

# Lebensmi

## Zusammensetzung von Berner Alp- und Hobelkäse

Ernst Jakob, René Badertscher und Ueli Bütikofer, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, CH-3003 Bern  
Auskünfte: Ernst Jakob, E-Mail: ernst.jakob@alp.admin.ch, Fax +41 31 323 82 27, Tel. +41 31 323 81 45

### Zusammenfassung

**I**n Berner Alp- und Hobelkäse von guter Qualität wurden die Gehalte an Wasser, Fett, Protein, Kochsalz, Milchsäure, flüchtigen Carbonsäuren und Nichtproteinstickstoff untersucht. Beim Alpkäse wurde zusätzlich der Calciumgehalt bestimmt, während bei den mit 25 Monaten Reifungszeit doppelt so alten Hobelkäse die freien Aminosäuren sowie die biogenen Amine gemessen wurden. Mit einem Wassergehalt in der fettfreien Käsemasse von durchschnittlich 426 beziehungsweise 370 g/kg sind Berner Alp- und Hobelkäse deutlich trockener als gleichaltrige Sbrinkkäse. Der Gesamtgehalt an flüchtigen Carbonsäuren liegt unterhalb von 20 mmol/kg. Vorwiegend durch Lipolyse gebildete freie Buttersäure trägt zum typischen Geschmack von Berner Alp- und Hobelkäse bei. Die Werte liegen bei durchschnittlich 2,2 mmol/kg (Alpkäse) respektive 3,6 mmol/kg (Hobelkäse). In Hobelkäse wurden ausserdem hohe Mengen an freien Aminosäuren von 40 - 52 g/kg gemessen, wobei die Glutaminsäure mit einem Anteil von 18 % hervortrat. Überdies wurden bis zu 2,5 g/kg  $\gamma$ -Aminobuttersäure (GABA) gemessen, welche durch Decarboxylierung von Glutaminsäure gebildet wird. Die Käse wiesen trotzdem keine Lochung auf. Biogene Amine kommen in Hobelkäse von guter Qualität nur in geringen Mengen von unter 100 mg/kg vor. Die Histaminwerte lagen unter 20 mg/kg. Die gewonnenen Daten sind eine wertvolle Grundlage für die Interpretation von Analyseergebnissen aus der Beratungspraxis.

Berner Alpkäse und Berner Hobelkäse sind zwei traditionelle Schweizer Rohmilch-Käsesorten, die auf rund 560 Alpen des Berner Oberlandes und angrenzender Gebiete der Waadt hergestellt werden. Mit einer jährlichen Produktionsmenge von insgesamt rund 1000 Tonnen sind die beiden Käsesorten für die regionale Alp- und Milchwirtschaft von wirtschaftlicher Bedeutung. Im Jahr 2004

wurden die beiden Käsesorten ins Register der Käse mit geschützter Ursprungsbezeichnung AOC aufgenommen. Das AOC-Pflichtenheft [Anon. 2004] umschreibt den Berner Alpkäse als vollfetten Hartkäse mit einem Wassergehalt von 250 bis 310 g/kg und einer Laibgrösse von 5 bis 14 kg. Aufgrund der relativ trockenen Lagerung weist der Käse typischerweise keine oder nur wenig Schmiere auf. Im Alter von 6 bis 12 Monaten kommt der Käse als Schnittkäse auf den Markt. Gut lagerfähige Käse werden zwei bis drei Jahre gereift. Dabei verliert der Käse weiter an Wasser und wird zum extraharten Berner Hobelkäse AOC mit einem Wassergehalt von maximal 270 g/kg.

Über die Zusammensetzung von Berner Alp- und Hobelkäse ist wenig bekannt, was daran liegen mag, dass nur ein Vier-

tel der produzierten Menge in den Handel gelangt. Der Rest wird direkt vermarktet oder im Eigenbedarf konsumiert. Seit der AOC-Schutz besteht, unterstützt die Sortenorganisation CASALP den Absatz von Berner Alp- und Hobelkäse mit systematischen Qualitätskontrollen und einem einheitlichen Marktauftritt. Damit sind die qualitativen Anforderungen gestiegen. Mit der vorliegenden Arbeit sollte die typische Zusammensetzung von erstklassigen Berner Alp- und Hobelkäse erhoben werden. Dabei standen nicht Nährstoffgehalte im Vordergrund, sondern Prüfmerkmale, welche Aussagen über das Gärgeschehen im Käse liefern. Für die Untersuchung wurden anlässlich der Alpkäsemeisterschaften vom 26. August 2006 auf dem Jaunpass (Boltigen BE) Proben der jeweils zehn bestklassierten Käse erhoben.

### Inhaltsstoffe der Käse

Von der Käseprobe, welche jeweils einem Segment des Käselaibes entsprach (jähseitige Dicke ca. 3 cm), wurden 0,5 cm Rinde entfernt. Danach wurde das ganze Stück gerieben und gemischt. Die Fettbestimmung erfolgte butyrometrisch nach Gerber van Gulik. Der Gesamtproteingehalt wurde aus dem Kjeldahl-Stickstoffgehalt (TN \* 6,38) errechnet. Der Nichtprotein-Stickstoff wurde anhand der in Trichloressigsäure (120 g TCA/kg) löslichen Stickstofffraktion bestimmt. Als Mass für den Gehalt der Käse an frei-

Abb. 1. Herstellung von Berner Alpkäse im traditionellen, feuerbeheizten Kupferkessi (Foto: Rudolf Amrein, ALP).



# ttel

en Aminosäuren diente der OPA-Wert wie von Frister *et al.* (1986) beschrieben. Die Milchsäure wurde enzymatisch bestimmt, der Kochsalzgehalt indirekt durch argentometrische Chlorid-Titration, Calcium und Kupfer mittels Flammen-Atomabsorptions-Spektrometrie. Die Quantifizierung der flüchtigen Carbonsäuren erfolgte gaschromatografisch nach Wasserdampfdestillation der angesäuerten Probe (Badertscher *et al.* 2003). HPLC-Methoden mit Fluoreszenz-Detektion kamen bei der Bestimmung der freien Aminosäuren (Bütikofer und Fuchs 1997) und der biogenen Amine (SLMB 2003) zum Einsatz.

Die untersuchten Alpkäse waren  $13 \pm 0,5$  Monate alt, die Hobelkäse 25 bis 26 Monate. Aufgrund der trockenen Reifung und der hohen Trockenmasse ist Sbrinz der mit Alp- und Hobelkäse vergleichbarste Käse unter den traditionellen Schweizer Käsesorten. Der Wassergehalt des gereiften Alpkäses (Tab. 1) liegt jedoch rund 40 g/kg, jener der Hobelkäse rund 60 g/kg unter dem Wassergehalt von Sbrinz vergleichbaren Alters (Sollberger *et al.* 1991). Dies erklärt sich vor allem durch die geringere Laibgrösse der Alpkäse, denn nach dem Salzbad sind die Wassergehalte ähnlich. Wie Tabelle 1 zeigt, unterscheiden sich Alp- und Hobelkäse in erster Li-

nie im Wassergehalt. Und die höheren Gehalte des Hobelkäses an Fett, Protein und Natriumchlorid korrelieren mit der höheren Trockenmasse.

Der Milchsäuregehalt von Alp- und Hobelkäse liegt 10 - 50 mmol/kg unter den bei Sbrinz üblichen Werten von 138-148 mmol/kg (Sollberger *et al.* 1991). Dies weist auf eine leichte Entsäuerung der Käse infolge der Schmierbildung bei feuchter Pflege der jungen Alpkäse hin. Für eine teilweise stattfindende Entsäuerung der Käse durch Schmierbildung spricht auch die enge positive Korrelation zwischen dem Milchsäure- und dem Calciumge-

**Tab. 1. Zusammensetzung von Berner Alpkäse und Berner Hobelkäse**

Merkmal	Einheiten	Berner Alpkäse (n = 10)			Berner Hobelkäse (n = 10)		
		Median	unteres Quartil	oberes Quartil	Median	unteres Quartil	oberes Quartil
Alter	Monate	<b>13,2</b>	13,1	13,3	<b>25,3</b>	25,1	25,4
Trocknungsverlust (Wasser)	g/kg	<b>262</b>	258	274	<b>219</b>	203	226
Fett	g/kg	<b>383</b>	379	398	<b>412</b>	402	415
Fett in Trockenmasse	g/kg	<b>535</b>	516	546	<b>526</b>	518	529
Wasser im fettfreien Käse	g/kg	<b>426</b>	418	445	<b>370</b>	348	373
Gesamtprotein (TN*6.38)	g/kg	<b>277</b>	270	289	<b>306</b>	299	312
Nichtprotein-Stickstoff (NPN)	g/kg	<b>8,5</b>	8,1	8,9	<b>10,2</b>	9,1	10,4
NPN / TN	%	<b>19,8</b>	18,7	21,0	<b>21,0</b>	19,4	21,7
OPA-Wert	mmol/kg	<b>345</b>	334	382	<b>423</b>	393	451
Gesamt-Milchsäure (GMS)	mmol/kg	<b>121</b>	114	128	<b>126</b>	111	133
L-Milchsäure/GMS	%	<b>44,1</b>	41,4	45,5	<b>41,6</b>	39,9	43,4
Natriumchlorid (NaCl)	g/kg	<b>16,7</b>	13,2	18,9	<b>17,6</b>	17,0	20,6
Calcium	g/kg	<b>9,21</b>	8,23	9,53	<b>n.a.</b>	n.a.	n.a.
Kupfer	mg/kg	<b>15,3</b>	11,9	19,0	<b>n.a.</b>	n.a.	n.a.

n.a.: nicht analysiert

unteres Quartil: 25 % der Werte liegen unterhalb dieses Wertes

oberes Quartil: 25 % der Werte liegen oberhalb dieses Wertes



**Abb. 2. Käsekeller der Berner Alpennerei Kiley im Diemtigtal (Foto: Gabi Eschler, Heiligenschwendli).**



**Abb. 3. Ausreifung der Berner Alpkäse zu Hobelkäse in der «Käsekathedrale» der Molkerei Gstaad (Foto: Elisabeth Eschler, Teufen).**

halt ( $r = 0,848$ ): Calcium migriert zusammen mit der Milchsäure vom Zentrum in die Randzone.

Der Anteil von L-Milchsäure an der Gesamtmilchsäure ist generell etwas tiefer als beim Sbrinz mit typischerweise 45 - 50 % L-

Laktat (Sollberger *et al.* 1991). Während bei Sbrinz mit Rohmischkulturen gearbeitet wird, kommen beim Berner Alpkäse Fettsirtenkulturen zum Einsatz, welche vor der Bebrütung auf 62 - 63°C erhitzt werden. Dadurch wird das Gärgeschehen beim Alpkäse zugunsten der Laktobazillen verschoben, erkennbar im höheren Anteil an D-Laktat.

Der Proteinabbau, gemessen an der Entwicklung des Nichtprotein-Stickstoffes (NPN) und des OPA-Wertes, verläuft beim Berner Alp- und Hobelkäse ähnlich wie beim Sbrinz (Sollberger *et al.* 1991). Im zweiten Reifungsjahr verläuft die NPN-Bildung jedoch etwas langsamer als beim Sbrinz, was auf den tieferen Wassergehalt der einjährigen Alpkäse zurückzuführen ist. Der NPN-Stickstoff steigt von durchschnittlich 600 mmol/kg im Alpkäse auf 730 mmol/kg im Hobelkäse, wobei der Anteil des Aminosäurestickstoffs (OPA-Wert) in der NPN-Fraktion mit rund 60 % praktisch unverändert bleibt.

### Freie Buttersäure als wichtige Aromakomponente

Bezüglich der flüchtigen Carbonsäuren unterscheidet sich Berner

Alp- und Berner Hobelkäse von Sbrinz durch wesentlich höhere Gehalte an freier Buttersäure und freier Capronsäure (Tab. 2). Aufgrund der molaren Verhältniszahlen ist die Freisetzung dieser Säuren weitgehend durch Lipolyse des Milchfettes zu erklären. Buttersäurekonzentration von über 1,5 mmol/kg, wie sie mit Ausnahme eines Alpkäses in allen 20 untersuchten Proben festgestellt wurden, sind sensorisch wahrnehmbar. Bei den Hobelkäsen lagen 90 % der Werte über 2,5 mmol/kg Buttersäure (Höchstwert 6.1 mmol/kg). Dies zeigt, dass freie Buttersäure eine wesentliche Aromakomponente von qualitativ gutem Berner Hobelkäse darstellt.

Nennenswerte Mengen an Propionsäure von über 0,2 mmol/kg wurden nur in einem Alpkäse mit 1,9 mmol/kg festgestellt. Dieser Käse wurde von den Degustatoren als süsslich beurteilt, was für Käse mit leichter Propionsäuregärung typisch ist. Die durch Aminosäurekatabolismus entstehenden iso-Carbonsäuren (iso-Buttersäure und iso-Valeriansäure) kommen in gutem Berner Alp- und Hobelkäse, ähnlich wie beim Sbrinz, nur in geringen Mengen vor.

**Tab. 2. Gehalte an flüchtigen Carbonsäuren von Berner Alp- und Hobelkäse**

Merkmal	Einheiten	Berner Alpkäse (n = 10)			Berner Hobelkäse (n = 10)			Sbrinz 12 Monate *)
		Median	unteres Quartil	oberes Quartil	Median	unteres Quartil	oberes Quartil	Normaler Bereich
Total flüchtige Carbonsäuren	mmol/kg	<b>12,4</b>	11,1	17,2	<b>13,0</b>	12,6	13,5	5 - 12
Ameisensäure	mmol/kg	<b>0,50</b>	0,41	0,67	<b>0,20</b>	0,13	0,28	0,5 - 0,8
Essigsäure	mmol/kg	<b>8,69</b>	7,57	13,42	<b>7,03</b>	5,88	7,76	4 - 8
Propionsäure	mmol/kg	<b>0,04</b>	0,02	0,12	<b>0,02</b>	0,02	0,02	< 2
Buttersäure	mmol/kg	<b>2,18</b>	1,75	2,24	<b>3,55</b>	2,77	5,07	0,4 - 0,9
iso-Buttersäure	mmol/kg	<b>0,07</b>	0,04	0,10	<b>0,10</b>	0,07	0,12	< 0,1
iso-Valeriansäure	mmol/kg	<b>0,10</b>	0,02	0,17	<b>0,11</b>	0,07	0,20	< 0,2
Capronsäure	mmol/kg	<b>0,39</b>	0,29	0,44	<b>1,02</b>	0,89	1,73	0,1 - 0,3

\*) Erfahrungswerte von ALP für Sbrinz guter Qualität (unveröffentlicht)  
unteres Quartil: 25 % der Werte liegen unterhalb dieses Wertes  
oberes Quartil: 25 % der Werte liegen oberhalb dieses Wertes

**Tab. 3. Freie Aminosäuren in Berner Hobelkäse im Vergleich zu den freien Aminosäuren in Sbrinzkäse und zur Aminosäurezusammensetzung von Casein**

Aminosäure		Berner Hobelkäse				Sbrinz*	Casein**
		Mittelwert	Stabw	Max	rel. Anteil	rel. Anteil	rel. Anteil
Alanin	g/kg	0,98	0,11	1,10	2,1 %	2,2 %	2,8 %
Arginin	g/kg	0,09	0,08	0,28	0,2 %	0,2 %	3,7 %
Asparagin	g/kg	1,95	0,61	2,63	4,1 %	3,8 %	6,3 %
Asparaginsäure	g/kg	1,75	0,52	2,62	3,7 %	1,7 %	
Cystein	g/kg	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.a.	0,3 %
Glutamin	g/kg	0,34	0,11	0,49	0,7 %	1,0 %	20,9 %
Glutaminsäure	g/kg	8,38	1,82	10,43	17,8 %	18,0 %	
Glycin	g/kg	1,20	0,19	1,63	2,5 %	2,5 %	1,9 %
Histidin	g/kg	0,97	0,20	1,18	2,1 %	3,4 %	2,7 %
Isoleucin	g/kg	2,92	0,27	3,22	6,2 %	3,8 %	5,1 %
Leucin	g/kg	4,07	0,32	4,38	8,6 %	9,5 %	9,4 %
Lysin	g/kg	6,02	0,68	6,68	12,8 %	12,8 %	7,3 %
Methionin	g/kg	1,23	0,10	1,37	2,6 %	2,5 %	2,7 %
Phenylalanin	g/kg	2,41	0,24	2,67	5,1 %	6,1 %	4,6 %
Prolin	g/kg	3,62	0,39	4,27	7,7 %	10,4 %	10,7 %
Serin	g/kg	2,39	0,51	2,99	5,1 %	2,7 %	4,9 %
Threonin	g/kg	1,25	0,19	1,48	2,7 %	3,1 %	3,9 %
Tryptophan	g/kg	0,11	0,03	0,16	0,2 %	n.a.	1,3 %
Tyrosin	g/kg	1,06	0,18	1,39	2,2 %	2,6 %	5,4 %
Valin	g/kg	3,53	0,35	3,94	7,5 %	7,6 %	6,3 %
Σ freie proteinogene AS	mmol/kg	339	33	377			
γ-Aminobuttersäure (GABA)	g/kg	0,82	0,69	2,48	1,7 %	0,6 %	-
Citrullin	g/kg	1,53	0,20	1,91	3,2 %	3,6 %	-
Ornithin	g/kg	0,55	0,21	0,84	1,2 %	1,8 %	-
Σ freie Aminosäuren	mmol/kg	360	31	398			

\* Sbrinz 18 Monate, Mittelwerte von Mitte und unter dem Narben; Summe aller Aminosäuren = 40,0 g/kg [Lavanchy und Sieber 1993a]

\*\* Aminosäurekomposition von Casein [Schlimme 1990]

Max = höchster Wert

Stabw. = Standardabweichung

n.n.: Wert unterhalb der Detektionsgrenze

n.a.: nicht analysiert

Σ = Summe

### Freie Aminosäuren

Zur genaueren Analyse der sekundären Proteolyse wurden in den Hobelkäseproben auch die freien Aminosäuren bestimmt (Tab. 3). Die Totalgehalte inklusive der nicht proteinogenen Aminosäuren (γ-Aminobuttersäure, Citrullin und Ornithin) betragen zwischen 40 bis 52 g/kg entsprechend 310 - 400 mmol/kg und lagen somit in ähnlicher Grössenordnung wie von Sollberger *et al.* (1991) in 18 Monate altem Sbrinz gemessen. Aufgrund der hohen Mengen an freien Aminosäuren lässt sich folgern, dass diese als geschmacksbildende und geschmacksverstärkende Kompo-

nenten für das Aroma von Hobelkäse ebenfalls von zentraler Bedeutung sind.

Den höchsten Gehalt an freier Glutaminsäure, welche in diesem Zusammenhang besonders wichtig ist, wurde im bestrahlten Hobelkäse gemessen. Diese Aussage trifft sicher auch auf den einjährigen Alpkäse zu, liegen die NPN- und OPA-Werte doch recht nahe an den Werten der Hobelkäse (Tab. 1).

Beim Vergleich der relativen Massenanteile der verschiedenen freien Aminosäuren im Hobelkäse mit den Zahlen von Lavanchy und Sieber (1993a)

in Sbrinz ist eine teilweise recht gute Übereinstimmung festzustellen (Tab. 3). Unterschiede zeigten sich vor allem bezüglich der folgenden Aminosäuren: Histidin und Prolin waren im Hobelkäse deutlich weniger vertreten. Asparaginsäure (Mittelwert Hobelkäse 1,8 g/kg; Mittelwert Sbrinz 0,7 g/kg), Isoleucin (2,9; 1,5 g/kg), Serin (2,4; 1,1 g/kg) waren absolut und relativ in deutlich höheren Mengen vorhanden als beim Sbrinz.

Insgesamt konnte die Feststellung von Lavanchy und Sieber (1993a) bestätigt werden, dass Lysin und Glutaminsäure ge-

messen am Gehalt in nativem Casein überproportional freigesetzt werden, wogegen von Arginin, Glutamin, Prolin, Tryptophan und Tyrosin nicht die erwarteten Mengen gefunden werden. Im Falle von Glutaminsäure und Glutamin lassen sich die Ergebnisse durch die Neubildung von Glutaminsäure aus Glutamin erklären. Das Fehlen von Arginin kann weitgehend auf dessen Umwandlung in Citrullin und Ornithin zurückgeführt werden (Tab. 3).

Die durch Decarboxylierung von Glutaminsäure entstehende und in Proteinen nicht vorkommende  $\gamma$ -Aminobuttersäure (GABA) wurde in Mengen von bis zu 2,5 g/kg gefunden. Der Mittelwert lag bei 0,8 g/kg. Die Höchstmenge entspricht einer freigesetzten  $\text{CO}_2$ -Menge von 540 ml, 0,8 g/kg ergeben 180 ml

(Volumen unter Normalbedingungen). Angesichts dieser Befunde erstaunt, dass keiner der untersuchten Käse Löcher, Risse oder sonstige Anzeichen einer Gasbildung zeigten, wie das von verschiedenen Autoren im Zusammenhang mit hohen GABA-Konzentrationen in Käse beobachtet wurde (Zoon und Allersma 1996; Innocente und Corradini 1998). Offensichtlich verläuft die Decarboxylierung der Glutaminsäure im Alpkäse langsam, so dass das gebildete  $\text{CO}_2$  genügend Zeit hat, um aus dem Käse zu diffundieren.

#### Gehalt an biogenen Aminen sehr gering

Wie GABA werden auch biogene Amine durch Decarboxylierung von Aminosäuren gebildet, insbesondere aus Histidin und Tyrosin. Die Untersuchung auf biogene Amine wurde wie die Bestimmung der freien Aminosäuren nur am Hobelkäse durchgeführt. Wie Tabelle 4 zeigt, lag der Höchstwert für die Summe aller biogenen Amine bei 84 mg/kg, der Medianwert bei 38 mg/kg. Mengenmässig dominierte Tyramin mit einem Anteil von durchschnittlich 80 %. In 18 Monate alten Sbrinzkäse fanden Lavanchy und Sieber (1993b) ähnlich tiefe Gehalte an biogenen Aminen (Medianwert < 10 mg/kg).

Nach diesen Autoren sind es vor allem Enterokokken und hetero-

fermentative Laktobazillen, welche zur Bildung biogener Amine führen können. Der bakteriologischen Qualität der Rohmilch kommt also eine wesentliche Bedeutung zu. Tatsächlich kommen in der Praxis auch Käse mit sehr hohen Gehalten an biogenen Aminen vor. So wurde parallel zur vorliegenden Untersuchung ein Berner Alpkäse mit stark brennendem Geschmack untersucht, in welchem 1016 mg/kg Histamin nachgewiesen wurde. Bezüglich anderer chemischer Prüfmerkmale wie der flüchtigen Carbonsäuren war dieser Käse übrigens unauffällig.

#### Schlussfolgerungen

Die Untersuchung hat gezeigt, dass der eigenständige Charakter von Berner Alpkäse und Berner Hobelkäse auch in der Zusammensetzung seinen Niederschlag findet.

Hobelkäse zeigt viele Gemeinsamkeiten mit Sbrinzkäse, unterscheidet sich aber doch in spezifische Merkmalen wie den flüchtigen Carbonsäuren. Die relativ kleine Streuung der Prüfparameter ist angesichts der einfachen Produktionsbedingungen auf den Alpen und der unterschiedlichen regionalen Herkunft der untersuchten Käse bemerkenswert. Dank der vorliegenden Resultate liegen nun detaillierte Angaben zur Zusammensetzung von qualitativ gutem Berner Alpkäse und Berner Hobelkäse vor, was nicht zuletzt der Beratung zu Gute kommt und zu einer weiteren Steigerung der Käsequalität beiträgt.

#### Literatur

■ Anon., 2004. Pflichtenheft für Berner Alpkäse und Berner Hobelkäse. Ausgabe vom 26. März 2004. Register der Ursprungsbezeichnungen und geografischen Angaben. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.

■ Badertscher R., Lininger A. & Steiger G., 2003. Bestimmung der

Abb. 4. Prüfung von Berner Hobelkäse anlässlich der Berner Alpkäse-Meisterschaft 2006 auf dem Jaunpass (Foto: Ernst Jakob, ALP).



Tab. 4. Biogene Amine in 25 Monate gereiftem Berner Hobelkäse

		Mittelwert	Stabw	Maximum
Cadaverin	mg/kg	0,9	2,1	6,4
Histamin	mg/kg	4,0	6,1	18,3
Putrescin	mg/kg	0,2	0,5	1,7
$\beta$ -Phenylethylamin	mg/kg	n.n.	n.n.	<0,1
Tryptamin	mg/kg	n.n.	n.n.	<0,1
Tyramin	mg/kg	33,0	18,8	77,9
Summe biogene Amine	mg/kg	38,1	20,1	84,4

Stabw. = Standardabweichung  
n.n.: Wert unterhalb der Detektionsgrenze

flüchtigen Fettsäuren in Käse aus dem Wasserdampfdestillat mit «Headspace - GC/FID». *FAM-Information* Nr. 272, 1-9, Agroscope Liebefeld-Posieux, Bern.

■ Bütikofer U., Fuchs D., Hurri D. & Bosset J.O., 1990. Beitrag zur Bestimmung biogener Amine in Käse. Vergleich einer verbesserten HPLC- mit einer IC-Methode und Anwendung bei verschiedenen Käsesorten. *Mitt. Gebiete Lebensmitt. Hyg.* **81**, 120-133.

■ Bütikofer U., 1995. First FAM collaborative study on the determination of biogenic amines in standard solution, wine, cheese and feed. *FAM-Information* Nr. 302, Agroscope Liebefeld-Posieux, CH-3003 Bern.

■ Bütikofer U. & Fuchs D., 1997. Development of free amino acids in Appenzeller, Emmentaler, Gruyère, Raclette, Sbrinz and Tilsiter. *Lait* **77** (1) 91-100.

■ Frister H., Meisel H. & Schlimme E., 1986. Modifizierte OPA-

Methode zur Charakterisierung von Proteolyse-Produkten. *Milchwissenschaft* **41** (8), 483-487.

■ Innocente N. & Corradini C., 1998. gamma-aminobutyric acid as an indicator of fermentative processes responsible for the formation of holes typical in Montasio cheese. *Milchwissenschaft* **53** (4), 202-206.

■ Lavanchy P. & Sieber R., 1993a. Proteolyse in verschiedenen Hart- und Halbhartkäse: 1. Freie Aminosäuren. *Schweiz. Milch. Forsch.* **22** (4), 59-64.

■ Lavanchy P. & Sieber R., 1993b. Proteolyse in verschiedenen Hart- und Halbhartkäse: 2. Amine. *Schweiz. Milch. Forsch.* **22** (4), 65-68.

■ Schlimme E. [Hrsg.] 1990. Compendium zur milchwirtschaftlichen Chemie. Volkswirtschaftlicher Verlag. München, 214 S.

■ SLMB 2003. Bestimmung von biogenen Aminen mittels HPLC.

Schweizerisches Lebensmittelbuch. Kapitel 54, Abschnitt 2.3. Bundesamt für Gesundheit.

■ Sieber R., Collomb M., Lavanchy P. & Steiger G., 1988. Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung schweizerischer konsumreifer Emmentaler, Greyerzer, Sbrinz, Appenzeller und Tilsiter. *Schweiz. Milch. Forsch.* **17**, 9-16.

■ Sollberger H., Glättli H., Nick B., Rüeegg M., Sieber R. & Steiger G., 1991. Untersuchungen über den Reifungsverlauf guter Sbrinzkäse. *Schweiz. Milch. Forsch.* **20**, 63-69.

■ Yvon M. & Rijnen L., 2001. Cheese flavour formation by amino acid catabolism. *Int. Dairy J.* **11**, 185-201.

■ Zoon P. & Allersma D., 1996. Eye and crack formation in cheese by carbon dioxide from decarboxylation of glutamic acid. *Neth. Milk Dairy J.* **50** (2), 309-318.

## RÉSUMÉ

### Composition du «Berner Alpkäse» (fromage d'alpage bernois) et du «Berner Hobelkäse» (fromage à rebibes bernois)

Des échantillons de «Berner Alpkäse» et de «Berner Hobelkäse» d'excellente qualité ont été analysés par rapport à leurs teneurs en eau, matière grasse, protéines, sel, acide lactique, acides carboxyliques volatils et azote non protéique. En outre, on a déterminé la teneur en calcium dans le «Berner Alpkäse» et on a mesuré les concentrations en acides aminés libres ainsi qu'en amines biogènes du «Berner Hobelkäse» affiné pendant 25 mois, soit deux fois plus longtemps. Avec une teneur en eau moyenne de respectivement 426 et 370 g/kg dans la TEFD (teneur en eau du fromage dégraissé), le «Berner Alpkäse» et le «Berner Hobelkäse» sont nettement plus secs que les fromages Sbrinz du même âge. La teneur totale en acides carboxyliques volatils est située en-dessous de 20 mmol/kg. L'acide butyrique libre formé principalement par la lipolyse confère ce goût typique au «Berner Alpkäse» et au «Berner Hobelkäse». Les valeurs se situent en moyenne vers 2.2 mmol/kg (fromage d'alpage) et 3.6 mmol/kg (fromage à rebibes). En outre, dans le «Berner Hobelkäse», on a mesuré des concentrations élevées en acides aminés libres de l'ordre de 40 - 52 g/kg avec une proportion d'acide glutamique de 18 %. De plus, on a relevé une concentration d'acide gamma-acidobutyrique (GABA) pouvant atteindre 2.5 g/kg, formé par la décarboxylation d'acide glutamique. Malgré cela, les fromages ne présentaient pas d'ouverture. Dans le fromage à rebibes de bonne qualité, on ne trouve que des quantités infimes d'amines biogènes à savoir moins de 100 mg/kg. Pour l'histamine, les valeurs sont inférieures à 20 mg/kg. Les données recueillies constituent une base précieuse pour interpréter les résultats des analyses issues de la consultation au niveau pratique.

## SUMMARY

### Composition of Bernese Alpine Cheese («Berner Alpkäse») and Bernese Planing Cheese («Berner Hobelkäse»)

Samples of selected premium quality Bernese Alpkäse (BA) and Bernese Hobelkäse (BH) were analysed for dry matter, fat, protein, salt, lactic acid, volatile carboxylic acids, and non-protein nitrogen. In addition, the calcium content of BA was determined and in BH the concentrations of free amino acids and of biogenic amines were measured. The moisture in non-fat substances (MNFS) was 426 g/kg for BA and 370 g/kg for BH. The BH had been ripened for about 25 months and was thus twice as old as BA. The MNFS of both BA and BH was clearly lower than for Sbrinz cheeses of similar ages. The total content of volatile carboxylic acids was less than 20 mmol/kg. Free butyric acid, which could be attributed mainly to lipolysis in both types of cheese, was detected at mean concentrations of 2.2 mmol/kg in BA and 3.6 mmol/kg in BH. Thus, lipolysis contributes to the typical flavour of BA and BH. BH also contained free amino acids at concentrations as high as 40 - 52 g/kg. Glutamic acid was dominant and made up 18% of the total quantity of free amino acids. In addition, up to 2.5 g/kg of  $\gamma$ -amino butyric acid (GABA) was measured in BH. Although GABA is a product of the decarboxylation of glutamic acid none of the cheeses in the test displayed any visible signs of gas formation. Biogenic amines were present at low concentrations of less than 100 mg/kg. The histamine content of BH did not exceed 20 mg/kg. The collected data is considered to be valuable for the interpretation of the analytical findings in consultation practice.

**Key words:** cheese, Berner Alpkäse, Berner Hobelkäse, composition, volatile carboxylic acids, amino acids, gamma-aminobutyric acid, biogenic amines