

# Hochdruckbehandlung von Schlagrahm

Pius EBERHARD, Walter STRAHM und Hans EYER, Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld (FAM), CH-3003 Bern  
 Auskünfte: Pius Eberhard, e-mail: pius.eberhard@fam.admin.ch, Fax +41 (0) 31 323 82 27, Tel. +41 (0) 31 323 84 18

**Pasteurisierter Rahm mit Fettgehalten von 260, 290, 320 und 350 g/kg wurde mit Hochdruck im Bereich von 300 bis 800 MPa (3'000 bis 8'000 bar) behandelt. Die Schlageigenschaften konnten bei Rahm mit Fettgehalten von weniger als 320 g/kg verbessert werden. Die Schlagzeit sank um 15 bis 25 % und das Abtropfvolumen verringerte sich. Ein Druck von 500 bis 600 MPa verbunden mit einer Behandlungszeit von 1 bis 2 Minuten verbesserte die Schlageigenschaften am besten.**

Die Ultrahochdruckbehandlung («ultra high pressure», UHP) ist ein rein statischer Prozess. Auf das in einer flexiblen Verpackung befindliche Produkt wird über die umgebende Flüssigkeit (z.B. Wasser) ein hoher hydrostatischer Druck angelegt und während einer definierten Zeit gehalten (Abb. 1). Durch UHP werden Mikroorganismen ohne wesentliche Temperaturerhöhung inaktiviert. Unter möglichen alternativen Verfahren zur Konservierung von Lebensmitteln schien UHP das vielversprechendste zu sein (Gallmann und Eberhard 1993). Die FAM untersuchte in der Folge, wie sich UHP auf die mikrobiologische Qualität sowie auf die Inhaltsstoffe von Milch und Milchprodukten auswirkt (Giger 1995). Milch kann mittels UHP zwar ähnlich, wie durch eine Pasteurisation hygienisiert werden, für die Inaktivierung von Sporen ist jedoch eine 2-stufige Behandlung nötig (Eberhard *et al.* 1998a). Die Denaturierung der Molkenproteine ist ebenfalls mit dem Effekt einer Kurzzeitpasteurisation vergleichbar (Eberhard *et al.* 1998b). Strahm und Eberhard (1997) zeigten im weiteren, dass bei Käseerzeugnissen das Aussehen und/oder die Konsistenz durch UHP negativ beeinflusst werden und eine Anwendung bei solchen Produkten deshalb kaum Sinn macht.

Ein Schwerpunkt bildete auch die Verbesserung der Schlageigenschaften von Rahm (Giger und Eberhard 1996). Die Schlagzeit und die Schaumstabilität von Schlagrahm werden wesentlich durch den Grad und die Art der Fettkristallisation beeinflusst. Ein hoher statischer Druck führt zu einer schnelleren und festeren Kristallbildung im Milchfettkügelchen (Buchheim und Frede 1996). Die Druck-

intensität und die Druckhaltezeit dürfen jedoch nicht beliebig erhöht werden, da sich sonst zunehmend die einsetzende Proteindenaturierung nachteilig bemerkbar macht (Hinrichs *et al.* 1996).

Eine Verbesserung der Schlageigenschaften, vor allem eine verkürzte Schlagzeit ohne Zusätze, wäre bei Rahm mit tieferem Fettgehalt (< 350 g/kg) von Interesse. Unsere Versuche konzentrierten sich deshalb auf Rahm mit Fettgehalten zwischen 260 und 350 g/kg.

## Versuchsdurchführung

Die Behandlung erfolgte auf einer Pilotanlage National Force Europe (NF) der

Firma IFF, Reinach AG. Diese Anlage besteht aus einer thermostatisierbaren Hochdruckkammer, mit 1,9 L Volumen, der Hochdruckpumpe mit zu bis 900 MPa (9'000 bar) Druck und der Steuereinheit. Für die Analytik physikalischer Eigenschaften von Schlagrahm existieren eine Reihe von Vorschriften, die von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft standardisiert wurden (Anonymus 1986). Rohm (1989) hat die Methoden zur Bestimmung von Widerstand, Schlagzeit, Schaumhöhe, Volumenzunahme, Abtropfvolumen und Viskosität genau beschrieben.

Rohrahm mit einem Fettgehalt von mehr als 350 g/kg wurde mit Magermilch auf 350, 320, 290 und 260 g/kg Fettgehalt standardisiert anschliessend pasteurisiert (Batchweise im Chargenpasteur, 75 °C ohne Heisshaltung). Zur Hochdruckbehandlung wurde der Rahm in Portionen von etwa 500 g in Polyethylenbeutel verpackt. Die gekühlten Proben hat man bei Umgebungstemperatur druckbehandelt.

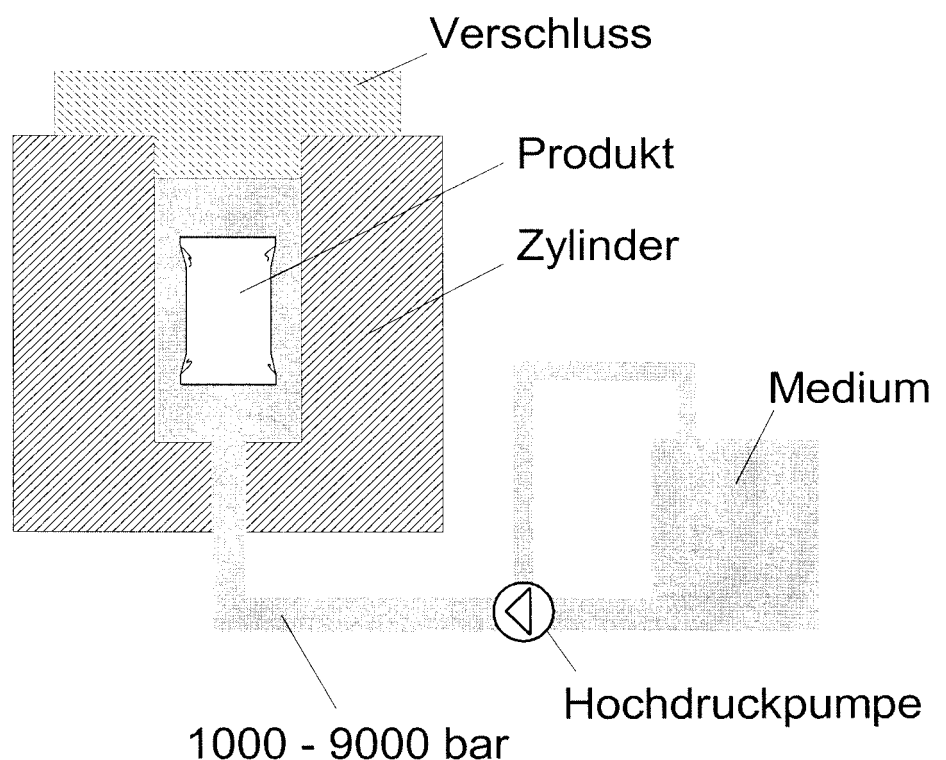
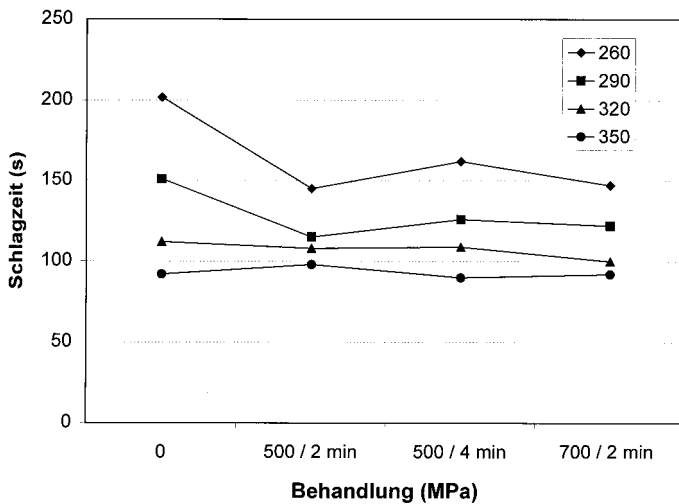
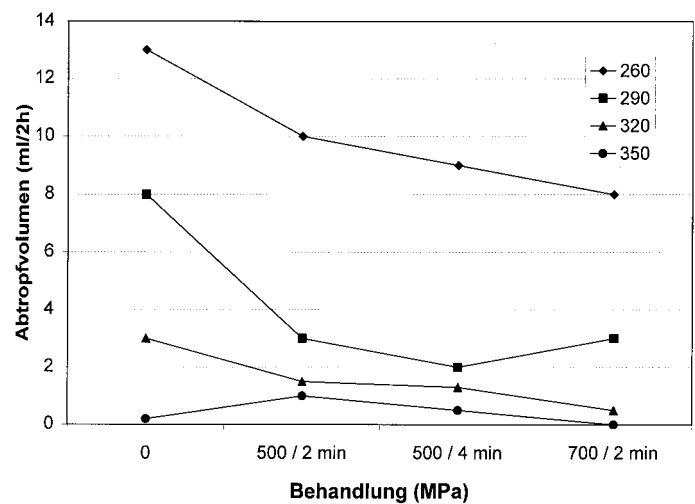


Abb. 1. Schema einer Hochdruckanlage.



**Abb. 2. Schlagzeiten von Rahm mit 260, 290, 320 und 350 g/kg Fettgehalt, vor und nach der Hochdruckbehandlung mit 3 Druck-/Zeitkombinationen.**



**Abb. 3. Abtropfvolumen von Rahm mit 260, 290, 320 und 350 g/kg Fettgehalt, vor und nach der Hochdruckbehandlung mit 3 Druck-/Zeitkombinationen.**

Der Temperaturanstieg während der Behandlung war kleiner als 10 °C. Die Proben wurden sofort wieder auf unter 6 °C gekühlt.

### Kürzere Schlagzeit bei tiefem Fettgehalt

Die Schlägeigenschaften sind stark vom Fettgehalt abhängig. Mit sinkendem Fettgehalt verschlechtern sich die Merkmale gegenüber dem Standard mit 350 g/kg Fett. Durch eine Hochdruckbehandlung verbesserten sich die Schlagzeiten von Rahm mit tieferem Fettgehalt (260 und 290 g/kg) um rund 25 %. Hingegen konnte die Schlagzeit von Rahm mit 350 und 320 g/kg Fett mit 500 MPa und 2 Minuten Druckhaltung nicht verkürzt werden (Abb. 2). Längere Haltezeiten oder höherer Druck hatten keine wesentliche Verbesserung der Schlägeigenschaften zur Folge oder wirkten sich sogar nachteilig aus. Wurde Rahm länger als 2 Minuten, oder mit zu hohem Druck (800 MPa) behandelt, entmischte er sich während der Lagerung irreversibel, was zu einer ungenügenden Schaumstabilität beim Schlagtest führte. Eine kürzere Haltezeit (30 s) zeigte tendenzmässig einen geringeren Effekt.

Die optimale Haltezeit bei einem Druck von 500 bis 600 MPa liegt somit bei 1 bis 2 Minuten. Bei tiefem Fettgehalt und kurzer Haltezeit verkürzt sich die Schlagzeit zudem noch leicht, falls der Druck auf 700 MPa erhöht wird. Die sensorische Beurteilung verdeutlichte, dass länger als 2 Minuten behandelte Proben Geschmacksfehler wie oxidiert oder talgig aufweisen. Die genannten Fehler traten bei Rahm mit

höherem Fettgehalt ausgeprägter auf. Worauf die Geschmacksfehler zurückzuführen sind, konnte nicht schlüssig beurteilt werden.

Auf die anderen bei der Schlagfähigkeitsprüfung erfassten Parameter (Widerstand, Schaumhöhe, Volumenzunahme) hatte die Hochdruckbehandlung keinen gesicherten Einfluss (Tab. 1). Hingegen konnte das Abtropfvolumen durch die Behandlung beim Rahm mit 290 g/kg Fettgehalt deutlich verringert werden (Abb. 3). Buchheim und Frede (1996) untersuchten den Einfluss der Hochdruckbehandlung bei Rahm mit 300 g/kg Fettgehalt. Nach ihren Untersuchungen wird durch die Hochdruckbehandlung der Anteil an kristallisiertem Fett erhöht. Gegenüber den

von uns gewählten Bedingungen, behandelten sie die Proben mit tieferem Druck, jedoch während längerer Zeit. Obwohl sie andere Bedingungen wählten, sind die Resultate gemäss der von Hinrichs *et al.* (1996) beschriebenen Reaktionskinetik übertragbar. Allgemein wird bei steigendem Druck das Volumen verkleinert und durch die Komprimierung werden die Molkenproteine stärker denaturiert. Elektronenmikroskopische Aufnahmen zeigen, dass beim hochdruckbehandelten Rahm die Fettkristallisation vom Rand der Fettkügelchen her initialisiert wird (Abb. 4). Dumay *et al.* 1996) fanden bei Rahm mit 350 g/kg Fett und nach einer Hochdruckbehandlung mit 450 MPa/15-30 min keine Veränderungen in der physikalischen

**Tab. 1. Auswirkungen der Hochdruckbehandlung auf die Schlägeigenschaften von Rahm mit 350, 320, 290 und 260 g/kg Fettgehalt**

Druck MPa/Minuten	Fettgehalt g/kg	Widerstand Amp.	Schlagzeit s	Schaum- höhe mm	Volumen- zunahme %	Abtropfvolumen ml	
						nach 2 h	nach 4 h
unbehandelt	350	464	92	55	139	0,2	0,2
500/2		440	98	48	109	1	1,5
500/4		474	90	54	135	0,5	1,5
700/2		467	92	54	135	0	1,0
unbehandelt	320	445	112	57	148	3	6,5
500/2		454	108	54	135	1,5	5,0
500/4		456	109	56	143	1,3	4,0
700/2		451	100	57	148	0,5	4,0
unbehandelt	290	419	151	56	143	8	12,0
500/2		433	115	60	161	3	12,0
500/4		440	126	57	148	2	11,0
700/2		428	122	53	130	3	13,0
unbehandelt	260	384	202	60	161	13	20,0
500/2		379	145	57	148	10	20,0
500/4		378	162	58	152	9	19,0
700/2		389	147	55	139	8	20,0



**Abb. 4.** Pasteurisierter Rahm (Fettgehalt 260 g/kg) nach UHP 700 MPa/30 s Gefrierbruch, Vergrößerung: 33'000x, Kristallbildung vom Fettkügelchenrand her. Elektronenmikroskopische Aufnahme: ETH Zürich, Zellbiologisches Institut, E. Wehrli, Gruppe Elektronenmikroskopie.

schen Stabilität. Dies steht nicht in Widerspruch zu den Ergebnissen von Schutt *et al.* (1995) und denjenigen von uns, wo Veränderungen im Kristallisationsverhalten bei Rahm mit Fettgehalten unter 300 g/kg festgestellt wurden.

## Umsetzung in der Praxis?

Rahm wird heute in vielen Fällen zweimal erhitzt. Eine 2. Pasteurisation könnte zum Beispiel durch eine Hochdruckbehandlung ersetzt werden. Unter optimierten Druck-/Zeitbedingungen wäre dadurch gleichzeitig eine verbesserte Schlagfähigkeit von Rahm mit weniger als 320 g/kg Fett zu erreichen. Aufgrund der hohen Fixkosten (Investition und Betrieb) scheint es wenig realistisch, einen solchen Prozess ohne entsprechende Vermarktung als Premiumprodukt umzusetzen.

## LITERATUR

- Anonymus, 1986. DLG-Prüfbestimmungen für Milch und Milchprodukte einschliesslich Speiseeis. Dtsch. Landw. Ges.
- Buchheim W. and Prokopenk D., 1992. Treatment of milk and other foods by high hydrostatic pressure. *European Dairy Magazine* 4 (4), 4-7.
- Buchheim W. und Frede E., 1996. Beeinflussung der Kristallisation von emulgierten Fetten durch Hochdruckbehandlung. *DMZ Lebensm. Milchw.* (5), 228-237.
- Dumay E., Lambert C., Funtenberger S. and Cheftel J.C., 1996. Effects of high pressure on the

physico-chemical characteristics of dairy creams and model oil/water emulsions. *Food Sci. Tech.-Lebensm. Wiss. & Tech.* 29, 606 - 625.

- Eberhard P., Strahm W. and Gallmann P.U., 1998a. Effect of high pressure processing on micro-organisms in milk. Poster 57. Jahresversammlung Schweiz. Gesellschaft Mikrobiologie (SGM), Aarau.
- Eberhard P., Bütikofer U. und Strahm W., 1998b. Ultrahochdruck verändert Proteine. *Schweiz Milchzeitung* 124 (6), 5.
- Gallmann P.U. and Eberhard P., 1993. Alternative methods for heating milk and milk products. *Bull. Int. Dairy Federation* 284, 24-28.
- Giger D., 1995. Einfluss der Hochdruckbehandlung auf die mikrobiologische Qualität und die physikalischen Eigenschaften ausgewählter Milchprodukte. Diplomarbeit Schweizerische Ingenieurschule für Landwirtschaft.
- Giger D. und Eberhard P. 1996. Hochdruckbehandlung von Milchprodukten. *Schweiz. Milchzeitung* 122 (13), 4.
- Hinrichs J., Rademacher B. and Kessler H.G., 1996. Reaction kinetics of pressure-induced denaturation of whey proteins. *Milchwissenschaft* 51, 504-509.
- Overbeck A., Pabst K. und Gravert H.O., 1994. Einflüsse der Milcherzeugung auf die Qualität von Schlagsahne. *Kieler Milchw. Forschungsberichte* 46 (4), 317-328.
- Rohm. H., 1989. Bestimmung physikalischer Eigenschaften von Schlagobers. *Milchwirtschaftliche Berichte* 100, 174-178.
- Schutt M., Frede E. and Buchheim W., 1995. Fat crystallization in the emulsified state under high hydrostatic pressure. *Kieler Milchw. Forschungsberichte* 47 (3), 209-220.

■ Strahm W. und Eberhard P., 1997. Hochdruckbehandlung von Käseprodukten. *FAM Interner Bericht* 3, 1-4.

## RÉSUMÉ

### Traitement de la crème fouettée au moyen de la haute pression

De la crème pasteurisée avec des teneurs en matière grasse de 260, 290, 320 et 350 g/kg a été traitée au moyen de la haute pression dans un domaine de pression allant de 300 à 800 MPa. Les propriétés de fouettage ont pu être améliorées pour la crème dont la teneur en matière grasse était < 320 g/kg. Le temps de fouettage s'est abaissé de 15 à 25% et le volume d'égouttage a diminué. Ceci est probablement dû à une cristallisation accrue de la graisse de lait.

Une pression de 500 à 600 MPa combinée à une durée de traitement de une à deux minutes s'est avérée la formule la meilleure pour améliorer les propriétés de fouettage. Si par contre le temps de pression est prolongé et la pression accrue, la dénaturation des protéines du lait augmente avec pour conséquence négative des temps de fouettage plus élevés et la séparation de la crème. A noter que le traitement au moyen d'une pression < 400 MPa n'a eu pratiquement aucun effet sur les propriétés de fouettage de la crème.

## SUMMARY

### High pressure treatment of whipped cream

Pasteurized cream with 260, 290, 320 and 350 g/kg fat content was treated by high pressure in the range between 300 and 800 MPa. Whipping properties of cream with fat content < 320 g/kg was better after pressurization. The whipping time was 15 to 25% shorter and loss of serum was lower. This is probably due to better crystallization of milk fat.

Best results were obtained with pressure between 500 and 600 MPa and a holding time between 1 and 2 minutes. Longer holding time and/or higher pressure induced a higher denaturation rate of whey protein. Longer whipping time and a destabilisation of whipped cream were the negative results. A treatment at lower pressure (< 400 MPa) had no significant effect on whipping properties of cream.

**KEY WORDS:** high pressure, whipped cream, whipping properties, fat crystallization