

Einfluß der Prozeßbedingungen auf den Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen, insbesondere Mineralstoffen, in industriell verarbeiteten Erbsen

K. D. Bühler, S. Brandenburger und K. Gierschner

Zusammenfassung

Der Anteil an Gemüse in der menschlichen Ernährung trägt in einem nicht unbeträchtlichen Umfang zur Versorgung des Menschen mit Mineralstoffen, Vitaminen und Ballaststoffen bei. Bei der industriellen Verarbeitung wie bei der Zubereitung von Gemüse im Haushalt, kommt die pflanzliche Rohware bei Putz-, Wasch-, Blanchier- und Sterilisierungsvorgängen intensiv mit Wasser in Berührung, was zur Auslaugung bzw. Veränderungen wertgebender Inhaltsstoffe führen kann. Im Hinblick auf eine Verbesserung der ernährungsphysiologischen Qualität von verarbeitetem Gemüse wurde in der vorliegenden Arbeit untersucht, auf welche Weise die Parameter Erhitzungstemperatur und Erhitzungsdauer verschiedener Blanchierprozesse die Auslaugung sowie die thermisch induzierte Zerstörung wertgebender Inhaltsstoffe beeinflussen.

Summary

Vegetables are of considerable interest concerning the provision of minerals, vitamins and dietary fiber in human nutrition. Industrial as well as domestic processing of vegetables involve close contact of the material with water, for example for the washing or blanching of the vegetables. This operations can effect an undesirable reduction of valuable nutrients. In blanching experiments of peas we tested the influence of the parameters temperature and time on leaching and/or on the thermal induced destruction of some contents on one hand, respectively the retaining of valuable nutrients on the other hand.

Résumé

Dans l'alimentation humaine les légumes fournissent à l'homme une grande quan-

tité de substances minérales, de vitamines et de substances de lest. Par le traitement industriel et par la préparation à la maison les légumes sont épluchés, lavés, blanchis et stérilisés dans l'eau; ces soins intensifs peuvent avoir pour conséquence le lessivage ou bien le changement des ingrédients estimés. Dans cette étude on a examiné pendant qu'on a chauffé les légumes — particulièrement en les blanchissant — comment d'une part les paramètres, température et durée de caléfaction influencent le lessivage des légumes et/ou leur destruction causée par ce procédé thermique ou bien d'autre part une conservation améliorée des substances estimés.

Ernährungsphysiologische Aspekte

Nach Aussagen des Ernährungsberichtes (1984) der „Deutschen Gesellschaft für Ernährung“ werden die meisten Mineralstoffe von den erwachsenen Bundesbürgern in ausreichender Menge mit der Nahrung aufgenommen. Bei Gesunden ist eine ungenügende Zufuhr von Kalium, Magnesium und den meisten anderen essentiellen Mineralstoffen und Spurenelementen nicht zu erwarten. Bei Bevölkerungsgruppen mit sog. erhöhten ernährungsbedingten Risiken, wie bei Schwangeren, Stillenden, Säuglingen oder bei älteren Menschen, wird die Mineralstoffversorgung, unter anderem die Versorgung mit Magnesium, teilweise kritisch betrachtet [1]. Obwohl von der Industrie eine ganze Anzahl von Lebensmitteln angeboten werden, die mit essentiellen Bestandteilen angereichert

sind, wie zum Beispiel vitaminisierte Säfte, haben Produkte mit Zusätzen von Mineralstoffen oder essentiellen Spurenelementen keinen nennenswerten Marktanteil. Ernährungsphysiologen sind vielfach bestrebt, die Versorgung des Menschen mit essentiellen Nährstoffen durch die Auswahl geeigneter Lebensmittel, d. h. ohne Supplementierung der Rohware, zu erzielen. Deshalb stellt sich hier die Frage, welche Lebensmittelgruppen hauptsächlich zur Versorgung des Menschen mit Mineralstoffen, insbesondere mit Magnesium, beitragen und auf welche Weise die Lebensmitteltechnologie die derzeitige Ernährungssituation verbessern kann. Bekanntlich erfolgt die Kaliumzufuhr zu rund 60 % durch den Verzehr von Milch und Milchprodukten. Obst und Gemüse leisten bei durchschnittlicher Ernährungsweise nur einen unwesentlichen Beitrag zur Versorgung mit diesem Mineralstoff. Ein anderes Bild ergibt sich bei der Magnesiumversorgung. Nach Angaben der „Deutschen Gesellschaft für Ernährung“ über den Magnesiumgehalt der wichtigsten Lebensmittel (vgl. Abb. 1) trägt keine der dargestellten Gruppe mit mehr als 25 % zur Magnesiumgesamtaufnahme bei, so daß eine relativ gleichmäßige Verteilung vorliegt. In Fetten und Zucker finden sich keine Mineralstoffe (Gesamtaufnahme von Magnesium beträgt

Einfluß der Prozeßbedingungen auf den Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen in industriell verarbeiteten Erbsen

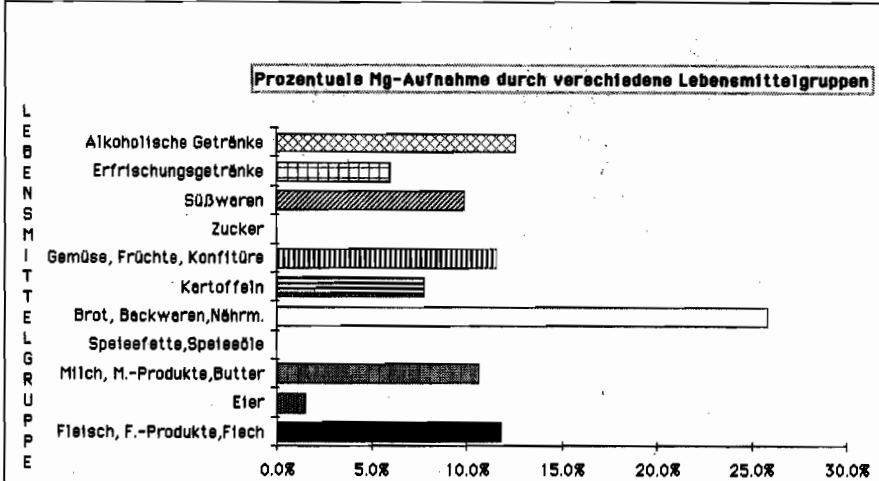


Abb. 1: Magnesiumaufnahme durch Lebensmittelgruppen

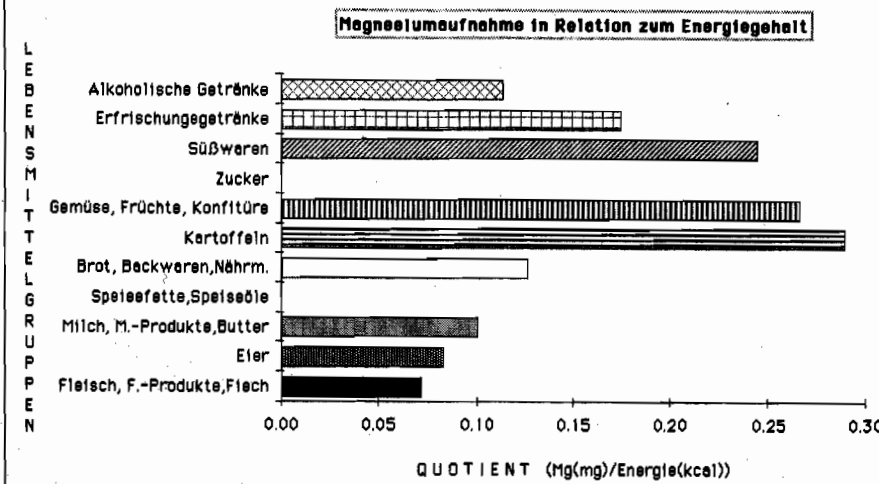


Abb. 2: Magnesium/Energie-Verhältnis bei Lebensmittelgruppen (vgl. Abb. 1)

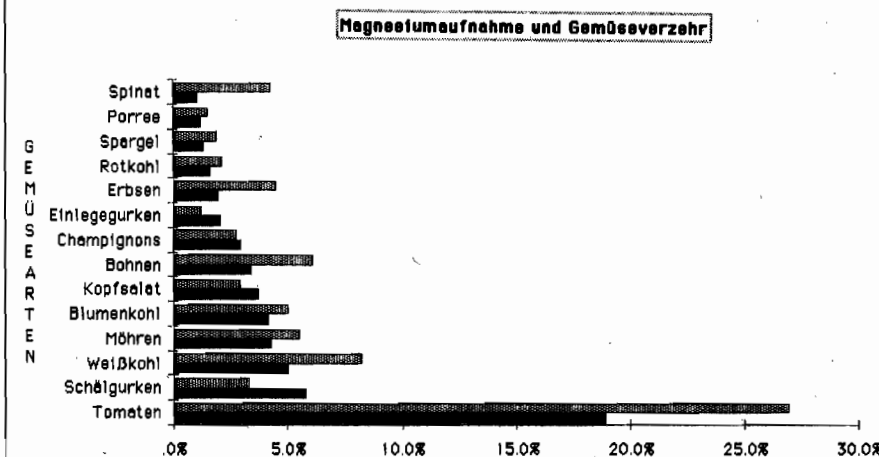


Abb. 3: Magnesiumaufnahme durch Gemüsearten

368 mg/Tag bei männlichen Erwachsenen). Nach einer Erhebung in den Vereinigten Staaten kann bei der Magnesiumversorgung der Anteil von Obst und Gemüse bis zu 25 % betragen [3]. Der hohe Beitrag von Brot und Backwaren zur Magnesiumversorgung wird bei Betrachtung der sog. Nährstoffdichte relativiert. Hier zeigt sich, daß Kartoffeln sowie Gemüse und Früchte ein sehr günstiges Magnesium/Energie-Verhältnis aufweisen, Milch, Milchprodukte, Fleisch, Fleischprodukte, Eier, Brot und Backwaren treten demgegenüber deutlich zurück (vgl. Abb. 2). Der tatsächliche Beitrag der alkoholischen Getränke zur Magnesiumversorgung muß kritisch beurteilt werden, da Alkohol bekanntermaßen als sog. Magnesiumräuber gilt.

Es ist von Interesse, welche Gemüsearten einen hohen Beitrag zur Magnesiumversorgung leisten und im Sinne einer „Vollwertkost“ als hochwertig einzustufen sind. In Abb. 3 ist sowohl der Gemüseverzehr als auch die damit verbundene Magnesiumaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland (1985) graphisch dargestellt (schwarze Balken geben den Gemüseverzehr in % der 14 wichtigsten Gemüsearten wieder; graue Balken geben die Magnesiumaufnahme in Relation zum Gemüseverzehr in % an). Aufgrund der hohen Verzehrshäufigkeit haben Tomaten mit über 25 % den weitaus größten Anteil an der Versorgung der Bevölkerung mit Magnesium, gefolgt von Weißkohl und Bohnen. Es fällt auf, daß Erbsen, die in dieser Graphik an 10. Stelle rangieren, wegen ihres hohen Gehaltes an diesem Mineralstoff, ähnlich wie Spinat und Bohnen, eine Sonderstellung einnehmen, d. h. einen nicht unwesentlichen Beitrag zur Magnesiumaufnahme leisten, obwohl diese Gemüsearten nur in relativ geringen Men-

gen verzehrt werden (1,3 kg Erbsen/Jahr. Kopf; 2,3 kg Bohnen; 0,7 kg Spinat) [2]. Nach einer integralen Beurteilung des ernährungsphysiologischen Wertes der Erbsen erfolgt eine Einstufung dieser Gemüseart auf Rang 5, wenn außer dem Mineralstoffgehalt auch der Vitamin- und Proteingehalt berücksichtigt werden [3].

Industrielle Erbsenverarbeitung — theoretische Grundlagen

Es handelt sich bei Erbsen botanisch gesehen um unreife Samen der Leguminosenspezies *Pisum sativum*. Die Stoffwechsellvorgänge laufen in unreifen Erbsen sehr schnell ab, weshalb schon wenige Stunden nach der Ernte merkliche Qualitätsverluste, wie Abnahme des Vitamin-C-Gehaltes, feststellbar sind (Abb. 4) [4]. Aus diesem Grunde sowie wegen der leichten Verderblichkeit werden Erbsen in der Industrie in der Regel sofort nach der Ernte verarbeitet und als Naßkonserven oder Tiefkühlware in den Handel gebracht.

Abb. 5 zeigt ein Fließschema der Erbsenverarbeitung. Die Erbsen werden überwiegend bereits gedroschen und vorgewaschen in den verarbeitenden Betrieben angeliefert. Dort durchlaufen sie mehrere Reinigungsstufen, wobei unter anderem Steine und andere Fremdbestandteile abgetrennt werden. Nach dem Blanchieren werden die Erbsen entweder einem Froster zur Herstellung von Tiefkühlware oder einem Autoklaven zur Produktion steriler Naßkonserven zugeführt. Die Herstellung von Trockenprodukten hat mengenmäßig eine untergeordnete Bedeutung.

Der Blanchierschritt spielt allgemein bei der Gemüseverarbeitung — sowohl bei der Herstellung von Naßkonserven als auch von Gefrierprodukten — eine

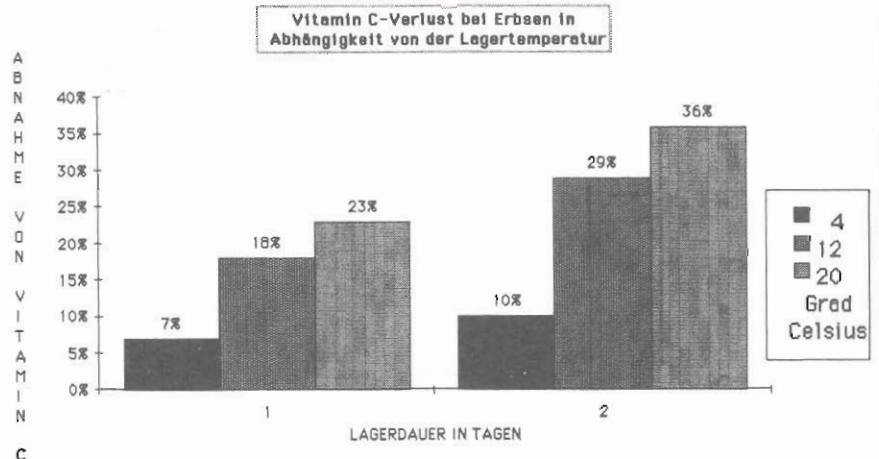


Abb. 4: Abnahme von Vitamin C bei frischen Erbsen nach der Ernte

zentrale Rolle und kann nur bei wenigen Erzeugnissen entfallen. Unter Blanchieren versteht man einen Erhitzungsprozeß, bei dem in der Regel das gereinigte Pflanzenmaterial für die Dauer von wenigen Minuten mit Wasser einer Temperatur von 80–100 °C in Berührung kommt. Neben dem „klassischen Blanchieren“ im Wasserbad kennt man im wesentlichen noch Dampfblanchieren, Heißluftblanchieren und Mikrowellenblanchieren.

Die Gründe für die Anwendung des Blanchierens bei der Verarbeitung von Gemüse sind:

1. eine Abtötung von Mikroorganismen, d. h. eine Reduktion der Keimzahl um mehrere Zehnerpotenzen;
2. eine zumindest partielle Inaktivierung von pflanzeigenen Enzymen, die beispielsweise bei der Gefrierlagerung zu negativen Farb- und Geschmacksveränderungen oder zur Reduzierung des Vitamin Gehaltes führen können;
3. eine Erweichung des Pflanzengewebes, was unter anderem den Austritt von Gasen und Sauerstoff aus dem Zellverband bzw. die Minimierung oxidativer Vorgänge zur Folge hat;

4. eine Stabilisierung der grünen Farbe bei geeignetem pH-Wert;
5. eine zumindest partielle Zerstörung hitzeempfindlicher toxischer Substanzen, wie toxischer Proteine;
6. eine Auslaugung bedenklicher leichtlöslicher Inhaltsstoffe, wie z. B. Nitrat.

Diesen gewünschten Effekten bei der Anwendung des Blanchierschrittes stehen aber auch negative Auswirkungen entgegen. So kommt es unter anderem durch den Kontakt mit heißem Wasser zu einer starken Auslaugung leichtlöslicher, wertgebender Inhaltsstoffe insbesondere monovalenter Ionen; aber auch

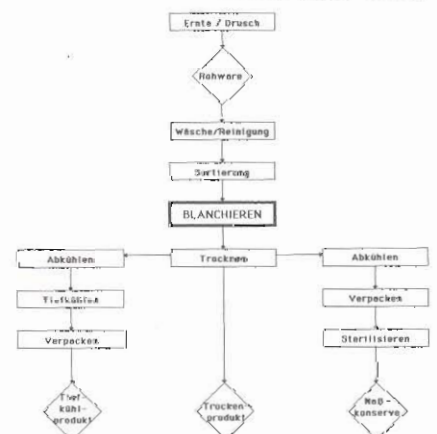


Abb. 5: Fließschema der Erbsenverarbeitung

Einfluß der Prozeßbedingungen auf den Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen in industriell verarbeiteten Erbsen

Zucker, Aminosäuren und niedermolekulare Proteine diffundieren in das Blanchierwasser — in um so größerem Ausmaß, je stärker Membranproteine denaturiert bzw. Zellstrukturen zerstört sind. Außer der genannten Reduktion wertvoller Inhaltsstoffe aufgrund der Auslaugung, werden auch thermisch induzierte Abbaureaktionen hitzeempfindlicher Vitamine beobachtet.

Da in der Literatur wenig systematisches Datenmaterial über die Auswirkungen verschiedener Blanchierverfahren am gleichen Ausgangsmaterial vorliegt, wurde der Versuch unternommen, das Mikrowellenblanchieren dem „klassischen Blanchierverfahren“ im Hinblick auf die Auslaugung und thermische Reduzierung von wertgebenden Inhaltsstoffen gegenüberzustellen.

Material und Methoden

Als Untersuchungsmaterial dienten Erbsen derselben Sortierung (Sortierung: sehr fein; 7,6–8,2 mm). Diese Gemüseart wurde gewählt, da Größenverhältnisse und geometrische Form in nur geringen Grenzen variieren.

Die Erhitzung wurde in einem Mikrowellenherd, wie er typi-

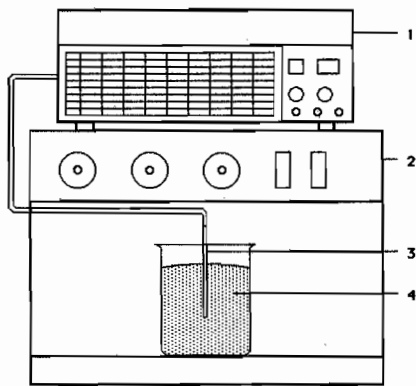


Abb. 6: Mikrowellenherd mit Temperatureinrichtung
1 = Mehrkanalthermodrucker
2 = Mikrowellenherd
3 = Thermoelement
4 = Blanchiergut

scherweise in der Gastronomie verwendet wird, durchgeführt (Hersteller: Krefitt; Typ M 15; Nennleistung 1500 W) (vgl. Abb. 6). Zum einen erfolgte eine Zugabe von Wasser zu den Erbsen im Verhältnis 1:1 (dies entspricht im weitesten Sinne dem „konventionellen Blanchieren“), zum anderen wurde die direkte Erhitzung ohne Zugabe von Wasser im Mikrowellenfeld durchgeführt (Nennleistung 1500 W). Der Temperaturverlauf wurde mit geeigneten Thermoelementen gemessen und mit einem Mehrkanalthermodrucker aufgezeichnet.

Die Parameter Zeit und Temperatur wurden in weiten Grenzen variiert: die Temperatur von 40–95 °C, die Blanchierzeit von 2,5–15 Minuten.

Die Inaktivierung von pflanzeneigenen Enzymen wurde durch Aktivitätsbestimmung des Indikatorenzym Peroxidase ermittelt [7].

Als Leitsubstanz für die thermische Zerstörung hitzelabiler Inhaltsstoffe wurden Vitamin C nach der Methode von Fujita und Ebihara bestimmt [8].

Zur Charakterisierung der Aus-

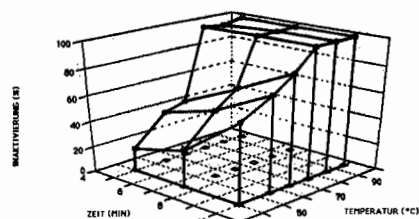
laugung der Mineralstoffe wurde der Gehalt an Na, K, Mg, Ca und Fe in den blanchierten Erbsen mittels der Atomabsorptionsspektralphotometrie bestimmt.

Ergebnisse

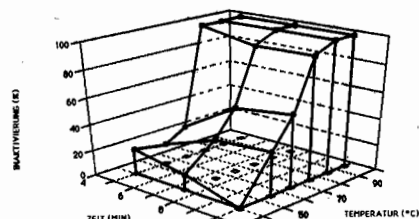
Die Festlegung geeigneter Blanchierbedingungen erfolgte aufgrund der Ergebnisse der Peroxidase-Aktivitätsbestimmungen.

Abbildung 7 zeigt, daß ausreichende Blanchierbedingungen, d. h. Restaktivitäten dieses hitzeresistenten Enzyms von weniger als 10 % bei Temperaturen von über 75 °C erreicht werden. Bei Abwesenheit von Wasser tritt schon bei relativ niederen Temperaturstufen eine deutliche Inaktivierung der Peroxidase bei den untersuchten Temperaturstufen ein [9].

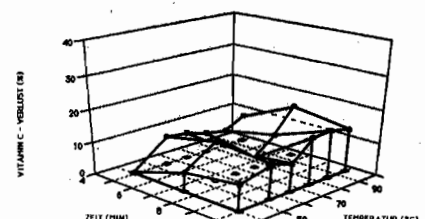
Zur Charakterisierung der thermischen Belastung der Inhaltsstoffe durch das Blanchieren kann die Vitamin-C-Bestimmung herangezogen werden. Aus Abb. 8 geht hervor, daß der Vitamin-C-Verlust beim Blanchieren der Erbsen ohne Wasserzugabe 15 % nicht übersteigt und bei



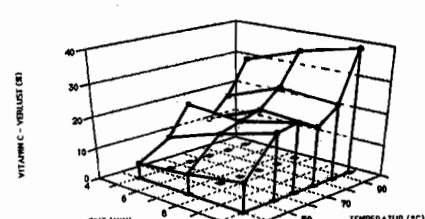
Peroxidaseinaktivierung beim Blanchieren ohne Wasser



Peroxidaseinaktivierung beim Blanchieren mit Wasser



Verlust an Vitamin C beim Blanchieren ohne Wasser



Verlust an Vitamin C beim Blanchieren mit Wasser

Abb. 7: Peroxidase-Inaktivierung in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit

Abb. 8: Vitamin-C-Verlust in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit

Einfluß der Prozeßbedingungen auf den Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen in industriell verarbeiteten Erbsen

optimalen Bedingungen nur 6 % beträgt. Beim Blanchieren mit Wasserzugabe hingegen erhöht sich der Vitamin-C-Verlust auf maximal 40 %, was auf zusätzliche Auslaugungseffekte zurückgeführt werden kann. Prozeßbedingungen, die in bezug auf die Inaktivierung der Peroxidase optimal sind, senken den Vitamin-C-Verlust auf 13 %. Bei den niederen Temperaturstufen ist die Retention etwa gleich.

Zur Charakterisierung der Auslaugung wurde der Übergang von Kationen aus den Erbsen in das Blanchierwasser gemessen. Abbildung 9 zeigt, daß das sehr bewegliche Kaliumion bei höheren Temperaturen und einer Blanchierzeit von 5 Minuten sehr stark ausgelaugt wird (maximal 37 %). Bivalente Kationen wie Kalzium und Magnesium werden in pflanzlichem Gewebe stärker zurückgehalten, wie aus dieser Abbildung hervorgeht. Hier betragen die maximalen Auslaugungsverluste für Magnesium 18 %. Eisenionen werden praktisch überhaupt nicht ausgelaugt.

Dieser Verlust an nicht hitzelabilen wertgebenden Inhaltsstoffen kann bei vergleichbarer sensorischer Qualität der Erbsen durch das Blanchieren ohne Wasserzugabe im Mikrowellenherd und durch anschließendes Tiefkühlen völlig vermieden werden [10].

Fazit

Nach den Daten des Ernährungsberichtes der Deutschen Gesellschaft für Ernährung, den Materialien des Statistischen Bundesamtes sowie nach Literaturangaben handelt es sich bei Erbsen um eine Gemüseart mit hohem ernährungsphysiologischen Wert, die unter anderem einen nennenswerten Beitrag zur Magnesiumversorgung leisten kann.

Es konnte gezeigt werden, daß das Blanchieren von Erbsen oh-

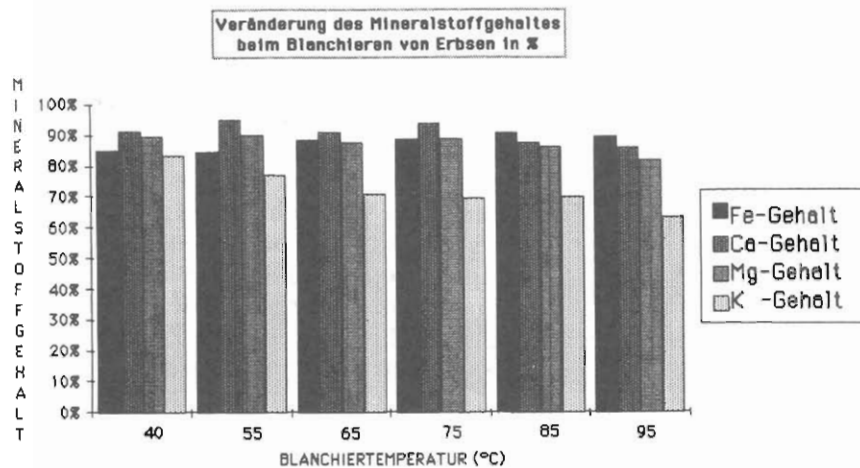


Abb.9: Mineralstoffgehalt in Abhängigkeit von den Blanchier-Temperaturen (Blanchierdauer: 5 Minuten)

ne Wasserzugabe mit Hilfe der Mikrowellenerhitzung zu zufriedenstellenden Ergebnissen führt. Das Ausmaß der Peroxidaseinaktivierung sowie die thermische Zerstörung des Vitamin C ist bei den genannten Blanchierverfahren vergleichbar. Durch den Kontakt mit Blanchierwasser treten bei üblichen Bedingungen Auslaugungsverluste von 6–37 %, im Falle des Magnesiums von maximal 22 % auf. Durch das Mikrowellenblanchieren können nach unseren Ergebnissen im küchen- und halbtechnischen Maßstab qualitativ hochwertige Erbsenkonserven, insbesondere Tiefkühlprodukte, hergestellt werden, die im Vergleich zur Rohware keinen nennenswerten Verlust an Mineralstoffen, Zuckern und Säuren aufweisen. Da der Nitratgehalt bei Erbsen sehr gering ist, ergibt sich keine Notwendigkeit, die Konzentration dieses Anions durch gezielte Auslaugung zu senken.

Literatur

- [1] Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Ernährungsbericht 1984. Druckerei Henrich, Frankfurt 1984.
- [2] Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 1985.
- [3] Salunkhe, D. K.: Storage, Processing and Nutritional Quality of Fruits and Vegetables. CRC Press, Cleveland/Ohio 1976.
- [4] Bognár, A.: Nährstoffverluste bei der haushaltsmäßigen Zubereitung von Lebensmitteln. AID-Verbraucherdienst, Bonn 29 (Sonderdruck) 3. Aufl. Nov. 1984.
- [5] Priestley, R. J.: Effects of Heating on Foodstuffs. Appl. Sc. Publ. Ltd., London 1979.
- [6] Spengler, M.: Der Nährwert von Obst und Gemüse und seine Veränderung durch industrielle Be- und Verarbeitung. (Dissertation). Justus-Liebig-Universität, Gießen 1970.
- [7] Duden, R., A. Fricker, K. Heintze, K. Paulus und H. Zohm: Der Einfluß thermischer Behandlung von Spinat im Temperaturbereich bis 100 °C auf den Gehalt an wesentlichen Inhaltsstoffen. IV. Peroxidase. Lebensm. Wiss. u. Technol. 8 (1975) 147–150.
- [8] Fujita, A., T. Ebihara: Kolorimetrische Bestimmung von Vitamin C mittels Phospho-18-Wolframsäure. I. und II. Mitteilung, Biochem. Z 290 (1937) 182–200.
- [9] Williams, D. et al.: Blanching of vegetables for freezing — which indicator enzyme to choose. Food Technology 40 (1986) 130–140.
- [10] Bühler, K. D., S. Brandenburger und K. Gierschner: Vergleich von Mikrowellenblanchieren mit konventionellem Blanchieren in bezug auf die Erhaltung von wertgebenden Inhaltsstoffen des Blanchiergutes (Erbsen). Poster, angemeldet zum XXIV. Wissenschaftlichen DGE-Kongreß (1987).

(Für die Autoren: K. Bühler, Institut für Lebensmitteltechnologie, Garbenstr. 25, D-7000 Stuttgart 70/FRG)