

# Erhaltung der sensorischen Qualität von frischen und tiefgefrorenen Gemüsearten bei unterschiedlicher Lagerung<sup>1</sup>

Andrea Maaßen<sup>2</sup>, Helmut F. Erbersdobler<sup>3</sup> und Mechthild Busch-Stockfisch<sup>2</sup>, <sup>2</sup>Department Ökotrophologie der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg und <sup>3</sup>Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Gemüse ist ein wesentlicher Bestandteil der menschlichen Ernährung. Neben zahlreichen Mineralstoffen liefert es Ballaststoffe und Vitamine. Die Verfügbarkeit von frischem Gemüse ist durch den raschen Verderb eingeschränkt, da kaum ein Haushalt mehr täglich einkauft. Bei einem Einkauf pro Woche soll das Gemüse daher bis zu 7 Tage frisch bleiben. Außerdem ist das Angebot beliebter Gemüsearten, wie Erbsen und Bohnen, saisonal begrenzt. Daher gewinnt die Tiefkühlkost immer größere Bedeutung, zumal sie zusätzlich erhebliche Conveniencevorteile bietet. Der Pro-Kopf-Verbrauch von Tiefkühlkost stieg seit den 70er Jahren stetig an und lag im Jahre 2005 bei 37,1 kg pro Jahr. Davon betrug der Gemüseanteil 17,2 % [2]. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, inwieweit die sensorische Qualität von tiefgekühltem Gemüse mit der frischer Ware vergleichbar ist. Welche Gemüsearten lassen sich frisch besonders gut lagern und welche tiefgekühlt?

## Einleitung

Ein hoher Obst- und Gemüseverzehr kann dazu beitragen, das Risiko für zahlreiche ernährungsabhängige Krankheiten wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs zu vermindern. Die mediterrane Ernährungsweise wird gerne als Beispiel für eine protektive Ernährung aufgeführt. Die traditionelle Ernährungsweise in den Mittelmeerländern der 60er Jahre zeichnete sich wie von TRAUTWEIN et al. beschrieben durch einen hohen Anteil an einfach ungesättigten Fettsäuren, komplexen Kohlenhydraten und Ballaststoffen sowie hohen Mengen an antioxidativ wirkenden Vitaminen und sekundären Pflanzenstoffen aus. Obst und Gemüse bilden dabei die Grundlage dieser Ernährungsform [3].

Das Angebot an Obst und Gemüse konnte in den letzten Jahren saisonunabhängig deutlich gesteigert werden, was u. a. im Zusammenhang mit wachsenden Importen, verbesserter Lagerhaltung und zunehmendem

Tiefkühlangebot steht. Dies hat insgesamt zur Erhöhung des Verzehrs in Deutschland beigetragen (vgl. auch [4]). Trotz dieser positiven Entwicklung ist der Konsum von Obst und Gemüse aber weiterhin zu niedrig. Wie verschiedene Studien zeigen, liegt der Konsum in vielen europäischen Ländern unter den Empfehlungen der WHO von täglich mindestens 400 g Obst und Gemüse. Dabei ist der Anteil an Konsumenten, die wenig Gemüse verzehren, signifikant höher als der Anteil derjenigen mit geringem Obstkonsum [5]. Deshalb gilt es, besonders den Gemüsekonsum zu steigern.

Grundsätzlich berücksichtigt der Verbraucher bei seiner Kaufentscheidung verschiedene Qualitätsaspekte und -erwartungen [6–9]. Dabei zeigte sich, dass die Qualität der Produkte vor allem nach Aussehen, Textur und Unversehrtheit beurteilt wird. Diese sensorischen Eigenschaften zählen zur „äußeren Qualität“, der Gesundheitswert eines Lebensmittels wird hingegen als „innere Qualität“ bezeichnet [10]. Als Gesundheitswert wird der Gehalt an wichtigen Inhaltsstoffen und die Abwesenheit von uner-

wünschten Bestandteilen beschrieben.

Doch auch die Lagerfähigkeit von Gemüse ist ein wichtiger Aspekt bei der Beurteilung der Qualität. Im Folgenden wird daher der Frage nachgegangen, inwieweit sich die sensorische Qualität bestimmter Gemüsearten durch Lagerung im frischen sowie im tiefgefrorenen Zustand verändert. Das Tiefgefrieren gilt allgemein als das Stabilisierungsverfahren, bei dem die sensorisch und ernährungsphysiologisch wichtigen Eigenschaften eines Produktes am Besten erhalten bleiben [11]. Untersucht wurde speziell der Einfluss des Tiefkühlprozesses (Blanchieren, Tiefgefrieren) auf die sensorischen Eigenschaften von grünen Erbsen, grünen Bohnen, Möhren, Rosenkohl und Spinat.

## Sensorische Untersuchungen

Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurden fünf verschiedene Gemüsearten in zwei aufeinander folgenden Erntejahren untersucht. Das jeweilige

<sup>1</sup>Auszug aus der Dissertation von Andrea Maaßen [1]

Gemüse stammte vom gleichen Erntetag und gleichen Feld und wurde nach folgender Behandlung untersucht:

- frisches Gemüse
  - direkt nach der Ernte,
  - nach 4 und 7 Tagen Lagerung bei 20 °C,
  - nach 4, 7 und 14 Tagen Lagerung bei 4 °C;
- tiefgefrorenes Gemüse nach Blanchieren und Tiefgefrieren
  - direkt nach dem Einfrieren,
  - sowie Lagerung bei –18 °C nach 4, 8 und 12 Monaten,
  - sowie Lagerung bei –25 °C nach 4, 8 und 12 Monaten.

Mit den unterschiedlichen Zeiträumen und Temperaturen sollten die Bedingungen beim Bauern, im Lebensmittelhandel und während des langen Transports aus dem Ausland simuliert werden; bei dem tiefgefrorenen Gemüses die unterschiedlichen Lagertemperaturen in der Industrie und beim Verbraucher.

Das Gemüse wurde von einem entsprechend sensorisch geschulten Panel nach DIN 10961 [12, 13] mit Hilfe der konventionellen Profilprüfung [14] beurteilt. Dabei wurden die sensorischen Parameter Aussehen, Geruch, Geschmack und Textur der ausgewählten Gemüsearten untersucht. Das Panel erarbeitete für jede Gemüseart Listen mit bis zu 30 beschreibenden Begriffen (s. Tab. 1).

Ein Verbraucherpanel, das aus ungeschulten Prüfern bestand, beschrieb mit dem Free Choice Profiling (freies Auswahlprofil [15]) die Produkte. Mit dieser Methode lässt sich durch die Beschreibungen der Prüfer feststellen, ob sensorische Unterschiede zwischen unterschiedlich gelagertem Gemüse bestehen.

Mit der Methode des Preference Mappings konnten die Präferenzen der Verbraucher dargestellt werden, indem die Beliebtheitsdaten der Verbrauchergruppe mit den Daten der Profilprüfung des geschulten Prüfers verglichen wurden.

**Tab. 1:** Attributliste für die konventionelle Profilprüfung am Beispiel Möhren

Kategorie	Attribute	Definition
Aussehen	ungleichmäßig (Farbe) orange strukturiert	verschiedene Orangetöne Farbintensität marmoriert, Strunk (Mitte) gut erkennbar
Geruch	aromatisch möhrig grasig muffig nussig butterig	Gesamteindruck des Geruchs typisch nach Möhre nach frisch gemähtem Gras, grün altes Buch, Dachboden nach Nüssen nach Butter (leicht zerlassen)
Geschmack	aromatisch möhrig bitter erdig butterig grasig seifig sauerlich süß	Gesamteindruck des Geschmacks typisch nach Möhre  nach Erde schmeckend nach Butter (leicht zerlassen) nach frisch gemähtem Gras, grün künstlich, nach Seife
Textur	fest zart faserig  saftig	zerfällt nicht sofort beim Kauen, gibt Widerstand nicht elastisch, nicht zäh, wenig Widerstand beim Kauen Struktur der Möhren, Fasern, die z. B. das Abschlucken erschweren viel Flüssigkeit, nicht trocken

## Ergebnisse

### Frischelagerung von Gemüse

Die sensorische Qualität der untersuchten Gemüsearten wurde durch die Lagerung teilweise sehr unterschiedlich beeinflusst.

Bei Erbsen, Bohnen und Spinat gab es deutliche Qualitätseinbußen während der Lagerung bei 20 °C. Diese Gemüsearten konnten maximal 3 Tage gelagert werden, danach kam es zu massivem Verderb und Abbauprozessen. Dieser Verderb konnte durch die Lagerung bei 4 °C verzögert werden. Alle untersuchten Gemüsearten ließen sich bei 4 °C relativ gut bis zum 7. Tag lagern, ohne dass allzu große sensorische Veränderungen auftraten. Nach 14 Tagen Lagerung bei 4 °C gab es jedoch auch bei den Erbsen und Bohnen erhebliche Qualitätseinbußen, Spinat war nach einer Lagerdauer von mehr als 7 Tagen nicht mehr verzehrfähig.

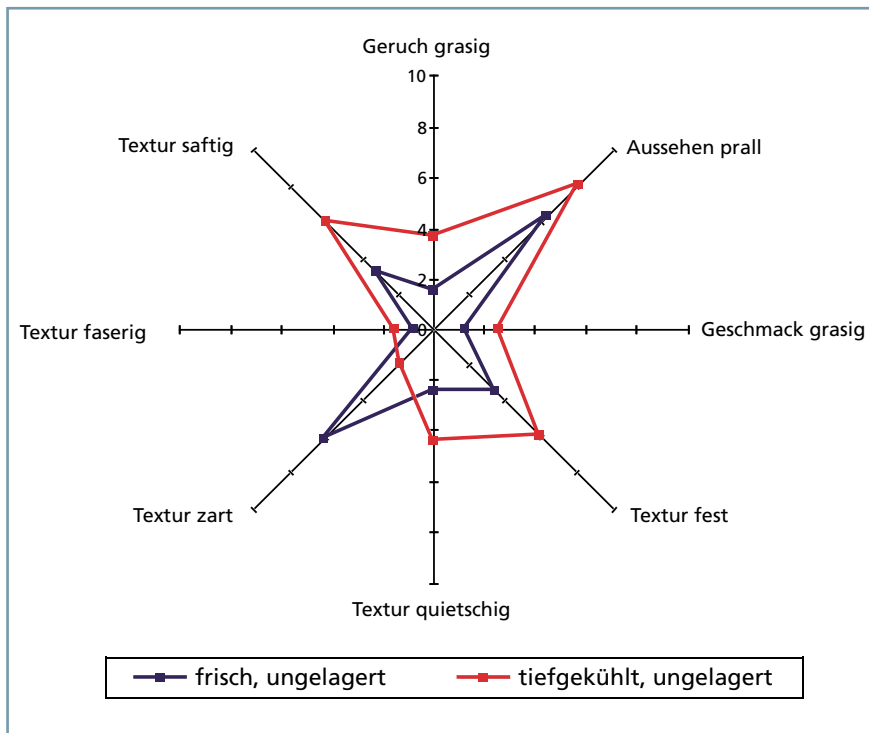
Während der Frischelagerung kam es bei vielen Gemüsearten zu sensorischen Veränderungen wegen eines zu-

nehmenden Wasserverlustes durch Transpiration. Dabei war im Wesentlichen die Textur betroffen, wobei es zur Abnahme der Saftigkeit, z. B. bei Erbsen, oder zum Welken der Blätter kam, z. B. bei Rosenkohl.

In Obst und Gemüse laufen auch nach der Ernte noch zahlreiche Stoffwechselforgänge ab. Das zelluläre Wasser wird durch fortwährende Atmung und Transpiration an die Umwelt abgegeben, wodurch es zum Erweichen, Schrumpfen und Welken kommen kann [16]. Durch eine Temperaturerhöhung um je 10 °C wird der Stoffwechsel um den Faktor 2 bis 3 beschleunigt. Auch das Wachstum von Mikroorganismen nimmt mit steigender Temperatur rapide zu. Im Verlauf der Lagerung kann die sensorische Qualität von rohem Gemüse und Obst aufgrund von Verwelken, Austrocknen, Farbveränderungen, Abflachen artemingener Aromastoffe und der Bildung von dumpfen, fauligen, „alten“ Geruchs- und Geschmacksstoffen stark abnehmen [17]. Dieser Zusammenhang erklärt den schnellen Verderb



**Abb. 1:** Farbveränderung von Rosenkohl während der Lagerung bei unterschiedlichen Temperaturen (nachgestellter Versuch)

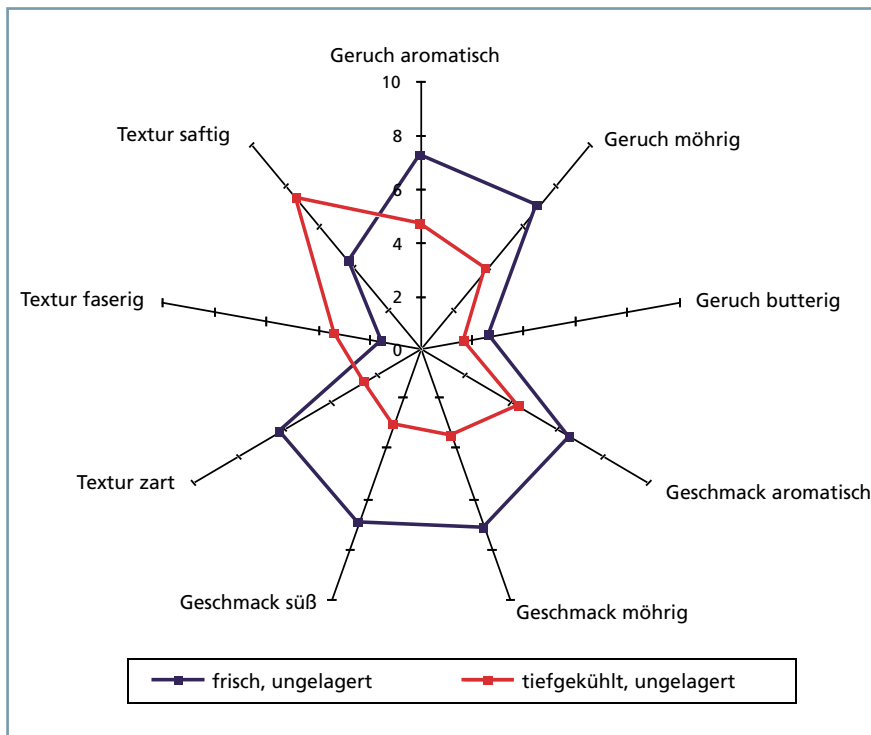


**Abb. 2:** Sensorische Unterschiede zwischen frischen und tiefgekühlten Bohnen der Sorte Paulista, Erntejahr 2003, gemessen auf einer Intensitätsskala (0–10 cm)

von Erbsen, Bohnen und Spinat bei einer Lagertemperatur von 20 °C.

Möhren und Rosenkohl erwiesen sich bei 4 °C und 20 °C als sehr stabil. Sie zählen zu den typischen Lagerge-

müsen, die auch bei Raumtemperatur längere Zeit ohne gravierende sensorische Veränderungen gelagert werden können. Beim Rosenkohl stieg jedoch mit zunehmender Lagerdauer der An-



**Abb. 3:** Sensorische Unterschiede zwischen frischen und tiefgekühlten Möhren der Sorte Nevis, Erntejahr 2002, gemessen auf einer Intensitätsskala (0–10 cm)

teil an Abfall, da immer mehr gelbe, welke Blätter entfernt werden mussten (Abb. 1).

Auch NILSSON beschreibt die unterschiedliche Lagerfähigkeit von Gemüse. So haben z. B. Spinat, Erbsen und Bohnen nur eine begrenzte Haltbarkeit und sollten nach der Ernte schnell gekühlt werden. Möhren sind so genannte Speicherorgane und gehören zu den Gemüsen mit einem zweijährigen Lebenszyklus. Nach der Wachstumsperiode dieser Gemüsearten beginnt im Herbst eine Ruhephase mit verringerter Stoffwechselaktivität, wodurch eine lange Lagerung möglich wird [18].

Bei Erbsen, Spinat und Rosenkohl kam es während der Lagerung bei 4 °C und 20 °C zum Farbabbau von grün zu gelb. Der Verlust der grünen Farbe in verarbeiteten und gering verarbeiteten Obst- und Gemüseerzeugnissen gilt laut HEATON und MARANGONI als deutliches Zeichen für Qualitätseinbußen. Das Pigment Chlorophyll ist für die charakteristische grüne Farbe vieler Obst- und Gemüsearten verantwortlich. Ein Abbau des Chlorophylls kann zu oliv-braunen Farbtönen in verarbeiteten Produkten führen oder zu gelben, braunen und orangefarbenen Tönen beim Altern von Gewebe [19].

Bei geringem Sauerstoffangebot kann es im Gemüse zur Gärung kommen. Dann werden organische Substanzen abgebaut und es kommt zu unerwünschten Veränderungen der Inhaltsstoffe [20]. So entwickelte sich bei einer Lagertemperatur von 20 °C z. B. bei Erbsen ein stark säuerlicher Geruch und Geschmack. Ursache dafür war wahrscheinlich eine Milchsäuregärung, da die geschulten Prüfer die vorhandene Säure als Milchsäure identifizierten. Auch BÖTTCHER erfasste den Gesamtsäuregehalt von Erbsen und ermittelte einen deutlichen Anstieg während der Lagerung bei 0 °C und 4 °C [21].

Eine Lagerung bei 4 °C bewirkte allgemein einen guten Qualitätserhalt des Gemüses, wobei empfindliche Gemüsearten wie Erbsen, Bohnen und Spinat auch bei diesen niedrigen Temperaturen nach einigen Tagen Lagerung Verderberscheinungen zeigten. Die Lagerung bei Raumtemperatur führte bei diesen Gemüsearten zu schnellem Altern der Gewebe und fortschreitenden Verderb durch einen dramatischen Qualitätsverlust.

Demnach ist bei manchen Gemüsearten die Qualitätserhaltung im frischen Zustand sehr gut (Möhren und

Rosenkohl), andere dagegen reagieren sehr empfindlich auf längere Lagerzeiten und erhöhte Temperaturen (Erbsen, Bohnen, Spinat).

## **Einfluss des Tiefkühlens**

Durch das Blanchieren und Tiefgefrieren veränderten sich die sensorischen Eigenschaften einiger Gemüsearten sehr deutlich, bei anderen hingegen gab es nur wenige Veränderungen. Der Prozess des Tiefkühlens hatte auf Erbsen und Spinat einen eher geringen Einfluss. Tiefgekühlte Bohnen waren zwar in Aussehen, Geruch und Geschmack den frischen sehr ähnlich, es gab jedoch große Einbußen im Hinblick auf die Textur, die als „gummiartig“ bzw. „wenig zart“ beschrieben wurde (s. Abb. 2). Bei tiefgekühlten Möhren und Rosenkohl gab es im Vergleich zum frischen Ausgangsprodukt die größten Unterschiede, wobei vor allem Geschmack und Textur betroffen waren (s. Abb. 3). Um den gummiartigen Biss zu verhindern, müssten diese Gemüsearten sehr weich

gekocht werden. Konsumenten, die das üblicherweise tun (beispielsweise auch ältere Menschen) würden eventuell gar keine Beeinträchtigung der Textur bei tiefgekühlten Möhren und Rosenkohl wahrnehmen. Die Probleme der geschmacklichen Veränderungen treten vermutlich auch nicht so deutlich auf, wenn das Gemüse innerhalb eines Menüs verzehrt und mit Gewürzen bzw. Soßen kombiniert wird.

Bei Gemüsearten, die wie Erbsen, Bohnen und Spinat in aller Regel in frischem Zustand schnell verderben, waren die sensorischen Veränderungen durch das Tiefgefrieren geringer als bei Gemüsearten, die länger lagerfähig waren, wie Möhren und Rosenkohl.

## **Tiefkühlagerung von Gemüse**

Bei der Tiefkühlagerung des Gemüses über einen Zeitraum von einem Jahr entwickelten sich keine Fehleraromen, jedoch kam es bei allen untersuchten Gemüsearten im Lagerungsverlauf zu signifikanten Veränderungen. Die Ergebnisse der Profilprüfungen durch

die geschulten Prüfer zeigen in den meisten Fällen eine signifikante Abnahme der Intensität spezifischer Attribute, wie etwa Süße, aromatischer Geruch und Geschmack sowie Saftigkeit.

Die beiden Lagertemperaturen ( $-18^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$ ) führten nicht zu signifikanten Unterschieden. Es kann also bei den untersuchten Gemüsearten nicht davon ausgegangen werden, dass bei der niedrigeren Lagertemperatur von  $-25^{\circ}\text{C}$  geringere sensorische Veränderungen auftreten als bei einer Lagertemperatur von  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Es zeigt sich somit, dass Tiefgefrieren zwar eine lange Lagerung von Gemüse ermöglicht, es aber dennoch zu Veränderungen wichtiger sensorischer Eigenschaften kommen kann.

## **Ergebnisse der Verbrauchergruppe**

Die Verbrauchergruppe stellte deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Gemüseprodukten fest und beschrieb diese umfangreich mit ihren



## Zusammenfassung

### Erhaltung der sensorischen Qualität von frischen und tiefgefrorenen Gemüsearten bei unterschiedlicher Lagerung

A. Maaßen, H. F. Erbersdobler, M. Busch-Stockfisch, Hamburg, Kiel

Die Lagerfähigkeit von Gemüse ist ein wichtiger Aspekt bei der Beurteilung der Qualität. Im Folgenden wird daher der Frage nachgegangen, inwieweit sich die sensorische Qualität bestimmter Gemüsearten durch Lagerung im frischen sowie im tiefgefrorenen Zustand verändert. Untersucht wurde speziell der Einfluss des Tiefkühlprozesses (Blanchieren, Tiefgefrieren) auf die sensorischen Eigenschaften von grünen Erbsen, grünen Bohnen, Möhren, Rosenkohl und Spinat.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei manchen Gemüsearten die Qualitätserhaltung im frischen Zustand sehr gut ist wie bei Möhren und Rosenkohl, andere dagegen reagieren sehr empfindlich auf längere Lagerzeiten und erhöhte Temperaturen (20 °C) wie etwa Erbsen, Bohnen, Spinat. Die sensorischen Veränderungen durch das Tiefgefrieren waren geringer bei Gemüsearten, die wie Erbsen, Bohnen und Spinat in aller Regel in frischem Zustand schnell verderben, als bei Gemüsearten, die länger lagerfähig waren, wie Möhren und Rosenkohl.

Ernährungs-Umschau 52 (2006), S. 390–394

eigenen Worten. Dabei bestätigten die Teilnehmer die signifikanten Unterschiede, die von den geschulten Prüfern erkannt wurden.

Das Preference Mapping gab einen Überblick über Bevorzugung und Abneigung der Verbrauchergruppe. Deutlich wurde, welche Produkte und Produkteigenschaften Konsumenten präferieren. Bei Erbsen, Bohnen und Spinat verteilte sich die Präferenz überwiegend auf die frischen ungelagerten sowie kurz und kühl gelagerten Produkte, bei Möhren und Rosenkohl gab es eine deutliche Abwertung des tiefgekühlten Produkts.

## Schlussbetrachtung

Es gibt Obst- und Gemüsearten, die sich im frischen Zustand gut lagern lassen, wie z. B. Möhren, bei anderen hingegen kommt es schnell zu Qualitätsverlusten durch Verderb, wie z. B. Erbsen und Spinat. Für letztere bietet sich als Lagermethode das Tiefgefrieren an. Ein Vorteil der Tiefkühlkost ist auch der hohe Conveniencegrad. Tiefkühlgemüse ist schon geputzt und durch den Prozess des Blanchierens so vorverarbeitet, dass kürzere Koch- und Verarbeitungszeiten resultieren. Somit ist eine schnellere Zubereitung im Haushalt möglich.

Es gibt Produkte, die sich gut tiefkühlen lassen, d. h. bei denen es nur geringe sensorische Qualitätsunterschiede oder -veränderungen gibt, wie z. B. Erbsen. Bei anderen Produkten kommt es durch das Tiefkühlen zu größeren Veränderungen, wie etwa bei Möhren. Daher werden Möhren selten als Einzelprodukt angeboten, sie sind

meist in einer Gemüsemischung zu finden.

Das Tiefgefrieren von Gemüse und die damit verbundene längere Lagerfähigkeit und ganzjährige Verfügbarkeit leisten grundsätzlich einen wichtigen Beitrag zur Steigerung des Gemüseverzehrs. Dennoch sollte für jede Gemüseart die Eignung zum Tiefgefrieren genau untersucht werden.

### Danksagung:

Das Projekt „Bestimmung chemisch-analytischer und sensorischer Qualitätskriterien von ausgewählten frischen und tiefgekühlten Gemüsearten“ wurde aus Mitteln der industriellen Gemeinschaftsforschung (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) via AiF über den Forschungsbereich der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) gefördert. AiF-Projekt-Nr. 13373 N.

### Literatur:

1. Maaßen, A.: Sensorische Unterschiede und Veränderungen bei Lagerung ausgewählter frischer und tiefgefrorener Gemüsearten. Dissertation. Verlag Dr. Rüdiger Martiens, Schwarzenbek (2006).
2. Tiefkühlinstitut e. V.: <http://www.tiefkuehlkost.de>, 05/2006.
3. Trautwein, E.A.; Henninger, K.; Erbersdobler, H.F.: Ist die mediterrane Ernährung eine empfehlenswerte Ernährungsweise? Ernährungs-Umschau 45 (1998) 359-364.
4. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 2004. DGE, Bonn (2004).
5. Trichopoulou, A.; Naska, A.; Vasilopoulou, E.: Guidelines for the intake of vegetables and fruit: the mediterranean approach. Int. J. Vitam. Nutr. Res. 71 (2001) 149-153.
6. Shewfelt, R.L.: Quality of fruits and vegetables. Food Technology 44 (1990) 99-106.
7. Lai, Y.; Florkowski, W.J.; Brückner, B.; Schonhof, I.: Berlin consumer preferences for quality attributes of fresh vegetables. Journal of Food Distribution Research 29 (1998) 68-74.
8. Fillion, L.; Kilcast, D.: Concept and measurement of freshness of fruits and vegetables. Leatherhead Food Research Report 770 (2000) 1-11.

9. Péneau, S.; Linke, A.; Escher, F.; Nuessli, J.: Consumer understanding and perception of the freshness of fruits and vegetables. Poster anlässlich des 6<sup>th</sup> Pangborn Sensory Science Symposiums, Harrogate (UK).
10. Hötzel, D.; Zittermann, A.: Qualitätsvergleich zwischen frischen und tiefgekühlten Lebensmitteln. Ernährungs-Umschau 39 (1992) 95-101.
11. Bognár, A.; Wolf, W.: Zur Lagerstabilität und Qualität tiefgefrorener Lebensmittel. Ernährung im Fokus 2 (2002) 143-149.
12. o. V.: DIN 10961: Schulung von Prüfpersonen für sensorische Prüfungen. Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin (1996).
13. Busch-Stockfisch, M. (Hrsg.): Prüferauswahl, Prüferschulung, Prüfermotivation. In: Praxis-handbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung. Behr's Verlag, Hamburg (2002).
14. o. V.: DIN 10967-1: Sensorische Prüfverfahren – Profilprüfung Teil 1: Konventionelles Profil. Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin (1999).
15. o. V.: DIN 10967-3: Sensorische Prüfverfahren – Profilprüfung Teil 3: Freies Auswahlprofil. Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin (2001).
16. Salunkhe, D.K.; Bolin, H.R.; Reddy, N.R.: Storage, Processing and Nutritional Quality of Fruits and Vegetables. 2<sup>nd</sup> Edition, Vol. 1, CRC Press, Boca Raton USA (1991).
17. Bognár, A.; Zacharias, R.: Qualitätsveränderungen bei der Vorratshaltung von Lebensmitteln im privaten Haushalt. Verbraucher-dienst 43 (1998) 508-514.
18. Nilsson, T.: Postharvest Handling and Storage of Vegetables. In Shewfelt, R.L.; Brückner, B. (ed.): Fruit and Vegetable Quality. Technomic Publishing Company, Lancaster USA (2000).
19. Heaton, J.W.; Marangoni, A.G.: Chlorophyll degradation in processed and senescent plant tissues. Trends in Food Science and Technology 7 (1996) 8-15.
20. Böttcher, H.: Frischhaltung und Lagerung von Gemüse. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, (1996).
21. Böttcher, H.: Qualitätsveränderungen während der Lagerung von Gemüseerbsen (*Pisum sativum* L.): 2. Mitteilung: Ernährungsphysiologische Qualität. Die Nahrung 31 (1987) 723-738.

Für die Verfasser:

**Prof. Dr. Mechthild Busch-Stockfisch**  
 Fakultät Life Sciences, Department  
 Ökotrophologie  
 Hochschule für Angewandte Wissen-  
 schaften Hamburg  
 Lohbrügger Kirchstr. 65  
 21033 Hamburg  
 E-Mail: mechthild.busch-  
 stockfisch@rzbd.haw-hamburg.de