

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 81 (1990)

**Heft:** 1

**Artikel:** Über die Nährstofferhaltung im Fritierprozess - Untersuchungen am Beispiel der Pommes-frites-Herstellung = Nutrient retention in deep fat frying - case study on French fried potatoes

**Autor:** Keller, Ch. / Escher, F. / Solms, J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-982602>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

*Ch. Keller, F. Escher* und *J. Solms*, Institut für Lebensmittelwissenschaft,  
Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich

## **Über die Nährstofferhaltung im Fritierprozess — Untersuchungen am Beispiel der Pommes-frites-Herstellung**

Nutrient Retention in Deep Fat Frying — Case Study on  
French Fried Potatoes

### **Einleitung**

Unter den industriell hergestellten Kartoffelprodukten nehmen fritierte Kartoffelprodukte in der Schweiz wie in vielen anderen Industrieländern einen bedeutenden Platz auf dem Speisezettel ein. Mengenmässig allen voran stehen vorfritierte tiefgekühlte oder gekühlte Pommes frites, die vom Verbraucher in Fritieröl, in neuerer Zeit auch im Back- oder Mikrowellenofen ausgebacken werden. In der Schweiz betrug 1988 der Anteil der zu Pommes frites und Pommes rissolées verarbeiteten an der total industriell verwendeten Kartoffelmenge rund 50%, was einer jährlichen Verarbeitung zu Pommes frites von ca. 63 000 t entspricht. Weitere 18% entfallen auf andere fritierte Kartoffelerzeugnisse wie Pommes Chips (1).

Die vorteilhafte ernährungsphysiologische Zusammensetzung von Kartoffeln ist heute unbestritten. Geringer Energiegehalt und hoher Sättigungswert bei gleichzeitig bedeutenden Vitamin C-, Vitamin B<sub>1</sub>- und Mineralstoffgehalten machen die Kartoffel zu einer idealen Komponente einer Hauptmahlzeit (2–4). Allerdings stellt sich bei fritierten Kartoffelerzeugnissen die Frage, wieweit im Herstellungsprozess eine vorteilhafte Produktzusammensetzung erhalten bleibt.

Ganz allgemein liegen nur wenig Daten über die Stoffveränderungen in Lebensmitteln während des Fritierens in heissem Öl vor (5). Dies ist insofern bemerkenswert, als es sich beim Fritieren um einen Verfahrensschritt handelt, der auf gewerblicher und industrieller Ebene nicht nur für Kartoffel-, sondern ebenso sehr für Bäckerei- und Fleischerzeugnisse eine wichtige Rolle spielt. Am Beispiel der industriellen Pommes-frites-Herstellung wurden deshalb die Produktveränderungen während des Fritierens untersucht, wie auch die physikalischen Vorgänge bei diesem Prozess eingehend charakterisiert (6). Der vorliegende Teil dieser Ar-

beit berichtet über die stufenweise Analyse des gesamten Herstellungsverfahrens mit den Schritten Blanchieren, Vorfritieren, Tiefkühlagerung und Ausbacken zu essfertigen Pommes frites. Die Untersuchungen wurden zunächst im Labormassstab unter genau standardisierten Bedingungen mit genau klassiertem Rohmaterial vorgenommen. Es folgten Erhebungen an einer industriellen Produktionslinie, um die Übertragbarkeit der im Laboratorium erhaltenen Resultate auf die Verhältnisse der Praxis zu überprüfen.

## Material und Methoden

### *Laborversuche*

Die Versuche wurden an einzelnen genau nach Gesamtgewicht (200–250 g) und spezifischem Gewicht (Klassenbreite: 0,005 Einheiten) klassierten Kartoffelknollen der Sorte Bintje durchgeführt, um so die Variabilität in der Zusammensetzung zwischen den einzelnen Knollen möglichst unterdrücken zu können.

Das Vorgehen bei der Verarbeitung ist als Fließbild in Abbildung 1 dargestellt. Die sortierten Kartoffelknollen wurden gewaschen und geschält. Aus dem Zentrum einer Knolle wurden sodann vier Stäbchen mit einer Länge von 50 mm und je nach Versuch mit einem Querschnitt von  $8 \times 8$ ,  $10 \times 10$  oder  $12 \times 12$  mm geschnitten. Die jeweils sich schräg gegenüberliegenden Stäbchen wurden als Probenpaar verwendet und das eine Paar (Stäbchen A und C) vor, das andere Paar (Stäbchen B und D) nach den interessierenden Verfahrensschritten analysiert. Mit der Verwendung von jeweils zwei unmittelbar benachbarten Stäbchenpaaren konnte die starke Inhomogenität der Stoffverteilung innerhalb einer Kartoffelknolle berücksichtigt werden (7). Ferner ermöglichten die kleinen Probenmengen ein streng isothermes Arbeiten beim Fritieren.

Die Blanchierversuche wurden in einem 3-l-Wasserbad durchgeführt. Als Blanchierwasser wurde je nach Versuch deionisiertes Wasser, Leitungswasser oder Wasser derselben Zusammensetzung wie in einem industriellen Produktionsbetrieb verwendet. Die Blanchieremperatur betrug  $80^\circ\text{C}$ , die Blanchierzeit 3 min. Die Stäbchen wurden sodann durch kurzes Zentrifugieren in einer Salatschleuder vom oberflächlich anhaftenden Wasser befreit.

Die Stäbchen wurden einzeln an einer speziellen Halterung befestigt und in einem Heizbad mit 3 l Erdnussöl handelsüblicher Qualität während genau 1 min bei  $160^\circ\text{C}$  vorfritiert. Um möglichst konstante Temperaturbedingungen zu schaffen, wurde das Öl mit einem Flügelrührer langsam gerührt. Das oberflächlich anhaftende Fett wurde nach dem Vorfritieren wiederum mit einer Salatschleuder entfernt.

Die vorfritierten Stäbchen wurden paarweise in verschliessbare Alubeutel verpackt und in einem Umlufttiefkühlschrank bei einer Lufttemperatur von  $-30^\circ\text{C}$  tiefgekühlt. Die tiefgekühlten Stäbchen wurden sodann ca. 3 Monate bei einer Temperatur von  $-18^\circ\text{C}$  gelagert.

Für das Ausbacken nach der Tiefkühlagerung wurde dieselbe Methode wie für das Vorfritieren verwendet. Die Fritierzeit betrug dabei einheitlich 5 min, die Öltemperatur 180 °C. Auch die Haftfettentfernung wurde wie nach dem Vorfritieren durchgeführt.

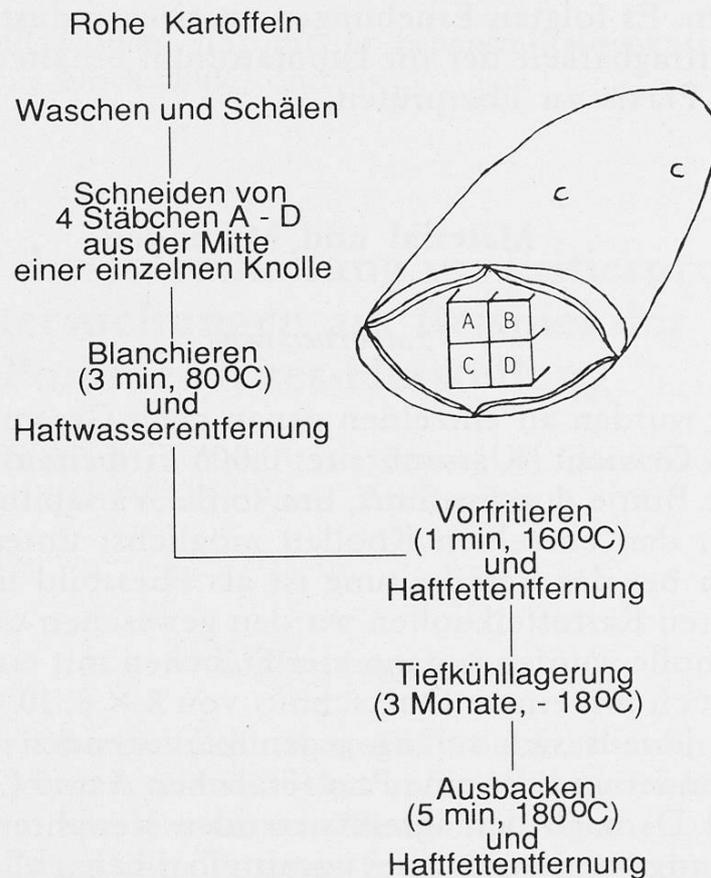


Abb. 1. Schema der Pommes-frites-Herstellung im Labormassstab und Lage der für die Versuche aus einzelnen Kartoffelknollen herausgeschnittenen Stäbchen

### Messungen an einer industriellen Produktionslinie

Die Messungen wurden an einer nach dem Schema in Abbildung 2 arbeitenden industriellen Linie mit einer Kapazität von ca. 3,5 t/h vorfritierte Pommes frites vorgenommen. Die Probenahmestellen sind in Abbildung 2 ebenfalls eingetragen. Es wurden Stäbchen mit einem Querschnitt von 7,4 × 7,4 mm und 9,6 × 9,6 mm als tiefgekühltes Produkt und von 7,1 × 7,1 mm als gekühltes Produkt hergestellt. Das Wasserblanchieren erfolgte bei 77–81 °C; die Verweilzeit betrug 2,5 min für tiefgekühlte und 3,5 min für gekühlte Produkte. Die blanchierten Stäbchen wurden in Rinderfett bei 160–180 °C vorfritiert; die Vorfritierzeit betrug 45 s für tiefgekühlte und 2,5 min für gekühlte Produkte.

Für jeden Schritt wurde zunächst die Verweilzeit der Stäbchen bestimmt, damit vor und nach diesem Schritt vergleichbare Proben genommen werden konnten. Sodann wurden bei stationären Produktionsbedingungen jeweils Proben von je 1 kg an den Stellen A und B (Abb. 2) und 0,5 kg an der Stelle C erhoben.

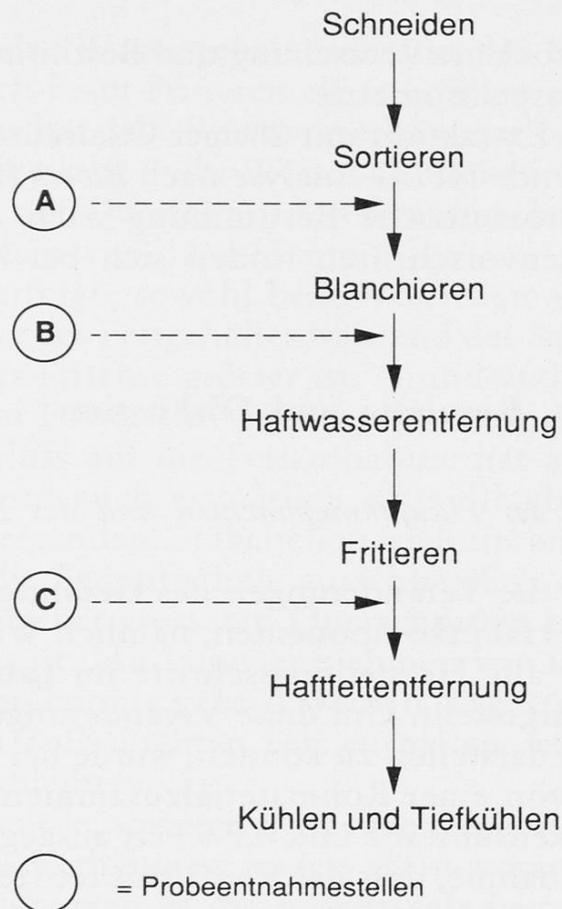


Abb. 2. Schema der Herstellung von vorfritierten, gekühlten oder tiefgekühlten Pommes frites im Industriemasstab (ohne Wasch- und Schälsschritt) und Probenahmestellen in der Produktionslinie

### Analysenmethoden

In den Laborversuchen wurden zunächst von allen Stäbchen die Gewichtsveränderungen über den jeweiligen Herstellungsschritt bestimmt. Für die Bestimmung des Trockensubstanz-, Fett- und Mineralstoffgehaltes wurden die einzelnen Stäbchen sodann sorgfältig homogenisiert. Wurde zusätzlich der Ascorbinsäuregehalt bestimmt, so wurden die Stäbchen zuerst in vier Teile zerschnitten und die Teile 1 und 3, für die Bestimmung des Trockensubstanz- und Fettgehaltes, die Teile 2 und 4 für die Bestimmung des Ascorbinsäuregehaltes verwendet.

Die der Industrielinie entnommenen Proben wurden homogenisiert und auf Trockensubstanz-, Fett-, Mineralstoff- und Ascorbinsäuregehalt analysiert. Zusätzlich wurde bei den Industrieproben der Thiamingehalt bestimmt, was bei den Laborversuchen wegen der geringen Probenmengen nicht möglich war.

Die Analysen wurden wie folgt durchgeführt:

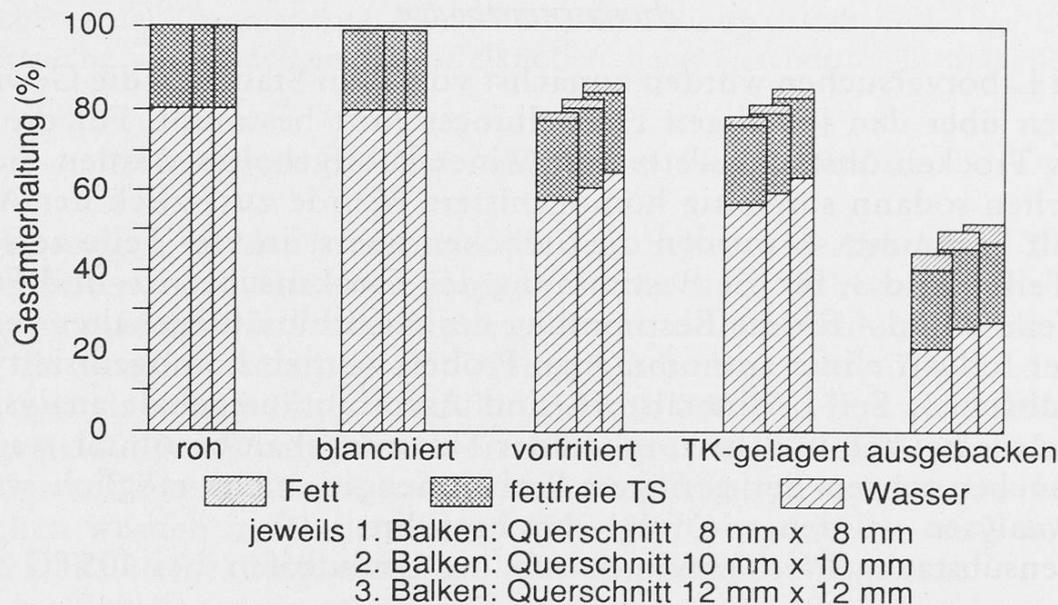
- Trockensubstanzgehalt: gravimetrisch im Umluftofen bei 105 °C während 24 h.
- Fettgehalt: Extraktion des Fettes nach einer modifizierten Methode nach Winter (8), Umesterung nach Christopherson und Glass (9) und anschließende gaschromatographische Bestimmung.

- Mineralstoffgehalt: trockene Veraschung und Bestimmung von K, Ca und Mg mit Atomabsorptionsspektrometrie.
- Ascorbinsäuregehalt: Extraktion mit 2%iger Oxalsäure, Aufbereitung des Extraktes und nachfolgende HPLC-Analyse nach *Bloeck* (10) und *Bloeck et al.* (11).
- Thiamingehalt: Fluorometrische Bestimmung nach *Rettenmayer et al.* (12). Die genauen Analysenvorschriften finden sich bei *Keller* (6).

## Resultate und Diskussion

### *Veränderungen der Hauptkomponenten und des Energieinhaltes*

In Abbildung 3 sind die Veränderungen des Gesamtgewichtes der Kartoffelstäbchen und deren drei Hauptkomponenten, nämlich Wasser, fettfreie Trockensubstanz und Fett, über alle Herstellungsschritte im Laborversuch und für alle Stäbchenquerschnitte dargestellt. Um diese Veränderungen während des ganzen Verfahrens vergleichend darstellen zu können, wurde bei allen drei untersuchten Stäbchenquerschnitten von einer Rohmaterialzusammensetzung von 80% Wasser, 19,9% fettfreie Trockensubstanz und 0,1% Fett ausgegangen. Die Darstellung basiert ferner auf der Annahme, dass das Verhältnis fettfreier Trockensubstanz zu Wasser beim Blanchieren, das Verhältnis fettfreie Trockensubstanz zu Fett bei der Tiefkühlagerung und die absolute Menge an fettfreier Trockensubstanz beim Fritieren konstant bleiben. Unter diesen Voraussetzungen lässt sich die Produktzusammensetzung nach jedem Herstellungsschritt berechnen.



*Abb. 3.* Veränderung des Gewichtes und der Zusammensetzung der Hauptinhaltsstoffe von Kartoffelstäbchen bei der Pommes-frites-Herstellung im Labormassstab. Angaben relativ zum Gewicht und zur Zusammensetzung der rohen Stäbchen

Wie erwartet sank der Wassergehalt während der beiden Fritierschritte beträchtlich, indem es sich beim Fritieren eigentlich um einen Trocknungsprozess mit Öl als Wärmeträger handelt. Relativ gesehen, verloren dünne Kartoffelstäbchen bei derselben Verweilzeit mehr Wasser als dicke Stäbchen, so dass der Wassergehalt von Stäbchen mit Querschnitt  $8 \times 8$  mm nach dem Ausbacken um 20% tiefer lag als in Stäbchen von  $12 \times 12$  mm.

Die Fettaufnahme erfolgte sowohl beim Vorfritieren wie auch beim Ausbacken, wobei die Zunahme des Fettgehaltes während des Ausbackens wegen der längeren Verweilzeit in der Friteuse grösser ist. Grundsätzlich hatten die detaillierten Untersuchungen am Fritierschritt gezeigt (6), dass die Verweilzeit einen wesentlich grösseren Einfluss auf die Fettaufnahme hat als die Fritiertemperatur.

Aus Abbildung 3 wird auch ersichtlich, dass die absolute Menge an aufgenommenem Fett mit steigendem Stäbchenquerschnitt anstieg. Dieser Anstieg beruht darauf, dass sich die Fettaufnahme ausschliesslich auf die Stäbchenoberfläche beschränkt und dass bei grösseren Querschnitten eine grössere Oberfläche pro Stäbchen ausgesetzt ist. Mit Lupenaufnahmen von in gefärbtem Fritieröl frittierten Kartoffelstäbchen konnte gezeigt werden (13), dass auch nach langem Fritieren nur die obersten Zellschichten Fett enthalten, während das ganze Innere des Stäbchens fettfrei bleibt.

Wenn nicht der absolute, sondern der prozentuale Fettgehalt betrachtet wird (Tabelle 1), so liegen die Verhältnisse anders als im vorangehenden Abschnitt angegeben. Nach dem Ausbacken ist der prozentuale Fettgehalt von dünnen Stäbchen höher als von dicker geschnittenen Produkten. Der Grund für diese relative Erhöhung liegt darin, dass die absolute Minderaufnahme von Fett pro Stäbchen durch die oben erwähnte höhere Wasserverdampfung in dünnen Stäbchen kompensiert wird.

Auf der Basis der prozentualen Zusammensetzung wurde der Energiegehalt von ausgebackenen Pommes frites mit unterschiedlichen Stäbchenquerschnitten berechnet (Tabelle 1). Für die Berechnung des Energieinhaltes der fettfreien Trockensubstanz wurden die Angaben von *Souci et al.* (2) verwendet. Eine 100-g-Portion von  $8 \times 8$  mm Stäbchen wies einen um ca. 20% höheren Energieinhalt als dieselbe Menge von  $12 \times 12$  mm Stäbchen auf. Dabei stammen 36–37% der gesamten Energiemenge aus dem Fett.

*Tabelle 1.* Prozentuale Zusammensetzung und Energieinhalt von ausgebackenen Pommes frites aus einem Laborversuch

Stäbchenquerschnitt (mm × mm)	Menge (g) in 100 g ausgebackenen Pommes frites			Energiemenge (kJ) in 100 g ausgebackenen Pommes frites			
	Fett	Protein	verfügbare Kohlenhydrate	Fett	Protein	Kohlenhydrate	Total
$8 \times 8$	9,7	4,4	30,9	340	52	519	911
$10 \times 10$	8,9	4,0	28,0	311	47	470	828
$12 \times 12$	7,6	3,6	25,2	266	43	423	732

Hier nicht angeführte Werte für die Veränderungen der Hauptinhaltsstoffe während des Blanchierens und Vorfritierens in der industriellen Produktionslinie zeigten, dass sich die Verhältnisse aus dem Laborversuch gut auf den Produktionsmasstab übertragen lassen. Die in der Produktionslinie vorfritierten Pommes frites enthielten in der Regel etwas mehr Fett, was auf die schärfere Haftfettentfernung im Laborversuch zurückzuführen sein dürfte.

### Veränderungen des Mineralstoffgehaltes

Änderungen im Mineralstoffgehalt wurden praktisch nur im Blanchierschritt beobachtet; ein Austrag von Mineralstoffen ins Fritieröl liess sich nicht nachweisen. Deshalb sind in Tabelle 2 nur die Veränderungen der Mineralstoffgehalte während des Blanchierens zusammengestellt. Der Einfluss der Zusammensetzung des Blanchierwassers wird deutlich sichtbar: In etwas härterem Wasser nahm der Calciumgehalt zu, der Magnesiumgehalt blieb praktisch erhalten, und nur Kalium wurde etwas stärker ausgelaugt. Solange die Blanchierzeiten in Grenzen bleiben und die Blanchiertemperaturen nicht zu hoch gewählt werden, sind die Mineralstoffveränderungen während des Blanchierens in ernährungsphysiologischer Hinsicht unbedeutend.

**Tabelle 2.** Gehalt an Kalium, Calcium und Magnesium in rohen Kartoffelstäbchen und scheinbare Retentionswerte für diese Mineralstoffe beim Blanchieren im Labormasstab und in einer industriellen Linie für die Pommes-frites-Herstellung

Stäbchenquerschnitt (mm × mm)	Blanchierbedingungen			Mineralstoffgehalt in rohen Stäbchen (mg/100 g Feuchtgewicht)			Scheinbare Retention bzgl. Feuchtgewicht (%) <sup>1</sup>		
	Medium	Zeit	Temperatur	K	Ca	Mg	K	Ca	Mg
	2	(s)	(°C)						
<i>Laborversuche</i>									
10 × 10	D	180	80	372	4	19	84	103	85
10 × 10	L1	180	80	424	7	24	69	165	85
<i>Produktionslinie</i>									
7,4 × 7,4	L2	150	81	389	4	23	64	123	68
7,1 × 7,1	L2	225	77	474	4	24	93	118	95
9,6 × 9,6	L2	150	77	372	4	23	98	112	96

<sup>1</sup> Retentionswerte ohne Berücksichtigung einer Veränderung des Stäbchengewichtes durch Wasseraufnahme oder -abgabe während des Blanchierens.

<sup>2</sup> D = Deionisiertes Wasser.

L1 = Leitungswasser, enthaltend 2 ppm K, 127 ppm Ca und 20 ppm Mg.

L2 = Leitungswasser, enthaltend 1 ppm K, 41–56 ppm Ca und 59–76 ppm Mg.

## Veränderungen des Ascorbinsäuregehaltes

Die Ascorbinsäure stellt eine geeignete Indikatorsubstanz für die Beurteilung möglicher Veränderungen in einem Prozess der Kartoffelverarbeitung dar. Ihre gute Wasserlöslichkeit führt zu Auslaugverlusten, die Hitze- und Oxidationsempfindlichkeit zu thermischem, enzymatischem oder oxidativem Abbau. Wie einleitend bereits erwähnt, wird die Bedeutung dieser Leitsubstanz dadurch unterstrichen, dass die Kartoffel als Vitamin-C-Quelle für die Bevölkerung durchaus relevant sein kann.

In Abbildung 4 sind die im Laborversuch ermittelten schrittweisen absoluten Ascorbinsäureretentionen dargestellt. Als Basis für die Berechnung diente die Zusammensetzung der Stäbchen vor dem jeweiligen Schritt. Die absoluten Retentionen berücksichtigen bei jedem Schritt die Gewichtsveränderungen der Stäbchen durch Wasserverdampfung und Fettaufnahme (14). Es wird auch vorausgesetzt, dass die Retentionswerte unabhängig von der jeweils gemessenen aktuellen Ascorbinsäurekonzentration sind. Die Ascorbinsäurekonzentration im für die Versuche verwendeten Rohmaterial lag zwischen 10 und 15 mg/100 g Feuchtgewicht.

Beim Blanchieren kommt der Auslaugeffekt deutlich zum Ausdruck. Wegen ihrer grösseren spezifischen Oberfläche verloren dünne Stäbchen mehr Ascorbinsäure als Stäbchen mit grösserem Querschnitt. Verschiedene Autoren bestätigen den relativ hohen Ascorbinsäureverlust im Blanchierschritt der Pommes-frites-Fabrikation (15, 16).

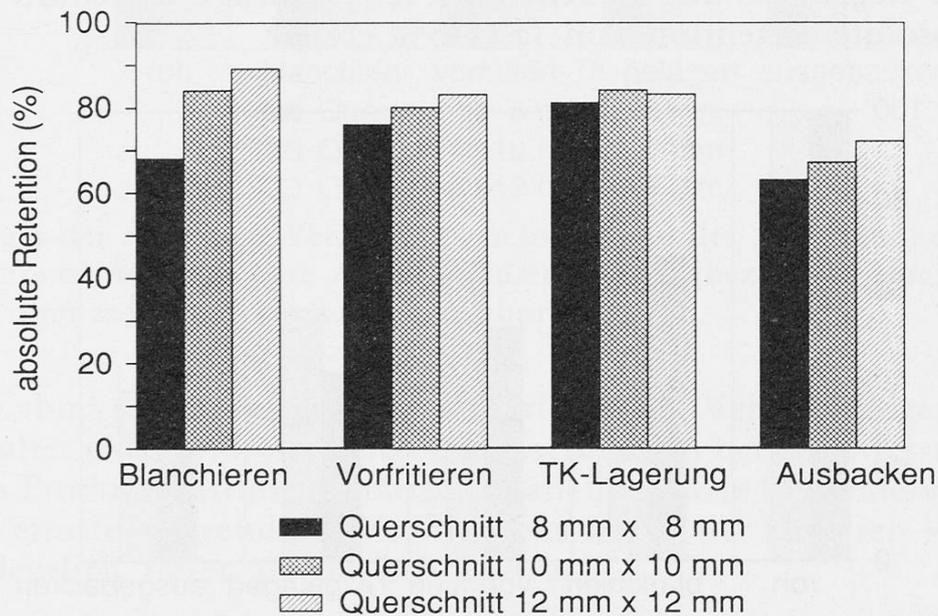


Abb. 4. Einfluss der einzelnen Verarbeitungsschritte und des Stäbchenquerschnittes auf die schrittweise absolute Ascorbinsäureretention bei der Pommes-frites-Herstellung im Labormassstab

Die schrittweise absolute Retention lag beim Vorfritieren in derselben Größenordnung wie beim Blanchieren, für das Ausbacken ergaben sich wegen der et-

was längeren Fritierzeiten tiefere Retentionswerte. Die Verluste in den beiden Fritierschritten beruhten ausschliesslich auf thermischem Abbau, da wegen der fehlenden Fettlöslichkeit keine Auslaugung ins Öl erfolgen kann. Dass in dickeren Stäbchen leicht grössere Retentionen gefunden wurden, weist darauf hin, dass nur das Stäbchenäussere mit der Ausbildung einer Kruste thermisch stark belastet wird. Der spezifische Krustenanteil nimmt wie die spezifische Oberfläche mit zunehmender Schnittfeinheit zu. Temperaturmessungen über den Stäbchenquerschnitt bestätigen (6), dass nur die zunehmend trockene Krustenzone annähernd die Temperaturen des Ölbad erreicht, während die Temperatur des feuchten Stäbcheninnern 100 °C nicht übersteigt. Der überwiegende Teil der Kartoffelmasse wird demnach einem schonenden Garprozess unterzogen.

Die absoluten Ascorbinsäureretentionen während der Tiefkühlagerung sind wiederum in der gleichen Grösse wie die Werte für die anderen Schritte. Die Lagerdauer betrug im vorliegenden Versuch lediglich 3 Monate. Bei längeren Lagerperioden wäre also durchaus mit einem grösseren Verlust zu rechnen. Es ist bekannt, dass Tiefkühlprodukte auf oxidative Veränderung besonders empfindlich sind.

Die über den ganzen Herstellungsprozess summierten absoluten Ascorbinsäureretentionen sind aus Abbildung 5 ersichtlich. Als Basis für die Berechnung wurde für diese Darstellung die Zusammensetzung der untersuchten rohen Kartoffeln verwendet. Aus der Darstellung kommt deutlich zum Ausdruck, dass die Retentionen über alle Schritte etwa gleichmässig abnehmen und dass sie in grob geschnittenen Pommes frites in der Summe wesentlich höher als bei feingeschnittenen Produkten liegen. Bei den Stäbchen mit 12 × 12 mm Querschnitt wurde eine summierte absolute Retention von fast 45% erzielt.

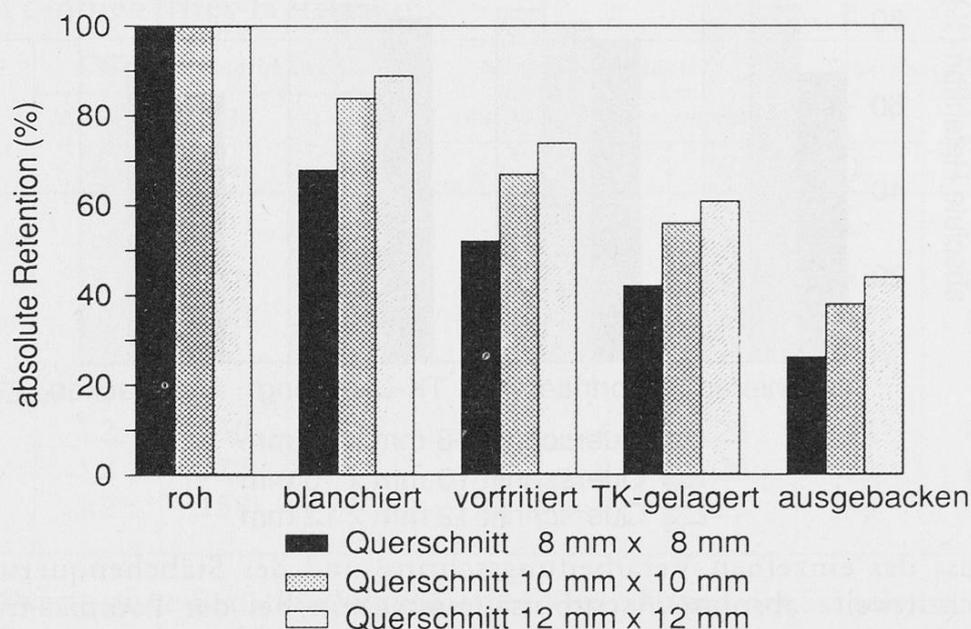


Abb. 5. Einfluss der einzelnen Verarbeitungsschritte und des Stäbchenquerschnittes auf die summierte absolute Ascorbinsäureretention bei der Pommes-frites-Herstellung im Labormassstab

In Abbildung 6 sind die summierten scheinbaren Ascorbinsäureretentionen bezüglich Feuchtgewicht zusammengestellt. Als Basis für die Berechnungen diente die Ascorbinsäurekonzentration in den rohen Kartoffelstäbchen. Im Unterschied zu den absoluten Werten wurden für die relativen Retentionen die Gewichtsveränderungen durch Trocknen und Fettaufnahme nicht berücksichtigt. Die Graphik stellt also dar, wie sich die Ascorbinsäurekonzentration ändert (14). Wegen der recht hohen absoluten Retention einerseits und wegen der hohen Wasserverdampfung beim Fritieren andererseits ergaben sich gesamthaft sehr hohe scheinbare Retentionen. Die Werte lagen wiederum bei dicken Stäbchen deutlich höher als bei dünnen Stäbchen. Werden die Stäbchen nicht zu fein geschnitten, so findet sich in 100 g ausgebackenen Pommes frites fast annähernd so viel Ascorbinsäure wie in 100 g rohen Stäbchen.

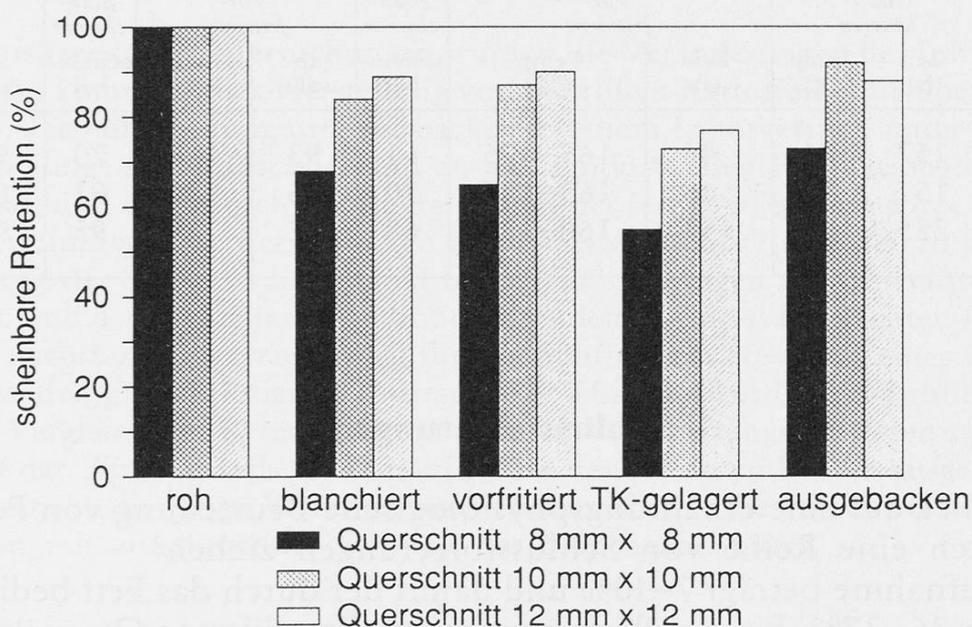


Abb. 6. Einfluss der einzelnen Verarbeitungsschritte und des Stäbchenquerschnittes auf die summierte scheinbare Ascorbinsäureretention (bezüglich Feuchtgewicht) bei der Pommes-frites-Herstellung im Labormassstab

Die im Laborversuch festgestellten schrittweisen Veränderungen des Ascorbinsäuregehaltes (Abb. 4) liessen sich im wesentlichen bei den Messungen an der industriellen Produktionslinie bestätigen (Tabelle 3). Die Blanchierverluste lagen höher, die Verluste während des Vorfritierens wegen der kürzeren Fritierzeit (45 statt 60 s) deutlich tiefer als im Laborversuch.

### *Veränderungen des Thiamingehaltes*

Die für den Blanchier- und Vorfritierschritt an der industriellen Produktionslinie gemessenen schrittweisen Thiaminretentionen sind ebenfalls aus Tabelle 3 ersichtlich. Die Thiaminkonzentrationen der rohen Kartoffelstäbchen lagen zwi-

schen 75 und 95  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  Frischgewicht. Erwartungsgemäss ging beim Blanchieren relativ etwa gleich viel Thiamin wie Ascorbinsäure verloren. Während des Vorfritierens wurde eine fast vollständige Erhaltung des Thiamins (absolute Retention) festgestellt, so dass sich für diesen Schritt scheinbare Retentionswerte von über 100% ergaben.

*Tabelle 3.* Schrittweise absolute und scheinbare Retention von Ascorbinsäure und Thiamin beim Blanchieren und Vorfritieren in einer industriellen Linie für die Herstellung gekühlter oder tiefgekühlter Pommes frites

Herstellungsbedingungen					Schrittweise Ascorbinsäureretention (%)			Schrittweise Thiaminretention (%)		
Stäbchenquerschnitt (mm × mm)	Blanchieren		Vorfritieren		Blanchieren scheinbar	Vorfritieren		Blanchieren scheinbar	Vorfritieren	
	Zeit (s)	Temp. (°C)	Zeit (s)	Temp. (°C)		absolut	scheinbar		absolut	scheinbar
7,4 × 7,4	157	81	46	165–175	61	93	116	70	99	124
9,6 × 9,6	157	77	46	165–175	70	96	127	93	87	122
7,1 × 7,1	225	77	152	160–180	68	82	138	95	95	160

### Schlussfolgerungen

Im Hinblick auf eine ernährungsphysiologische Beurteilung von Pommes frites lassen sich eine Reihe von Schlussfolgerungen ziehen:

1. Die Fettaufnahme beträgt 7–10% und damit der durch das Fett bedingte Energiegehalt um 36–37%. Bei der Wahl von nicht allzu dünnen Querschnitten und bei sorgfältiger Kontrolle der Verweilzeiten beim Fritieren liegen diese Werte in vertretbaren Grenzen.

2. Auslaugverluste von wasserlöslichen Vitaminen und Mineralstoffen werden nur beim Blanchieren, nicht jedoch beim Fritieren beobachtet. Die Mineralstoffverluste sind in der Regel vernachlässigbar klein.

3. Beim Fritieren wird nur die äusserste Schicht der Kartoffelstäbchen weitgehend ausgetrocknet und thermisch belastet. Während die Temperatur im Innern der Kartoffelstäbchen 100 °C nicht wesentlich übersteigt. Für den mengenmässig überwiegenden Teil eines Kartoffelstäbchens stellt das Fritieren also einen zeitlich kurzen Garprozess auf nach oben begrenztem Temperaturniveau dar. Dementsprechend liegt die Retention des hitzeempfindlichen Vitamins C bei 38–44%. Für Thiamin ergeben sich leicht höhere Werte. Im Vergleich mit Retentionen in anderen Verarbeitungsprozessen (Herstellung von Sterilkonserven oder Trockenprodukten), stellt dies einen hohen Wert dar (10, 17, 18).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es sich bei der Pommes-frites-Herstellung und beim Fritieren als deren wichtigstem Schritt um einen Pro-

zess handelt, der bei begrenzter Fettaufnahme eine gute Retention von Nährstoffen ermöglicht.

### *Dank*

Die Autoren danken der Eidg. Alkoholverwaltung für die finanzielle Unterstützung der Untersuchungen und der kartoffelverarbeitenden Industrie für die Bereitstellung von Kartoffelproben und für die Ermöglichung der Messungen an einer Produktionslinie.

### *Zusammenfassung*

In den vorliegenden Untersuchungen wurden die Veränderungen der Inhaltsstoffe über alle Stufen der Pommes-frites-Herstellung von der rohen Kartoffelknolle über Blanchieren, Vorfritieren, Tiefkühlagerung und Ausbacken in einem Laborversuch unter exakt kontrollierten Bedingungen und anschliessend an einer industriellen Produktionslinie gemessen. Der Fettgehalt und damit auch der Energieinhalt der fertigen Pommes-frites nahm mit sinkender Querschnittsgrösse der Stäbchen zu, wobei das Fett (7,6–9,7%) in jedem Fall auf die Oberfläche der Stäbchen beschränkt blieb. Veränderungen im Mineralstoffgehalt wurden nur während des Blanchierens in unbedeutendem Ausmass beobachtet. Die schrittweise absolute Ascorbinsäureretention lag für alle Schritte um 80%, was einer Retention von ca. 45% über den ganzen Prozess entsprach. Für Thiamin wurden etwas höhere Werte gemessen. Im Vergleich mit Retentionen in anderen Verarbeitungsprozessen stellt dies einen hohen Wert dar. Auf der Basis der scheinbaren Retentionen enthielten ausgebackene Pommes frites beinahe dieselben Vitaminkonzentrationen wie rohe Stäbchen. Alle Retentionswerte sanken mit zunehmender Feinheit des Stäbchenschnittes.

### *Résumé*

Dans la présente étude, les modifications de la composition des pommes frites ont été mesurées pour chaque étape du processus de production (blanchiment, précussion, congélation, cuisson), ceci en laboratoire d'abord, sous des conditions contrôlées, puis dans une ligne de production industrielle. La teneur en matière grasse et ainsi la valeur énergétique ont augmenté avec la diminution de la surface des bâtonnets de pommes frites alors que la matière grasse (7,6–9,7%) se limite à la surface des bâtonnets. Des modifications de la teneur en minéraux n'ont pu être observées que pendant le blanchiment, et ceci dans des proportions insignifiantes. Le taux de rétention de l'acide ascorbique pour chaque palier a été d'environ 80%, ce qui correspond pour le produit fini à un taux de rétention de 45% en valeur absolue. Des valeurs un peu plus hautes ont été obtenues pour la thiamine. En comparaison avec les retentions observées pour d'autres procédés, ces valeurs sont hautes. Ramenées à leurs taux apparents de rétention, les pommes frites cuites présentaient des teneurs en vitamines égales à celles des bâtonnets crus. Toutes les valeurs de rétention ont diminué avec l'affinement de la section des bâtonnets.

## Summary

In the present investigation, compositional changes were monitored at all steps of French fry manufacturing, i. e. blanching, par-frying, frozen storage and finish frying. The experiments were carried out on laboratory scale under closely controlled conditions as well as on an industrial production line. Fat and energy content decreased with increasing cross section of potato sticks. In all cases, the fat (7.6–9.7%) was restricted to the surface of the sticks. Changes in mineral composition were observed to a small extent only during water blanching. The absolute retention of ascorbic acid amounted to approx. 80% for each processing step, the retention over the whole process thus being around 45%. Slightly higher values were obtained for thiamine retention. These values are high in comparison with those observed in other food processing operations. On the basis of apparent retention, vitamin concentrations in finish-fried sticks were almost as high as in the raw material. All retention values decreased with decreasing cross section of sticks.

## Literatur

1. Angaben der Eidg. Alkoholverwaltung, Bern.
2. Souci, S. W., Fachmann, W. and Kraut, H.: Food composition tables 1986/87. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart 1986.
3. Smith, O. (ed.): Potatoes – processing, storing, production, 2nd. ed. AVI Publ. Co., Westport, Conn. 1977.
4. Solms, J. und Genner-Ritzmann, R.: Der Ernährungswert von Kartoffeln. Proceedings 9th Triennial Conference, European Association for Potato Research, S. 51–69. Juris Druck und Verlag AG, Zürich 1984.
5. Varela, G., Bender, A. E. and Morton, I. D. (eds.): Frying of food – Principles, changes, new approaches. Ellis Horwood Ltd., Chichester 1988.
6. Keller, Ch.: Fritieren in der Lebensmittelverarbeitung – Untersuchungen am Beispiel der Herstellung von Pommes frites. Diss. ETH Nr. 8674, Zürich 1988.
7. Fischnich, O. und Heilinger, F.: Die Inhaltsstoffe der Kartoffel. *Landbauforschung* **9** (1), 15–18 (1959).
8. Winter, E.: Über ein neues Verfahren zur Bestimmung und Untersuchung von Fetten in Lebensmitteln. *Z. Lebensm. Unters. -Forsch.* **123**, 205–210 (1963).
9. Christopherson, S. W. and Glass, R. L.: Preparation of milk fat methyl esters by alcoholysis in an essentially non-alcoholic solution. *J. Dairy Sci.* **52**, 1289–1290 (1969).
10. Bloeck, M.: Qualitätserhaltung von hitzesterilisierten Konserven in halbstarren und flexiblen Aluminiumbehältern am Beispiel von Bohnen. Diss. ETH Nr. 7909, Zürich 1985.
11. Bloeck, M., Escher, F. und Solms, J.: Qualitätserhaltung von hitzesterilisierten Konserven in halbstarren und flexiblen Aluminiumbehältern am Beispiel Bohnen, 1. Qualitätsveränderungen durch Sterilisation und Kurzzeitlagerung in Abhängigkeit der Abfülltechnologie. *Verpackungsrundschau/Tech.-wiss. Beilage* **39** (6), 47–53 (1988).
12. Rettenmayer, R., Vuilleumier, J. P. und Müller-Mulot, W.: Zur quantitativen Vitamin-B<sub>1</sub>-Bestimmung in Nahrungsmitteln und biologischem Material. *Z. Lebensm. Unters. -Forsch.* **168**, 120–124 (1979).
13. Keller, Ch., Escher, F. und Solms, J.: A method for localizing fat distribution in deep-fat fried potato products. *Lebensm.-Wiss. und -Technol.* **18**, 346–348 (1986).

14. *Blumenthal, A., Escher, F., Gappisch, F., Hodler, B., Lutz, A., Schär, J., Scheffeldt, P., Solms, J. und Streuli, H.*: Über die Berechnung und die Darstellung von Nährstoffdaten. *Lebensm.-Wiss. -Technol.* **21**, 1–7 (1988).
15. *Augustin, J., Swanson, B. G., Teitzel, C., Johnson, S. R., Pometto, S. F., Artz, W. E., Huang, C. P. and Shomaker, C.*: Changes in the nutrient composition during commercial processing of frozen potato products. *J. Food Sci.* **44**, 807–809 (1979).
16. *Boushell, R. and Potter, N. N.*: Effects of soaking and blanching on vitamin C losses and other properties of frozen French fried products. *J. Food Sci.* **45**, 1207–1209 (1980).
17. *Bender, A. E.*: Food processing and nutrition. Academic Press, Ltd., London 1978.
18. *Lachance, P.*: Effects of food preparation procedures on nutrient retention with emphasis upon food service practice. In: R. S. Harris, R.S. and Karmas, E. (eds.), *Nutritional evaluation of food processing*, 2nd ed., pp. 463–528. AVI Publ. Co., Inc., Westport, Conn. 1975.

Dr. Ch. Keller\*  
PD Dr. F. Escher  
Prof. Dr. J. Solms  
Institut für Lebensmittelwissenschaft  
ETH-Zentrum  
CH-8092 Zürich

\* Neue Adresse:  
Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG  
CH-8008 Zürich