie bei Buchweizengrütze Verbesserungen. Aber auch hier war ein Überbrühen und eine etwa gleichlange Quellung günstiger als ein Ansatz mit kaltem Wasser. Weiter zeigte sich, wie schon immer bei Nicht-Brotgetreidearten empfohlen, daß die Zugabe von feinen Fraktionen (wie z.B. Mehl) eine schlechtere backtechnische Eignung zeigte als die in Tabelle 5 aufgeführten gröberen Fraktionen bzw. Getreidekörner.

6. Färbung

Die seit Jahren zu beobachtende Verwendung von färbenden Stoffen hat gewisse Veränderungen erfahren (8). Nach wie vor hört man auf dem Markt, daß Brotsorten, besonders aus Backschroten oder Vollkornernzeugnissen, eine höhere Verbraucherakzeptanz finden, wenn ihre Krume dunkel, sogar fast schwarz, ist. Ein mögliches Verbot für Zuckerkulör für Backwaren hat bereits Reaktionen gezeigt. Es ist festzustellen, daß die Nachfrage nach anderen entsprechend färbenden Rezepturbestandteilen zugenommen hat. Damit ist aber das grundsätzliche Problem der Färbung von Brot und Kleingebäck, das möglicherweise die Bundesregierung zu Überlegungen bezüglich der Beschränkung des Zuckerkulörs veranlaßte, nicht gelöst. Es zeigt jedoch, wie nach Auswegen gesucht wird, um liebgewordene Traditionen im Grundsatz und möglichst ohne weitere Informationen des Verbrauchers beibehalten zu können.

7. Vorteige

Im Bereich der Vorteigführungen hat die Verwendung von Weizenvorteigen etwas und von Sauerteigen stärker zugenommen. Vermehrt hat sich das Angebot von Sauerteigstartern. Überprüfungen sowohl der Wochensauerteige als auch am Markt befindlicher Sauerteigstarter bestätigen einige grundsätzliche Fakten. Die Unterschiede in den Sauerteigkriterien, wie Säuerungskapazität, Viskosität des Sauerteiges, Aroma und Lockerung der daraus hergestellten Backwaren waren um so größer, je weniger verschiedene Arten an Sauerteigbakterien in einem Starter enthalten sind. Starter mit wenigen Milchsäurebakterien reagieren sensibler auf Unterschiede in den Führungskriterien, benötigen also größere Gleichmäßigkeit für die Sauerteigbereitung. Diese Gefahren waren bei der Verwendung polyformer Starter geringer, da bei Nichterreichen optimaler Bedingungen für einzelne Bakterienrassen andere Sauerteigbakterien wohl ausreichend günstige Lebensbedingungen vorfanden. Getrocknete Sauerteigstarter oder Sauerteige benötigen längere

Regenerationszeiten als meist erwartet. Daher sind getrocknete Sauerteige bisher als Starter für neue Sauerteige gut geeignet. Bei der Teigbereitung und -führung vollziehen sich jedoch nicht die gleichen mikrobiologischen Umsetzungen wie sie von betriebseigenen, frischen Sauerteigen ausgehen. Dies hat zur Folge, daß zur Sicherstellung einer ausreichenden Backfähigkeit der Roggenanteile entweder die Dosierungen der getrockneten Sauerteige relativ hoch sein müssen oder die Eigensäuregrade dieser Erzeugnisse hoch sind. Somit werden fast allein über die Eigengehalte der getrockneten Produkte die pH-Absenkung und Säuregraderhöhung, die zur Sicherung der Backeignung notwendig sind, erreicht.

Stark an Bedeutung gewonnen hat der Einsatz von Sauerteigbereitern. Sie erleichtern, je nach Ausstattung, die Anwendung unterschiedlicher Führungsbedingungen in bezug auf Teigausbeute und meist auch in den Führungstemperaturen. Das Vorhandensein eines Rührwerkes könnte die Säuerungen unterstützen. Infolge verschiedener Bestrebungen, wie z.B. das Herausstellen sogenannter kombinierter Führungen, die "Neudeutung" der Sauerteigaufgaben ausschließlich als Aromaträger und nicht mehr zu Säuerung und damit Verbesserung der Backfähigkeit, haben dazu geführt, daß mit einem Ansatz relativ große Sauerteigmengen bereitet werden, die nicht mehr am Tage der Reifung zur Verarbeitung gelangen. Zur Vermeidung der Wochenendarbeit wurde weiter empfohlen, freitags abends oder samstags einen Sauerteig für die ersten Tage der nächsten Woche zu bereiten. Darauf aufbauend folgte dann die Empfehlung für ein einmaliges Bereiten der Sauerteige pro Woche. Jeder Sauerteigansatz sollte dann wieder mit einem Sauerteigstarter neu begonnen werden, um nur so die während der Woche eintretenden Veränderungen in der Sauerteigflora ausgleichen zu können. Ansonsten wurde empfohlen, das Anstellgut für einen neuen Sauerteig spätestens nach 2 - 3 Tagen abzunehmen und bis zur Wiederverwendung als Anstellgut zu kühlen.

Arbeiten mit Wochensauerteigen haben eindeutig gezeigt, daß aufgrund der stets noch weitergehenden Säuerungen eine Dosie-

rung entsprechend des Säuerungsgrades der Sauerteige erfolgen sollte. Aber selbst bei einer solchen angepaßten Dosierung verändert sich der Brotgeschmack in Richtung "säuerlich" und weist eine gewisse Aromaverminderung auf. Während der langen Stehzeit ist die Gefahr groß, daß ein gäreriger Geschmack entsteht. Gleichzeitig wurden die früheren Erkenntnisse über eine Sauerteigkühlung wieder bestätigt, da dadurch die aufgezeigten Veränderungen weitgehendst vermieden werden konnten. Die angebotenen Sauerteiggeräte sollten diese Möglichkeiten der Sauerteigkühlung mit berücksichtigen. Gerade die Geräte in optimaler Ausführung sind eine Möglichkeit, bei richtiger Anwendung der Führungen Arbeitserleichterungen und Qualitätsverbesserungen bei Broten zu erzielen. Die Erkenntnisse, daß Mehrstufen-Sauerteigführungen mit ihrem Wechsel in Teigausbeuten, Vermehrungshöhen, Stehzeiten und Teigtemperaturen mikrobiologisch günstige Voraussetzungen für eine Nährstoffversorgung bei gleichzeitiger Vermeidung der zu starken Anreicherung von Stoffwechselprodukten (Säuren, Kohlendioxid, etc.) bieten, bestätigen sich immer wieder. Durch Sauerteiggeräte können gerade mehrstufige Führungen auch kontinuierlich bereitet werden (4). Berücksichtigt man die Stehzeittoleranz der letzten Stufe, so ist eine Erhöhung der Säuregrade, die sich auf die Brotqualität auswirken würde, vermeidbar. Gut ausgestattete Sauerteigbereiter sind fast schon wissenschaftliche Fermenter, wenn sie alle die für eine optimale Züchtung, Kontrolle und Verwendung von Sauerteigen und für eine ausreichende Reinigung denkbaren Elemente enthalten. Diese Einrichtungen sind heute keine Utopie mehr, wenn man bedenkt, daß z.B. in ihnen niedrig ausgemahlene Weizentypenmehle in Vorteigen, Roggen- und Weizenmahlerzeugnisse mit mittleren Aschegehalten in Sauerteigen, Vollkornherzeugnisse in Quell- oder Brühstücken geführt werden können.

8. Langzeitführungen von Weizenkleingebäckteigen

Nach der Entwicklung der Gärunterbrechung bzw. Gärverzögerung durch Temperaturabsenkung wurde insbesondere die Herstellung von Weizenkleingebäck durch sogenannte Langzeitführungen bereichert (2). Hierunter versteht man das Arbeiten bei üblichen Teigtemperaturen, jedoch mit verminderten Hefezusätzen. Diese Langzeitführungen haben zur rationellen Herstellung von Kleingebäcken auch für Zeiten geführt, für die entweder gar nicht oder nur unter erhöhtem Aufwand Backwaren frisch hergestellt wurden. Die Langzeitführungen können noch durch eine Kühlung oder Tiefkühlung der Teige unterstützt werden.

Die mit solchen Teigführungen meist verbundenen kleineren Brötchen, ihre gröbere Porung und ihr intensiver Geschmack werden vom Verbraucher besonders geschätzt. Selbst deutliche Veränderungen der Gebäckoberflächen scheinen einem Kauf nicht entgegenzustehen.

Durch Einsatz von Backmitteln ist es aber auch hierbei möglich geworden, solche Volumen zu erzielen, daß durch die Langzeitführungen so gut wie keine kleineren Brötchen entstehen. Leider werden durch einen derartigen überbetonten Backmitteleinsatz z.B. die Vorteile an Krustenstabilität und Geschmack wieder vermindert. Der Einsatz der Backmittel sollte sich hier auf die Verbesserung der Teigeigenschaften beschränken und nicht zu sehr das Volumen erhöhen. Ebenso ist eine weitere Verzögerung der Gärungen durch Säurezusatz nicht notwendig, da bei entsprechender Hefe- und Temperaturwahl genügend Stehzeitreserven für die Teige vorhanden sind. Da bei einer Langzeitführung sowieso der Säuregrad ansteigt, entstehen durch säurehaltige Backmittel leicht einseitige Geschmacksverschiebungen.

9. Haltbarkeit

Die Verlängerung der Haltbarkeit von Backwaren durch Konservierungsstoffe ist stark rückläufig (1). Eine Zeitlang wurde gemeint, in nichtzulassungsbedürftigen Schimmelhemmstoffen

einen Ersatz für Propionsäure gefunden zu haben. Dies schlug aus technologischen und geschmacklichen Gründen weitgehend fehl, obwohl es immer wieder ein Anreiz zu sein scheint, Natriumdiacetat zu verwenden und trotzdem die Kenntlichmachung "ohne Konservierungsstoffe" zu benutzen.

Stark an Bedeutung gewonnen haben Alternativmaßnahmen zum Konservierungsstoffeinsatz. Der vor Jahren empfohlene Atmosphären-austausch wird wegen seiner hohen Kosten und der Gefahr der Verletzung der Folien nur wenig, eigentlich nur bei vorgebackenem Kleingebäck, angewandt. Bei geschnittenem Brot dominiert zur Zeit eindeutig die Hitzepasteurisation, wobei die notwendige Wärmebehandlung in konventionellen oder Spezialöfen erfolgt. In der letzten Zeit hat sich auch der Einsatz von Mikrowellenanlagen bewährt. Hier werden im Durchlaufverfahren einlagige Schnittbrotstückchen bereits im Versandkarton pasteurisiert. Durch anschließendes Stapeln der behandelten Kartons wird auch die notwendige Wärmehaltung zur Keimschädigung erreicht.

10. Literatur

1. Brümmer, J.-M.: Brot und Backwaren (1988) 1/2, 25-32
2. Brümmer, J.-M.: Getreide Mehl und Brot (1988) 7, 203-207
3. Brümmer, J.-M.: Getreide Mehl und Brot (1989) 1, 19-21
4. Brümmer, J.-M. u. H. Neumann: Dt. Bäcker-Ztg. (1987) 38, 1226-1233
5. Brümmer, J.-M., G. Morgenstern u. H. Neumann: Getreide Mehl und Brot (1988) 5, 153-158
6. Rabe, E. u. J.-M. Brümmer: Ernährungs-Umschau (1985) 12, 394-398
7. Rabe, E., J.-M. Brümmer u. W. Seibel: Getreide Mehl und Brot (1986) 5, 133-140
8. Seibel, W. u. J.-M. Brümmer: Dt. Lebensm.-Rundschau (1987) 6, 171-174
9. Seibel, W., J.-M. Brümmer u. G. Morgenstern: Getreide Mehl und Brot (1988) 2, 51-57

Tabelle 1: Rohstoff-Zusammensetzung bei Brot/Kleingebäck

Getreiderohstoff-Anteile	Konventionelles Angebot*	Angebot für Vollwertkost*	Alternatives ("Bio")-Angebot
Roggen - Weizen			
- Typenmehle	mind. 90%	nein	nein
- Backschrot	mind. 90%	nein	nein
- Vollkornschrot	mind. 90%	ja, wenn mind. 100%	ja, wenn mind. 100%
- Vollkornmehl	mind. 90%	ja, wenn mind. 100%	ja, wenn mind. 100%
Anbauart			
- konventionell	ja	ja	nein
- alternativ	ja	ja	ja

* einschließlich Nährwertverändertes und Diät-Brot (außer Zöliakie)

Tabelle 2: Rezepturbestandteile

Rezepturbestandteile	Konventionelles Angebot	Angebot für Vollwertkost	Alternatives ("Bio")-Angebot
Mehl/Schrot (s. Rohst. Tab. 1)			
Kochsalz	+	-	-
Meersalz	+	+	+
Backhefe	+	+	-*
Sauerteig	+	+	+
Zucker	+	-	-
Honig	+	+	+
Teigsäuerungsm.	+	-	-
Fett			
- gehärtet/raffin.	+	-	-
- naturbelassen	+	+	+
Emulgator und Konservierungsst.	+	+/-	-
Färbung mit Kennzeichnung	+	-	-

* eventuell aber als Vorteigstarter
+ verwendbar
- nicht verwendbar

Tabelle 3: Kochsalzempfehlungen

	Kochsalz, % auf Mahlerzeugnisse
Weizen(mehl)brot	
- kurze direkte Führung	1,9
- lange direkte oder indirekte Führung	1,7
- indirekte Führung (Weizensauerteig)	1,6
Weizentoastbrot	
- direkte Führung	1,9
Weizenschrotbrot und Weizenvollkornbrot	
- direkte Führung	1,8
- indirekte Führung (Vorteig)	1,7
- indirekte Führung (Weizensauerteig)	1,5
Weizenmischbrot	
- direkte Führung	1,9
- indirekte Führung	1,8
Roggenmischbrot	
- direkte Führung	1,8
- indirekte Führung	1,6
Roggen(mehl)brot	
- direkte Führung	1,8
- indirekte Führung	1,6
Roggenschrotbrot und Roggenvollkornbrot	
- direkte Führung	1,7
- indirekte Führung	1,5

Tabelle 4: Überprüfte Ballaststoffquellen bei verschiedenen Brotsorten

	Klein- gebäck	Toast- brot	Weiß- brot	WM-Brot	RM-Brot	R-Mehl- Brot	W-Vollk. Brot	R-Vollk. Brot
Weizenspeisekleie	x	x	x	x	x	x	x	x
Haferseisekleie		x	x	x	x	x	x	
Roggenseisekleie		x			x			
Sojaseisekleie		x	x	x		x	x	x
Maisspeisekleie			x	x	x		x	x
Malzkleie				x	x			
Gerstenfasern		x		x	x		x	x
Rübenballaststoffe	x	x	x	x	x	x	x	x
Torffraktion	x	x	x	x	x		x	x
Erbsenschalen				x	x			
Senfschalen		x	x	x	x		x	
Haselnußsamenschalen				x	x			
Mandelsamenschalen				x	x			
Apfelrohfasern				x	x			
Kakaokleie (Kanafa)				x	x			
Kartoffelpülpe			x	x	x			
Treber		x	x	x	x		x	
Lupinenballaststoffe			x					
Haferchalen			x	x	x		x	

Tabelle 5: Zu empfehlende Höchstzusätze der Mahlerzeugnisse aus Nichtbrotgetreidearten für Brot und Kleingebäck

	20 Teile	30 Teile	40 Teile	Einfluß d.übl. Vorquellung
Haferflocken			+	+
Gersteflocken	+			+
Maisgrieß	+			ohne
Reis, Ganzkorn (gek.)		+		(-)
Hirse, Ganzkorn (gek.)	+			(-)
Buchweizengrütze		+		+
				Brühstück günstiger als Quellstück

NEUE ENTWICKLUNGEN IM BEREICH DER BÄCKEREITECHNOLOGIE - FEINE BACKWAREN:
MARKT, ERNÄHRUNG UND GESUNDHEIT, ROHSTOFFE, VERFAHRENSTECHNIK, ENDERZEUG-
NISSE

G. Brack

Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung
Institut für Bäckereitechnologie
Schützenberg 12, 4930 Detmold

1. MARKTENTWICKLUNG

Das Geschehen auf dem Gebiet der Technologie Feiner Backwaren geht im wesentlichen einher mit der bei Lebensmitteln allgemein feststellbaren Entwicklung. Änderungen ergeben sich vor allem aus der marktwirtschaftlichen Stellung des Verbrauchers. Die von ihm ausgehenden sowie aufgenommenen Anstöße und die gestiegene Bereitschaft für neue, höherwertige Erzeugnisse werden verständlicherweise von Herstellern aufgegriffen und genutzt. Unsere heutigen Gesellschaften, die schon lange keinen Mangel an hochwertigen Lebensmitteln mehr verspüren müssen und finanziell gut versorgt sind, werden unter anderem gekennzeichnet durch ihre Aufgeschlossenheit gegenüber dem Besonderen, noch Höherwertigeren. Diese allgemeine Haltung erfaßt seit Jahren zunehmend auch den Bereich Lebensmittel, darunter auch Feine Backwaren. Beredte Beispiele sind die zunehmende Sortenvielfalt Feiner Backwaren, die Verarbeitung bislang ungewohnter Rohstoffe oder die Verbreitung kompliziert zusammengesetzter Feiner Backwaren.

Neben der Aufnahmebereitschaft für "verfeinerte" ("edlere") Erzeugnisse ist das Mißtrauen in die moderne Lebensmittelerzeugung bzw. die zunehmende Verunsicherung des Verbrauchers markt(mit)bestimmend. Durch gestiegene Verbraucherempfindlichkeit und damit einerhergehender Vorsicht oder Ablehnung gegenüber "modernen" Backwaren wird inzwischen mehr "gesunde" Ware verlangt,

die allerdings vielfach nur vermeintliche Vorteile bietet. Die Hersteller Feiner Backwaren haben durch Anbieten entsprechender Erzeugnisse darauf reagiert.

2. ERNÄHRUNG UND GESUNDHEIT, ROHSTOFFE

Es dürfte kaum handwerkliche oder industrielle Hersteller Feiner Backwaren geben, die nicht mittelbar über Handel oder unmittelbar über Verbraucher auf nicht konventionelle Backwaren angesprochen sind (alternative Feine Backwaren, "Bio"-Feine Backwaren, nährstoffveränderte bzw. energiereduzierte/brennwertverminderte Feine Backwaren, für Vollwerternährung geeignete Backwaren,...).

Feine Backwaren, die mit Vollkornerzeugnissen oder "dunkleren" Getreideerzeugnissen hergestellt werden, sind vielfach, wenn nicht gar bei der Mehrzahl der Anbieter, zu finden. Für den Verbraucher besteht allerdings das Problem, zwischen Vollkornware oder "gefärbter" Ware, die keine oder zu wenig Vollkorn oder dunklere Getreideerzeugnisse enthält, zu unterscheiden. Diese Schwierigkeit ist seit Jahren bekannt und wird schon ebenso lange in betroffenen Kreisen zwecks Abhilfe diskutiert.

Durch die Popularität der Ballaststoffe greift der Verbraucher zunehmend zur Vollkornbackware. Auch ballaststoffangereicherte Feine Backwaren sind im Angebot. Ballaststoffe werden meist in Form von Speisekleie, vor allem Weizenspeisekleie zugefügt. Weniger bis gar nicht durchgesetzt haben sich bisher andere Speisekleien, Zuckerrübenfasern, Kakao-Nahrungsfasern, Haferballaststoff, Torf usw.

Die Verwendung von Vollkorn, Speisekleien oder anderen den Ballaststoffgehalt steigernden Rohstoffen bedingen in der Regel die Anpassung von Rezept und Verfahrenstechnik. Wie in vielen Publikationen mittlerweile beschrieben, können der Praxis für diese erforderlichen Anpassungen Vorschläge angeboten werden. Außerdem zeigen die am Markt befindlichen Erzeugnisse, daß die Hersteller die entsprechenden Erzeugnisse in sensorisch hochwertiger Beschaffenheit anbieten können. Aus ideologischen oder ernährungsphysiologischen Gründen wird aber auch auf bestimmte Rezeptbestandteile mit backtechnischer Funktion verzichtet. Dadurch sind vielfach Nachteile in der sensorischen Beschaffenheit dieser Feinen Backwaren in

Kauf zu nehmen. Bei Verzicht auf z.B. Hefe, chemische Triebstoffe, "isolierte" Zucker, usw. ist dies bei bestimmten "alternativen" Feinen Backwaren der Fall.

Der Schwerpunkt des Verzehrs Feiner Backwaren liegt zweifelsohne beim Angebot konventioneller Erzeugnisse. Alternative Backwaren haben, wenn auch nur bei geringem Anteil, inzwischen aber ihren festen Platz im Backwarenangebot.

Auf die Entwicklung bzw. das Angebot neuer Feiner Backwaren dürfte zukünftig auch die während der letzten Jahre sehr bewegte Süßungsmittelentwicklung durchschlagen. Dies ist großteils auf die Entwicklung neuer Zuckeraustauschstoffe, aber auch Süßstoffe, zurückzuführen. Aufgrund der diesen Stoffen eigenen günstigen ernährungsphysiologischen Eigenschaften wird sich die weitere Entwicklung dahingehend, kaum jedoch bei Zuckerarten abspielen. Dennoch sind Zuckerarten, insbesondere Saccharose, keinesfalls als abgewirtschaftet zu betrachten. Saccharose dürfte auch langfristig für Backwaren das für Aufarbeitung, Backverhalten, sensorische Beschaffenheit und Frischhalteigenschaften günstigste, weil harmonischste Süßungsmittel sein. Für die meisten Feinen Backwaren ist Zucker unverzichtbar zur Herbeiführung gewünschter Teig- und Massenbeschaffenheiten, Aufarbeitungs-, Back- und Gebäckeeigenschaften. Alle anderen Zucker, auch sonstige Süßungsmittel, müssen sich deshalb an den hervorragenden backtechnischen und sensorischen Eigenschaften von Saccharose messen lassen. Sofern nach sensorisch günstigsten, ausgewogenen Rezepten gearbeitet wird, besteht normalerweise kein zwingender Grund, auf andere Süßungsmittel auszuweichen, es sei denn, Verkaufsgründe, Verbrauchererwartungen oder ernährungsphysiologische Gründe lassen dies wünschenswert erscheinen.

Ausgedehnte Erfahrungen wurden in den vergangenen Jahren mit dem neu entwickelten Zuckeraustauschstoff Isomalt (Palatinit) gewonnen. Er ist für Feine Backwaren in Abhängigkeit von Rezeptur- bzw. Backwarenart backtechnisch mehr oder weniger geeignet. Vorteile von Isomalt sind Diabetikereignung, Energiereduktion (Brennwertverminderung), im Vergleich zu anderen Zuckeraustauschstoffen neutral süßer Geschmack, mindere Kariogenität. Die Zulassung von Isomalt für die Bundesrepublik Deutschland wird betrieben.

Mittlerweise scheinen mehr Süßstoffe als Zuckeraustauschstoffe bekannt und erhältlich zu sein. Dies ist jedoch für die Backwarenherstellung bis heute

fast unbedeutend, da diese Stoffe wegen ihrer geringen Zusatzmenge nicht die erforderliche backtechnische Wirkungsweise (gefügebildend, festigend) erfüllen können. Eine Ausnahme bilden Extrudate als Feine Backwaren, bei denen gewünschte Gefüge bzw. sensorische Eigenschaften auch ohne Zucker bzw. Zuckeraustauschstoffe erzielt werden können. Die Einsatzmöglichkeiten sind deshalb darauf beschränkt, zwecks Erzielung üblicher Gebäcksüßen in Verbindung mit gering süßen Zuckeraustauschstoffen (z. B. Isomalt) oder für Extrusionserzeugnisse verwendet zu werden.

Dem Wunsch der Ernährungsphysiologen und Verbraucher nach energiereduzierten, "leichten" Erzeugnissen kann nur in bestimmten Fällen (abhängig von der Backwarenart) wirkungsvoll entsprochen werden. Hilfreich wäre der Verzicht auf Fett als Rezeptbestandteil. Dies ist jedoch bis heute kaum realisierbar, da dem Fett backtechnisch unverzichtbare funktionelle Eigenschaften zukommen. In diesem Zusammenhang ist hervorzuheben, daß Feine Backwaren sich in ihrem auf die Portion oder ein einheitliches Gewicht bezogenen Energieinhalte (Brennwerte) erheblich voneinander unterscheiden können. Die Tatsache, daß es genügend relativ "energiearme" Feine Backwaren, wie z. B. Obstkuchen, gibt, wird bislang noch zu wenig genutzt bzw. publik gemacht. Im Trend liegen sogenannte leichte Erzeugnisse, woraus sich eine Diskussion mit lebensmittelrechtlicher Relevanz entwickelt hat. Beispielsweise wird das Verlangen geäußert, sogenannten Diätstollen mit weniger Fettgehalt, als er nach bisherigen Vereinbarungen erforderlich ist, herstellen zu dürfen. In einem solchen Fall ergibt sich dann die Frage, ob ein solches Erzeugnis überhaupt noch mit der Bezeichnung "Stollen" versehen werden darf oder ob dann - wie bisher üblich - die Verkehrsbezeichnung für Gebäcke, die den Mindestfettgehalt unterschreiten, heranzuziehen ist (z. B. "Hefefeingebäck"). Die Auseinandersetzung mit solchen Problemen wird dringlicher, auch bedingt durch den liberaler werdenden EG-Markt.

3. SONSTIGE ROHSTOFFE

Über die Rohstoffe hinaus, die wegen ihrer ernährungsphysiologischen Bedeutung (Vollkorn, Ballaststoffe, Zuckeraustauschstoffe, Süßstoffe) schon unter Gliederungspunkt 2 angeführt wurden, können Butterfette und Backhefe wegen ihrer backtechnischen oder sensorischen Bedeutung hervorgehoben werden. Durch die preiswerten Angebote an Butter bzw. Butterfett innerhalb der letzten Jahre lagen deren Preise in gleicher Größenordnung wie andere Backfette. Da Butter(-fett) für Feine Backwaren in der Regel sensorisch vorteilhaft ist und beim Verbraucher in gutem Ruf steht, wurde offensichtlich

mehr Butter in Feinen Backwaren als früher verarbeitet. Bisher sind Butter und Butterfette (nicht fraktionierte Butterfette) allerdings wegen lebensmittelrechtlicher Vorschriften nicht so differenziert bzw. modifiziert wie die für den jeweiligen Verwendungszweck (Backwarenart) hergestellten speziellen Backmargarinen verwendet worden. Dadurch sind bestimmte Erzeugnisse, wie zum Beispiel gezogene Teige (Blätterteig, Plunderteig) nur unter schwierigen Bedingungen herstellbar und stoßen damit in der Praxis oft auf Ablehnung. Mit modifizierten (fraktionierten) Butterfetten sind diese Schwierigkeiten jedoch großteils überwindbar. Allerdings dürfen nach momentaner Rechtsauffassung die mit fraktioniertem Butterfett hergestellten Backwaren in der Bundesrepublik Deutschland nicht als Butterbackwaren (Verkehrsbezeichnung) benannt werden, was verständlicherweise im Gegensatz zum Interesse beteiligter Wirtschaftskreise steht. Es wird immer noch kontrovers diskutiert, ob die bisherige Regelung geändert werden soll.

Auf dem Gebiet der Hefeentwicklung hat sich in den letzten Jahren nur eine wesentliche Änderung ergeben, die sich aber bislang (noch) nicht durchgesetzt hat. Zum Zweck besseren Gärverhaltens zuckerreicher Hefefeinteige ist eine sogenannte osmotolerante Hefe am Markt eingeführt. Sie wurde ausgiebig im Vergleich mit normaler Hefe backtechnisch geprüft. Dabei zeigte sich, daß die osmotolerante Hefe bei Zuckeranteilen ab etwa 10 Teilen/100 Teile Mehl deutliche Vorteile zeigte. Dieser Grenzbereich ist jedoch abhängig vom Fettgehalt des Teiges. Die osmotolerante Hefe ist um so eher vorteilhaft, je fetthaltiger der Teig ist.

Die weitere Entwicklung auf dem Gebiet der Süßungsmittel und deren Auswirkung auf die Herstellung Feiner Backwaren bleibt abzuwarten. Vielleicht wird aufgrund ernährungsphysiologischer Belange zukünftig auf diesem Gebiet politisch weniger restriktiv gehandelt als bei anderen (Zusatz-)Stoffen. Das Beispiel Isomalt wurde schon vorab genannt. Andere Zuckeraustauschstoffe, wie z. B. Maltitol oder Lactitol werden diskutiert, sind in Abhängigkeit nationaler Regelungen jedoch unterschiedlich in der Zulassung.

Weitgehende Erfahrungen wurden in den letzten Jahren mit Lactose (Milchzucker) gewonnen. Der im Vergleich zum herkömmlichen Zucker (Saccharose) preiswerte Rohstoff Lactose führt durch die Verarbeitung in Hefefeinteigen zu erheblichen Vorteilen backtechnischer, sensorischer und kostenkalkulatorischer Art. Trotz dieser offensichtlichen Vorteile wird in der Praxis noch relativ wenig mit diesem Rohstoff gearbeitet. Als Vorteile im einzelnen sind

zu nennen: höhere Wasseraufnahme der Teige, kürzere Gärzeiten, größere Gärstabilitäten, größere Gebäckvolumen, bessere Frischhaltung bzw. weichere Krume. Letztgenannter Vorteil steht im Zusammenhang mit verminderter Retrogradationsneigung der Stärke in der Krume. Die im Vergleich zu Sucrose mindere Süße von Lactose wird meistens als Nachteil zu werten sein, bei sehr süßen Gebäcken (z.B. industrielle Sand-, Rührkuchen) ist jedoch eine positive Süßeminderung festzustellen.

4. VERFAHRENSTECHNIK

In der Verfahrenstechnik bei der Herstellung Feiner Backwaren haben sich keine wesentlichen Änderungen bzw. Neuerungen im Laufe der letzten Jahre ergeben. Zunehmend bekannter geworden ist jedoch die Technik der Extrusion. Diese Verfahrenstechnik wurde bisher im Bereich Feiner Backwaren kaum eingesetzt. In der Zwischenzeit liegen neue Forschungsergebnisse über zwiebäckähnliche Dauerbackwaren, die extrudiert werden, vor.

Vereinzelte sind neue Verfahrenstechniken eingeführt, die ihre Ursache in der Fertigung spezieller Erzeugnisse haben. Solche Erzeugnisse, die aus Marketing-Gründen mit spezieller Zusammensetzung bzw. Formgebung eine besondere Attraktivität bzw. Abgrenzung zu anderen Erzeugnissen erzielen, bedürfen komplizierter und aufwendiger Entwicklungsarbeit. Vielfach ist in solchen Fällen besondere Rohstoffwahl und die Anpassung oder Neuentwicklung von Maschinen und Anlagen mit großem Aufwand erforderlich. Einblick in die Herstellung solcher Erzeugnisse ist aus Wettbewerbsgründen verständlicherweise in der Regel nicht möglich.

Deutlich zugenommen hat die Herstellung tiefgekühlter Feiner Backwaren und Teiglinge. Die Verfahrenstechnik des Gefrierens ist normalerweise unproblematisch und kann auf verschiedene Weise geschehen (konventionelle Kühlung, CO₂-Kühlung, kombinierte Kühlung). In manchen Fällen ist es notwendig, Rezept und Herstellungstechnik auf die Gefrier-Tau-Eignung des Erzeugnisses zu optimieren, um günstigste Enderzeugnisqualität zu erzielen. Dies bedeutet zum Teil weitreichende Eingriffe in die Wahl geeigneter Rohstoffe. Problematisch ist vor allem das Tauen der Erzeugnisse, was zwei Gründe hat. Erstens ist das Erzeugnis zusätzlichen Belastungen ausgesetzt, wodurch die backtechnische und/oder sensorische Beschaffenheit mehr oder weniger beeinträchtigt wird. Zweitens besteht prinzipiell die Gefahr, daß durch unsachgemäße bzw. ungeübte Handhabung des Bäckers oder Verbrauchers beim Tauen die Ware Qualitätsverluste erleidet. Hierauf hat der Hersteller

naturgemäß wenig Einfluß. Bei Hefefeinteigen müssen bislang backtechnische Nachteile (Hefetätigkeit, Gebäckvolumen) in Kauf genommen werden. Auf dieses Gebiet konzentriert sich zur Zeit ein wesentlicher Teil der backtechnisch orientierten Forschungsbemühungen.

Unter anderem wird auch durch Zunahme sogenannter Backstationen in der Praxis vermehrt mit gefrorenen, extern vorgefertigten Teiglingen gearbeitet. Diese Teiglinge bedürfen des angepaßten bzw. optimalen Tausens zur Erzielung bestmöglicher Gebäckqualität. Dies führte dazu, daß die Vielfalt an Geräten zum Tauen und Backen (Gärkammern, Öfen) zugenommen hat. Damit wurden im Laufe der Jahre Veränderungen und Verbesserungen vorgenommen. Auch herkömmliche Backöfen für Industrie und Handwerk wurden weiterentwickelt und verbessert. Dies bezieht sich im wesentlichen auf Maßnahmen, die den Energiebedarf reduzieren, sowie auf Erfassung oder verbesserte Erfassung verfahrenstechnischer Steuergrößen (Temperatur, Feuchte).

5. ENDERZEUGNISSE

Im Angebotssortiment Feiner Backwaren haben sich folgende Tendenzen gezeigt:

- 1) Zunahme vollkornhaltiger Feiner Backwaren (z.B. Vollkorn-Braune Lebkuchen)
- 2) Zunahme von "Müsli"-Feinen Backwaren (z.B. Stollen, Torten, Kekse)
- 3) Zunahme alternativer Feiner Backwaren
- 4) Sortenvielfalt "saftiger" Rühr-/Sandkuchen (Kuchen ohne Ausbund, mit großem Zuckeranteil) hat zugenommen.
- 5) Verarbeitung frischer statt konservierter Rohstoffe (z.B. Apfelkuchen)
- 6) Zunahme gefrorener Teiglinge (für das Gewerbe)
- 7) Zunahme gefrorener Feiner Backwaren (für den Verbraucher)
- 8) Mehr Vielfalt bei gefrorenen Feinen Backwaren, auch Sortimentszusammenstellung und kleinstückige Ware (tortenartige Feine Backwaren)

- 9) Entwicklungsbedarf (seitens Marketing) für "kombinierte" (mehrschichtige bzw. gefüllte) Feine Backwaren, insbesondere Dauerbackwaren (mehr "Eßerlebnis"), z.B.:
- coextrudierte Teige
 - cookies (crisp and chewy) (US-Markt)
 - gefüllte Waffeln, mehrschichtig
 - gepuffte, gefüllte "Hart"-Kekse
 - extrudiert-gewickelte "Kissen"-Erzeugnisse als Getreidenährmittel
 - Soft-Waffeln, gefüllt
 - energiereduzierter Rührkuchen ("light")
 - mikrowelleneignete/-angepaßte Erzeugnisse (Backen und Tauen).

Neue Entwicklungen im Bereich der Getreidenährmittel und der Extrudate

W. Seibel, Detmold

Institut für Bäckereitechnologie
Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung
Schützenberg 12
4930 Detmold 1

1. Problemstellung

Der Verbraucher erwartet beim Angebot von Lebensmitteln heute folgende Voraussetzungen:

- gesundheitlich unbedenklich,
- qualitativ hochwertig (sensorisch und ernährungsphysiologisch),
- kostengünstig

Die Landwirtschaft und die Lebensmittelwirtschaft sind für die Einhaltung dieser Verbrauchervorstellungen verantwortlich.

Die Ernährungswissenschaft hat sich für eine relativ lange Zeitperiode leider nicht dazu durchringen können, eindeutige Verzehrsempfehlungen zu geben. Diese Situation hat sich in den letzten Jahren grundsätzlich geändert, und man findet jetzt in den verschiedenen Ländern erfreulicherweise übereinstimmende Ernährungsempfehlungen, wobei die Schwerpunkte wie folgt zu sehen sind:

- verminderte Energiezufuhr,
- mehr pflanzliche Lebensmittel anstelle von tierischen Lebensmitteln,

- innerhalb der pflanzlichen Lebensmittel mehr Lebensmittel auf Getreidebasis (insbesondere Vollkorn),
 - Ballaststoffverzehr auf mindestens 30 g/Kopf/Tag anheben.
- Neben den Backwaren können die Getreidenährmittel zur Befolgung dieser Ernährungsempfehlung einen wesentlichen Beitrag leisten, weil sie überwiegend als Vollkorn-Lebensmittel angeboten werden. Außerdem gibt es im Bereich der Getreidenährmittel eine Vielzahl von Ballaststoffkonzentraten, die entweder direkt verzehrt werden oder zur Ballaststoffanreicherung von anderen Lebensmitteln dienen.

2. Getreidenährmittel

2.1 Begriffsbestimmungen

Unter dem handelsüblichen Begriff "Nährmittel" sind Getreidenährmittel und Stärkeerzeugnisse einzuordnen. Weizen- und Roggenmehle, Backschrote, Vollkornschrote und -mehl zur Herstellung von Brot und Feinen Backwaren gehören nicht zu den Nährmitteln (2, 9). Der Bereich der "Getreidenährmittel" hat sich in den letzten Jahren stets erweitert; daher hat sich ein DLG-Arbeitskreis mit der Überarbeitung alter und der Formulierung neuer Begriffsbestimmungen für diese Lebensmittel aus Getreide beschäftigt und folgende grundlegende Definition für Getreidenährmittel veröffentlicht: "Getreidenährmittel werden entweder roh und/oder durch Rösten, Toasten, Trocknen, Puffen, Pelletieren, Kochextrudieren, Mälzen oder andere technologische Verfahren aus den hierzu geeigneten Rohstoffen hergestellt. Der Getreideanteil ist für Charakter, Aussehen und Geschmack wesentlich bestimmend. Zu den Getreidearten zählen Roggen, Weizen, Hart-, Weich-, Dinkelweizen), Triticale, Gerste, Hafer, Reis, Buchweizen, Hirse und Mais."

Bei den "Getreidenährmitteln mit Zutaten" werden u.a. ölhaltige Samen, Trockenfrüchte, Zuckerarten und -erzeugnisse, Fettstoffe, Kartoffelerzeugnisse, Gewürze, Speisesalz, Stärke und Gemüseerzeugnisse mitverwendet (12).

2.2 Sortiment

Einen Überblick über die Vielfalt der Getreidenährmittel vermittelt die Abbildung 1 (9). Man findet in dieser Aufstellung einmal klassische Getreidenährmittel wie Speisegetreide und -erzeugnisse. Neben Getreidevollkorn ist in diesem Zusammenhang vor allem auf die bekannten alten Lebensmittel, wie Graupen und Speisegrütze, hinzuweisen.

Auch Getreidespeisekeime und Getreideflocken werden verstärkt angeboten. Gepuffte Getreideerzeugnisse wie Popcorn, Puffweizen und Puffreis sind von altersher bekannt. Bei den speziellen Getreideerzeugnissen sind vor allem auf die Gruppen Müsli und Cornflakes erwähnenswert.

2.3 Neue Produkte

Durch die Ballaststoffdiskussion sind eine Vielzahl von Ballaststoffkonzentraten entwickelt worden, und die Getreidespeisekleien sind die wichtigste Gruppe bei den Ballaststoffkonzentraten. Die Getreidespeisekleien bestehen aus den fast mehlfreien Randschichten des Getreidekornes. Bei der Herstellung von Speisekleie ist das Getreide besonders gut zu reinigen. Die Getreidespeisekleien enthalten maximal 15% Stärke i.Tr. und mindestens 50% i.Tr. Gesamtballaststoffe (nach AOAC).

Innerhalb der Ballaststoffdiskussion wird seit einigen Jahren auf die besonderen Eigenschaften der Inhaltsstoffe der Haferspeisekleie hingewiesen (z.B. cholesterinsenkende Wirkung). Das hat dazu geführt, daß z.B. sich das Angebot an Haferspeisekleie differenziert hat (Tab. 1)(7).

Die Haferspeisekleie I besteht aus gemahlenden Haferspelzen und ähnelt daher sehr stark der Gerstenspeisekleie, die aus dem Rückstand bei der Bierproduktion (Treber) hergestellt wird. Diese Speisekleie ist besonders gut zur Ballaststoffanreicherung geeignet.

Die Haferspeisekleie II wird aus Haferkernen (geschälte Haferkörner) hergestellt. Sie ist der Rückstand bei der Haferstärkegewinnung. Ein ähnliches Produkt kann auch aus geschälter Gerste bei der Gerstenstärkegewinnung hergestellt

werden. Beachtlich ist der Anteil löslicher Ballaststoffe. Die Haferspeisekleie III wird aus Haferflocken hergestellt, indem man die Haferflocken zerkleinert und dann durch Sieben oder Windsichtung Fraktionen unterschiedlichen Feinheitsgrades herstellt. Die groberen Fraktionen haben dann den höheren Ballaststoffgehalt. Eine Vollkorn-Haferflocke hat in der Regel einen Ballaststoffgehalt von 9 - 10% (lftr.), davon sind 4 - 5% lösliche Ballaststoffe.

Die AACC (American Association of Cereal Chemists) hat im Oktober 1989 eine hiervon abweichende Haferspeisekleie-Begriffsbestimmung verabschiedet. Nach den amerikanischen Vorstellungen soll der Gesamtballaststoffgehalt mindestens 16% i.Tr. betragen, wobei mindestens 1/3 der Ballaststoffe löslich sein soll. Außerdem wird ein beta-Glucangehalt von mindestens 5,5% gefordert. Diese Getreidespeisekleie amerikanischer Art wird aus zerkleinerten Haferflocken und anschließende Siebung hergestellt. Bei der Siebung darf außerdem der Anteil der Haferspeisekleie nicht mehr als 50%, bezogen auf das Ausgangsmaterial, betragen.

Weitere neue Produkte sind Bulgur (6), ein hydrothermisch behandelter und anschließend wieder getrockneter Weizen, und Sprießkorn. Sprießkorn muß eine hohe Keimfähigkeit besitzen, da der Verbraucher für 3 bis 4 Tage einen Keimprozeß durchführt. Der Sinn des Keimens liegt in einer Synthese von Vitamin B₁.

Bei den Getreideflocken werden heute nicht nur Haferflocken (Großblattflocken aus Haferkernen, Kleinblattflocken aus Grütze oder Instant-Flocken aus Vollkornmehl) angeboten, sondern es sind auch Flocken aus Weizen, Roggen, Gerste, Mais und Malz erhältlich. Sämtlichen Flocken ist gemein, daß sie bei der Herstellung durch eine Dampf- und/oder Wärmebehandlung (hydrothermisch/thermisch) aufgeschlossen wurden (3).

Neben den Cornflakes, aus Maisgrits, gibt es inzwischen auch Vollkornflakes, die aus den verschiedenen Getreidearten durch Zugabe von geschmacksgebenden Zutaten, wie verschiedenen Zuckerarten, Salz und Malz, durch Kochen, Trocknen und Flockieren, hergestellt werden (7).

Bei Bulgur (6) werden die gereinigten Weizenkörner in heißes Wasser von 60 bis 62° C gebracht; hiernach wird mit Dampf auf 100° C erhitzt, anschließend wird in einem Trommeltrockner auf eine Feuchtigkeit von 28° C getrocknet, und dann erfolgt eine weitere Trocknung zur Reduzierung des Feuchtigkeitsgehaltes auf 10%.

Bei der Flockenherstellung (3) bedient man sich der altbekannten Prozeßparameter: Reinigen - Darren, Sortieren - Schälen - Kernseparation, Grütze schneiden - Dämpfen - Flockieren. In der sog. Darre erhält der Weizen eine Hitzebehandlung von 90 bis 100° C für 2 bis 3 Stunden zur Inaktivierung der fettspaltenden Enzyme.

Bei der Herstellung der Getreide-Riegel ist der sog. Binder äußerst wichtig, weil die Art und Zusammensetzung der Bindemasse die Kauindrücke weich, hart, knusprig oder chewy bedingt (1).

Diese Binder können aus Zuckermischsirupen (hart oder knusprig), Pflanzenfetten (hart oder weich), bestimmten Geliermitteln, wie Pektine und Agar-Agar (weich oder chewy) oder auch Massen, die die Viskosität stark erhöhen, wie z.B. bestimmte kaltquellende Stärken oder Gelatine (chewy) bestehen. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Bindertypen sind fließend, und oft gibt es eine Kombination der verschiedenen beschriebenen Bindertypen, wobei dann entsprechend dem Mischungsverhältnis die gewünschte Konsistenz im fertigen Riegel erreicht wird. Die Binder werden in getrennten Kocheinrichtungen bereitet und dann mit dem Getreide-, Frucht- und/oder Ölsamenkomponenten äußerst schonend und gründlich gemischt. Das Formen der Massen geschieht in einer Formpreßanlage, die als Glattwalzenpresse oder Drehstabwalzenpresse ausgebildet sein kann. Nach der Ausformung folgt in der Regel eine Konditionierung auf die passende Schnittkonsistenz. Die gewünschte Konsistenz wird auch durch das Abkühlen in einem nachgeschalteten Kühlkanal erreicht. Nach dem Verlassen des Kühlkanals wird der endlose Masseteppich einer Schneidemaschine zugeführt, die die fertigen Riegel in der gewünschten Länge/Breite schneidet. Beim

Schneidesystem ist darauf zu achten, daß keine Verformung der Schnittkanten eintritt. Daher muß eine optimale Anpassung der Schneidesysteme an die Konsistenz der zu verarbeitenden Massen geschehen. Ein Zusammenkleben der Produkte nach dem Schneiden muß vermieden werden. Anschließend werden die einzelnen Riegel, teilweise nach Aufbringen eines Überzuges, verpackt.

3. Getreideextrudate

3.1 Begriffsbestimmungen

Die Getreideextrudate gehören zu den Getreidenährmitteln, wenn sie kleinstückig (bissengroß) sind. Größere Extrudate, wie z.B. Trockenflachbrote, werden dem Brot zugeordnet, sofern die Zusammensetzung dem Brot entspricht. Die Getreideextrudate werden durch die Verfahrenstechnik "Kochextrusion" oder auch HTST-Extrusion (High-temperature-short-time-Extrusion) überwiegend aus Getreideerzeugnissen hergestellt. Hierzu zählen sowohl Extrudate als auch Gelatinate (12).

3.2 Herstellung

Die Kochextrusion hat sich als modernes Hochtemperatur-Kurzzeit-Verfahren aus der ursprünglichen Kaltextrusion der Teigwarenherstellung entwickelt. Auch bei der Teigwarenextrusion werden heute durch höhere Leistungen auch bereits Temperaturen von 50 bis 60° C erreicht. Während man zu Anfang mit Einschnecken-Extrudern arbeitete, gibt es seit den 60er Jahren in Europa die flexibleren und vielseitiger anwendbaren Doppelschnecken-Extruder. Mit diesen Doppelschneckenmaschinen kann man z.B. Snack-Produkte, Quellmehle, Trockenflachbrote usw. herstellen (10, 11).

Die wesentlichen Konstruktionsteile eines Extruders sind Extruderschnecke, Extruderzylinder, Temperiersystem, Antrieb und Düse. Der Extrusionszylinder läßt sich in drei Zonen einteilen:

- Einzugszone
- Plastifizierzone
- Druck- und Kochzone

Im Bereich der Einzugszone hat die Schnecke für einen optimalen

Einzug der Rohstoffe breite Fördererelemente. Dagegen wird in der Plastifizierungszone durch den Einsatz spezieller Schneckenelemente eine hohe Einleitung von thermischer und mechanischer Energie erreicht, die die Rohstoffe in einen plastischen Zustand übergehen läßt. Durch das Zusammenwirken von Druck, Temperatur und Feuchtigkeit werden in dieser Zone die stärkehaltigen Rohstoffe verkleistert und gehen in einen flüssigen, plastischen Zustand über.

In der Druck- und Kochzone (Bearbeitungszone) steigen der Extrusionsdruck und die Extrusionstemperatur auf ein Maximum an, wobei hohe Scherkräfte und intensive Mischvorgänge im plastifizierten Rohstoff wirksam werden.

Am Ende des Extruderzylinders befindet sich eine Düsenkopfplatte, die durch die verschiedensten Düsenformen sehr unterschiedliche Formgebungen des plastischen Rohstoffgemisches ermöglicht. Durch den Druckabfall beim Austritt aus der Düse erfolgt eine Entspannungsverdampfung mit Wasserentzug und dadurch expandiert das Extrudat, auch in Abhängigkeit vom Stärkegehalt der Rezeptur (Abb.2). Am Extruder lassen sich heute die Meßdaten kontinuierlich erfassen (Abb. 3).

Wesentlich neuer ist das Verfahren der Co-Extrusion, wobei eine aus Fett oder Zucker basierende Füllmasse direkt während der Extrusion in ein geformtes Extrudatrohr eingespritzt wird (Abb. 4). Als Füllung können würzige (z.B. Käse) oder süße (z.B. Schoko) Massen verwendet werden. Außer der runden Form können auch dreieckige, quadratische, rechteckige Rohre co-extrudiert werden, wobei auch ein späterer Überzug möglich ist. Aus Marmelade oder Fruchtpaste hergestellte Füllungen sind aufgrund ihres hohen Wassergehaltes nicht unproblematisch, da das freie Wasser infolge der unterschiedlichen a_w -Werte aus der Füllung in die Extrudathülle wandern kann und diese aufweicht. Der Feuchtigkeitsgehalt der extrudierten Produkte, auch der extrudierten Rohre und Profile, beträgt nach der Extrusion ohne Nachtrocknen etwa 6 bis 8%. Die extrudierten Produkte sind dann ohne weitere Trocknungsstufen knusprig und erreichen auch Mindesthaltbarkeitsdaten von über 12 Monaten.

Die Herstellung von Diätprodukten wird durch die Extrusion sehr erleichtert, da durch die Expansion die strukturaufbauende Wirkung des Zuckers nicht vermisst wird und so ohne weiteres mit Zuckeraustauschstoffen gearbeitet werden kann. Auch die Verwendung von glutenfreien Produkten als Rohstoff ist ohne weiteres möglich (4, 5).

3.3 Sortiment und neue Produkte

In den Abbildungen 5 und 6 sind einige typische Produkte zusammengestellt worden. Inzwischen gibt es ein sehr vielfältiges Angebot in den unterschiedlichsten Geschmacksrichtungen, wobei natürlich zu beachten ist, daß die aus Gelatinaten hergestellten Snackartikel durch das Fritieren wesentlich fettreicher sind als die direkt hergestellten Extrudate.

3.4 Qualitätsprüfung

Wegen der zunehmenden Bedeutung dieser Lebensmittelgruppe führt die Deutsche Landwirtschaft-Gesellschaft seit 1988 eine DLG-Qualitätsprüfung für Getreidenährmittel jährlich einmal durch. Bei der Prüfung im Jahre 1989 wurden insgesamt 54 Proben geprüft. Das Interesse der Wirtschaft zeigt sich an der ansteigenden Zahl der Einsendungen (8). Voraussetzung für eine solche Prüfung ist

- Aufstellung eines Produktkataloges
- Formulierung von Prüfbestimmungen
- Schulung der Prüfer
- Testprüfung

In Abbildung 5 ist das Prüfschema für Getreidenährmittel auf der Basis der bekannten DLG-5-Punkte-Skala und Bewertungstabelle enthalten. Im Juni dieses Jahres wird die 3. DLG-Qualitätsprüfung für Getreidenährmittel stattfinden.

4. Ernährungsphysiologische Bewertung

Die Getreidenährmittel waren früher ein wichtiger Bestandteil der menschlichen Ernährung. Mit ansteigendem Wohlstand gerieten

sie dann immer mehr in Vergessenheit und galten viele Jahre als altmodische Lebensmittel mit nur geringer Bedeutung. Durch die mit der Ballaststoff-Diskussion induzierte "Körnerwelle" wurden auch die Getreidenährmittel wiederentdeckt. Man stellte plötzlich fest, daß sie fast ausnahmslos den Empfehlungen der Ernährungswissenschaft für eine gesunde Ernährung entsprechen (7):

- arm an Fett und Energie,
- relativ reich an Kohlenhydraten, pflanzlichem Eiweiß, Mineralstoffen, Vitaminen und vor allem Ballaststoffen.

Das gilt insbesondere für die Getreidenährmittel, die Vollkornerzeugnisse sind:

- Speisegetreide und -erzeugnisse,
- Getreideflocken und gequetschtes Getreide,
- Speisegetreide-Grützen,
- gepufftes und gekochtes Getreide,
- Müsli- und Getreide-Riegel,
- Vollkornreis und -Teigwaren.

5. Zusammenfassung

Getreidenährmittel zählen zu den klassischen Lebensmitteln; sie verloren nach dem 2. Weltkrieg an Bedeutung und wurden in den 80er Jahren wiederentdeckt. Eine der Ursachen hierfür ist die Empfehlung der Ernährungswissenschaft, mehr Ballaststoffe zu verzehren. Die meisten Getreidenährmittel sind Vollkornprodukte mit relativ hohen Ballaststoffgehalten. Das Sortiment hat sich in den letzten Jahren sehr erweitert, auch bedingt durch die Empfehlungen der Vollwerternährung. Ein typisches Beispiel für diese Erweiterung ist das Angebot von Ballaststoffkonzentraten in Form von Speisekleien (z.B. Haferspeisekleie).

Die Kochextrusion ist eine relativ neue Verfahrenstechnik innerhalb der Lebensmittelherstellung, bei der unter Einsatz von Druck und Temperatur und Lockerung durch Expansion eine Vielzahl von Lebensmitteln hergestellt wird. Typische Beispiele sind Trockenflachbrot und Erdnußflips. Bei der Herstellung werden empfindliche Inhaltsstoffe wie Vitamine und essentielle

Aminosäuren geschont, weil die Verweilzeit im Extruder kurz ist. Es können daher sehr leicht Rezeptur- und damit Nährstoff- bzw. Inhaltsstoffoptimierungen vorgenommen werden. Dabei erhält man dann Getreideextrudate mit verändertem Nährwert oder auch diätetische Getreideextrudate.

6. Literatur

1. Altvater, F.: Getreide Mehl und Brot (1986) 7, 215-219
2. Granel, G.: Getreide Mehl und Brot (1986) 5, 131-133
3. Kühnau, J. und W. Ganßmann: Umschau-Verlag (1976)
4. Nestl, B., W. Seibel und E. Menden: Getreide Mehl und Brot (1989) 2, 53-58
5. Nestl, B., W. Seibel und E. Menden: Getreide Mehl und Brot (1989) 5, 146-152
6. Nouri, N.: Getreide Mehl und Brot (1988) 10, 317-319
7. Seibel, W.: Getreide Mehl und Brot (1988) 6, 185-187
8. Seibel, W.: Getreide Mehl und Brot (1989) 11, 337-338
9. Seibel, W., B. Nestl und K. Hillgärtner: Getreide Mehl und Brot (1988) 1, 21-25
10. Seiler, K. und W. Seibel: Ernährung/Nutrition (1981) 5, 234-237
11. Seiler, K. und W. Seibel: Lebensmitteltechnol. (1983) 2-8
12. DLG-Prüfbestimmungen für Getreidenährmittel. 2. Aufl. 1989, Frankfurt: DLG-Verlag

Tabelle 1: Ballaststofferzeugnisse aus Hafer
(Angaben in % i.Tr.)

Hafer-Ballaststoff- Konzentrat	Gesamtballast- stoffe	lösliche Ballast- stoffe
Haferspeisekleie I	85 - 95	1 - 2
Haferspeisekleie II	35 - 45	10 - 20
Haferspeisekleie III	18 - 20	6 - 10

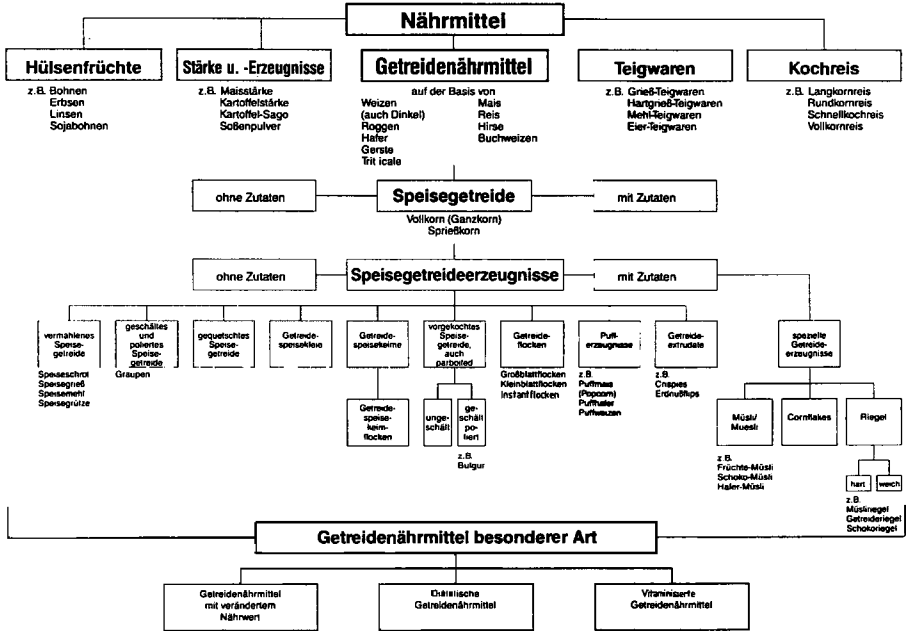


Abbildung 1: Einteilung der Getreidenährmittel

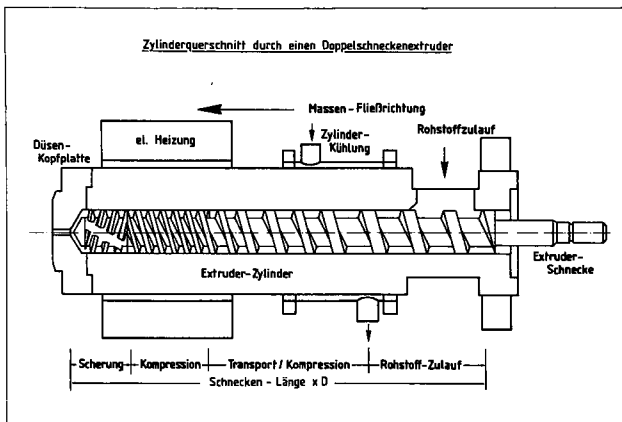
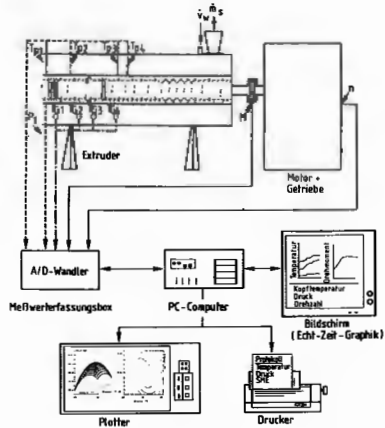


Abbildung 2: Querschnitt durch einen Doppelschneckenextruder

Meßdatenerfassung an einem Kochextruder



$T_{p1}-T_{p4}$: Produkttemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	n : Drehzahl [min^{-1}]
$T_{G1}-T_{G4}$: Gehäusetemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	p_1 : Extrusionsdruck (bar)
M : Drehmoment (Nm)	\dot{m}_S : Schüttgutdurchsatz [g/min]
	\dot{V}_W : Wasserzugabe [ml/min]

Abbildung 3: Meßdatenerfassung an einem Kochextruder

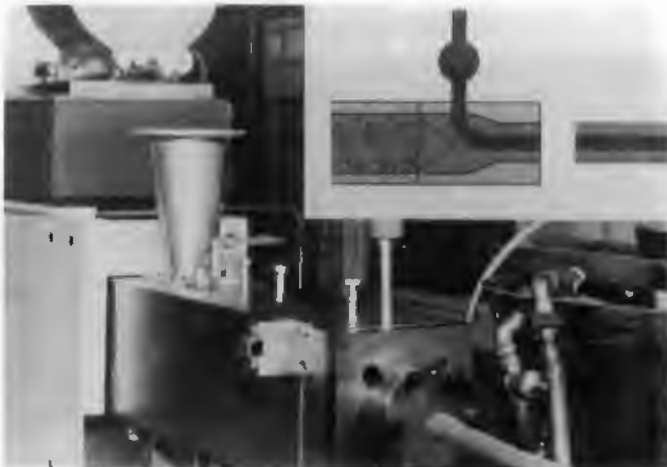



Abbildung 4: Coextrusion



Abbildung 5: Coextrudierte Produkte (Füllung)



Abbildung 6: Extrudierte Produkte mit nachträglicher Füllung (U-Form)

	Prüfschema für Getreidenährmittel einschließlich kleinstückige Getreideextrudate <small>(ohne Teigwaren sowie für Backzwecke bestimmte Getreidenährmittel)</small> Erzeugnis-Nr. 81 011 - 89 031 5-Punkte-Skala und Bewertungselabelle Punkte Qualitätsbeschreibung allgemeine Eigenschaften 5 sehr gut volle Erfüllung der Qualitätsanforderung 4 gut geringfügige Abweichung 3 zufriedenstellend merkbare Abweichung 2 weniger zufriedenstellend deutlicher Fehler 1 nicht zufriedenstellend starker Fehler 0 ungenügend nicht bewertbar	ACHTUNG!!! -- Bei Nennung unterschiedlicher Punktzahlen innerhalb eines Prüfmerkmals wird die niedrigste als Berechnungsgrundlage herangezogen. -- Bei Mehrfachnennung derselben Punktzahl innerhalb eines Prüfmerkmals wird die nächstniedrigere als Berechnungsgrundlage genommen. -- ggf. ist unter Bemerkungen der bemängelte Bestandteil mit der zutreffenden Eigenschafts-Nr. anzugeben	AUSWERTUNGSBEREICH Prüferangelegenheiten: -- In jedem Prüfmerkmal müssen mindestens 3 Punkte (unabhängig) erreicht werden. -- DLG-Preise Qualitätszahlen Großer DLG-Preis 5,00 Silberner DLG-Preis 4,50 - 4,99 Bronzener DLG-Preis 4,00 - 4,49	Labouruntersuchungen beantragt <input type="checkbox"/> Begründung Erzeugnis jetzt nicht zugelassen <input type="checkbox"/> Begründung			
PROBENVORBEREITUNG <input type="checkbox"/> trocken (außer Speisgetreide u. -erzeugnisse) <input type="checkbox"/> eingeweicht (Vollkornmehlerzeugnisse, Speisegetreide)		<input type="checkbox"/> gekocht (vorgekocht Speisgetreide, auch geschält) <input type="checkbox"/> nach Vorquellen gekocht (Vollkorn, Speisegrütze, Sprießkorn)		Unweichungsfaktoren: <input type="checkbox"/> Gewichtsfaktoren: <input type="checkbox"/> Getreide: <input type="checkbox"/> Keime: <input type="checkbox"/>		Reserveproben beantragt <input type="checkbox"/> haben vorgelegen <input type="checkbox"/> fehlen <input type="checkbox"/>	
1. Form, Aussehen		Bewertung 5 4 3 2 1 0		x 6 x 3 =		BEREMKUNGEN -- kurz und konkret unbedingt in EDV-Beleg übertragen:	
5715 unansehnliche Form 5720 ungleichmäßige Form 6265 zu kleines Volumen (Form) 6264 zu großes Volumen (Form) 5643 ungleiche Korn/Füllchengröße	4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1	1646 Bruch-Abriebanteil zu hoch 5740 unansehnlich (Gesamtbild) 5596 unsaubere Ränder/Schnittkanten 2965 glasig 3083 Kantenverfärbung / fleckige Körner 4811 schlecht entkeimt	4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1	3802 Mischungsverhältnis unausgeglich 5490 Verunreinigungen 4834 Spelzen 2178 Fremdgetreide 5535 Unkrautsamen 4710 Sortistige Mängel* 9998 nicht bewertbar*	4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1		x 6 x 3 =
2. Oberfläche, Überzug/Auflage, Farbton		Bewertung 5 4 3 2 1 0		x 4 x 3 =			
Oberfläche 5716 unansehnliche Oberfläche 5725 ungleichmäßige Oberfläche 5770 unsaubere Oberfläche 4310 raue Oberfläche 2380 fleckige Oberfläche 1642 blaugraue Oberfläche 2770 gelbbraune Oberfläche 5411 verbrannte Oberfläche 1147 aneinander haftende Oberfläche	4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1	Überzug/Auflage 5785 unansehnlich Überzug/Auflage 5786 ungleichmäßig Überzug/Auflage 2390 Fehlstellen Überzug/Auflage 2376 Fuß-/Tropfenbildung 2656 grau Überzug/Auflage 5551 verfarbte Überzug/Auflage 2990 hart Überzug/Auflage 4406 rissig Überzug/Auflage 3310 klebrig Überzug/Auflage	4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1	4921 stumpf Überzug/Auflage 1656 blind Überzug/Auflage 4796 schwacher Farbton 4797 starker Farbton 5729 ungleichmäßiger Farbton 3591 mißfarben 4798 stumpfer Farbton 4710 Sortistige Mängel* 9998 nicht bewertbar*	4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1		x 4 x 3 =
3. Konsistenz		Bewertung 5 4 3 2 1 0		x 1 x 5 =			
Lockerung, Porung 5890 ungleichmäßige Lockerung 5870 ungleichmäßige Porung 6260 zu grobe Porung 2995 Hohlräume 1540 dichte Porung Füllung 5735 ungleichmäßige Füllung 6420 zu feste Füllung 6425 zu weiche Füllung 4415 raue Füllung	4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1	Mürbigkeit, Bruch 6395 zu harter Bruch 4940 spröder/splittiger Bruch 4405 zäher Bruch 1645 bruchantällig; 5855 weicher Bruch 3785 mangelhafter Zusammenhalt	4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1	Kaubarkeit 6430 zu hart beim Kauen 6435 zäh beim Kauen (gummiartig) 4838 strohig, speltig 3089 klebrig beim Kauen 5956 weich 4490 schwach mierig 5541 ungleichmäßig verquollen 4710 Sortistige Mängel* 9998 nicht bewertbar*	4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1	x 1 x 5 =	
4. Geruch, Geschmack		Bewertung 5 4 3 2 1 0		x 9 x 9 =			
5835 wenig aromatisch 1210 aromarm 3910 nicht abgerundet* 4525 sauer 5865 überwürzt 1695 brenzlig 1365 bitter	4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1	6455 zu salzig 5965 zu süß 4555 stumpf 1215 alt, kratzend 2224 fettig, ölig 3955 Nebengeruch* 3960 Nebengeschmack*	4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1	2190 Fremdgeruch* 2195 Fremdgeschmack* 4235 ranzig 1824 dunkel, muffig 4710 Sortistige Mängel* 9998 nicht bewertbar*	4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1 4 3 2 1	x 9 x 9 =	
<small>* Bitte möglichst kurze, konkrete Erläuterungen (EDV) unter Bemerkungen ! Speisegersteide/-erzeugnisse, -keime, -kleie, außer Malzerzeugnisse 2) andere Getreidenährmittel</small>				Gewächshaus <input type="checkbox"/> Gesamtbewertung 20 <input type="checkbox"/> Erzielte Qualitätszahl Summe der Gew.Faktoren Erzielter DLG-Preis Großer <input type="checkbox"/> Bronzener <input type="checkbox"/> Silberner <input type="checkbox"/> Ohne			

73

Abbildung 7: Prüfschema für Getreidenährmittel

Ernährungsphysiologische Bewertung von Lebensmitteln aus Getreide

E. Rabe

Bundforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung
Institut für Bäckereitechnologie
4930 Detmold

1. EINLEITUNG

In den Industriestaaten ist Fehlernährung weitverbreitet. Zentrale Bedeutung als Risikofaktor kommt dem Übergewicht zu. Die Ernährungssituation in der Bundesrepublik Deutschland ist durch eine Energieaufnahme gekennzeichnet, die häufig den tatsächlichen Bedarf weit überschreitet. Andererseits besteht bei einer Reihe von Mineralstoffen, Vitaminen und Spurenelementen eine suboptimale oder sogar defizitäre Versorgung. Die Nahrung enthält außerdem einen unerwünscht hohen Anteil an gesättigten Fettsäuren, Cholesterin und Purinen sowie an Kochsalz und Zucker.

In den vergangenen Jahren konnte aber eine steigende Beliebtheit der Getreidenahrung festgestellt werden. Das bedeutet einen höheren Verzehr von Vollkornprodukten, auch als Frischkorn, Sprießkorn oder Teigwaren, mehr Müsli und Müsli-Riegel, sowie allgemein mehr Ballaststoffe. Im Brot- und Backwarenbereich zeichnen sich neue Sorten meist durch einen hohen Vollkornanteil aus. Ballaststoffreiche Produkte genießen in den Augen vieler Verbraucher eine hohe Wertschätzung, die von der Medizin und der

Ernährungswissenschaft unterstützt wird. Man findet solche Produkte heute auch bei den Feinen Backwaren: angeboten werden z.B. Vollkorn- und Müsli-Stollen oder Vollkorn-Kekse.

Als Lebensmittel aus Getreide sollen hier betrachtet werden:

Brot und Kleingebäck	Feine Backwaren
Müsli	(Müsli-)Riegel
Teigwaren und andere Getreidenährmittel (Sprießkorn, Brei)	

2. BESTIMMUNG DER NÄHRSTOFFE UND DES BRENNWERTES

Bei einer Nährwert-Deklaration sind die durchschnittlichen Gehalte der Nährstoffe des verzehrsfertigen Lebensmittels in g pro 100 g oder in Prozent anzugeben. Gehalte bis zu 1 % müssen nicht genannt werden, sind aber bei der Berechnung zu berücksichtigen. Der Anteil verdaulicher Kohlenhydrate wird nach der Differenzmethode berechnet, d.h.: Kohlenhydrate, % i.Tr. = $100\% - (\text{Asche} + \text{Fett} + \text{Protein} + \text{Gesamtbllaststoffe})\% \text{ i.Tr.}$ (7,8). Der Brennwert wird ebenfalls auf 100 g des Lebensmittels bezogen und in Kilojoule (Abkürzung: kJ) angegeben; die früher gebräuchliche Kilokalorie (Abkürzung: kcal) ist nur als zusätzliche Angabe erlaubt. Zur Berechnung des Brennwertes geht man davon aus, daß 1 g Fett 38 kJ (9 kcal), 1 g Protein oder Kohlenhydrate jeweils 17 kJ (4 kcal) und 1 g Alkohol 30 kJ (7 kcal) liefern. Die alleinige Berechnung mit Hilfe von Tabellenwerten wird als nicht ausreichend angesehen (7). Die Angabe von Nährstoffgehalten oder Brennwerten ist - abgesehen von diätetischen und Lebensmitteln, bei denen auf einen höheren oder niedrigeren Anteil eines Inhaltsstoffes (z.B. "eiweißreich") hingewiesen wird - freigestellt. Wenn sie aber gemacht werden, dann müssen sie den Vorschriften der Nährwert-Kennzeichnungsverordnung (10) entsprechen.

Die Bestimmung der Nährstoffe sollte -sofern vorhanden- grundsätzlich nach den Methoden der "Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG" (Abteilung Lebensmittel, L) (2) oder nach den Standard-Methoden der Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. (1) bzw. der ICC (3) erfolgen.

Die Nährwertangaben beziehen sich auf das Lebensmittel, so wie es angeboten wird. Auch bei gleichen Zutaten haben daher Produkte mit einem niedrigen Feuchtigkeitsgehalt einen höheren Brennwert als solche mit einem hohen Feuchtigkeitsgehalt: je mehr Trockenmasse (bzw. je weniger Feuchtigkeit) vorhanden ist, desto höher sind die Anteile der energieliefernden Bestandteile Fett, Eiweiß und Kohlenhydrate.

3. NÄHRWERT VON LEBENSMITTELN AUS GETREIDE

3.1. NÄHRWERT VON BROT UND KLEINGEBÄCK

Bei der Herstellung von Brot werden hauptsächlich Getreideerzeugnisse, Wasser und Salz sowie Hefe eingesetzt. Das bedeutet, daß die Nährstoffgehalte und Brennwerte direkt von den eingesetzten Rohstoffen abhängig sind. Dieses läßt sich z.B. an den verschiedenen Weizenbroten zeigen (Tab. 1): Weizengebäcke aus niedrig ausgemahlene Mehlen sind durch einen hohen Kohlenhydratanteil und einen relativ niedrigen Feuchtigkeits- und Ballaststoffgehalt ausgezeichnet. Das bedeutet auch einen hohen Energiegehalt. Toastbrot hat aufgrund des erhöhten Fettgehaltes, Weizenkleingebäck aufgrund des niedrigen Feuchtigkeitsgehaltes einen höheren Brennwert. Das Weizenmischbrot liegt im Brennwert günstiger, was vor allem auf den höheren Feuchtigkeitsgehalt zurückzuführen ist, der durch die wasserbindenden Substanzen des Roggens erreicht wird. Dieses zeigt sich auch darin, daß die Roggen- und Roggenmischbrote stets einen höheren Feuchtigkeitsgehalt und damit einen niedrigeren Brennwert haben als die Weizengebäcke. Von der Gruppe der Weizen(mehl)brote heben sich die Weizenschrot- und -vollkornbrote deutlich ab, speziell durch ihren höheren Ballaststoff- und Feuchtigkeitsgehalt sowie ihren niedrigeren Kohlenhydratgehalt und Brennwert.

Je mehr Feuchtigkeit und je mehr Ballaststoffe enthalten sind, umso niedriger liegt der Brennwert. Den niedrigsten Brennwert haben daher Roggenschrot- und -vollkornbrote, weil sie den höchsten Ballaststoff- und Feuchtigkeitsgehalt aufweisen. Die Trockenflachbrote gleichen in ihrer Zusammensetzung den entsprechenden Broten, weichen aber im Feuchtigkeitsge-

halt extrem von diesen ab: er liegt bei nur ca. 6 % (Tab.1). Für Roggenknäckebrot findet man daher einen Brennwert von ca. 1380 kJ (325 kcal/100 g). Noch energiereicher sind extrudierte Trockenflachbrote, da sie meist mit Fettzusätzen hergestellt werden: 1640 kJ (385 kcal) / 100 g.

Bei den Backverfahren wirkt sich nur die Pumpnickel-Herstellung auf den Brennwert aus: durch die lange Backzeit von mindestens 16 Stunden (bei niedriger Hitze) erfolgt ein Abbau der Stärke. Die dabei gebildeten Dextrine binden relativ viel Wasser, so daß Pumpnickel meist einen höheren Feuchtigkeitsgehalt als das vergleichbare Roggenschrot- oder Roggenvollkornbrot und damit einen etwas niedrigeren Brennwert aufweist (andererseits werden durch die lange Backzeit ein Großteil der Vitamine zerstört).

Weizenhaltiges Kleingebäck entspricht in seiner grundsätzlichen Nährstoffzusammensetzung den Weizen- bzw. Mischbrotten. Die Feuchtigkeitsgehalte liegen jedoch nur bei ca. 30-35 %, weil der prozentuale Anteil der Kruste größer ist. Die Brennwerte sind daher allgemein höher als bei Brot. Hinzu kommt, daß bei der Herstellung häufig Fett mitverarbeitet wird. Bei Fettgehalten zwischen 1,4 % (Vollkornbrötchen) und 4,3 % (Hamburger-buns) werden für Kleingebäck je nach Zusammensetzung Brennwerte zwischen 971 und 1200 kJ (230 - 286 kcal)/100 g gefunden. Die niedrigsten Brennwerte werden bei den Vollkornbrötchen gefunden (Tab.1).

Die Variationsbreite der Brennwerte und der verschiedenen Nährstoffe innerhalb des deutschen Brotsortimentes ist jedoch -insgesamt betrachtet- nicht sehr groß (Tab.1). Eine relativ große Schwankungsbreite ergibt sich praktisch nur für den Gehalt an Gesamtballaststoffen, wobei die Mehlbrote im Bereich von 1-2 % und die Vollkornbrote im Bereich 5-6 % i.ftr. liegen.

Eine Erhöhung des Fettgehaltes wird bei Brot im allgemeinen nicht angestrebt, durch Zutaten wie Weizenkeime, Sesamsamen, Sonnenblumenkerne, oder andere Ölsamen kann er sich aber auf 8-9 % i.Tr. erhöhen. Bei Leinsamen-

brot auf der Basis von Weizenmischbrot steigt er z.B. von 1,5 % auf 3,9 %, auf der Basis von Roggenschrotbrot von 1,2 auf 3,2 % lfr. Bei den Leinsamenbroten ist oft auch eine Erhöhung des Ballaststoffgehaltes erwünscht, der aber meist noch zu gering ist, um von einer Anreicherung zu sprechen. Hinsichtlich der Nährstoffe weicht auch das Sojabrot (Tab.2) durch seinen hohen Protein- und niedrigen Kohlenhydratgehalt deutlich vom normalen Brotsortiment ab, hat jedoch infolge der Differenzberechnung der Kohlenhydrate einen durchschnittlichen Brennwert. Das Rosinenbrot ist aufgrund des niedrigen Feuchtigkeitsgehaltes im Brennwert erhöht. Der etwas höhere Fettgehalt wird durch die direkte Fettzugabe in der Rezeptur verursacht. Insgesamt kann man davon ausgehen, daß der überwiegende Anteil der Zutaten zu einer Erhöhung des Brennwertes führt.

3.2. NÄHRWERT FEINER BACKWAREN

Bei den Feinen Backwaren ergibt sich ein ganz anderes Bild. Aufgrund der unterschiedlichen Zutaten- und Mischungsverhältnisse treten weit größere Schwankungen auf: die Brennwerte liegen zwischen ca. 650 und 2300 kJ (150 und 550 kcal). Diese große Variationsbreite ist vor allem durch eine große Schwankungsbreite in den Nährstoffgehalten bedingt. Durch die oft reichlich verwendeten Zutaten, die neben den (meist niedrig ausgemahlten) Mehlen und/oder Stärken eingesetzt werden, können die fett- und eiweißhaltigen Zutaten (Quark, Sahne, Schokolade, Nüsse etc.) und Zucker sogar überwiegen. Infolge der zusätzlichen Berücksichtigung der löslichen Ballaststoffe (8) erniedrigt sich der Brennwert Feiner Backwaren nur unwesentlich (ca. 17 kJ/ 4 kcal) (hier soll überwiegend nur das Beispiel der Feinen Backwaren aus Teigen mit Hefe (Tab.3) betrachtet werden, aber die Verhältnisse sind auf die anderen (Unter-)Gruppen übertragbar).

Speziell Dauerbackwaren haben in der Regel einen Feuchtigkeitsgehalt unter 10 %, der sich direkt in einem relativ hohen Brennwert auswirkt (z.B. Zwieback). Wenn daneben noch ein hoher Fettgehalt vorliegt (z.B. Blätterteig oder Florentiner), können Brennwerte von über 2000 kJ (480 kcal)/100 g Gebäck erreicht werden. Da meist ballaststoffarme Mehle oder Stärken verwendet werden, spielt der Fettgehalt der Zutaten eine wichtige Rolle:

ein Zusatz von Eiern, Sahne, Butter, Nüssen, Marzipan o.ä. erhöht den Fettgehalt entscheidend. Meist haben diese Backwaren dann auch einen niedrigen Feuchtigkeitsgehalt, so daß sich in der Summe hohe Brennwerte (z.B. Butterkuchen mit Mandeln; Tab.3) ergeben. Hohe Brennwerte können jedoch auch bei Feuchtigkeitsgehalten über 10 % gefunden werden, wenn der Fettgehalt entsprechend hoch liegt (z.B. Berliner Pfannkuchen). Andererseits sind durch die Verwendung sehr wasserhaltiger Zutaten wie Obst oder Quark Backwaren mit sehr hohen Feuchtigkeitsgehalten möglich: bei Obstauflagen ergibt sich für das gesamte Gebäck ein hoher Feuchtigkeitsgehalt und damit auch ein niedriger Brennwert je 100 g: Obstkuchen (z.B. Pflaumenkuchen aus Hefeteig oder Erdbeertorte) haben nur Brennwerte im Bereich von 650 kJ (150 kcal) / 100 g Gebäck.

Tortenartige Gebäcke werden allgemein wegen ihres Gehaltes an Sahne oder Kream als sehr energiereich angesehen. Dieses trifft allerdings selbst für den mit einer Butterkrem hergestellten Frankfurter Kranz nur bedingt zu: durch den hohen Anteil an Buttercreme in der Füllung und auf den Ober- und Seitenflächen ergibt sich, trotz der Verwendung von Krokant, ein ziemlich hoher Feuchtigkeitsgehalt und damit nur ein Brennwert von ca. 1340 kJ (316 kcal) / 100 g.

Die Sahne- und vor allem die Obsttorten haben sogar, bedingt durch einen über 50 %igen Feuchtigkeitsanteil, Brennwerte, die unter 1000 kJ liegen. Sahne enthält zwar ca. 30 % Fett i.Tr., aber andererseits auch über 60 % Feuchtigkeit. Hauptbestandteil der Sahnetorten ist daher Wasser. Im Gegensatz zu anderen Backwaren bestehen (Sahne-)Torten aus verschiedenen Einzelteilen, wobei auch viel Feuchtigkeit durch Obst, Konfitüre oder Gelee (bzw. Hydrokolloide) eingebracht wird. Obwohl für Schwarzwälder Kirschtorte z.B. ein absoluter Fettgehalt von fast 35 % i.Tr. gefunden wurde, hat sie nur einen Brennwert von ca. 1000 kJ (233 kcal) / 100 g. Durch den hohen Wassergehalt von Erdbeeren ergibt sich für Erdbeertorte sogar nur der niedrige Wert von ca. 650 kJ (155 kcal) / 100 g. Letzten Endes ist daher für den Brennwert einer Feinen Backware der Gehalt an Feuchtigkeit und an Fett ausschlaggebend.

Es ist aber keine Parallelität zwischen Fettgehalt und Brennwert festzustellen, da neben dem Fettgehalt auch noch im Feuchtigkeitsgehalt größere Schwankungen auftreten: die Werte schwanken zwischen 3 und 62 % (Kräcker bzw. Pflaumenkuchen). Die höchsten und die niedrigsten Brennwerte treten aber bei den Gebäcken mit den höchsten und niedrigsten Feuchtigkeitsgehalten auf. Die anderen Bestandteile spielen demgegenüber nur eine untergeordnete Rolle: da überwiegend ballaststoffarme Produkte verarbeitet werden, ist z.B. der Anteil an Ballaststoffen praktisch in den meisten Fällen nicht entscheidend.

3.3. EINFLUß DES FETT- UND FEUCHTIGKEITSGEHALTES AUF DEN BRENNWERT

Wie gering der Einfluß der Fettdosierung ist, soll am Beispiel von Mürbkeks, Biskuitboden und Zwieback gezeigt werden: Bei der Herstellung der drei Gebäcke wurde der Fettanteil so variiert, daß jeweils eine niedrige, eine mittlere und eine hohe Dosierung verwendet wurde. Deutlich ist zu sehen, wie stark der Fettgehalt ansteigt (Tab.4): bei Mürbkeks ergibt sich eine Verdreifachung, bei Zwieback eine Verdoppelung gegenüber der niedrigsten Dosierung. Auch, wenn die Veränderung im Fettgehalt soweit wie möglich getrieben wurde, ohne den Charakter und die Bezeichnung ändern zu müssen, treten im Brennwert doch nur relativ geringe Verschiebungen auf: er steigt bei Mürbkeks nur um 20 %, bei Zwieback nur um 10 % an. Beim Biskuitboden erhöht sich zwar der Fettgehalt auch, aber durch den steigenden Eianteil wird der Feuchtigkeitsgehalt im fertigen Gebäck so stark erhöht, daß sich in der Summe sogar eine Abnahme des Brennwertes um ca. 100 kJ (25 kcal) ergibt.

Veränderungen im Feuchtigkeitsgehalt wirken sich dagegen wesentlich stärker auf den Brennwert aus: durch eine Erhöhung des Feuchtigkeitsgehaltes erniedrigen sich alle Nährstoffgehalte und damit auch der Brennwert. Obwohl Fett einen doppelt so hohen Energiewert wie Eiweiß oder Kohlenhydrate hat, kommt der gestiegene Gehalt bei einem hohen Feuchtigkeitsgehalt durch den niedrigen Zahlenwert nicht so stark zum Tragen. Auch, wenn das Fett gegen Protein oder Kohlenhydrate ausgetauscht wird, ergibt sich meist nur eine geringe Senkung des Brennwertes, denn die letzteren beiden haben

auch einen Brennwert, wenn auch nur den halben (17 statt 38 kJ). Daher bringt eine 50 %ige Fettreduktion z.B. bei Dauerbackwaren nur eine Kalorienreduktion um ca. 10 %. Der Brennwert wird daher besser durch Luft und Wasser bzw. die Verarbeitung wasserbindender Substanzen wie Hydrokolloide oder Schalenprodukte gesenkt.

3.4. BRENNWERT JE 100 G UND JE SCHEIBE/STÜCK

Wenn die Nährstoff- und Energiegehalte von Backwaren nur auf 100 g bezogen werden, kann man (bei Feinen Backwaren mehr noch als bei Brot) zu falschen Schlüssen gelangen: große oder spezifisch schwere Stücke von energiearmen Lebensmitteln können fast genausoviel Energie wie kleine oder spezifisch leichte Stücke eines energiereichen Lebensmittels aufweisen. Deshalb decken sich die Rangfolgen je 100 g und je Stück nicht: eine Scheibe Roggenvollkornbrot ist mit durchschnittlich ca. 51 g wesentlich schwerer als eine Scheibe Toastbrot mit 23 g (Tab.5). Daher dreht sich die Reihenfolge um, wenn man die Brennwerte je Scheibe berechnet und entsprechend liefert eine Scheibe Roggenvollkornbrot 424 kJ (100 kcal), eine Scheibe Toastbrot dagegen nur 252 kJ (59 kcal), obwohl sich die Brennwerte je 100 g gerade umgekehrt verhalten. Noch niedriger liegt dann eine Scheibe Knäckebrot mit nur 179 kJ (42 kcal).

Auch bei den Feinen Backwaren erfolgt der Verzehr nicht nach Gewichtseinheiten, sondern nach Stück. Dabei sind die Stückgewichte jedoch sehr unterschiedlich (z.B. Kracker, Zwieback, Käsekuchen), so daß sich eine "verzehrübliche Portion" für Vergleichszwecke nur schwer angeben läßt. Sie liegen bei einzelnen Gebäcken unter 10 g, bei anderen mit schweren Auflagen bei mehr als 100 g (Tab.6). Auf das Stück bezogen, ergeben sich so Brennwerte von 55 kJ bis 2053 kJ (13 kcal bis 483 kcal). Bei Feinen Backwaren sind die Pro-Stück-Angaben für den Verbraucher eigentlich am aufschlußreichsten. Es besteht auch die Möglichkeit, den Brennwert indirekt dadurch zu senken, daß die Stücke kleiner geschnitten werden. Es wird aber deutlich, daß sich bei vielen Gebäcken die pro Stück aufgenommene Energiemenge im Rahmen des Brennwertes einer Scheibe Brot (250 - 450 kJ) bewegt.

Für die Stückgewichte können bestimmte Abhängigkeiten von der Herstellung ausgemacht werden: Bei den Feinen Backwaren aus Feinteigen mit Hefe findet man überwiegend große, schwere Stücke. Nur in wenigen Fällen liegen kleinstückige, leichte Gebäcke (Kräcker, Zwieback) vor. Bei Gebäcken aus Massen mit Aufschlag sind die Stückgewichte durch die schaumartige Struktur meist sehr niedrig. Bei Backwaren aus Feinteigen ohne Hefe liegen meist relativ leichte (Blätterteiggebäcke) oder kleinstückige Backwaren (z.B. Spekulatius) vor. Die Feinen Backwaren aus Massen ohne Aufschlag sind in ihrem gebackenen Anteil überwiegend sehr leicht. Die Füllung kann jedoch erheblich zum Gewicht beitragen. Bei den tortenartigen Gebäcken ergibt sich durch den Anteil an Sahne, Kream und/oder Obst meist ein Gewicht von mehr als 100 g/Stück. Kombinationsgebäcke sind in ihrem Stückgewicht sehr unterschiedlich, da sie z.B. auch als ganze Mahlzeit (Pizza) verzehrt werden und dann je nach Größe und Belag sehr verschiedene Gewichte aufweisen können.

3.5. VERGLEICHENDE BEWERTUNG VON BROT UND FEINEN BACKWAREN

Während sich die meisten Brotsorten vor allem durch einen niedrigen Fettgehalt und einen hohen Gehalt an Ballaststoffen auszeichnen, sind die Feinen Backwaren vor allem durch den hohen Gehalt an Fett und den oft niedrigen Feuchtigkeitsanteil gekennzeichnet. Außerdem sind größere qualitative Unterschiede bei den Kohlenhydraten vorhanden: bei Brot liegt überwiegend die komplex aufgebaute und nur langsam resorbierbare Stärke vor, bei Feinen Backwaren dagegen sind oft nicht unbeträchtliche Mengen an Saccharose bzw. Glucose/Fruktose vorhanden.

In Verbindung mit der steigenden Verwendung von Vollkornprodukten für Backwaren wird in der letzten Zeit häufig die Verwendung von Honig als "natürliches" Süßungsmittel propagiert. Eine Energieersparnis durch Honig ist jedoch nicht möglich und die Verwendung von Honig oder braunem Zucker bedeutet auch keine Diabetiker-Eignung. Analytisch ist die Verwendung von Honig der von Zucker gleichzusetzen, da Honig ein Gemisch aus den Monosacchariden Glucose und Fructose darstellt, die in der Saccharose in einem

Molekül miteinander verbunden sind. Außerdem werden die Enzyme des Honigs, die oft als wertvoller Bestandteil herausgestellt werden, durch die Backhitze inaktiviert. Der braune (Rohr-)Zucker, der ebenfalls für die Herstellung "gesunder" Gebäcke empfohlen wird, und der nur Spuren an Substanzen enthält, die eigentlich Verunreinigungen darstellen, entspricht praktisch dem Kristallzucker.

Bei Brot ist auch der Eiweißgehalt direkt abhängig von den verwendeten Getreidemahlerzeugnissen und liegt bei den verschiedenen Broten zwischen ca. 5 und 8 % i.Tr.. Bei den Feinen Backwaren wird er im Gebäck außer durch die verwendeten Getreidemahlerzeugnisse durch eiweißreiche Zutaten wie Gelatine, Milch, Quark, Yoghurt, Ei und Ölsamen nicht unbeträchtlich erhöht (bis auf 12 % i.Tr.). Feine Backwaren weisen aber auch einen niedrigen Gehalt an Vitaminen und gegenüber Brot einen höheren Brennwert auf.

Betrachtet man aber das Brot so, wie es tatsächlich verzehrt wird, nämlich mit Aufstrich und Belag, dann fällt ein Vergleich nicht mehr zuungunsten der Feinen Backwaren aus. Bereits 1981 wiesen THOMAS und WOLF (6) nach, daß Aufstrich und Belag durch den hohen Fettgehalt zwei- bis zweieinhalbmal soviel zur Energiesumme "belegter Brote" beitragen können, wie die jeweilige Scheibe Brot oder Kleingebäck, die lediglich das "Vehikel" für den Aufschnitt darstellen. Außerdem gilt speziell für die Feinen Backwaren, daß der Genuß an erster Stelle steht. Eine ernährungsphysiologisch nicht besonders günstige Verteilung der Nährstoffe, vor allem ein hoher Zuckergehalt, steht dem zwar entgegen, aber der Brennwert ist nicht so extrem hoch, als daß man daraus ableiten könnte, daß der Verzehr nicht zu empfehlen wäre. Es besteht auch die Möglichkeit, durch eine gezielte Rohstoffauswahl (z.B. durch die Verwendung von Obst statt Krem) den Nährwert zu beeinflussen. Um beides zu kombinieren, werden heute auch schon vielfach Vollkorn-Feine Backwaren oder nährwertveränderte Backwaren angeboten. Auch bei Feinen Backwaren kann daher ein hoher Genußwert durchaus mit einer gesunden Ernährung übereinstimmen.

3.6. VOLLKORNPRODUKTE

Beim Kauf dunkler Brotsorten sind für die meisten Konsumenten gesundheitliche Gründe wichtiger als sensorische. Mit einem dunklen Brot, besonders einem "Vollkornbrot", wird ein höherer Gehalt an Vitaminen und Mineralstoffen, in letzter Zeit auch an Ballaststoffen, assoziiert. Es gibt inzwischen eine Vielzahl von Feinen Backwaren, die aus Vollkornserzeugnissen, besonders Vollkornmehlen, hergestellt werden. Als Vollkorn-Feine Backwaren von guter technologischer und sensorischer Qualität werden z.B. Vollkornstuten, Vollkornstollen, Vollkornzwieback und Vollkornsandkuchen angeboten. Die Ballaststoffgehalte liegen bei diesen Backwaren wegen der weiteren Zutaten niedriger als bei den Vollkornbrotten, trotzdem können Vollkorn-Feine Backwaren in einem gewissen Umfang zur Ballaststoffversorgung beitragen. Da die gleichen Rohstoffe verarbeitet werden, unterscheiden sich "alternative" Backwaren und aus konventionell angebautem Getreide hergestellte Vollkornbrote und Vollkorn-Feine Backwaren in ihrer Nährstoffzusammensetzung und in ihrem Brennwert nicht grundsätzlich.

3.7. BEDARFSGERECHTES BACKWARENSORTIMENT DURCH NÄHRWERTVERÄNDERUNGEN

Im Zuge der Bekämpfung ernährungsbedingter Krankheiten kommt besonders dem Brotsortiment eine besondere Bedeutung zu, da Brot durch vielfältige Möglichkeiten der Anreicherungen und Verminderungen ausgezeichnet ist, aber auch bei den Feinen Backwaren bieten sich dazu einige Möglichkeiten, auch wenn Veränderung hierbei nur in gewissen Grenzen möglich sind.

3.7.1. ANREICHERUNGEN

Bei Hinweisen auf einen hohen oder erhöhten Gehalt muß der durchschnittliche Gehalt an dem entsprechenden Nährstoff angegeben werden; Grenzwerte sind in der Nährwert-Kennzeichnungsverordnung (10) nicht genannt. Nach allgemeiner Verkehrsauffassung muß sie sehr deutlich sein; anzustreben ist eine Verdopplung des Gehaltes.

3.7.2. BALLASTSTOFFANREICHERUNGEN

Der DGE-Richtwert einer Ballaststoffaufnahme von 30 g/Kopf/Tag war Grundlage für eine Neudefinition von Lebensmitteln, bei denen auf das Vorhandensein oder auf einen hohen oder erhöhten Gehalt an (Gesamt-) Ballaststoffen hingewiesen wird (8). Wünschenswert ist, daß zusätzlich zu dem analytisch bestimmten Ballaststoffgehalt (Gesamtballaststoffe nach der AOAC-Methode (4)) angegeben wird, welcher Anteil an der empfohlenen täglichen Zufuhr in einer (zu benennenden) Tagesverzehrsmenge enthalten ist. Die Kopplung an die Tagesverzehrsmenge mußte gewählt werden, weil die verschiedenartigsten Lebensmittel wie Brot, Joghurt, Müsli, Kleietabletten etc. mit einem natürlicherweise sehr unterschiedlichen normalen Gehalt an Ballaststoffen hier erfaßt werden.

Hinweise auf Ballaststoffe sind nur gerechtfertigt, wenn das Lebensmittel eine ernährungsphysiologisch relevante Menge davon liefert. Es ist daher erforderlich, daß bei Angaben über das Vorhandensein von Ballaststoffen ("mit Ballaststoffen") mindestens 10 % und bei Angaben über einen hohen oder erhöhten Gehalt ("ballaststoffreich") mindestens 20 % der empfohlenen täglichen Zufuhr in der Tagesverzehrsmenge enthalten sind. Als Ausnahme sind diese Prozentsätze bei Brot und Getreiderzeugnissen auf 100 g zu beziehen, wenn die realistischere anzunehmende Tagesverzehrsmenge mehr als 100 g beträgt. Hier wurde das Vollkornbrot als Bezugsgröße herangezogen: Brote gelten als ballaststoffreich, wenn mindestens der Gehalt von Vollkornbrot erreicht wird, d.h. ab 6 g Ballaststoffen/100 g. Diese Angaben sind auch dann anzuwenden, wenn der Ballaststoffgehalt durch ballaststoffreiche Zutaten erhöht wird, also eine Anreicherung erfolgte (8).

3.7.3. REDUKTIONEN

Nach der Nährwert-Kennzeichnungsverordnung (10) muß bei Reduktionen der durchschnittliche Nährstoffgehalt gegenüber vergleichbaren Lebensmitteln um mind. 40% gesenkt sein. Art und Menge der nährstoffvermindernden Bestandteile sind kenntlich zu machen.

3.7.4. KOHLENHYDRATVERMINDERUNG

Abweichend davon ist bei Backwaren für eine Kohlenhydratverminderung eine 30 %ige Reduktion ausreichend.

3.7.5. BRENNWERTVERMINDERUNG

Für eine Brennwertverminderung sind bei Brot und Feinen Backwaren bestimmte Grenzwerte einzuhalten (z.B. bei Brot ein maximaler Brennwert von 840 kJ (200 kcal); identisch mit "Diabetiker-Brot" (9)). Nachdem jetzt auch die löslichen Ballaststoffe mit als unverdaulich berücksichtigt werden (8), sollte er unter 755 kJ bzw. 180 kcal liegen.

Während sich besonders bei den Broten die Möglichkeit einer Erhöhung des Ballaststoffgehaltes anbietet, kommt bei Feinen Backwaren für den Frischverzehr auch die Möglichkeit der Volumenvergrößerung und damit die Reduzierung des spezifischen Gewichtes infrage. Zur Reduktion des Kohlenhydratgehaltes bietet sich die Verwendung backfester Süßstoffe an. Eine Reduzierung des Fettgehaltes ist durch die Erhöhung des Wasseranteiles bei Krems über die Verwendung von Emulgatoren möglich. Der interessanteste Aspekt dürfte aber die Mitverwendung bzw. Erhöhung des Anteiles von Zutaten mit hohem Wassergehalt, wie z.B. Früchten oder Quark, sein. Das Verhältnis wird sich dadurch mehr vom gebackenem zum nichtgebackenem Anteil verschieben und es wird mehr Sahne als Fettcreme eingesetzt werden.

3.7.6. DIÄTETISCHE BACKWAREN

Diätetische Backwaren spielen eine zunehmend wichtige Rolle, da die Zahl der diätbedürftigen Personen in den vergangenen Jahren stetig zugenommen hat. Hier ist auch besonders das Handwerk bei der Herstellung derartiger Backwaren, z.B. Diabetiker-Feine Backwaren oder streng natriumarmer Brote, gefordert. Bei ihrer Herstellung und Abgabe ist die Diätverordnung (9) zu beachten.

3.8. NAHRWERT VON TEIGWAREN UND GETREIDENÄHRMITTELN

Nährwertangaben beziehen sich entsprechend der Nährwert-Kennzeichnungsverordnung (10) auf die Ware, wie sie angeboten wird. Das entspricht bei Brot und Feinen Backwaren auch der Verzehrform. Eine Reihe von Produkten, u.a. Getreidenährmittel, werden aber in der Regel nicht in der angebotenen Form verzehrt. Teigwaren werden z.B. mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 12 % verkauft, aber nach dem Kochen beträgt er ca. 66-75 %. Bei Teigwaren bezieht sich der Nährwert- (ca. 1450 - 1550 kJ) und der Nährstoffgehalt auf die angebotene, d.h ungekochte Ware mit einem niedrigen Wassergehalt. Sie galten deshalb lange Zeit als "Dickmacher", weil die Daten von den Verpackungen übernommen wurden. Dieses ist inzwischen ist aber auch vielen Verbrauchern bekannt, daß die Teigwaren im gekochten Zustand einen hohen Wassergehalt und daher nur einen sehr niedrigen Brennwert (ca. 500 - 600 kJ) haben. Dieses hat zu einer ernährungsphysiologischen Neubewertung der Teigwaren geführt.

Bei (eifreien) Dinkel-Teigwaren liegen die in der Tabelle 7 zusammengestellten Nährwert-Relationen vor (für die in ihrer grundsätzlichen Zusammensetzung ähnlichen Weizen-Teigwaren gelten analoge Werte). Aus diesen Zahlen gehen die Veränderungen in den Nährstoffgehalten und Brennwerten hervor, die durch das Kochen eintreten. Aufgrund der extremen Veränderung im Feuchtigkeitsgehalt von 12 % (Teigware wie gekauft) auf über 70 % (Teigware wie verzehrt; in Abhängigkeit von der Kochzeit) nimmt der Brennwert von über 300 kcal auf unter 100 kcal ab. Erkennbar sind auch die deutlichen Erniedrigungen in den Nährstoff- und Ballaststoffgehalten. Noch niedrigere Werte (Tab.7) zeigen die Vollkorn-Teigwaren.

Ähnliche Verhältnisse zwischen angebotener und verzehrfertiger Ware findet man z.B. auch bei Speisegetreide, bei gekochtem Reis sowie bei eingeweichten Corn-Flakes und Müslis: viele Getreidenährmittel werden vor dem Verzehr eingeweicht oder gekocht. Dabei nehmen sie teilweise das Ein- bis Dreifache ihres Gewichtes an Wasser auf, entsprechend vermindert sich der Brennwert. In der Tabelle 8 sind entsprechende Werte für Roggen und daraus hergestellten Brei aufgeführt. Aufgrund des extremen Feuchtigkeitsgehaltes

werden beim Brei sogar Brennwerte von nur 210 kJ (50 kcal)/100 g erreicht. Auch aus diesen Zahlen wird deutlich, welche große Rolle der Feuchtigkeitsgehalt bei der Brennwertberechnung spielt.

3.9. NÄHRWERT VON MOSLI UND MOSLI-RIEGELN

Müsli besteht überwiegend aus (einem oder mehreren) Speisegetreide(n), das (die) z.B. flockiert, geschrotet und/oder gequetscht sind, sowie auch knusprig zubereitet sein können. Müsli muß mindestens zwei weitere Komponenten aufweisen; meist sind dies ölhaltige Samen und Trockenfrüchte. Müsli wird überwiegend, wie andere Frühstückscerealien auch, teils ohne weitere Zubereitung bevorzugt zum Frühstück, teils auch mit Milch oder Fruchtsaft, gegessen.

Riegel bestehen aus Getreide und/oder Getreidemahlerzeugnissen. Es können weitere Komponenten, meist Trockenfrüchte und ölhaltige Samen, zugesetzt werden. Die Komponenten werden mit Bindemitteln und/oder durch thermische sowie mechanische Bearbeitung (z.B. extrudieren, walzen) in Riegelform gebracht. Müsli-Riegel bestehen aus mindestens 50% Müsli, Getreideriegel bestehen aus mindestens 50% Getreide und/oder Getreidemahlerzeugnissen.

Das Erscheinen der Müsli-Riegel auf dem Markt fiel mit einem allgemein gesteigerten Gesundheitsbewußtsein zusammen. Viele Käufer betrachten daher auch noch heute den Verzehr von Riegeln als gesundheitsfördernd, sozusagen als Müsli, das man überall verzehren kann. Bei einigen Produkten ist aber ungewiß, ob nicht eine normale Süßware vorliegt. So werden die Riegel teilweise auch im "Müsli-Regal", andere dagegen im Süßwaren-Regal angeboten.

Die mittleren Feuchtigkeits- und Aschegehalte von Müslis und Riegeln sind praktisch identisch (Tab.9). Größere Unterschiede finden sich im Protein-, (Gesamt-)Ballaststoff-, Zucker- und Kohlenhydratgehalt sowie im Fettgehalt. Hierbei zeigen die Müslis die ernährungsphysiologisch günstigeren

Werte: die Riegel enthalten z.B. weniger Ballaststoffe als die Müslis. In Riegeln und Müslis können beträchtliche Mengen an Mono- und Disacchariden enthalten sein: in Riegeln wurde zwischen 5 und 15 % Glucose und bis zu 30 % Saccharose, in Müslis bis zu 25 % Saccharose gefunden (5).

Die Riegel weisen aber nicht generell einen höheren Brennwert auf, obwohl sie im Durchschnitt z.B. doppelt so hohe Fettgehalte wie die Müslis aufweisen und das Fett einen doppelt so hohen Energiewert wie Eiweiß oder Kohlenhydrate aufweist. Ist die Bandbreite der festgestellten Brennwerte bei den Müslis schon relativ groß (zwischen 1273 und 1846 kJ; Tab.9), so treten bei den Riegeln beachtliche Extremwerte auf (zwischen 1255 und 2192 kJ) (5).

Die Unterschiede zwischen den beiden Produktgruppen Müsli und Riegel lassen sich hauptsächlich mit den eingesetzten Bindertypen erklären, denn beide bestehen aus den gleichen Hauptkomponenten, nur, daß die Zutaten bei den Riegeln unter Zuhilfenahme eines (meist fett- und/oder zuckerhaltigen) Binders in eine Form gepreßt wurden. Die Müslis werden teilweise auch mit Milch oder Saft gegessen. Der Beitrag des Milchproteins würde das Müsli gegenüber den Riegeln bei einem ernährungsphysiologischen Vergleich noch weiter aufwerten; wird es mit Saft gegessen, ist auch dessen Zuckergehalt nicht zu vernachlässigen. Da der Verzehr speziell der Müsli-Riegel von vielen Verbrauchern unter einem besonderen Gesundheitsaspekt gesehen wird, muß vor allem der erhöhte Gehalt dieser Produkte an Fett sowie Mono- und Disacchariden beachtet werden.

+++

* * *

+++

4. LITERATUR:

1. Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung (Hrsg.), 1978: Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot. 6. erw. Aufl. - Detmold: Schäfer
2. Bundesgesundheitsamt (Hrsg.): Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG. Band I, Lebensmittel (L) . - Berlin, Köln: Beuth Verlag - Loseblattsammlung; jeweils neueste Fassung
3. Internationale Gesellschaft für Getreidewissenschaft und -technologie (Hrsg.), 1980: Standard-Methoden der Internationalen Gesellschaft für Getreidewissenschaft und -technologie (ICC) - Detmold: Schäfer
4. Bundesgesundheitsamt (Hrsg.): Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG. Band I/3 Lebensmittel (L). - Berlin, Köln: Beuth (Loseblattsammlung)
Methode L 00.00-18: Bestimmung der Gesamtballaststoffe in Lebensmitteln (Dezember 1988)
5. E. Rabe, Getreide Mehl und Brot, 1988, 42 12, S.376
6. B. Thomas u. E. Wolff, Getreide Mehl und Brot, 1981, 35, S.13
7. Arbeitsgruppe "Fragen der Ernährung" der GDCh-Fachgruppe "Lebensmittelchemie und gerichtliche Chemie": Vorläufige Empfehlung zum einheitlichen Vollzug der Nährwert-Kennzeichnungsverordnung/NKV - Stand Februar 1985. - Lebensmittelchemie und gerichtl. Chemie, 1985, 39, S.67
8. Stellungnahme der Untergruppe "Ballaststoffe" der Arbeitsgruppe "Fragen der Ernährung" der Fachgruppe "Lebensmittelchemie und gerichtliche Chemie" in der GDCh - Lebensmittelchem.Gerichtl.Chem., 1989, 43 S.113
9. Verordnung über diätetische Lebensmittel (Diätverordnung) vom 25. August 1988 (BGBl.I Nr.45, S. 1714)

10. Verordnung über Nährwertangaben bei Lebensmitteln (Nährwert-Kennzeichnungsverordnung) vom 25. August 1989 (BGBl. I Nr. 45, S. 1710)

Tabelle 1: Nährstoffgehalt und Brennwert verschiedener Brotsorten
(Angaben in g pro 100 g Frischsubstanz)

	Feuchtig- keit	Fett	Protein (Nx5,8)	Kohlen- hydrate	Ballast- stoffe (AOAC)	Brenn- wert kJ	kcal
Roggenknäckebrötchen	6,4	2,8	10,2	64,5	14,1	1.376	324
Roggenschrot- und -vollkornbrot	43,8	1,2	6,3	39,9	7,9	831	196
Roggen(mehl)brot	42,2	0,9	4,7	43,0	6,1	845	199
Mischbrot	40,5	1,2	6,5	47,2	4,6	959	226
Weizen(mehl)brot	36,2	1,8	8,3	49,6	3,2	1.053	248
Weizentoastbrot	35,0	3,9	8,0	47,8	2,9	1.097	258
Weizenschrot- und -vollkornbrot	43,4	1,2	6,7	41,5	5,9	865	204
Weizenbrötchen	34,0	1,0	7,7	49,3	3,4	1.007	237
Vollkornbrötchen	34,0	1,4	7,8	46,2	10,6	971	229

Tabelle 2: Nährstoffgehalt und Brennwert verschiedener Spezialbrote
(Angaben in g pro 100 g Frischsubstanz)

	Brot- typ	Feuchtig- keit	Fett	Protein (Nx5,8)	Kohlen- hydrate	Ballast stoffe	Brennwert kJ	kcal
Pumpernickel	RgVK	46,6	1,0	4,7	36,3	9,4	735	173
Rosinenbrot	Wz	32,8	4,0	5,9	52,5	3,2	1145	270
Sonnenblumenbrot	RgVK	41,0	3,6	7,4	38,0	8,0	909	214
Weizenkeimbrot	WzVK	41,4	1,8	7,3	41,3	7,3	895	211
Sojabrot	RM	39,2	5,5	15,6	31,6	5,1	1011	238

Tabelle 5: Nährstoffgehalt und Brennwert verschiedener Brotsorten

	Feuchtig- keit	Stück- Scheiben gewicht,g	B r e n n w e r t			
			je 100 g		je Scheibe/Stück	
			kJ	kcal	kJ	kcal
Roggenknäckeibrot	6,4	13	1.376	324	179	42
Roggenschrot- und -vollkornbrot	43,8	51	831	196	424	100
Roggen(mehl)brot	42,2	46	845	199	389	92
Mischbrot	40,5	44	959	226	422	99
Weizen(mehl)brot	36,2	37	1.053	248	390	92
Weizentoastbrot	35,0	23	1.097	258	252	59
Weizenschrot- und -vollkornbrot	43,4	45	865	204	389	92
Weizenbrötchen	34,0	43	1.007	237	433	102
Vollkornbrötchen	33,1	43	971	229	418	99

Tabelle 4: Einfluß der Dosierung von Fett und Zucker auf den Nährwert verschiedener Feiner Backwaren

Teile		Feuchtig- keit	Eiweiß (N*5,8)	Fett	Ballast- stoffe	Kohlen- hydrate	Brennwert kJ kcal	

MORBKEKS								
Fett	Zucker							
25	55	2,3	6,6	12,8	2,6	75,2	1879	443
40	40	1,6	6,8	20,6	2,4	68,3	2058	485
67	33	1,3	6,2	30,4	1,8	60,0	2279	538

ZWIEBACK								
Fett								
	5	2,4	11,2	7,4	5,8	71,5	1687	397
	10	2,5	10,8	10,9	5,3	68,8	1766	416
	15	2,5	10,4	14,3	4,0	67,1	1860	439

BISKUITBODEN								
Ei	Zucker							
65	130	24,6	4,4	2,9	1,5	65,1	1294	305
100	120	29,2	5,4	3,7	1,1	59,1	1240	292
140	75	33,5	7,5	5,1	1,7	51,1	1189	280

Tabelle 6: Brennwert verschiedener Feiner Backwaren aus
Feinteigen mit Hefe

	Brennwert/100 g		Stück- gew,g	Brennwert/Stück	
	kJ	kcal		kJ	kcal
Kräcker	1.952	460	3	59	14
Berliner Pfannkuchen	1.819	430	62	1.128	267
Butter-Streuselkuchen	1.766	417	53	936	221
Zwieback	1.736	409	10	174	41
Butterkuchen	1.659	391	37	614	145
Kopenhagener Plunder	1.640	387	41	672	159
Dresdner Stollen	1.576	372	60	946	223
Plunderteilchen	1.433	338	98	1.404	331
Plunder	1.386	327	87	1.206	275
Apfelstreuselkuchen	1.301	307	72	937	221
Käsekuchen	1.283	302	160	2.053	483
Laugenbrezel	1.258	296	54	679	160
Bienenstich	1.213	286	89	1.080	255
Rosinenstuten	1.186	279	30	356	84
Apfelkuchen	917	215	145	1.330	312
Pflaumenkuchen	627	148	79	495	117

Tabelle 7: Nährwert von Dinkelweizenteigwaren in Abhängigkeit vom Rohstoff und der Kochzeit (Angaben in 100 g Frischsubstanz)

	Feuchtig- keit	Fett	Protein (Nx5,8)	Kohlen- hydrate	Ballast- stoffe*)	Brennwert kJ	kcal
Dinkelweizenmehl-Teigware **)							
- roh	12,0	1,3	11,8	70,4	3,8	1447	341
- gekocht, 10 min	66,0	0,5	4,6	27,2	1,5	560	132
- gekocht, 20 min	75,0	0,4	3,4	20,0	1,1	413	97
Dinkelweizenvollkorn-Teigware							
- roh	12,0	2,5	13,1	59,1	11,4	1322	311
- gekocht, 10 min	66,0	1,0	5,1	22,9	4,4	514	101
- gekocht, 20 min	75,0	0,7	3,7	16,8	3,3	375	88

*) Gesamtballaststoffe, AOAC-Methode

**) Dinkelweizenmehl Type 630, eifrei

Tabelle 8: Nährwert von Roggenspeisevollkorn und daraus hergestelltem Brei (Angaben in 100 g Frischsubstanz)

	Feuchtig- keit	Fett	Protein (Nx5,8)	Kohlen- hydrate	Ballast- stoffe*)	Brennwert kJ	kcal
Roggenvollkorn	14,0	1,7	8,8	60,1	13,5	1236	291
Roggenvollkornbrei	86,0	0,3	1,4	9,8	2,2	202	48

*) AOAC-Methode, Gesamtballaststoffe

Tabelle 9: Mittel- und Extremwerte der Nährstoffgehalte und Brennwerte von Müsli und Riegeln (Nährstoffangaben in % i.Tr.)

	----- Müsli -----			----- Riegel -----		
	Min	- Max	Mittel	Min	- Max	Mittel
Feuchtigkeit	2,2	- 12,3	9,0	1,8	- 24,1	9,2
Aschegehalt	1,7	- 2,4	1,9	1,2	- 2,8	1,8
Fettgehalt	3,6	- 22,8	9,7	5,5	- 29,7	16,5
Proteingehalt (N * 5,8)	8,9	- 13,8	11,1	5,0	- 10,5	7,3
Gesamtballaststoff- gehalt, AOAC	5,1	- 17,4	12,2	2,7	- 17,7	7,9
Kohlenhydrate, als Diff. ber.	48,2	- 75,0	65,2	50,5	- 78,4	63,6
Brennwert kJ	1273	- 1846	1513	1255	- 2192	1761
kcal	301	- 435	357	297	- 517	416

Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; Mittel = Mittelwert

BEDEUTUNG DER BIOTECHNOLOGIE FÜR DIE HERSTELLUNG VON LEBENSMITTELEN

W. Röcken

Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung
Schützenberg 12
4930 Detmold

1. Einleitung

Seit vorgeschichtlicher Zeit nutzt der Mensch die StoffwechsellLeistungen von Mikroorganismen, um Nahrungsmittel oder alkoholische Getränke herzustellen oder haltbar zu machen. So geht man davon aus, daß die Brotsäuerung mit Sauerteig und die Vergärung von Säften zu alkoholischen Getränken schon vor 3000 vor Chr. gebräuchlich waren. Auch die Essiggewinnung aus vergorenen Säften und das Bierbrauen waren bei den Sumerern, Ägyptern und Babyloniern mindestens seit dem 3. Jahrtausend vor Chr. üblich.

1.1. Pasteur-Periode

Aber erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gelang Pasteur der Nachweis, daß lebende Mikroorganismen für solche Prozesse verantwortlich sind und daß in vorsterilisierten Nährmedien homogene oder reine Kulturen von eindeutig definierten Stämmen mit ganz speziellen StoffwechsellLeistungen angezüchtet werden können. Damit war ein entscheidender Schritt zur Steigerung der Produktivität und der Betriebssicherheit getan, so daß in der Folge größere Produktionseinheiten entstanden. Davon profitierten um die Jahrhundertwende zunächst die "klassischen Verfahren" zur Bier-, Wein- und Alkoholherstellung, zur Milch- und Essigsäureproduktion und zur wirtschaftlichen Herstellung von Backhefe. Mittelpunkt dieser Verfahren war in der Regel der Gärbottich, in dem durchaus nicht jeder Ansatz zum gewünschten Ziel führte.

1.2. Antibiotika-Periode

Mit der Entdeckung des Penicillins durch Alexander Fleming 1928/29 und dem Beginn der industriellen Produktion Anfang der Vierzigerjahre setzte eine Phase ein, in der zunehmende Kenntnisse über den Stoffwechsel der Produktionsorganismen sowie in der Verfahrenstechnik die Beherrschung komplizierter Produktionsverfahren ermöglichte. Aus dem Gärbottich wurde der Fermenter, der durch erweiterte Meß- und Regeleinrichtungen eine kontrolliertere Prozeßführung erlaubte als der Gärbottich. Aus der Gärungstechnologie wurde die Fermentationstechnologie.

1.3. Antibiotika-Folgeperiode

Rasche Fortschritte in der Biochemie, der Mikrobiologie, der Genetik, der Meß- und Regeltechnik und der Aufarbeitungstechnik ermöglichten es, immer bessere Voraussetzungen zur Nutzung des genetischen Potentials der Produktionsstämme zu schaffen und durch Selektion überproduzierender Mutanten immer höhere Produktivitäten zu erzielen. Aus dem Fermenter wurde der Bioreaktor, aus der Fermentationstechnologie die Biotechnologie, die ein interdisziplinäres Arbeitsgebiet zwischen Chemie, Biologie und Verfahrenstechnik mit dem Ziel der optimalen Ausschöpfung der biologischen Syntheseleistungen lebender Zellen (Mikroorganismen, tierische und pflanzliche Zellen) oder daraus hergestellter Enzyme (Biokatalysatoren) zur Gewinnung und Umwandlung von Stoffen im Rahmen industrieller Produktionsverfahren ist.

2. Bedeutung der Biotechnologie für die Lebensmittelherstellung

Die Bedeutung der Biotechnologie für die Lebensmittelherstellung wird einerseits klar, wenn man sich die Menge und den Wert einiger biotechnologisch erzeugter Lebensmittel in der Bundesrepublik im Jahre 1986 ansieht (Tab. 1) und andererseits im Auge behält, welche große Anzahl biotechnologisch erzeugter Produkte zusätzlich bei der Herstellung von Lebensmitteln eingesetzt werden (Tab. 2).

Die Reichhaltigkeit unseres gegenwärtigen Lebensmittelangebotes ist nicht zuletzt das Resultat der quantitativen Verfügbarkeit biotechnologischer Zusatz- und Hilfsstoffe. Nur so konnte die Lebensmittel-Industrie den steigenden Anforderungen an Preis und Qualität gerecht werden. Durch den gezielten Einsatz derartiger Produkte werden u. a. folgende bedeutsame Vorteile erzielt:

- Optimierung der sensorischen Qualität (z.B. durch Einsatz von mikrobiologisch erzeugten Geschmacks- und Aromastoffen wie Frucht- und/oder Aminosäuren);
- Steigerung des ernährungsphysiologischen Wertes (durch Anreicherung mit Vitaminen, Aminosäuren und Ballaststoffen);
- bessere Haltbarkeit durch Konservierung mit Antioxidantien und antimikrobiellen Wirkstoffen);
- positive Beeinflussung von Textur und Konsistenz (z.B. durch Zusatz von Hydrokolloiden);
- Verfahrensvereinfachung, verbesserte Prozeßkontrolle (z.B. durch den Einsatz von Enzymen).

Tabelle 1: Menge und Wert einiger biotechnologisch erzeugter Lebensmittel in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1986

	Menge	Wert in Mrd DM
Sauerkraut u.a. milchsäure Gemüse	111 100 t	0.13
Brot und Backwaren aus Brotteig (ohne Kleingebäck)	1 238 500 t	2.6
Dauerbackwaren	413 000 t	2.5
Käse	885 200 t	4.6
Joghurt	645 600 t	1.4
Rohwurst	245 700 t	2.5
Bier	89.3 Mio hl	10.4
Wein	2.8 Mio hl	0.96
Essig (10 % Säure)	123.1 t	0.12

Quelle: Stat. Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1986, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup

Die Akzeptanz dieser auf neuartigen Wegen hergestellten Lebensmittel ist relativ hoch, da z.B. enzymatische Umsetzungen durchaus noch als "naturgemäß" eingeordnet werden.

Tabelle 2: Einige Beispiele biotechnologisch hergestellter Produkte, die bei der Produktion von Lebensmitteln eingesetzt werden (nach Holzapfel und Hammes, 1989 (1), auszugsweise)

Produkt	Anwendung
Fruchtsäuren	
Citronensäure	Erfrischungsgetränke, Fette, Öle, Milchprodukte
Gluconsäure	Backpulver, Desserts, Wurst
Milchsäure	Fruchtsäfte, Mayonnaise, Desserts, Backwaren, Milch- und Fleischprodukte
Oxalsäure	Hydrolyse von Stärke zu Glucose
Aminosäuren	
L-Glutaminsäure	Geschmacksverstärker
L-Lysin	Aufwertung von Proteinen
Vitamine	
Ascorbinsäure	Aufwertung von Lebensmitteln
Riboflavin	Aufwertung von Lebensmitteln
Ergosterin	Aufwertung von Lebensmitteln
Geschmacksstoffe	
Inosinsäure	Fertiggerichte
Guanylsäure	Fertiggerichte
Aromastoffe	
Diacetyl	Milchprodukte
Käsearoma	Knabberartikel
Antibiotika	
Nisin	gegen Blähung von Schmelzkäse, zur schonenderen Erzeugung von Konserven, zur antimikrobiellen Oberflächenbehandlung von Schnittkäse und Wurstdärmen
Pimaricin	
Geliermittel	
Alginat	Speiseeis, Instantpudding, Creme
Pectin	Konfitüren, Backwaren, Speiseeis, Käse, Mayonnaise
Enzyme	
Glucose-Isomerase	Gewinnung von Fructosesirup
Glucose-Oxydase	Entfernung von O ₂ aus Konserven und Getränken und Glucose aus Ei
Hemicellulase	Reduktion der Viskosität
Pectinase	Saftherstellung, Gewinnung pflanzlicher Inhaltsstoffe
Amylasen, Glucosidasen	Verzuckerung von Stärke, Alkoholherst. Maltosegewinnung, Fruchtsaftherst.
Protease	Getränkeindustrie, Getreide- und Fleischverarbeitung, Proteinhydrolyse aus Fisch, Fleisch und Soja, Käseherstellung
Naringinase	Entbitterung von Grapefruit
Anthocyanase	Entfärbung von Wein

3. Neue Biotechnologie

Zumindest im Punkte Akzeptanz sind bei Produkten der sogenannten "Neuen Biotechnologie" größere Schwierigkeiten zu erwarten. Doch zunächst zur Erklärung des Begriffs.

Die Neue Biotechnologie verdankt ihre Entwicklung in erster Linie den etwa ab 1975 stürmisch einsetzenden Fortschritten auf dem Gebiet der Molekularbiologie und der sich daraus entwickelnden Gentechnologie. Daneben waren neue Erkenntnisse in der Kulturtechnik (z.B. Zell- und Gewebekulturen) und der Immunologie (z.B. Herstellung monoklonaler Antikörper) sowie der verstärkte Einsatz von Rechnern bei der Prozeßkontrolle ausschlaggebend.

War bisher das Erbgut der unter vertretbarem Aufwand kultivierbaren Mikroorganismen oder Zellkulturen der limitierende Faktor für die Palette der biotechnologisch herstellbaren Substanzen, so eröffnen die nunmehr vorhandenen Möglichkeiten zur sogenannten Neukombination von Genen völlig neue Dimensionen, aber auch Ängste.

Tabelle 3: Wirtschaftliche Bedeutung der wichtigsten Fermentationsprodukte

Produkt	Weltjahresprod. geschätzt	Wert in Mio DM
Bier (1982)	975 Mio hl	100 000
Wein (1979)	378 Mio hl	53 000
Antibiotika (1982)	18 000 t	23 000
Industriealkohol (1981/82)	3.9 Mio t	5 500
Aminosäuren (1980)	342 000 t	3 095
Eiweißhefe	1.4 Mio t	1 200
Backhefe	1.4 Mio t	1 050
Steroide		1 000
Citronensäure	350 000 t	800
Enzyme	26 000 t	750
Speiseessig (ohne China + UDSSR)	16 Mio hl	650

nach Dellweg, 1987 (2)

Die Lebensmittelindustrie ist sicher nicht der primäre Absatzmarkt für die neue Biotechnologie, da hier in der Regel niedrigpreisig angeboten werden muß. Da auch heute noch der Aufwand zur Konstruk-

tion genetisch manipulierter Produktionsstämme, die in der Praxis auch genau das tun, was von ihnen erwartet wird, immens hoch ist, lohnt er sich in der Regel nur für hochpreisige Produkte wie Pharmaka oder Impfstoffe. Diese Interessenverlagerung wird deutlich, wenn man die wirtschaftlich bedeutensten Fermentationsprodukte Anfang der Achtzigerjahre (Tab.3) mit der Verteilung der industriellen Forschungs- und Entwicklungsausgaben für neue Biotechnologie 1987 vergleicht (Tab.4).

Tabelle 4: Bereiche der industriellen F&E Ausgaben 1987 für neue Biotechnologie in Höhe von ca. 900 Mio DM in der Bundesrepublik

Human- und Veterinärpharmaka (Diagnostika, Therapeutika, Vakzine)	55 %
Spezialchemikalien (Aminosäuren, Enzyme, Biopestizide usw.)	25 %
Anlagen- und Geräteentwicklung	3 %
Labor- und Analysengeräte	8 %
Pflanzenzüchtung	4.5 %
Lebensmittelverarbeitung	2 %
Sonstiges (Biosensoren, Bioelektronik)	2.5 %

Quelle: RauCon

Über die Hälfte der Mittel wird allein für die Entwicklung neuer pharmazeutischer Produkte aufgewandt, wogegen der direkt oder indirekt dem Lebensmittelsektor zugute kommenden Anteil sicher unter 25% liegt. Ein nicht unbeträchtlicher Anreiz zur Investition in die Entwicklung neuer Produktionsstämme dürfte dabei deren Patentfähigkeit sein.

Der sich daraus abzeichnende relative Rückgang der Bedeutung der Lebensmittelindustrie als Markt für biotechnologische Produkte steht nicht in Widerspruch zu der Erwartung, daß biotechnologische Verfahren bei der Herstellung und Qualitätskontrolle von Lebensmitteln an Bedeutung gewinnen werden. Zwei Beispiele mögen das verdeutlichen.

- DNA-Sonden in der Qualitätskontrolle
- Einsatz genetisch manipulierter Mikroorganismen

3.1. DNA-Sonden bei der Qualitätskontrolle

Während die Auswirkungen der neuen Biotechnologie auf die Produktion von Lebensmitteln sicher erst in einigen Jahren zu erwarten sind, ist damit auf dem Sektor Qualitätskontrolle schon in naher Zukunft zu rechnen. Hier sind neue hochspezifische Nachweisverfahren entwickelt worden, die einen wesentlichen Fortschritt darstellen. Neben der ELISA-Technik ist vor allem der Einsatz von sogenannten Gensonden zu nennen, die auf der DNA-Hybridisierungstechnik beruhen. Sie läßt sich z.B. nutzen zur Identifizierung Enterotoxin produzierender Staphylokokken.

Überall da, wo Cremes, Puddings und Sahneteilchen längere Zeit ohne Kühlung aufbewahrt werden, wächst die Gefahr einer Lebensmittelvergiftung durch die Vermehrung von *Staphylococcus aureus*, einem kokkenförmigen Bacterium, das sich im Temperaturbereich von ca. 6 - 46°C vermehren kann, wobei das Optimum nahe 37°C liegt. Dabei geht die Vergiftung nicht direkt von den Bakterienzellen, sondern von Proteinen aus, die von diesen ins Lebensmittel ausgeschieden werden und als sogenannte Enterotoxine wirken. Inzwischen kennt man verschiedene Typen dieser Toxine (A - E), die sich in ihren Eigenschaften recht ähnlich sind.

Bei der mikrobiologischen Kontrolle von Lebensmitteln zur Vermeidung dieser Intoxikationen ergeben sich zwei Schwierigkeiten:

- nur etwa 20% der *Staph. aureus*-Stämme bilden Enterotoxine,
- die Toxine werden durch Kochen, Backen oder Braten nicht inaktiviert.

Das bedeutet:

Mit dem Nachweis von *Staph. aureus* in einem Lebensmittel ist noch nicht gesagt, daß auch Toxine vorhanden sein müssen.

Auch dann, wenn keine Staphylokokken nachweisbar sind, können Toxine vorhanden sein, wenn das Lebensmittel oder seine Zutaten auf Temperaturen über 80°C erhitzt worden sind (wodurch die Bakterien im Gegensatz zu ihren Toxinen inaktiviert werden und dadurch nicht mehr als Kolonie bildende Einheiten nachweisbar sind).

Zur Überwindung dieses unerfreulichen Zustandes bedarf es Verfahren

- zur Differenzierung zwischen Toxin produzierenden und nicht Toxin produzierenden Stämmen,
- zum direkten Nachweis der Toxine.

Der direkte Nachweis der Toxine ist auf immunologischem Wege durch die sogenannte ELISA-Technik möglich, zu deren Entwicklung biotechnologische Verfahren nicht unwesentlich beigetragen haben, auf die hier aber nicht näher eingegangen werden soll.

Eine sichere Identifizierung Toxin produzierender Stämme ist mit Hilfe sogenannter Gensonden möglich. Dabei handelt es sich um kurze synthetisch hergestellte Oligonucleotide, deren Basenfolge genau nach Plan erstellt werden kann und zu deren Herstellung radioaktiv markierte Nucleotide eingesetzt werden. Ist nun die Basenfolge eines Gens zumindest teilweise bekannt, lassen sich "passende" homologe Oligonucleotide synthetisieren, die den hochspezifischen Nachweis dieses Gens ermöglichen.

Da einerseits nur Stämme Toxine produzieren können, welche die zugehörigen Gene auf ihrem Chromosom enthalten, und andererseits die Identifizierung und Sequenzierung dieser Gene rasche Fortschritte macht, konnten bereits hochspezifische radioaktiv markierte Sonden zum Nachweis der für die Toxine B und C kodierenden Gene synthetisiert werden. Da zudem die Gene für die Toxine B und C über weite Bereiche identische Basenfolgen aufweisen, lassen sie sich mit einer Sonde nachweisen. Sobald auch die Gene für die Toxine A, E und D sequenziert sind, ergibt sich möglicherweise die Chance zur Synthese einer gemeinsamen Gensonde für alle Toxine (3).

Die Identifizierung Toxin produzierender Stämme läuft (vereinfacht) nach der sogenannten Kolonie-Hybridisierung folgendermaßen ab:

- die zu testenden Stämme werden auf einem geeigneten Nährboden zu Kolonien herangezogen,
- die Kolonien werden auf ein spezielles Cellulose-Nitrat-Filter übertragen und z.B. durch Enzyme aufgebrochen,
- die Bakterien-DNA wird z.B. durch Erwärmen denaturiert, d.h. in Einzelstränge zerlegt, wodurch die Voraussetzung zur Hybridisierung mit den Gensonden geschaffen wird. Die Einzelstränge werden an das Filter gebunden,
- die Zugabe einer Lösung mit Gensonden erfolgt unter Bedingungen, die förderlich für die Hybridisierung sind,
- überschüssige d.h. nicht durch Hybridisierung gebundene Gensonden-Moleküle werden ausgewaschen,
- das Filter wird auf einen strahlenempfindlichen Film gelegt,

- an den Stellen, an denen Kolonien mit Toxin-Genen vorlagen, wird der Film geschwärzt.

Dieses Verfahren ist nicht nur wegen des relativ hohen Aufwandes, sondern auch wegen der Verwendung radioaktiver Substanzen für die Routineanalytik sicher noch nicht geeignet. Inzwischen zeichnen sich jedoch Wege zur Behebung dieser Nachteile ab.

3.2. Einsatz genetisch manipulierter Mikroorganismen

Genetisch manipulierte Mikroorganismen können entweder direkt - z.B. als Gärungsorganismus - oder indirekt - z.B. über ihre Stoffwechselprodukte oder Enzyme - bei der Herstellung von Lebensmitteln beteiligt sein. Ein möglicher Anreiz für den Einsatz von Enzymen, die mit Hilfe manipulierter Mikroorganismen hergestellt worden sind, ergibt sich aus der Tatsache, daß durchaus nicht alle heute zur Produktion von Enzymen für die Lebensmittelindustrie eingesetzten Mikroorganismen vorbehaltlos als unbedenklich zu betrachten sind. Zwangsläufig müssen an die Aufarbeitung derartig hergestellter

Tabelle 5: Einige Beispiele für Produktionsorganismen

Produzent	Produkt	Anwendung
Bacillus cereus	α -Amylase	Maltosegewinnung
Aureobasidium pullulans	Pullulan	Überzüge für Lebensm.
Aspergillus niger	Invertase	Fructosegewinnung
Rhizopus oryzae	β -Glucanase	Filtrationsenzym
Klebsiella aerogenes	Dextranase	Abbau von Dextran
Trichoderma reesei	Amyloglucosidase	Konfekt, diät. Lebensm.

Enzyme hohe Anforderungen gestellt werden, um die Übertragung anderer Stoffwechselprodukte oder Zellen des Produktionsorganismus auf Lebensmittel so gering wie möglich zu halten. Im Zeitalter zunehmender allergischer Erkrankungen ist daher der Versuch verständlich, die zur Produktion der gewünschten Enzyme erforderlichen Gene in einen Mikroorganismus zu übertragen, dessen Stoffwechselprodukte als unbedenklich gelten. Als geeigneter Empfängerstamm bietet sich dabei die Backhefe an.

Mit den heute zur Verfügung stehenden Methoden der Molekularbiologie ist es durchaus möglich, ein Gen so exakt aus dem Erbgut eines Spenderorganismus auszuschneiden, daß es frei von unerwünschtem Erbmateriale ist. Dieses so isolierte Gen kann in das Erbgut der Hefe so eingefügt werden, daß seine Expression (= Umsetzung in das Enzymprotein) unter der Kontrolle eines hefeeigenen Regulatorgens steht. Damit ist zwar noch nicht die Produktion bzw. Ausschleusung des aktiven Proteins gewährleistet, aber daß dieser Weg prinzipiell gangbar ist, haben japanische Arbeitsgruppen (4) gezeigt, die das Gen für das Thunfisch-Wachstumshormon isolieren und so auf die Backhefe *Saccharomyces cerevisiae* übertragen konnten, daß diese das Hormon in Mengen bis zu 3% des Gesamtzellproteins in den Zellen anhäufte. Durch immunologische Kontrollen konnte nachgewiesen werden, daß es sich dabei tatsächlich um das ursprüngliche Thunfisch-Wachstumshormon handelte. Die Verfütterung der so manipulierten Backhefe an Thunfische hat begonnen, über mögliche Produktionssteigerungen liegen in der Literatur noch keine Berichte vor, die von den Betreibern von Thunfischfarmen in Japan sicher mit Spannung erwartet werden. Jedenfalls konnten bei ähnlichen Versuchen mit *E. coli*-Bakterien, denen das Gen für das Forellen-Wachstumshormon eingepflanzt worden war, deutliche Gewichtszunahmen erzielt werden.

Ob auf diese Weise "produzierte" Thunfische am Markt eine Chance haben oder nicht, entscheidet letztlich der Verbraucher. Dazu ist entsprechende Aufklärung notwendig, die hierzulande in vielfältiger Weise angeboten wird. Erfahrungsgemäß sind die dabei entstehenden Diskussionen eher von Emotionen als von Sachlichkeit geprägt. Das ist verständlich, denn nicht selten wird die Sachlichkeit auf eine harte Probe gestellt, wenn Schlagzeilen wie

"How to brew human protein"

durch die Presse gehen.

Mit diesem Protein ist das Humanalbumin gemeint, das bei Sofortmaßnahmen gegen Schockzustände und schwere Verbrennungen gebraucht wird. Normalerweise wird es aus Blutspenden gewonnen, die jedoch nicht immer in ausreichender Zahl zur Verfügung stehen. Da das Gen für das Albumin identifiziert und kloniert werden konnte, lag der nächste Schritt nahe, nämlich die Übertragung auf einen Mikroorganismus mit dem Ziel der biotechnologischen Produktion des Albumins nach dem Vorbild der Insulinproduktion.

Dazu würde normalerweise ein entsprechend manipulierter Mikroorganismus speziell zu diesem Zweck in einem Bioreaktor kultiviert. Man könnte aber auch, wie im vorliegenden Beispiel geschehen, auf die Idee kommen, die täglich tonnenweise anfallende und z.T. schon ein Entsorgungsproblem darstellende Bierhefe nach entsprechender Manipulation zur Albuminproduktion nutzen und dadurch einen Fermentationsprozeß sparen.

Ein Brauereikonkern in Großbritannien hat beträchtliche Summen investiert, um eine Bierhefe so zu manipulieren, daß sie das Strukturgen für menschliches Albumin enthält. Die Ausprägung wurde dabei unter die Kontrolle eines Regulatorgens gestellt, das garantiert, daß unter Braubedingungen kein Humanalbumin produziert wird. Tatsächlich konnte bei Versuchsgärungen im Labormaßstab selbst mit hochempfindlichen immunologischen Methoden kein Albumin im Bier nachgewiesen werden (5).

Die am Ende der Gärung anfallende sogenannte Erntehefe soll außerhalb der Brauerei so behandelt werden, daß die Albuminproduktion einsetzt.

Obwohl die Laborversuche vielversprechend verliefen, bleibt ein langer und teurer Weg bis zur möglichen Anwendung, auf dem folgende Stationen zu bewältigen sind:

- Trennung des Albumins von den übrigen Zellbestandteilen der Hefe,
- Absicherung, daß das Albumin in aktiver Form vorliegt,
- Absicherung, daß keine Nebenwirkungen auftreten.

4. Vorbehalte und Ängste der Verbraucher

Der Verbraucherausschuß beim Bundesernährungsministerium hat auf seiner Sitzung am 26.10.1989 eine Empfehlung zum Thema "Gentechnik im Hinblick auf Lebensmittel" verabschiedet (6), die hier zusammen mit der Begründung in den wesentlichen Passagen zitiert werden soll:

Selbst bei wissenschaftlicher Überzeugung, daß ein Lebensmittel aus gentechnisch veränderten Grundstoffen oder mit Hilfe gentechnisch veränderter Mikroorganismen hergestellt, ernährungsphysiologisch verbessert wurde, soll es dem Verbraucher nicht ohne entsprechende Information präsentiert werden. Befürchtungen, wie sie gegenüber der Gentechnologie verbreitet vorhanden sind, können zu unkontrollierten Reaktionen führen, z.B. zur Kaufverweigerung, die sich nicht nur gegen das veränderte Produkt selbst, sondern auch gegen unverän-

derte Produkte der gleichen Art richtet.

Die Ernährung stellt neben der Atmung den intensivsten Kontakt des Menschen mit der Umwelt dar. Deshalb kommt der Qualität der Lebensmittel besondere Bedeutung zu. Qualitativ hochwertige Lebensmittel können nur von gesunden Pflanzen und Tieren stammen. Zudem dürfen für die Herstellung und Verarbeitung von Lebensmitteln nur solche Verfahren benutzt werden, die zur Versorgung mit gesundheitlich unbedenklichen Lebensmitteln geeignet sind. Da heute immer mehr Lebensmittel in verarbeiteter Form zum Verbraucher gelangen, kommt diesem Bereich eine besondere Bedeutung zu.

In allen Bereichen, in denen die neuen Methoden der Gentechnik Einfluß auf unsere Lebensmittel direkt oder indirekt nehmen können, muß der Grundsatz gelten, daß eine Täuschung des Verbrauchers ausgeschlossen wird. Dies ist insbesondere durch Verbraucheraufklärung, -information und Kennzeichnung der Lebensmittel sowie durch geeignete Zulassungsverfahren sicherzustellen. Hier ist vor allem der Gesetzgeber gefordert.

Es ist erforderlich, daß die grundsätzlichen Chancen und Risiken der Anwendung gentechnischer Methoden in der Lebensmittelproduktion und -verarbeitung ausführlich erforscht werden. Hierzu gehört die Prüfung ihrer möglichen Auswirkungen auf Mensch, Tier, Pflanze und Umwelt.

Genauso wie wir in der Verpflichtung zur Risikoversorgung stehen, müssen aber auch die sich bietenden Alternativen zur Gentechnik im Bereich der Lebensmittelproduktion und -verarbeitung geprüft werden.

5. Zusammenfassung

Getränke und Nahrungsmittel waren Produkte der "Biotechnologie", lange bevor dieser Begriff geprägt wurde. So standen die Herstellung und Konservierung von Lebensmitteln wie Bier, Wein, Sauerkraut, Joghurt oder Sauerteigbrot im Mittelpunkt des Interesses der klassischen Biotechnologie, die häufig schon als die "alte" Biotechnologie bezeichnet wird. Im letzten Jahrzehnt ist es jedoch aufgrund enormer Fortschritte in den Grundlagenforschungen (vor allem in der Molekularbiologie) zu einer Revolution in der Biotechnologie gekommen, als deren Ergebnis heute immer häufiger von der "neuen" Biotechnologie gesprochen wird, deren Möglichkeiten sich durch die Gentechnologie in bisher nicht bekanntem Ausmaß erweitert haben.

Obwohl der Schwerpunkt der neuen Biotechnologie eher im pharmazeutischen Bereich liegt, sind auch für den Nahrungsmittelsektor Auswirkungen zu erwarten. Sie beziehen sich sowohl auf die Optimierung von Starterkulturen, auf ein breiteres Angebot an Zusatzstoffen, auf neue Verfahrenstechniken als auch auf erweiterte Möglichkeiten zur Qualitätskontrolle.

Dem stehen erhebliche Bedenken von seiten der Bevölkerung gegen die Herstellung und Freisetzung gentechnisch veränderter Lebewesen gegenüber. Kaum geringer werden die Vorbehalte gegen den Einsatz von Enzymen oder Zusatzstoffen sein, die mit Hilfe gentechnisch veränderter Mikroorganismen produziert worden sind. Nicht zuletzt aufgrund des daraus erwachsenden Schutzbedürfnisses der Verbraucher/innen hat der Verbraucherausschuß beim Bundesernährungsministerium, daß in allen Bereichen, in denen die neuen Methoden direkt oder indirekt Einfluß auf Lebensmittel ausüben können, der Grundsatz gelten muß, daß eine Gefährdung oder Täuschung der Verbraucher ausgeschlossen sein muß. Dies soll besonders durch Verbraucheraufklärung, -information und Kennzeichnung der Lebensmittel sowie durch geeignete Zulassungsverfahren erreicht werden.

6. Literatur

- 1) W. Holzapfel und W.P. Hammes: Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Sonderheft 201: Biotechnologie in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, 1989, 47 - 64.
- 2) H.W. Dellweg: Biotechnologie. Weinheim, New York: VCH, 1987.
- 3) S. Notermans, K.J. Heuvelman und K. Wernars: Applied and Environmental Microbiology, 1988, 54, 531 - 533.
- 4) T. Hayami, N. Sato, T. Ichiryu, Y. Inoue, K. Murata, S. Kimura, M. Nonaka und A. Kimura: Agricultural and Biological Chemistry, 1989, 53, 2917 - 2922.
- 5) Anonym: Brauwelt, 1985, 125, 1657.
- 6) Anonym: Gordian, 1989, 43, 242.

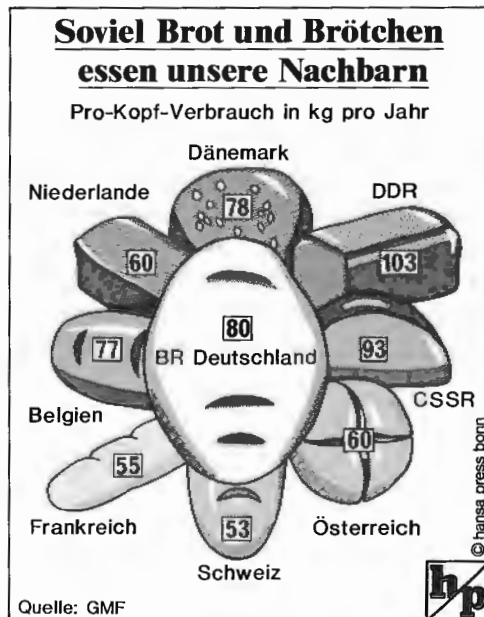
BACKWARENTRENDS IN EUROPA NACH 1992

W. Steller

Vereinigung Getreide-, Markt- und Ernährungsforschung e.V.
(GMF), Kronprinzenstr. 51, D-5300 Bonn 2

Getreide und Getreideprodukte sind weltweit die wichtigste Nahrungsquelle. Sie decken über die Hälfte des Energie- und Eiweißbedarfes der gesamten Weltbevölkerung. In Europa ist das allerdings nicht so hoch. Bei den einzelnen Produktgruppen der getreidegebundenen Lebensmittel finden wir zwischen den Staaten, aber auch innerhalb der Länder, z.T. große Unterschiede in den Verzehrsgewohnheiten.

Abbildung 1:



Während in den meisten Ländern der Brotverzehr etwa 60 bis 80 % des Gesamtverbrauches an Getreide ausmacht, entfällt z.B. bei den Italienern ein überproportionaler Anteil auf Teigwaren. Auch innerhalb der Länder zeigen sich erhebliche Differenzen in den Verbrauchervorstellungen und Verzehrsgewohnheiten. So liegt der Brotverbrauch in der Bundesrepublik beispielsweise in Schleswig-Holstein fast 20 % höher als in Bayern.

Tabelle 1:

Verbrauch von Getreideprodukten in kg/Kopf/1987

	BRD	Großbritannien
Brot und Brötchen	76	45,3
Haushaltsmehl	6	5,8
Reis und Nudeln	5	2,7
Feine Backwaren	11	13,8
Cornflakes, Müsli, Biokost	2	6,5
Gesamt	100	74,1

Quelle:

Flour Advisory Bureau, London/GMF 1988

1. BROT UND KLEINGEBÄCK

Die sogenannte Gesundheitswelle hat sich auf den Verzehr von Brot und Kleingebäck erheblich ausgewirkt. Ein wesentlicher Hintergrund für diese Entwicklung sind die vollwertig-alternativen Ernährungsformen. Beim Kauf alternativer Brote und Kleingebäcke steht in erster Linie der Wunsch nach gesunder, vollwertiger Ernährung im Vordergrund, daneben dominieren jedoch auch hier allgemeine Geschmacksaspekte als Kaufmotivation.

Tabelle 2:

Aus welchem Grund kaufen Sie "Biobrot?"

(Offene Frage, Mehrfachnennungen, Angaben in %)

Weil es ...

- gut/besser schmeckt	60
- herzhafter/nicht so pappig etc. schmeckt	2
- gesund ist	44
- die Verdauung fördert	15
- bekömmlicher ist	7
- gut/lange sättigt	7
- vollwertiger/höher im Gehalt an bestimmten Inhaltsstoffen ist	15
- ohne chemische/synthetische Zusätze ist	16
- gut für die Zähne ist	2
- länger hält	3
- aus Überzeugung, aus ideologischen Gründen	4

Quelle:

Der Markt für alternatives Brot, Bonn 1983

Die Angst vor chemisch-synthetischen Zusätzen prägt bislang in geringerem Umfang das Einkaufsverhalten, ebenso spielen "ideologische" Gründe als Einkaufsmotiv nur bei relativ wenigen Verbrauchern eine Rolle. Beim Einkauf alternativer Getreideprodukte dominiert eindeutig das Brot, gefolgt von Müsli und Brötchen. Feine Backwaren, Mahlerzeugnisse oder Teigwaren werden weniger häufig aus alternativem Angebot bezogen.

Einen vergleichbaren Trend im Nachfrageverhalten finden wir auch bei den sogenannten Körnerbroten und -brötchen. Modische Effekte bringen von Jahr zur Jahr andere "Spitzen" in Produktion und Nachfrage bei den Körnerbroten, aber auch bei der Verwendung von Ölsaaten. So hielt sich in der Bundesrepublik Leinsamen einige Zeit an der Spitze. Sonnenblumenkerne sind z.Zt. der "Renner". Es bahnt sich eine Dinkel- und Haferwelle an, die möglicherweise in zwei bis drei Jahren durch Hirse oder Reis abgelöst werden könnte. Welche Verbrauchervorstellungen im einzelnen solche Modetrends beeinflussen, läßt sich aus vorliegenden Marktuntersuchungen nicht schlüssig ableiten.

Landwirte, Müller und Bäcker hoffen hier auf Marktbedingungen, welche erheblich günstiger sind als bei Roggen- und Weizenmahlprodukten. In den Vereinigten Staaten hat sich ein Hafer-Boom durchgesetzt, der möglicherweise - wenn die Cholesterindebatte Europa in ähnlicher Form erfassen sollte - der haferverarbeitenden Lebensmittelwirtschaft bemerkenswerte zusätzliche Absätze bringen könnte - auf einem relativ hohen Preisniveau. Wie die Untersuchungen der GMF für die Bundesrepublik ergeben haben, betrug der Nettoanteil von Nicht-Brotgetreide/Ölsaaten etc. am jährlichen Pro-Kopf-Verbrauch von Brot und Brötchen (im Getreidewirtschaftsjahr 1988/89) 3,9 kg. Für das laufende Getreidewirtschaftsjahr werden wieder Zuwächse von etwa 20 % in diesem Sektor erwartet, die langsam auch zu Lasten der Vermahlung von Weizen und Roggen gehen. Das Argument, die "neuen" Körnerbrote und -brötchen würden weitgehend zusätzlich verzehrt, sollte daher neu überdacht werden.

Der in ganz Europa verbreitete Genußaspekt in den Verbrauchervorstellungen hat vor allem die romanischen, und hier sehr stark die französischen, Rezepturen für Brot und Kleingebäcke bei der Weißwarenherstellung verstärkt. Mediterrane Spezialbrote und -brötchen werden in West- und Nordeuropa recht erfolgreich und meist auch zu guten Preisen im Markt plaziert. Vor 15 Jahren mußte man in der Bundesrepublik oder in Dänemark fragen, welcher Bäcker backt Baguettes und Croissants? Heute lautet die Frage: Welcher Bäcker tut es nicht?

Insgesamt ist für die EG festzustellen, daß sich mediterrane Brotrezepte in Mittel- und Nordwesteuropa mehr durchgesetzt zu haben scheinen, als etwa Roggen- bzw. Schrotbrote im Süden oder Südwesten Europas.

Für Großbritannien ist neben der stark französisch orientierten Brot- und Gebäckwelle ein außerordentlicher Trend zu ballaststoffreichen Broten festzustellen, die im Jahre 1989 einen Anteil am Gesamtverzehr von 18 % erreicht haben. Das zeigt, daß neben dem Genußaspekt auch gesundheitlich geprägte Vorstellungen die Nachfrage des Verbrauchers stark prägen können.

Tabelle 3:

Brotverbrauch in Prozent der nachgefragten Menge in 1987

	BRD	Großbritannien
Ballaststoffreiches Brot	19,6	19,3
Weizenbrot	14,8	65,1
Weizenmischbrot	14,0	14,9
Roggenmischbrot	18,8	-
Roggenbrot	8,6	-
Spezialbrot	24,2	-

Quelle:

Flour Advisory Bureau, London/GMF 1988

2. FEINE BACKWAREN/DAUERBACKWAREN

Wenn man hier die Bandbreite von Kuchen unterschiedlicher Sorten über Feingebäck bis zu Dauerbackwaren betrachtet, dann ergeben sich - noch mehr als bei Brot - zwischen Schottland und Spanien ganz erhebliche Unterschiede. Auch die täglichen Mengen, die im häuslichen Verzehr, in der Konditorei und im Cafe in die Mägen der Verbraucher wandern, sind von Land zu Land recht unterschiedlich.

Eins kann man jedoch länderübergreifend feststellen (vor allem für die Bundesrepublik, Frankreich, das Vereinigte Königreich und die skandinavischen Länder): Für Feine Backwaren werden zunehmend Mehltypen verwendet, die früher nur ins Brot hineingewandert sind.

Abbildung 2:

Feine Backwaren/Dauerbackwaren
(europäische Marktentwicklung)

- Verzahnung von Dauer- und Feinbackwaren
(Frische Gebäcke bekommen längere Haltbarkeit, Dauerbackwaren höhere Exportraten)
- Kombination Genuß/Gesundheit
(Vollkorn, Körner, Früchte etc. verändern das Angebot)

Sogar Schrote und Vollkornmehle spielen hier eine gewisse Rolle. Fett und Zucker werden bei Feinen Backwaren vielfach zurückgefahren, Gewürze und andere Beimischungen dagegen häufiger verwendet.

Insgesamt sind die Kuchen- und Keksmärkte relativ stabil. Soweit es sich um Dauerbackwaren handelt, sind Im- und Exporte in den letzten 10 Jahren zum Teil erheblich gestiegen. Spezialitäten aus England und Schottland finden zunehmend Liebhaber im Mittelmeerraum, französische/belgische Spezialitäten haben einen beachtlichen Marktanteil in der Bundesrepublik erobert. Hier macht sich das grenzübergreifende Angebot auf dem "Gemeinsamen Markt" als Auslöser für den Wandel von Verbrauchervorstellungen bemerkbar: Das Bild des erwarteten Sortiments ändert sich.

Während früher beispielsweise die Haferspezialitäten weitgehend den Briten zugeordnet wurden (oder unbekannt waren!), findet heute Hafer in unterschiedlichen Verbreitungsformen in vielen Gebäcken Verwendung.

Eine neue Welle sind auch Cookies (Ursprungsland USA), die jetzt auch vorgefertigt-tiefgefroren in das Bake off hineinwandern und schon in manchen Großstädten an Rhein und Main, aber auch in London oder Amsterdam den französischen Spezialitäten (Croissants etc.) Konkurrenz machen.

3. BREAKFAST-CEREALS UND ANDERE GETREIDEPRODUKTE

Die sogenannte Biowelle, die Diskussion um eine vollwertige Ernährung, über Müslis, Weizen- und Haferflocken usw. ist erheblich mehr in den Blickpunkt der Öffentlichkeit gerückt als das noch vor fünf oder zehn Jahren der Fall war. Das gilt vor allem für Mittel- und Nordeuropa, aber auch für Teile von Frankreich, Italien, wo die Nachfrage in den letzten Jahren auf unterschiedlichem Niveau zugenommen hat. Auch extrudierte Produkte sind hier einzubeziehen, die jedoch sowohl in Amerika als auch in Europa bisher nicht den Markterfolg gehabt haben, wie das die Experten vor drei, vier Jahren angenommen hatten.

Was bringt das mengenmäßig? In den Ländern, wo das angebotene Brot- und Gebäcksortiment Schrot und Körner im breiten Umfang enthält, liegt der Cerealienverbrauch relativ niedrig, z.B. in der Bundesrepublik Deutschland. In Großbritannien beispielsweise greift man häufiger (auch durch historisch gewachsene Eßgewohnheiten bedingt) auf solche Produkte zurück und kommt damit auf einen Pro-Kopf-Verbrauch pro Jahr von etwa 5 bis 6 kg, der jedoch wegen des stark gestiegenen Anteiles von Schrot und Körnern im Brot nicht mehr nennenswert zu wachsen scheint.

Tabelle 4:

Breakfast Cereals

Marktentwicklung 1984 - 1989 in Mio. Dollar und Preisen von 1984

	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Frankreich	43	50	58	66	76	87
Italien	14	15	17	18	21	23
Großbritannien	675	697	711	725	738	750
USA	4350	4430	4515	4625	4705	4815
Bundesrepublik	102	113	124	133	144	157

Quelle:

Euromonitor, London

Neben der traditionellen Art von Schrot oder Flocken für den direkten Verzehr mit Milch, Fruchtsäften usw. wandern Cerealien - wie bereits dargestellt - auch in Brote und Gebäcke hinein (sowohl beim Bäcker als auch beim Selbstbacken der Hausfrau). Einen zunehmenden Bedarf haben auch die Hersteller von Riegeln, die bei einer Reihe ihrer Produkte den Schokoladen- und Zuckeranteil durch Cerealien in verschiedenster Form ausgetauscht oder ergänzt haben oder Cerealien auf ihre Produkte streuen. Diese Beispiele zeigen, daß manche Verbrauchervorstellungen auch historisch gewachsen sind: Die daraus resultierenden Eßgewohnheiten sind z.T. sehr stabil, werden zum anderen Teil

aber auch durch den Wandel anderer Lebensbedingungen (Stichwort: Außer-Haus-Verzehr!) überlagert.

4. TRENDS DER 90er JAHRE

Auf europäischer Ebene sind für die 90er Jahre vielfältige Veränderungen im Angebot und im Nachfrageverhalten bei Brot und Backwaren zu erwarten. Kleine und große Bäcker in allen Ländern schauen zunehmend über die Grenzen und in die Backstuben ihrer europäischen Kollegen. Marktexperten erwarten daher weniger, daß die Ex- und Importraten (außer bei Dauerbackwaren) steigen, sondern sie rechnen mit einem zunehmenden Austausch von Rezepturen.

Drei europaweite Trends werden hier erwartet, die sich aus unterschiedlichen Backtraditionen entwickelt haben. Besonders in Mitteleuropa sind sie heute schon deutlich erkennbar. Es wird erwartet, daß diese Entwicklung in den 90er Jahren eine noch stärkere überregionale Bedeutung erhalten wird.

Abbildung 3:

Europaweite Trends der 90er Jahre

- "Deutsch/skandinavischer" Trend: Gesundheit und Geschmack (Schrot- und Vollkornspezialitäten)
- "Französischer" Trend: Frische und Genuß (u.a. Baguettes, Croissants)
- "Mediterraner" Trend: Produkt mit Gastronomie- und Erlebnischarakter (Überbackenes, Eingebackenes wie Pizza, Pita etc.)

Mit dem deutsch-skandinavischen Trend nach dem Motto "Gesundheit mit Geschmack" werden Schrot- und Vollkornspezialitäten weit über die Grenzen der traditionellen Schwarzbrotländer hinaus Verbreitung finden.

Frische und Genuß verspricht der französische Trend, der Spezialitäten wie Baguettes und Croissants überall zu einem festen Bestandteil des Sortiments machen wird. Produkte mit Gastronomie- und Erlebnischarakter bringt der mediterrane Trend: Überbackenes und Eingebackenes (z.B. Pizza oder Pita) finden verstärkt ihren Weg aus der Gastronomie in den privaten Haushalt.

Nach vorliegenden Berechnungen für die Europäische Gemeinschaft wird bis 1995 insgesamt gesehen mit einem kleinen Plus bei Getreideprodukten für den Durchschnittsverzehr gerechnet. Die Berechnungen besagen auch, daß vollkorn- und ballaststoffhaltige Gebäcke noch weiter zulegen dürften, vor allem in der Bundesrepublik Deutschland, wo auf EG-Ebene die höchsten Zuwachsraten für den Verzehr von Getreideprodukten erwartet werden. Der allgemein weiter steigende Außer-Haus-Verzehr von Lebensmitteln dürfte den Austausch von Backrezepten mit starker Berücksichtigung des Convenienceaspektes weiter fördern. In den Vereinigten Staaten, aber neuerdings auch in Großbritannien und in der Bundesrepublik, fragen sich die Experten, ob die traditionellen Formen des Brotangebotes (Brotlaibe, Scheiben) noch weitere Zuwachsraten haben, oder ob andere Angebotsformen auch in Mittel-Europa "marktgängig" werden, z.B. Brottaschen, die mit Fleisch und Gemüse gefüllt werden, wie sie etwa in Südeuropa und den USA schon praktiziert werden.

Es ist auch zu fragen, ob die sich weiterentwickelnde Bio- und Umweltschutzdebatte mit ihren Auswirkungen auf ernährungsbezogene Verbrauchervorstellungen den in Mitteleuropa und den USA nachgewiesenen Trend zu einer erhöhten Verwendung von pflanzlichen Lebensmitteln im Allgemeinen und Getreideprodukten im Besonderen weiter steigen läßt. Ein Trend, der sicher auch durch ernährungsmedizinische Empfehlungen zum Brotverbrauch gestützt wird.

Abbildung 4:**Internationale Brot-Empfehlungen in Beispielen**

Bundesrepublik Deutschland: Täglich 300 g Brot essen

Großbritannien: Zusätzlich dunkles Brot verzehren

Schweiz: Mehr Brotgetreide als Eiweißquelle nutzen

Schweden: 6 - 8 Scheiben Brot pro Tag

Insgesamt sind die Märkte für Getreideprodukte in ihrer Entwicklung bis zum Jahre 2000 positiv zu sehen, wobei auch zunehmend Produkte interessant werden dürften, die von den traditionellen Mahlerzeugnissen auf Weizen- und Roggenbasis abweichen. Schätzungen gehen EG-weit dahin, daß zum Ende der 90er Jahre durchaus in einigen Ländern "nicht traditionelle Brotgetreide" sowie Ölsaaten und andere Zutaten in unserem Brot, in Feinen Backwaren, in Mehlmischungen, aber auch in vorgefertigten Cerealien eine Größenordnung erreichen könnten, die bei 10 % der Produktion der traditionellen Brotgetreidearten Weizen und Roggen liegt.

5. LITERATUR

beim Verfasser

CARROTS FOR HEALTH AND PLEASURE

T. Nilsson

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Horticulture
S-230 53 Alnarp

1. INTRODUCTION

Carrot is a cool weather crop grown round the world in temperate climates in spring, summer and autumn and as a winter crop in sub-tropical climates. In northern Europe and Canada carrots are harvested in the autumn and stored in refrigerated storage rooms for over-winter marketing. In the southern part of Europe, the crop is covered with straw in the autumn in order to avoid frost damage and regrowth. Harvest is then continued until spring.

The cultivated carrot has probably been derived from anthocyanin- containing forms of Daucus carota ssp. carota found in Afganistan. This purple-coloured carrot accompanied by yellow mutants devoid of anthocyanins spread westwards and

reached northwest Europe in the fourteenth century. About 1600 selection was initiated in The Netherlands to derive a more orange coloured type from the yellow. According to Banga (1979) all present varieties of the western carotene carrot have been developed from four closely related Dutch cultivars differing in earliness and size.

The movement of the carrot plant to northern latitudes has been accompanied by an important change in the photoperiodic reaction of the plant. Cultivars adapted to sub-tropical latitudes respond to the long Nordic summer-days by bolting before the root has thickened properly. Selections must therefore have favoured types with long-day tolerance and sensitivity to vernalization winter temperatures. The cultivars grown in northern Europe have a biennial habit (The wild form of Daucus carota L. found in Sweden is an annual.) and develop a storage root in the first year. After a quiescent winter-survival period an inflorescence develops in the second year. A hormone controlled rest period induced by short days and low temperature in the autumn seems not to be present but low temperatures will vernalize the growing point. Seed plants are also sensitive to low temperatures which may cause bolting in low bolting resistant cultivars.

2. GROWTH AND DEVELOPMENT OF THE CARROT TAP-ROOT

For carrots as well as most other root crops distribution according to size is important for the economical value of the

crop. At Wellesbourne, UK, Currah (1978) showed that 2/3 of the variation in root weight is caused by variation in seedling weight after emergence and only 1/3 of the variation is caused by competition effects. This spread in seedling weight can be derived from variation in seed size and umbel origin resulting in a considerable spread in time between sowing and emergence. As a consequence, plant to plant spacing within a row is of relatively lesser importance. Among other factors that may influence carrot seedling establishment are soil physical conditions, sowing depth especially in combination with soil moisture content and the amount of mineral fertiliser applied before sowing. Variation according to size is thus established at an early time of growth.

For fresh market carrots, consumer preferences are mostly related to freshness, size, shape, colour, taste and texture of the roots. As mean root weight is affected by plant density and harvest time and carbohydrate composition and carotene content are affected both by the time of sowing and harvest a suitable combination of sowing, plant density and harvest time should result in roots of desired size and composition (Nilsson, 1987a). However, the carrot root is carrying several special features well worth to consider and some of which I would like to outline below.

3. THE BUILT UP OF CARBOHYDRATES

Sweetness is an essential component for the culinary quality

of carrots and in most cultivars grown nowadays soluble carbohydrates make up one half of the dry matter content. Consequently, much attention have been directed to the accumulation of soluble carbohydrates in carrots. Steingröver (1983) divided the developmental period of a carrot plant into three distinct periods. In the first period no soluble sugars are stored. In the second period only reducing sugars are stored, and in the third period mainly sucrose is stored in the taproot. The results of Ricardo & ap Rees (1970) indicate that the shift to phase three probably takes place about 50 days from sowing which coincides with an increased sink strength of the taproot.

The presence of both acid and alkaline invertases in carrots and their role in the accumulation of soluble carbohydrates is evident from several investigations (Se: Nilsson, 1987a,b). Investigations carried out at our institute (Nilsson, 1987a) supports the assumption that accumulation of hexoses (fructose and glucose) ceases at an early stage of growth (Figure 1). However, this decline in the hexose content may not only be caused by a rapid reduction of acid invertase activity but is probably also a consequence of taproot growth diluting the hexose concentration. In the carrot taproot cell division and expansion continues during the whole growing period in the field (Hole et al., 1984) with a requirement of hexoses for growth and respiration. The smooth curves for fructose and glucose found in our investigations (Figure 1) indicate the

presence of a mechanism which operates independent of variation in growth rate of the root or current sucrose export from the foliage.

A diminishing acid invertase activity in the root seems to be the key that opens up for the onset of sucrose accumulation. A comparison between the curves for hexoses and sucrose reveals that the accumulation of sucrose over the whole growing period is much more influenced by environmental forces. As sucrose is the main transport sugar, it is reasonable to assume that the accumulation of sucrose is partly dependent on the current flow of assimilates from the foliage. Several investigators (Lester et al., 1982; Steingröver, 1983; Nilsson, 1987a) stress the absence of correlation between sucrose accumulation and dry matter content of the roots. The osmotic potential of the carrot taproot tissues is obviously well regulated and constant during the storage of sugars. The fact that the carrot root maintains an almost constant dry matter content over the growing period is an important feature and probably one reason for why the carrot retain it's succulent texture over the whole growing period. Lignification of the cell walls seems to be delayed until transition to floral development occurs.

4. STORAGE WITHOUT DETERIORATION

Today most carrots are stored in refrigerated stores at a temperature just above 0 oC and a humidity level approaching

saturation. Earlier it was not uncommon in Sweden to wash the roots free from soil before transport to the storage room. Washing caused mechanical damages and an increased distribution of soil borne pathogenes. The reason for washing was that most carrots were retailed clean and nice-looking in plastic bags. However, public opinion has changed and nowadays most consumers prefer unwashed carrots.

Storage at a temperature close to the freezing point of the roots is essential to minimise losses caused by wilting, rotting and regrowth. But the low temperatures will also vernalize the growing point of the root with a concomitant mobilization of storage carbohydrates. The theoretical length of the storage period is thus much dependent on the sensitivity of the cultivar to vernalizing temperatures and the suppressing effect from the storage conditions on regrowth and sprouting. Results from several investigations also indicate that the decline in resistance to infections over the storage period, a common experience to all carrot growers, is associated with a fall in levels of anti-fungal compounds present in the roots (Lewis & Garrod, 1983). In this connexion we cannot ignore that changes in carbohydrate composition may influence the ability of the pathogene to penetrate the senescening root tissue.

We therefore examined the changes in carbohydrate composition of carrot roots harvested early and late in the season over a

period of six months of storage (Nilsson, 1987b). During the first two months of storage, the sucrose content decreased with a concomitant increase of hexoses after which the sucrose/hexose ratio remained constant for the rest of the storage period (Figure 2). The same pattern was present independent of harvest time.

It is close to assume that this breakdown of sucrose is a result of either reactivation of (acid?) invertase or de novo synthesis of enzymes leading to a redirection of the carbohydrate metabolism as a consequence of the change to low storage temperatures (vernalization?).

The results indicate that this change in sucrose/hexose ratio was accompanied by decreasing acid invertase activity with an almost total absence of activity after the sucrose/hexose ratio had reached a constant level (Figure 3-4). This somewhat confusing result gave no support to a simple explanation as the activity of acid invertase was on the same level both before and after harvest. A change in the source-sink relationship within the plant as assimilates no longer are exported from the foliage to the root with a redirection of the metabolism is one possible explanation. But on the other hand, we cannot ignore a conceivable effect from the change to a low storage temperature.

In another investigation we compared the carbohydrate

composition in carrots chilled to 0.5 °C immediately after harvest with carrots chilled slowly at 10 °C (day 1-2), at 5 °C (day 2-4) and 0.5 °C from day 4. The hexose/sucrose ratio as well as the activities of both acid and alkaline invertases were uninfluenced by the rate of chilling (Figure 5). However in the slowly chilled roots the total amount of soluble sugars increased rapidly and remained on a higher level until 140 days of storage. The activity of phosphofructokinase, a key enzyme in the glycolytic pathway decreased during the first 50 days of storage but only in slowly chilled carrots (Figure 6). These confusing results indicate that the carbohydrate metabolism during carrot growth and storage is far more complicated than we expected with a pattern that differentiates from that earlier found in e.g. potatoes (Dixon & ap Rees, 1980). If it is true that chilling rate influences carbohydrate composition of carrots, greater attention should be directed to temperature effects in the range 0 -10 °C. Lowering the temperature seems not only lead to a drastic reduction in the rate of plant metabolism but can also lead to a substantial redirection of metabolism which may influence the overall quality of the produce.

5. COLOUR FOR HEALTH

Carotenes from vegetables and fruits are vitamin A precursors that contribute with about two-thirds of vitamin A in the world diet. Carrots contain 150-250 ppm carotene and are estimated to be a major source of carotene in the human diet

in Scandinavia.

In the carrot root up to six coloured pigments can be separated among which alpha and betacarotene are the main part. Provitamin A activity is about twice as high for betacarotene as for alpha carotene and the other carotenes showing provitamin A activity.

The importance of the carrot root as a source for provitamin A has resulted in a great number of papers dealing with the inheritance of carotenes as well as how the colour and carotene content are influenced by various growing amendments. Synthesis of carotene in the carrot root is temperature dependent. In our experiments (Nilsson, 1987b) we found a linear relationship between carotene content and degree days (>6 °C) from sowing to harvest which means that the synthesis and accumulation of carotene continues over the whole growing period (Figure 7). In fresh carrots the loss of carotenes during long term storage is low and stored carrots are thus a better source for provitamin A than spring-harvested carrots from southern latitudes.

During the last decade several researchers have reported about a protective effect of betacarotene against certain forms of cancer. Desirable daily intake of betacarotene for optimal chemoprevention of cancer is according to US National Cancer Institute 6 mg betacarotene (A. Bruce; personal comm.). Beside

the assumed preventing effect of carotenes, increasing amounts of fruit and vegetables in the diet will reduce the intake of fat and provide us with more dietary fibre, vitamin C and vitamin E.

The estimated annual consumption of carrots in Sweden is 6.1 kg pro capita equivalent to 17 gram/day. With an average carotene content of 250 ppm of which 70 % is in the beta-form the mean daily intake of betacarotene can be estimated to 3 mg - less than 50 % of the recommended value. Since we cannot expect that people in general will double their carrot consumption over one night, the new high carotene carrot populations bred at the University of Wisconsin, USA (Simon & Wolff, 1987) would be a more convenient way to secure an enhanced intake of carotene. If the assumed effect of carotene as a protective agent against cancer is real we must try new untraditional ways to increase the consumption of carrots.. Carrot chips (with a low amount of fat) could be an estimated snack-food - an ideal combination of health and pleasure.

REFERENCES

Banga, O. 1979. Carrot. In: Evolution of Crop Plants. (ed. N.W. Simmonds) pp 291-293. Longmans.

Currah, I.E. 1978. Plant uniformity at harvest related to variation between emerging seedlings. Acta Horticulturae 72, 51-68.

Dixon, W.L. & ap Rees, T. 1980. Carbohydrate metabolism during cold-induced sweetening of potato tubers. *Phytochemistry* 19, 1653-1656.

Hole, C.C., Thomas, T.H. & McKee, J.M.T. 1984. Sink development and dry matter distribution in storage root crops. *Plant Growth Regulation* 2, 347-358.

Lester, G.E., Baker, L.R. & Kelly, J.F. 1982. Physiology of sugar accumulation in carrot breeding lines and cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 107, 381-387.

Lewis, B.G. & Garrod, B. 1983. Carrots. In: *Postharvest Pathology of Fruits and Vegetables*. (ed. C. Dennis) pp.103-124. Academic Press.

Nilsson, T. 1987a. Growth and chemical composition of carrots as influenced by the time of sowing and harvest. *Journal of Agricultural Science (Camb.)* 108, 459-468.

Nilsson, T. 1987b. Carbohydrate composition during long-term storage of carrots as influenced by the time of harvest. *Journal of Horticultural Science* 62, 191-203.

Ricardo, C.P.P. & ap Rees, T. 1970. Invertase activity during

the development of carrot roots. *Phytochemistry* 9, 239-247.

Steingröver, E. 1983. Storage of osmotically active compounds in the taproot of *Daucus carota* L. *Journal of Experimental Botany* 34, 425-433.

Simon, P.W. & Wolff, X. Y. 1987. Carotenes in typical and dark orange carrots. *Journal Agriculture and Food Chemistry* 35, 1017-1022.

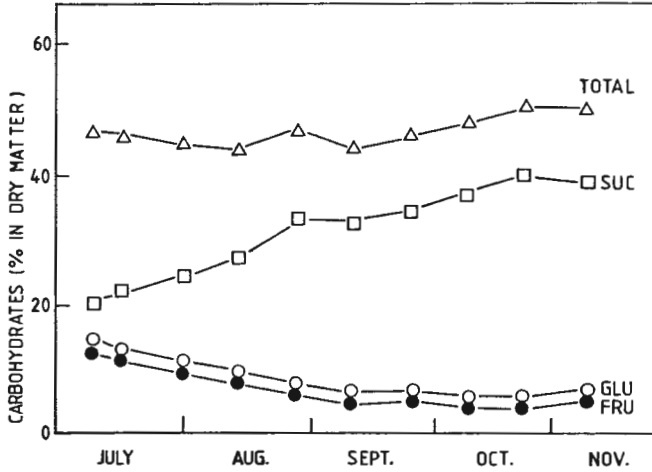


FIGURE 1. CHANGES IN THE CONTENT OF SOLUBLE CARBOHYDRATES IN CARROT TAPROOTS OVER THE GROWING PERIOD (NILSSON, 1987A)

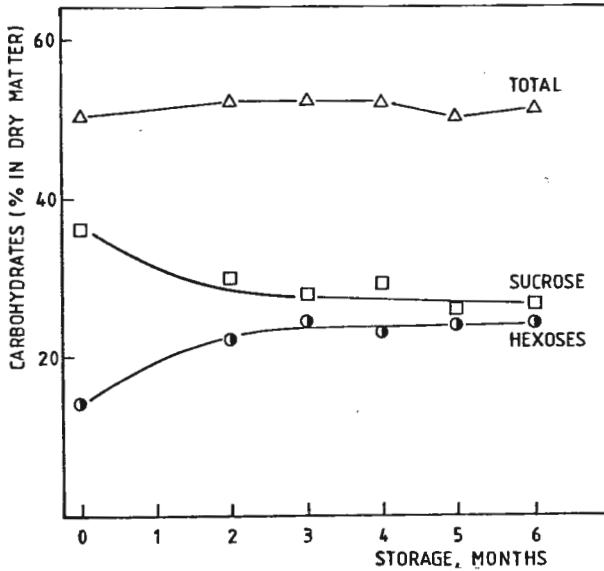


FIGURE 2. CHANGES IN CARBOHYDRATE COMPOSITION OF CARROT TAPROOTS DURING REFRIGERATED STORAGE AT 0 - 1 °C (NILSSON, 1987B).

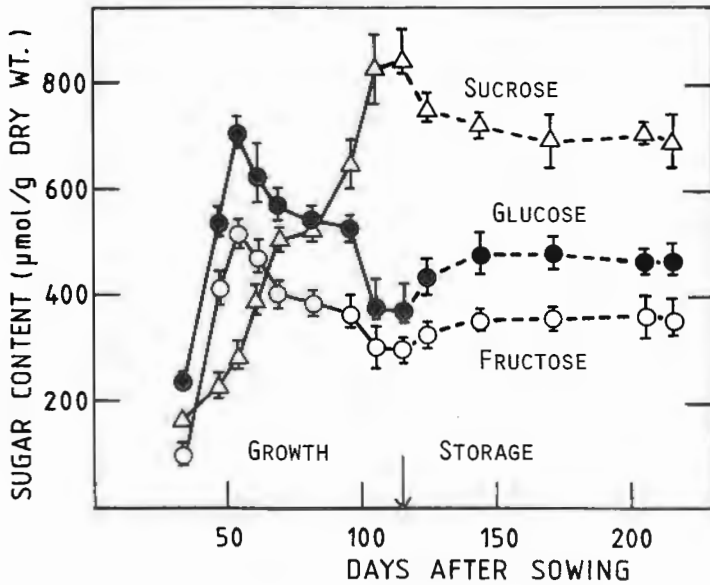


FIGURE 3.
 CHANGES IN THE CONTENT OF SOLUBLE CARBOHYDRATES IN
 CARROT TAPROOTS OVER THE GROWING PERIOD AND SUB-
 SEQUENT STORAGE AT 0.5 °C. THE HARVEST DATE IS
 INDICATED WITH AN ARROW. MEAN OF THREE SAMPLES AND
 THE S.E. (OLDÉN & NILSSON, UNPUBLISHED)

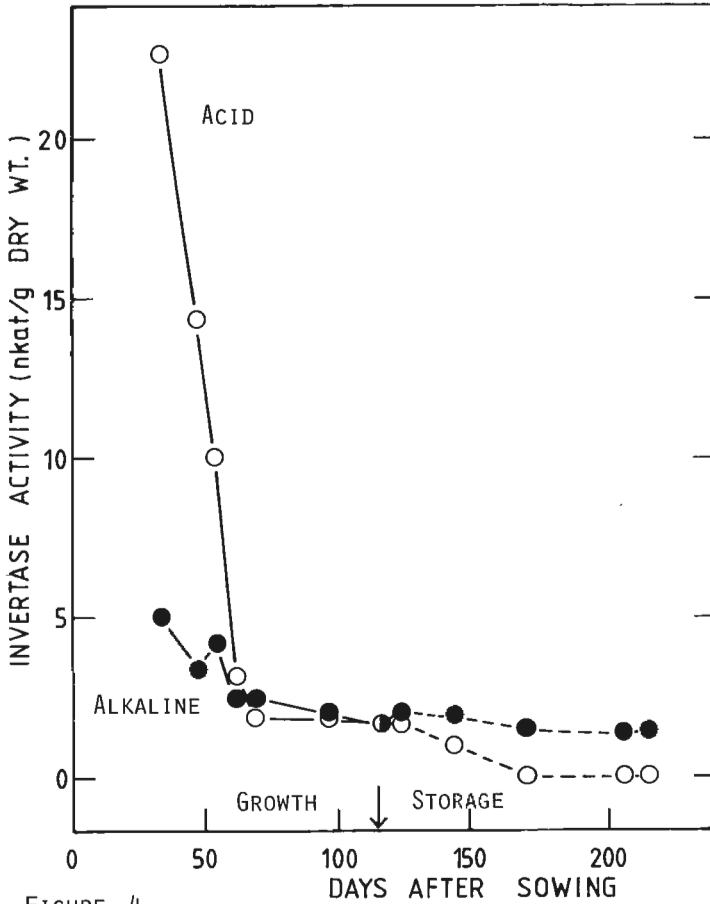


FIGURE 4.
 ACID AND ALKALINE INVERTASE ACTIVITIES IN CARROT
 TAPROOTS OVER THE GROWING PERIOD AND SUBSEQUENT
 STORAGE AT 0.5 °C. HARVEST DATE IS INDICATED WITH
 AN ARROW. (OLDÉN & NILSSON, UNPUBLISHED)

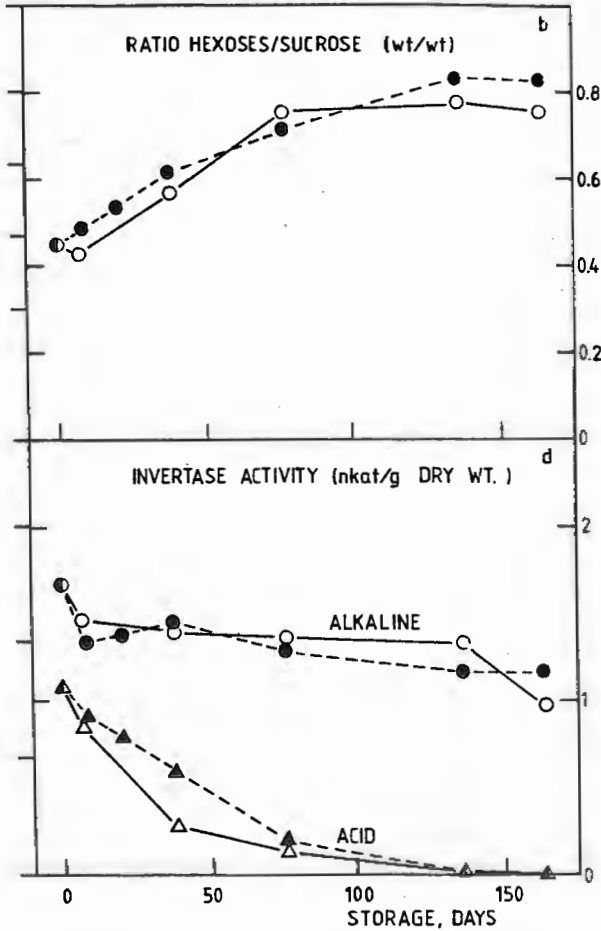


FIGURE 5.

EFFECT OF INITIAL STORAGE TEMPERATURES ON ENZYME ACTIVITIES AND CARBOHYDRATE CONTENT IN CARROT TAPROOTS

FILLED LEGENDS = SLOWLY CHILLED ROOTS (10°C DAY 0 - 2), 5°C (DAY 2 - 4), AND 0.5°C (DAY 4 - 160).

OPEN LEGENDS = NORMALLY CHILLED ROOTS PLACED AT 0.5°C FROM DAY 0.

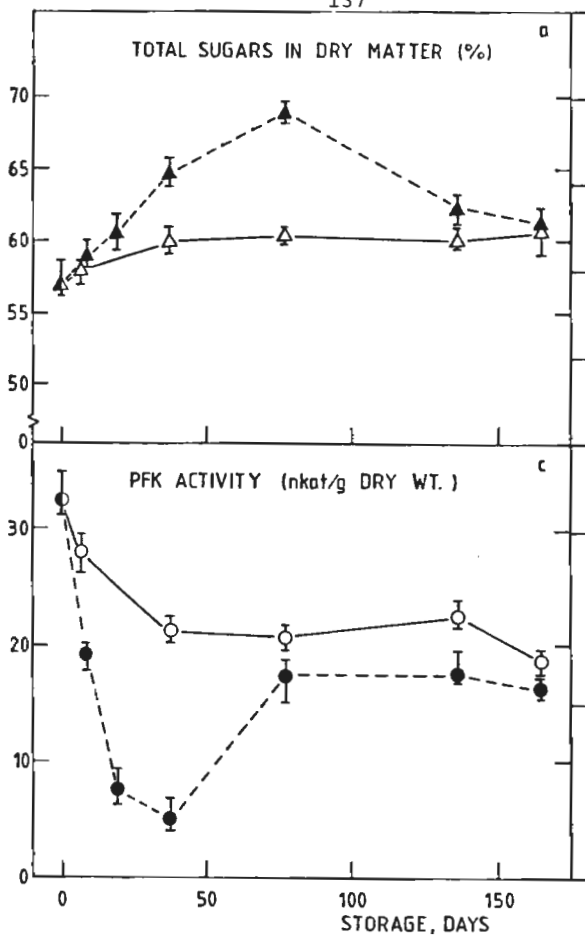


FIGURE 6.

EFFECT OF INITIAL STORAGE TEMPERATURES ON ENZYME ACTIVITIES AND CARBOHYDRATE CONTENT IN CARROT TAPROOTS

FILLED LEGENDS = SLOWLY CHILLED ROOTS (10°C DAY 0 - 2), 5°C (DAY 2 - 4), AND 0.5°C (DAY 4 - 160).

OPEN LEGENDS = NORMALLY CHILLED ROOTS PLACED AT 0.5°C FROM DAY 0.

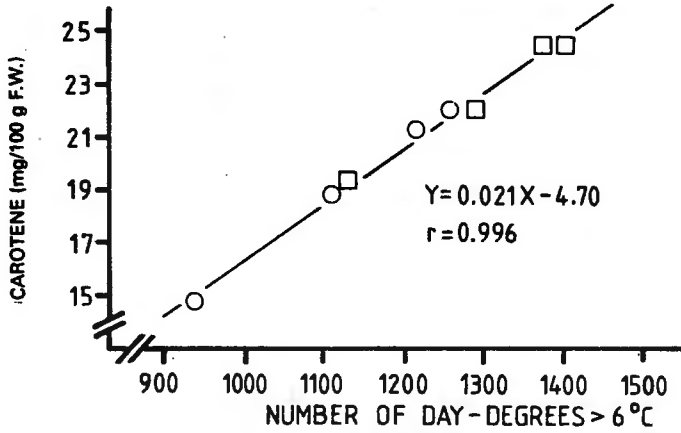


FIGURE 7. INFLUENCE OF THE NUMBER OF DEGREE DAYS $>6^{\circ}\text{C}$ FROM SOWING TO HARVEST ON CAROTENE CONTENT OF CARROTS
1979; 1980 (NILSSON, 1987B)

EINFLUSS DER VERARBEITUNG AUF ZUSAMMENSETZUNG UND WIRKUNG
VON KAROTTEN

W. Feldheim

Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde der
Universität Kiel, Düsternbrooker Weg 17/19, 2300 Kiel

1. EINLEITUNG

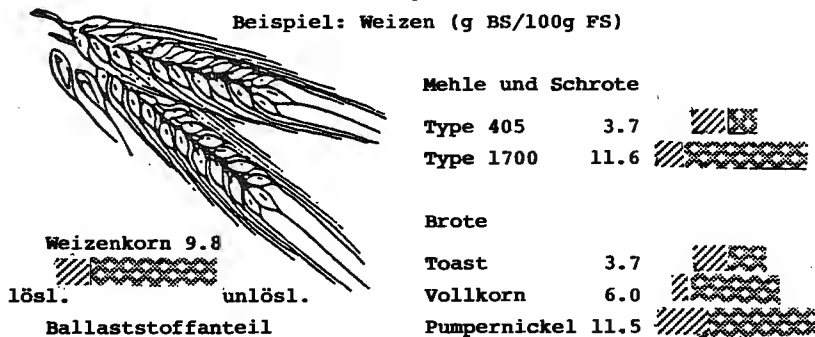
Nach einem aus dem 18. Jahrhundert stammenden Verzeichnis der zur Nahrung dienenden Pflanzen sollen die Möhren, wenn sie sehr jung gegessen werden, schwer zu verdauen sein und Magenbeschwerden und Blähungen verursachen. Trotzdem, so heißt es weiter, wird der Genuß derselben jedoch skorbutischen, strophulösen, schwindsüchtigen und mit Steinbeschwerden behafteten Patienten als nützlich empfohlen, indem sie eröffnende, harn-treibende, reinigende und nährende Eigenschaften besitzen. Der ausgepreßte und eingetrocknete Saft ist vorzüglich Kindern, die mit Würmern behaftet sind, auch solchen Personen dienlich, die an einem trockenen Husten leiden.

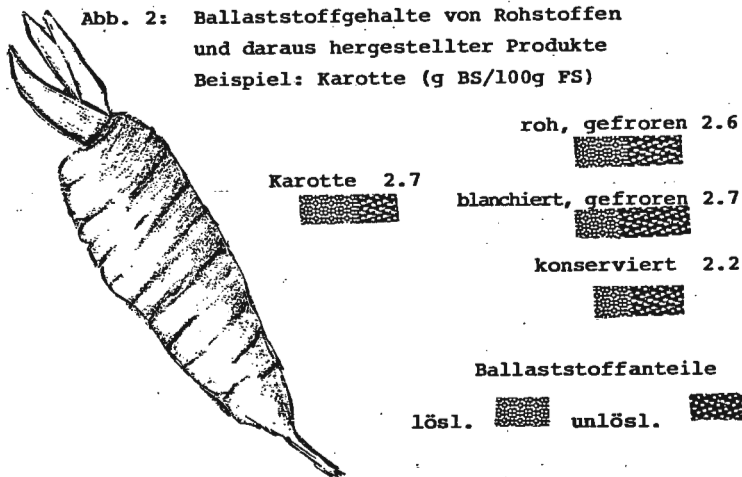
Uns interessieren hier die Blähungen und die eröffnende Wirkung, können wir doch annehmen, daß die Möhren und Karotten dieser Zeit noch sicher mehr Stütz- und Strukturgewebe, also Ballaststoffe, enthalten haben, als unsere heutigen Züchtungen. Man

sagt ja sonst Obst- und Gemüseballaststoffen auch nach, daß sie keine besonders ausgeprägten große stuhlbildende Wirksamkeit haben, wie man etwa den Getreideprodukten zuschreibt. Untersuchungen hierüber sind jedoch meistens mit Getreideerzeugnissen durchgeführt worden, da wegen des hohen Wasser- und geringen Ballaststoffgehalts der Gemüse diese Lebensmittel in großen Mengen als Kostbestandteil verzehrt werden müßten.

Der Grund für dieses unterschiedliche Verhalten könnte in der Zusammensetzung der Ballaststoffe liegen. Obst- und Gemüseballaststoffe sind weit besser fermentierbar als Getreideballaststoffe. Es ist auch bekannt, daß durch die Verarbeitung von Rohstoffen eine Veränderung des Ballaststoffgehalts und der Verhältnisse der einzelnen Ballaststoffkomponenten zueinander eintreten kann (Abb. 1 und 2).

Abb. 1: Ballaststoffgehalte von Rohstoffen und daraus hergestellter Produkte
Beispiel: Weizen (g BS/100g FS)





Die Ernährungsstudie, über die jetzt gesprochen werden soll, wurde mit 12 gesunden und nicht zur Verstopfung neigenden jungen Frauen durchgeführt (Studentinnen der Ernährungswissenschaft). Um jahreszeitliche Schwankungen der Wirkung auszuschalten, wurde die etwa 1 Jahr dauernde Untersuchung nach einem Latin Square Muster konzipiert. Es gab insgesamt 3 verschiedene Versuchsperioden, alle Probanden nahmen an allen Versuchsabschnitten teil. Die Grundkost war bei allen Personen einheitlich und ballaststoffarm. Diese Kostform wurde für sich als Kontrolle in einer 4. Versuchsperiode verzehrt.

Die Kost wurde in der Institutsküche zubereitet und genau abgewogen. Das Mittagessen wurde gemeinsam eingenommen, die Lebensmittelportionen für die anderen Mahlzeiten wurden mitgenommen und zu Hause verzehrt. Als Getränke waren nur Kaffee, Tee oder Mineralwasser erlaubt, über die Aufnahme wurde Protokoll geführt. Der Verzehr anderer Lebensmittel war nicht erlaubt, die zugeteilten Lebensmittel mußten vollständig verzehrt werden.

Jede Versuchsperiode dauerte 21 Tage, in den letzten 6 Tagen wurde eine Bilanzperiode durch Markierung mit einem Lebensmittelfarbstoff abgegrenzt. Alle zwischen den beiden Einnahmen verzehrten Lebensmittel und Getränke sowie der anfallende Stuhl und Urin wurden gesammelt, aufgearbeitet und für die Analyse eingefroren.

Bei der Kost handelte es sich um eine aus normalen Lebensmitteln bestehende Kombination, die sich alle 2 Tage wiederholte. Sie war in ihrem Energiegehalt dem Bedarf der einzelnen Personen angepaßt (Körpergewichtskonstanz) und wurde in jeder Periode unverändert verzehrt. In den 3 Perioden mit Karottenzusätzen wurden täglich Karottenmengen verzehrt, die einer zusätzlichen Ballaststoffaufnahme von 15 g pro Tag für alle Versuchspersonen einheitlich entsprach (Abb. 3).

Abb. 3: Karottenverzehr während der Versuchsperioden

Grundkost	Karottenverzehr (g/Tag)	Ballaststoffe, zusätzlich
ohne Karotten	-	-
mit rohen Karotten	575	15 g
mit blanchierten Karotten	508	15 g
mit Dosenkarotten	588	15 g

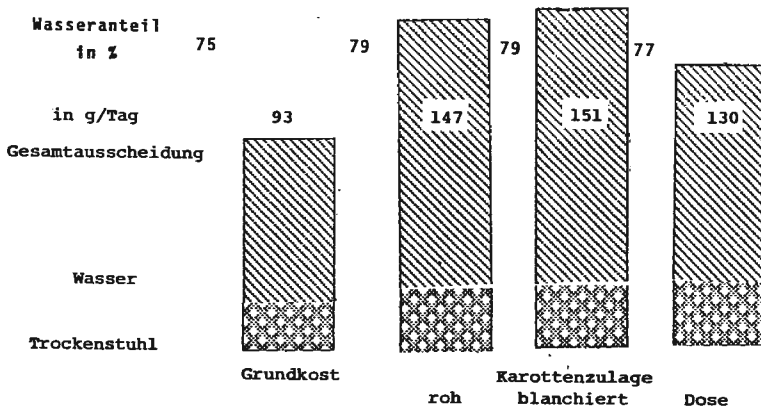
Die gegenüber der Kontrolle zusätzlich aufgenommene Energie der Karotten wurde in der Grundkost kompensiert, so daß die Versuchsperson in allen Versuchsabschnitten isokalorisch versorgt wurde.

Wir bestimmten bei den Versuchspersonen die Wasserstoffabgabe mit der Atemluft, und zwar von 1 Stunde vor dem Frühstück bis 6 Stunden nach der Karottenmahlzeit. Wasserstoff entsteht neben

anderen Gasen und kurzkettigen Fettsäuren bei der Fermentation der Ballaststoffe durch die Mikroorganismen im Dickdarm. Es sollte untersucht werden, ob zwischen der gemessenen Wasserstoffabgabe und der Höhe der Ballaststoffzufuhr bzw. der Fermentation oder der Ausscheidung nicht fermentierter Ballaststoffe im Stuhl irgendwelche Beziehungen bestehen. Außerdem wurde auch der Cholesterinspiegel im Blut bestimmt, da ja den Gemüseballaststoffen nachgesagt wird, daß sie den Cholesteringehalt im Blut senken.

2. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Abb. 4: Änderungen in der Stuhlausscheidung während der Untersuchung (n = 12)



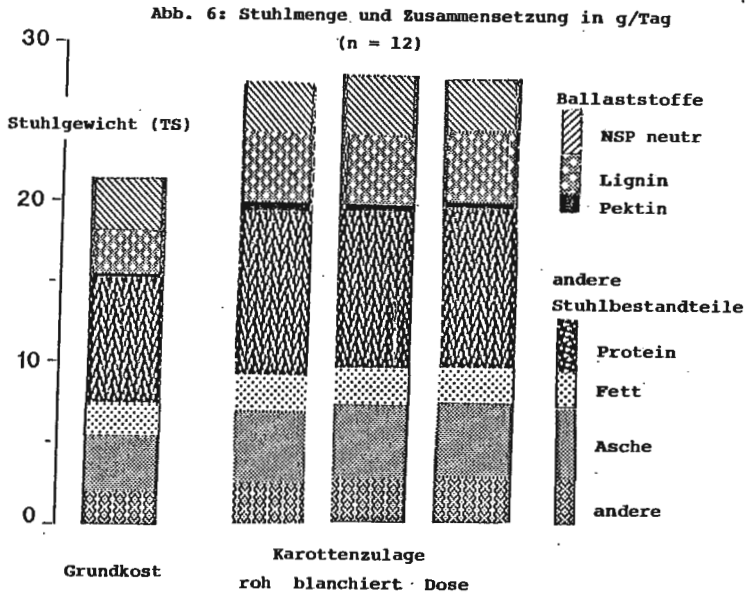
Die Änderungen in der Höhe der Stuhlmenge während der vier Perioden zeigt die Abbildung 4. Die Grundkost mit etwa 16 g Ballaststoffzufuhr entspricht der üblichen Ballaststoffaufnahme in der Bundesrepublik. Die hierbei auftretende Stuhlausscheidung liegt mit 93 g/Tag im üblichen Bereich, der mit 80-90 g Stuhl täglich angegeben wird. Durch die Karottenzufuhr tritt eine Erhöhung der Ausscheidung ein, die im Falle der rohen und blanchierten Karotten etwas höher ist als bei den Dosenkarotten.

Der Wassergehalt des Stuhls erhöht sich von 75 bis auf 79% und bleibt dabei auch im normalen Bereich. Der Gehalt an Trockensubstanz steigt von 21 g auf 27-28 g bei den Karottenzulagen an.

Abb. 5: Untersuchungen zur Fermentation der Ballaststoffe

	Grundkost	Karottenzulage		
		roh	blanchiert	Dose
Ballaststoffe in der Tageskost in g	16	31	31	31
Ballaststoffe im Tagesstuhl in g	6.1	8.1	8.1	7.8
Abbau in %	62%	74%	74%	75%
Wasserstoff-Index (aus der Fläche)	0.28	0.36	0.36	0.39

Bei den Untersuchungen über die Fermentation (Abb. 5) der Ballaststoffe wurde durch die Karottenzulage ein Anstieg auf das Doppelte der Ballaststoffzufuhr erreicht. Während von den 16 g Ballaststoffen der Grundkost 10 g fermentiert wurden, wurden bei Karottenzulage weit mehr Ballaststoffe fermentiert, etwa 23 g. Prozentual gesehen stieg die Fermentation damit von 62 auf bis zu 75% an. Auch die unter vergleichbaren Bedingungen gemessenen Wasserstoffausscheidungen in der ausgeatmeten Luft nimmt zu. Diese Befunde sind jedoch schwierig zu interpretieren, da eine ganze Reihe von Faktoren zu berücksichtigen sind und große individuelle Unterschiede vorliegen.



In der letzten Abbildung 6 sind die an der Stuhlzusammensetzung beteiligten Komponenten dargestellt, absolut und bezogen auf die Trockensubstanz. Die 2 g mehr ausgeschiedenen Ballaststoffe unter der Karottenzufuhr führen zu einer Vermehrung insbesondere des Pektinanteils sowie auch beim Lignin, wobei unter dem analytisch erfaßbaren Lignin auch andere unlösliche Bestandteile mit gemessen werden. Von den anderen Komponenten zeigt besonders der Proteinanteil eine Zunahme durch die erhöhte Ballaststoffzufuhr, prozentual gesehen ändert sich jedoch sehr wenig.

Das Cholesterin im Serum fiel während der Untersuchungsperiode um 11-19% ab. Da jedoch auch bei der Grundkost (Kontrolle) eine Abnahme um 12% beobachtet wurde, ist ein nur durch den Karottenzusatz ausgelöster cholesterinsenkender Effekt unwahrscheinlich.

Außerdem wurden Bilanzen für die Mineralstoffe Calcium und Magnesium und die Spurenelemente Zink und Eisen aufgestellt. Durch die Zulage der großen Karottenmengen traten keine Änderungen in den weitgehend ausgeglichenen Bilanzen dieser Elemente ein.

Es ist ziemlich unwahrscheinlich, daß jemand täglich über längere Zeit mindestens ein halbes Kilo Karotten verzehrt, um seine Ballaststoffzufuhr anzuheben. Trotzdem werden keine nachteiligen Einflüsse des hohen Karottenkonsums beobachtet. Auch zeigte sich kein meßbarer Einfluß der Verarbeitung der Karotten auf das Ballaststoffmuster und eine dadurch eventuell eintretende Veränderung der physiologischen Wirkung.

Anmerkung: Bei den Ergebnissen handelt es sich um eine vorläufige Mitteilung. Eine vollständige Beschreibung der Ergebnisse der vom Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde der Christian-Albrechts-Universität Kiel und vom Forschungszentrum Nestec Ltd. in Vers-chez-les-Blanc, Lausanne, durchgeführten Studie erfolgt an anderer Stelle.

BREEDING OF NEW BERRY SPECIES SUITABLE AS NATURAL FOOD COLOURS AND OTHER PRODUCTS

V. Trajkovski, M. Ugglå, K. Wahlberg, N. Jeppsson

The Swedish University of Agricultural Sciences
Balsgård - Department of Horticultural Plant Breeding
Fjälkestadvägen 123-1
S-291 94 Kristianstad

INTRODUCTION

In 1985 and 1986 breeding programmes were started at Balsgård with several bush fruit crops, which have received the attention of fruit breeders in the USSR since the end of war, but which hitherto have remained unexploited in Scandinavia. They include *Rosa* (for hip production), *Hippophae* (Sea buckthorn), *Lonicera* (Honeysuckle) and *Sorbus* (Rowan). The work at Balsgård is financially supported by the National Board of Technical Development and the processing industry. The main aim is production of varieties and modern growing systems for establishment of plantations with those species in Sweden.

All of these genera are suitable for production of natural food products and contain flavonoids (largely anthocyanins), carotenoids and vitamins which are of interest to European food processing or pharmaceutical companies which are increasingly coming under pressure from anti-toxicological legislation to replace synthetic colour additives with naturally occurring coloured plant pigments.

"Natural replacement for synthetic red dyes such as amaranth and synthetic yellow dyes such as tartrazine, are amongst the urgent priorities of the food industry. The use of natural plant pigments as food colouring additives is no longer a potential but very much a commercial reality. Their use in the European food industry is extensive and all classes of food are currently being produced containing such colours. Their application can only increase in the future." (C.F. Timberlake and B.S. Henry. Plant pigments as natural food colours. (In Endeavour. New series. Volume 10, No. 1, 1986)

ROSE HIP BREEDING

M. Ugglå

Rose hip cream is a popular dessert, unique to Sweden. However, the intire quantity needed for industrial production of rose hip (fruit) cream has to be imported since rose hips are not cultivated in our country.

In 1985 we started to work with rose hips at Balsgård. At the same time a close cooperation project was initiated with one of the largest producers of rose hip cream. The main objectives are the development of cultivars suitable for industrial processing as well as the development of growing systems for establishment of commercial plantations in Sweden.

Plant material

The processing industry is interested in a raw product with desirable rose hip aroma and good colour. This aroma is found only in species belonging to the section *Caninae*. The species which seem to be most promising for Swedish rose hip production are *Rosa dumalis* Bechst, *Rosa rubiginosa* L, *Rosa villosa* L., but also *Rosa canina* L., and *Rosa sherardii* L., are of potential value. The almost black hips of *Rosa pimpinellifolia* L. are of particular interest since they have high anthocyanidin contents..

Material from Sweden, Denmark and USSR are maintained in cultivation at Balsgård. In 1987 a new project was started at Balsgård: "Genetic variation in *Rosa* species suitable for commercial rose hip production", in order to provide important background information. For this project roses have been collected from natural habitats in Sweden, Denmark, Norway and Finland.

Since 1988 several selections have been propagated by soft wood cuttings and handed over to growers for large commercial test plantations at different localities in Sweden. The fields will be harvested by a blackcurrant harvester which works very well also for rose hips.

Fruit quality

The following analyses of quality are performed annually on superior selections

Ascorbic acid

The amount of ascorbic acid is measured in filtrate from 25 g rose hips (flesh and seeds) mixed with 100 ml 6% oxalic acid. 10 ml filtrate and 2 ml starch solution are titrated with 0.05 N iodinepotassium solution.

Rose hips (stored frozen before analyses) are rich in ascorbic acid and the concentrations varies between 390-560 mg/100 g and 770-1160 mg/100g in *R. pimpinellifolia* and *R. dumalis* respectively (Table 1).

Soluble solids, titrable acid and pH

50 g rose hips (flesh and seeds) are mixed with 100 ml distilled water. 0.04 g of pectinase is added to each sample which is incubated for two hours at 48-49 °C. Soluble solids are determined by refractometry and expressed as g/100 g. Titrable acid is determined by titration with 0.1 N NaOH to pH 8.1 and expressed as per cent of malic acid (Table 1).

The highest content of soluble solids is found in juice from frozen rose hips of *R. dumalis* (16.8-25,2%) and the lowest in *R. rubiginosa*, (17.9-21.6%). The pH varies between 3.6-4.5. The content of titrable acid is always low; 0.5-2.5.

Tab.1 Ascorbic acid (%), soluble solids (%), pHs and titrable acid (weight %) in frozen rose hips

Species	Ascorb.acid mg/100g	Soluble solids %	pH	Titr.acid weight %
<i>R.dumalis</i>	770-1160	16.8-25.2	3.6-4.0	1.4-2.5
<i>R.villosa</i>	490-1170	18.5-22.8	3.9-4.0	1.4-1.7
<i>R.rubiginosa</i>	560-890	17.9-21.6	3.9-4.1	3.9-4.1
<i>R.pimpinellifolia</i>	390-560	12.3-24.6	4.2-4.5	0.5-1.2

Anthocyanins

R. pimpinellifolia differ from the other species in their black fruits with high content of anthocyanins. Some individuals with high yield of rose hips and especially high content of anthocyanins have been selected.

Spectrofotometry and thin-layer chromatography identified cyanidin-3-glucoside and cyanidin-3.5-diglucoside. This result is in accordance with a previous report (1). At Balsgård we are investigating the possibility of using these substances as food colour additives.

Influence of harvest time on Rose hips quality

Quality factors possibly depending on harvest date have been studied in eight seedlings of *R. canina* and *R. pimpinellifolia* (Fig. 1). The content of ascorbic acid in *R. canina* reaches an optimum in September/October whereas in *R. pimpinellifolia* there is only a slight increase. The percentage of fruit flesh, soluble solids and titrable solids all increase during the growing season in both species (Fig. 1.). Detailed knowledge of this temporal variation is necessary when determining the optimum harvest time.

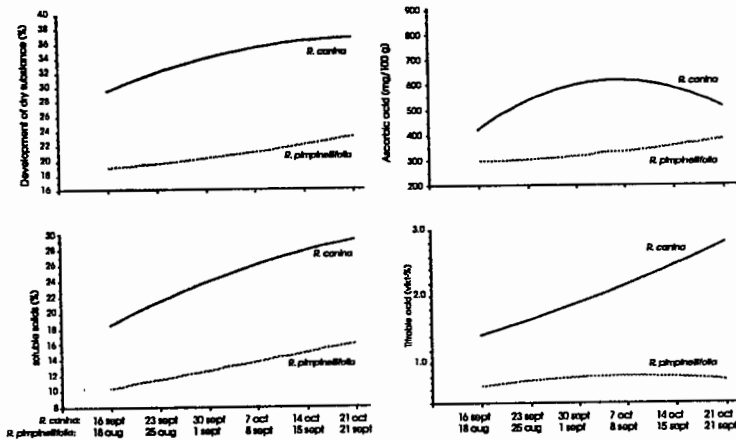


Fig. 1. Development of dry substance, ascorbic acid, soluble solids and titrable acid in *R. canina* and *R. pimpinellifolia*.

Work in progress

In 1989 a trial was planted in order to compare the effects of different levels of nitrogen and potassium on rose hip quality.

Rose hips also have a high content of carotenoids (2). We have just started to investigate the contents of carotenoids in different species. We also plan to separate the carotenoids in alpha- and beta-carotenoid.

SEA BUCKTHORN BREEDING

K. Wahlberg

Sea buckthorn, *Hippophaë rhamnoides* L grows wild in the northern parts of Sweden, especially along the coast and in river valleys. It is also used as an ornamental plant in parks and plantations.

Sea buckthorn has a very high nutritional value and in the old days fishermen and other natives by the coast used sea buckthorn as a vitamin C source against scurvy. Later on sea buckthorn has more or less been forgotten in Sweden as an edible fruit. After a study tour in the Soviet Union 1985, where Sea buckthorn has been bred and domesticated since the 30ies, Viktor Trajkovski considered the species so valuable that a breeding program was started a year later at Balsgård.

The aim of the project is to produce good varieties and suitable management techniques for commercial production and to define and extend the market in close cooperation with the food processing industry. Sea buckthorn is suitable not only for traditional products as juice, jam and marmalade but also as food colour additives and purified flavour substances. The berries also contain oils that are used by the pharmaceutical industry abroad.

Plant material and breeding

The plant material at Balsgård is both wild growing ecotypes, collected from the Nordic countries and cultivars from other countries. Crosses between Russian cultivars and wild growing northern ecotypes will hopefully combine good characters from both parents as big berry size, long pedicule and thornlessness from the foreign varieties and winter hardiness and high fertility from the Nordic ecotypes. The plants will also be selected for moderate growth and suitability for mechanical harvesting, a necessity for commercial production in Sweden.

Fruit quality

Sea buckthorn is a very wholesome berry. At Balsgård the berries are tested for some quality characteristics as ascorbic acid content, soluble solids, titrable acidity, pH in juice, juice quantity and the content of carotenoids. These results are shown in table 2.:

Tab. 2. Fruit quality of *Hippophaë rhamnoides*, analysed at Balsgård.

Ascorbic acid (mg/100 g)	108-469
Soluble solids (%)	9.4-11.8
pH in juice	2.45-3.00
Titration acidity(g/100 g)	2.82-5.16
Juice quantity (ml/100 g)	42-70
Carotenoids (mg/100 g)	5.0-20 0

Tab.3. Fruit quality of *H. rhamnoides* in literature.

Dry matter (%)	14.1-27.6	Kondrashov 1984 (8) Mekhtiev et.al. 1979 (11)
Protein (g/100 g)	1.20-2.09	Sousi et.al 1986 (10)
Sugar (%)	1.23-9.5	Kovalev 1973 (4) Tcharkova 1987 (7)
Oil (%)	2.8-9.20	Devjatin 1955 (3) Sousi et.al 1986 (10)
Carotenoids (mg/100 g)	3.4-37.3	Schaefer et.al (5) Kondrashov 1984 (8)
β -caroten (mg/100 g)	0.8-3.3	Feldheim & Jarmatz 1956 (9) Sousi et.al 1986 (10)
Vitamin C (mg/100 g)	16.9-1330.0	Devjatin & Obovskaja 1955 (3) Darmer 1947 (6)
Tocopherol (mg/100 g)	1.42-18.0	Tcharkova 1987 (7) Mekhtiev et.al 1979 (11)

The biochemical contents, as shown in table 3 varies a lot due to a very high variation in the species *Hippophaë rhamnoides*. There are 9 subspecies (12). The variation is also depending on the stage of ripening of the berries. At Balsgård studies on changes in substances connected with fruit quality during ripening have been done to find out the best harvest time. An optical scale was used to estimate the maturity of the berries. The results indicate that the contents of ascorbic acid decreases during ripening (figure 2). The result is in agreement of Rousi & Aulin (1977). The contents of carotenoids in the berries during ripening has been followed. The results are presented in fig. 3.

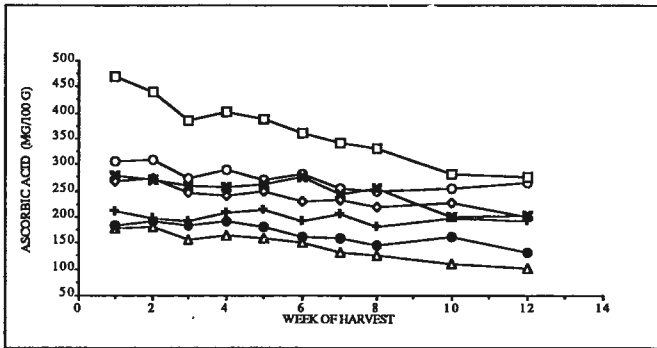


Figure 2. The changes in the content of ascorbic acid during ripening of seven genotypes. Week 1 = 31/8

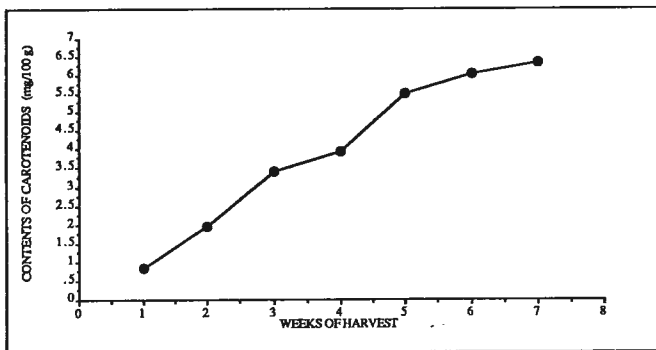


Figure 3. The changes in the contents of the carotenoids during ripening week 1 = 8/8

ROWANBERRY BREEDING

N. Jeppsson

In the project with alternative crops we have recently included the genus *Sorbus* with the main objectives to develop cultivars suitable for commercial plantations in Sweden. The genus *Sorbus* is represented by more than 80 different species through the northern hemisphere. The rowans are winterhardy and almost disease resistant. They often grow on poor soils on high altitudes. A lot of different species has been used in food production (14) in different countries. The fruits has been used in marmelades, jellies and jams as well as in bakery products. The juice has been used for production of cider, wine, liqueur and other beverages. The most common species in Sweden, *S. aucuparia*L., used for this purpose grows naturally all over the country.

Plant material

In our breeding program we have collected seeds from many different species from several institutes and botanical gardens including 40 different species. It is possible to make crosses between *Sorbus* and other genera within the Roseaceae as *Amelanchier*, *Aronia*, *Pyrus* and *Cotoneaster* to combine valuable characters.

Biochemical content

The fruits from different species differ in colour depending on their content of carotenoids and anthocyanins. There are white fruited species as well as yellow-, red- or purple fruited (15). The fruits also contain parasorbic acid (16), a commonly used food preservative. Other interesting components (tab.4) in the fruits are pectin substances which are used as auxiliary components, suspension stabilizers and emulsifying agents (17). The taste of rowanberries is known to be bitter or astringent but there are species and varieties that are more sweet-tasting. The fruits can be used as a source of natural colours as additive to food products.

When selecting promising individuals and candidates for new cultivars we study a lot of different characters as disease resistance, winter hardiness and high amount of pigments and other substances that can be used by food processing companies. The cultivars must be of shrubby growth habit so they can be harvested by machine. Machines developed for harvesting small fruited bushes are available.

Table 4. Biochemical content of the fruits of Rowanberries *Sorbus aucuparia*L..

Substance	Content	Source
Ascorbic acid	231-326 mg/100g	Fedorov 1972 (18)
Carotenoids	42.9-54.7 mg/100g	Fedorov 1972 (18)
Flavonols	152-251 mg/100g	Fedorov 1972 (18)
Parasorbic acid	400-700 mg/100g	Oster et.al. 1987 (16)
Pectin substances	10.6 %	Derenko and Suprunov 1979 (17)

The pigments are of primary interest. At the moment investigations has been started to identify the different anthocyanins and carotenoids in several species. Those investigations give us possibility to develop, in laboratory scale, new products for the processing industry.

BLACK CHOKEBERRY BREEDING

N.Jeppsson

The genus *Aronia* originate from North America but has been introduced to Europe and Asia due to its ornamental value and high yield of edible fruits. The growth habit is similar to blackcurrant (*Ribes nigrum*L.) so the berries can be harvested by machine. Looking for sources of natural colour additives for food processing, the fruits of *Aronia* seem to serve well.

Plant material

At Balsgård the work with *A. melanocarpa* seem very promising. In the breeding program the cultivars 'Viking', 'Nero' and 'Aron' and the variety *elata* have been included as well as the species *A. prunifolia*Rehd. The trials also include development of management techniques for future plantations. Mechanical harvesting will be tested. The plants are not susceptible to diseases and are very winterhardy.

Fruit quality

The fruits of *Aronia melanocarpa* contain high amounts of anthocyanins. Cyanidin-3-galactoside and cyanidin-3-arabinoside account for 93 % of the total anthocyanins (19). The colour of aronia juice is more stable than the juice of elderberry (*Sambucus nigra*L.) (20), which sometimes is used as a

natural food colour. The products made of *Aronia* has a very nice colour due to the high ratio between anthocyanins and browning' compounds. Stability of juice processed from fruits of three different cultivars of *A. melanocarpa* and fruits from *A. prunifolia* has been measured at Balesgård. The preliminary results indicate that there are differences in stability (tab.5). The variety 'Viking' shows the best values of both browning index (low tendency for browning) and difference in total optical density (Δ TOD) at storage in daylight at +20°C (63 % of the absorbance remain after 28 days).

Tab. 5. Browning index and Δ TOD after 28 days of storage of juice in +20°C compared to fresh juice. All values presented as per cent of original.

Specie/cultivar	Browning index (%)	Δ TOD (%)
'Aron'	500	45
elata	599	60
'Viking'	490	63
prunifolia	610	41

LITERATURE

- (1) Sobolewskaya, K., A., 1970. Chemical abstracts, Plant Biochemistry vol. 75. Nr 59777k
- (2) Razungles A., Oszmianski J. and Sapis J.-C., 1989, Journal of food Science 54:3 774-775
- (3) V.A.Devjatin. & D.A. Obodovskaja, Priroda, 1955, 44:9, p 101-102.
- (4) S.N.Kovalev, Sadovodstvo, 1973, No 8, p 30.
- (5) U.Schaefer et al, Erwerbsobstbau 28:4, 1986, p 108-110.
- (6) G.Darmer. 1947. Züchter, (17)/18, p 430-436.
- (7) T.F.Tcharkova. Oblepikha. 'Agropromizdat', Moskva, 1987, 32 p.
- (8) V.Kondrashov. Kul'tura oblepikhi f tsentral'nykh rajonakh RSFSR. Michurinsk, 1984, 33 p.
- (9) W.Feldheim. & E.Jarmatz. Vitamine und Hormone, 7:4, 1956, p 263-268.
- (10) S.W.Sousi et al. Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen 1986/87. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH. Stuttgart. 1986,
- (11) I.Kh.Mekhtiev et al. Azerbajcan SSR elmer akademijasynyn cheberleri. Biologikja elmleri serijasy, No 3, 1979, p 96-104.
- (12) A.Rousi. Ann. Bot. Fennici, 1971, p 177-227.
- (13) A.Rousi. & H.Aulin. Annales agriculturae Fenniae, 1977, p 80-87.
- (14) Koch, H.J. and Gerber, J. (1985) Gartenbau 32:11 339-340.

- (15) McAllister, H.A. (1986) Ness series I. Ness gardens, University of Liverpool botanical gardens.
- (16) Oster, U., Blos, I. and Rüdiger, W. (1987) Z. naturforsch. 1179-1184.
- (17) Derenko, S. and Suprunov, N.I. (1979) Chemistry of natural compounds (6) 686-688.
- (18) Fedorov, P.N. (1972) Referativnyi Zhurnal 8.55.680.
- (19) Oszmianski, J. and Sapis, J.C. (1988) Journal of food science 1241-1242.
- (20) Ptocharski, W., Zbroszczyk, J. and Lenartowicz, W. (1989) Fruit science reports Skierniewice (1) 41-50.
- (21) Fuleki, T. and Francis, F.J. (1968) Journal of food science 33 pp. 78-82.

**QUALITÄTSVERÄNDERUNGEN VON BLATTPETERSILIE
FÜR DIE TROCKNUNG WÄHREND KURZZEITIGER ZWISCHENLAGERUNG**

J. Weichmann und E. Bohrer

Lehrstuhl für Gemüsebau
Technische Universität München
8050 Freising-Weihenstephan

1. EINLEITUNG

Der Bedarf der Verarbeitungsindustrie an Petersilie hat in den letzten Jahren ständig zugenommen. Die Herstellung von getrockneten Petersilienblättern betrug in der BRD im Wirtschaftsjahr 1985/86 459 t und stand damit an erster Stelle der in der Bundesrepublik Deutschland insgesamt erzeugten Trockengemüse. Für die industrielle Verarbeitung werden vorwiegend glattblättrige Sorten verwendet (Fritz und Stolz, 1980). Krausblättrige Sorten sollen jedoch leichter zu trocknen sein (Krug, 1986).

Geerntete Blattpetersilie muß häufig bis zur Trocknung kurzfristig zwischengelagert werden. Auch die Transportdauer vom Feld bis zur Verarbeitungsanlage ist als Lagerdauer anzusehen. Welken der zarten und weitgehend transpirationsschutzlosen

Blätter ist dann verbunden mit weiteren Wertstoffverlusten. Die Aufbewahrungs- und Transporttemperatur spielt eine wichtige Rolle. *Cantwell* und *Richard* (1986) fanden bei Blattpetersilie einen 5,3fachen Anstieg der Atmungsintensität bei Temperaturerhöhung von 0 auf 10°C. Bei weiterem Erhöhen der Temperatur auf 20°C wurde ein 2,2facher Anstieg gegenüber 10°C gemessen. Dies bedeutet, daß die Veratmung von Kohlenhydraten bei 20°C etwa doppelt so hoch ist, wie bei 10°C. Aber auch alle anderen Stoffwechsellumsetzungen verlaufen bei höherer Temperatur schneller.

Für die Qualität von Petersilie ist der ätherische Ölgehalt von größter Bedeutung. Jedoch ist über den Einfluß einer kurzzeitigen Lagerung auf den Ölgehalt bisher nichts bekannt. *Engelke* (1974) beschäftigte sich mit Veränderungen von Vitamin C in gelagerter Petersilie. *Apeland* (1971) stellte einen Einfluß der Lagertemperatur auf die Farbe der Petersilie fest. Lagerung bei 0°C wirkte sich besonders gut farberhaltend aus. Bei 5°C wurde die Farbqualität sehr schnell verschlechtert.

Die unzureichenden Kenntnisse über Qualitätsveränderungen vor dem Trocknen und deren Auswirkungen auf die Qualität der getrockneten Petersilie waren Anlaß für unsere Untersuchungen.

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1. Lagerung

In einem vierfaktoriellen Lagerversuch wurde der Einfluß von Lagertemperatur, Lagerdauer, Einlagerungstermin und Sorte auf Qualitätsveränderungen untersucht. Die 4 Faktoren waren:

Faktor A: Lagerbedingungen (0°C im Kühllager, 18°C als simulierter Transport)

Faktor B: Lagerdauer (0, 1, 2 Tage)

Faktor C: Sorten ('Hamburger Schnitt', 'Trokana')

Faktor D: Erntetermin (Anfang Juli, Mitte August, Ende September)

Die Lagerung erfolgte mit vergleichbaren Mengen an Blattpetersilie in Plastikboxen mit jeweils 4 Wiederholungen. Die Varianten wurden zufallsgemäß in klimatisierten Räumen aufgestellt und mit Randboxen abgedeckt.

2.2. Trocknung

Die Warmlufttrocknung erfolgte mit einem zeitabhängigen Temperaturprogramm (Bohrer, 1989) mit jeweils 4 Wiederholungen. Nach dem Trocknen wurde in Blattspreiten- und Stengelan teil getrennt. Aus der Mischprobe der Blattspreite wurden 4 g entnommen und für die anschließende Destillation des ätherischen Öls eingesetzt.

2.3. Ätherisches Öl

Die quantitative Bestimmung des ätherischen Öls erfolgte in Anlehnung an die von Franz und Glasl (1974) beschriebene Methode (Bohrer, 1989). Nach Wasserdampfdestillation wurde die Ölmenge gravimetrisch ermittelt und das Öl gaschromatographisch in die einzelnen Substanzen zerlegt.

3. QUALITÄTSVERÄNDERUNGEN WÄHREND KURZZEITIGER ZWISCHENLAGERUNG

3.1. Veränderungen der frischen Petersilie

Schwund: Bei 18°C war der Gewichtsverlust der Petersilie im Mittel der Sorten und Lagerdauern hochsignifikant größer (10,3 %) als bei 0°C (6,5 %). Längere Lagerdauer hatte erwartungsge-

mäß höhere Gewichtsverluste zur Folge. Im Mittel der Behandlungen wurde nach 1 Tag 6,3 % und nach 2 Tagen 10,5 % Schwund gemessen. Die krausblättrige Sorte 'Trokana' verlor bei der Lagerung erheblich mehr an Gewicht als die glattblättrige Sorte 'Hamburger Schnitt'.

Tabelle 1: Schwund (%) von gelagerter Blattpetersilie

Sorte	Lagertemperatur °C	% Schwund nach Tagen	
		1	2
'Hamburger Schnitt'	0	4,4	7,2
	18	6,4	10,8
'Trokana'	0	5,6	8,9
	18	8,8	15,4
GD _{0,1} % = 2,6			

Unterschiedliche Einlagerungstermine (entsprechend unterschiedlichen Ernteterminen) hatten nur geringfügigen Einfluß auf den Gewichtsverlust.

TS-Gehalt: Der TS-Gehalt der Blattspreite wurde weder durch die Lagerdauer, Sorte, oder Einlagerungstermin beeinflusst. Auch bei der Lagertemperatur von 0°C wurde bei den kurzen Lagerzeiten keine gesicherte Veränderung des TS-Gehaltes festgestellt. Bei 18°C nahm bei der Sorte 'Hamburger Schnitt' der Trockensubstanzgehalt leicht ab.

Atherischer Ölgehalt: Mit zunehmender Lagerdauer nahm der Ölgehalt in der Frisch- und in der Trockensubstanz bei beiden

Sorten kontinuierlich zu. Bei 18°C war dieser Anstieg des Ölgehaltes größer, als bei 0°C.

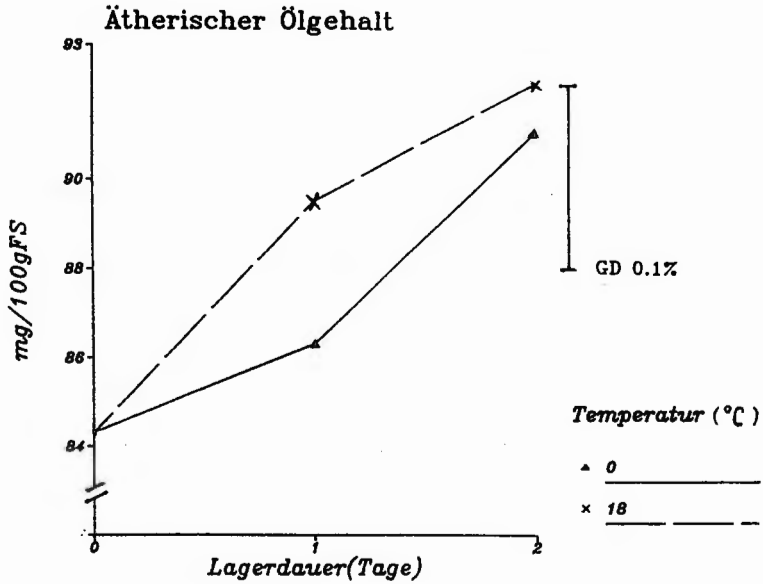


Abbildung 1: Ätherischer Ölgehalt (mg/100 g) in der Frischsubstanz gelagerter Blattpetersilie (Mittelwert aus Ernteterminen und Sorte)

Tabelle 2: Ätherischer Ölgehalt (mg/100 g) in der Trockensubstanz gelagerter Blattpetersilie (Mittelwert der Erntetermine)

Sorte	Lager- temperatur °C	ätherischer Ölgehalt in der TS		
		0	1	2
'Hamburger	0	452	461	508
Schnitt'	18	452	504	529
'Trokana'	0	579	588	609
	18	579	589	615

GD₅ x = 20; GD₁ x = 27; GD_{0,1} x = 35

Einzelsubstanzen im ätherischen Öl: Die Einzelsubstanzen im ätherischen Öl veränderten sich bei Lagerung sehr unterschiedlich, teilweise sogar je nach Lagertemperatur. Diese Veränderungen werden in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Tabelle 3: Relative Veränderungen der Einzelsubstanzen des ätherischen Öls von Blattpetersilie (als relative Gewichtseinheit) nach 2 Tagen Lagerung bei verschiedener Temperatur (Mittelwerte der Sorten, Erntetermine); relative Substanzmengen bei Ernte = 100.

Substanz	Lagertemperatur °C	
	0	18
Myrcen	92,4	91,2
β-Phellandren	95,3	102,1
Terpinolen + Nr. 5	110,7	76,2
Menthatrien	73,8	13,2
MIPB + Nr. 8	90,9	112,3
Nr. 9	116,7	112,5
Nr. 10 + Nr. 11	98,0	120,7
Nr. 12	110,1	133,3
Myristicin	87,2	84,9
Apiol	88,5	86,8
Nr. 18	90,0	114,0

Die Veränderungen waren in der Regel bei 18°C stärker als bei 0°C. Abnahmen wurden gefunden bei den Substanzen Myrcen, Menthatrien, Myristicin und Apiol. Zunahmen sowohl bei 0°C als auch bei 18°C stellten wir bei Substanz Nr. 9 und Substanz Nr. 12 fest. Unterschiedliche Veränderungen ergaben sich bei den beiden Temperaturen bei verschiedenen Substanzen. Während bei β-Phellandren, MIPB + Nr. 8, Nr. 10 + Nr. 11 und Substanz Nr. 18 bei 0°C Abnahmen auftraten, wurden bei 18°C Zunahmen errechnet. Nur bei Terpinolen + Nr. 5 wurde bei 0°C eine

Zunahme, bei 18°C dagegen eine Abnahme im Vergleich zu frischer Petersilie ermittelt. Durch Einsatz der Sniffing-Gas-Chromatographie wurden die einzelnen Substanzen sensorisch bewertet. Dabei roch 1,3,8-p-Menthatrien typisch nach Petersilie, 1-Methyl-4-iso-propenylbenzol und Myristicin petersilienähnlich. Deshalb wurden die Veränderungen dieser Substanzen detaillierter betrachtet.

Bei der Sorte 'Hamburger Schnitt' nahm 1,3,8-p-Menthatrien besonders stark ab, mit Ausnahme des Wertes nach 2 Tagen bei 0°C. In der Sorte 'Trokana' dagegen waren nach Lagerung bei 0°C immer noch hohe Gehalt dieser Substanz zu messen, nach Lagerung bei 18°C ebenfalls noch gut messbare Gehalt vorhanden (Tabelle 4).

Tabelle 4: Relative Veränderung von 1,3,8-p-Menthatrien im ätherischen Öl von Blattpetersilie (als relative Gewichtseinheit) nach unterschiedlicher Lagerung (Mittelwert der Erntetermine); relative Substanzmenge bei Ernte = 100.

Sorte	Lager- temperatur °C	Lagerdauer Tage	
		1	2
'Hamburger Schnitt'	0	0,6	78,5
	18	0,5	0,2
'Trokana'	0	73,0	68,8
	18	21,7	38,1

Die Substanzgruppe MIPB + Nr. 8 verhielt sich in beiden Sorten bei Lagerung gleich. Während Lagerung bei 0°C niedrigere Werte als frische Petersilie ergab, wurden bei 18°C deutliche Zunahmen berechnet (Tabelle 5).

Tabelle 5: Relative Veränderung von MIPB + Nr. 8 im ätherischen Öl von Blattpetersilie (als relative Gewichtseinheit) nach unterschiedlicher Lagerung (Mittelwert der Erntetermine); relative Substanzmenge bei Ernte = 100

Sorte	Lager- temperatur °C	Lagerdauer Tage	
		1	2
'Hamburger Schnitt'	0	90,1	89,1
	18	101,6	111,3
'Trokana'	0	91,5	98,5
	18	104,5	121,9

Myristicin nahm bei beiden Sorten und beiden Lagertemperaturen etwa gleich ab. Nach 2 Tagen Lagerung wurden teilweise sogar höhere Gehalte als nach 1 Tag Lagerung berechnet (Tabelle 6).

Tabelle 6: Relative Veränderung von Myristicin im ätherischen Öl von Blattpetersilie (als relative Gewichtseinheit) nach unterschiedlicher Lagerung (Mittelwert der Erntetermine); relative Substanzmenge bei Ernte = 100.

Sorte	Lager- temperatur °C	Lagerdauer Tage	
		1	2
'Hamburger Schnitt'	0	83,0	74,1
	18	84,0	86,6
'Trokana'	0	83,5	88,5
	18	83,0	82,1

3.2. Auswirkungen auf die getrocknete Petersilie

Ätherischer Ölgehalt: Der ätherische Ölgehalt in den getrockneten Petersilienblättern wurde von den Lagerbedingungen, die vor dem Trocknen der Blattpetersilie herrschten, mitbestimmt. Wurden die Blätter vor dem Trocknen bei 0°C gelagert, so war der ätherische Ölgehalt in den getrockneten Blättern höher als nach Lagerung bei 18°C. Auch die Lagerdauer vor dem Trocknen hatte einen Einfluß auf den ätherischen Ölgehalt. Je länger die Blätter vor dem Trocknen gelagert wurden, desto niedriger war der ätherische Ölgehalt in den getrockneten Blättern.

Ätherischer Ölgehalt

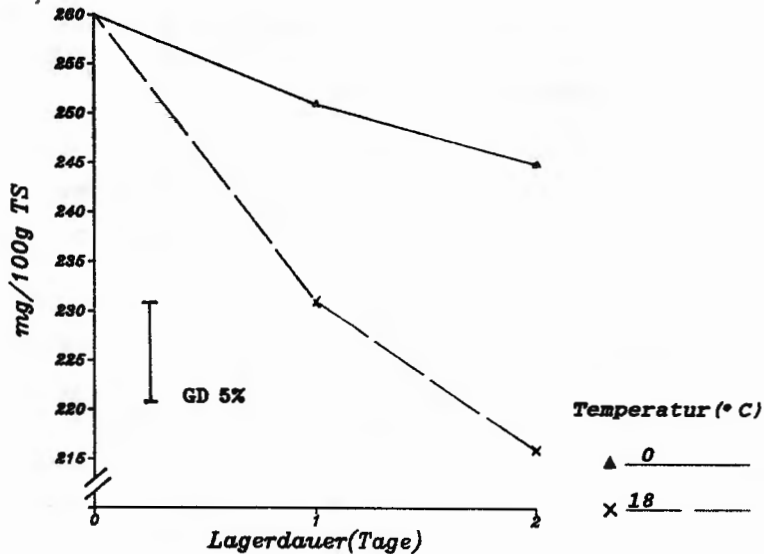


Abbildung 2: Ätherischer Ölgehalt (mg/100 g TS) getrockneter Blattpetersilie nach Lagerung der Rohware bei unterschiedlichen Lagerbedingungen (Mittelwert aus Sorten und Einlagerungsterminen)

Einzelsubstanzen im ätherischen Öl getrockneter Petersilie:

Bei Trocknung nahmen alle Substanzen im Vergleich zu frischer Petersilie ab, wobei diese Veränderungen (jeweils bezogen auf die relative Menge in frischer Petersilie) unterschiedlich waren. Wurde gelagerte Petersilie getrocknet, dann zeigten sich die Veränderungen während der Frischlagerung meist auch sehr deutlich im relativen Gehalt nach dem Trocknen.

Tabelle 7: Relative Veränderungen der Einzelsubstanzen des ätherischen Öls von Blattpetersilie (relative Gewichtseinheiten) durch Trocknung nach 0 und 2 Tagen Lagerung in frischem Zustand bei unterschiedlichen Temperaturen (Mittelwerte der Sorten und Erntetermine); relative Substanzmenge bei Ernte in frischer Petersilie = 100.

Substanz	getrocknet sofort nach Ernte	getrocknet nach 2 Tagen Lagerung bei °C	
		0	18
		Myrcen	27,4
β-Phellandren	32,2	25,8	25,9
Terpinolen + Nr. 5	41,7	41,4	29,6
Menthatrien	44,9	26,7	17,1
MIPB+Nr. 8	24,3	24,9	26,8
Nr. 9	33,3	25,0	33,0
Nr. 10 + Nr. 11	52,6	53,7	55,7
Nr. 12	69,8	82,9	76,7
Myristicin	41,6	37,8	28,7
Apiol	60,8	58,7	50,8
Nr. 18	24,0	14,7	18,0

Die als petersilientypisch riechende Substanz 1,3,8-p-Menthatrien nahm bei Trocknung besonders stark in der Sorte 'Hamburger Schnitt' ab. Bei der Sorte 'Trokana' waren, wie schon bei der Lagerung der frischen Petersilie beobachtet, die Veränderungen auch durch Trocknung wesentlich geringer (Tabelle 8).

Tabelle 8: Relative Veränderung von 1,3,8-p-Menthatrien im ätherischen Öl von Blattpetersilie (als relative Gewichtseinheit durch Trocknung nach unterschiedlicher Lagerung in frischem Zustand (Mittelwerte der Erntetermine)); relative Substanzmenge bei Ernte in frischer Petersilie = 100

Sorte	Lagertemperatur °C	Lagerdauer Tage		
		0	1	2
'Hamburger Schnitt'	0	8,6	18,9	13,1
	18	8,6	5,0	3,3
'Trokana'	0	109,2	50,7	52,2
	18	109,2	29,5	40,4

Die Veränderungen der Substanzgruppe MIPB + Nr. 8 wurde durch unterschiedliche Lagerung kaum beeinflusst (Tabelle 9).

Tabelle 9: Relative Veränderung von MIPB + Nr. 8 im ätherischen Öl von Blattpetersilie (als relative Gewichtseinheit) durch Trocknung nach unterschiedlicher Lagerung in frischem Zustand (Mittelwert der Erntetermine); relative Substanzmenge bei Ernte in frischer Petersilie = 100.

Sorte	Lagertemperatur °C	Lagerdauer Tage		
		0	1	2
'Hamburger Schnitt'	0	26,6	27,8	22,5
	18	26,6	23,6	28,5
'Trokana'	0	21,9	19,4	31,8
	18	21,9	23,9	26,9

Myristicin veränderte sich in der Sorte 'Trokana' stärker als in 'Hamburger Schnitt'. Hohe Temperatur während der Lagerung und längere Lagerung ergab bei beiden Sorten die stärksten relativen Abnahmen (Tabelle 10).

Tabelle 10: Relative Veränderung von Myristicin im ätherischen Öl von Blattpetersilie (als relative Gewichtseinheit) durch Trocknung nach unterschiedlicher Lagerung in frischem Zustand (Mittelwert der Erntetermine); relative Substanzmenge bei Ernte in frischer Petersilie = 100.

Sorte	Lagertemperatur °C	Lagerdauer Tage		
		0	1	2
'Hamburger Schnitt'	0	50,3	46,2	45,3
	18	50,3	43,0	37,5
'Trokana'	0	37,8	34,5	35,0
	18	37,8	31,7	25,1

4. DISKUSSION

Je länger Petersilie bei 0°C oder 18°C gelagert wurde, desto mehr nahm erwartungsgemäß das Gewicht ab. Diese Gewichtsverluste sind vorwiegend Wasserverluste, sie steigen mit zunehmender Lagerdauer nicht linear an. Der Wasserverlust von Blattpetersilie kann also mit einer von Lagerdauer und -temperatur abhängigen Funktion beschrieben werden. Dieses Ergebnis stützt also die Feststellung von *Kraxner* (1981), daß die Transpiration von Gemüse nach der Ernte keine Konstante ist, wie von *Van-den-Berg* und *Lentz* (1971) und *Robinson et al.* (1975) angegeben wird, sondern eine Funktion.

Der Wasserverlust nach Lagerung war bei den Blättern der krausen Sorte 'Trokana' beachtlich höher als bei den glatten Blättern der Sorte 'Hamburger Schnitt'. Diese Unterschiede lassen sich durch die morphologische Eigenart der Sorten erklären. Die größere Oberfläche der krausen Sorte gegenüber der glatten stellt eine größere Verdunstungsfläche dar. Nach *Apeland* und *Baugerod* (1969) ist die Transpirationsrate eines pflanzlichen Organs proportional zu dessen Oberfläche und dem Dampfdruckdefizit der Luft.

Während der Lagerung nahm der ätherische Ölgehalt zu und zwar bei 18°C stärker als bei 0°C. Ein Konzentrationseffekt als Erklärung für den Ölanstieg ist auszuschließen, da die Ölmenge auch bei Umrechnung auf die Trockensubstanz zunahm. Nach *Weichmann* (1974) laufen im Blattgemüse auch nach der Ernte noch eine Reihe von Stoffwechselprozessen ab. Möglicherweise findet dann auch noch eine Synthese des ätherischen Öles statt. *Merkel* (1972) gibt an, daß beim Lagern abgeschnittener Pflanzenteile der ätherische Ölgehalt generell zunimmt, und zwar sowohl durch enzymatischen Abbau gebundener ätherischer Öle als auch durch Neubildung als Folge des Stoffwechselgeschehens. Eine Zunahme des ätherischen Ölgehaltes während des Welkens und Trocknens beobachteten auch *Schwertfeger* (1978) in Pfefferminzpflanzen, *Flück* und *Fehrmann* (1947) bei Umbelliferen-Wurzeln und *Kraxner* und *Weichmann* (1980) bei Wurzelpetersilie. Diese Autoren schlossen ebenfalls auf eine de novo Synthese. Möglicherweise kommt es zu einer vermehrten Ölsynthese während der Lagerung dadurch, daß die in Folge beschleunigter Proteolyse stark ansteigenden Aminosäuren (*Schwertfeger*, 1978) vermehrt Prekursoren für die Synthese der Ölkomponenten darstellen.

Längere Lagerung der Blätter vor dem Trocknen hatte einen niedrigeren ätherischen Ölgehalt in den getrockneten Blättern zur Folge. Auch die Lagertemperatur war von entscheidender Bedeutung. Wurden die Blätter vor dem Trocknen bei 0°C gelagert, so war der ätherische Ölgehalt in den getrockneten Blättern höher als in den Blättern, die vor dem Trocknen bei 18°C gelagert wurden. Möglicherweise erfolgt nach der 0°C-Lagerung während der Aufwärmung des gekühlten Blattmaterials auf die Trocknungstemperatur in einem bestimmten Temperaturbereich noch eine Ölsynthese, wodurch ein Teil des Verlustes beim Trocknen kompensiert wird. Oder aber, es kommt bei höherer Lagertemperatur zu Zellläsionen im Blattgewebe, die beim Trocknen zu einem schnelleren und stärkeren Entweichen des ätherischen Öles aus dem Blattgewebe führen.

Die bei der Lagerung beobachteten Gehaltsveränderungen der Ölkomponenten waren abhängig von Lagertemperatur und Lagerdauer. Die petersilientypisch riechende Substanz 1,3,8-p-Menthatrien war vor allem nach 2 Tagen bei 18°C stark vermindert, während bei den im Chromatogramm nachfolgenden Substanzen deutliche Zunahmen nach 2 Tagen bei 18°C festzustellen waren. *Hartmann* (1986) konnte bei seinen Untersuchungen zur Thermostabilität der ätherischen Ölzusammensetzung von Blattpetersilie beobachten, daß bei Lagerung des extrahierten Petersilienöls bei 20°C alle leichter flüchtigen Verbindungen bis hin zum Menthatrien wesentlich schneller abnahmen, als bei niedrigerer Temperatur. Für Myristicin und Apiol ergab sich kein bedeutender Einfluß der Temperatur. Dies ist übereinstimmend mit unseren Ergebnissen.

Die unterschiedlichen Lagerbedingungen der Rohware vor dem Trocknen wirkten sich auch auf die Gehalte einiger Ölkomponenten aus. Ganz deutlich war festzustellen, daß bei entsprechenden Abnahmen bereits vor dem Trocknen auch

besonders geringe Gehalte nach dem Trocknen wiederzufinden waren.

Die Ergebnisse zeigen, daß beste Qualität getrockneter Blattpetersilie dann erzielt wird, wenn die geerntete Rohware sofort verarbeitet wird. Lagerung bei höherer Temperatur ist in jedem Fall zu vermeiden, da dann besonders niedrige Ölmenge nach dem Trocknen und besonders geringe Gehalte der wichtigen Substanzen festgestellt werden müssen.

5. ZUSAMMENFASSUNG

- 5.1. Kühlagerung (0°C) hatte geringeren Schwund zur Folge, als höhere Lagertemperatur (18°C).
- 5.2. Verschiedene Lagerbedingungen beeinflussten den Trockensubstanzgehalt nur geringfügig.
- 5.3. Der ätherische Ölgehalt nahm mit zunehmender Lagerdauer zu. Bei simulierten Verkaufsbedingungen war die Ölzunahme in der Tendenz stärker als bei Kühlagerung. Kurzzeitige Lagerung der Rohware vor dem Trocknen hatte eine Abnahme des ätherischen Ölgehaltes in den getrockneten Blättern zur Folge. Dabei bewirkte höhere Lagertemperatur einen größeren Verlust an ätherischem Öl als Kühlagerung.
- 5.4. Die Menge der Einzelsubstanzen des ätherischen Öls veränderte sich beim Lagern je nach Lagertemperatur unterschiedlich. Während bei Menthatrien bei höherer Lagertemperatur eine starke Abnahme festgestellt wurde, nahmen die Substanzen MIPB + Nr. 8 sowie die im Chromatogramm nachfolgenden Substanzen (bis zu Substanz

Nr. 12) deutlich zu. Die Substanz Myristicin war nach Lagerung bei beiden Temperaturen nach 2 Tagen etwa in gleicher relativer Menge vorhanden.

- 5.5. Die Veränderungen der Einzelkomponenten im ätherischen Öl während der Lagerung wurden entsprechend nach dem Trocknen festgestellt.

6. LITERATUR

1. J. Apeland, Acta Hort., 1971, 20, 43.
2. J. Apeland und H. Baugerod, Acta Hort., 1971, 20, 92.
3. L.v.d. Berg und C.P. Lentz, Can. Inst. Food. Technol. J., 1971, 4, 143.
4. M.E. Bohrer, Diss. TUM, 1989.
5. M. Cantwell und M.S. Reid, UC-Issue, 1986, 58, 1.
6. H. Engelke, Diss. Univ. Bonn, 1974.
7. H. Flück und W.F. Fehrmann, Pharm. Act. Helv., 1947, 22, 297; 489.
8. Ch. Franz und H. Glasl, Qual. Plant., 1974, 24, 175.
9. D. Fritz und W. Stolz, Erwerbsgemüsebau, 1980.
10. G. Hartmann, Diss. TUM, 1986.
11. U. Kraxner, Diss. TUM, 1981 .
12. U. Kraxner und J. Weichmann, Acta Hort., 1980, 116, 47.
13. H. Krug, Gemüseproduktion, 1986.
14. D. Merkel, Riechstoffe, 1972.
15. J.E. Robinson et al., Ann. appl. Biol., 1975, 81, 399.
16. E. Schwertfeger, Qual.Plant., 1978, 28, 147.
17. J. Weichmann, Landw. Forschung, 1974, SH 30, 106.

ZUCHTZIEL 'NITRATARMUT' BEI RADIES FÜR DEN WINTERANBAU

H.D. Junge & S. Handke

Bundesforschungsanstalt für gartenbauliche Pflanzenzüchtung
Bornkampsweg 31
D-2070 Ahrensburg

1. EINLEITUNG**1.1 ZÜCHTUNG AUF NITRATARMUT**

Vieelfältige Faktoren beeinflussen die Nitratspeicherung in pflanzlichen Organismen (vergl. SCHEMA 1). Hohe Nitratgehalte, die ein potentiellcs Gesundheitsrisiko darstellen [PREUSSMANN, 1983], lassen sich zum Erntezeitpunkt in "nitrophilen" Gemüsearten (wie z.B. Salat, Spinat, Rote Rüben oder Radies) nicht immer vermeiden. Vor allem Produktionsbedingungen, bei denen hohe N_{min} -Werte im Boden und/oder schlechte Lichtverhältnisse auftreten, wirken sich ungünstig auf die Nitratbilanz der Pflanzen aus. Der Anbau von Sorten mit verminderter Nitratakkumulation könnte - wenn verfügbar - als Puffer gegen Störeinflüsse während der Vegetationsperiode dienen und zur Verbesserung der inneren Qualität des Gemüseerzeugnisses beitragen.

ABHÄNGIGKEIT DER NITRATKONZENTRATION IN PFLANZEN
FAKTOREN MIT WECHSELWIRKUNGEN

- **PFLANZENART**
 - Pflanzenteil
 - Genotyp
 - Morphologie
 - Physiologie (N-Metabolismus und ?)
 - **ENTWICKLUNGSBEDINGUNGEN**
 - Stadium (Alter)
 - Ernährung
 - N-Angebot (-Verfügbarkeit)
 - Klima
 - Temperatur
 - Licht (Intensität, Photoperiode)
-

SCHEMA 1 [JUNGE & HANDKE, 1989]

Die erfolgreiche Nutzung des genetischen Potentials innerhalb einer Gemüseart für die Züchtung, d.h. zur Entwicklung nitratarmer Varianten, stellt bestimmte Anforderungen an das züchterische Basismaterial: Unterschiedliche Ausprägungen des quantitativen Merkmals "Nitratakkumulation" müssen vorhanden und sicher erkennbar sein, s. SCHEMA 2.

NUTZUNG NITRATARMER VARIANTEN IN DER ZÜCHTUNG
VORBEDINGUNGEN

- **VARIABILITÄT** in der *Nitratakkumulation*
 - Unterschiede zwischen Sorten,
 - innerhalb von Populationen;
 - ausreichende **HERITABILITÄT** des Merkmals '*Nitratakkumulation*';
 - geeignete **SELEKTIONSKRITERIEN**.
-

SCHEMA 2 [JUNGE & HANDKE, 1989]

1.2. RADIES ALS MODELLOBJEKT

Wegen der zahlreichen Faktoren und Störgrößen, die auf den Nitratgehalt in Pflanzen einwirken und die Evaluierung von Zuchtmaterial erschweren, fanden Konzepte zur Züchtung auf Nitratarmut nur zögernd Eingang in die Praxis [REININK, 1988; van NES & GROENWOLD, 1989]. Untersuchungen an Radies haben eine gewisse Pionierrolle gespielt; hier bestehen Projekte seit einigen Jahren bei einer niederländischen Arbeitsgruppe [NIEUWHOF & GIEZEN, 1988] bzw. an der BFA Ahrensburg [JUNGE & HANDKE, 1986].

Die Wahl von Radies - mit der speziellen Anbaueignung für die Unterglaskultur im Winter - als Testmodell beruht bei uns u.a. auf folgenden Überlegungen und Erkenntnissen (vergl. auch weiter unten):

- Die in der Praxis auftretenden Anbauverhältnisse (Lichtmangel, hohe N_{min} -Gehalte in Gewächshausböden) fördern die Nitratspeicherung in den Pflanzen dieser nitrophilen Art. Einzelne Knollen können während der Winterkultur sehr hohe Nitratwerte (über 10.000 mg NO_3^- /kg Frischmasse) mit entsprechendem Gesundheitsrisiko erreichen.
- Unterschiede im vorhandenen Sortenspektrum bezüglich der mittleren Nitratgehalte deuten auf die züchterische Nutzungsmöglichkeit von genetischen Faktoren hin, die an der Stickstoffumsetzung bzw. -speicherung beteiligt sind.
- Zur Bewertung des Materials bzw. Selektion lassen sich Einzelpflanzen mit definiertem Entwicklungszustand (= Knollendurchmesser von 20 mm) ernten, in großer Zahl relativ schnell untersuchen (Extrakte von Knollenhälften mit der ionensensitiven Elektrode) und anschließend die verbleibenden Pflanzentelle für züchterische Zwecke weiterkultivieren.

Eine Übersicht über das gesamte Modellvorhaben 'Radies' an der BFA Ahrensburg gibt SCHEMA 3; im vorliegenden Beitrag sollen daraus nur Ergebnisse von Experimenten im Gewächshaus behandelt werden.

GIEZEN, 1988; NIEUWHOF, 1989.) Aus dem Beispiel (ABB. 1) wird bei den Sorten auch die starke Abhängigkeit der Nitratakkumulation vom Aussaat- bzw. Erntezeitpunkt ersichtlich. Die Sortenunterschiede verwischten sich an den späteren Ernteterminen, als bessere (Licht-)Bedingungen für das Pflanzenwachstum herrschten.

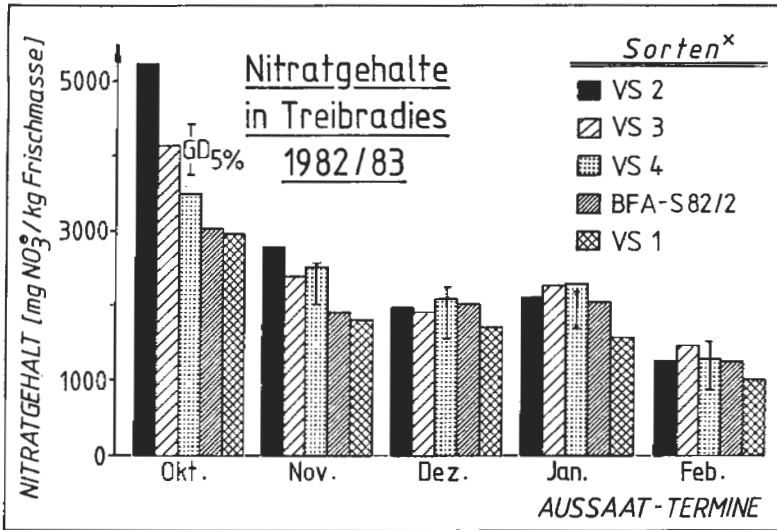


ABBILDUNG 1: Nitratgehalte in Radiesknollen (Mischproben) aus Sortenversuchen im Gewächshaus; (^x) VS = Vergleichssorten des Handels; VS1 = 'BOY'; VS2 = Sorte mit ungünstigem Anbauverhalten bei früher Aussaat; vergl. auch ABB. 2) [JUNGE & HANDKE, 1986]

Die Sortenunterschiede im Nitratgehalt konnten auch in mehrjährigen Experimenten bestätigt werden, wie in **ABBILDUNG 2** an der Gegenüberstellung von 'BOY' mit der extrem ungeeigneten Vergleichssorte (VS = VS2 der ABB. 1) dargestellt wird. Die Verteilung der Nitratgehalte innerhalb der Populationen verdeutlicht aber auch die enorme Streubreite der Werte, die dann für die Selektion genutzt wurde.

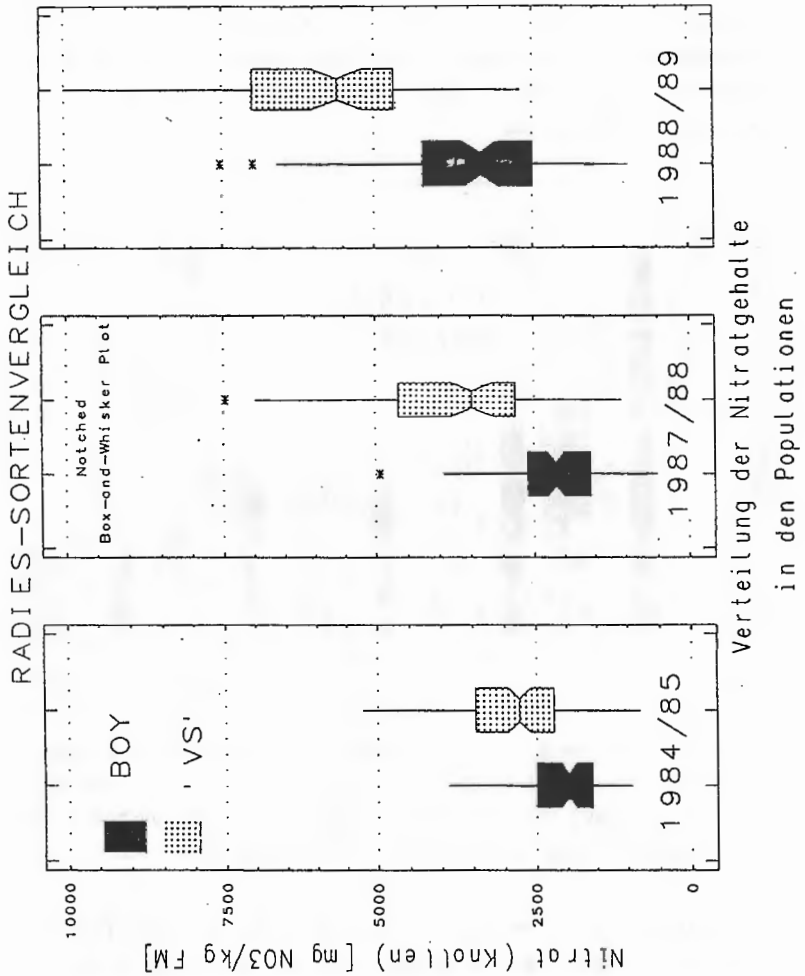


ABBILDUNG 2: Verteilung der Nitratgehalte einzelner Knollen in Populationen (Median-, Interquartile- und Extremwerte) im mehrjährigen Vergleich zweier Radiessorten nach Winteranbau im Gewächshaus (VS = Vergleichssorte mit schlechter Anbaueignung, entspr. VS2 in ABB. 1; 'BOY' = Standard).

2.2. SELEKTIONS- UND VERMEHRUNGSZYKLEN

Selektionsstufen

Zum jetzigen Zeitpunkt (März 1990) lassen sich vier Selektionsphasen und drei Vermehrungszyklen überblicken, deren Ablauf in SCHEMA 4 zusammengefaßt wurde. Ausgehend von der Sorte 'BOY' erfolgte die Auslese nitratarmer bzw. - zur besseren Bewertung des genetischen Potentials - nitratreicher Einzelpflanzen, deren Nachkommenschaften aus familienweiser Vermehrung wieder einzelpflanzenweise im Gewächshausanbau getestet wurden.

NITRATPROJEKT "RADIES"
Selektionsstufen (Gewächshaus)

Winterprüfung & SELEK.PARAM.	Material ($\frac{1}{2}$ Knollen, EP ¹⁾)	Vermehrung
1984/85 (N _{EP} = 119) Ernte Mär/Apr • NITRAT [mg/kg FM]	Sorte BOY N _{Arm} N _{Reich} ≤1500 >2750	1985
1987/88 (N _{EP} = 700) Ernte Jan/Feb • NITRAT	Nachkommenschaften 4 <u>NA</u> 2 <u>NR</u> ≤1100 >3000	
1988/89 (N _{EP} = 3100) Ernte Jan/Feb • NITRAT • KULTURDAUER [d] • PELZIGKEIT [Bon ²⁾]	Nachkommenschaften 37 <u>NA</u> 6 <u>NR</u> ≤1250 >5000 ≤100 (80) ≤1,1	1988
1989/90 (N _{EP} = 3500) Ernte Jan/Feb • NITRAT • KULTURDAUER [d] • PELZIGKEIT [Bon] • WURZELSPITZE [Bon]	Nachkommenschaften 37 <u>NA</u> 3 <u>NR</u> ≤1000 >5000 ≤100 =1,0 =1,0	1989
		1990

1) EP = Einzelpflanze; 2) Bon = Boniturnote

SCHEMA 4

Selektionsparameter

Zu Beginn des Züchtungsprojektes dienten ausschließlich die Nitratgehalte der (halbierten) Radiesknollen als Kriterium für die Auslese nitratarmer bzw. nitratreicher Kreuzungspartner. Später erwies es sich als sinnvoll, die Auswahl der Pflanzen durch Beachtung weiterer Einflußgrößen (Kulturdauer und Pelzigkeit der Knollen) zu verschärfen, s. weiter unten. Die für die Selektion gesetzten Grenzwerte aller Parameter finden sich ebenfalls in SCHEMA 4.

Nachkommenschaftsprüfungen (1. und 2. Phase)

Die Ergebnisse der ersten beiden winterlichen Nachkommenschaftsprüfungen (1987/88 und - auszugswise - 1988/89) sind in ABBILDUNG 3 dargestellt. Nitratarme und nitratreiche Nachkommenschaften lassen sich teilweise deutlich voneinander und von der ebenfalls geprüften Ausgangssorte 'BOY' abgrenzen. Allerdings traten große Streubreiten in den Nitratwerten der Einzelpflanzen innerhalb der Stichproben auf. Neben der genetisch bedingten Heterogenität des Materials waren Unterschiede in der Pflanzenentwicklung, hervorgerufen durch externe Einflußgrößen, als Ursache der Variabilität nicht auszuschließen. Unter diesem Gesichtspunkt wurden Beziehungen zwischen dem Nitratgehalt der Knollen und den Faktoren Lichtklima (während der Ernteperiode), Kulturdauer (bis zur Erntefähigkeit der Knolle) und Pelzigkeit (Indiz einer gestörten Knollenentwicklung) überprüft [HANDKE & JUNGE, 1989].

Lichteinfluß

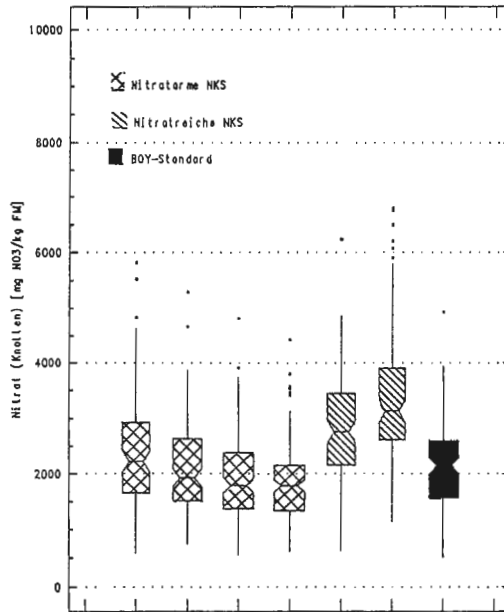
ABBILDUNG 4 zeigt die Globalstrahlung im Verlauf der Ernteperiode von Dezember bis Februar 1988/89 im Vergleich zu den mittleren Nitratgehalten aller an den betreffenden Tagen geernteten Radiesknollen. Die Grafik verdeutlicht, daß die Nitratwerte während der Kultur zunächst kontinuierlich steigen. Erst zum Ende der Erntephase (Mitte Februar) kann offenbar die nun höhere Einstrahlungssumme eine Abnahme der Gehalte in den Knollen bewirken.

Einfluß von Kulturdauer und Pelzigkeit

Die in ABB. 4 vorgefundene Tendenz, daß ein schneller Wachstumsverlauf der Pflanzen eine geringere Nitratspeicherung bewirken kann, ließ sich bestätigen, als der Einfluß der Kulturdauer in den *einzelnen* Populationen untersucht

RADIES 1987/88

Nitrat in Nachkommenschaften & 'BOY'



Radies 1988/89

Nachkommenschaften (Auswahl) & 'BOY'

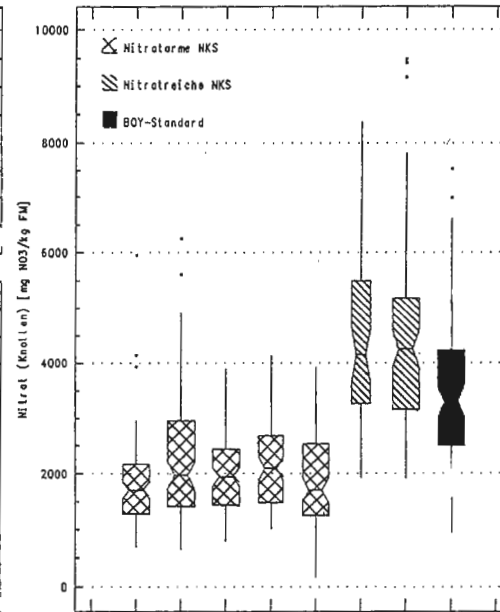


ABBILDUNG 3: Verteilung der Nitratgehalte von Radiesknollen innerhalb der Nachkommenschaften nitratarmer und nitratreicher Selektionen und der Vergleichssorte 'BOY' (jeweils ≈ 100 Einzelpflanzen). Ergebnisse von Winterprüfungen im Gewächshaus: 1. Selektionstufe 1987/88 (links); 2. Selektionsstufe 1988/89 (rechts).

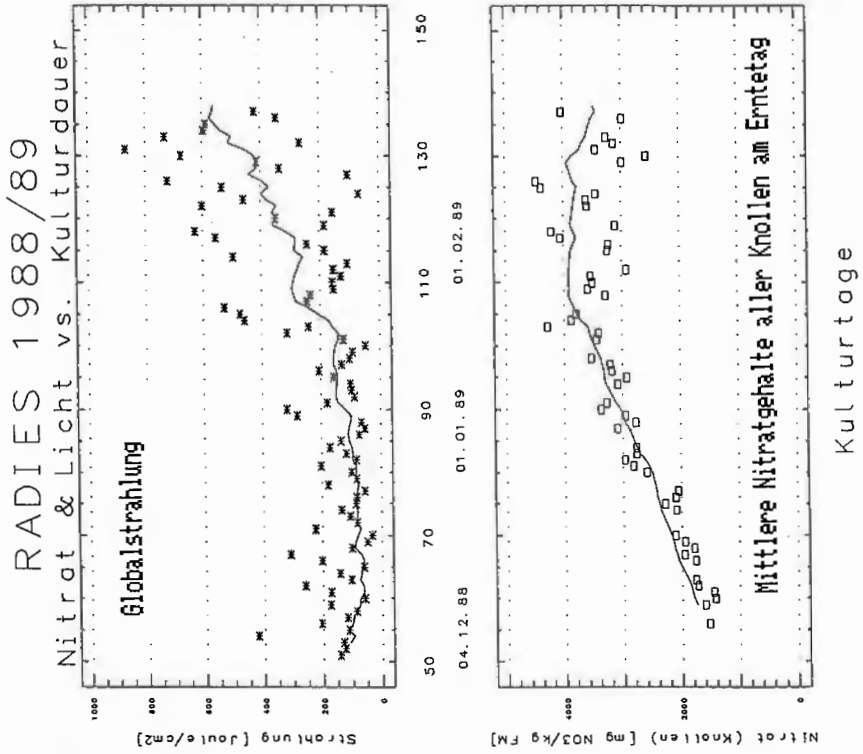


ABBILDUNG 4: Gegenüberstellung (Trend) der Globalstrahlung und der mittleren Nitratakkumulation in geernteten Radiesknollen im Verlauf der Ernteperiode 1988/89 (Gewächshaus).

wurde (ABBILDUNG 5). Die Bestimmtheitsmaße dieser Beziehungen waren dabei allerdings noch relativ niedrig (TABELLE 1). Eine hohe Abhängigkeit des Nitratgehaltes errechnete sich jedoch durch zusätzliche Aufnahme des Merkmals "Pelzigkeit" in ein gemeinsames Regressionsmodell (TABELLE 1) [HANDKE & JUNGE, 1989].

Material 89-#	Korrelations- matrix ^{*)}			multiple Regression		
	r^2_{xy}	r^2_{xz}	r^2_{yz}	$B^{**})$	b_x	b_z
<u>NKS</u>						
# 4 (NA)	36*	14*	17*	91*	*	*
5 (NA)	14*	ns	ns	87*	*	*
11 (NA)	8*	12*	7*	81*	*	ns
12 (NA)	21*	ns	7*	91*	*	*
13 (NA)	33*	ns	ns	32*	*	*
41 (NR)	19*	ns	ns	90*	*	ns
38 (NR)	25*	ns	25*	94*	*	*
<u>Sorten</u>						
#57 BOY	10*	ns	11*	89*	*	*
54 'VS'	19*	6*	ns	94*	*	ns
55	ns	ns	10*	89*	*	*
56	5*	6*	6*	91*	*	ns
58	40*	29*	10*	91*	*	ns
59	36*	ns	ns	91*	*	ns

*) r^2 = Bestimmtheitsmaß [%] (Korrelation);

***) B = multiples Bestimmtheitsmaß [%];

Prüfung auf dem Testniveau $\alpha = 0,05$: * = signifikant,
ns = nicht signifikant

TABELLE 1: Beziehungen zwischen den Parametern "NITRATGEHALT" (y), "KULTURDAUER" (x) und "PELZIGKEIT" (z) der Knollen von Radies-Einzelpflanzen nitratarmer (NA) und -reicher (NR) Nachkommenschaften (Gewächshaus 1988/89); Korrelationsmatrix und Regressionsmodell: $y = b_x x + b_z z$ [HANDKE & JUNGE, 1989; verändert].

Aufgrund der obigen Ergebnisse erfaßte die Auslese nunmehr nur solche Individuen für die Vermehrung, die neben niedrigen (bzw. hohen) Nitratgehalten eine kurze Kulturdauer und zugleich geringe Pelzigkeitsbonituren gezeigt hat-

ten. Die entsprechende Testung der Vermehrungen nach der Selektion fand im Winter 1989/90 statt.

Nachkommenschaftsprüfung (3. Phase)

Als vorläufiges Ergebnis des Gewächshausversuchs mit 37 Nachkommenschaften (NKS) der dritten Auslesestufe aus *nitratarmer* Abstammung (NA-NKS), 3 NKS *nitratreicher* Herkunft (NR-NKS) und der Stammsorte 'BOY' (vergl. auch SCHEMA 4) lassen sich folgende Aussagen treffen:

Während in dem geprüften Material kaum noch schlechte Pelzigkeitwerte festzustellen sind, können im Zusammenhang mit einer mehr oder weniger kurzen Kulturdauer unter den Nachkommenschaften unterschiedliche "Nitrat-Typen" abgegrenzt werden. Erwartungsgemäß treten niedrige Nitratgehalte meistens bei Genotypen mit kurzer Entwicklungszeit auf. Dies trifft auf die Mehrzahl der untersuchten NA-NKS zu, doch wurden - wie in SCHEMA 5 dargestellt ist - auch andere Kombinationen von Nitratgehalt und Kulturverlauf vorgefunden. In ABBILDUNG 6 sind dazu Verteilungen der Nitratgehalte bzw. Kulturdauer in solchen Nachkommenschaften, die als Beispiele der in SCHEMA 5 erwähnten "Nitrat-Typen" gelten können, zusammen mit der Sorte 'BOY' dargestellt.

RADIES 1989/90: NACHKOMMENSCHAFTSPRÜFUNG "Nitrat-Typen"

■ Abstammung *nitratarm*

<u>Nitratgehalt</u>	<u>Kulturdauer</u>	<u>Vorkommen</u>	<u>Beispiel</u> (ABB. 6)
niedrig	kurz	typisch	NKS #26
niedrig	lang	sehr selten	#11
hoch	kurz	selten	#18
hoch	lang	selten	#19

■ Abstammung *nitratreich*

<u>Nitratgehalt</u>	<u>Kulturdauer</u>	<u>Vorkommen</u>	<u>Beispiel</u>
lang	hoch	typisch	NKS #49

SCHEMA 5

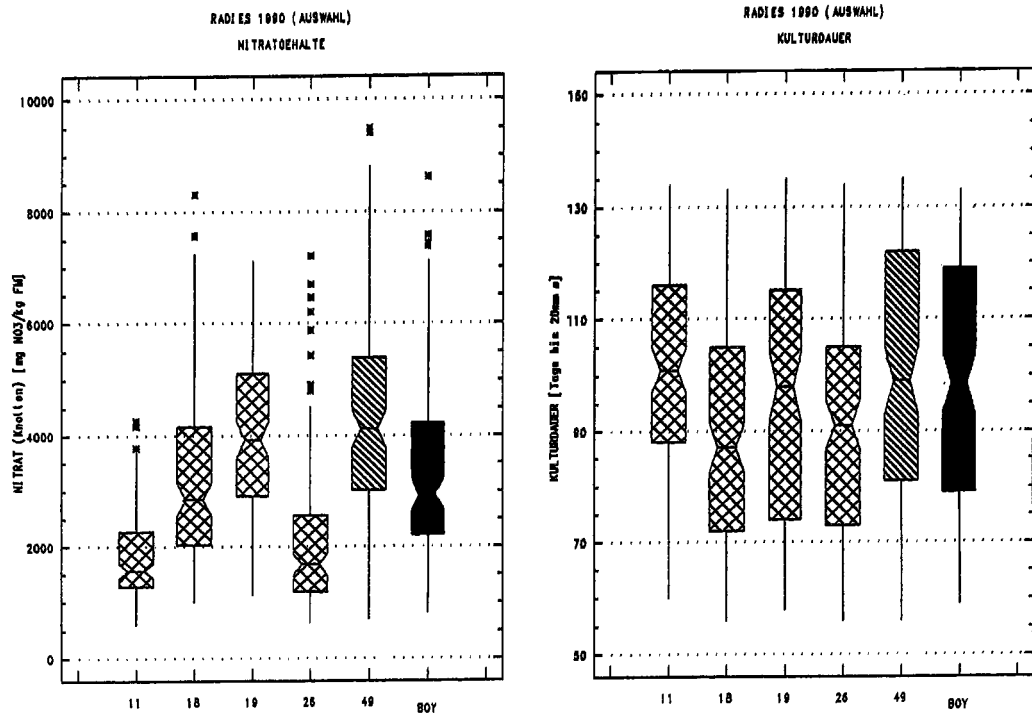




ABBILDUNG 8: Vergleich der Nitratgehalte der Knollen (links) und der Kulturdauer ausgewählter Radiesnachkommenschaften (NKS) mit der Sorte 'BOY' (jeweils ≈ 100 Einzelpflanzen, Gewächshausprüfung 1989/90); Abstammung *nitratarm* , Abstammung *nitratreich* ; siehe auch Text.

3. SCHLUSSEMERKUNG

Erfolge bei der Entwicklung von Varianten bei Radies mit unterschiedlich hoher Nitratakkumulation zeichnen sich ab. An der Ausprägung der Nitratgehalte sind sicherlich genetische Faktoren beteiligt, obwohl ein starker Einfluß der Entwicklungsgeschwindigkeit der Pflanze zu beobachten ist. Zukünftig scheinen vor allem Untersuchungen zur Vererbung des Merkmals "Nitratspeicherung" von Interesse, unter Einbeziehung solcher Genotypen, deren Nitratgehalt von der Kulturdauer nur wenig beeinflusst wird.

4. LITERATUR

- HANDKE, S. & JUNGE, H.D. (1989); Züchterische Verbesserung der Qualität bei Radies (*Raphanus sativus* var. *sativus* L.) für Unterglasanbau im Winter. Mitt. Ges. Landbauwiss. 2, 213-216
- JUNGE, H.D. & HANDKE, S. (1986); Zur Frage von Sortenunterschieden in der Nitratspeicherung einiger Gemüsearten. Untersuchungen an Treibradies und Spinat, unter besonderer Berücksichtigung von Einzelpflanzen. Ber. Ldw. 64, 269-280
- JUNGE, H.D. & HANDKE, S. (1989); Züchtung auf Nitratarmut - Ein Beitrag zur Verbesserung der Qualität von Gemüse. In: W. FELDHEIM, Hrsg., Qualitätsaspekte von Obst und Gemüse; Berichtsband der 24. DGQ-Tagung; p.33-46
- NIEUWHOF, M. (1989); Variation in nitrate content in early cultivars of radish (*Raphanus sativus* L.). J. Genetics & Breeding 43, 107-111.
- NIEUWHOF, M. & GIEZEN, S. (1988); Genotypical variation in nitrate content of radish roots and prospects for reducing nitrate content by breeding. In: Symposium on the fertilization of vegetables under protected cultivation (DIEST van, A., ed.), Acta Horticulturae 222, 101-104
- NES, M. van & GROENWOLD, R. (1989); Spinach. In the short term there are no cultivars with low nitrate content. Groenten en fruit 44, 42-43

PREUSSMANN, R., Hrsg. (1983); Das Nitrosaminproblem, Kolloquiumsbericht. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Senatskommission zur Prüfung von Lebensmittelzusatz- und Inhaltsstoffen. Verlag Chemie, Weinheim

REININK, K. (1988); Improving quality of lettuce by breeding for low nitrate content. In: Symposium on the fertilization of vegetables under protected cultivation (DIEST van, A., ed.), Acta Horticulturae 222, 121-128

Thema: Zuchtziele der modernen Getreidezüchtung

Verfasser: K. Brunckhorst, Northeim

Volle Märkte beim Getreide sowohl auf Bundes- als auch auf EG-Ebene ändern nicht zwangsläufig das Zuchtziel "bessere Sorten". Sie haben aber dazu geführt, daß die einzelnen Zuchtzielsegmente wie Ertragspotential, Resistenz und Ertragssicherheit sowie die marktorientierte Qualität sich in ihrer Bedeutung verschoben haben. Während die zunehmende Bedeutung der Qualität primär ökonomische Gründe hat, läßt sich die große Bedeutung der Züchtung auf Resistenz und Ertragssicherheit mit ökonomischen, aber vor allen Dingen mit ökologischen Forderungen begründen.

Die Verwirklichung der Zuchtziele ist sehr artenspezifisch zu sehen:

Weizen: Selbstbefruchter mit großer genetischer Variabilität innerhalb der Art oder verwandter Arten führte zu großem Zuchtfortschritt. Die bisher erfolgreichen Zuchtmethoden werden zunehmend durch die Biotechnologie ergänzt und dürften uns im Resistenz- und Qualitätsbereich weiter voranbringen. Für andere Verwendungsformen als Backweizen sind klare Zuchtziele zu formulieren.

Gerste: Selbstbefruchter mit ähnlichen Voraussetzungen wie beim Weizen. Großer Zuchtfortschritt bei den Anbau- und Braueigenschaften durch klare Zielvorgaben.

Roggen: Fremdbefruchter. Durch die Hybridzüchtung starker Ertragsanstieg und Qualitätsverbesserung. Daneben erscheint jetzt die Verbesserung der Resistenz- und Anbaueigenschaften vorrangig.

Anschrift: F. von Lochow-Petkus GmbH
Zuchtstation Wetze

3410 Northeim 13

Adressen der Referenten

- | | |
|----------------------------------|--|
| Feldheim, W.
Prof. Dr. | Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde der Universität Kiel,
Düsternbrooker Weg 17-19, 2300 Kiel |
| Reimann-Philipp, R.
Prof. Dr. | Bundesforschungsanstalt für gartenbauliche Pflanzenzüchtung,
Bornkampsweg 21, 2070 Ahrensburg |
| Bolling, H.
Prof. Dr. | Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Schützenberg 12,
4930 Detmold |
| Brümmer, J.-M.
Dr. | Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Schützenberg 12,
4930 Detmold |
| Brack, G.
Dr. | Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Schützenberg 12,
4930 Detmold |
| Seibel, W.
Prof. Dr. | Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Schützenberg 12,
4930 Detmold |
| Rabe, E.
Dr. | Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Schützenberg 12,
4930 Detmold |
| Röcken, W.
Dr. | Bundesforschungsanstalt für Getreide- und Kartoffelverarbeitung, Schützenberg 12,
4930 Detmold |
| Steller, W.
Prof. Dr. | Vereinigung Getreide-, Markt- und Ernährungsforschung e.V. (GMF),
Kronprinzenstr. 51, 5300 Bonn 2 |
| Nilsson, T.
Prof. Dr. | Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Horticulture
S-230 53 Alnarp / Schweden |
| Trajkovski, V.
Prof. Dr. | Swedish University of Agricultural Sciences
Balsgard - Department of Horticultural
Plant Breeding, Fjälkestadsvägen 123-1,
S-291 94 Kristianstad/Schweden |
| Weichmann, J.
Prof. Dr. | Lehrstuhl für Gemüsebau, Technische
Universität München,
8050 Freising-Weihenstephan |

Junge, H.D.
Dr.

Bundesforschungsanstalt für garten-
bauliche Pflanzenzüchtung,
Bornkampsweg 31, 2070 Ahrensburg

Brunckhorst, K.
Dr.

F. von Lochow-Petkus GmbH,
Zuchtstation Wetze,
3410 Northeim 13