



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Sensorische, ernährungsphysiologische und rheologische
Eigenschaften der Vorarlberger Bergkäse

Verfasserin

Katharina Pöltner-Roth

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt.
Studienblatt:

A474

Studienrichtung lt.
Studienblatt:

Diplomstudium Ernährungswissenschaften

Betreuerin:

Dr. Ao. Univ. Prof. Dorota Majchrzak

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen bedanken, die mich während des Studiums und teilweise auch schon lange davor schon unterstützt haben. Einige davon möchte ich hervorheben.

An erster Stelle gilt dieser Dank meinen Eltern, Franz Roth und Sabine Fössl-Roth, die so viel Geduld mit mir gehabt haben und immer für mich da waren, wenn ich sie gebraucht habe.

An zweiter Stelle möchte ich meinem Mann, Paul Pöltner für alle schönen Stunden unserer gemeinsamen Jahre, sowie für seine Stärke, auf die ich mich auch in schwierigen Situationen verlassen kann Danke sagen.

Ein ganz spezieller Dank gilt auch meinen Uni-Freundinnen Melinda Buttinger, Christina Hopf, Karin Provin und Theresa Ettenauer, die mir den Uni-Besuch doppelt so schön gemacht haben, wie er ohne sie gewesen wäre.

Auch bei meiner Betreuerin Dorota Majchrzak und unserem Studienprogrammleiter Karl-Heinz Wagner, sowie Klaus Dürrschmid möchte ich mich für die Unterstützung und die Ermöglichung der Untersuchungen, die ich für diese Diplomarbeit durchführen konnte bedanken.

Nicht zu letzt möchte ich auch Stephan Gruber Danke sagen, der mich überhaupt erst in Kontakt mit Vorarlberger Bergkäse gebracht hat, mir den Käse und viele Informationen zur Verfügung gestellt hat und mir auch beim Verbessern der Arbeit geholfen hat.

Ebenso gilt dieser Dank meinen anderen Freunden und –innen, allen voran Eva Paier. Ihr wart mir beim Überwinden aller Hindernisse eine Riesenhilfe und die allerbeste Gesellschaft in lustigen Stunden.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung.....	1
2	Literaturübersicht	3
2.1	Begriffsdefinitionen	3
2.2	Geschichte der Bergkäseproduktion in Vorarlberg	5
2.3	Der Weg von der Milch zum Bergkäse	8
2.3.1	Verarbeitung der Milch	9
2.3.1.1	Auswahl und Vorbereitung der Milch	9
2.3.1.2	Ansäuerung und Einlabung	10
2.3.1.3	Gerinnung.....	14
2.3.1.4	Syneräse	15
2.3.1.5	Optionale Arbeitsschritte	17
2.3.1.6	Pressen	17
2.3.1.7	Salzen	17
2.3.2	Reifung	18
2.3.2.1	Entwicklung der Mikroflora	20
2.3.2.2	Metabolismus der restlichen Laktose	21
2.3.2.3	Laktatmetabolismus	21
2.3.2.4	Citratmetabolismus	22
2.3.2.5	Lipolyse und Fettsäuremetabolismus	22
2.3.2.6	Proteolyse und Aminosäurekatabolismus.....	24
2.3.3	Maßnahmen um den reifen Käse verkaufsfertig zu machen	26
2.3.3.1	Bonitierung	27
2.3.3.2	Verpackung von Käse	27
2.3.3.3	Portionierung.....	27
2.3.3.4	Käsebezeichnung und Kennzeichnung	28
2.3.4	Traditionelle Bergkäseproduktion	29
2.3.5	Industrielle Käseproduktion von Bergkäse	36
2.3.6	Unterschiede zwischen traditioneller Bergkäseproduktion und industrieller Käseproduktion.....	46
2.4	Bergkäsearten	47
2.5	Zusammensetzung von Bergkäse.....	47
2.5.1	Makronährstoffe	49
2.5.1.1	Fett.....	49

2.5.2 Protein, Peptide und Aminosäuren	58
2.5.3 Kohlehydrate	60
2.5.4 Mikronährstoffe.....	62
2.5.5 Vitamine	62
2.5.6 Flavourprägende Inhaltsstoffe.....	63
2.5.6.1 Organische Säuren.....	64
2.5.6.2 Ester	64
2.5.6.3 Schwefelhaltige Komponenten	65
2.5.6.4 Laktone	66
2.5.6.5 Ketone und Aldehyde	66
2.6 Sensorischen Untersuchungen von Käse	67
2.6.1 Sensorischer Eigenschaften von Käse	68
3 Material und Methoden	89
3.1 Material	89
3.1.1 Käse 1 : Referenzkäse	90
3.1.2 Käse geschützten Ursprungs.....	90
3.1.2.1 Käse 2: Jakob Lingg (Alpkäse 2010) 6 Monate.....	90
3.1.2.2 Käse 3: Wilfried Kaufmann (Alpkäse 2010) 6 Monate	90
3.1.2.3 Käse 4: Artur Gasser (Bio-Alpkäse 2010) 6 Monate	90
3.1.2.4 Käse 5: Artur Gasser (Bio-Alpkäse 2010) 10 Monate	91
3.1.2.5 Käse 6: A. Gasser (Bio-Alpkäse 2010) Vollfetter; 6 Monate	91
3.2 Methoden.....	92
3.3 Sensorischen Analyse	92
3.4 Quantitative Deskriptive Analyse (QDA)	92
3.4.1 Teil 1: Deskriptive Analyse	93
3.4.2 Teil 2: Quantitative Analyse	93
3.4.3 Durchführung der QDA.....	96
3.5 Chemische Analyse	103
3.5.1 Trockensubstanzgehalt und Wassergehalt.....	103
3.5.1.1 Prinzip.....	103
3.5.1.2 Geräte & Materialien	103
3.5.1.3 Durchführung	103
3.5.1.4 Berechnung	103
3.5.2 Fettgehalt und Wassergehalt in der fettfreien Substanz	104
3.5.2.1 Prinzip.....	104

3.5.2.2	Geräte & Materialien.....	104
3.5.2.3	Einstellungen des ASE®	104
3.5.2.4	Durchführung	105
3.5.2.5	Berechnung.....	105
3.5.3	Fettsäuremuster	106
3.5.3.1	Prinzip	106
3.5.3.2	Geräte & Materialien.....	106
3.5.3.3	Einstellungen des Gaschromatographen	106
3.5.3.4	Durchführung	107
3.5.3.5	Berechnung.....	108
3.5.4	Kochsalzgehalt und Salz in Wasser –Wert (SW-Wert).....	109
3.5.4.1	Prinzip	109
3.5.4.2	Geräte & Materialien.....	109
3.5.4.3	Durchführung	109
3.5.4.4	Berechnung.....	109
3.5.5	pH-Wert	110
3.5.5.1	Prinzip	110
3.5.5.2	Geräte & Materialien.....	110
3.5.5.3	Durchführung	110
3.6	Beurteilung der rheologischen Eigenschaften	110
3.6.1	Prinzip	111
3.6.2	Geräte, Materialien & Einstellungen	111
3.6.3	Durchführung.....	111
3.6.4	Auswertung und Berechnung	111
3.6.5	Auswertung der Messdaten und statistische Analyse	113
4	Ergebnisse und Diskussion	114
4.1	Sensorische Analyse der Käse.....	114
4.1.1	Aussehen	114
4.1.1.1	Aussehen der Käse 1 - 4	114
4.1.1.2	Aussehen von Käse 5	115
4.1.1.3	Aussehen von Käse 6	115
4.1.2	Geruch.....	116
4.1.2.1	Geruch der Käse 1 – 4.....	116
4.1.2.2	Geruch von Käse 5	118
4.1.2.3	Geruch von Käse 6	119

4.1.3 Geschmack und Flavour	120
4.1.3.1 Geschmack und Flavour der Käse 1 – 4	120
4.1.3.2 Geschmack und Flavour von Käse 5	122
4.1.3.3 Geschmack und Flavour von Käse 6	124
4.1.4 Textur und Mundgefühl	126
4.1.4.1 Textur und Mundgefühl der Käse 1 – 4	126
4.1.4.2 Textur und Mundgefühl von Käse 5	128
4.1.4.3 Textur und Mundgefühl von Käse 6	129
4.1.5 Nachgeschmack	130
4.1.5.1 Nachgeschmack der Käse 1 – 4	130
4.1.5.2 Nachgeschmack von Käse 5	131
4.1.5.3 Nachgeschmack von Käse 6	132
4.1.6 Gesamteindruck	132
4.1.6.1 Gesamteindruck der Käse 1 - 4	132
4.1.6.2 Gesamteindruck von Käse 5	133
Gesamteindruck von Käse 6	133
4.1.7 Korrelationen zwischen sensorischen Attributen	134
4.1.7.1 Korrelationen zwischen Attributen bei den Käsen 1 - 4	134
4.1.7.2 Korrelationen zwischen Attributen bei den Käsen 4 & 5	135
4.1.7.3 Korrelationen zwischen Attributen bei den Käsen 4 & 6	135
4.1.8 Unterschiede industriell produzierter Referenzkäse– Bergkäse geschützten Ursprungs aus den Kleinkäsereien	136
4.1.9 Signifikante Unterschiede zwischen Käse 4 und Käse 5	139
4.1.10 Signifikante Unterschiede zwischen Käse 4 und Käse 6	140
4.1.11 Individualität der PDO-Käse	141
4.2 Chemische Analyse der Käse	143
4.2.1 Trockensubstanz, Fettgehalt, Salzgehalt, Wassergehalt in der fettfreien Substanz-Wert und pH	143
4.2.2 Fettsäuremuster	145
4.2.2.1 SFA, MUFA und PUFA	145
4.2.2.2 ω 3- und ω 6-Fettsäuren	146
4.2.2.3 Konjugierte Linolsäure und Transfettsäuren	149
4.2.2.4 Aromawirksame Fettsäuren	150
4.2.2.5 Ernährungsphysiologische Interpretation der FS-Profile	152
4.2.3 Korrelationen zwischen den sensorischen Attributen & chemischen Parametern	155

4.2.4	Korrektionen innerhalb der chemischen Parameter	156
4.3	Rheologische Analyse	157
4.3.1	Textur Profil Analyse (TPA)	157
4.3.2	Korrelation zwischen der TPA und anderen Parametern.....	159
4.4	Diskussion	160
5	Schlussbetrachtung	170
6	Zusammenfassung	173
7	Summary	175
8	Literaturverzeichnis	XIII
9	Anhang	XXIII
9.1	Quantitative Deskriptive Analyse	XXIII
9.1.1	Mittelwerte der Sensorischen Analyse	XXIII
9.1.2	Quantitative Deskriptive Analyse – ANOVA Käse 1 - 4	XXIV
9.1.2.1	ONEWAY ANOVA – Aussehen der Käse 1 – 4.....	XXIV
9.1.2.2	ONEWAY ANOVA – Geruch der Käse 1 – 4	XXIV
9.1.2.3	ONEWAY ANOVA - Geschmack und Flavour K 1 - 4	XXV
9.1.2.4	ONEWAY ANOVA – Textur und Mundgefühl Käse 1 - 4	XXVI
9.1.2.5	ONEWAY ANOVA – Nachgeschmack Käse 1 - 4.....	XXVI
9.1.3	Quantitative Deskriptive Analyse – Tamhane 2 Käse 1 - 4	XXVII
9.1.3.1	Tamhane 2 – Aussehen Käse 1 – 4	XXVII
9.1.3.2	Tamhane 2 – Geruch Käse 1 - 4	XXVII
9.1.3.3	Tamhane 2 – Geschmack und Flavour Käse 1 - 4	XXVIII
9.1.3.4	Tamhane 2 - Textur und Mundgefühl Käse 1 – 4.....	XXIX
9.1.4	Oneway ANOVA Käse 4 & 5.....	XXX
9.1.4.1	Oneway ANOVA - Aussehen und Geruch der Käse 4 & 5	XXX
9.1.4.2	Oneway ANOVA – Geschmack und Flavour der Käse 4 & 5.....	XXXI
9.1.4.3	Oneway ANOVA – Textur und Mundgefühl der Käse 4 & 5	XXXII
9.1.4.4	Oneway ANOVA – Nachgeschmack der Käse 4 & 5	XXXII
9.1.5	Oneway ANOVA Käse 4 & 6.....	XXXIII
9.1.5.1	Oneway ANOVA – Aussehen und Geruch der Käse 4 & 6	XXXIII
9.1.5.2	Oneway ANOVA – Geschmack & Flavour der Käse 4 & 6.....	XXXIV
9.1.5.3	Oneway ANOVA – Textur & Mundgefühl der Käse 4 & 6	XXXV
9.1.5.4	Oneway ANOVA – Nachgeschmack der Käse 4 & 6	XXXV

9.1.6 Korrelation nach Pearson Käse 1 – 4	XXXVI
9.2 Fettsäuremuster	XLIII
9.2.1 Gesättigte Fettsäuren	XLIII
9.2.2 Einfach ungesättigte Fettsäuren	XLIV
9.2.3 Mehrfach ungesättigte Fettsäuren.....	XLIV
9.2.4 Einfaktorielle ANOVA PDO-Käse / Referenzkäse	XLV
9.3 Korrelationen QDA – chemische Parameter Käse 1 – 4	XLVI
9.4 Korrelationen innerhalb der chemischen Parameter Käse 1 - 4	L
9.5 Korrelationen QDA – TPA Käse 1 – 4.....	LI
9.6 Korrelationen chemische Parameter – TPA Käse 1 – 4.....	LIII
Lebenslauf.....	LIV

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1 Einteilung der Käse nach dem Wassergehalt in der fettfreien Trockensubstanz (Wff)	3
Tabelle 2.2 Einteilung der Käse nach dem Fettgehalt in der Trockenmasse	4
Tabelle 2.3 Zur Kesselmilch zusetzbare Kulturen	11
Tabelle 2.4 Mögliche Labtypen in der Käseproduktion	13
Tabelle 2.5 Aminosäureabbau zu Fettsäuren	26
Tabelle 2.6 Chemische Parameter verschiedener Bergkäse	48
Tabelle 2.7 Fettsäuremuster von Milch	50
Tabelle 2.8 Fettsäureprofile der von Hauswirth et al. untersuchten Käse	52
Tabelle 2.9 Fettsäureprofil der untersuchten Milch	54
Tabelle 2.10 Fettsäureprofil der untersuchten Käse	55
Tabelle 2.11 Fettsäuren und ihre zugehörigen Flavour in Käse	57
Tabelle 2.12 Konzentrationen der freien Fettsäuren (TFA) in verschiedenen Käsesorten	58
Tabelle 2.13 Gehalt essentieller Aminosäuren in Käse	59
Tabelle 2.14 Aminosäuremuster von 6 Monate gereiftem Cheddar Käse	60
Tabelle 2.15 Ausgewählte Vitamine in Milch und Käse	63
Tabelle 2.16 Flavourkomponenten, die während der Reifung entstehen	64
Tabelle 2.17 Sensorische Attribute von Käse	69
Tabelle 2.18 Sensorische Attribute von Käse [TALAVERA-BIANCHI UND CHAMBERS 2008]	71
Tabelle 2.19 Flavour Attribute von Käse, die in älteren Studien verwendet wurden ..	72
Tabelle 2.20 Käseattribute nach [BARCENAS et al. 2001]	74
Tabelle 2.21 Erstellung des Profils von idealem Käse/Idiazábal-Käse [BARCENAS et al. 2001]	74
Tabelle 2.22 Sensorische Attribute von Käse nach [FENELON et al. 2000]	79
Tabelle 2.23 Sensorische Attribute von Käse nach [Ritvanen et al. 2005]	81
Tabelle 2.24 Chemische und rheologische Parameter von Käsen nach [HOUGH et al. 1996]	82
Tabelle 2.25 Sensorische Attribute von Käse nach [HOUGH et al. 1996]	83
Tabelle 2.26 Käse-Attribute nach [ADHIKARI et al. 2003]	86
Tabelle 2.27 Sensorische Attribute von Käse nach [YOUNG et al. 2004]	88
Tabelle 3.1 Evaluierte Käse-Attribute inklusive Definitionen	98
Tabelle 3.2 Referenzprodukte zur Verdeutlichung der untersuchten Käseattribute ..	102
Tabelle 4.1 Chemische Parameter der untersuchten Käse	143
Tabelle 4.2 Gehalt an SFA, MUFA und PUFA in den Käsen	145

Tabelle 4.3	Gehalte der ω 3- und ω 6-Fettsäuren im Käse.....	148
Tabelle 4.4	Konjugierte Linolensäure und Transfettsäuren in Käse	149
Tabelle 4.5	Aromawirksame Fettsäuren	151
Tabelle 4.6	Anteil verschiedener Fettsäuregruppen einer Portion Käse am täglichen Energiebedarf	152
Tabelle 4.7	Parameter der TPA.....	158

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1 Hauptprozesse und Arbeitsschritte bei der Käseherstellung [McSWEENEY 2007]	8
Abbildung 2.2 Bregenzer Wald [GMEINER et al. 2011]	30
Abbildung 2.3 Überprüfen der Temperatur [GMEINER et al. 2011]	31
Abbildung 2.4 Heizen [GMEINER et al. 2011]	31
Abbildung 2.5 Abschöpfen des Bruchs und Transport in die Käseformen [GMEINER et al. 2011]	32
Abbildung 2.6 Pressen des Bruchs in der Holzform [GMEINER et al. 2011]	33
Abbildung 2.7 Salzen des Käses während der Reifung [GMEINER et al. 2011]	34
Abbildung 2.8 Fertiger Bergkäse [GMEINER et al. 2011]	35
Abbildung 2.9: Reinigungszentrifuge [INGENIEURBÜRO RADOVIC 2010]	37
Abbildung 2.10: Milchstandardisierungsanlage [INGENIEURBÜRO RADOVIC 2010]	37
Abbildung 2.11 Plattenpasteur [ASTA FOODTECHNOLOGY 2010]	38
Abbildung 2.12 Käsefertiger [KÄSEREI LUSTENAU 2010]	39
Abbildung 2.13 Käseharfe [KÄSEREI LUSTENAU 2010]	42
Abbildung 2.14 Käseformen [KÄSEREI LUSTENAU 2010]	43
Abbildung 2.15 Käsepresse [KÄSEREI LUSTENAU 2010]	43
Abbildung 2.16 Salzbad für Käse [HEIDA KÄSEREI VISPERTERMINEN 2006]	44
Abbildung 2.17 Käsereifungsraum [KÄSEREI LUSTENAU 2010]	44
Abbildung 3.1 Beispiele für mögliche Skalen bei der QDA	95
Abbildung 3.2 Schematisches Spiderweb [STONE UND SIDEL 1993]	96
Abbildung 3.3 Auswertung der Textur Profil Analyse [STABLE MICRO SYSTEMS o. J.] ..	112
Abbildung 4.1 Aussehen der Käse 1 - 4	114
Abbildung 4.2 Aussehen der Käse 4 & 5	115
Abbildung 4.3 Aussehen der Käse 4 & 6	115
Abbildung 4.4 a) Geruchsprofil b) Attribute mit signifikantem Unterschied zum Referenzkäse	116
Abbildung 4.5 Attribute, die mit dem allgemeinen Geruch korrelieren	117
Abbildung 4.6 Geruchsprofil der Käse 4 & 5	118
Abbildung 4.7 Attribute, die bei Käse 4 & 5 mit dem allg. Geruch korreliert haben	118
Abbildung 4.8 Geruchsprofil der Käse 4 & 6	119
Abbildung 4.9 Attribute die bei Käse 4 & 6 mit dem allg. Geruch korreliert haben	119
Abbildung 4.10 a) Geschmacks- und Flavourprofil der Käse 1 - 4 b) Attribute mit signifikantem Unterschied zum Referenzkäse	120
Abbildung 4.11 Attribute, die bei den Käse 1 – 4 mit dem allgemeinen Flavour	

korrelieren	122
Abbildung 4.12 Geschmacks- und Flavourprofil der Käse 4 & 5	123
Abbildung 4.13 Attribute, die mit dem allgemeinen Flavour korreliert haben	123
Abbildung 4.14 a) Geschmacks- und Flavourprofil der Käse 4 & 6	124
Abbildung 4.15 Attribute, die mit dem allgemeinen Flavour korreliert haben	125
Abbildung 4.16 a) Textur- und Mundgefühl Profil der Käse 1 – 4 -b) Textur- und Mundgefühl Attribute mit signifikantem Unterschied zum Referenzkäse ...	127
Abbildung 4.17 a) Textur und Mungefühl-Profil der Käse 4 & 5 b) Attribute mit signifikantem Unterschied	128
Abbildung 4.18 a) Textur- und Mundgefühlprofil der Käse 4 & 6 b) Textur- und Mundgefühl Attribute mit signifikantem Unterschied	129
Abbildung 4.19 a) Profil des Nachgeschmacks b) Attribute mit signifikantem Unterschied zum Referenzkäse	130
Abbildung 4.20 a) Nachgeschmack der Käse 4 & 5 b) signifikante Unterschiede...	131
Abbildung 4.21 Nachgeschmacksprofil der Käse 4 & 6	132
Abbildung 4.22 Gesamteindruck der Käse 1 -4 und korrelierende Attribute	133
Abbildung 4.23 Attribute mit sign. Unterschieden zwischen PDO-Käsen & Referenzkäse	136
Abbildung 4.24 Vergleich Referenzkäse (Käse 1) mit dem Mittelwert der Käse 2 - 4	138
Abbildung 4.25 Attribute mit signifikanten Unterschieden zwischen Käse 4 & 5	139
Abbildung 4.26 Attribute mit signifikanten Unterschieden zwischen Käse 4 & 6	140
Abbildung 4.27 Vergleich der PDO Bergkäse.....	142
Abbildung 4.28 Textur-Profil-Analyse.....	157

Abkürzungsverzeichnis

α	Alpha-Fehler
AA	Arachidonsäure (C20:4 5cis, 8cis, 11cis, 14cis)
ASE®	Accelerated Solvent Extraction
ATP	Adenosintriphosphat
a_w -Wert	Wert für die Wasseraktivität
B.	Brevibakterium
°C	Grad Celsius
CFU	Colony Forming Unit = Kolonie bildende Einheiten
CLA	Conjugierte Linolensäuren (C18:2 häufigste Variante 9cis, 11trans)
d	days = Alter in Tagen
de	deutsch
Deb.	Debaryomyces
E	Energie
engl	Englisch
EPA	Eikosapentaensäure (C20:5 5cis, 8cis, 11cis, 14cis, 17cis)
EU	Europäische Union
F	absoluter Fettgehalt
FDM	fat in dry matter = F.i.T.
FFA	free fatty acids = freie Fettsäuren
ffK	fettfreie Käsemasse
F.i.T.	Fettgehalt in der Trockensubstanz = FDM
FS	Fettsäure
FSME	Fettsäuremethylester = FAME fatty acid methyl ester
FS/100 g Käse	Menge einer Fettsäure/-Gruppe, die in 100 g Käse enthalten ist
G	Gravitation
G.	Geotrichum
GMP	Glycomakropeptid
g.U.	geschützter Ursprung = PDO Protected Designation of Origin
HDL	High density Lipoprotein
KG	Körpergewicht
Lb.	Lactobacillus
Lc.	Lactococcus
LDL	Low density Lipoprotein

Met	Methionin
Min	Minuten
MNFS	moisture in non-fat-substance = Wff
MUFA	mono unsaturated fatty acids = einfach ungesättigte Fettsäuren
N	Normalität einer Säure oder Base
N.Chr.	nach Christus
p	Wahrscheinlichkeit
Phe	Phenylalanin
ppb	parts per billion = Teile pro einer Milliarde Teile
ppm	parts per million = Teile pro einer Million Teile
PUFA	poly unsaturated fatty acids = mehrfach ungesättigte Fettsäuren
QDA	Quantitative Deskriptive Analyse
R	Korrelationskoeffizient nach Pearson
SAFA	saturated fatty acids = gesättigte Fettsäuren
Sek	Sekunden
Sign.	signifikant
spp.	species pluralis = mehrere nicht genannte Unterarten
SRT	Stress Relax- Test
ssp.	subspecies = Unterart
Std	Stunden
SW-Wert	Salz im Wassergehalt -Wert = SM salt in moisture
TFA	totally fatty acid = Gesamtmenge von Fettsäuren
TPA	Texture Profile Analysis = Texturprofilanalyse
TS	Trockensubstanz = DM dry matter
UHT	Ultra Hoch Temperatur (Erhitzung)
v.Chr.	vor Christus
Wff	Wasser in fettfreier Substanz = MNFS
$\bar{O}_{x1, x2}$	Durchschnitt der Werte x = Arithmetischer Mittelwert der Werte x

1 Einleitung und Problemstellung

In Österreich wird jährlich etwa 3.230.000 t Rohmilch von circa 530.000 Milchkühen produziert. Davon werden 154.600 t (4,8%) weiterverarbeitet. Aus dieser Rohmilch werden neben 1.023.000 t Konsummilch, 63.500 t Rahm und Obers und 33.500 t Butter 151.000 t Käse hergestellt. In Vorarlberg werden 160.000 t Milch durch nur 24.000 Milchkühe produziert und davon ca. 16.000 t (10%) weiterverarbeitet. [STATISTIK ÖSTERREICH 2010a] In der Region Bregenzerwald werden rund 45.000 t Milch verarbeitet und dabei 4.500 t Käse produziert. [LECHNER 2009, STATISTIK ÖSTERREICH 2010b]

Der durchschnittliche Österreicher verbrauchte 2009 19 kg Käse. Dabei rangierte der Verbrauch an Bergkäse mengenmäßig an achter Stelle. Der durchschnittliche Vorarlberger gab jedoch 40% mehr Geld für Käse aus als der durchschnittliche Burgenländer. Im Österreichischen Lebensministerium wurde daraus geschlossen, dass umso mehr Käse verbraucht wurde, je größer der regionale Bezug dazu war. [STATISTIK ÖSTERREICH 2010b, ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELMINISTERIUM - ABTEILUNG FÜR ÖFFENTLICHKEITSARBEIT 2010]

In Österreich sterben 397 von 100.000 Personen an Herz-Kreislauf-erkrankungen jedoch in Vorarlberg nur 280, das heißt die Mortalitätsrate in Vorarlberg aufgrund von Herz-Kreislauf-erkrankungen ist signifikant niedriger. Dieses Phänomen, welches auch in der Schweiz auftritt wird von Experten als Alpinparadoxum bezeichnet. Laut aktuellen Studien könnte der Käsekonsum zu dieser geringen Herz-Kreislauf bedingten Mortalitätsrate entscheidend beitragen, denn wie HAUSWIRTH et al. [2004] sowie NONI und BATELLI [2008] festgestellt haben ist das Fettsäuremuster in Bergkäsen wie Vorarlberger Bergkäse verglichen mit anderen Käsen signifikant empfehlenswerter.

Aber unabhängig von seinem gesundheitlichen Wert ist Vorarlberger Bergkäse vor allen Dingen ein Geschmackserlebnis und echter Genuss, denn keine zwei Käse, die diese Bezeichnung tragen schmecken identisch.

Diese Individualität der Käse kommt unter anderem dadurch zu Stande, dass es sich teilweise um Produkte handelt, die zu hundert Prozent vom Heu bis zum gereiften Käse von einem Bauern stammen. Außerdem haben traditionell hergestellte Vorarlberger Bergkäse großteils wesentlich längere Zeit zu reifen

als industriell produzierte Käse. Diese besonderen Käse werden bis zu einem Alter von ein bis zwei Jahren im Käsekeller gelagert, während im Vergleich dazu selbst ein industriell gefertigter Hartkäse selten älter ist als ein halbes Jahr.

Daher wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit sechs Monate alte Käse von drei Bauern ausgewählt, wobei der Käse von einem Bauern zusätzlich sowohl in seiner vollfetten Variante als auch in einer länger gereiften Variante untersucht wurde. Zum Vergleich wurde ein industriell produzierter sechs Monate alter Bio-Rohmilchkäse herangezogen.

Um die zahlreichen Vorteile von traditionellem Vorarlberger Bergkäse hervorzuheben wurden neben den sensorischen Eigenschaften (Optik, Geruch, Geschmack, Flavour, Textur, Mundgefühl, Nachgeschmack), chemische Eigenschaften (Trockensubstanzgehalt, Wassergehalt, Fettgehalt, Wasser in der Fettfreien Substanz-Wert, Fettsäuremuster, Salzgehalt, Salz pro Wasser-Wert, pH-Wert), sowie rheologische Eigenschaften (Härte, Elastizität, Gummiartigkeit, Kohäsivität, Adhäsivität) bei der Evaluierung berücksichtigt.

2 Literaturübersicht

2.1 Begriffsdefinitionen

Unter Käse im Allgemeinen versteht man frische oder in verschiedenen Graden der Reife befindliche Erzeugnisse, die aus dickgelegter Käsereimilch hergestellt sind. [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007]

Käsereimilch ist die zur Herstellung von Käse verwendete Milch, der auch Milch- oder Molkenrahm oder auch Buttermilch zugesetzt werden können. Kuhmilch kann ganz oder teilweise durch Schaf- oder Ziegenmilch ersetzt sein. Käsereimilch wird nicht durch Auflösung von Trockenmilch oder Trockenmolke hergestellt. [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007]

Die Einteilung der Käsegruppen erfolgt nach dem Wassergehalt in der Fettfreien Käsemasse (Wff-Gehalt) und dem Fettgehalt in der Trockenmasse (F.i.T.). In Tabelle 2.1 und Tabelle 2.2 sind die einzelnen Kategorien bei diesen Einteilungsarten dargestellt.

Tabelle 2.1

Einteilung der Käse nach dem Wassergehalt in der fettfreien Trockensubstanz (Wff)

Käse	Wff %
Hartkäse	< 56
Halbharter Schnittkäse	52 - 60
Schnittkäse (im eigentl. Sinn)	61 - 63
Halbweicher Schnittkäse	61 – 69
Weichkäse	> 67
Sauermilchkäse	60 – 73
Frischkäse	> 73

[ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007]

Tabelle 2.2
Einteilung der Käse nach dem Fettgehalt in der Trockenmasse

Bezeichnung der Fettstufe	F.i.T. %
Doppelrahm	65
Rahm	55
Vollfett	45
Dreiviertelfett	35
Halbfett	25
Viertelfett	15
Mager	< 15 (bei Frischkäse bis 5%)

[ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007]

In der EU gibt es außerdem Produkte geschützten Ursprungs (de: g.U. = geschützter Ursprung; engl: PDO = protected designation of origin), welche eine Reihe weiterer Kriterien erfüllen müssen.

Bei „Vorarlberger Bergkäse“ handelt es sich um einen Käse geschützten Ursprungs. Die Erzeugergebiete des Käses sind ausschließlich die Vorarlberger Regionen Bregenzerwald, Kleinwalsertal, Großwalsertal, Laiblachtal (Pfänderstock) und Rheintal. [VERORDNUNG DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT 2006]

Laut Verordnung (EG) 510/2006 des Rates zum Schutz von geografischen Angaben und Ursprungsbezeichnungen für Agrarerzeugnisse und Lebensmittel handelt es sich um Käse aus naturbelassener (nicht thermisierter, pasteurisierter oder zentrifugalentkeimter) Rohmilch (Kuhmilch) mit ca. 50% F.i.T. Der Käse hat eine geschmierte bis angetrocknete braungelbe bis braune körnige Rinde. Die Laibe haben ein Gewicht von 8 bis 35 kg und eine Järbhöhe von 10 – 12 cm. Die ca. erbsengroße Runde Lochung ist matt bis glänzend und gleichmäßig verteilt. Der Teig ist schnittfest bis geschmeidig, elfenbeinfarbig bis hellgelb. Der Geschmack ist würzig bis pikant.“ [VERORDNUNG DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT 2006]

2.2 Geschichte der Bergkäseproduktion in Vorarlberg

Da für die Geschichte der Bergkäseproduktion in Vorarlberg nur eine Quelle gefunden wurde ist der Inhalt dieses Kapitels eine Zusammenfassung der Käsegeschichte von WAGNER-WEHRBORN. [WAGNER-WEHRBORN 2004]

Die Kelten waren die Ersten, die den Bregenzerwald mit Vieh- und Alpwirtschaft in Berührung brachten. Dabei wurden zuerst die Berglagen genutzt, da die Täler unwegsam und versumpft waren. Ab 15 v.Chr. benutzen die Römer Alpweiden und dürften auch bereits professionelle Alpkäsereien, sogenannte Sennalpen, im Bregenzerwald geführt haben.

Nach dem Zusammenbruch des römischen Reiches um 476 n.Chr. besiedelten im 5. Jahrhundert n.Chr. die Alemannen den Bregenzerwald, welche die Kenntnisse der Milch- und Alpwirtschaft von den Romanen übernahmen. Diese rodeten viel Wald für neue Weideflächen und brachten Marktgenossenschaften, die Vorgänger der späteren Alpgenossenschaften, sowie die Allmende, die gemeinschaftlich geführte Weide, mit. Im 9. Jahrhundert wurden in der Region bereits Märkte abgehalten, bei denen auch Käse feilgeboten wurde. Zu dieser Zeit wurde der Käse auch teilweise in Klöstern produziert. Ab dem 10. und 11. Jahrhundert wurden auch die Täler besiedelt, was durch die großflächige Rodung von Wäldern ermöglicht wurde.

Anfang des 14. Jahrhunderts besiedelten die Walser Damüls, Schöcken und Warth. Diese betrieben eine ähnliche Almwirtschaft wie die Alemannen. In individuell errichteten Almhütten wurde die Milch separat versennt. Weitere Alpflächen entwickelten sich und große Alpkomplexe wurden auf kleinere Areale aufgeteilt um eine intensivere Nutzung zu erreichen.

Bis in die zweite Hälfte des 17. Jahrhunderts wurde im Bregenzerwald ausschließlich Sauerkäserei betrieben, da man nur entrahmte Milch zur Verfügung hatte. Der Rahm wurde in Form von Butter an die Obrigkeit als Steuern abgeführt. Nach dem 30 jährigen Krieg kamen aus dem Appenzell Sennen in den Bregenzerwald, welche die Einheimischen in die Kunst des Fett-Sennens (Käseherstellung aus gar nicht oder nur teilentrahmter Milch) einführten, hier aber auch selbst Almen pachteten und Sennereien errichteten.

Verbote gegen die Fettsennerei führten Anfang des 18. Jahrhunderts zu Aufständen, in welchen sich die Bregenzer Wälder durchsetzten und den Aufschwung der Hartkäserei begründeten. Die Produktion von Sauerkäse ging weitläufig zurück und wurde nur mehr für den Eigenbedarf und zum regionalen Verkauf durchgeführt. 1785 wurden erste Straßen in den Bregenzerwald gebaut, da sich eine rege Handelstätigkeit entwickelte. Bald entstand ein festliches Brauchtum rund um das Alpfahren.

Beginn des 19. Jahrhunderts wird der Käse mit Pferdefuhrwerken in die Donaumonarchie und auch weitere Länder transportiert. Es handelte sich dabei um die viereckigen Backsteinkäse und um Nachahmungen von Schweizer Emmentaler Käsen. Die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde von sogenannten Käsegrafen dominiert, welche die Milch aufkauften, verkästen und Import- Export-Monopolisten waren. Die daraus resultierende Verarmung der bäuerlichen Bevölkerung führte zur Gründung eines Käsehandlungsvereins und einer Versicherungsgesellschaft.

Mitte des 19. Jahrhunderts ging der Emmentalerumsatz zurück und dem haltbareren Hartkäse wurde der Vorzug gegeben. Weit mehr als hundert Sennereinen standen dabei im Wettstreit miteinander. Die Einrichtung genossenschaftlicher Talsennerein stoppte den Boom der Alpwirtschaft. Ab 1900 zieht die Ausbildung von Sennern in der k.u.k. Käsereischule in Doren eine Qualitätsverbesserung nach sich.

Zwei große Firmen dominierten ab Beginn des 20. Jahrhunderts die Käseproduktion. Dies war einerseits Rupp, welche erstmals Emmentaler nach dem Original Schweizer Rezept auf den Österreichischen Markt brachte. Auf der anderen Seite war dies Alma, welche zum größten Teil im Besitz von Bregenzerwälder Talsennerein ist. Alma trat dabei als Handelspartner der Berg- und Talsennerein auf und reifte den Käse in den eigenen Lagern aus.

In den 1970er und 1980er Jahren werden der Absatz und der Preis von der Marktordnung dominiert, welche auch den Export förderte. In der Folge stabilisierten sich die Preise und die beiden Firmen etablierten sich als Absatz- und Logistikpartner der Berg- und Talsennerein. Ende des 20. Jahrhunderts kam es zum Beginn der Qualitätssicherung durch den Aufbau von ISO-Normen

um im international harten Wettkampf gerüstet zu sein. Die Qualität der Bregenzerwälder Sennerein wird seitdem bei zahlreichen Prämierungen durch den Gewinn vieler Gold- und Silbermedaillen unter Beweis gestellt.

1995 ließen die Aufhebung der Marktordnung und der EU-Beitritt die Preise für Käse um über 40% fallen. Degressive Verlustzahlungen reichten nicht um die Verluste für bäuerliche Familien abzuwehren. Die verminderte Wertschöpfung drängte viele Käse produzierenden Betriebe in die Direktvermarktung mit dem Auf- und Ausbau eigener Sennereiläden. 1998 wurde die Käsestraße Bregenzerwald als gemeinnütziger Verein zur Förderung der Bregenzerwälder Käsekultur gegründet. 2002 folgte die Gründung vom Bregenzerwälder Käsekeller, in welchem über 30.000 Laibe gemeinsam gelagert, gereift und gepflegt werden können. Dieser dient seitdem auch als neue Informationszentrale für die Käsestraße. Das Ziel beider Projekte ist es, die am besten erhaltene Berg- und Talsennereikultur Österreichs auch weiterhin authentisch und lebendig und ihre Wirtschaftlichkeit sowie ihre Wertschätzung hoch zu halten. Die „KäseStrasse Bregenzerwald“ ist eines der erfolgreichsten EU-Projekte zur Förderung der Zusammenarbeit regionaler Landwirtschaft, des Tourismus und Gewerbes. Sie deckt die gesamte Fläche des Bregenzerwaldes ab.

Seit 2002 erfolgt die Direktvermarktung der traditionell produzierten Käse auch über Webportale wie www.kaes.at, wobei dort der Versand nach ganz Österreich und Deutschland erfolgt und der Käse von 5 Voralberger Kleinkäsern verkauft werden. [GRUBER 2011]

2005 wurde der Bregenzerwald offiziell ein Teil der GENUSS REGION ÖSTERREICH. [WAGNER-WEHRBORN 2004]

2.3 Der Weg von der Milch zum Bergkäse

Die zu Grunde liegenden Prozesse der Hart- und Schnitt-Käseherstellung sind bei der traditionellen und der industriellen Käseproduktion identisch. Sie werden nur in unterschiedlichem Maßstab und mit anderen Hilfsmitteln umgesetzt. In diesem Kapitel werden die grundlegenden Prozesse erklärt. Diese sind in Abbildung 2.1 dargestellt.

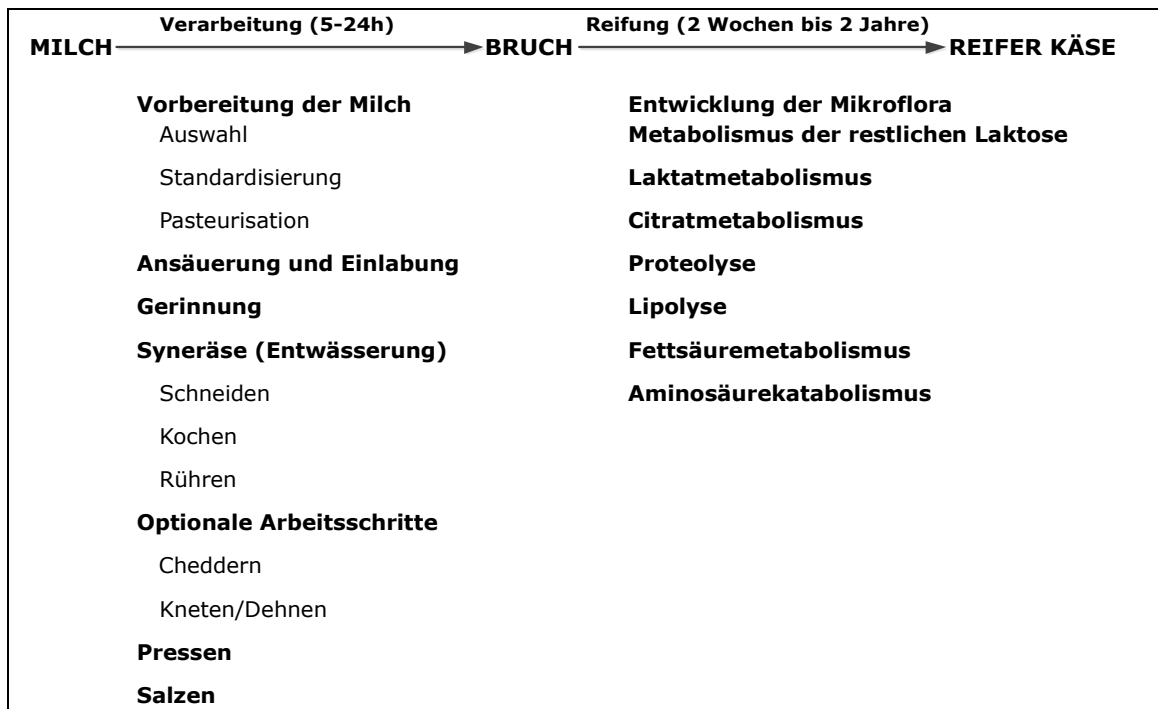


Abbildung 2.1 Hauptprozesse und Arbeitsschritte bei der Käseherstellung

[MCSWEENEY 2007]

Die Herstellung von Labkäsen ist im Wesentlichen ein Entwässerungsprozess, in welchem das Fett und Casein der Milch je nach Sorte sechs- bis zwölffach konzentriert werden. Die Arbeitsschritte bei der Käseproduktion sind die Vorbereitung der Milch, das Ansäuern der Milch mit Milchsäurebakterien, die Fällung durch Lab, einem Extrakt aus dem Labmagen des Saugkalbes, die Syneräse des Gels, das Pressen und Formung des Bruchs und das Salzen. Je nach Käsesorte werden noch weitere optionale Arbeitsschritte durchgeführt.

[MCSWEENEY 2007]

2.3.1 Verarbeitung der Milch

2.3.1.1 Auswahl und Vorbereitung der Milch

Rohmilch, die zur Produktion von Hartkäse verwendet wird, muss von überdurchschnittlich guter bakteriologischer Qualität sein. Das bedeutet, dass die Keimzahl in etwa bei 10^4 liegt. Die Anzahl an anaeroben Sporenbildnern (Clostridien) muss z.B. durch die Sammlung „silofreier“ Rohmilch möglichst gering gehalten werden (Keimzahl $< 10^2$). In technologischer Hinsicht muss sie einwandfrei gerinnungsfähig sein und gute Syneräseeigenschaften aufweisen. Wenn die Deklaration des Endproduktes darauf hinweist muss die Milch noch zusätzlichen Anforderungen entsprechen. Ein Beispiel dafür ist Biomilch. [FOIßY 2005] Für die Herstellung von Vorarlberger Bergkäse darf ausschließlich Milch aus den Vorarlberger Regionen Bregenzerwald, Kleinwalsertal, Großwalsertal, Laiblachtal (Pfänderstock) und Rheintal verwendet werden. Die Milch muss mindestens einmal täglich an die Käserei geliefert und unmittelbar dort verarbeitet werden. Soll Vorarlberger Alpkäse hergestellt werden darf die Milch nur von der Milch von Alp- und Vorsäß-/Maisäßregionen der zuvor genannten Gebiete kommen. Bei der Produktion von Alpkäse ist die Zufuhr von Milch aus Talgebieten verboten. [VERORDNUNG DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT 2006]

Die Arbeitsschritte der Pasteurisation und Standardisierung entfallen bei der traditionellen Bergkäseproduktion. Deswegen wird auf sie erst in der Beschreibung der industriellen Käseproduktion eingegangen. Die Einstellung des Fettgehalts bei der traditionellen Käseproduktion erfolgt, sofern kein vollfetter Käse erzeugt wird, ausschließlich über die teilweise Abschöpfung von Rahm.

Optional kann eine Vorstapelung der Milch erfolgen.

2.3.1.2 Ansäuerung und Einlabung

Zur Käsung wird die Milch in den Käsekessel oder ein äquivalentes Gefäß übergeführt. Anschließend wird die Kesselmilch durch Erwärmung auf die Käsungstemperatur eingestellt. Als Richtwert dafür gelten etwa 30°C. Dann werden Bakterienkulturen beigemischt. Dieser Schritt kann entfallen wenn im Zuge der Vorstapelung bereits eine Kulturenzugabe erfolgt ist. Bei den zugegebenen Kulturen handelt es sich entweder um betriebseigene Anzucht oder zugekaufte Kulturkonzentrate. Die Kulturenzugabemenge bewegt sich zwischen 0,1 und 1% in Abhängigkeit vom Ausmaß einer gegebenenfalls erfolgten Vorreifung, der Kulturform sowie betriebsspezifischen Einflüssen. Bei den zugesetzten Kulturen handelt es sich einerseits um Milchsäurekulturen und andererseits um spezielle Käsereikulturen. [FOIBY 2005] Die gängigen zur Käserei eingesetzten Kulturen sind in Tabelle 2.3 dargestellt. Sie können auch in Starter-Milchsäure-Kulturen (*Lc. Lactis*, *ssp. cremoris*, *Lc. Lactis ssp. lactis*, *Lb. delbrueckii ssp. Lactis*, *Lb. delbruecki ssp. bulgaricus*, *Lb. helveticus*, *Sc. thermophilus*, *Leuconostoc sp.*), Nicht-Starter-Milchsäure-Kulturen (*Lb. paracesei*, *Lb. rhamnosus*, *Pediococcus*, *Lb. bervis*, *Lb. fermentum*, *Lb. plantarum*, *Lb. corneyformis ssp. corneyformis*, *Lb. casei*, *Lb. curvatus*) sowie andere und sekundäre (*B. linens*, *Leuconostoc citrovorum*, *Propionibacterium freudenreichii*, *Corneybacterium spp.*, *Brevibacterium spp.*, *Arthobacter spp.*, *Microbacterium spp.*, *Klyveromyces lactis*, *Saccharomyces cerevisa*, *Deb. hansenii*, *Yarrowia lipolytica*, *G. candium*, *Candia kefir*, *Penicillium camamberti*, *Penicillium roqueforti*, *Penicillium candium*) Käsereikulturen, zu denen auch verschiedene Hefen und Schimmel zählen, eingeteilt werden. [BROOME 2007b, a, FOIBY 2005]

Tabelle 2.3
Zur Kesselmilch zusetzbare Kulturen

Milchsäurebakterienkulturen	Spezielle Käseereikulturen
Traditionelle Kulturen:	
Joghurtkulturen:	Mäßige Gasbildung (CO ₂) plus Aroma:
thermophile Streptococcen und Lactobacillen	<i>Leuconostoc citrovorum</i> u.a. Spezies
Hartkäse, Schnittkäse	Schnittkäse: Edamer, Gouda,...
Buttereikulturen:	Kräftige Gasbildung (CO ₂) plus Aroma:
mesophile Lactococcen	<i>Propionibacterium freudenreichi ssp. shermanii</i>
Schnittkäse, Weichkäse	Hartkäse: Emmentaler u.a. Großblochkäse
Käseerispezifische Lactobacillen:	Starke Proteolyse und Lipolyse:
<i>Lb. casei</i> , <i>Lb. Lactis</i> , <i>Lb. helveticus</i> ,	<i>Penicillium roqueforti</i>
<i>Lb. paracesei</i> , <i>Lb. delbruecki ssp. lactis</i> ,	Innengereifte Blauschimmelkäse: Roquefort
<i>Lb. delbruecki ssp. bulgaricus</i> ,	<i>Penicillium candium</i>
stärker reifende Käse	Oberflächengereifte Weißschimmelkäse: Camembert
Probiotische Kulturen:	
<i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. rhamnosus</i> , Bifidobakterien	

[FOIBY 2005, BROOME 2007b]

Das Flavourprofil von Käse hängt massiv von den im Reifungsprozess involvierten Bakterien und ihren katabolen Fähigkeiten ab, welche zu den unterschiedlichen geschmacksgebenden Inhaltsstoffen in den verschiedenen Käsen führen. Der ursprüngliche Grund weshalb Starterkulturen zugesetzt werden ist ihre Fähigkeit im Rahmen der Glykolyse Laktose zu Laktat abzubauen. [FOIBY 2005] Milchsäurebakterien nehmen aber außerdem metabolische Enzyme auf, welche den Katabolismus von Aminosäuren katalysieren und wirken direkt an der Bildung flüchtiger Aromakomponenten mit. [GANESAN et al. 2007] Die Senkung des pH-Werts aufgrund des Stoffwechselprozesses von Laktose zu Laktat hat durch die Beeinflussung mehrerer Faktoren einen großen indirekten Effekt auf die Reifung. Erstens wird dadurch die Aufrechterhaltung der Aktivität des Fällungsmittels verändert. Zweitens ändert sich die Syneräse rate und folglich auch der finale Wassergehalt des Bruchs. Drittens wird die Wachstumsrate der anderen zugeführten und natürlich vorkommenden Mikroorganismen beeinflusst und viertens ebenfalls die Aktivität der bei der Reifung beteiligten Enzyme. [MCSWEENEY 2007]

Etwa 15 bis 20 Minuten nach Zugabe der Starterkulturen, erfolgt die Versetzung der Kesselmilch mit Lab, welche auch als Einlabung bezeichnet wird. Diese Wartezeit dient der leichten Erniedrigung des pH-Werts der Milch, welcher dann dem pH-Optimum des Labenzymen näher kommt. Der Zusatz von Lab oder Labersatzenzymen dient primär der Fällung des Caseins. In Abhängigkeit von Enzympräparat und Käsetyp verbleiben unterschiedlich große Restmengen an diesem Ferkat nach der Entmolkung in der Käsemasse und wirken daher in weiterer Folge auch an der Reifung mit. [FOIBY 2005] In Tabelle 2.4 sind die heutzutage erhältlichen Labtypen dargestellt.

In Österreich sind Lab mit mindestens 25% Chymosinanteil, Mischungen von Lab und Pepsin mit mindestens 25% Chymosinanteil sowie Labaustauschstoffe zugelassen. Durch gentechnisch veränderte Organismen hergestellte Labstoffe werden nicht verwendet. [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007] Zur Dicklegung der Milch bei Vorarlberger Bergkäse ist laut Verordnung (EG) 510/2006 nur Naturlab zugelassen. [VERORDNUNG DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT 2006] Bovines Lab aus dem 4. Magen des Saugkalbes hat ein pH-Optimum von circa 5,0 und ein Temperaturoptimum von etwa 37°C. Die Dosierung des Labs hängt von der Kesselmilchmenge, der angestrebten Gerinnungszeit, den Milieufaktoren und der individuellen Enzymaktivität der eingesetzten Präparate ab. Die angestrebte Gerinnungszeit liegt meist zwischen 15 und 45 Minuten. [FOIBY 2005]

Des Weiteren können bei der Käseproduktion Kochsalz, Gewürze sowie daraus hergestellte Extrakte, Trinkwasser und geschmacksgebende Lebensmittel hinzugefügt werden. Weitere optionale Zusatzstoffe zu Kesselmilch sind Kaliumchlorid (KCl, E 508) als Ersatz für Kochsalz. Bei Kaliumchlorid gibt es keine vorgegebene mengenmäßige Beschränkung. [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007]

Tabelle 2.4
Mögliche Labtypen in der Käseproduktion

Echtes Lab	Labersatzenzyme
Naturmagenlab/ Kälberlab: Getrocknete Kälbermägen, in Streifen geschnitten und mit Wasser oder Molke angesetzt, ggf. auch direkt in Kesselmilch – nur in traditionell arbeitenden Käsereien	Biochemische Ähnlichkeit zu Kälberlab ist keine Bedingung, nur Wirkungsspezifität sollte möglichst analog sein, vielfach auch in Mischung mit echtem Lab verwendet, vorwiegend in Pulverform
Labextrakt/ Pulver: Industriell aufkonzentrierte, konservierte Extrakte(Flüssiglab), bzw. getrocknete Präparate (Pulver) von Kälbermägen (75% Chymosinanteil) – heute vorwiegend in dieser Form eingesetzt	Pepsine: Rind, Schwein, Geflügel u.a. Tiere Mikrobielles Lab/ Pilzlab: Proteasen aus Mucor- oder Endothia-Stämmen (Bezeichnung heutzutage oft verändert, auch GVO-Stämme werden angeboten)
Labpasten von kleinen Wiederkäuern: Enzymkonzentrate aus den Mägen von Lämmern oder Zickeln, neben Chymosin auch Speichellipase enthalten – in Italien vorwiegend- Provolone	Klonlab/ Genlab: Produktionstechnisch eine eigene Kategorie, mikrobiell mit E.coli, Hefen oder Schimmelpilzen Gentechnisch gewonnenes "tierisches" Chymosin B

[FOIBY 2005]

Zur Absicherung des Labgerinnungsvorganges insbesondere bei Mastitismilchgehalt und pasteurisierte Käsereimilch kann auch Kalziumchlorid (CaCl_2 E 509) in einer Menge bis maximal 20 g pro 100 g zugesetzt werden. Effektiv werden aber meist deutlich geringere Mengen eingesetzt. [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007, FOIBY 2005] Salpeter kann in Form von Natriumnitrat (Na_2NO_3 E 251) oder Kaliumnitrat (K_2NO_3 E 252) insbesondere bei Schnittkäse und einzelnen Hartkäsesorten zur Bekämpfung von Clostridien und/oder coliformer Keime eingesetzt werden. [FOIBY 2005] Die mengenmäßige Beschränkung liegt hier bei bis maximal 15 g pro 100 kg Käsereimilch bei der Herstellung von Schnittkäse, sofern die Restmenge im verzehrsfertigen Käse 50 mg/kg (berechnet als Na_2NO_3) nicht überschreitet. Ernährungsphysiologisch steht die Zugabe von Salpeter jedoch zur Diskussion daher werden meistens Alternativen verwendet. Eine der Mögliche Alternativen zum Nitrat ist Lysozym (E 1105). Es kann ohne vorgegebene Mengenbeschränkung zur Verhinderung von Clostridien-Fehlgärungen verwendet werden. [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007, FOIBY 2005]

2.3.1.3 Gerinnung

Der Vorgang der Labgerinnung kann in drei Phasen gegliedert werden.

Phase 1:

Durch proteolytische Zerlegung des K-Caseins wird bei leicht gesäuertem Milch-pH-Wert der Micellen-Stabilisator K-Casein in zwei Teile zerlegt. Mit Lab gefällte Milch wird durch limitierte Proteolyse von K-Casein bei oder nahe der Verbindung Phe₁₀₅-Met₁₀₆ koaguliert. [MCSWEENEY 2007] Dabei wird das K-Casein in den hydrophoben N-terminalen Rest Para-K-Casein und den hydrophilen C-terminalen Rest Glycomakropeptid(GMP) aufgespalten. GMP geht dabei in die Molke über. [FOIBY 2005]

Phase 2:

Durch die Abspaltung des Kohlehydrat-haltigen GMP wird die Schutzkolloidfunktion gestört. Dadurch wird auch die Kohlehydratbedingte Lösungsvermittlung aufgehoben und die negative Nettoladung des Zetapotentials der Caseinmizellen ändert sich.

Während der Enzymwirkzeit wird erst eine kritische Konzentration an intaktem Rest-K-Casein unterschritten, bevor es zur Besetzung vom zusätzlichen Serinphosphatpositionen mit ionalem Kalzium kommt. Möglicherweise werden aber auch zusätzliches Kalzium ausgebildet womit die Nettoladung noch weiter absinkt. Infolge des Überwiegens hydrophober Bindungen flockt das Labcasein aus. [FOIBY 2005]

Phase 3:

Bei ruhigem Stehen lassen entwickelt sich ein „Casein-Gel“(festere Gallerte, „Bruch“), dass in weiterer Folge auch das Phänomen Synärese (=Gelkontraktion) zeigt. Die davon abgetrennte Flüssigkeit wird als Molke, oder genauer als Labmolke bezeichnet.

Im Koagulat wird das Fett eingeschlossen, vorausgesetzt es wurde nicht Magermilch verwendet. Außerdem überlagert sich später auch eine unspezifische Proteolyse durch Chymosin, bei der auch das β -Casein bei Position 189/190 gespalten. Im Gegensatz zur Säuregerinnung ist bei der Labgerinnung der Bruch relativ salzreich und die Molke relativ salz arm.

Der Wassergehalt im Gel entspricht der Restmolke. Während der 15 bis 45 Minuten, die der Vorgang dauert muss die Milch bei gleichmäßiger Wärme ruhen. [FOIBY 2005]

Es folgt die Phase der Ausdickung welche von der Gerinnung bis zur Weiterverarbeitung des Bruchs dauert und der Festigung des Bruches dient. Im Allgemeinen dauert die Ausdickungszeit eineinhalb bis zweieinhalb Mal so lange wie die Gerinnung. Die konkrete Dauer hängt vom Käsetyp ab und das Erkennen des optimalen Endpunktes erfordert sehr viel Erfahrung. Bisher dienen zum Erkennen des Endpunktes subjektive Prüfverfahren wie die Löffelprobe oder die Messerprobe. Zunehmend setzen sich in großen Käsereien objektive Prüfverfahren, wie durch Schnittpunktanalysatoren auf Infrarotbasis durch. [FOIBY 2005]

2.3.1.4 Syneräse

Der Vorgang der Syneräse wird von den Arbeitsschritten Schneiden, Rühren, Kochen und Pressen wesentlich beeinflusst. Diese Produktionsstufe wirkt sich massiv die spätere Käsetextur aus. [FOIBY 2005] Im Allgemeinen kann man sagen, dass der Käse umso härter wird, je kleiner der Bruch geschnitten wird. [HANREICH et al. 2007]

Nach Ablauf der Ausdickungszeit erfolgt die Bruchbearbeitung. Der erste Arbeitsgang hierbei ist das Vorkäsen. Darunter versteht man das Schneiden, Verschöpfen, Umlegen und Verziehen des Bruchs. Für Hartkäse ist ein gleichmäßiger Bruch wichtig. [HANREICH et al. 2007] Durch das Schneiden wird die Molkenabscheidung aus der Bruchmasse initiiert. Bei Hartkäse gilt als Faustregel, dass das Synäresegel zerkleinert wird bis die Bruchstücke etwa Hanfkorngröße haben. [FOIBY 2005]

Anschließend erfolgt das Ausrühren des Bruches, bei welchem die Bruchkörner in der Molke für etwa 10 bis 60 Minuten vorsichtig bewegt werden. Je nach Sorte kann ein Molkenteilabzug erfolgen wobei 25 bis 50% der Molke entfernt werden. Für gewöhnlich folgt einem Molkenabzug das ebenfalls optionale Bruchwaschen, was bedeutet, dass meistens gleich viel Wasser zugesetzt wird, wie Molke entfernt wurde. Der Effekt davon ist eine Verdünnung der Molke und folglich des Laktosegehalts, was wieder weniger Milchsäure und dadurch einen

milderen Geschmack im Endprodukt zur Folge hat. Danach wird der Käse langsam und kontinuierlich auf 38 bis 55°C, je nach Käse erwärmt, wobei er wiederum vorsichtig gerührt wird. [FOIBY 2005] Hartkäse vom Schweizertyp und andere körnige Käse, werden relativ hoch erhitzt. [MCSWEENEY 2007] Dieser Vorgang wird als Nachwärmen bezeichnet. Dabei erfolgt das Auskäsen, auch Nachkäsen genannt bei welchem die Bruchkörner kleiner werden und sich verfestigen. Neben einer weiteren Intensivierung der Synärese tritt damit auch die Selektion thermoresistenter beziehungsweise thermophiler Keime für die spätere Reifungsflora ein. [FOIBY 2005] Des Weiteren wird das Chymosin großteils inaktiviert, während der Level von Plasmin, welches ein hitzestabiles Enzym ist, durch die Denaturierung von Plasmin-Inhibitoren und Plasminogen-Activatoren erhöht wird. [Fox et al. 1993] Die Syneräse rate, ihr Ausmaß und folglich der Wassergehalt vom fertigen Käse werden während der industriellen Produktion von variierenden Faktoren wie der Zusammensetzung der Milch, der Größe der Bruchstücke, der Temperatur, der Säuerungsrate, der Intensität des Aufrührens und der Zeit beeinflusst. [Fox et al. 2004] Arbeitsschritte, die auf dieser Produktionsstufe durchgeführt werden haben durch die Kontrolle des Wassergehalts einen großen Effekt auf die Reifung, weil Käse mit höherem Wassergehalt schneller reifen als solche mit einem niedrigen. [MCSWEENEY 2007]

Für die nächsten Arbeitsschritte, die eine Vereinigung der Bruchkörner zur zusammenhängenden, geformten Käsemasse unter Abzug der dabei austretenden Molke zum Ziel haben, wird die Masse in Käseformen abgefüllt. Diese bestehen aus Boden und Seitenteil sowie für härtere Käse einem Deckel, der auch als Pressstempel dienen kann. Meist sind diese nur partiell, gelegentlich aber auch völlig als Siebe bzw. Netze ausgebildet. [FOIBY 2005] Die Form und Größe der Käseformen ist oft nicht nur aus kosmetischen Gründen gewählt. Ein Beispiel dafür ist die traditionelle Form von Emmentaler, welche ein Rad von einem Durchmesser bis zu einem Meter ist und bis zu 100 kg wiegt. Diese beträchtliche Größe ist notwendig um etwas CO₂ während des Reifungsprozesses einzuschließen und ihm zu ermöglichen ausreichend Druck zu entwickeln um die typischen Löcher im Käse zu bilden. Da viele wichtige Reifungsvorgänge auf der Oberfläche stattfinden spielt das Verhältnis Oberfläche zu Volumen eine große Rolle. Wenn das Verhältnis zu gering wäre

würde die Rinde exzessiv reifen während der Kern unreif bleiben würde. [McSWEENEY 2007] Die technische Ausführung der Bruchabfüllung ist sorten- und betriebsspezifisch. [FOIBY 2005]

2.3.1.5 Optionale Arbeitsschritte

Optionale Arbeitsschritte wie Cheddern oder Kneten spielen bei der Produktion von Bergkäsen nur sehr vereinzelt eine Rolle, bei traditionellem Vorarlberger Bergkäse kommen sie nicht vor. Deshalb wird hier nicht weiter auf sie eingegangen.

2.3.1.6 Pressen

Bei Hartkäsen erfolgt als nächster Schritt das Pressen. Die Ziele dieses technologischen Schrittes sind die mechanische Forcierung des Molkenaustritts, die zusätzliche Verdichtung der Bruchkornmasse, beziehungsweise die weitere Festigung des Käses und die Förderung der Rindenbildung. Die Pressintensitäten und Zeiten sind einerseits sortenspezifisch und andererseits abhängig von der Käsedimension. Als Richtwert für Hartkäse kann man einen Druck von circa 10 bar für etwa 24 Stunden nennen. Das Abkühlen der Käse in Richtung Raumtemperatur ist ein erwünschter Begleitprozess während der Pressung, wobei für die meisten Käsesorten langsames Abkühlen der optimale Vorgang ist. Am Ende der Presszeit werden die Pressstempel angehoben, die Formen gewendet und der Käse mechanisch oder pneumatisch aus der Form gedrückt. Dann werden sie zum nächsten Arbeitsschritt transportiert, welcher das Salzen darstellt. [FOIBY 2005]

2.3.1.7 Salzen

Kochsalz stellt ein wesentliches Geschmack-gebendes Ingredienz dar. Außerdem führt sein osmotischer Effekt zur weiteren Entmolkung. Die gängigste Form des Salzens ist das Schwimmenlassen oder Fluten der Käse mit 16 bis 20%-iger Salzlake. Je nach Größe, Form und Härte der Käse sowie dem erwünschten Salzgehalt haben die Käse zwischen einer Stunde und mehreren Tagen Zeit Salz aus der Lake aufzunehmen, wobei der Salzgehalt der Lake periodisch nachjustiert werden muss. Die Temperatur der Salzlösung beträgt üblicherweise 12° bis 16°C. [FOIBY 2005] Der Umfang des Salzes, der dem Käse zugefügt wird ist charakteristisch für die verschiedenen Sorten. Hartkäse vom Schweizer

Typ wird relativ wenig Salz hinzugefügt während Variationen, die in Salzlake reifen, wie zum Beispiel Feta einen hohen Salzgehalt aufweisen. [MCSWEENEY 2007] Das Verhältnis vom Salzgehalt zum Wassergehalt und die Rate, mit der es steigt sind Faktoren die einen massiven Einfluss auf die Reifung des Käses haben. Ein Salzgehalt größer als 1,5% hemmt die Säureproduktion der Starterkulturen. In Hartkäse vom Schweizer Typ wird das Wachstum von *Propionibacterium freundenreichii* durch Kochsalz gehemmt. [Fox et al. 2004] Der Salzgehalt beeinflusst den Reifungsprozess außerdem durch die Veränderung der Enzymaktivitäten. Plasmin wird bei einem Salzgehalt von 2% stimuliert während es von hohen Konzentrationen gehemmt wird. In Konzentrationen, die in Käse normalerweise vorkommen hat Salz wenig Effekt auf Chymosin. [MCSWEENEY 2007] Das Salz spielt jedoch indirekt eine große Rolle bei der Hydrolyse des Caseins durch Chymosin, weil es das Substrat verändert. Ein hoher Salzgehalt stimuliert die Interaktion von Chymosin mit dem C-terminalen Ende von β -Casein und folglich auch die Produktion von hydrophoben Peptiden von dort, welche extrem bitter schmecken. [KELLY et al. 1996] Bittergeschmack stellt in Milchprodukten und folglich auch Käse einen Geschmacksdefekt dar. [MCSWEENEY 2007] Der osmotische Effekt von Salz bedeutet einen Verlust von circa 2 kg Wasser je kg Salz. Kochsalz beeinflusst den Geschmack und die strukturellen Veränderungen während der Reifung über seinen Effekt auf die Wasseraktivität (a_w -Wert) und den Wassergehalt des Käses. [Fox et al. 2004] Nach dem Salzbad muss man die Käse in der Regel abtropfen lassen. Dies erfolgt entweder noch im Salzbadraum oder in einem gesonderten Übergangsraum. Anschließend werden die Käse in den Reifungsraum gebracht. [FOIBY 2005]

2.3.2 Reifung

Der Vorgang der Käsereifung entspricht einer Lagerungszeit bei charakteristischem Umgebungsmilieu, wobei die zunächst eher geschmacksneutrale Grundmasse in den spezifisch-aromatischen Käseteig umgewandelt wird. [FOIBY 2005] Lab-gefällte Käse reifen Wochen (z.B. Mozzarella) bis Jahre (z.B. Parmigiano-Reggiano) um dem Geschmack und der Textur die Zeit zu geben sich zu entwickeln. Während dieser Periode finden bedeutende mikrobiologische und biochemische Veränderungen im Käse statt. [MCSWEENEY 2007] Vorarlberger Bergkäse zählen wie alle Bergkäse, zu den

Käsen mit Naturrinde, welche auf Gestellen, meist auf Unterlagsbrettern gelagert werden. [GRUBER 2011]

Käse mit Oberflächenreifung erfahren eine sortenspezifische Behandlung und bedürfen während dessen einer Reihe von Pflegemaßnahmen. [FOIBY 2005]

Die Ursache der Käsereifung sind unterschiedlich dominante enzymatische Umsetzungen, welche je nach Milchsorte, Käsetyp, Technologie und Reifungsflora variieren. Die beteiligten Enzyme stammen entweder schon aus der Milch (Rohmilchflora, Rohmilchproteasen), wurden der Kesselmilch zugesetzt (Säureweckerkulturen, spezielle Käsereikulturen, Chymosin oder Labersatzenzyme) oder von einer allfälligen Umgebungsflora. Die Bakterienkulturen, aus denen die Enzyme stammen sind in unterschiedlichem Ausmaß noch vital oder autolysiert. [MCSWEENEY 2007]

Temperatur und Luftfeuchtigkeit sind die bedeutendsten Milieufaktoren bei der Reifung, wobei deren konstante Einstellung oft problematisch ist. Räume mit Naturklimatisierung korrelieren im Regelfall mit saisonalen Erzeugungsrhythmen. Räume mit künstlicher Klimatisierung sind deutlich konstanter aber auch nicht ohne Probleme. Da Räume ohne wirksame Luftumwälzung Raumhöhenabhängige Mikroklimata entwickeln bedeutet ein Umschichten der Käse innerhalb der Stellagen auch einen gewissen Klimawechsel. Hartkäse reift bei 10° bis 14°C für gewöhnlich einige Monate. Für Hartkäse aus Rohmilch gilt aus sicherheitshygienischen Gründen in vielen Ländern die sogenannte 60 Tage-Regel für die Mindestreifzeit. [FOIBY 2005] Für Vorarlberger Bergkäse beträgt die Mindestreifzeit laut EG-Verordnung 510/2006 3 bis 6 Monate mit möglichen divergierenden Eigenschaften (kleine Gläserisse, geringere Lochung). [VERORDNUNG DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT 2006] Im Allgemeinen gelten bei der Luftfeuchtigkeit 65 bis 70% als trocken und 85 bis 90% als feucht. Feuchte Luft verhindert zu starke Rindenbildung, fördert die Oberflächenflora (Schimmelkäse,...) und verhindert starken Wasserverlust während trockene Luft die Oberflächenschimmelbildung verzögert und die Antrocknung von (vorher) feucht gehaltener Oberflächenflora fördert. Bei Vorarlberger Bergkäse kommt das Konzept der Langzeitreifung von sechs Monaten bis zwei Jahren zur Anwendung.

Während der Reifung benötigt der Käse verschiedenen Pflegemaßnahmen. Der Käse muss regelmäßig gewendet und abgerieben werden. Käse mit bakterieller Oberflächenreifung müssen zuerst mittels Hefen auf der Oberfläche entsäuert und anschließend periodisch mit stark proteolytischer „Rotkultur“ (*Brevibacterium linens*, *Arthrobacter globiformis*, *Microbacterium species* und andere Corneyforme Bakterien) geschmiert werden. [MCSWEENEY 2007]

2.3.2.1 Entwicklung der Mikroflora

Mikroorganismen gelangen in den Käse entweder absichtlich als Teil der Starterkultur, oder als Zusatz zur Starterkultur oder durch ihr natürliches Vorkommen in den Zutaten, insbesondere der Milch. Die Zusammensetzung der Käseflora wird vom Typ der Starterkultur und der speziellen Käsekultur sowie der Pasteurisation, der Kochtemperatur und später vom Käsemilieu beeinflusst. Die entscheidenden Milieufaktoren im Käse sind der Salzgehalt, der Wassergehalt, der pH-Wert, die Anwesenheit von organischen Säuren und Nitrat, das Redoxpotential und die Temperatur. [BERESFORD et al. 2001] Für die Käsereifung ist eine Reihe von mikrobiellen Veränderungen charakteristisch. In den meisten Sorten erreichen die Starterkulturen $\geq 10^8$ CFU/g innerhalb eines Produktionstages, nach welchem sie absterben und ihre Enzyme in die Käsematrix ausschütten. Jedoch gibt es Hinweise darauf, dass sie partiell überleben und ihren zur Produktion von Flavourkomponenten beitragen. Im Vorteil sind bei der Reifung jedenfalls die Nicht-Starter-Milchsäurebakterien insbesondere fakultativ heterofermentierende Lactobacillen wie *Lb. Casei* und *Lb. Paracasei*. Nicht-Starter-Milchsäurebakterien wachsen wahrscheinlich in allen reifenden Käsen mit einer Rate, die stark von der Temperatur und der Anfangszahl (typischerweise $< 10^2$ CFU/g nach dem Herstellungsprozess) abhängt, bis zu einer Anzahl von 10^7 CFU/g, was sie während der Reifung häufig zur dominierenden Mikroorganismenspezies in vielen Käsesorten macht. [MCSWEENEY 2007] Bei bestimmten Sorten wird die Reifung vom Wachstum einer sekundären Käseflora dominiert. *Propionibacterium freudenreichii* wachsen während der Reifung von Käse vom Schweizer Typ Käse und sind für die charakteristischen Löcher im Käse verantwortlich. [FRÖHLICH-WYDER UND BACHMANN 2004]

2.3.2.2 Metabolismus der restlichen Laktose

Käse ist ein fermentiertes Milchprodukt, bei dem der Abbau der Laktose durch die Starterbakterien ein essenzieller Produktionsschritt ist. Die meiste Laktose geht mit der Molke in Form von Laktose oder Laktat für den Käse verloren, während ein geringer Gehalt im Käsebruch verbleibt. Es ist sehr wichtig, dass auch die Restlaktose komplett metabolisiert wird um die Entwicklung einer atypischen Sekundärflora oder eine übermäßige Maillard-Reaktion beim Erhitzen zu vermeiden. Die Metabolismus-Rate für die Restlaktose wird in hohem Ausmaß vom Verhältnis Salzgehalt zu Wassergehalt beeinflusst, das dieser Parameter große Auswirkungen auf die Starterkultur hat. In großen Lake-gesalzene Käsen steigt der Salzgehalt nur langsam und Laktose, die nicht von den Starterkulturen fermentiert wurde, wird wahrscheinlich von den Nicht-Starter-Milchsäurebakterien metabolisiert. [Fox et al. 2004] Bei Holländischen Käsen beträgt der Restlaktosegehalt etwa 1,4 % wovon der Hauptteil innerhalb von 24 Stunden zu L-Milchsäure umgewandelt wird. [FRÖHLICH-WYDER UND BACHMANN 2004] Bei Käse vom Schweizertyp wird die Mehrheit der Restlaktose (1,7 %) besonders schnell (innerhalb von 8 - 10 Std) von *Streptococcus thermophilus* metabolisiert, wobei der Bruch auskühlt und der Galaktose-Gehalt ansteigt, weil *S. thermophilus* Galaktose nicht metabolisieren kann. Die Galaktose und die Rest-Laktose werden von thermophilen Lactobacillen, welche einen Teil der Starterkultur darstellen in eine Mischung aus D- und L-Milchsäure verstoffwechselt. Wenn die Lactobacillen Galaktose-negativ sind bleibt die Laktose im Käseteig erhalten und verursacht die Maillard-Bräunungsreaktion während der Erhitzung, was unerwünschte Effekte auf das Aussehen und den Flavour des Käses hat. Es ist allgemein bekannt, dass bei einem Schweizer Käse mit Premium-Qualität sämtliche Galaktosereste aus dem Bruch entfernt werden. [FRÖHLICH-WYDER UND BACHMANN 2004, MCSWEENEY 2007]

2.3.2.3 Laktatmetabolismus

Propionsäuregärung erfolgt durch *Propionibacterium freudenreichii* aus Milchsäure, was insbesondere bei Emmentaler und verwandten Sorten mit großer Gärlochung eine wichtige Rolle spielt. [FOIBY 2005] Die flüchtigen Carbonsäuren, die bei diesen biochemischen Wegen entstehen beeinflussen den Käsegeschmack, während das CO₂ durch den Bruch wandert und die

charakteristischen Löcher bildet. [McSWEENEY 2007]

2.3.2.4 Citratmetabolismus

Vom Citrat gehen circa 94% durch die Molkendrainage verloren. Jedoch entstehen beim Wachstum von Citrat-verwertenden Milchsäurebakterien (D-, DL- und L-typ Starterkulturen wie *Laktococci* oder *Leuconostoc ssp*) in Anwesenheit fermentierbarer Kohlenhydrate, eine Reihe von wichtigen Flavourkomponenten wie Acetat, Aceton (= 3-Hydroxybutanon), Butadien und CO₂. [MONNET et al. 1996] Die Citratkonzentration in Cheddar Käse beträgt 0,2 bis 0,5%. [GOBBETTI et al. 2007]

2.3.2.5 Lipolyse und Fettsäuremetabolismus

Die Triglyceride werden während der Käsereifung partiell von endogenen oder exogenen Lipasen zu einer großen Bandbreite an freien Fettsäuren hydrolisiert. Die lipolytischen Enzyme stammen entweder aus der Milch, von der Labvorbereitung (wenn eine Labpaste verwendet wurde) oder in begrenztem Ausmaß auch von der Käsemikroflora. Die milcheigene Lipoproteinlipase spielt bei der Lipolyse in Rohmilchkäsen die Hauptrolle, während dieses Enzym bei der Pasteurisation von Milch in hohem Ausmaß deaktiviert wird. [McSWEENEY 2007] Die Lipoproteinlipase zeigt dabei eine Präferenz für die Hydrolyse mittelkettiger Triglyceride wobei sie bevorzugt kurz- und mittelkettige Fettsäuren freisetzt. [WILKINSON 2007] In industrieller Labpaste ist eine potente Lipase und pregastrische Esterase enthalten, die für eine weitgehende Lipolyse in Käsen wie Italienischem Pecorino, Provolone oder traditionellem Griechischem Feta sorgt. [McSWEENEY 2007] Diese pregastrische Esterase ist für kurzkettige Fettsäuren hochspezifisch. [FOX UND STEPANIAK 1993] Die bakteriellen Esterasen der Milchsäurebakterien beschränken ihr Wirken im Wesentlichen auf Monoglyceride mit den Kettenlängen C₈ bis C₁₈ während sie bei Diglyceriden mit Fettsäuren >C₆ wenig Aktivität zeigen. Intaktes Milchfett wird von Ihnen gar nicht angegriffen, nur auf hydrolisierte Mono- Di- und Triglyceride können sie einwirken. [HOLLAND et al. 2005]

Das Lipolyselevel in Käse, der eine sekundäre Flora entwickelt, hängt für gewöhnlich mit der Lipolyseaktivität dieser Flora zusammen. *Propionibacterium freudenreichii* ist lipolytisch 10 bis 100 Mal aktiver als Milchsäurebakterien und

wirkt an der Lipolyse von Schweizer Käse während der Reifung mit. Die höchste sekundäre lipolytische Aktivität zeigen *Penicillium sp.* welche in oder auf Schimmelkäsen wachsen. [MONNET et al. 1996, KAKARIARI et al. 2000] Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Lipolyse-Rate in Italienischem Käse (nur bei Rohmilchsorten), Dänischem Blau-Käse (18 bis 25%), und mit Sicherheit in Schimmel- (bis zu 25%) und traditionellen oberflächengereiften (5 bis 10%) Käsen extensiv hoch ist. In Käsen vom Schweizer Typ, zum Beispiel Emmentaler (2 bis 7g FFA/ kg Käse), ist die Lipolyse-Rate mittelmäßig, während Cheddar Käse (2%) und Holländische Käse (2%) eine relativ niedrige Lipolyse-Rate haben. [WILKINSON 2007, GRIPON et al. 1991, GRIPON 1993, CHAMBA UND PERRARD 2002, STEFFEN et al. 1993]

O'MAHONY et al. [2005] haben Cheddar Käse aus Milch mit normal großen (3,58 µm), kleinen (3,45 µm) und großen (4,68 µm) Fettkügelchen produziert und festgestellt, dass umso mehr freie Fettsäuren im Käse vorgekommen sind, je größer der Fettkügelchendurchmesser war. HICKEY et al. [2006] haben 9 Monate gereiften Cheddarkäse mit Milch der verschiedenen Laktationsstadien (früh circa 90. Tag, mittel circa 180. Tag und spät circa 250. Tag) hergestellt und festgestellt, dass die Lipolyse umso stärker war, je höher der Start-Level an freien Fettsäuren war, welcher zu Beginn der Laktation am niedrigsten war und am Ender der Laktation am höchsten. Bei allen drei Käsen ist die Lipolyserate während der Reifung unabhängig vom Zeitpunkt in der Laktationsperiode angestiegen. In allen drei Käsen, wurden flüchtige kurzkettige Fettsäuren bevorzugt freigesetzt. Außer für Ölsäure (C_{18:1}) und Palmitinsäure (C_{16:0}) scheint die individuelle Zusammensetzung freier Fettsäuren nicht vom Zeitpunkt in der Laktationsperiode abzuhängen.

Im Gegensatz zu vielen anderen fettreichen Speisen, findet Lipidoxidation für gewöhnlich in Käse aufgrund seines niedrigen Redoxpotentials nicht in nennenswertem Ausmaß statt. [MCSWEENEY 2007] Zusätzlich zum Geschmack dienen freie Fettsäuren im Käse als Vorstufen für viele flüchtige Flavourkomponenten, die auf einer Serie von Wegen entstehen, welche allgemein als Fettsäuremetabolismus bezeichnet wird, wobei der hauptsächliche Weg für die Entstehung von Fettsäureestern die Umesterung mittels Transferase ist. Thioester resultieren aus der Reaktion einer Fettsäure mit einer Thiol-Komponente, meistens CH₃SH, woraus eine Reihe von S-Methylthioester

gebildet werden. [COLLINS et al. 2003, STUART et al. 1999, HOLLAND et al. 2005] Fettsäurelaktone entstammen der intramolekularen Esterung von Hydroxysäuren, wobei sowohl γ - als auch δ -Laktone, welche entsprechend fünf- und sechseitige heterozyklische Ringe aufweisen, in Käse gefunden wurden. [MCSWEENEY 2007]

2.3.2.6 Proteolyse und Aminosäurekatabolismus

Laktose, Casein und Milchfett sind die primären Quellen vom bakteriellen Kohlenstoffmetabolismus während der Reifung. [Fox et al. 2004] In Abwesenheit der bereits metabolisierten Laktose verwenden die Bakterien Proteine als Quelle für ATP, Kohlenstoff und Schwefel und Stickstoff. [URBACH 1993]

Die Proteolyse des Caseins hat den stärksten Einfluss in Bezug auf Textur und Aroma bei allen Käsen. Im Zuge der Käsereifung wird das Casein so weit verändert, dass auch das optische Erscheinungsbild eines Käseanschnittes einem grundlegenden Wandel unterliegt. Die krümelige Struktur eines jungen Käses geht in eine zusammenhängende Masse von gelblich glänzend bis matt im Anschnitt über. [FOIBY 2005] Die Entwicklung der Textur von Käse wird bei der Proteolyse, durch die Hydrolyse der Proteinmatrix, sowie die Reduktion des aw-Wertes durch die Veränderung der Wasserbindung an COO^- und NH_3^+ - Gruppen, welche bei der Hydrolyse eines Peptids freigesetzt werden beeinflusst. Zusätzlich erfolgt eine indirekte Beeinflussung durch den verursachten pH-Anstieg, welcher bei der Freisetzung von NH_3 aus den Aminosäuren erfolgt. Die durch die Proteolyse entstandenen kurzen Peptide und Aminosäuren und die Forcierung der Freisetzung schmackhafter Komponenten aus der Käsematrix tragen außerdem wesentlich zum Geschmack und Nachgeschmack des reifen Käses bei. [UPADHYAY et al. 2004] In den letzten Jahren hat sich die Meinung durchgesetzt, dass der wichtigste Beitrag der Proteolyse zum Käsegeschmack die Produktion freier Aminosäuren ist, welche zu einer Vielfalt flüchtiger Flavourkomponenten (Schwefelkomponenten, Aldehyde, Ketone und Fettsäuren) weiter abgebaut werden. [MCSWEENEY 2007, URBACH 1993]

Proteolyse ist vielleicht der komplexeste biochemische Vorgang während der Käsereifung. Die dafür verantwortlichen Proteinasen und Peptidasen stammen aus bis zu sechs Quellen: der Milch, dem Fällungsmittel, den Starter-

Milchsäurebakterien, den Nicht-Starter-Milchsäurebakterien, sekundären Kulturen und seltener auch exogenen Proteinasen. Die Enzyme vom Fällungsmittel (meistens Chymosin) spielen dabei eine besonders wichtige Rolle, wobei davon besonders α_{s1} -Casein in eine Reihe von Peptiden zerlegt wird, während α_{s2} -Casein und para-K-Casein relativ immun gegen Chymosin zu sein scheinen. Die häufigste endogene Milchproteinase, Plasmin wird während der Reifung aus seiner inaktiven Vorstufe, Plasminogen unter dem Einfluss einer Reihe von Aktivatoren und Inhibitoren gebildet. Plasmin zerlegt vor allem β -Casein in γ_1 -, γ_2 - und γ_1 -Caseine und proteose Peptide. Wahrscheinlich ist es auch am Abbau von α_{s2} -Casein beteiligt. [MCSWEENEY 2007] Auch die Anwesenheit milcheigenen Cathepsine D und B aus somatischen Zellen scheint eine Rolle zu spielen. [HURLEY et al. 2000] Der Großteil der Starterkulturen löst sich während der Reifung auf, wobei die intrazellulären Enzyme ausgeschüttet werden und an der Flavourentwicklung während der Reifung mitwirken. Intakt gebliebene Zellen könnten auch weiterhin metabolisch aktiv bleiben. [GANESAN et al. 2006, STUART et al. 1999] Die Hauptproteinase der Starter-Milchsäurebakterien ist Laktozeptin, welches auch Casein abbauen kann, aber dessen Hauptaufgabe während der Reifung die Zersetzung mittelgroßer Peptide ist, welche durch den Abbau durch Plasmin und Chymosin entstanden sind. [UPADHYAY et al. 2004] Die sekundäre Flora von Käsen vom Schweizer Typ, *Propionibacterium freudenreichii*, ist schwach proteolytisch, aber produziert aktive Peptidasen, welche ihren Beitrag zur Reifung dieser Käse beitragen. [GAGNAIRE et al. 1999] Eine sehr stark proteolytische Oberflächenflora baut anteilsweise Casein über freie Aminosäuren bis zu NH_3 ab. [FOIBY 2005] Es wird davon ausgegangen, dass bei der Proteolyse etwa 25% des Proteins hydrolysiert werden. [CHAPMAN UND SHARPE 1990]

Die entstandenen Aminosäuren werden im Laufe der weiteren Reifung von den Bakterien entweder bidirektional transaminiert oder desaminiert um α -Ketosäuren und spezifische Flavourkomponenten, wie zum Beispiel Fettsäuren, herzustellen (Tabelle 2.5). [GANESAN UND WEIMER 2007]

Tabelle 2.5
Aminosäureabbau zu Fettsäuren

Aminosäure	Ketosäure	Fettsäure	Aromaschwelle (ppm)
Alanin, Glycin, Serin	Pyrovat	Essigsäure	
Alanin, Asparaginsäure, Threonin, Valin	Pyrovat, Ketobutytrat, Ketoisovalerat	Propionsäure	40,3
Pyrovat-> Lipolyse		Butansäure, Iso- Butansäure,	0,30 beim pH 5,2 5,30 beim pH 2,0
		4-Methyl-Pentansäure	0,61 beim pH 2,0
		6-Methyl-Pentansäure	0,84 beim pH 2,0
Isoleucin	Ketoisocapronat	Iso-Valeriansäure	3,20 beim pH 2,0
Isoleucin, Leucin	4-Methyl-2-Ketovalerat, Ketoisocaproat, Ketoisocaproat	Iso-Valeriansäure n-Valeriansäure Iso-Caprionsäure	6,50 beim pH 5,2 1,10 beim pH 2,0 -

[GANESAN UND WEIMER 2007]

2.3.3 Maßnahmen um den reifen Käse verkaufsfertig zu machen

Nach Abschluss der eigentlichen Reifung können noch spezielle Oberflächenbehandlungen durchgeführt werden. Beispiele dafür sind das Räuchern, das Abwaschen beziehungsweise Trocknen der Oberfläche bei oberflächengereiften Käsen, das Entrinden vor der Portionierung und das Tauchen in Propionsäure oder Sorbinsäure. [FOIBY 2005]

Die im folgenden Absatz aufgezählten Zusatzstoffe sind zur Behandlung der reifen Käse in Österreich zugelassen. Beim Räuchern kann man entweder Raucharomen, die durch das Auffangen von Rauch aus naturbelassenen Hölzern mittels Wasser oder Ethylalkohol hergestellt werden einsetzen oder frisch entwickelten Rauch aus naturbelassenen Hölzern oder Zweigen. Dabei darf der durchschnittliche Gehalt so aromatisierter Käse an Benzo (a) pyren 0,03 µg/kg nicht überschreiten. Des Weiteren kann die Oberfläche mit Speiseöl, Bienenwachs, natürlichen Hartparafinen oder mikrokristallinen Wachsen sowie Röstmalzmehl oder Holzasche behandelt werden. [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007]

2.3.3.1 Bonitierung

Am Ende der Reifung erfolgt stichprobenweise eine Überprüfung. Dabei werden vom kleinen Käsen Einzelstücke untersucht, während von großen Käsen „Böhlingsproben“ genommen werden. Dabei werden das Aussehen (Inneres, Äußeres), die Konsistenz, der Geruch, der Geschmack und allenfalls die Lochung beurteilt. Auf dieser Basis erfolgt die Einstufung in Qualitätsstufen, vorausgesetzt die gesetzlichen Angaben (Zusammensetzung, Hygiene) wurden erfüllt. [FOIBY 2005]

2.3.3.2 Verpackung von Käse

Generell benötigt Käse mit Naturrinde keine Überverpackung. Nicht essbare Rinden können mit zugelassenen Farbstoffen gefärbt oder mit Brennstempeln gemustert sein. Bei portionierten Erzeugnissen muss die Verpackung das Produkt vor der Umgebung und umgekehrt schützen. Mögliche Verpackungen sind beschichtete Papiere (Wachspapier, mit Kunststoffen beschichtetes Papier,...), Cellulosederivate, Kunststofffolien. Eine weitere Möglichkeit ist das Überziehen der Käse mit Wachs, Paraffin oder Kunststoffdispersionen. [FOIBY 2005] Vorarlberger Bergkäse wird eigentlich immer mit Naturrinde verkauft und allenfalls portioniert eingewickelt. [GRUBER 2011]

2.3.3.3 Portionierung

Die Portionierung kann industriell oder manuell (bei der Käsetheke) erfolgen. [FOIBY 2005] Vorarlberger Bergkäse wird sowohl in Supermärkten als auch ab Hof oder auf Märkten verkauft und daher je nach dem maschinell oder manuell portioniert. Wenn er maschinell portioniert wird, erfolgt die Unterteilung in Stücke. Aufgrund seiner Konsistenz ist er eher ungeeignet maschinell gerieben zu werden. [GRUBER 2011]

2.3.3.4 Käsebezeichnung und Kennzeichnung

Vorarlberger Bergkäse gehören zu den Käsen mit geschütztem geographischen Ursprung. Im Die Kennzeichnung muss daher der EU-Verordnung: Verordnung (EG) 510/2006 entsprechen. Diese besagt folgendes: Die Käse sind mit dem Erzeugungsdatum (Tag der Käsung), der Betriebsnummer und dem Genusstauglichkeitskennzeichen (als Kaseinmarke auf den Käse gepresst bzw. auf das Verpackungsmaterial gedruckt) versehen. Die Kennzeichnung ist unverwischbar und gut lesbar, entweder auf dem ganzen Käse oder bei Teilstücken auf der Verpackung angebracht. Beim Verkauf durch professionelle Vermarkter ist auf der Verpackung das Genusstauglichkeitskennzeichen des Vermarkters und der Wortlaut „Vorarlberger Bergkäse“ anzubringen. Die Führung von Eigenmarken ist erlaubt, sofern sie den Erwerber nicht täuschen. [VERORDNUNG DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT 2006] Im deutschen Sprachraum wird häufig noch „g.U.“ für geschützter Ursprung an die Produktbezeichnung hochgestellt angeschlossen. Das Kürzel „PDO“ steht für Protected Designation of Origin ist im englischen Sprachraum das Äquivalent zu „g.U.“.

2.3.4 Traditionelle Bergkäseproduktion

Der Inhalt dieses Kapitels stammt zum Großteil aus einem Interview mit Herrn Dr. Stephan Gruber, der regionale Bauern im Direktvertrieb ihrer Käse mit der Internet-Plattform www.kaes.at und Markständen unterstützt. Die in dieser Diplomarbeit untersuchten Käse stammen alle direkt aus den Betrieben ihm persönlich bekannter Bauern. Ergänzt wurden die Angaben über die Produktion durch Interviews mit Herrn Jakob Lingg und Herrn Artur Gassner, deren Käse auch untersucht wurden.

Der Großteil des Vorarlberger Bergkäses wird von Sennereien mit zugelieferter Milch produziert, wobei Alma jungen Bergkäse im Sommer kauft und selbst lagert.

Daneben gibt es aber immer noch Käsebauern, denen auch die Weiden und die Kühe gehören. Vorarlberger Käsebauern verfügen dabei stets über einen Hof und eine Alpe, welche teilweise auch noch einmal in zwei Höhenstufen unterteilt wird. Die Kühe sind im Sommer auf den Hochalpen, in den Übergangszeiten auf den mittleren Höhen, am so genannten Vorsäß oder auf der niedriger gelegenen Alpe und nur im Winter am Hof. Diese Form der Bewirtschaftung wird als Bregenzerwälder Dreistufenlandwirtschaft bezeichnet und ist als UNESCO Erbe geschützt.

Die Anzahl der Kühe liegt, je nach Landwirt bei etwa zwanzig bis dreißig Kühen, wobei nicht alles Milchkühe sind (Kälber). Im Allgemeinen kann durch die täglich gewonnene Milch dadurch 1 Laib Käse erzeugt werden, wobei das Gewicht der fertigen Käselaibe zwischen 15 - 28 kg schwankt. Das liegt daran, dass bei der Haltung auf der Alpe die Milchproduktion mit fortschreitendem Sommer sinkt und die Käselaibe dadurch kleiner werden (Abbildung 2.2).

Als Ausgangsprodukt wird für Vorarlberger Bergkäse silofreie Rohmilch verwendet. Dies bedeutet Kühe die Milch geben, aus der Vorarlberger Bergkäse gemacht werden soll bekommen ausschließlich unvergorene Futtermittel zu fressen. Eine dermaßen hergestellte Milch wird auch als Heumilch bezeichnet. [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007] Nur ein geringer Anteil an zugekauftem Kraftfutter wird ebenfalls an die Milchkühe verfüttert. Die Milch wird nicht über die Gewinnntemperatur erwärmt. Sie bleibt eine Rohmilch.



Abbildung 2.2 Bregenzer Wald

[GMEINER et al. 2011]

Zur Dicklegung der Milch ist bei Vorarlberger Bergkäse laut Verordnung (EG) 510/2006 nur Naturlab zugelassen. Dieses wird von den Bauern üblicherweise ebenfalls direkt am Hof produziert. Das traditionelle Lab ist ein Salzwasserextrakt vom Labmagen milch-ernährter Kälber und enthält im Wesentlichen Chymosin und einen geringen Gehalt an Pepsin. [MCSWEENEY 2007] Als Alternative zum Salzwasserextrakt machen manche Bauern den Auszug auch mit Molke. [LINGG 2011]

Die Kühe werden üblicherweise zwei mal am Tag gemolken. Zur Käseerzeugung am Hof werden die Morgenmilch und die Abendmilch des Vortages vermischt. Die Abendmilch kommt in die kuhwarmen Holzgäpse damit die natürliche Mikroflora erhalten bleibt. [GRUBER 2002]

Die Temperatur bei dieser Vorstapelung beträgt bei Rohmilchkäsen 12 bis 14°C. [FOIBY 2005] Über Nacht bildet sich Rahm, der üblicherweise am nächsten Tag abgeschöpft und separat zu Butter verarbeitet wird. Sollte sich der Käser dafür entscheiden nichtentrahmte Milch zu verwenden, wird der Käse als Vollfettkäse bezeichnet. Diese Form der Käseproduktion entwickelte sich im Laufe der Zeit zur Tradition, da es früher kaum oder gar keine Möglichkeit gab Rahm/Butter zu

kühlen. Da die meisten geschmacksprägenden Komponenten fettlöslich sind, schmeckt Vollfettkäse intensiver. [GRUBER 2002]

Am folgenden Tag in der Früh wird die Milch in einen großen Kupferkessel umgefüllt und mit der Morgenmilch zusammen erhitzt. Dabei erfolgt eine direkte Befeuerung des Tanks, wofür oft jedoch nicht immer Holz verwendet wird. (Abbildung 2.3 & Abbildung 2.4)

Bei 32°Celsius kommen die Labfermente und gegebenenfalls Kulturen dazu. Die Bakterien zur Reifung der Milch werden durch Bebrütung der hofeigenen Molke gewonnen. Dazu wird Molke etwa sieben Stunden in einem Brutschrank temperiert. Manche Käsebauern geben auch ausschließlich Lab zu. Man lässt die Milch bei 32°C circa etwa 40 Minuten stehen bis sie dick wird. Eine Zugabe weiterer industrieller Reinzucht-Bakterienkulturen zusätzlich zu den natürlich vorhandenen erfolgt nicht.



Abbildung 2.3 Überprüfen der Temperatur [GMEINER et al. 2011]



Abbildung 2.4 Heizen [GMEINER et al. 2011]

Anschließend wird der dadurch entstandene Käse mit der Harfe zu erbsengroßer Körnung geschnitten. Anschließend wird er etwa 30 bis 40 Minuten mit der Harfe gerührt und dann unter weiterer Erhitzung etwa 30 bis 40 Minuten bis circa 52°C gerührt. Ein Nachwärmen erfolgt bei den meisten Bauern nicht. [LINGG 2011]



Abbildung 2.5 Abschöpfen des Bruchs und Transport in die Käseformen [GMEINER et al. 2011]

Wenn er die richtige Konsistenz erreicht hat, wird er in Käsetücher eingeschlagen und damit in die Formen transportiert (Abbildung 2.5). Anschließend wird die Molke heraus gepresst (Abbildung 2.6).



Abbildung 2.6 Pressen des Bruchs in der Holzform [GMEINER et al. 2011]

Die Reifung des Käses erfordert hohe Luftfeuchtigkeit. Die Temperatur im Käsekeller beträgt je nach Jahreszeit 8 bis 15°C. Die Unterlagsbretter auf denen die Käse lagern sind häufig aus ungeschliffenem Fichtenholz. Der Käse muss regelmäßig gewendet und gewaschen werden. Die Behandlung der Oberflächen während der Reifezeit erfolgt durch Einreiben Salzwasser. Dabei wird der Käselaib mit einem in Salzwasser getränkten Tuch abgerieben oder einer speziellen Käsebürste geputzt, wobei das Salzen am Anfang täglich oder jeden zweiten Tag erfolgt und dann immer seltener. Dabei hat die Borstenbürste den Vorteil, dass damit die Poren besser erreicht werden können (Abbildung 2.7). Dadurch entsteht die geschmierte, angetrocknete braungelbe bis braune Rinde. [LINGG 2011]



Abbildung 2.7 Salzen des Käses während der Reifung [GMEINER et al. 2011]

Konsumreif ist Österreichischer Alp- und Bergkäse frühestens im Alter von 3 Monaten. Es werden aber auch Käse mit 2 Jahren Reife angeboten, denn „Käse ist haltbar gemachte Milch!“ [GRUBER 2011]

Aus 12 bis 13 l Milch wird im Rahmen dieses Prozesses 1 kg reifer Bergkäse gewonnen, wobei Laibe beziehungsweise Blöcke von 8 bis 35 kg entstehen (Abbildung 2.8).



Abbildung 2.8 Fertiger Bergkäse [GMEINER et al. 2011]

Der Bregenzerwälder Bergkäse ist ein regionales Leitprodukt und fungiert darüber hinaus als Identitätsmarker und Zugehörigkeitssymbol für die ansässige Bevölkerung.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Herstellung von traditionellem Bergkäse ein hohes Maß an Handarbeit und Erfahrung benötigt. Dieses Wissen wird teilweise mündlich von Generation zu Generation überliefert. Um dieses traditionelle Know-How mit all seinen regionalen und individuellen Nuancen zu bewahren und weiterzuentwickeln, ist es von großer Wichtigkeit die Herstellung des Bregenzerwälder Bergkäses direkt an den Höfen, Vorsäßen (eine für den Bregenzerwald und das Walsertal typische Almwirtschaft bestehend aus einem Wirtschaftsgebäude mit einem Stück Wiese, welche in Nomadenwirtschaft bewirtschaftet wird) und in den Alpen zu fördern. [GRUBER 2011]

2.3.5 Industrielle Käseproduktion von Bergkäse

Vorarlberger Bergkäse zählt zu den Lab – und Hartkäsen und ist von der Machart her am ehesten Käse vom Schweizer Typ und Hartkäse vom Italienischen Typ her ähnlich. Die folgende Beschreibung der industriellen Käseproduktion bezieht sich ausschließlich auf Hartkäse aus Kuhmilch.

Nach der Übernahme der Rohmilch durch die Molkerei wird die Milch zuerst mit Sieben oder Geweben grob gereinigt. Anschließend erfolgen die Feinreinigung durch Zentrifugen und die Standardisierung. In den Zentrifugen wird die Milch in Magermilch, Rahm und Separatorschlamm aufgetrennt. Eine Reinigungszentrifuge ist in Abbildung 2.9 dargestellt. Der Separatorschlamm wird entfernt. Unter Standardisierung versteht man die Einstellung des Fett- und des Eiweißgehalts der Milch. Der Rahm wird dabei anteilsweise in die Milch rückgeführt. Abbildung 2.10 zeigt eine Milchstandardisierungsanlage. Die Fetteinstellung entspricht den Fett in der Trockensubstanz-Stufen im Käse. Die Kenntnis des Eiweißgehalt ist hierzu wesentlich. Im Regelfall erfolgt eine Abrahmung. Für die Eiweißeinstellung gibt es die Möglichkeiten der Zugabe von Trockenmilcherzeugnissen oder der Aufkonzentrierung mittels Kaskaden-Mikrofiltration oder Ultrafiltration. Dabei gibt es national differierende Vorschriften in Bezug auf Technologie und maximal zulässiger Eiweißanreicherung. [FOIBY 2005] In Österreich wird Käsereimilch nicht durch Auflösung von Trockenmilch oder Trockenmolke hergestellt. Eine geringfügige Erhöhung der Trockenmasse durch Zusatz von Trockenmilch ist im technologisch notwendigen Ausmaß zur Eiweißstandardisierung gestattet. Es darf höchstens eine Menge, durch die der Eiweißgehalt der Käsereimilch um maximal 0,3% erhöht wird, zugesetzt werden. Fett und Eiweiß, das nicht der Milch entstammt, wird nicht zugesetzt. Der Anteil des Molkeneiweißes am Gesamteiweiß in der Käsereimilch – ausgenommen beim Molkeneiweißkäse – überschreitet dabei nicht den natürlichen Anteil in der Milch der jeweiligen Tierart. [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007]



Abbildung 2.9: Reinigungszentrifuge [INGENIEURBÜRO RADOVIC 2010]



Abbildung 2.10: Milchstandardisierungsanlage [INGENIEURBÜRO RADOVIC 2010]

Homogenisierung ist bei der Produktion von Hartkäse im Allgemeinen nicht erforderlich. Im nächsten Produktionsschritt erfolgt die Thermisierung oder Pasteurisierung der Milch. Für Weich- und Schnittkäse war die Pasteurisierung der Milch in vielen Ländern Europas obligat, ist heute in der EU aber nicht mehr verpflichtend. [FOI8Y 2005] Wenn Erhitzungsverfahren zum Einsatz kommen, wird die Käsereimilch zur Erhaltung guter Gerinnungsfähigkeit generell mit schonenden Verfahren erhitzt. Möglich sind die Thermisierung der Milch (z.B. 50 - 65°C / 40 Sek) oder die Kurzzeiterhitzung(>72°C / 15-30 Sek). Bei der Thermisierung erfolgt nur eine Schwächung der Rohmilchflora, während bei der Pasteurisierung die Ausschaltung gegebenenfalls vorhandener vegetativer pathogener Keime angestrebt wird. Die meist verbreitete Form von Pasteuren in der Milchtechnologie sind Plattenpasteure, in denen eine Kurzzeiterhitzung durchgeführt wird. In Abbildung 2.11 ist eines dieser Geräte dargestellt. Bei der Kurzzeitpasteurisierung wird außer den Bakterien auch die Milchlipase zu 97% deaktiviert, wodurch das Enzym während der Reifung nur sehr eingeschränkt wirken kann. [FOX UND STEPANIAK 1993, FOX et al. 1993] Als Alternative oder Ergänzung zur Erhitzung wurden für die Käseproduktion spezielle Sporenreduktionsverfahren entwickelt. Diese kommen insbesondere bei der Produktion von Hart- und Schnittkäse zum Einsatz. Beispiele dafür sind die Entkeimungszentrifugation, bei der ein 90%ige Bakteriensporenreduktion

mittels Abscheidung der Sporen durch hohe g-Zahl erreicht wird und die Entkeimungsfiltration. Bei der Entkeimungsfiltration wird Milch unter Druck über Keramik-Filterschichten geleitet wodurch 90-99% der Bakteriensporen abgetrennt werden. Diese relativ neue Entwicklung kommt bis jetzt allerdings vor allem bei Trinkmilch zum Einsatz. [FOIBY 2005] Bei industrieller Käseproduktion wird meistens pasteurisierte Milch verwendet. [MCSWEENEY 2007]



Abbildung 2.11 Plattenpasteur [ASTA FOODTECHNOLOGY 2010]

Anschließend wird die Milch zur Käsung vorbereitet. Das traditionelle Gefäß zur Dicklegung des Käses, der Käsekessel wurde heutzutage weitgehend vom Käsefertiger in diversen Formen und Dimensionen ersetzt. Es handelt sich dabei meist um abgedeckte, stehende oder liegende Tanks, die zur Temperierung in der Regel einen Doppelmantel haben und für die Bruchbearbeitung austauschbare Schneide und Rührwerkzeuge besitzen. [FOIBY 2005] Abbildung 2.12 und Abbildung 2.13 zeigen zwecks Veranschaulichung einen offenen Käsefertiger und eine ausgebaute Käseharfe.



Abbildung 2.12 Käsefertiger [KÄSEREI LUSTENAU 2010]

Die Kesselmilch wird auf Käsungstemperatur (Richtwert 30°C) eingestellt, entweder erst im Käsefertiger oder mittels Wärmetauscher vor Einlauf in diesen. Dann werden die Zusätze Bakterienkulturen (Säurungskulturen, gegebenenfalls Spezialkulturen), Lab oder Labersatzenzyme und Käsereisalze beigemischt. Dabei erfolgt der Zusatz der Milchsäurebakterienkultur etwa 15 - 20 Minuten vor der Labzugabe um einen schwach erhöhten Säuregrad zu erzielen, welcher dem pH-Optimum des Labenzyms näher kommt. Bei den zugegebenen Kulturen handelt es sich überwiegend um zugekaufte Kulturkonzentrate. [FOIBY 2005]

Die Produktion von Starterkulturen erfolgt generell in großen darauf spezialisierten Betrieben, die eine ganze Bandbreite an gefrorenen oder gefriergetrockneten konzentrierten Starterkulturen anbieten. Diese Kulturen können direkt in die Kesselmilch gegeben werden oder zur Bereitung frischer Starterkulturen verwendet werden. In der Produktionsanlage werden Tanks mit bis zu 10.000 Litern Inhalt mit Starterkulturen beimpft, welche unter strikt kontrollierten Bedingungen (pH, unterschiedliche Grade der Kultivierung) wachsen. Starterkulturen für die direkte Beimpfung von Kesselmilch werden üblicherweise in mittelgroßen Tanks von 5.000 – 15.000 Litern, unter der Kontrolle von pH-Wert und Temperatur gezüchtet, bevor sie mittels Zentrifugation oder Membranfiltration konzentriert werden. Anschließend wird ein Frostschutzmittel (resuspendierte Magermilch mit Laktosezusatz) hinzugefügt und die konzentrierten Kulturen werden gefroren, beziehungsweise gefriergetrocknet, bevor sie verpackt und verkauft werden. Im Fall von

Starterkulturen, welche für die Vorbereitung frischer Starterkulturen verwendet werden, kann ein internes pH-Kontrollsystem mit Phosphat- oder Citrat-Puffersystemen verwendet werden. Die Produktionsstufe der Konzentrierung wird bei ihnen üblicherweise ausgelassen. [BROOME 2007b, SANDINE 1996] Es gibt eine Reihe von Wachstumsmedien, welche zur Züchtung von Starterkulturen verwendet werden. Sie können auf Milchbasis sein, welche vollfett oder entrahmt sowie aus gelöstem Milchpulver sein kann. Alternativ gibt es auch Medien auf Molkenbasis, die entsprechend mit diversen Nährstoffen wie Hefeextrakt, Vitaminen und Mineralstoffen angereichert sind. Das Wachstumsmedium kann auf verschiedene Weise sterilisiert werden (Erhitzung im Tank, UHT-Verfahren, etc.). Je nach Starterkultur erfolgt die Bakterienzucht bei 30°C für mesophile Bakterien und 37 - 45°C für thermophile Bakterien. Auch der pH-Wert differiert je nach Starterkultur zwischen 5,5 und 6,0. Dieser wird durch den automatischen Zusatz von Basen wie NaOH, NH₄OH, KOH, gasförmigem Ammoniak, oder Na₂CO₃ kontrolliert. Alternativ kann die pH-Einstellung auch durch den Zusatz von löslichen (Phosphate), nicht löslichen (CaCO₃, Mg₃PO₄) oder verkapselten (Na₂CO₃ verpackt in Ethyl- oder Methylzellulose) Neutralisationsmitteln erfolgen. Faktoren wie die Gärungsrate, das Gas im Luftraum der Tanks, die Dauer der Inkubation und das Stadium der Starterkulturen bei der Ernte der Bakterien sind weitere Variablen in der Produktion der Starterkulturen. Die Inkubation dauert üblicherweise 16 - 20 Stunden. Anschließend erfolgen eine zügige Abkühlung auf 10°C und eine 48 Stunden dauernde Ruhephase gefolgt von der raschen Frostung (< - 60°C) mittels flüssigem Stickstoff und der Lagerung bei - 20° bis - 40°C oder der Gefriertrocknung. Gefrostete Kulturen müssen dies auch während dem Transport und bei der Lagerung bleiben während gefriergetrocknete Kulturen unter Innertatmosphäre verpackt werden und bei Umgebungstemperatur gelagert werden können. Viel Arbeit wurde den Auswirkungen der Prozessvariablen in Hinblick auf Maximierung der Zellmasse, Starter-Aktivität und Stabilität bei der Lagerung gewidmet, während andere Faktoren wie die proteolytische Aktivität und die Produktion vom Aroma- und Flavour-Komponenten eher stiefmütterlich behandelt wurden. Der Schwerpunkt bei der Auswahl der Kulturen in geschmacklicher Hinsicht lag bisher nur in der Vermeidung von Kulturen die Bitterkeit erzeugen. [BROOME 2007b]

Die Produktion Nicht-Starter-Milchsäurebakterien, erfolgt durch Vermehrung geeigneten Medien, Ernte durch Zentrifugation, Waschung und das Resuspendieren in Konzentrationen von etwa 10^9 CFU/ml. Der augenfälligste Unterschied zur Produktion von Starterkulturen ist, dass diese aktiv bleiben sollen während Nicht-Starter-Milchsäurebakterien für gewöhnlich gehemmt werden um ihre autolytischen Eigenschaften und die damit verbundene Ausschüttung der Enzyme in die Käsematrix zu forcieren. Als Folge wirken sie vor allem bei der Käsereifung mit. Die Inhibitierung der Bakterien erfolgt durch sublethale physikalische Behandlungen wie Schock-Gefrieren (zwei Zyklen von Frieren bei -20°C und auftauen bei 40°C oder 4 bis 5 wöchige Lagerung bei -100°C), Hitze-Schock (50° - 70° für 10 – 22 Sek) und Sprühtrocknung (Zellen werden in einen Puffer mit Maltodextrin resuspendiert und bei 189°C Innen- und 82°C Außentemperatur mit einem Sprühtrockner getrocknet $\rightarrow 10^6$ CFU/ml). [BROOME 2007a, MADKOR et al. 2000] Nicht-Starter-Milchsäurebakterien werden nach den Gesichtspunkten ausgewählt, dass sie eine niedrige Säureproduktion aufweisen, balancierte Reifungsprozesse liefern und während der Reifung die dominante Nicht-Starter-Milchsäure-Bakterienkultur bleiben. Zusätzliche Käsekulturen werden für gewöhnlich aus fertigem Käse mit hoher Qualität isoliert und bevor sie zur Milch gegeben werden einem rudimentärem Screening unterzogen. [CROW et al. 2001, BROOME 2007a]

Die Wissenschaft und Technologie der Käsestarterkulturen ist sehr komplex geworden und sie spielen eine große Rolle bei der Reifung, einerseits direkt durch ihre vielen Enzyme und andererseits indirekt durch Säuerung und die Reduktion des Redoxpotentials. Seit sich viele Milchsäurebakterien von verschiedenen Aminosäuren ernähren können, weisen sie ein komplexes System von Proteinasen und Peptidasen auf, dass ihnen ermöglicht Aminosäuren aus dem Casein freizusetzen. Sie scheinen dabei vor allem mittelgroße Peptide zu degenerieren und freie Aminosäuren abzugeben. [MCSWEENEY 2007]

Die Einlabung erfolgt bei der industriellen Käseproduktion überwiegend mit Labextrakt oder Labpulver. [FOIBY 2005] Nach dem Zusetzen des Labes muss die Milch bei gleichmäßiger Wärme 15 bis 30 Minuten ruhen. In dieser Zeit findet die Caseingerinnung statt, der eigentliche Fällungsvorgang der Milch,

gefolgt von der Phase der Ausdickung. [FOIßY 2005]



Abbildung 2.13 Käseharfe [KÄSEREI LUSTENAU 2010]

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt die Bruchbearbeitung. Das Bruchschneiden erfolgt bei industriell hergestelltem Käse durch maschinelle Gitterbespannung und Konstruktionen, die in einer Drehrichtung schneiden und bei Umkehr der Drehrichtung rühren. [FOIßY 2005] Abbildung 2.13 zeigt eine solche maschinelle Käseharfe. Wenn der Bruch die erwünschte Korngröße erreicht hat erfolgen durch die Richtungsumkehr des Schneidwerkzeuges das Ausrühren, welches vom Erhitzen des Koagulats begleitet wird. [FOIßY 2005]

Anschließend erfolgt die Bruchabfüllung in die Käseformen. Die heutzutage dominierenden Materialien sind Metall und Kunststoff. [FOIßY 2005] Abbildung 2.14 zeigt eine Käseform aus Metall, die eine Pressstempel-deckel hat. Die technische Ausführung der Bruchabfüllung ist sorten- und betriebsspezifisch. Beispiele für mechanisierte Varianten sind das Ablassen des Bruches über ein Gefälle oder schonendes Abpumpen. Dabei gibt es verschiedene technische Detaillösungen. Entweder gelangen Bruch und Molke direkt in die Form, wobei es Einzelformen und Gruppenformen gibt. Oder Bruch und Molke gelangen nach dem Umweg über eine Vorpresseinrichtung, in welcher der Bruch verdichtet,

vorportioniert und vorgeformt wird, in die Form. Dies bedingt später im Käse eine kompakte Innenstruktur ohne Spalten. [FOIBY 2005]



Abbildung 2.14 Käseformen [KÄSEREI LUSTENAU 2010]



Abbildung 2.15 Käsepresse [KÄSEREI LUSTENAU 2010]

Anschließend werden die Käse zu festen Laiben gepresst. Dabei wirkt der Pressdruck direkt auf den Deckel der bruchbefüllten Formen (Abbildung 2.15), was heutzutage überwiegend der Fall ist oder direkt auf die eingetuchte Käsемasse. In der industriellen Käseproduktion kommen vor allem pneumatische und hydraulische Pressen zum Einsatz. Diese können sowohl als horizontale als auch als vertikale Pressen ausgeführt sein. Des Weiteren gibt es nicht nur Einzelpressen sondern auch Etagenpressen, Wendepressen und wandernde Presseinrichtungen wie Karussellpressen und Tunnelpressen. [FOIBY 2005]

Der gepresste Käse kommt ins Salzbad. Möglichkeiten zur technischen Ausführung von Salzbadern für Käse sind offene Wannen aus rostfreiem Stahlblech oder Kunststoff, ebenerdig stehend, im Boden versenkbare Betonbecken, die beschichtet oder gefliest sind (Tiefsalzbäder) und sogenannte Schwemmsalzbäder, welche im Boden versenkte Rinnen sind, in denen die Käse durch die neu angekommene Ware angeschoben und durch induzierte Strömung weiterbewegt werden. Abbildung 2.16 zeigt eine Ausführung als offene Stahlwanne.

Anschließend werden die Käse in den Reifungsraum (Abbildung 2.17) gebracht, welcher entweder eine Naturklimatisierung aufweist (z.B. Käsekeller) oder künstlich klimatisiert ist. Während der Lagerung muss auch hier das Wenden

und Abreiben der Käse erfolgen. Die technischen Möglichkeiten dabei sind das mechanische Wenden mittels Wendeeinrichtung sowie das mechanisierte Abreiben mittels Bürstmaschinen. Daneben wird beides auch nach wie vor manuell durchgeführt. [FOIBY 2005]

Der Prozessschritt der Reifung zählt zu den teuersten und sehr kritischen, weil bei ihm eine Kapitalbindung auf Wochen bis Jahre stattfindet und das Risiko von Ausfällen gegeben ist. [FOIBY 2005] Die Kosten für die Reifung eines Hartkäses wie Cheddar wurden mit 500 – 800 € pro Tonne Käse berechnet, wenn der Käse neun Monate reift. [UPADHYAY UND MCSWEENEY 2003]



Abbildung 2.16 Salzbad für Käse [HEIDA KÄSEREI VISPERTERMINEN 2006]

Abbildung 2.17 Käsereifungsraum [KÄSEREI LUSTENAU 2010]

Folglich wurden und werden in der industriellen Käseproduktion Methoden gesucht um die benötigte Zeit zu verkürzen. Mit folgenden Mitteln wurde versucht eine Beschleunigung herbeizuführen: der Zugabe exogener Enzyme, der Erhöhung des verwendeten Levels von Milchsäurebakterien-Enzymen durch die Verwendung von inaktivierten Starterkulturen oder einer erhöhten Lyserate, der Verwendung zusätzlicher Kulturen, der genetische Modifikation der Starterbakterien, der Verwendung Hydrostatischer Pressen und der Anhebung der Reifungstemperatur. [KLEIN UND LORTAL 1999] Die Zugabe freier oder eingekapselter Enzyme wurde dabei von vielen Wissenschaftlern mit mäßigem Erfolg versucht. Abgesehen von der Tatsache, dass der Großteil der der Milch zugefügten Enzyme mit der Molke verloren geht, beschleunigt die Zugabe eines einzelnen Enzymes auch nur einen Reaktionsschritt in einer ganzen Serie, was oft zu unausgewogenem Geschmack führt. Der Hauptvorteil bei der

Verwendung einer Mixtur von Enzymen liegt in der Ankurbelung vieler Reifungsreaktionen. Eine Vielzahl solcher Präparate, welche für gewöhnlich Proteinasen, Peptidasen und oft auch Lipasen enthalten, sind im Handel erhältlich. [KLEIN UND LORTAL 1999]

Eine andere Möglichkeit das komplette Set an Enzymen zu bekommen ist die Verwendung inaktivierter Kulturen. Unter inaktivierten Starterkulturen versteht man Milchsäurebakterien, die während der Käseproduktion keine Säure produzieren können, jedoch während der Reifung Enzyme freisetzen können. [KLEIN UND LORTAL 1999] Milchsäurebakterien können mittels Hitze- oder Kälteschock, Gefrier- oder Sprühtrocknung, Behandlung mit Lysozym, die Verwendung entsprechender Lösungsmittel, auf natürlichem Weg oder durch genetische Modifikation inaktiviert werden. Die Vorteile bei inaktivierten Starterkulturen liegt in der weiten Bandbreite der inkludierten Enzyme, der geringen Anzahl gesetzlicher Barrieren bei der Anwendung und der Tatsache, dass die Zellen größtenteils im Bruch bleiben. Die Lysis der Zellen erfolgt während der Reifung in Abhängigkeit von der Belastung, der sie ausgesetzt sind. Die Beschleunigung der Lysis durch Bakteriophagen könnte den Käseflavour beeinflussen. [UPADHYAY UND MCSWEENEY 2003] Das ausbalancierte Verhältnis intakter und zerstörter Zellen ist jedoch für die Reifung wichtig, wobei erstere metabolisch aktiv sein könnten und folglich Co-Faktoren-abhängige Prozesse leichter katalysieren können. [CROW et al. 1995]

Die Verwendung sekundärer Käsereikulturen ist eine vielversprechende Möglichkeit. Bereits jetzt werden spezielle zusätzliche Käsereikulturen bei der Produktion vieler Käsesorten eingesetzt (z.B. *Propionibacterium freudenreichii* bei Käsen vom Schweizer Typ). Auch bei der Herstellung von Cheddar wurden erfolgreiche Versuche mit voll-fetten und besonders mit fettreduzierten Varianten mit dem Einsatz thermophiler Lactobacillen gemacht. [TOBIN 1999, HANNON et al. 2003, WEIMER et al. 1997]

Der Einsatz gentechnisch veränderter Organismen bei der Produktion von Käse ist in Österreich nicht zugelassen. [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007]

Die wahrscheinlich einfachste und effizienteste Methode zur Beschleunigung der Reifung von Hartkäsen ist die Erhöhung der Temperatur während der Reifung.

Dadurch werden die Proteolyse [ASTON et al. 1985, FOLKERTSMA et al. 1996] und die Lipolyse [FOLKERTSMA et al. 1996, O'MAHONY et al. 2006] beschleunigt und die Mikroflora beeinflusst. [CROMIE et al. 1987, FOLKERTSMA et al. 1996] Erhöhte Temperaturen können jedoch zu Defekten der Textur des Käses führen. Außerdem steigt das Risiko für den Verderb der Mikrokultur oder die Entwicklung einer unausgewogenen armseligen Flora. Daher sollte die Käsereifung, wenn sie bei erhöhter Temperatur stattfindet genau beobachtet werden. Trotzdem scheint eine Reifungstemperatur bis zu 15°C eine potentielle Variante die Käsereifung in großen Fabriken mit guter Hygiene und einem adäquaten Überwachungssystem eine potentielle Möglichkeit darzustellen. [MCSWEENEY 2007, FOLKERTSMA et al. 1996]

2.3.6 Unterschiede zwischen traditioneller Bergkäseproduktion und industrieller Käseproduktion

Ein alter irischer Ausspruch besagt, dass der Käse im Kessel gemacht wird. In diesem oberflächlich betrachtet trivialem Satz steckt ein essentielles Körnchen Wahrheit. Die Reifung von Lab-gefällten Käsen und folglich auch ihr Flavour, ihre Textur und Qualität werden massiv vom Herstellungsprozess und den involvierten Mikroorganismen beeinflusst. Der Käsemacher kann nur die Zeit, die Temperatur und relative Feuchtigkeit beziehungsweise Verpackung während der Reifung variieren, während viele weitere wichtige Faktoren, die die Käsereifung beeinflussen, wie Wassergehalt, Salzgehalt, pH, Käse-Mikroflora und die Größe der Laibe vom Produktionsprozess abhängen. [MCSWEENEY 2007]

Die vorgestellten Produktionswege unterscheiden sich in ihrem Wesen vom Beginn bis zu Schluss.

Während der traditionelle Bergkäse stets ein Rohmilchkäse ist, wird in der Industrie, bei der Herstellung im großen Maßstab aus hygienischen Gründen grundsätzlich pasteurisierte Milch verwendet. Während der Bauer seine betriebseigenen Kulturen stets weiterführt und aufrechterhält, werden in der Industrie alle in den Produktionsweg involvierten Ingredienzien und Geräte so steril wie möglich geführt. Die der Milch hinzugefügten Kulturen sind in der Industrie immer genau definiert. Dass Käse, die aus Rohmilch gemacht werden schneller reifen und einen stärkeren Flavour entwickeln als solche aus

pasteurisierter Milch ist allgemein bekannt. [REHMAN et al. 2000] Die Unterschiede werden im Wesentlichen der hitzeinduzierten Veränderung der natürlichen Mikroflora zugeschrieben. [MCSWEENEY 2007] Auch die Lagerung im Käsekeller erfolgt bei der industriellen Käseproduktion unter kontrollierten klimatisierten Umständen, während das Klima im natürlichen Käsekeller in seiner Temperatur und Luftfeuchtigkeit jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt. Die Auswirkungen des Kellerklimas bei der Reifung spielen eine nicht zu unterschätzende Rolle, da ein traditionell produzierter Bergkäse bis zu zwei Jahren darin gelagert und gereift wird.

2.4 Bergkäsearten

Da jeder Bauer seinen eigenen Käse, manchmal auch in mehreren Varianten wie als Vollfetter und in verschiedenen Reifungsstufen produziert, gibt es so viele Käsearten wie Bauern und zusätzlich die der großen Käsereien. Das Markensortiment der Käsestraße Bregenzerwald allein schon umfasst momentan 22 unterschiedliche Käse. [LECHNER 2009]

2.5 Zusammensetzung von Bergkäse

Bei der Untersuchung der Zusammensetzung von Käse wurden unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt. Tabelle 2.6 zeigt einen Überblick über untersuchte Parameter bei verschiedenen Bergkäsen und deren Ergebnisse. Dabei wurden folgende Bergkäse untersucht. Greyerzer ist eine dem Bergkäse verwandte lokale Schweizer Käsesorte, welche auch als Gruyère bezeichnet wird und ebenfalls ein Käse mit geschütztem Ursprung ist. [GAMSJÄGER 1995, MUIR et al. 1995, SIEBER et al. 1988] Ras Käse ist eine Ägyptische Hartkäseart und wird traditioneller Weise ebenfalls aus Rohmilch hergestellt. Allerdings wird Ras Käse aus einer Mischung von 80% Kuhmilch und 20% Büffelmilch hergestellt. [AWAD 2006] Cheddar Käse ist eine irische Käsesorte, welche im britischen Raum sehr verbreitet ist und in unterschiedlichen Fettstufen hergestellt wird [FENELON et al. 2000] Sao Jorge ist ein Rohmilchkäse aus den Azoren. [KONGO et al. 2009] Von manchen Bergkäsen, war die Herkunft nicht näher angegeben. [ALFONSUS 1974, KOCH 1974, RITTER 1974]

Tabelle 2.6
Chemische Parameter verschiedener Bergkäse

Käsebezeichnung	TS [%]	Fett [%]	F.i.T. [%]	Protein [%]	NaCl [%]	NaCl/H ₂ O	pH
Bergkäse ^A	64,40		46,5		1,3-3,2		
Bergkäse ^B	60 - 64		45 - 60				
Bergkäse ^C	63,00	31,0	49				
Vorarlberger Bergk. ^D	66,42	35,7	53,75		1,66		5,7
Schweizer Käse ^E	62,8	27,4		28,4	1,0		5,6
Greyerzer ^F	64,1	32,1			1,48		
Greyerzer ^G	66,7			27,5	1,5		6,02
Greyerzer ^H	64,4	32,1		26,4			
Ras Cheese -180d ^I	67,65	34	50,27	26,89	3,95		5,2-5,3
Cheddar vollfett ^J	61-77	30-36	49,3-56	25,5-27		4,9-6,2	
Cheddar vollfett ^H	63,7	32,2		24,9			
Emmentaler ^H	65,0	31,4	45,0	28,4			
Sao Jorge – 130d ^K	63	30-34		23-26		4,9-5,1	5,3-5,6

^A [KOCH 1974]

^G [MUIR et al. 1995]

^B [ALFONSUS 1974]

^H [SOUCI et al. 2008]

^C [RITTER 1974]

^I [AWAD 2006]

^D [GAMSJÄGER 1995]

^J [FENELON et al. 2000]

^E [HILL 2007]

^K [KONGO et al. 2009]

^F [SIEBER et al. 1988]

Die Trockensubstanz, welche bei allen angegebenen Bergkäsen untersucht wurde, lag zwischen 60 und 77%. Der Fettgehalt wurde teilweise als Absolutwert angegeben und teilweise als Fettgehalt in der Trockensubstanz (F.i.T.). Der absolute Fettgehalt betrug zwischen 27,4 und 36%. Der F.i.T. lag zwischen 45 und 60%. Der Proteingehalt der verschiedenen Bergkäsesorten schwankte zwischen 23 und 28,4%. Der Salzgehalt wurde teilweise als absoluter Salzgehalt und teilweise als Salzgehalt pro Wasser (SW-Wert) angegeben. Der absolute Salzgehalt lag zwischen 1 und 3,95% während der NaCl/H₂O zwischen 4,9 und 6,2 schwankte. Bei einigen Käsen wurde auch der pH-Wert ermittelt, wobei dieser zwischen 5,2 und 6,02 betrug.

2.5.1 Makronährstoffe

2.5.1.1 Fett

Das Fett in Milch liegt überwiegend in Form von Triglyceriden (98%) vor, welche von einer Fettkügelchenmembran aus Phospholipiden und Cholesterin umgeben sind. [FOIBY 2005, WILKINSON 2007] Diese Form bleibt in Käsen, vom Schweizer und vom Emmentaler-Typ auch zu einem Großteil (93 – 98%) erhalten. [CHAMBA UND PERRARD 2002, STEFFEN et al. 1993] Die ungefähre Fettsäurezusammensetzung von Milch ist in Tabelle 2.7 dargestellt.

60 bis 65% der in der Milch vorkommenden Fettsäuren sind geradekettig und gesättigt. Davon sind etwa 8% kurzkettig, 15% mittelkettig und 40% langkettig. Der Anteil an geradekettigen einfach gesättigten Fettsäuren schwankt zwischen 25 und 39% und etwa 2% der in der Milch vorkommenden Fettsäuren sind geradekettig und mehrfach ungesättigt. Einzeln betrachtet die höchsten Anteile am Milchfett haben Palmitinsäure (~ 30%), Ölsäure (~ 25%) und Stearinsäure (~ 10%). Zusammen etwa 8% des Milchfettes machen sogenannte minore Fettsäuren aus, welche sich aus ungeradzahligen Fettsäuren, noch längerkettigen Fettsäuren und anderen Fettsäureisomeren zusammensetzen. [FOIBY 2005]

Bei der Betrachtung des Fettsäuremusters, welches einen wesentlichen Einfluss auf den ernährungsphysiologischen Wert der Käse haben dürfte, sind mehrere Faktoren zu beachten, die in diesem Zusammenhang eine Rolle spielen. In den deutschsprachigen Ländern (Deutschland, Österreich, Schweiz) wird Erwachsenen empfohlen etwa 30% ihres Energiebedarfs mit Fett zu decken wovon nicht mehr als ein Drittel gesättigte Fettsäuren sein sollten. Mehrfach ungesättigte Fettsäuren sollten 7 bis 10% der aufgenommenen Energie ausmachen und einfach ungesättigte Fettsäuren den Rest. Bei Menschen mit erhöhtem Energiebedarf kann der Fettgehalt auf 35% der Nahrungsenergie angehoben werden. [D-A-CH 2008] Je längerkettiger eine Fettsäure ist, desto schlechter wird sie im Darm absorbiert und desto langsamer verlaufen viele Stoffwechselreaktionen. Auch der Schmelzpunkt spielt bei der Verdaulichkeit von Fetten eine Rolle. Milchfett hat eine Verdaulichkeit von 97%. [ELMADFA UND LEITZMANN 2004]

Tabelle 2.7
Fettsäuremuster von Milch

Σ SAFA ~ 60%(60-65)*	~ 8%	Buttersäure (C4:0)	Kurzketttige FS
		Capronsäure (C6:0)	
		Caprylsäure (C8:0)	
	~ 15%	Caprinsäure (C10:0)	Mittelkettige FS
		Laurinsäure (C12:0)	
		Myrestinsäure (C14:0)	
	~ 30%	Palmitinsäure (C16:0)	
	~ 10%	Stearinsäure (C18:0)	
Σ MUFA ~ 30% (25-39)*	~ 25%	Ölsäure (C18:1 cis9)	Langkettige FS
	~ 5%	Vaccensäure (C18:1 trans11)	
Σ PUFA ~ 2%	~ 1,5%	Linolsäure (C18:2 cis9, cis12)	
	~ 0,5%	Iso-Linolsäure (C18:2 cis/trans)	
Σ Minor-FS ~ 8%	~ 5%	Ungeradzahlige Fettsäuren	
	~ 5%	Noch längerkettige Fettsäuren	
		Noch höher ungesättigte Fettsäuren	
	~ 3%	Verzweigte FS, zyklische FS, Keto-FS	
		Hydroxyl-FS, andere isomere FS	

* Saisonale Spannbreiten

Angaben in % aller Fettsäuren

[FOIBY 2005]

Bei Untersuchungen des Einflusses von Erhitzung auf ungesättigte Fettsäuren, die mit pflanzlichem Fett durchgeführt wurden, wurde festgestellt, dass bei einer Erhitzung des Fettes von 10 Minuten auf 180° C der Gehalt an Linolsäure um 5 – 10% gesunken ist und Linolensäure etwas instabiler war als Linolsäure. [D-A-CH 2008, ELMADFA UND LEITZMANN 2004] Bei der Produktion von Rohmilchkäse wird die Milch, beziehungsweise der Käse nicht in einem Umfang erhitzt, dass mit größeren Verlusten zu rechnen ist. Vgl. [NONI UND BATTELLI 2008, GRUBER 2011]

Weniger als 1% der Lipide in Milch sind Phospholipide, jedoch spielen diese eine wichtige Rolle in der Fettkügelchenmembran, welche die Triglyceride in der Rohmilch umgibt und unter anderem als Emulsionsstabilisator dient und die Triglyceride vor der vorzeitigen Lipolyse durch die milcheigene Lipase schützt.

[FOIBY 2005]

Im Durchschnitt sind in den Phospholipiden längere und höher ungesättigte Fettsäuren enthalten als in den Triglyceriden. [BANKS 1991, JENSEN et al. 1991] Cholesterin ist mit mehr als 95% aller Sterole das dominante Sterol in der Milch und macht circa 0,3% der Gesamtlipide aus. [WILKINSON 2007, JENSEN et al. 1991]

Während der Reifung der Käse, im Zuge der Lipolyse, des Aminosäurekatabolismus und der Laktosefermentation werden freie Fettsäuren gebildet. Sowohl Esterasen als auch Lipasen haben lipolytische Aktivitäten und hydrolysieren Milchlipide zu freien Fettsäuren. Die meisten Fettsäuren mit den Kettenlängen C4 bis C20 stammen aus der Hydrolyse von Triglyceriden, die während der Reifung stattgefunden hat. Bei der Laktose-Fermentation entstehen Essigsäure, Propionsäure und Buttersäure, jedoch ist die Laktose während der Reifung so schnell abgebaut, dass wahrscheinlich nur eine geringe Menge der Fettsäuren aus diesem Abbauweg stammen. Beim Aminosäureabbau, inklusive der katalytischen Desaminierung können verzweigt-kettige Fettsäuren wie Iso-Butansäure und Iso-Pentansäure entstehen. [GANESAN et al. 2006] Die Umwandlung von Aminosäuren in Fettsäuren findet auch auf komplexen Wegen in *Lactococcen*, *Lactobacillen* und *Brevibakterien* statt. [GANESAN, SEEFELDT, KOKA, et al. 2004, GANESAN, SEEFELDT UND WEIMER 2004, GANESAN et al. 2006, GANESAN UND WEIMER 2004] Eine kleine Menge freier Fettsäuren kann auch durch die Oxidation von Alkoholen, Aldehyden, Ketonen und Estern entstehen. [MOLIMARD UND SPINNLER 1996]

HAUSWIRTH et al. [2004] haben sich mit Käse, beziehungsweise dem Fettsäuremuster von Käse, im Zusammenhang mit dem Alpinparadoxum beschäftigt, dass trotz des hohen Käsekonsums in der Schweiz die Rate an kardiovaskulären Erkrankungen sehr gering ist. Als mögliche Begründung sehen sie den verhältnismäßig hohen Gehalt an ω 3- Fettsäuren, der in Alpkäsen vorkommt. Um herauszufinden wie hoch der Gehalt an ω 3- Fettsäuren in verschiedenen Käsen tatsächlich ist, haben sie eine Studie durchgeführt, bei welcher sie von vierzig verschiedenen Käsen mittels Gaschromatographie das Fettsäureprofil erstellt haben. Die Hypothese war, dass in Alpkäse verglichen mit anderen Käsen ein relativ hoher Gehalt an α -Linolensäure vorkommt.

Gleichzeitig wurden auch das Vorkommen anderer ernährungsphysiologisch interessanter Fettsäuren, wie konjugierte Linolensäure (CLA) und Arachidonsäure (C20:4), sowie das Verhältnis $\omega 6$ zu $\omega 3$ Fettsäuren und der Gehalt an gesättigten Fettsäuren wie Palmitinsäure untersucht. Die untersuchten Käse waren zwölf Alpine Käse von Kühen die auf Weiden von 3700 bis 6200 feet ($\approx 1.100 - 1.900\text{m}$) Höhe grasten, acht Alpine Käse, bei denen die Kühe teilweise Silagefutter erhalten haben, sieben Emmentaler und sieben Cheddar-Käse. Zusätzlich wurden sechs im Handel befindliche Käse untersucht, bei welchen die Kühe zur Steigerung des Gehalts an $\omega 3$ -Fettsäuren Leinsamen supplementiert bekamen. Alle Untersuchungen wurden als Zweifachbestimmung durchgeführt. Die Fettsäuren wurden für die Bestimmung in Fettsäuremethylester (=FAME) umgewandelt.

Tabelle 2.8
Fettsäureprofile der von Hauswirth et al. untersuchten Käse

Käsetyp	Alpin (n=12)	Alpin-Silage (n=8)	Leinsamen (n=6)	Emmentaler (n=7)	Cheddar (n=7)
C18:3 mg/100g Käse	495 $\pm$ 73	305 $\pm$ 55	245 $\pm$ 22	197 $\pm$ 27	114 $\pm$ 27
Total $\omega 3$ - FS, g/100 g FAME	1,6 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,1	1,3 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,2	0,7 $\pm$ 0,2
EPA, mg/100 g Käse	39 $\pm$ 4	24 $\pm$ 6	23 $\pm$ 2	20 $\pm$ 3	16 $\pm$ 4
AA, mg/100 g Käse	37 $\pm$ 10	23 $\pm$ 12	20 $\pm$ 3	19 $\pm$ 6	24 $\pm$ 4
AA : EPA	1,0 $\pm$ 0,3	0,9 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,02	1,0 $\pm$ 0,2	1,6 $\pm$ 0,6
W 6 : W 3 FA	1,1 $\pm$ 0,07	1,2 $\pm$ 0,2	1,4 $\pm$ 0,07	1,5 $\pm$ 0,3	2,5 $\pm$ 0,9
CLA (c9;t11), g/100 g FAME	2,5 $\pm$ 0,3	2,3 $\pm$ 0,4	1,7 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,3	0,9 $\pm$ 0,4
C16:0 g/100 g FAME	24,7 $\pm$ 0,5	26,5 $\pm$ 1,9	28,3 $\pm$ 1,1	28,2 $\pm$ 1,3	30,1 $\pm$ 3,3

[HAUSWIRTH et al. 2004]

Wie an den Ergebnissen zu erkennen ist, (Tabelle 2.8) enthält Alpkäse ohne Silage mit Abstand den höchsten Gehalt an Linolensäure (C18:3) ebenso wie die höchste Gesamtmenge an $\omega 3$ - Fettsäuren. Dann folgt der Alpkäse aus Silageheu. Überraschenderweise war im Käse von den Kühen, welche Leinsamen supplementiert bekamen, nur halb so viel Linolensäure enthalten wie im natürlichen Alpkäse. Der Alpkäse hatte außerdem einen signifikant höheren Gehalt an Eikosapentaensäure und zeigte ein vorteilhafteres Verhältnis von $\omega 6$: $\omega 3$ Fettsäuren als die anderen untersuchten Käse. Der Anteil

konjugierter Linolensäure war signifikant erhöht und der Anteil an Palmitinsäure war 20% niedriger als bei Cheddar-Käse. Der Alpkäse aus Silageheu erreichte immer noch 62% der Menge an Linolensäure verglichen mit dem Alpkäse aus reiner Weidemilch. [HAUSWIRTH et al. 2004]

Ebenfalls mit dem Einfluss der Höhenlage der Weiden auf das Fettsäuremuster und Terpene in Milch und Käse haben sich NONI und BATTELLI auseinandergesetzt. Untersucht wurden Milch und Bitto-Käse vom Italienischen Braun Rind. Bitto-Käse ist ein halb-harter, traditionell hergestellter Käse, mit dem geschützten Ursprung einer festgelegten alpinen Region in Italien. Er wird nur von Juni bis September hergestellt, da die Rinder in diesem Zeitrahmen auf den Almen in den höchsten Lagen grasen. [NONI UND BATTELLI 2008]

Im Rahmen der Studie haben fünfundzwanzig Milchkühe in der geschützten Region in folgenden Höhenlagen gegraßt: Weide 1 – 1400 m (1. - 28. Juni & 11. September – 30. September), Weide 2 – 2100 m (29. Juni – 16. Juli), Weide 3 – 2200 m (17. Juli – 10. September). Von der Milch der verschiedenen Höhenlagen wurden jeweils vier bis acht Milchproben genommen und von jeder Höhenlage wurde ein Käse, nach einer Reifung von siebenzig Tagen untersucht. Die Anzahl der Proben richtete sich nach der natürlichen Verweildauer der Herden auf den Weiden. Zum Vergleich wurden auch je zwei Milch-Proben dreißig Tage vor beziehungsweise nach dem Weidetrieb genommen. Den kälteren Teil des Jahres verbringen die Rinder in-door in 1200 m Höhe und bekommen Grünfutter aus der Umgebung sowie täglich 3 kg kommerzielles Kraftfutter, welches zum Großteil aus Mais, Weizen, Gerste und Sojabohnen besteht zu fressen. Von den Weiden wurde außerdem auf je zehn Quadratmetern die botanische Zusammensetzung der Gräser untersucht und es wurde versucht von dieser Rückschlüsse auf die Milchinhaltsstoffe zu ziehen. [NONI UND BATTELLI 2008]

Um die Fettsäureprofile zu erstellen wurden die Fettsäuren in Fettsäuremethylester (=FAME) umgewandelt und mit Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) analysiert. Auch die Terpene wurden mittels GC-MS untersucht wobei bei ihnen die Identifikation durch den Vergleich mit Standards durchgeführt wurde. [NONI UND BATTELLI 2008]

Auf allen drei Weiden waren 38 bis 63% der Pflanzen Poaceae, welche dafür bekannt sind niedere Gehalte an Terpenen zu haben. Daher wurden sie nicht als Ursprung für den Terpengehalt der Milch betrachtet. Mit mehr als 30% auf allen drei Weiden war die zweithäufigste Familie auf der Weide Dicotyledonen (Asteraceae, Cyperaceae, Rosaceae und Apiaceae) und sie wurden als einflussnehmende Pflanzen auf das Terpen- und Fettsäuremuster interpretiert. Insbesondere Vertretern der Asteraceae (5 – 15% der Weidepflanzen) und Rosaceae (vor allem auf Weide 2- 15% und ab Mitte September auf Weide 1 – 10% sonst sehr geringes Vorkommen Weide 1 Anfang Juni 0% und Weide 3 3%) korrelierten positiv mit konjugierter Linolensäure und Trans-Vaccenischen Inhaltsstoffen. Apiaceae(3 – 6% der Weidepflanzen) korrelierten mit verschiedenen Terpenen. Cyperaceae, welche vor allem auf Weide 3 (14% der Weidepflanzen auf Weide 3) vorkamen korrelierten gut mit CLA, wobei unklar war ob sie der Auslöser dafür sind. NONI und BATTELLI [2008] haben aufgrund dieser Studie die These aufgestellt, dass die Menge an konjugierter Linolensäure in der Milch direkt durch die Höhenlage beeinflusst wird. Bei den Zusammenhängen zwischen Pflanzen und deren Auswirkung auf das Fettsäureprofil in Kuhmilch beriefen sich die Autoren stets auf die Studie von COLLOMB et al. [2002].

Tabelle 2.9
Fettsäureprofil der untersuchten Milch

		Weide 1 1.400m 1.6. - 28.8. (n=6)	Weide 2 2.100m 29.6. - 16.7. (n=4)	Weide 3 2.200m 17.7. - 10.9. (n=8)	Weide 1 1.400m 11.9. - 30.9. (n=2)
C16 :0 Palmitinsäure	g/ 100g FAME	26,8 ± 1,64	23,9 ± 0,49	24,1 ± 0,72	26,4 ± 0,21
C18:0 Stearinsäure	g/ 100g FAME	13,1 ± 0,65	14,5 ± 0,47	14,2 ± 0,16	12,1 ± 0,02
C18:1 9c	g/ 100g FAME	24,5 ± 3,78	26,1 ± 1,43	21,7 ± 0,64	20,6 ± 0,59
C18:1 11t TVA	g/ 100g FAME	2,88 ± 0,30	3,76 ± 0,13	3,79 ± 0,33	3,82 ± 0,14
C18:3 Linolensäure	g/ 100g FAME	0,77 ± 0,04	0,70 ± 0,05	0,60 ± 0,07	0,82 ± 0,06
C18:2 9c, 11t- CLA	g/ 100g FAME	0,91 ± 0,06	1,25 ± 0,07	1,40 ± 1,13	1,62 ± 0,04

[NONI UND BATTELLI 2008]

Die Ergebnisse der GC-MS im Bezug auf die Fettsäureprofile sind in Tabelle 2.9 zusammengefasst dargestellt. Bei der Analyse der Fettsäureprofile stellte sich

heraus, dass die Mengen an C13, C14, C15, und C16 den größten Schwankungen unterworfen sind. Bei den C18-Fettsäuren waren die Gehalte an konjugierter Linolensäure (CLA C18:2 9c, 11t), Transvaccaensäure (TVA, C18:1 11t), Stearinsäure (C18:0) und Linolsäure (LA, C18:2 9c, 12c) diejenigen mit den größten Unterschieden zwischen den Weiden. Zur konjugierten Linolensäure wurde außerdem angemerkt, dass die Menge CLA in der Milch sich erst nach 2 bis 4 Tagen nach dem jeweiligen Wechsel der Weiden geändert hat. Wegen der Hydrolyse bei der Käsebereitung unterschieden sich die Fettsäuremuster der Käse geringfügig von denen der zugehörigen Milch. Ansonsten waren die Trends im Fettsäureprofil analog zur Milch (Tabelle 2.10). Sowohl das Terpenprofil als auch das Fettsäureprofil von Käse ändern sich mit der Weide und Jahreszeit. [NONI UND BATTELLI 2008]

Tabelle 2.10
Fettsäureprofil der untersuchten Käse

		Weide 1 1.400m 15.6. (n=1)	Weide 2 2.100m 12.7. (n=1)	Weide 3 2.200m 8.8. (n=1)
C16 :0 Palmitinsäure	g/ 100g FAME	27	24,9	23,9
C18:0 Stearinsäure	g/ 100g FAME	12,9	13,7	14,1
C18:1 9c	g/ 100g FAME	23	15,6	27,4
C18:1 11t TVA	g/ 100g FAME	3,12	3,6	3,42
C18:3 Linolensäure	g/ 100g FAME	0,78	0,84	0,84
C18:2 9c, 11t- CLA	g/ 100g FAME	1	1,2	1,27

Vgl. [NONI UND BATTELLI 2008]

Fett spielt außerdem in geschmacklicher Hinsicht in den Käsen eine wichtige Rolle. Einerseits haben besonders kurzkettige Fettsäuren ein intensives Eigenaroma, andererseits wirkt das Fett auch als Träger anderer flavourwirksamer Komponenten. [GANESAN et al. 2007]

Einen großen Einfluss auf die Intensität des Geruchseindrucks, den die freien Fettsäuren hinterlassen, hat der pH-Wert. [BILLS UND DAY 1964] Beim pH-Wert von 5,2, der für Käse typisch ist, liegt eine beachtenswerte Menge der Fettsäuren in ihrer Salzform vor, was ihre Aromaintensität reduziert da nur die

protonierte Fettsäuren Geruchs-aktiv sind. Auch solange die Fettsäuren mit Glycerin verestert sind, riechen sie nicht. [PINHO et al. 2002] Kurzkettige Fettsäuren haben in einer lipophilen Matrix wie Käse verglichen mit einer hydrophilen Matrix einen relativ hohen Dampfdruck und folglich niedrigere Schwellenwerte bei der sensorischen Wahrnehmung. Von Buttersäure bis Caprinsäure steigen die sensorischen Schwellenwerte proportional zu der Kettenlänge der Fettsäure. Längerkettige Fettsäuren, insbesondere ab 12 C-Atomen, haben in so hohe Schwellen in lipophiler Matrix, dass sie nur einen sehr geringen Einfluss auf das Gesamtaroma haben. In Parmesan liegen die Konzentrationen von Buttersäure, Capronsäure und Caprinsäure weit über ihren sensorischen Schwellenwerten und können somit zum Gesamt-Aroma dieses Käses ihren Teil beitragen. [QIAN UND REINECCIUS 2002, 2003] Die typischen Flavour von isolierten Fettsäuren sind in höheren Konzentrationen oft unangenehm (Tabelle 2.11). N-Pentansäure, ist die einzige der genannten Säuren deren Flavour auch isoliert Käse ähnelt. In geringen Konzentrationen und in Kombination mit anderen Komponenten bereichern Fettsäuren den Käseflavour. [PAULSEN et al. 1980] Typische Konzentrationen von freien Fettsäuren in verschiedenen Käsesorten sind in Tabelle 2.12 zusammengefasst.

Butansäure, Capronsäure, Caprinsäure und 3-Methyl-Buttersäure spielen als Flavourkomponenten im Käse eine Rolle, während Laurinsäure, Myrestinsäure, Palmitinsäure und Stearinsäure zwar ebenfalls in Käse vorkommen aber nicht in den Flavour involviert sind. [CHIN UND ROSENBERG 1997, URBACH 1993, BARLOW et al. 1989] Die Fettsäuren kommen im Käse sowohl einzeln, als auch in Kombination mit flüchtigen Schwefelverbindungen als Thioester vor. [CUER et al. 1979a, b] Unter den reduzierenden Bedingungen im Käse werden die Fettsäuren auch in Ketone, Ester und Laktone umgewandelt. [LAW 1983, 1984, LAW et al. 1976]

Tabelle 2.11
Fettsäuren und ihre zugehörigen Flavour in Käse

Fettsäure (IUPAC Name)	Fettsäure (Trivialname)	Flavourschwelle (ppm)	Aroma- oder Flavour-Attribut
Äthansäure	Essigsäure	22 - 100 in Wasser 0,12 - 7 in Öl	beißend, schweißartig, essigartig, sauer
Propansäure	Propionsäure	20 - 40 in Wasser	säureartig, scharf, sauer
n-Butansäure	Buttersäure	0,3 - 6,2 in Wasser 0,14 - 3,0 in Öl	ranzig, scharf, sauer, käsig
n-Pentansäure	Valeriansäure	1,1 - 6,5 in Wasser	nussig, käsig, sauer, fleischartig, schweisartig
n-Hexansäure	Capronsäure	0,29 - 27,0 in Wasser 2,5 - 110,0 in Öl	säureartig, schweisartig, käsig, scharf, ziegenartig
n-Heptansäure		0,28 - 10,4 in Wasser	seifig, fettsäureartig, ziegenartig, ranzig
n-Oktansäure	Caprylsäure	3 - 19 in Wasser 10 - 350 in Öl	ziegenartig wachsig, seifig, käsig, schweisartig
n-Nonansäure		2,4 - 8,8 in Wasser	fettig, seifig, wachsig, grün
n-Decansäure	Caprinsäure	1,4 - 10,0 in Wasser 5 - 200 in Öl	seifig, wachsig
2-Methyl-Propionsäure	Isobutansäure	0,05 - 8,1 in Wasser	schweisartig, fettsäureartig, käsig, ranzig, karamellartig
2-Methyl-Butansäure	Isovaleriansäure	0,07 in Wasser 0,02 in Öl	süß, fruchtig, wachsig, käsig, ranzig, sauer, schweißartig
3-Methyl-Butansäure		0,07	scharf, schweisartig, süß, fruchtig
2-Ethyl-Butansäure			fruchtig, ansprechend
4-Methyl-Oktansäure		0,6	ziegenartig, hammelartig
4-Ethyl-Oktansäure		0,0006	charakteristisch ziegenartig
9-Decansäure		4,3	süß, fettig
Undecansäure		0,1	seifig, wachsig
10-Undekansäure		2,3	seifig, süß
Dodecansäure	Laurinsäure	2,2 - 16 in Wasser 700 in Öl	seifig, metallisch

[GANESAN et al. 2007]

In Hinsicht auf ihren Fettgehalt in der Trockenmasse sind die meisten Bergkäse laut dem Österreichischem Lebensmittelbuch zu den vollfetten Käsen zu zählen. Nur wenige von ihnen werden auch in magereren Varianten produziert. [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007, KOCH 1974, ALFONSUS 1974, GAMSJÄGER 1995, RITTER 1974, HILL 2007, SIEBER et al. 1988, MUIR et al. 1995, AWAD 2006, KONGO et al. 2009]

Tabelle 2.12
Konzentrationen der freien Fettsäuren (TFA) in verschiedenen Käsesorten

Käsesorte	TFA (ppm)	Käsesorte	TFA(ppm)
Sapsago	211	Gjetost	1.658
Edammer	356	Provolone	2.118
Mozarella	363	Brick	2.150
Colby	550	Limburger	4.187
Camenbert	681	Ziegenmilch	4.558
Port Salut	700	Parmesan	4.993
Monterey Jack	736	Romano	6.754
Cheddar	1.028	Roquefort	32.543
Greyerzer	1.481	Blue (US)	32.230

[Woo et al. 1984]

2.5.2 Protein, Peptide und Aminosäuren

Käse zählt mit einem Proteingehalt von 10 bis 30% zu den eiweißreichsten Lebensmitteln, insbesondere die Käse deren Proteingehalt über dem von Fleisch (20%) liegt. Außerdem ist das im Käse vorhandene Protein aufgrund seiner Aminosäurezusammensetzung von hohem ernährungsphysiologischen Wert, da alle essentiellen Aminosäuren in relativ hohen Konzentrationen und in einem guten Mengenverhältnis zueinander vorkommen. [DILLON UND BERTHIER 2000] Der Gehalt essentieller Aminosäuren im Käse ist in Tabelle 2.13 dargestellt. Vorarlberger Berkäse wurde bisher noch nicht auf sein Aminosäuremuster hin untersucht.

Kuhmilch hat einen Rohproteingehalt von 3,3%, davon sind 3,15% Reineiweiß. Vom Reineiweiß sind 80% Casein und 20 % Molkeneiweiß. Casein besteht aus 4 Monomeren (α_{S1} -Casein, α_{S2} -Casein, β -Casein, K-Casein). Bei der Gerinnung der Milch durch Lab- wird das K-Casein in den hydrophoben N-terminalen Rest Para-K-Casein und den hydrophilen C-terminalen Rest Glycomakropeptid(GMP) aufgespalten. GMP geht dabei in die Molke über und ist daher im Käse nur in Spuren vorhanden. [FOIBY 2005]

Tabelle 2.13
Gehalt essentieller Aminosäuren in Käse

Aminosäure	Hartkäse (Emmentaler)^A	Frischkäse^A	Gruyere^B	Referenzprotein n FAO 1973^A	Bedarf bei 75kg KG^C
	[mg/g Stickstoff]	[mg/g Stickstoff]	[mg/100 g Käse]	[mg/g Stickstoff]	[mg/Tag]
Isoleucin	342	370	1330	250	750
Leucin	672	706	2430	440	900
Lysin	571	502	2170	340	750
Methionin + Cystein	254	278	1720	220	975
Phenylalanin + Tyrosin	758	796	2990	380	1050
Threonin	280	289	1500	250	450
Tryptophan	94	76	420	60	225
Valin	540	511	1720	310	

^A [DILLON UND BERTHIER 2000]

^B [SOUCI et al. 2008]

^C Eigene Berechnung nach [D-A-CH 2008] Referenzwerten

Die strukturelle Einheit in der Proteinmatrix von Käse vom Schweizer oder Gouda Typ ist im Wesentlichen dieselbe globuläre Form (10 – 15 nm Durchmesser) wie die originalen Submizellen in der Käsereimilch, nur wird aus K-Casein mittels des Labes Para-K-Casein. Im Vergleich dazu sind die Proteinaggregate im saureren Cheshire Käse deutlich kleiner (3 – 4 nm Durchmesser) und liegen in der Form von Strängen aus Ketten vor. Sie scheinen ihre natürliche Struktur dabei zu verlieren. Die Proteinaggregate in Cheddar liegen größtmäßig dazwischen (4 – 10 nm Durchmesser). Der pH Wert spielt auch bei der Entwicklung der Käsetextur eine wesentliche Rolle. [LAWRENCE et al. 1983]

Aminosäuren im Allgemeinen sind für den Wachstum von Bakterien essentiell. Milchsäurebakterien brauchen Glutamat, Valin, Methionin, Leucin, Isoleucin und Histidin. [THOMAS UND BATT 1968] Das Aminosäuremuster eines 6 Monate gereiften Cheddar Käses ist in Tabelle 2.14 dargestellt.

Tabelle 2.14
Aminosäuremuster von 6 Monate gereiftem Cheddar Käse

Aminosäure	Konzentration (ppm)	Aminosäure	Konzentration (ppm)
Alanin	286,84	Lysin	1.006,98
Arginin	1.001,36	Methionin	386,75
Asparagin	0,00	Phenylalanin	1.326,84
Asparaginsäure	1.328,10	Prolin	286,45
Cystein	38,52	Serin	348,00
Glutamin	0,00	Threonin	382,16
Glutaminsäure	2.769,52	Tryptophan	0,00
Glycin	235,98	Tyrosin	611,63
Histidin	0,00	Valin	938,48
Isoleucin	404,90		
Leucin	2.396,59	Σ Aminosäuren	13.749,10

Vgl. [GANESAN UND WEIMER 2007, STUART et al. 1999]

Die direkte Rolle von Aminosäuren und Peptiden ist auf einen Beitrag im Käse - Grundflavour [ASTON UND CREAMER 1986, ENGELS UND VISSER 1994, SANDINE UND ELLIKER 1970] und auf ihre Verwendung als Substrate für Enzyme [URBACH 1995] begrenzt. Die exzessive Anhäufung hydrophober Peptide ist die Hauptursache für den in Käse unerwünschten bitteren Geschmack (Bitterdeffekt). Die Ausprägung der Hydrophobie scheint dabei ein wichtiger Faktor bei der Intensität des Bittergeschmacks des Peptides zu spielen. [MCSWEENEY 1997]

2.5.3 Kohlehydrate

Der Laktosegehalt in Kuhmilch beträgt 4,7% der Gesamtmasse der Milch. Geringe Mengen an Glucose, Galaktose, Glukosamin, Fructose, Galaktosamin, Neuraminsäure, neutrale und saure Oligosaccharide, Nukleotide und Nukleinsäuren kommen ebenfalls in Milch vor. [WILKINSON UND KILCAWLEY 2007]

Laktose ist das Hauptkohlehydrat in Milch, jedoch sinkt der Restgehalt der Laktose, des Teils der nicht mit der Molke verloren geht, während der Reifung von Hartkäsen innerhalb einer Woche auf einen Wert unter 0,01%. [CROW et al. 1993] Experimente mit laktoseangereicherter Milch haben bei der Produktion von Cheddarkäsen nach neun Monaten Reife bei der sensorischen Analyse zu einem erhöhten scharfen Flavour geführt. [HUFFMAN UND KRISTOFFERSEN 1984] UR-REHMAN et al. [2004] haben den Laktosegehalt von Cheddar nach der

Pressung verändert. Der ursprüngliche Wert von 0,61% wurde bei einem Käse durch Waschung auf 0,25% erniedrigt und bei einem anderen durch die Zufügung von Laktosepulver auf 2,20% erhöht. Diese Änderungen beeinflussten weder die Käsezusammensetzung, noch das Überleben der Starterkultur, noch das Wachstum der Nicht-Starter-Bakterienkulturen während der Reifung. Die Proteolyse, welche durch das Messen von Wasserlöslichem Stickstoff nachgewiesen wurde, war bei allen 3 Käsen gleich groß. Bei einer Deskriptiven Sensorischen Analyse nach 120 Tagen Reifung wurden nur wenige signifikante Unterschiede in den Eigenschaften festgestellt, jedoch erreichte der unveränderte Käse die höchste Ausprägung der allgemeinen Flavours, während der Käse mit dem niedrigsten Laktosegehalt die niedrigste Intensität bei diesem Attribut aufwies. Der saure Geschmack war beim Käse mit dem erniedrigten Laktosegehalt am intensivsten, während die anderen zwei Käse vergleichbare Intensitäten zeigten. Der Einfluss des Laktosegehalts war bei den meisten Textur-Attributen signifikant. Der Käse aus der Laktose-reduzierten Milch erreichte die geringste Festigkeit und Krümeligkeit, während der Käse, welcher zu Beginn die größte Laktosekonzentration aufwies in beiden Attributen die maximalen Intensitäten zeigte. Bei der Gummiartigen Textur und beim Mundbelag war es umgekehrt. Der Kontrollkäse zeigte bei diesen Attributen stets Werten zwischen denen der anderen Käse. Wenn Milch hitzebehandelt wird, isomerisiert ein Teil der Laktose zu Laktulose, wobei die Glucose in Fructose umgewandelt wird. Die Menge an Laktulose wird auch als Indikator für die Intensität der Hitzebehandlung von Milch verwendet. Die Erhitzung der Milch kann außerdem durch die Initiierung der Maillard-Reaktion einen massiven Einfluss auf den späteren Flavour des Käses haben. Bei der Maillard-Reaktion reagieren eine α -Aminosäure (in diesem Fall meist die ϵ -Aminogruppe von Lysin) mit Laktose wobei nach einer komplexen Reaktionsserie zyklische Komponenten und H_2S entstehen. Die HochTemperaturKurzzeit Pasteurisation ($72^\circ C$ für 15 Sek), die bei Milch für industriell hergestellten Käse üblicherweise angewendet wird, ist eine relativ milde Behandlung mit nur minimalen Auswirkungen. [BOELRIJK et al. 2003]

Die Oligosaccharide in der Milch regen wahrscheinlich als Präbiotika das Wachstum von nützlichen Nicht-Starter-Bakterienkulturen wie Bifidobakterien in reifenden Käse an. Jedoch ist über den Effekt natürlicher Präbiotika in Milch auf

das Wachstum und den Metabolismus der mikrobiellen Flora sowie den Einfluss davon auf den Käseflavour wenig bekannt. [WILKINSON UND KILCAWLEY 2007]

Milch enthält eine Reihe von Nukleotiden und anderen Nukleinsäuren, welche in geschmacklicher Hinsicht das Potential zur Förderung von Flavour haben oder zum Umami-Geschmack beitragen. [GANESAN et al. 2007] Die in chemischer Hinsicht verantwortliche Komponente für Umami-Geschmack ist Mono-Natrium-Glutamat. Quellen für umami-Geschmack sind außerdem Hefen und Ribonukleoside, welche auch in weichen bis halbkarten Käsen bei der Reifung vorkommen. [WILKINSON UND KILCAWLEY 2007] Die Mengen an Ribonukleosiden inklusive Cystidin, Guanosin und Inosin sind in thermisierter oder pasteurisierter Milch erhöht, während die Adenosin Konzentration nach der Hitzebehandlung erniedrigt ist. [MARTIN et al. 1997]

2.5.4 Mikronährstoffe

Etwa 10% des Caseins der Milch ist mineralstofftragend. Davon besteht der überwiegende Teil aus Kalzium und Phosphor. Dabei erfolgt die organische Bindung direkt als Serinphosphat oder indirekt in Form von Ketten von kolloidalem Kalziumphosphat. Diese Mineralstoffe findet auch im Käse. Außerdem stellt Käse eine gute Quelle für Kalium, Zink, Iod und Selen dar. Vorarlberger Bergkäse enthält im Durchschnitt 9,27‰ Kalzium. Durch die traditionelle Produktion im Kupferkessel liegt der auch Kupferanteil bei etwa 9,74 mg/kg. [FOIBY 2005, GAMSJÄGER 1995, GUEGUEN 2000]

2.5.5 Vitamine

Milch und folglich auch Käse sind allgemein dafür bekannt eine gute Quelle für verschiedene Vitamine der B-Gruppe sowie Provitamine darzustellen. In Tabelle 2.15 sind einige davon dargestellt. Der Thiamin-Gehalt (Vollmilch: 46 µg/100 g; Greyerzer: 17 µg/100 g) ist in Greyerzer im Vergleich zur Vollmilch erniedrigt, während die Gehalte an Riboflavin (Vollmilch: 169 µg/100 g; Greyerzer: 320 µg/100 g), Nikotinsäureamid (Vollmilch: 89 µg/100 g; Greyerzer: 140 µg/100 g), Pantothenensäure (Vollmilch: 373 µg/100 g; Greyerzer: 520 µg/100 g), Cobalamin (Vollmilch: 0,45 µg/100 g; Greyerzer: 2 µg/100 g) und Folsäure (Vollmilch: 5 µg/100 g; Greyerzer: 10 µg/100 g) in Greyerzer deutlich höher sind als in Vollmilch. Auch Vitamin H(1,3 µg/100 g) kommt in Greyerzer vor.

[AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE (USA) 2011, SOUCI et al. 2008]

Tabelle 2.15
Ausgewählte Vitamine in Milch und Käse

Vitamin	Vollmilch ^A	Greizer ^B
Vitamin B ₁ (Thiamin)	46 µg/100 g Milch	17 µg/100 g Käse
Vitamin B₂ (Riboflavin)	169 µg/100 g Milch	320 µg/100 g Käse
Nicotinsäureamid	89 µg/100 g Milch	140 µg/100 g Käse
Vitamin B ₅ (Pantothersäure)	373 µg/100 g Milch	520 µg/100 g Käse
Vitamin B ₁₂ (Cobalamin)	0,45 µg/100 g Milch	2 µg/100g Käse
Folsäure	5 µg/100 g Milch	10 µg/100 g Käse
Vitamin H (Biotin)		1,3 µg/100 g Käse

^A [AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE (USA) 2011]

^B [SOUCI et al. 2008]

2.5.6 Flavourprägende Inhaltsstoffe

Käseflavour ist ein sehr komplexes Phänomen. Auch wenn jede Käsesorte ihren charakteristischen Eigenflavour hat, gibt es eine große Bandbreite an Komponenten, die in jedem Käse in variierenden Mengen den Käseflavour ausmachen. In vielen Jahren der Forschung war es nicht möglich eine einzelne Komponente zu finden die isoliert Käseflavour gerecht wird. [MANNING 1979a, b] Folglich ist die Komponenten-Verhältnis-Theorie-von-Käseflavour, die besagt dass Käseflavour als ein heikles Gleichgewicht einer Vielzahl von Komponenten ist, weithin akzeptiert. [MÜLDER 1952, GANESAN et al. 2007]

Viele Komponenten-Klassen kommen in Käse vor, die meisten davon entstehen direkt, wie flüchtige Schwefelkomponenten und freie Fettsäuren, oder indirekt wie chemische Kombinationen aus den verschiedenen Produktklassen (z.B. S-Methylthioester) beim bakteriellen Stoffwechsel. [CUER et al. 1979a, LAMBERET et al. 1997, LEE et al. 1997, WEIMER UND DIAS 2005] Die Rolle einer spezifischen Komponente oder Komponentenklasse, die die sensorischen Eigenschaften von Käse dominiert wurde abgesehen von flüchtigen Schwefelverbindungen, Methylketonen und freien Fettsäuren in Cheddar-Käse noch nicht bewiesen. [WEIMER UND DIAS 2005, WEIMER et al. 1999] Fett, Proteine, Peptide, Aminosäuren, flüchtige Schwefelverbindungen, Alkohole, Ketone und flüchtige Fettsäuren sind nur einige der Klassen, die beim Käseflavour mitwirken. Der Einfluss der anderen Klassen ist noch unzureichend erforscht. [URBACH 1993] Nur die Rolle

bestimmter Peptide beim Entstehen vom unerwünschten Bittergeschmack in Käse ist allgemein akzeptiert. [BROADBENT et al. 1998, EDWARDS UND KOSIKOWSKI 1983, KAI 1996] Bei einigen Käsetypen wurden von den bekannten flavourbeeinflussenden Klassen Komponenten ermittelt, die für den Flavour dieser Sorten in hohem Ausmaß verantwortlich sind. Diese sind in Tabelle 2.16 dargestellt. Einige Verbindungen davon können als Indikatoren für den Flavour gesehen werden, weil sie bereits in sehr geringen Konzentrationen (ppb – ppm) spezifisch wahrgenommen werden. [GANESAN et al. 2007, EL SODA 1993, URBACH 1993]

Tabelle 2.16
Flavourkomponenten, die während der Reifung entstehen

Käsetyp	Assoziierte Flavourkomponente	Indikatorkomponenten
Cheddar	Milchsäure, Essigsäure, Aminosäuren, Schwefelkomponenten, Ammoniak	Methanethiol
Schweizer Käse	Milchsäure, Propansäure, Essigsäure, Aminosäuren (Prolin), Schwefelkomponenten, Alkyl-Pyrazine	3-Methyl-Butansäure
Italienischer Käse	Flüchtige Fettsäuren, Aminosäuren, Alkohol, Ketone	n-Butansäure
Gouda	Aminosäuren, Fettsäuren	
Tilsiter	Methanethiol, Methyl- Thioacetat, Thiopropionat, Hydrogen-Sulfid	

[GANESAN et al. 2007, EL SODA 1993, URBACH 1993]

2.5.6.1 Organische Säuren

Die Produktion der Milchsäure zusammen mit ihrer Pufferkapazität bestimmt den endgültigen pH des Käses und beeinflusst dadurch die Mikroflora und die enzymatischen Reaktionen, welche für den Käseflavour verantwortlich sind. [WILKINSON UND KILCAWLEY 2007]

Unmittelbar nach der Herstellung sind die typischen Gehalte an Laktat in Camembert, Schweizer Käse, Cheddar und Holländischem Käse etwa 1,0; 1,4; 1,5; und 1,2%.

Propionsäure, die für die markanten süßlichen Flavour in Käsen vom Schweizer Typ verantwortlich ist, kann bis zu einer Konzentration von 6 g/kg Käse vorkommen. [WILKINSON UND KILCAWLEY 2007]

2.5.6.2 Ester

Ester sind Verbindungen mit ausgeprägten Flavour-Eigenschaften, die

entstehen wenn freie Fettsäuren mit Alkoholen in Reaktion treten. Dabei reagieren im Käse vor allem kurz- bis mittelkettige Fettsäuren mit Alkoholen aus der Laktosefermentation. Alternativ können Ester auch beim Aminosäurekatabolismus entstehen. [ALEWIJN et al. 2005, COLLINS et al. 2003, MOLIMARD UND SPINLER 1996] Butansäure-Ethylester wurde in hohen Konzentrationen in Käsen mit einer fruchtigen Note, wie Greyerzer Käse, Parmesan Käse und Proosdij Käse nachgewiesen. [ENGELS et al. 1997] Im Allgemeinen tragen Ester positives zum Flavour-Profil von Parmigiano-Reggiano Käse bei. Dabei sind Äthansäure-Ethylester, Oktansäure-Ethylester, Decansäure-Ethylester und Hexansäure-Methylester, die Ester, die am reichlichsten in dieser Käsesorte vorhanden sind. [MEINHART UND SCHREIER 1986] In Gouda sind die Mehrheit der Ester Methyl-Ester von langkettigen Fettsäuren, wobei Gouda aus Rohmilch eine reichhaltigere Esterbildung hat, als solcher aus pasteurisierter Milch. [ALEWIJN et al. 2005, 2003]

2.5.6.3 Schwefelhaltige Komponenten

Im Allgemeinen sind sich die Wissenschaftler darüber einig, dass flüchtige Schwefelkomponenten zusammen mit anderen Komponentenklassen eine Hauptrolle im allgemeinen Flavour spielen. [ASTON UND DOUGLAS 1983, FERCHICHI et al. 1985, HEMME et al. 1982, LAW UND SHARPE 2009, MANNING 1979a, WEIMER et al. 1999]

Beim Schwefelsäuremetabolismus während der Reifung werden flüchtige Schwefelverbindungen produziert, die in niedrigen Konzentrationen erwünscht sind, in höheren Konzentrationen jedoch zu Fremdaromen wie faulig, verdorbene Eier, Kohl, Karfiol und Knoblauch führen. [WEIMER et al. 1999] Beachtenswerter Weise entwickeln sich diese Verbindungen während der Reifung aus Aminosäuren wie Cystein und Methionin. Sie stammen also ursprünglich von den Peptiden und Proteinen der Milch. [GANESAN et al. 2007] Der Gehalt an flüchtigen Schwefelverbindungen, insbesondere Methanethiol, korreliert positiv mit der Aroma- und Flavourentwicklung in Cheddar-Käse. [MANNING et al. 1976, WEIMER et al. 1999] Methanethiol scheint die Hauptkomponente im Cheddar-Flavour zu sein. Andere Verbindungen wie Hydrogen-Sulfid, Methyl- und Dimethyl Di- und Tri-Sulfide wurden in Käse ebenfalls nachgewiesen, jedoch ist ihre Rolle im Flavour nicht genau bekannt.

[DIAS 1998]

2.5.6.4 Laktone

δ -Laktone haben im Allgemeinen höhere sensorische Schwellenwerte als γ -Laktone und erhöhen deutlich die fruchtigen Noten wie Pfirsich, Marille und Kokosnuss. [DUFOSSÉ et al. 1994, O'KEEFE et al. 1969] DIRINCK und DE WINNE [1999] fanden heraus, dass δ -Dodecalaktone, die Butter-artige Noten verbreiten, in Gouda Käse reichlicher vorhanden waren als in Emmentaler Käse. Die Konzentrationen von δ -Laktonen und γ -Laktonen erreichen in Gouda Werte zwischen 5 und 50 mg/kg. [ALEWIJN et al. 2005]

2.5.6.5 Ketone und Aldehyde

QIAN und REINECCIUS [2003] haben anhand ihrer Geruchsaktivitätsskala errechnet, dass 3-Methyl-Butanal, 2-Methyl-Propanal, 2-Methyl-Butanal, Methional und Phenyl-Acetaldehyd wahrscheinlich die wichtigsten Aromaträger für den Geruch von Parmigiano-Reggiano Käse sind. Weitere wichtige Aromakomponenten für Parmigiano-Reggiano Käse sind Acet-Aldehyd, Ethyl-Butansäure, Ethyl-Oktanonsäure, Diacetyl, 2-Heptanon, 2-Nonanon, Di-Methyl-Sulfid. Methional, 2,6-Dimethyl-Pyrazin, sowie Butansäure, Hexansäure, Oktansäure und Decansäure.

2.6 Sensorischen Untersuchungen von Käse

Viele Wissenschaftler haben sich bereits mit der sensorischen Untersuchung von Käsen auseinandergesetzt, wobei der Ansatz durchaus verschieden war. Während einige versucht haben ein allgemein gültiges Flavourlexikon zu erstellen, wollten andere die Einzigartigkeit ihres regional typischen Käses beweisen und wieder andere neue und traditionelle Herstellungsmethoden sowie die Veränderung sensorischer Attribute bei Einflussnahme auf Inhaltsstoffe vergleichen. [MUIR et al. 1995, HOUGH et al. 1996, 1994, BARCENAS et al. 2001, ADHIKARI et al. 2003, RITVANEN et al. 2005, AWAD 2006, TALAVERA-BIANCHI UND CHAMBERS 2008] Es wurden auch die Zusammenhänge mit den Ergebnissen von instrumentalen Analysen untersucht. [HOUGH et al. 1996, ADHIKARI et al. 2003, KAROUI et al. 2007]

Welche chemischen Untersuchungsmethoden bei den Studien verwendet wurden ist nicht immer aus den Publikationen herauszulesen. Meist wird auf verschiedene Standardmethoden (z.B. AOC official method, laut EN ISO/EIC 17025) oder Autoren hingewiesen, die die jeweilige Methode beschreiben. Die mit Abstand am Häufigsten verwendete rheologische Untersuchungsmethode war eine Texturprofilanalyse nach dem Vorbild von SZCZESNIAK. [SZCZESNIAK 2002] Oft ging die sensorische Evaluierung mit einer hedonischen Bewertung durch Konsumenten Hand in Hand. [BARCENAS et al. 2001, RITVANEN et al. 2005, AWAD 2006, YOUNG et al. 2004]

Bei den sensorischen Untersuchungen [MUIR et al. 1995, HOUGH et al. 1996, FENELON et al. 2000, BARCENAS et al. 2001, ADHIKARI et al. 2003, YOUNG et al. 2004, RITVANEN et al. 2005, AWAD 2006, TALAVERA-BIANCHI UND CHAMBERS 2008] wurde stets eine Quantitative Deskriptive Analyse (QDA) durchgeführt. Im Bedarfsfall wurde diese durch eine hedonische Bewertung durch Konsumenten ergänzt.

Die Versuchsbedingungen waren der vorgestellten Studien recht ähnlich. Jeder Panelist untersuchte den Käse für sich, auch wenn in manchen Fällen das Ergebnis hinterher besprochen wurde. Der Käse war meist in Würfel oder Quader geschnitten, stets separat verpackt und fast ausnahmslos auf Zimmertemperatur temperiert. Zur Neutralisation wurde für gewöhnlich Wasser gereicht, vereinzelt auch Brot und Äpfel. Rotlicht wurde sehr selten verwendet.

Die verwendeten Skalen zur Untersuchung der Intensitäten der Attribute waren sehr unterschiedlich. Es wurden sowohl Skalen mit einer geraden Anzahl an Antwortmöglichkeiten eingesetzt als auch solche mit einer ungeraden Anzahl. Die maximal zu vergebende Punkteanzahl für die Intensität schwankte zwischen 9 und 100 wobei die Skala 0 – 15 die am meisten verbreitet war. Aber auch unskalierte Linien wurden verwendet. Seltener wurden Abweichungen von einem anderen Käse mit einer Skala von -5 bis +5 gemessen.

2.6.1 Sensorischer Eigenschaften von Käse

MUIR et al. [1995] befasste sich mit den sensorischen Eigenschaften verschiedener Hartkäse. Untersucht wurden drei Cheddar unterschiedlicher Reife, sechs lokale Variationen (Cheshire, Lancashire, Wensleydale, Caerphilly, Leicester, Gloucester), vier niederländische Käse (Edamer, Gouda -normal und ausgereift, Maasdammer), zwei Schweizer Käse (Emmentaler, Greyerzer) und ein norwegischer Käse (Jarlsberg). Dabei wurden sowohl das Aroma, als auch das Flavour, sowie die Textur evaluiert, wobei die Anzahl der untersuchten Attribute zwischen fünf und neun, je nach Kategorie schwankte. Bewertet wurde anhand einer Skala von 0 bis 100. Zusätzlich wurden auch analytische Untersuchungen der Proben durchgeführt, wobei der Wassergehalt, der Salzgehalt, der Rohproteingehalt und der Fettgehalt der Proben bestimmt wurden.

Tabelle 2.17
Sensorische Attribute von Käse

Aroma	Geschmack & Flavour	Textur
Allgemeiner Geruch	Allgemeiner Flavour	Festigkeit
Milchfettgeruch	Süßer Basalgeschmack	Gummiartig
Schwefel- / Eiergeruch	Salziger Basalgeschmack	Pastös
Fruchtiger/ Süßer Geruch	Saurer Basalgeschmack	Körnig
Ranziger Geruch	Bitterer Basalgeschmack	Mundbelag
	Milchfett Flavour	
	Schwefel-/Eier Flavour	
	Fruchtig Flavour	
	Ranzig Flavour	
	Tierisch/ Kuh artig Flavour	

[MUIR et al. 1995]

TALAVERA-BIANCHI und CHAMBERS veröffentlichten 2008 einen Artikel, in dem es um den Versuch ging, für Westeuropäische Käse ein vereinfachtes Flavourlexikon zu erstellen und herauszufinden, welche Attribute zum Beschreiben von Käsen notwendig und sinnvoll sind. Zu diesem Zweck wurden fünfundsechzig Käse verschiedener Regionen, verschiedenen Alters, verschiedenen Milchursprungs sowie verschiedener Herstellungsmethoden von einem deskriptivem Panel evaluiert. Eingekauft und ausgesucht wurden die Käse im Berliner Kaufhaus des Westens. Es wurde versucht eine möglichst repräsentative Auswahl an Käsen zu treffen. Darunter befanden sich auch zwei österreichische Käse (Graf Görtz und Tiroler Bergkäse-Felsenkeller) und sieben Schweizer Käse.

Für die Untersuchung wurden die Käse 30 bis 60 Minuten vorher dem Kühlschrank entnommen und in Würfel der Kantenlänge von etwa 1,2 cm geschnitten um bei Raumtemperatur verkostet zu werden. Wasser und Äpfel wurden den Panelisten zum Neutralisieren zwischen den Proben angeboten. [TALAVERA-BIANCHI UND CHAMBERS 2008]

Das Panel bestand aus fünf hoch qualifizierten Personen, die mehr als 120 Stunden deskriptivem Trainings absolviert und mehr als 2.000 Stunden

Testerfahrung hatten. Zur Einschulung haben die Panelisten zwei Wochen lang verschiedene in den USA erhältliche Käse anhand von früher erstellten Lexika, welche 37 Attribute enthielten verkostet und diese Attribute diskutiert. Dabei wurden die Definitionen laut der Flavourlexika von HEISSERER und CHAMBERS [1993] sowie RETIVEAU et al. [2005] verwendet. Da die Einschulung in den USA stattfand, hielten sich die Panelisten die Möglichkeit offen bei Bedarf weitere Attribute hinzuzufügen. Untersucht wurden hierbei ausschließlich Flavour Attribute und Mundgefühl Attribute. Als Evaluation wurde eine Quantitative Deskriptive Analyse mit einer Skala von 0 bis 15 durchgeführt, wobei 0 für die Intensität „nicht vorhanden“ stand und 15 für eine „extrem hohe“ Intensität. [TALAVERA-BIANCHI UND CHAMBERS 2008]

Während der fünftägigen Testperiode wurden Sessions mit bis zu sechs Käsen abgehalten, welche bis zu 90 min dauerten. Die Käse wurden auf alle 37 Attribute hin untersucht, sowie auf weitere, welche während der Testperiode als sinnvoll erachtet wurden. Nachdem alle Panelisten ihre Intensitätswerte für einen Käse vergeben hatten wurde diskutiert, ob erstens für dieses Produkt ein neues Attribut notwendig war und zweitens wurde ein Konsens für die Intensitätswerte der Attribute festgelegt.

Als Ergebnis befanden sie 25 Attribute als notwendig um den generellen Flavour eines Käses zu beschreiben (siehe Tabelle 2.18). 19 weitere können laut den Autoren gelegentlich für spezifische Charakteristika verwendet werden. Außerdem wurden die notwendigen Attribute mit denen älterer Studien verglichen (siehe Tabelle 2.19). [TALAVERA-BIANCHI UND CHAMBERS 2008]

Tabelle 2.18
Sensorische Attribute von Käse [TALAVERA-BIANCHI UND CHAMBERS 2008]

Süß	Grundgeschmack assoziiert mit Saccharoselösungen
Salzig	Grundgeschmack assoziiert mit NaCl-Lösungen
Sauer	Grundgeschmack assoziiert mit Zitronensäurelösungen
Bitter	Grundgeschmack assoziiert mit Koffeinelösungen
Milchsüß	Flavour assoziiert mit frischen Milchprodukten
Milchsauer	Flavour assoziiert mit milchsauren Produkten
Milchfett	Flavour assoziiert mit Milch und Milchfett
Butter	Flavour assoziiert mit natürlicher, frischer, leicht gesalzener Butter
Fruchtig	Flavour assoziiert mit einer Mischung unterschiedlicher Früchte
Nussig	Flavour assoziiert mit Nüssen
Gekochte Milch	Flavour assoziiert mit erhitzter Milch; süßlich, angebräunt, geröstet
Fermentiert	Flavour assoziiert mit leicht fermentierten Milch-/Käsenoten; Sauerkraut, saures Heu oder kompostiertes Gras
Buttersäure	Flavour assoziiert mit Baby Erbrochenem; sauer, käsigt
Sauerkraut	Flavour assoziiert mit fermentiertem Kraut
Erdig/Modrig	Flavour assoziiert mit rohen Kartoffeln und feuchtem Humus; leicht muffig
Chemisch	Flavour assoziiert mit einer Palette an Komponenten, im Allgemeinen bekannt als chemisch (wie Chlor, Ammoniak, Aldehyde usw.)
Wachs	Flavour assoziiert mit gewachstem Papier oder Wachskerzen; süßlich
Schweiß	Flavour assoziiert mit Ausdünstungen die Fußgeruch erzeugen (wie in ungewaschenen Sportsocken oder Schuhen); käsigt, sauer, abgestanden
Animalisch	Flavour assoziiert mit Bauernhoftieren und den Innenraum einer Scheune
Ziege	Flavour, assoziiert mit nassem Tierhaar (Fell); stechend, muffig, säuerlich
Verwesendes Tier	Flavour assoziiert mit verwestem Tiermaterial
Adstringierend	Zusammenziehender oder kribbelnder Eindruck auf den Oberflächen und/oder Seiten von Zunge und Mund, assoziiert mit Tanninen oder Alaun
Scharf	Leichtes Brennen, Prickeln und/oder Taubheitsgefühl auf der Zunge und/oder Mundoberflächen
Stechend	Chemesthetischer Eindruck assoziiert mit sauren, scharfen Substanzen, begleitet von Adstringenz

Tabelle 2.19
Flavour Attribute von Käse, die in älteren Studien verwendet wurden

Murray und Delahunty 2000	Drake et al 2001	Bárcenas et al. 1999	Piggott and Mowat 1991
			Weiß- orange (Farbe)
		Allgemeiner Geruch	
		Laab(Geruch)	Sauer (Geruch) *
		Geräuchert (Geruch) ~	Süß (Geruch) *
	Süß (Geschmack) *	Allg. Flavourintensität	
	Salzig (Geschmack)*	Süß (Geschmack) *	Salzig (Geschmack) *
	Sauer (Geschmack)*	Salzig (Geschmack) *	Sauer (Geschmack) *
	Bitter (Geschmack) *	Sauer/Joghurt *	Bitter (Geschmack) *
Ausgewogen	Umami	Lake	Käsig
Karamell ~	Diacetyl	Milch *	Milch *
Butter *	Gekocht *	Butter *	Butter *
Fruchtig *	Fruchtig *	Fruchtig *	Verarbeitet
Milchfett*	Milchfett*	Buttersäure *	Stärke
Stärke	Molke	Laab (Flavour)	Reife
Nussig *	Nussig *	Geräuchert (Flavour)~	
Geräuchert ~	Alter	Toast	
Cheddar	Schwefel		
Pilze ~	Freie Fettsäuren	Pilze ~	
Ranzig	Brühe		Ranzig
Schimmelig, muffig~			Schimmelig, muffig ~
Seifig			
Schweiß *	Katze		
	Kuh		
Adstringierend *		Scharf *	
Beißend *		Beißend *	Beißend *

* Attribute, die im allg. auch in den 65 westeuropäischen Käsen gefunden wurden

~ Attribute, die in manchen westeuropäischen Käsen gefunden wurden und spezifische Charakteristika beschreiben.

[TALAVERA-BIANCHI UND CHAMBERS 2008, MURRAY UND DELAHUNTY 2000, DRAKE et al. 2001, BARCENAS et al. 1999, PIGGOTT UND MOWAT 1991]

BARCENAS et al. (2001) haben sich mit dem Einfluss von Marken auf die Kaufentscheidung der Konsumenten sowie der Fähigkeit der Konsumenten diese anhand ihrer sensorischen Eigenschaften wiederzuerkennen beschäftigt. Außerdem wurden die angebotenen Käse mit einem imaginären idealen Käse verglichen um die Anforderungen der Konsumenten an einen optimalen Käse herauszufinden. Dabei wurden die zwei Regionen, in denen die Untersuchung

stattfinden miteinander verglichen. Die untersuchten Käse waren den Spanischen Markt dominierende Schafkäse sowie ein Kuhmilchkäse, ein Ziegenkäse und ein Mischkäse. Des Weiteren wurde von diesen Käsen durch ein Panel ein sensorisches Profil erstellt und die Intensitäten mit dem Präferenz-mapping der Konsumenten verglichen.

Zu diesem Zweck wurden aus lokalen Supermärkten unter dem Gesichtspunkt der regionalen Produktion und Konsumation elf Käse, darunter sechs Rohmilchkäse ausgewählt. Fünf dieser Käse waren Idiazábal-Käse geschützten Ursprungs, die in den Regionen Baskenland und Navarra auch eine große agrarwirtschaftliche Rolle spielen. Für die Verkostung wurden die Käse zwei Stunden vorher aus dem Kühlschrank geholt und in 1,5 cm x 1,5 cm x 5 – 8 cm große Quader geschnitten. Ein achtköpfiges Panel führte eine Deskriptive Analyse in Dreifachbestimmung durch wobei der Geruch, der Flavour und die Textur bewertet wurden (Tabelle 2.20). Die Verkostungen für die 300 Konsumenten fanden vor Hypermärkten, Supermärkten sowie vor kleinen Cornershops in 3 Orten im Baskenland und einem in Navarra statt und wurden in drei Phasen durchgeführt. Zuerst wurden die Konsumenten über ihre Präferenzen punkto Käsemarken befragt, ohne die Kostproben zu sehen. Anschließend wurden die Käse blind verkostet und die allgemeine Akzeptanz hedonisch auf einer Skala von eins bis sieben bewertet. Abschließend haben die Konsumenten ihre Vorstellung von einem idealen Käse und einem idealen Idiazábal-Käse in eine Tabelle eingetragen (Tabelle 2.21). [BARCENAS et al. 2001]

Tabelle 2.20
Käseattribute nach [BARCENAS et al. 2001]

Geruch	Geschmack/ Flavour	Textur
Allgemeiner Geruch	Süßer Geschmack	Härte
Butter Geruch	Salziger Geschmack	Körningkeit
Scharfer Geruch	Butter Flavour	Elastizität
Milch Geruch	Nuss Flavour	Mundbelag
Toast Geruch	Buttersäure Flavour	Zerklüftetheit der Oberfläche
Geräuchert Geruch	Scharfer Flavour	Bröckelige Konsistenz
Lake Geruch (brine)	Laab Flavour	Löslichkeit
	Geräuchert Flavour	Trockenheit

Tabelle 2.21
Erstellung des Profils von idealem Käse/Idiazábal-Käse [BARCENAS et al. 2001]

	1	2	3	4	5	6	7
Kostspielig							Billig
Geräuchert							Nicht Geräuchert
Leicht							Intensiv
Cremig							Trocken
Aus bäuerlicher Produktion							Aus industrieller Produktion
Traditionell							Neu
Für Jeden							Nur für Erwachsene
Frisch							Gereift
Schwacher Geruch							Intensiver Geruch
Mit Löchern							Ohne Löcher
Alt							Jung
Schafsmilch							Kuhmilch

Bei der Phase eins der Konsumentenbefragung wurde festgestellt, dass die spanischen Konsumenten Käse aus Schafsmilch sowie regional produzierten Käse vorziehen. Sowohl im Baskenland als auch in Navarra ist Idiazábal-Käse aus bäuerlicher Produktion der am meisten gewünschte Käse wobei der Abstand

zum zweitplatzierten gereiftem Idiazábal-Käse nicht signifikant war. Geräucherter Käse wurde als weniger gewünscht angesehen, wobei BARCENAS et al. die hohe Intensität der sensorischen Attribute sowie die Sorge über mögliche toxische Substanzen als potentielle Ursachen dafür sehen. Die Autoren weisen darauf hin, dass sie bereits in einer früheren Studie herausgefunden haben, dass Konsumenten, wenn sie gefragt werden, geräucherte Lebensmittel nicht mögen, diese jedoch bei der Verkostung nicht von nicht geräucherten Lebensmitteln unterscheiden können. Konsumenten in fast allen Regionen zogen reiferen dem halbreifen Käse vor, die Autoren darauf hinweisen, dass für Idiazábal-Käse der scharfe Flavour, der während der Reifung entsteht charakteristisch ist. Die Bezeichnung aus bäuerlicher Produktion wurde mit sehr hoher Qualität assoziiert. Manchego-Käse ein Käse mit geschütztem Ursprung einer anderen Region wurde als minderwertig angesehen.

Bei der zweiten Phase, der Blindverkostung durch die Konsumenten waren Schafsmilchkäse, besonders die länger gereiften die Beliebtesten. Idiazábal-Käse wurde stets hoch bewertet. Jedoch folgte Manchego-Käse (sieben Monate gereift) ohne signifikanten Abstand zu Ronchal, der dritten Art angebotenem Schafkäse (10 Monate gereift) und sieben Monate gereiften, nicht geräuchertem Idiazábal-Käse in der Reihung nach Beliebtheit dem erstplatzierten länger gereiften Idiazábal-Käse. Zwischen geräuchertem und nicht geräuchertem sieben Monate alten Idiazábal-Käse wurden keine signifikanten Unterschiede bei der Beliebtheit festgestellt. Bei den drei Monate gereiften Käsen erreichten die geräucherten deutlich niedrigere Wertungen. BARCENAS et al. [2001] weisen in der Publikation wiederholt darauf hin, dass die Ergebnisse dieser Studie, den Untersuchungen anderer Wissenschaftler widersprechen, die zu dem Ergebnis gekommen sind, milderer, jüngerer Käse sei beliebter als geschmacksintensiverer reifer Käse. Zwischen den einzelnen verschiedenen Regionen gab es geringfügige Unterschiede bei der Reihung der Käse. Die generellen Tendenzen waren jedoch analog.

Die Ergebnisse der Phase drei entsprachen den zu erwartenden Ergebnissen nach den Phasen eins und zwei. Idiazábal-Käse aus bäuerlichem Ursprung, sowie gereifter Idiazábal-Käse und nicht geräucherter Idiazábal-Käse werden in den berücksichtigten Regionen am Meisten gewünscht. Die Profile für idealen

Käse und idealen Idiazábal-Käse waren sehr ähnlich. Beim Attribut geräuchert waren die größten Unterschiede zwischen diesen Profilen zu sehen, wobei der ideale Käse noch weniger geräuchert sein darf als der ideale Idiazábal-Käse. Der ideale Käse darf außerdem etwas mehr kosten. [BARCENAS et al. 2001]

Zusammenhänge zwischen den sensorischen Attributen und der Akzeptanz der Konsumenten waren in den verschiedenen Orten unterschiedlich. In Alava im Baskenland zeigte der nussige Flavour die höchste Korrelation mit der Akzeptanz, während an den anderen Orten die reiferen, intensiver schmeckenden Käse mit der höher ausgeprägten Härte und Körnigkeit beliebter waren.

Als Schlussfolgerung dieser Studie erkannten BARCENAS et al. [2001], dass eine unverfälschte Bewertung des Flavour nur mit einer blinden sensorischen Verkostung zu bekommen ist, weil Labels die Wahrnehmung der Qualität sehr beeinflussen. Allerdings entspricht dieses Verkosten, ohne zu Wissen welche Marke es ist, nicht den Bedingungen, die am Markt herrschen.

Mit dem Unterschied zwischen Rohmilchkäse und Käse aus pasteurisierter Milch befasste sich AWAD 2006 anhand von ägyptischem Ras-Käse, welcher traditionellerweise aus Rohmilch hergestellt wird. Anlass der Untersuchung war die Publikation eines neuen Produktionsstandards für Käse durch die Ägyptische Organisation für Standardisierung und Qualitätskontrolle, in welchem festgelegt wurde, dass sämtliche Käse nur mehr aus pasteurisierter Milch hergestellt werden dürfen, was Starterkulturen unerlässlich macht. Untersucht wurden Käse beider Herstellungsmethoden, welche 180 Tage reiften und während dieser Periode fünf Mal untersucht wurden. Die Untersuchungen fanden am 1., 30., 60., 120. und 180. Tag statt. [AWAD 2006]

Dabei wurden beim Feuchtigkeitsgehalt, Salzgehalt, Proteingehalt sowie beim Fettgehalt keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Freie Aminosäuren und Fettsäuren waren in Rohmilchkäse stets signifikant höher. Die Härte ist im Rohmilchkäse schneller angestiegen und die Kaubarkeit („chewiness“) war dadurch niedriger. Die geschmackliche Untersuchung wurde hedonisch durch fünfzehn Laien durchgeführt. Der typische Ras-Käse-Flavour konnte laut Panel mit pasteurisierter Milch nicht produziert werden. Durch das alleinige Überleben

beziehungsweise dem Zusatz thermophiler Mikroorganismen kommt es zu einer verminderten Proteolyserate, dadurch zu weniger niedermolekularen Proteinen und in weiterer Folge zu einer stark reduzierten Menge freier Aminosäuren und Fettsäuren, welche im traditionellen Ras-Käse geschmacklich eine wichtige Rolle spielen. [AWAD 2006]

FENELON et al. [2000] haben sich besonders gründlich mit der chemischen Zusammensetzung und auch sensorischen Attributen von Cheddar-Käsen mit verschiedenem Fettgehalt beschäftigt. Zu diesem Zweck wurden 30 Cheddar-artige Käse vom irischen und Groß Britannischen Einzelhandel nach dem Fettgehalt in folgende drei Kategorien eingeteilt: vollfetter Käse 31-38% F.i.T., fettreduzierter Käse < 27% F.i.T. und halbfetter Käse < 18% F.i.T.. Außerdem waren einige der Käse als mild oder reif deklariert, was ebenfalls bei der Auswertung berücksichtigt wurde.

Die chemischen Analysen vom Protein-, Fett-, Salz- und Wassergehalt wurden nach den als Standard festgelegten Methoden jeweils als Dreifach-Bestimmung durchgeführt. Zusätzlich wurde die in wässriger Lösung mit dem pH Wert 4,6 (Salzsäuresauer) und die in 5% Phosphorsäure lösliche Stickstoffmenge ermittelt. Diese Werte wurden als Ergebnis der Protolyse während der Käsereifung angesehen. Zur Proteinanalyse wurde außerdem eine Gel-Permutation HPLC durchgeführt. Des Weiteren wurde der Gehalt freier Aminosäuren gemessen und eine Polyacrylamid Gel Elektrophorese (PAGE) durchgeführt.

Als sensorische Untersuchung führten 20 Panelisten zweifach eine Quantitative Deskriptive Analyse durch. Während des vorbereitenden Trainings wurde mit den Panelisten gemeinsam eine 22 Attribute umfassende Liste dafür erarbeitet (Tabelle 2.22). Die Käse wurden 15 min vor der Verkostung aus dem Kühlschrank geholt und in 5 g Portionen unter Rotlicht präsentiert. Zur geschmacklichen Neutralisation zwischen den Käsen wurde deionisiertes Wasser zur Verfügung gestellt. Je Session wurden vier Käse verkostet und die Beurteilung erfolgte anhand einer 10 cm langen unskalierten Linie, auf der die Panelisten die Intensitäten markierten. [FENELON et al. 2000]

Für die Auswertung wurden die Käse zwei Mal in drei Gruppen geteilt, einerseits

nach Fettgehalt, andererseits in die Gruppen mild, reif und ohne Deklaration. Bei der generellen Käsezusammensetzung gab es sowohl innerhalb der Gruppen aber auch zwischen den Gruppen große Unterschiede. [FENELON et al. 2000]

Bei der Einteilung in Gruppen nach dem Fettgehalt gab es innerhalb der Gruppen eine hohe Variation der Gehalte von wasserlöslichem Stickstoff beim pH 4,6 und in 5%iger Phosphorsäure sowie freien Aminosäuren. Dies begründeten FENELON et al. [2000] durch die verschiedenen parallel bewerteten Herstellungsmethoden (Startertyp, Lab typ, Zusatz von weiteren Bakterienkulturen, Proteinasen und/oder Peptidasen, Temperatur während der Reifung). Die Anteile löslichen Stickstoffs beim pH 4,6 als Prozentsatz des Gesamtstickstoffs nahmen in folgender Reihenfolge ab: vollfetter Käse > halbfetter Käse > fettreduzierter Käse während die Anteile von in 5% Phosphorsäure löslichen Stickstoffes und der freien Aminosäuren in der Reihenfolge vollfetter Käse < fettreduzierter Käse < halbfetter Käse zunahmen. In allen drei Kategorien wurden die freien Aminosäuren Glutaminsäure > Leucin > Phenylalanin > Valin > Lysin > Serin > Prolin in dieser absteigenden Reihenfolge nachgewiesen, wobei die Gesamtmenge freier Aminosäuren mit sinkendem Fettgehalt zunahm. Leucin, Serin, Alanin und Methionin wurden im halbfetten Käse in signifikant höherer Konzentration nachgewiesen als im vollfetten Käse. Analog wurden auch bei der Gel-Elektrophorese Peptide mit einer Molmasse <0,5 kDa Mengenmäßig am wenigsten im vollfetten Käse festgestellt.

Bei der Einteilung in milderen und reiferen Käsen zeigte sich ein signifikant höherer Gehalt an wasserlöslichem Stickstoff, löslichem Stickstoff in 5%iger Phosphorsäure und freien Aminosäuren sowie niedermolekularem Stickstoffhaltigen Material im reiferen Käse. Zusammenhängend damit wurde in der Gel-Elektrophorese nachgewiesen, dass α_{S1} - und β -Casein beim reiferen Käse signifikant mehr abgebaut waren.[FENELON et al. 2000]

Tabelle 2.22
Sensorische Attribute von Käse nach [FENELON et al. 2000]

Geschmack/ Flavour	Textur und Mundgefühl
Allgemeiner Flavour	Cremige Konsistenz
Süßer Geschmack	Balance des Flavours
Salziger Geschmack	
Saurer Geschmack	Scharfes Mundgefühl
Bitterer Geschmack	Adstringierendes Mundgefühl
Butter Flavour	Beißendes Mundgefühl
Fruchtiger Flavour	
Nuss Flavour	
Geräuchert Flavour	
Cheddar Flavour	
Karamell-artiger Flavour	
Verbranntes Karamell Flavour	
Künstlich behandelter Flavour	
Seifiger Flavour	
Pilz Flavour	
Schweißiger Flavour	
Ranziger Flavour	
Abgestandener, schimmlicher Flavour (mouldy)	

Bei der sensorischen Analyse korrelierten drei Attribute signifikant mit dem Fettgehalt: Butterflavour, Cremigkeit und Karamellflavour waren im halbfetten Käse in geringerem Ausmaß ausgeprägt als im fettreduzierten und beim halbfetten Cheddar in geringerem Ausmaß herauszuschmecken. FENELON et al. [2000] halten es für wahrscheinlich, dass diese Attribute mit steigendem Fettgehalt und sinkendem Wassergehalt im Käse zusammenhängen. Fruchtig, süß und balanciert korrelierte ebenfalls mit dem Fettgehalt während abgestandener Flavour, Pilz- und Schweißiger Flavour negativ mit dem Fettgehalt korrelierten.

Reifere Käse erreichten unabhängig vom Fettgehalt höhere Intensitäten in den Attributen scharf, Cheddar Flavour, fruchtig, rauchig und allgemeiner Flavour als milde Käse und signifikant weniger künstlich behandelt Flavour. Die

Flavouempfindungen abgestanden, verbranntes Karamell-artig, pilzartig, süß, salzig, sauer, bitter und adstringierend stiegen von der Gruppen halbfetter Käse über fettreduzierten Käse bis vollfetter Käse numerisch an. Die Autoren sehen diese stärker ausgeprägten Flavour als Ergebnisse der Unterschiede in der Protolyse. Für Differenzen innerhalb einer Kategorie finden sie zwei potentielle Begründungen. Einerseits den innerhalb der Gruppe variierenden Fettgehalt, andererseits halten sie auch den Eigen-Flavour des Erzeugers für bestimmend. Generell wurden die Käse sensorisch bei diesen Attributen höher bewertet, welche mehr löslichen Stickstoff bei pH 4,6 und 5%iger Phosphorsäure hatten, sowie einen höheren Gehalt freier Aminosäuren und niedermolekularer Peptide. Zusammenfassend kann man sagen, dass FENELON et al. [2000] Käse untersucht haben, bei denen der Fettgehalt nicht in erster Linie für den Flavour verantwortlich war.

RITVANEN et al. [2005] befassten sich mit den Unterschieden zwischen Vollfettkäsen und ihren fettreduzierten Varianten. Es wurden 44 verschiedene Käse der Typen Harvati (halbfester Schnittkäse), Edamer (Schnittkäse) und Emmentaler (Hartkäse) sensorisch, chemisch und auf ihre Akzeptanz bei finnischen Konsumenten untersucht. Die sensorische Beurteilung wurde durch ein Expertenpanel von fünf Panelisten vorgenommen, welche in drei Sessions auf die vorliegenden Käsetypen eingeschult worden waren. Beurteilt wurde das Abweichen der Proben von Standards, welche dem Kodex entsprachen. Es wurde ein Qualitätsranking und eine Quantitative Deskriptive Analyse durchgeführt. Für die hedonische Beurteilung wurden über hundert Laien rekrutiert.

Bei der Konsumentenbefragung stellte sich heraus, dass Konsumenten Käse mit einem höheren Salzgehalt bevorzugen. Analog zogen sie einheimischen Käse importierten vor. Bei keinem der Käsetypen gab es signifikante Unterschiede in der Akzeptanz zwischen vollfetter und fettreduzierten Käse des gleichen Typs. Bei dem Qualitätsranking durch das Panel waren nur zwei fettreduzierte unter den besten neun Käsen. Die untersuchten Käse erreichten wurden bei maximal zwei Attributen mit Höchstnote bewertet.

Die untersuchten sensorischen Attribute sind in

Tabelle 2.23 dargestellt. Bei der Quantitativen Deskriptiven Analyse wurden beim Emmentaler keine signifikanten Unterschiede zwischen vollfettetem und fettreduziertem Käse festgestellt, nur zwischen der Importware und dem heimischen Produkt. Bei der statistischen Auswertung wurde kein Attribut im direkten Zusammenhang mit dem Mögen bei Emmentaler gefunden. Unterschiedliche Präferenzen und Korrelation zwischen Mögen des Mundgefühls und Weichheit/Klebrigkeit sowie dem Salzgehalt wurden festgestellt. Die allgemeine Akzeptanz korrelierte mit saurem und salzigem Geschmack.

Tabelle 2.23
Sensorische Attribute von Käse nach [RITVANEN et al. 2005]

Aussehen	Geschmack/ Flavour	Textur	Chemische Parameter
Intensität der Farbe Gelb	Allgemeiner Flavour	Festigkeit/Härte	Wassergehalt
Gleichmäßigkeit der Farbe	Süßer Geschmack	Festigkeit beim Schneiden/Drücken	Salzgehalt
Form der Löcher	Salziger Geschmack	Elastizität außerhalb vom Mund	Fettgehalt
Gleichmäßigkeit der Verteilung der Löcher	Saurer Geschmack	Schmierigkeit im Mund	Gehalt freier Aminosäuren
Gleichmäßigkeit der Lochoberfläche	Bitterer Geschmack	Klebrigkeit im Mund	
Glanz der Löchergrundes	Milchfett Flavour	Balance des Flavours	
Tiefe der Löcher	Nuss Flavour	Kristallinität	
Größe der Löcher	Pflanzliches Öl Flavour		
	Lipolytischer Flavour		
	Unspezifischer Fremdflavour		
	Allgemeiner Nachgeschmack		
	Scharfer Flavour		
	Generelle Akzeptanz*		
	Generelles Mögen des Flavours *		
	Generelles Mögen der Textur*		
	Erfreulichkeit des Aussehens *		

* von Laien hedonisch beurteilt

HOUGH et al. [1996] haben die Ergebnisse von sensorischen und instrumentalen Untersuchungen anhand von Reggiano-Käse verglichen, wobei Aroma, Flavour und Textur berücksichtigt wurden. Visuell, manuell und oral beurteilte Textur wurden mit dem Instron Compression Test verglichen, Aroma und Flavour mit der Konzentration organischer Säuren. Der Wassergehalt wurde ebenfalls gemessen und auf sensorische in der Textur Zusammenhänge untersucht.

Zu diesem Zweck wurden eigens 30 Käse in einem lokalen Milchhof produziert, welche ein Mal pro Monat über 10 Monate hinweg untersucht wurden. Die Produktion folgte einem Standard Prozedere, das LOMBARDI et al. [1994] beschrieben haben. Die sensorischen Untersuchungen wurden von einem Panel aus neun Personen durchgeführt. Die Durchschnittswerte wurden zum Vergleich mit den chemischen und rheologischen Parametern verwendet. Die untersuchten Parameter sind in den Tabellen Tabelle 2.24 und Tabelle 2.25 dargestellt. Als Ergebnisse der chemischen Untersuchung der Konzentration der organischen Säuren wurden die höchsten nachgewiesenen Konzentrationen angegeben.

Tabelle 2.24
Chemische und rheologische Parameter von Käsen nach [HOUGH et al. 1996]

Organische Säuren	Max. gemessene Konzentration	Härte Rheologisch gemessen
Zitronensäure	750 ppm	Härte
Orotsäure	7 ppm	Bruchkraft
Brenztraubensäure	90 ppm	Belastung am Bruchpunkt
Milchsäure	35.000 ppm	Verformbarkeit
Harnsäure	50 ppm	
Ameisensäure	600 ppm	
Essigsäure	900 ppm	
Propansäure	18.000 ppm	
Buttersäure	32.000 ppm	

Bei der Untersuchung des Aromas wurde eine positive Korrelation zwischen dem Gesamtaroma und den Gehalten an Harnsäure und Propansäure gefunden

und eine negative mit Brenztraubensäure. Andere Korrelationen waren sehr schwach. Im Zuge der Untersuchung des Flavours wurde ein Zusammenhang einer ganzen Gruppe sensorischer Attribute (Allgemeiner Flavour, Käse Flavour, salzig, auf der Zunge prickelnd, scharf und sonstiger Flavour) mit den auch stark den Geruch prägenden Säuren Harnsäure und Propansäure sowie ebenfalls die negative Korrelation mit Brenztraubensäure festgestellt. Der Gehalt an Brenztraubensäure nahm während der Reifung der Käse ab. Die Korrelation zwischen organischen Säuren und Salzigkeit wurde nicht als kausal sondern nur als analog betrachtet. [HOUGH et al. 1996]

Tabelle 2.25
Sensorische Attribute von Käse nach [HOUGH et al. 1996]

Aroma	Flavour	Visuelle Textur	Manuelle Textur	Orale Textur
Allgemeine Aromaintensität	Allgemeiner Flavour	Anzahl der runden Löcher	Widerstand beim Schneiden	Härte
Süß	Süß	Korngröße	Elastizität	Brüchigkeit
Sauer	Sauer	Körnigkeit	Krümeliges Korn	Kohäsivität
Lipolyse Aroma	Salzig	Anzahl der Risse	Brüchigkeit	Rauheit
Milchig- Cremig	Bitter	Brüchigkeit	Kugeldruckhärte	Wasserabsorbtion
	Käse Flavour		Kugeldruckbrüchigkeit	Kohäsivität der Masse
	Milchig-cremig		Ballkohäsivität	Adhäsivität an die Zähne
	Lipolytischer Flavour			Kristallinität
	Auf der Zunge Prickelnd			
	Scharf			
	Sonstiges			

Nur bei 21% der festgestellten Unterschiede der visuellen Beurteilung der Textur konnte mit den instrumentellen Messdaten eine Korrelation nachgewiesen werden, was die Autoren damit begründen, dass das rheologische Instrument etliche der visuell untersuchten Parameter, wie zum Beispiel die Anzahl der Löcher nicht messen kann. Die visuell untersuchte Brüchigkeit korrelierte negativ mit dem Feuchtigkeitsgehalt und der Verformbarkeit. [HOUGH et al. 1996]

Bei den manuell festgestellten Unterschieden konnten 58% in Korrelation mit den rheologischen Messdaten gesetzt werden. Verformbarkeit korrelierte negativ mit Brüchigkeit und positiv mit Elastizität. Instrumentell gemessene Härte korrelierte gut mit der Kugeldruckhärte und dem Widerstand beim Schneiden. Käsestück mit höherem Wassergehalt waren weicher und leichter zum Schneiden. Bei der oralen Texturanalyse wurden gute Korrelationen zwischen den logisch zusammenhängenden Parametern festgestellt: Sensorische und rheologisch gemessene Härte; Brüchigkeit, Adhäsivität an die Zähne, Wasserabsorption und Rauheit korrelierten gut miteinander und negativ mit Feuchtigkeit und Verformbarkeit. Sowohl bei der manuellen als auch bei der oralen Untersuchung korrelierte die Bruchkraft mit keinem sensorischen Attribut. [HOUGH et al. 1996]

Über die Entwicklung der Inhaltsstoffe und sensorischen Attribute im Laufe der Käsereifung wurde folgendes festgestellt. Die Intensität der oben genannten sensorischen Attribute sowie der Gehalt an Propionsäure sind während der Reifung angestiegen. Jedoch der Gehalt an Buttersäure erreichte nach 3 Monaten Reifung ein Plateau, womit HOUGH et al. [1996] die schlechte Korrelation dieser Säure mit den sensorischen Attributen erklären. Sich auf LOMBARDI et al. [1994] berufend, merken sie aber an, dass Buttersäure jedoch sehr wohl für die Geruchs- und Flavourintensität sowie für verschiedene andere Attribute mitverantwortlich ist.

Die zusammenfassenden Schlussfolgerungen der oben genannten Studie lauteten:

Verformbarkeit steht im Zusammenhang mit brüchigem Aussehen, manueller Elastizität und Brüchigkeit sowie oraler Brüchigkeit.

Der Wassergehalt ist ein brauchbarer Parameter für die Vorhersage sensorischer Texturparameter.

Folgende Flavourattribute: Allgemeiner Flavour, Käse Flavour, auf der Zunge prickelnd, scharf und sonstiger Flavour, sowie der salzige Geschmack können durch die Analyse organischer Säuren gut vorhergesagt werden. Für diesen Käsetyp stellt Propionsäure einen guten Indikator für die Entwicklung des Flavours dar. Der allgemeine Geruch korreliert ebenfalls gut mit organischen

Säuren. Die Konzentrationen von Harnsäure und Orotsäure ändern sich im Laufe der Reifungsperiode, bleiben jedoch sensorisch unschwerflich.

ADHIKARI et al. [2003] veröffentlichten die Ergebnisse einer Untersuchung der texturalen Charakteristika von fettarmen, vollfetttem und geräuchertem Käse. Bei dieser Untersuchung wurde einerseits ein Expertenpanel, bestehend aus neun Personen eingesetzt. Andererseits wurde zum Vergleich eine rheologische Texturprofilanalyse durchgeführt. Die untersuchten Käse waren allesamt Hartkäse. Die Käse setzten sich folgendermaßen zusammen: zwei fettarme - Cheddar und Schweizer Typ, drei vollfette - Cheddar, Schweizer, Gouda und vier geräucherte - Cheddar, Schweizer, Cheddar/Schweizer Mischung, Gouda.

Der sensorischen Evaluierung ging eine viertägige Schulungsperiode voraus. Die Käse wurde für die sensorische Analyse in 20 mm³ große Stücke geschnitten, 30 Minuten auf Raumtemperatur temperiert und einzeln in verschlossenen Bechern dargereicht. Die sensorische Untersuchung war eine Deskriptive Analyse, bei der die Panelisten auf einer 15 cm langen unskalierten Linie die Intensitäten der Attribute eintrugen. In Tabelle 2.26 sind die untersuchten Attribute dargestellt. Zum Neutralisieren wurden salzfreie Kekse und Wasser/Sodawasser verwendet. Sowohl die deskriptive Analyse als auch die rheologische Analyse wurden drei Mal wiederholt. [ADHIKARI et al. 2003]

Alle neun Käse haben sich bei der Quantitativen Deskriptiven Analyse signifikant unterschieden, außer beim Attribut Milchfettgeruch. Bei den Attributen rauchiger Geschmack & Geruch waren die Varianzen sehr hoch. In der Textur korrelierten Trockenheit, körnige Konsistenz und mehlig Konsistenz untereinander positiv und negativ mit den Attributen Härte, cremige Konsistenz, Mundbelag und Klebrigkeit beim ersten Bissen. Körnigkeit korrelierte negativ mit gummiartiger Konsistenz. [ADHIKARI et al. 2003]

Fettarmer und vollfetter Schweizer Käse sowie fettarmer Cheddar wurden als trocken und krümelig bewertet. Geräucherte Käse außer Gouda und normale Käse außer Schweizer Käse wurden als cremiger, mehr Mundbelag bildend und beim ersten Bissen klebriger bewertet. [ADHIKARI et al. 2003]

Tabelle 2.26
Käse-Attribute nach [ADHIKARI et al. 2003]

Geruch	Geschmack/ Flavour	Textur	Rheologische Parameter
Milchfettgeruch	Allgemeiner Flavour	Härte	Härte 1 (1. Bissen)
Scharfer Geruch	Süßer Geschmack	Gummiartige Konsistenz	Härte 2 (2. Bissen)
Rauchiger Geruch	Salziger Geschmack	Körnige Konsistenz	Elastizität
Essiggeruch	Saurer Geschmack	Pastöse Konsistenz	
Cheddar-artiger Geruch	Bitterer Geschmack	Cremige Konsistenz	Kohäsivität
Schweizer Käse Geruch	Geräuchert Flavour	Mundbelag	Gummiartigkeit
Modriger Geruch	Cheddar Flavour	Klebrigkeit im Mund	Adhäsivität
	Scharfer Flavour	Klebrigkeit beim ersten Bissen	
		Trockenheit	Kaubarkeit
		Brüchigkeit/ Bröckeligkeit	
		Mehlige Konsistenz	

Bei der rheologischen Texturprofilanalyse konnten die fettarmen von den vollfetten Käsen nicht unterschieden werden. Allerdings wurde dabei nicht zwischen den verschiedenen Käsesorten differenziert. Nur geräucherter Gouda fiel durch große Härte und geringe gummiartige Konsistenz und Kohäsivität auf. [ADHIKARI et al. 2003]

Härte und Kohäsivität, rheologisch gemessen korrelierten mit den sensorischen Attributen Körnigkeit, Härte, Trockenheit, krümelige Konsistenz und mehligkeit. Negativ korrelierten sie mit den sensorischen Attributen Klebrigkeit, Cremigkeit, Klebrigkeit beim ersten Biss, Belag auf Zungen und Gaumen bildend und Viskosität. Adhäsivität korrelierte dementsprechend mit Klebrigkeit, Cremigkeit, Klebrigkeit beim 1. Biss, Mundbelag und Viskosität. [ADHIKARI et al. 2003]

Ausschließlich mit dem Flavour von Cheddar beschäftigten sich YOUNG et al. [2004]. In einer Studie wurden Cheddar Käse von 200 Laien hedonisch bewertet und parallel dazu von einem geschulten Panel mit einer Quantitativen Deskriptiven Analyse sensorisch untersucht. Ziel der Studie war es für sieben

Cheddar-Käse im Alter von einem bis neunzehn Monaten ein Flavourprofil zu erstellen und deren Akzeptanz bei Konsumenten zu evaluieren. Die sieben Käse wurden vorher von vier Personen mit mehr als 200 Stunden Erfahrung mit sensorischer Analyse aus einem Set von 30 Stück 20 kg Käseblöcken ausgewählt. Die Käse waren alle kommerziell in den USA aus pasteurisierter Milch hergestellte Vollfettkäse mit einem Wassergehalt von weniger als 39%. [YOUNG et al. 2004]

Für die QDA wurden die Käse in 1 inch große Stücke geschnitten und in einer Stunde auf 10°C temperiert. Zum Neutralisieren wurden Leitungswasser und ungesalzene Kekse zur Verfügung gestellt. Anhand einer Skala von eins bis fünfzehn wurden die Intensitäten der einzelnen Attribute bewertet und jeder Käse wurde in randomisierter Reihenfolge drei Mal evaluiert. Die untersuchten sensorischen und hedonischen Attribute sind in Tabelle 2.27 dargestellt. [YOUNG et al. 2004]

Die hedonische Untersuchung wurde mit je 100 rekrutierten Laien an den Universitäten in North Carolina und Oregon durchgeführt. Parallel zu den verkosteten Käse hat stets ein Standardkäse zur Verfügung gestanden und die Intensitäten waren eins – extreme Abneigung beziehungsweise niedrige Intensität bis neun – extreme Vorliebe beziehungsweise hohe Intensität. [YOUNG et al. 2004]

Die Deskriptive Analyse und die Evaluation mit Konsumenten zeigte für jeden der getesteten Käse ein Profil in Zusammenhang mit dessen Akzeptanz, dass sich signifikant von den anderen Unterschied. Bei den Konsumenten zeigte das Konzept von Cheddar Flavour eine hohe Varianz, jedoch konnten auch Konsumenten reifen von jungem Käse unterscheiden. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter des Käses, geschmacklichem Charakter und Akzeptanz wurde nachgewiesen. Die Akzeptanz zeigt jedoch große Variationen innerhalb der Konsumenten, weil spezifische Segmente an Konsumenten spezifische Cheddar-Flavourprofile bevorzugten. [YOUNG et al. 2004]

Tabelle 2.27
Sensorische Attribute von Käse nach [YOUNG et al. 2004]

Geschmack/ Flavour	Hedonisch bewertet
Süßer Geschmack	Generelle Akzeptanz
Salziger Geschmack	Generelles Mögen der Farbe
Saurer Geschmack	Generelles Mögen des Flavour
Bitterer Geschmack	Generelles Mögen der Textur
Umami Geschmack	Intensität des Cheddar-Flavour
Milchfett Flavour	Genereller gereifter Geschmack
Fruchtiger Flavour	
Nuss Flavour	
Freie Fettsäuren Flavour	
Gekocht Flavour	
Brühe Flavour	
Diacetyl Flavour	
Molke Flavour	
Schwefel-/ Eierflavour	
Katziger Flavour	

Insgesamt gesehen waren sich die Wissenschaftler sehr uneinig, welche sensorischen Attribute zur Beschreibung von Käse sinnvoll zu verwenden sind.

3 Material und Methoden

3.1 Material

In der vorliegenden Arbeit wurden Vorarlberger Bergkäse untersucht, welche zu den Produkten geschützten Ursprungs (g.U.) zählen (engl. P.D.O. = Protected Designation of Origin). Diese wurden mit einem Bergkäse (Käse 1) verglichen, welcher industriell hergestellt wurde und kein P.D.O. Produkt war.

Ausgewählt wurden insgesamt sechs Käse, wobei fünf aus traditioneller kleinbäuerlicher Produktion stammen und besonders hochwertige Käse waren, während der sechste (Käse 1) aus industrieller Bio-Produktion stammte. Bei den handwerklich hergestellten Käse wurde auf drei Landwirte zurückgegriffen. Jeder dieser Landwirte verfügt über einen Hof und eine Alpe (teilweise in zwei Höhenstufen, daher Hof- Vorsäß - und Alpe), wobei die Kühe im Sommer auf den Hochalpen sind und in den Übergangszeiten auf den mittleren Höhen (Vorsäß oder auf der niedriger gelegenen Alpe). Dies wird als Bregenzerwälder Dreistufenlandwirtschaft bezeichnet und ist als UNESCO ERBE geschützt.

Um die Produkte besser mit dem Referenzkäse vergleichen zu können wurde das Alter der zu untersuchenden Käse auf sechs Monate festgelegt. Der Referenzkäse war ebenfalls ein hochwertiger Bergkäse aus Rohmilch allerdings wurde er industriell verarbeitet. Für Bergkäseverhältnisse ist sechs Monate ein relativ junges Alter, denn sie gelten erst mit etwa zehn bis zwölf Monaten als ausgereift. Im Gegensatz dazu reifen Käse aus industrieller Produktion selten länger als 3 Monate. Zusätzlich wurde von einem der Käse (Käse 4) eine ältere ausgereifte Version mituntersucht wird (Käse 5 – 10 Monate gereift). Da Vorarlberger Bergkäse teilweise auch als Vollfetter produziert wird, wurde eintschieden von Käse 4 auch die vollfette Variante zu untersuchen (Käse 6). Vollfetter Käse bedeutet, dass von der Milch aus der er produziert wurde kein Rahm abgeschöpft wurde. Käse 4, 5 und 6 stammen vom selben Bauern (Artur Gassner). Die Unterschiede zwischen diesen drei Käsen gehen nur auf das veränderte Alter beziehungsweise die andere Jahreszeit während der Produktion (Käse 5) beziehungsweise den veränderten Fettgehalt der Käsereimilch und damit den für die Mikroorganismen veränderten Reifebedingungen (Käse 6) zurück.

3.1.1 Käse 1 : Referenzkäse

Bei diesem Bergkäse handelte es sich um einen hochwertigen Österreichischen Bio-Bergkäse der Marke „Zurück zum Ursprung“, welcher allerdings im Gegensatz zu den anderen Käsen aus einem industrialisierten, auf größere Produktionsmengen ausgelegtem Betrieb kommt. Der Käse wurde aus Heumilch und mit Rohmilch der Region Kaiserwinkl (Tirol) gemacht. Etwas mehr als 60 regionale Bauern liefern ihre Milch in den verarbeitenden Betrieb, die Sennerei Walchsee. Dieser Käse wurde 24h gepresst, 1-3 Tage in einer 22%igen Salzwasserlösung gelagert und anschließend 6 Monate gereift. Er wurde in einer Gemeinschaftsanlage produziert, gereift und konsumfertig gemacht. [Herstellerangaben laut Verpackung]

3.1.2 Käse geschützten Ursprungs

3.1.2.1 Käse 2: Jakob Lingg (Alpkäse 2010) 6 Monate

Jakob Ling besitzt einen Hof auf der Gräsalp in Schoppernau und sein Braunvieh (17 - 18 Milchkühe und 12 - 14 Stück Jungvieh) grast in den Übergangszeiten am Vorsäß Altbach (1.200m Seehöhe) im Sommer auf der Jägeralpe (1.700 m – 2.100m Seehöhe). Er stapelt seine Milch in Holzgebsen vor und erzeugt das ganze Jahr über Käse also nicht nur Alpkäse sondern auch Berg- und Hofkäse. Jakob Lingg hat für seine Käse auch bereits öfters Preise verliehen bekommen. [LINGG 2011]

3.1.2.2 Käse 3: Wilfried Kaufmann (Alpkäse 2010) 6 Monate

Die Kühe von Wilfried Kaufmann leben im Sommer auf der Sackalpe (1.670m Seehöhe) und auch nur dann wird aus ihrer Milch Käse erzeugt. Dabei verwendet er einen Kühltank zur Lagerung der Abendmilch. [KAUFMANN 2011]

3.1.2.3 Käse 4: Artur Gasser (Bio-Alpkäse 2010) 6 Monate

Artur Gasser betreibt einen Bio-Hof in Leu und seine 18-20 Kühe (Braunvieh, Schwarz-Bunt und Fleckvieh) grasen auf der Treualpe (1.200 - 2.300 m Seehöhe), welche in zwei Höhenlagen untergliedert ist. Die Vorstapelung der Abendmilch erfolgt bei ihm ebenfalls in Holzgebsen und er betreibt im Winter eine Hof-Sennerei. [GASSER 2011]

3.1.2.4 Käse 5: Artur Gasser (Bio-Alpkäse 2010) 10 Monate

Bei Käse 5 handelte es sich um eine Variante von Käse 4. Das ist Voralberger Bergkäse in einer Reifungsstufe, in der er üblicherweise sein volles Flavourpotential erreicht hat und verspeist wird. [GASSER 2011]

3.1.2.5 Käse 6: A. Gasser (Bio-Alpkäse 2010) Vollfetter; 6 Monate

Käse 6 war eine vollfette Variante von Käse 4. Im allgemeinen ist vollfetter Bergkäse dafür bekannt ein noch ausgeprägteres Aroma und einen noch intensiven Flavour zu besitzen als „normaler“ Voralberger Bergkäse. Allerdings reift er aufgrund seines hohen Fettgehalts noch langsamer. [GASSER 2011]

3.2 Methoden

3.3 Sensorischen Analyse

3.4 Quantitative Deskriptive Analyse (QDA)

Die sensorische Evaluierung der Käse wurde mittels QDA nach [STONE UND SIDEL 1993] durchgeführt.

„Deskriptive Analyse ist eine sensorische Methode, die quantitative Beschreibungen von Produkten liefert, die auf der Wahrnehmung einer Gruppe qualifizierter Attribute basieren. Es handelt sich hierbei um eine komplette sensorische Beschreibung, welche sämtliche Sinneseindrücke berücksichtigt – optische, auditorische, olfaktorische, kinästhetische usw. – wenn das Produkt evaluiert wird. Das Wort „Produkt“ wird in diesem Fall symbolisch verwendet; Beispiele für mögliche Produkte sind Ideen oder Konzepte, eine Zutat oder ein fertiges Produkt wie es auch ein Konsument verwendet. Die Evaluierung kann einerseits für die komplette Verwendung eines Produktes erfolgen. Andererseits kann in der Evaluierung auch nur ein Aspekt untersucht werden.

Die Evaluierung ist in der Praxis zum einen Teil von den Charakteristika des Produktes abhängig, welche die Attribute bedingen und zum anderen Teil von der untersuchten Problemstellung.“

Bei der „Quantitativen Deskriptiven Analyse“ handelt es sich um eine deskriptive Prüfmethode, die sich in zwei Teile gliedert. Im ersten Teil wird das zu untersuchende Lebensmittel qualitativ beschrieben. Der zweite Teil besteht aus der quantitativen Analyse, bei der für jedes Attribut die Intensität der Ausprägung erfasst wird. Quantitative Deskriptive Analysen werden von relativ wenigen, dafür gut geschulten Sensorikern (meist 10 – 20 Personen) unter der Führung eines Pannelleiters durchgeführt. Der Pannelleiter hat zu den Produkten mehr Hintergrundwissen und kennt die Unterschiede in der Zusammensetzung, wodurch er zu den Produkten voreingenommen steht. Diese Eigenschaft schließt ihn von der Teilnahme am Wortfindungsprozess und später auch am eigentlichen Prüfprozess aus, damit er keinen unnötigen Bias in die Untersuchung bringt. Seine primäre Verantwortung ist die Kommunikation zwischen den einzelnen Panelisten zu erleichtern und zu fördern. Die untersuchenden Panelisten müssen außerdem Nutzer oder potentielle Nutzer des zu untersuchenden Produktes sein. Dies ist notwendig weil die Individuen

wiederholten Kontakt mit dem Produkt haben und jemand, der das Produkt nicht mag oder nie verwenden würde, weniger sensibel auf die Unterschiede zwischen den Produkten ist.

3.4.1 Teil 1: Deskriptive Analyse

Da jedes Produkt verschieden ist, ist es unerlässlich ein produktspezifisches Vokabular zu entwickeln. Es hat keinen Sinn z.B. in einem Apfel nach Fischöl-Geruch zu suchen. Folglich werden in diesem ersten Teil die zu untersuchenden Produkte oder sehr ähnliche mit dem Ziel passende Attribute, auch Deskriptoren genannt, zu finden vorab verkostet. Die Durchführung des ersten Teils beginnt damit, dass die Panelisten die zu untersuchenden Produkte sensorisch analysieren und vorerst jeder für sich Wörter findet, die die Eigenschaften des Produktes/der Produkte beschreiben. Dabei werden die Panelisten ermutigt jedes im allgemeinen Sprachgebrauch übliche Wort als in Frage kommend zu betrachten. Sie können des Weiteren jedes Ihnen bekannte Wort wählen, dass sie ihren Kollegen erklären können. In dieser Phase gibt es keine mengenmäßige Beschränkung für die zu findenden Wörter. Alle sensorischen Eindrücke, die ein Produkt hinterlässt, sollen beschrieben werden. Die Wörter sollen von der Wahrnehmung geprägt werden nicht vom Konzept was wahrgenommen werden sollte. Anschließend werden die gefundenen Deskriptoren verglichen und daraus unter Führung des Panelleiters die Attributliste, welche im 2. Teil verwendet wird erstellt. Für sämtliche gefunden Attribute werden Definitionen oder Beschreibungen festgelegt, damit wirklich alle dasselbe unter den Worten verstehen. Die sorgfältige Durchführung dieses Teils ist für eine sinnvolle QDA unerlässlich. [STONE UND SIDEL 1993]

3.4.2 Teil 2: Quantitative Analyse

Im zweiten Teil der QDA, dem quantitativen Teil, werden die Intensitäten der Attribute bei den einzelnen Produkten anhand der zuvor erstellten Attributliste untersucht. Die Aufgabe der Panelisten ist es, für jedes Produkt die Ausprägung sämtlicher festgelegter Attribute festzustellen und auf einer Skala zu markieren. Dabei arbeitet jeder Panelist für sich alleine. Meistens werden mehrere Produkte parallel verkostet. Der Grund dafür ist, dass Menschen bekanntermaßen schlecht darin sind absolute Werte zu erkennen, aber sehr gut

darin relative Unterschiede wahrzunehmen. Der Multiprodukttest ist in zweierlei Hinsicht besonders effizient. Erstens bietet er ein weitaus kompletteres Bild davon wie sich die Produkte unterscheiden und zweitens erhält man dabei die gesuchten Informationen von mehr als einem Produkt. [STONE UND SIDEL 1993]

Zur Quantifizierung können verschiedene Arten von Skalen verwendet werden. Erstens gibt es kategorische Skalen in welchen eine festgelegte Anzahl Boxen oder Kategorien zur Auswahl stehen. Dabei ist die Anzahl der Boxen je nach Bedarf verschieden. Die jeweilige Intensität der Kategorie kann dabei auch verbal beschrieben werden, wobei die Wortwahl extrem sorgfältig getroffen werden muss. Graphische Skalen sind horizontale oder vertikale Linien mit einem Minimum an verbalen Ankerpunkten. Für gewöhnlich werden diese Ankerpunkte an den Enden angebracht, jedoch ist es genauso möglich den zentralen Punkt oder die Position eines Referenzproduktes zu markieren. Insbesondere bei Flavour-Attributen werden meist unipolare Skalen verwendet, bei denen das eine Ende für die minimale Ausprägung (Attribut nicht wahrnehmbar) und das andere Ende für die maximale Ausprägung (intensivste Wahrnehmung des Attributes) stehen. Bipolare Skalen, die häufig für Textur-Attribute verwendet werden, haben gegenteilige Attribute an den Enden. Ein Beispiel dafür wäre eine bipolare Skala mit den Enden weich und hart. Welche Art Skala gewählt wird hängt von verschiedenen Faktoren ab. Diese sind die Zielsetzung des Tests, das Fachwissen der Panelisten, die Anzahl der Deskriptoren und die Möglichkeiten der Datenverarbeitung. [KILCAST 1999] Beispiele für mögliche Arten von Skalen werden in Abbildung 3.1 dargestellt. Es können sowohl diskrete als auch kontinuierliche Skalen eingesetzt werden. Da Menschen insbesondere am oberen Ende der Skala dazu neigen extreme zu meiden, sollte eine diskrete Skala mindestens 7 Felder umfassen. [Issanchou 2000] Beispiel 1 in Abbildung 3.1 zeigt die lineare Darstellung nach STONE und SIDEL. Die Autoren empfehlen eine 6 inch lange unskalierte Linie, wobei jeweils an 0,5 inch von den Enden entfernt die Anker gesetzt werden. Beispiel 2 zeigt eine numerische Skala von 0 bis 9. [Busch-Stockfisch 2002, Kilcast 1999] Busch-Stockfisch 2002, Kilcast 1999]

In Beispiel 3 ist eine Skala dargestellt, anhand welcher die Unterschiede zu einem Referenzprodukt markiert werden können. 0 bedeutet, dass kein Unterschied zum Referenzprodukt festzustellen ist. Wenn die Intensität des zu

untersuchenden Produktes im betreffenden Attribut geringer ist als im Referenzprodukt wird eine negative Zahl markiert, bei höherer Intensität entsprechend eine positive. [McSWEENEY 1997]

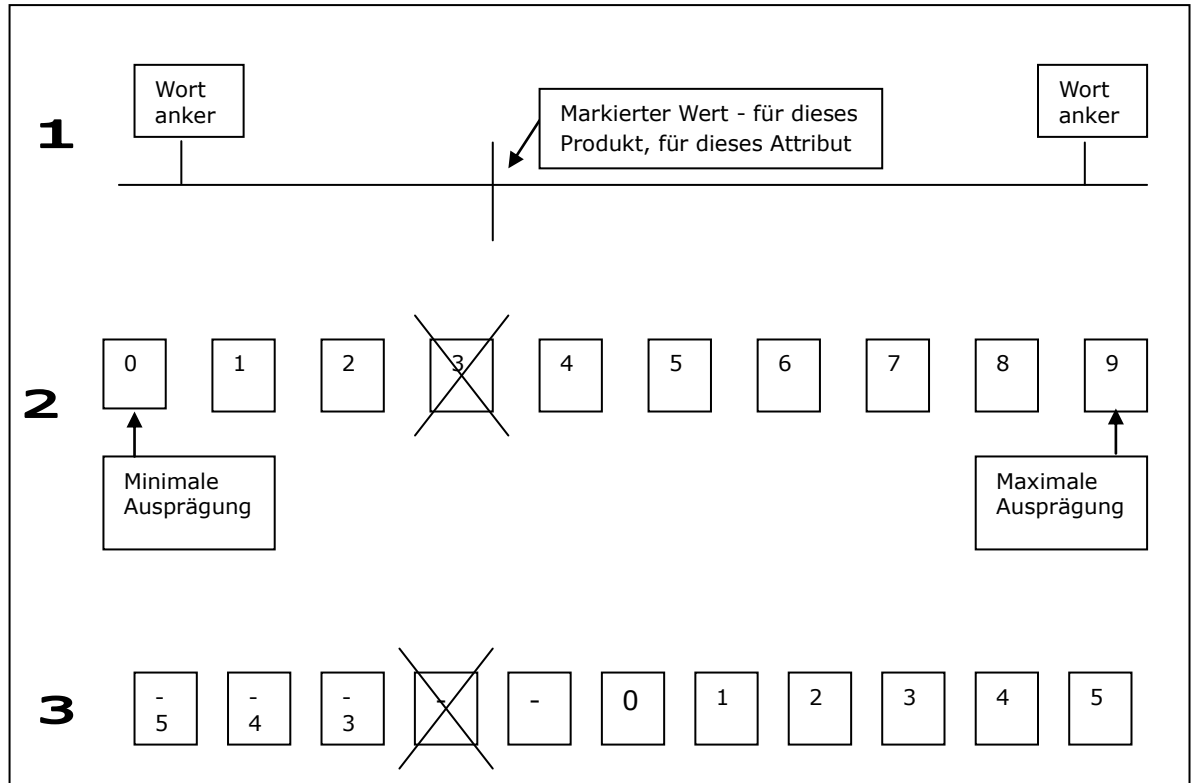


Abbildung 3.1 Beispiele für mögliche Skalen bei der QDA

[STONE UND SIDEL 1993, BUSCH-STOCKFISCH 2002, KILCAST 1999, McSWEENEY 1997]

Bei der Auswertung der Analyse werden für gewöhnlich mittels ANOVA (analysis of variance) die signifikanten Unterschiede festgestellt und mit multiplen Vergleichstests wie zum Beispiel dem Korrelationskoeffizienten nach Pearson Zusammenhänge festgestellt. Auch Cluster-Analysen und die Prinzipielle Komponentenanalyse sind Möglichkeiten die QDA auszuwerten. [KILCAST 1999]

Die Darstellung der Analyse erfolgt für üblicherweise in der Form von sogenannten Spiderwebs. Ein schematisches Spiderweb wurde in Abbildung 3.2 dargestellt. Die Idee dahinter ist, dass dabei nicht numerische Werte sondern das Verhältnis der Produkte und Attribute zueinander weitergegeben werden. Die sternförmigen Linien können als Attributskalen ohne Anker angesehen werden. Gängiger Weise werden die Attribute vor der Darstellung in Gruppen eingeteilt. [STONE UND SIDEL 1993]

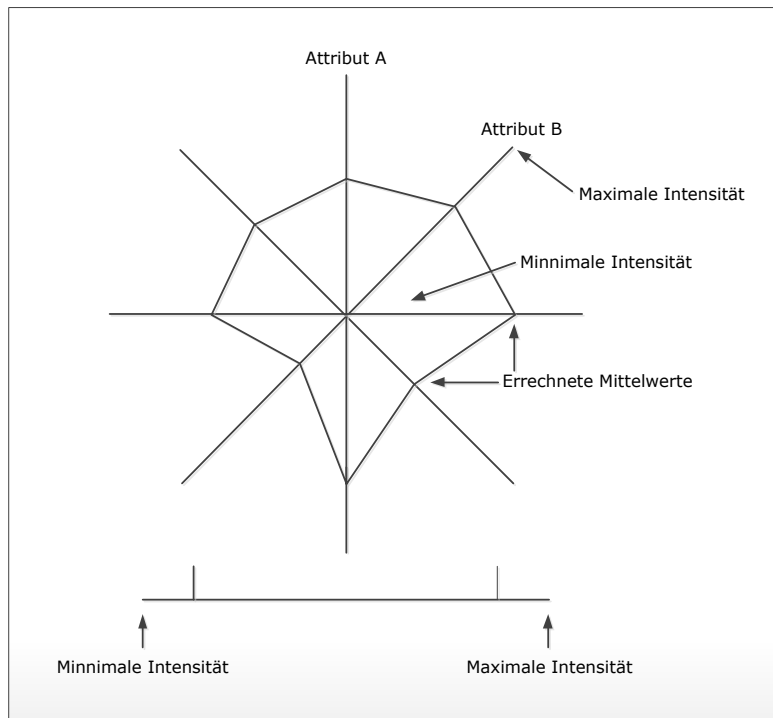


Abbildung 3.2 Schematisches Spiderweb [STONE UND SIDEL 1993]

Für die Quantitative Deskriptive Analyse gibt es mannigfaltige Anwendungsmöglichkeiten. Sie kann für den Vergleich mit der Konkurrenz, sowie für Lagerversuche eingesetzt werden. Mit der Quantitativen Deskriptiven Analyse können Produktentwicklung und Qualitätskontrolle unterstützt werden. Außerdem können mit ihr physikalisch/chemisch - sensorische Zusammenhänge direkt am Produkt erforscht werden. Es steht jedem frei weitere Anwendungsmöglichkeiten zu finden. [STONE UND SIDEL 1993]

3.4.3 Durchführung der QDA

Die QDA wurde durch elf geschulte Panelisten (Studenten und Angestellte der Universität Wien) durchgeführt. Der qualitative Teil der QDA, die Erstellung der Attributliste, erfolgte in Teamarbeit durch die Panelvorsitzende (Literaturrecherche nach üblichen Attributen und Vorauswahl) und ausgewählte Panelisten (Überprüfung und Ergänzung der Liste). Die untersuchten Attribute sind in Tabelle 3.1 dargestellt.

Unmittelbar vor der Quantitativen Phase der QDA wurde eine Einschulung aller Panelisten auf die zu untersuchenden Produkte durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Referenzprodukte verwendet, die den Prüfern auch während der Analysen zur Verfügung standen. Diese sind in Tabelle 3.2 dargestellt.

Die zweite Phase der QDA, die Quantitative Beurteilung fand an zwei Terminen mit einmal sieben und einmal vier Panelisten statt. Dabei erfolgte an beiden Terminen die Beurteilung aller Proben durch die Panelisten zwei Mal, wobei der erste Durchgang am Vormittag stattfand und der zweite am Nachmittag. Die Käse wurden für die Analyse durch einstündiges Lagern im Vorbereitungsraum auf Zimmertemperatur gebracht, anschließend entrindet, in Stücke geschnitten und einzeln verpackt. Mit einem dreistelligen Zahlencode versehen wurden etwa 30 g Käse je Sorte und Sitzung den Panelisten randomisiert dargereicht. Zur Neutralisierung wurden Wasser, Weißbrot und Apfelstücke zur Verfügung gestellt.

Das sensorische Labor, in welchem die Untersuchung stattfand verfügt über zehn Einzelkabinen, die mit einem weiß-grauen Tisch, einer verschließbaren Durchreiche und einem Waschbecken ausgestattet. Die Kabinen waren durch weiß-graue Trennwände voneinander abgegrenzt. Die Beleuchtung des Prüfraumes erfolgte durch Tageslicht und Tageslichtleuten, die an der Decke für den ganzen Raum und zusätzlich in jeder Kabine angebracht waren.

Tabelle 3.1
 Evaluierte Käse-Attribute inklusive Definitionen

Attribut	Definition	attribute	definition
Aussehen			
Intensität der Farbe Gelb	Farbstärke von hell bis dunkel	Color intensity ^A	Strength of color from light to dark
Helligkeit	Farbsättigung von dumpf bis leuchtend	Brightness ^A	Chroma of color: dull to pure bright
Geruch (nur pronasale Perception)			
Allgemeiner Geruch	Gesamtgeruches des Produktes	Overall aroma intensity ^B	Stimuli perceived by the nose
Bergkäsegeruch	Typischer Geruch assoziiert mit reifem Bergkäse	Alpine cheese ^{C*}	Typical aroma of mature Alpine cheese
Milchfettgeruch	Öliger Geruch assoziiert mit Milch und Milchfett	Dairy fat ^B	The oily aromatics reminiscent of milk or dairy fat
Buttergeruch	Geruch assoziiert mit natürlicher, frischer, leicht gesalzener Butter	Butter odour ^B	The aromatics commonly associated with natural, fresh, slightly salted butter
Nussgeruch	Geruch assoziiert mit verschiedenen Nüssen wie Pacanüssen, Walnüssen und Haselnüssen	Nutty ^B	The aromatics reminiscent of several dry fruits such as pacans, walnuts and hazelnuts
Süßlicher Geruch	Geruch assoziiert mit süßlichen Substanzen	Sweet ^D	Aroma of substances that give a sweetness sensation
Pilzgeruch	Geruch assoziiert mit rohen Pilzen	Mushroom ^{B,E}	The aromatics associated with raw mushrooms
Erdiger Geruch	Geruch assoziiert mit rohen Kartoffeln und feuchtem Humus; leicht muffig	Earthy ^F	A slight musty aromatic associated with raw potatoes and damp hummus
Ranziger Geruch	Geruch assoziiert mit saurer Milch und oxidierten Fetten. Grad des unerfreulichen Aromas von Ölen und Fetten, die nicht mehr frisch sind.	Rancid ^B	The aroma associated with sour milk and oxidized fats; having the rank unpleasant aroma characteristic of oils and fats when not longer fresh
Animalischer Geruch	Geruch assoziiert mit Nutztieren und Bauernhof	Animalic ^B	The combination of aromatics associated with farm animals and barnyards
Stechender Geruch	Scharfer penetrierender Eindruck in der Nasenhöhle; z.B. Ammoniak, Essig	Pungent ^B	A physically penetrating sensation in the nasal cavity

Geschmack			
Süßer Geschmack	Grundgeschmack assoziiert mit Saccharoselösungen	Sweet ^B	Fundamental taste sensation elicited by sugars
Saurer Geschmack	Grundgeschmack assoziiert mit Zitronensäurelösungen	Sour ^B	Fundamental taste sensation elicited by acids
Salziger Geschmack	Grundgeschmack assoziiert mit NaCl-Lösungen	Salty ^B	Fundamental taste sensation elicited by salts
Bitterer Geschmack	Grundgeschmack assoziiert mit Koffeinlösungen	Bitter ^B	Fundamental taste sensation of which caffeine or quinine are typical
Umami Geschmack	Grundgeschmack assoziiert mit Natriumglutamat, z.B. in Parmesankäse	Umami	
Flavour (gustatorische und retronasale Perception)			
Allgemeiner Flavour	Gesamter Flavour, welcher durch die flüchtigen Komponenten während des Kauvorgangs hervorgerufen und retronasal wahrgenommen wird	Overall flavour ^B	global stimuli originated by the volatiles released during mastication and perceived on olfactory receptors via the retronasal way
Bergkäseflavour	Typischer Flavour assoziiert mit reifem Bergkäse	Alpine cheese ^{C*}	Typical aroma of mature Alpine cheese
Milchfett Flavour	Flavor assoziiert mit Milch und Milchfett	Dairy fat ^B	The oily aromatics reminiscent of milk or dairy fat
Milchsüß Flavour	Flavor assoziiert mit frischen Milchprodukten	Dairy sweet ^B	The sweet aromatics associated with fresh dairy products
Gekochte Milch Flavour	Flavor assoziiert mit erhitzter Milch; süßlich, angebräunt, geröstet	Cooked milk ^B	The combination of sweet, brown flavor notes and aromatics associated with heated milk
Butterflavour	Flavor assoziiert mit natürlicher, frischer, leicht gesalzener Butter	Buttery ^B	The aromatics commonly associated with natural, fresh, slightly salted butter
Nussflavour	Flavor, der für verschiedene Nüsse charakteristisch ist; z.B. Erdnüsse, Walnüsse, Haselnüsse, Pecanüsse	Nutty ^B	The non-specific nut-like taste and aromatics characteristic of several different nuts, e.g. peanuts, walnuts, hazelnuts and pecan
Pilzflavour	Flavor assoziiert mit rohen Pilzen	Mushroom ^B	The aromatics associated with raw mushrooms
Erdiger Flavour	Flavor assoziiert mit rohen Kartoffeln und feuchtem Humus; leicht muffig	Earthy ^F	A slight musty aromatic associated with raw potatoes and damp hummus
Ranziger Flavour	Flavour assoziiert mit saurer	Rancid ^B	The aroma associated with sour

	Milch und oxidierten Fetten. Grad des unerfreulichen Aromas von Ölen und Fetten, die nicht mehr frisch sind.		milk and oxidized fats; having the rank unpleasant aroma characteristic of oils and fats when not longer fresh
Animalischer Flavour	Flavour assoziiert mit Nutztieren und Bauernhof	Animalic ^B	The combination of aromatics associated with farm animals and barnyards
Textur/ Mundgefühl			
Härte/ Festigkeit (Mund)	Notwendige Kraft, um die Probe mit den Mahlzähnen zu zerdrücken	Hardness ^G Firmness ^E	The force requires to bite the sample (first bite); Strength required to compress a substance between the molars
Härte/ Festigkeit (Hand)	Notwendige Kraft, um die Probe zwischen den Fingern zusammenzupressen	Firmness ^{E*}	Strength required to compress a substance between the fingers
Gummiartig (Mund)	Zähe, Gummiartige Textur, Bsp: Kaugummi	Rubbery ^H	Rubbery Texture, chewing gum
Gummiartig (Hand)	Zähe, Gummiartige Textur, Bsp: Kaugummi	Rubbery ^H	Rubbery Texture, chewing gum
Elastizität (Mund)	Grad in dem die Originalform eines Produktes nach dem Zusammendrücken zwischen den Zähnen wiederhergestellt wird	Elastic ^E	Degree by the original shape of a product is restored after compression between the teeth
Elastizität (Hand)	Grad in dem die Originalform eines Produktes nach dem Zusammendrücken zwischen den Fingern wiederhergestellt wird	Elastic ^{E*}	Degree by the original shape of a product is restored after compression between the fingers
Körnigkeit	Das Gefühl von größeren Körnern in die der Käse beim Zerkauen zerfällt	Grainy ^G	The feeling of course particles in mouth during mastication
Schärfe	Der Eindruck, der mit alten gereiften Käsen in Verbindung gebracht wird, von mild bis scharf	Sharp ^B	The perception associated with aged and ripened cheeses, from flat to sharp
Adstringenz	Trockneder, zusammenziehender oder kribbelnder Eindruck in der Mundhöhle; z.B. bei Tanninen oder Alaun	Astringent ^B	The complex of drying, puckering, shrinking sensation in the oral cavity causing contraction of the body tissues
Mundbelag	Belag auf Zunge und Gaumen, der nach dem Schlucken zurückbleibt	Mouth coating ^I	The coating remained in palate after swallowing

Nachgeschmack			
Allgemeiner Nachgeschmack	Nachgeschmacks des Produktes 30sek – 1min nach dem Schlucken	Aftertaste ^J	Taste determined 30s–1min after swallowing
Bergkäse Nachgeschmack	Intensität des Nachgeschmacks nach Bergkäse	Alpine cheese - Aftertaste ^{J*}	Intensity of Alpine cheese taste determined 30s–1min after swallowing
Fett Nachgeschmack	Intensität des Nachgeschmacks nach Fett	Fatty Aftertaste ^J	Intensity of fat taste determined 30s–1min after swallowing
bitterer Nachgeschmack	Intensität des bitteren Nachgeschmacks	Bitter Aftertaste ^J	Intensity of Alpine cheese taste determined 30s–1min after swallowing
Gesamteindruck			
Gesamteindruck	Gesamteindruck des Produktes unter Berücksichtigung aller zuvor untersuchten Attribute	Overall impression	Overall impression of a product considering all reviewed attributes

^A [COGGINS et al. 2008]

^B [DRAKE 2007]

^{C*} modifiziert nach [ADHIKARI et al. 2003, JENNY 1996]

^D [CARDOSO UND BOLINI 2008]

^E [PAGLIARINI et al. 1997]

^{E*} modifiziert nach [PAGLIARINI et al. 1997]

^F [RÉTIVEAU et al. 2005]

^G [ADHIKARI et al. 2003]

^H [SVEINSDÓTTIR et al. 2010]

^I [PÉREZ-CACHO et al. 2008]

^J [RITVANEN et al. 2005]

Tabelle 3.2
Referenzprodukte zur Verdeutlichung der untersuchten Käseattribute

Attribut	Referenzprodukt
Aussehen	
Intensität der Farbe Gelb	Verschiedene Bergkäse
Helligkeit	Verschiedene Bergkäse
Geruch	
Bergkäsegeruch	Verschiedene Bergkäse
Milchfettgeruch	Schlagobers
Buttergeruch	Butter
Nussgeruch	Haselnüsse
Pilzgeruch	Pilzaroma
Ranziger Geruch	Ranziges Rapsöl
Flavour	
Bergkäseflavour	Verschiedene Bergkäse
Milchfett Flavour	Schlagobers
Milchsüß Flavour	Frische Milch
Gekochte Milch Flavour	Gekochte Milch
Butter-Flavour	Butter
Nuss-Flavour	Haselnüsse
Pilz-Flavour	Standartisierte Pilzgeruch-Riechprobe
Textur/ Mundgefühl	
Härte/ Festigkeit (Mund)	Verschiedene Bergkäse
Härte/ Festigkeit (Hand)	Verschiedene Bergkäse
Gummiartig (Mund)	Verschiedene industriell produzierte Bergkäse
Gummiartig (Hand)	Verschiedene industriell produzierte Bergkäse
Körnigkeit	Verschiedene Bergkäse
Mundbelag	Schlagobers
Nachgeschmack	
Bergkäse Nachgeschmack	Verschiedene Bergkäse

3.5 Chemische Analyse

3.5.1 Trockensubstanzgehalt und Wassergehalt

3.5.1.1 Prinzip

Die Probe wird bis zur Massenkonzanz gefriergetrocknet und der Gewichtsunterschied, welcher auf der Verdunstung von Wasser und anderen flüchtigen Substanzen beruht ermittelt. Der Rückstand entspricht der Trockensubstanz (TS) der Probe. Die Differenz zur frischen Substanz wird als Wassergehalt bezeichnet. [GAMSJÄGER 1995]

3.5.1.2 Geräte & Materialien

- Petrischalen
- Analytische Waage
- Gefriertrockner (- 40°C)

3.5.1.3 Durchführung

In der Vorbereitung wurden die Käse mittels Reibe und Messer zerkleinert. Anschließend wurden etwa 30 g Käse eingewogen und die Proben 4 Tage lang im Gefriertrockner bei - 40°C getrocknet. Dann wurde die Auswaage ermittelt und die Berechnung durchgeführt. Alle Proben wurden im Doppelansatz analysiert.

3.5.1.4 Berechnung

$$TS [\%] = (m_2 - m_0) / m_1 * 100$$

TS Trockensubstanz

m_0 Masse der Petrischale

m_1 Masse der Einwaage

m_2 Masse der getrockneten Käse inklusive Petrischale

$$H_2O [\%] = 100 - TS [\%]$$

H_2O Wassergehalt

TS Trockensubstanz

3.5.2 Fettgehalt und Wassergehalt in der fettfreien Substanz

3.5.2.1 Prinzip

Die wasserfreie Probe wurde mit einem Lösungsmittel extrahiert und danach der lösungsmittelfreie, trockene Rückstand gravimetrisch bestimmt. Daraus werden der Fettgehalt in der Trockensubstanz (F.i.T.) und der absolute Fettgehalt errechnet. Die Differenz zwischen 100 und dem absoluten Fettgehalt wird als fettfreie Substanz (ffS) bezeichnet. Des Weiteren wird der Wassergehalt in der fettfreien Substanz (Wff) ermittelt, welcher negativ mit der Härte korreliert und in Österreich zur Einteilung der Käse verwendet wird. [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007] Außerdem stellt dieser Parameter Zusammen mit dem Salz im Wasser-Wert (SW-Wert) einen guten Indikator dar um das Reifungspotential eines jungen Käses zu beurteilen. [HILL 2007]

3.5.2.2 Geräte & Materialien

- Accelerated Solvent Extractor (ASE[®]) - ASE100 von Dionex
- Rundkolben
- Analytische Waage
- Korkringe
- Trockenschrank
- Rotavapor mit Zubehör
- Watte und Küchenrolle
- Glasschalen

3.5.2.3 Einstellungen des ASE[®]

- Temperatur während der Extraktion: 125°C
- Druck während der Extraktion: 100bar
- Aufheizzeit: 6 min
- Extraktionszeit: 2 min
- Lösungsmittelmenge: 100% = 30ml Petrolether/ Probe
- Spülzeit mit Stickstoff: 60 sek
- Durchgänge: 2

3.5.2.4 Durchführung

Etwa 5 g der Trockensubstanz der Proben wurden in Glasschalen eingewogen. In die Metalextraktionszelle wurden zuerst etwas Küchenrolle und Watte mittels eines Stößels in die Zelle gestopft. Anschließend wurde der gesamte Inhalt der Glasschale mittels eines Trichters in die Zelle überführt. Danach wurde die Glasschale mit Küchenrolle ausgewischt, welche ebenfalls in die Zelle kam. Zum Schluss wurden wieder eine Schicht Watte und eine Schicht Küchenrolle in die Zelle gestopft. Anschließend wurde diese zur Extraktion in die ASE[®] eingehängt und die Extraktion durchgeführt. Der in der Sammelflasche befindliche Extrakt, sowie etwaige sich in der Abfallflasche befindliche Reste wurden in Rundkolben überführt. Diese wurden an den Rotavapor angeschlossen und der Petrolether abgedampft. Danach wurden die Kolben mit Stickstoff begast um die letzten Reste des Ethers zu entfernen. Der Kolben wurde anschließend für 10 min bei 100°C im Trockenschrank nachgetrocknet. Nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur wurde der Kolben ausgewogen. Die Bestimmung wurde mit allen Proben einfach durchgeführt.

3.5.2.5 Berechnung

$$\text{F.i.T. [\%]} = (m_2 - m_0) / m_1 * 100$$

m_0 Masse des Rundkolbens

m_1 Masse der Einwaage

m_2 Masse des extrahierten Fettes inklusive Rundkolben nach der Trocknung

$$F [\%] = \text{F.i.T. [\%]} / \text{TS [\%]}$$

F absoluter Fettgehalt

F.i.T. Fett in der Trockensubstanz

TS Trockensubstanz

$$\text{ffS [\%]} = 100 - F [\%]$$

ffS fettfreie Substanz

F absoluter Fettgehalt

$$\text{Wff [\%]} = \text{H}_2\text{O [\%]} / \text{ffS [\%]} * 100$$

Wff Wasser in fettfreier Trockensubstanz

ffS fettfreie Substanz

3.5.3 Fettsäuremuster

3.5.3.1 Prinzip

Die Fettsäuren werden durch Umesterung in Methylester umgewandelt und in dieser Form in den Gaschromatographen eingespritzt. Dieser trennt die Fettsäuremethylester nach Kettenlänge und Sättigungsgrad auf, wobei anhand der Retentionszeit und entsprechenden Standards eine Identifizierung der Fettsäuren durchgeführt werden kann. Anhand der Fläche unter dem Peak kann auf ihren Anteil am Gesamtfett rückgeschlossen werden. [EDER 1995] Mit Hilfe des Fettgehaltes wird auf den Absolutgehalt der Fettsäuren im Käse rückgerechnet, wobei die Masse des Cholesterins nicht berücksichtigt wurde.

3.5.3.2 Geräte & Materialien

- Gaschromatograph mit FID
- Analytische Waage
- Ultraschallbad
- Wasserbad (100°C)
- Rüttler
- Glasflaschen
- Pyrexröhrchen
- kleine braune Glasfläschchen
- Eis
- NaOH
- BHT
- BF₃-Lösung
- Hexan
- N₂ zum Begasen

3.5.3.3 Einstellungen des Gaschromatographen

- Run Time: 38,24 min
- Temperaturprogramm:
- Initialtemperatur: 90°C – Hold 0min
 - Ramp 1: 13°C/min bis 155°C – Hold 0 min
 - Ramp 2: 5°C/min bis 175°C – Hold 12 min
 - Ramp 3: 2,9°C/min bis 225°C – Hold 0 min
- Injektionsvolumen: 1 µl; Splitratio 1:20
- Trägergas: Helium
- Druck 12,5 PSI
- FID: Gasflow:

- H₂: 45 ml/min
- synthetische Luft: 450 ml/min
- Säule:
 - 30m
 - Innendurchmesser: 0,25 mm
 - Außenmaterial: Biscyanopropyl (90%)
 - Beschichtung: Phenylcyanopropylpolysiloxan (10%)
 - Höhe der Beschichtung: 0,2 µm

3.5.3.4 Durchführung

Zunächst wurde methanolische NaOH aus 1 g NaOH und 50 ml Methanol mithilfe von 3 mg BHT hergestellt. Alle 3 Komponenten wurden in eine Flasche überführt und diese 45 min ins Ultraschallbad gestellt.

Dann wurden 20 µl des extrahierten Fettes und 1 ml methanolische NaOH in ein Pyrexröhrchen gegeben. Diese wurden sofort kurz mit dem Vortex gemischt und anschließend 10 Minuten ins Ultraschallbad gestellt. Hinterher wurden die Pyrexröhrchen 5 Minuten im Wasserbad bei 100°C gekocht. Daraufhin wurden sie 5 Minuten im Eis abgekühlt. In die ausgekühlten Röhrchen wurde je 1 ml BF₃-Lösung zugefügt und die Röhrchen erneut 5 Minuten gekocht und 5 Minuten im Eis gekühlt. Es folgte 4 Mal eine Zugabe von 500 µl Hexan mit anschließendem Rütteln von je 5 Minuten bei 700 rpm. Dann wurde die Hexanphase abgenommen und in kleine braune Glasfläschchen überführt. Diese wurden kurz mit N₂ begast und anschließend bei - 80°C eingefroren. Alle Proben wurden im Doppelansatz in Methylester überführt und diese bei der eigentlichen Gaschromatographie eine Woche später analysiert.

Um den tatsächlichen ernährungsphysiologischen Wert des Fettsäuremusters der Käse festzustellen wurde vom durchschnittlichen Österreichischen Käsekonsum (19 kg/Jahr = 52 g/Tag) eines Erwachsenen und einem durchschnittlichen Energiebedarf von 2.500 kcal/Tag ausgegangen. [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELMINISTERIUM - ABTEILUNG FÜR ÖFFENTLICHKEITSARBEIT 2010]

3.5.3.5 Berechnung

$$FSME_n [\%] = x_{n1} / \Sigma_{xn}$$

$FSME_n$ g Methylester der jeweiligen FS / 100 g Fettsäuremethylester gesamt

x_{n1} Fläche unter dem Peak der Fettsäure

Σ_{xn} Summe aller Flächen unter den Peaks der Fettsäuren

$$FS [mg/100g \text{ Käse}] = FSME_n [\%] * F [\%] * 10$$

FS Gehalt der Fettsäure in 100 g Käse

FS_n g Fettsäure / 100 g Methylester

F absoluter Fettgehalt

$$FS_{52} [g] = FS [mg/100g \text{ Käse}] * 0,52 / 1.000$$

FS_{52} Gehalt der Fettsäure in 52 g Käse (= Ø Käsekonsum in Österreich/Tag)

FS Gehalt der Fettsäure in 100 g Käse

$$E_{FS-52} [kcal] = FS_{52} [g] * 8,9$$

E_{FS-52} Energiegehalt der Fettsäure / 52 g Käse

FS_{52} Gehalt der Fettsäure in 52 g Käse

$$E_{FS} [\%] = E_{FS-52} [kcal] / 2.500 [kcal] * 100$$

E_{FS} Anteil des Energiegehalts von 2.500

E_{FS-52} Energiegehalt der Fettsäure/ 52 g Käse

2.500 täglicher Energiebedarf eines Ø-Erwachsenen mit 75 kg KG

3.5.4 Kochsalzgehalt und Salz in Wasser –Wert (SW-Wert)

3.5.4.1 Prinzip

Es wurde die Fällungstitrations nach Mohr angewendet. Der Kochsalzgehalt entspricht dem Cl^- Gehalt einer Probe. In die gelöste Probe wird Kaliumchromat als Indikator gegeben. Anschließend wird darauf Silbernitrat titriert. Solange in der Lösung freie Cl^- - Ionen vorliegen bildet sich dabei farbloses Silberchlorid. Wenn keine freien Cl^- - Ionen mehr vorhanden sind bildet sich bräunliches Silberchromat, durch welches der Umschlagspunkt erkannt werden kann. [JANDER 1995] Außerdem wird noch auf den SW-Wert rückgerechnet, welcher einen besseren Index für den Einfluss des Salzes auf die Reifung darstellt als der absolute Salzgehalt. Er stellt außerdem eine prinzipielle Bestimmungsgröße für den a_w -Wert dar. [HILL 2007]

3.5.4.2 Geräte & Materialien

- Trockensubstanz der Probe
- Silbernitratlösung (AgNO_3 0,1N)
- Kaliumchromatlösung (K_2CrO_4 5%ig)
- Destilliertes Wasser
- Analytische Waage
- Erlenmeyerkolbe (100ml)
- Magnetrührer
- Heizplatte
- Bürette

3.5.4.3 Durchführung

Etwa 1,5 g der gefriergetrockneten Proben wurden in Erlenmeyerkolben eingewogen und 20 ml destilliertes Wasser hinzugegeben. Anschließend werden die Proben auf der Heizplatte mit einem Magnetrührer solange erhitzt, bis das Material vollständig gelöst ist. In der Folge werden die Kolben unter fließendem Wasser abgekühlt und hernach 15 Tropfen Indikatorlösung zugegeben, was eine Gelbfärbung der Lösung zur Folge hat. Dann wird mit 0,1 N Silbernitrat bis zum Umschlagspunkt titriert. Alle Proben wurden im Doppelansatz bestimmt.

3.5.4.4 Berechnung

$$\text{Probe}_{\text{feucht}}[\text{mg}] = \text{TS} [\text{mg}] / \% \text{ der TS} * 100$$

TS Trockensubstanz

$$1\text{ml } 0,1\text{N } \text{AgNO}_3 \rightarrow 0,1\text{mmol } \text{Cl}^- \rightarrow 0,1\text{mmol } \text{NaCl} \rightarrow 5,844\text{mg}$$

$$\text{NaCl} [\text{mg}] = \text{verbrauchte } \text{AgNO}_3[\text{ml}] * 5,844$$

$$\text{NaCl [\%]} = \text{NaCl [mg]} / \text{Probe}_{\text{feucht}}[\text{mg}] * 100$$

$$\text{SW [\%]} = \text{NaCl [\%]} / (100 - \text{TS [\%]}) * 100$$

SW Salz in Wasser

NaCl absoluter Salzgehalt

3.5.5 pH-Wert

3.5.5.1 Prinzip

Die Ermittlung des pH-Wertes erfolgte mit einer Einstichelektrode.

3.5.5.2 Geräte & Materialien

- Becherglas
- Testo 206 von Testo AG
- pH2-Sondenkopf für zähplastische Medien:
- Fühlerkopf pH-Elektrode /NTC

3.5.5.3 Durchführung

Der geriebene Käse wird in ein Becherglas leicht eingepresst. Die Ermittlung des pH-Wertes erfolgte mit einer Einstichelektrode bei Raumtemperatur (21°C).

3.6 Beurteilung der rheologischen Eigenschaften

Rheologische Eigenschaften des Produkten sind texturbezogene Eigenschaften und werden mit standardisierten Geräten ermittelt.

Rheologie ist das Studium vom Zusammenhang zwischen Kraft, welche auf das Material einwirkt und der darauffolgenden Verformung des Materials als eine Funktion der Zeit. Um vergleichbare Werte zu erhalten, muss in Kraft pro Fläche rückgerechnet werden und die Verformung in Relation mit der relevanten Größe des Materiales gesetzt werden. [VAN VLIET 1999]

Die Beurteilung der rheologischen Eigenschaften des Käses wurde mittels Texturprofilanalyse durchgeführt.

3.6.1 Prinzip

Die Texturprofilanalyse zählt zu den imitativen Testverfahren, bei welchen der Vorgang des Kauens nachgeahmt wird. Der Widerstand des Materials gegen die Verformung wird in einem Zwei-Biss-Zyklus überwacht, wobei bestimmte Werte sensorischen Eigenschaften entsprechen. [ROSENTHAL 1999]

3.6.2 Geräte, Materialien & Einstellungen

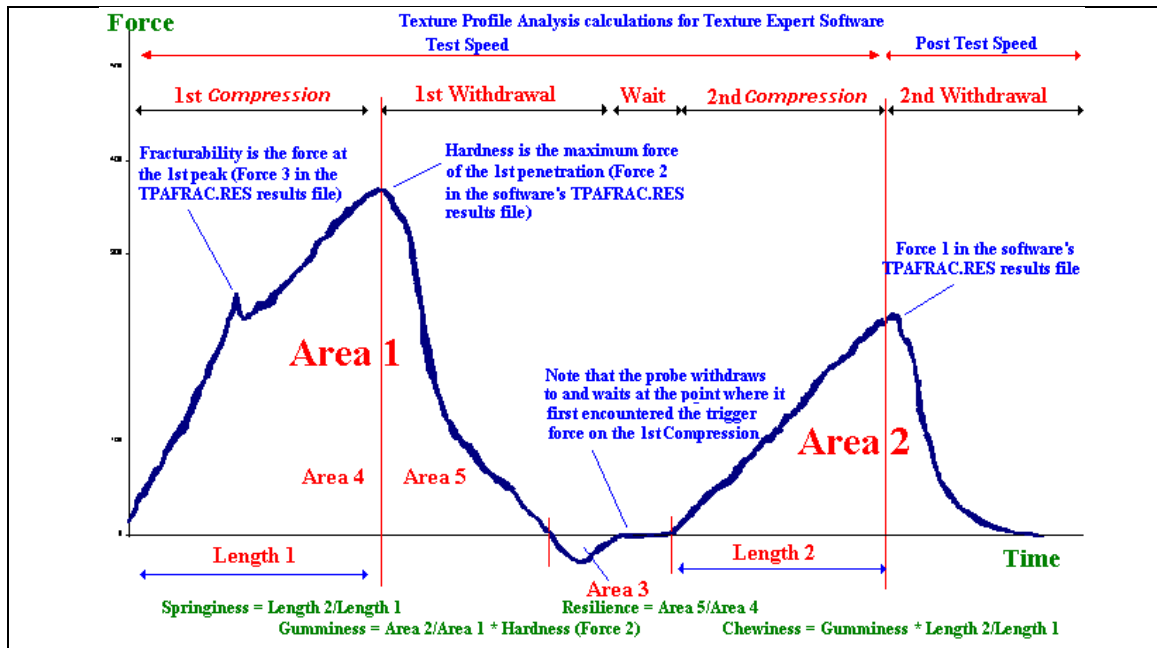
- TAXTplus von Stable Micro Systems
- 50N Kraftmessdose
- Flacher Stempel mit Durchmesser 100mm (SMS/P100)
- Testgeschwindigkeit: 1 mm/sek
- Kompression: 50%
- Pause zwischen den 2 Durchgängen: 3 sek

3.6.3 Durchführung

Zur Vorbereitung wurden die Käse in 2 cm x 2 cm x 2 cm große Würfel geschnitten und durch Lagerung in geschlossenen kleinen Behältern in etwa ein bis zwei Stunden auf Raumtemperatur (21°C) gebracht, bei welcher die rheologischen Untersuchungen durchgeführt wurden. Die Genauigkeit bei der Probengröße stellte dabei ein Problem dar, weil sich alle Käse aufgrund ihrer Elastizität und Klebrigkeit während des Schneidens verformten. Alle Sorten verformten sich beim Schneiden etwa gleichstark. Außerdem wurden massive Unterschiede in der Festigkeit zwischen mittigeren Käsestücken und randnäheren Käsestücken festgestellt, obwohl bei den Probestücken ein Mindestabstand von 1,5 cm zur Rinde eingehalten wurde. Um den daraus entstehenden Fehler so gering wie möglich zu machen wurde die Kompression auf 50% eingestellt. Zur Auswertung wurde die Software Texture Expert Version 1.22_de für Windows 98 verwendet.

3.6.4 Auswertung und Berechnung

Die Analyse der Parameter erfolgte laut der Vorgabe in der Software, welche in Abbildung 3.3 dargestellt ist. Die Definitionen wurden vom Programm Texture Expert Software der Firma Stable Micro Systems übernommen.



Hardness = Härte	The hardness value is the peak force of the first compression of the product. The hardness need not occur at the point of deepest compression, although it typically does for most products.
Cohesiveness = Kohäsivität	Cohesiveness is how well the product withstands a second deformation relative to how it behaved under the first deformation. It is measured as the area of work during the second compression divided by the area of work during the first compression. (Refer to Area 2/Area 1 in the below graph).
Springiness = Elastizität	Springiness is how well a product physically springs back after it has been deformed during the first compression. The springback is measured at the downstroke of the second compression, so the wait time between two strokes can be relatively important. In some cases an excessively long wait time will allow a product to springback more than it might under the conditions being researched (eg you would not wait 60 seconds between chews). Springiness is measured several ways, but most typically, by the distance of the detected height of the product on the second compression (Length 2 on the below graph), as divided by the original compression distance (Length 1). The original definition of springiness used the Length 2 only, and the units were in mm or other units of distance. We do not subscribe to that original description of springiness since the springiness value can only be compared among products which are identical in their original shape & height. Many TPA users compress their products a % strain, and for those applications a pure distance value (rather than a ratio) is too heavily influenced by the height of the sample. By expressing springiness as a ratio of its original height, comparisons can be made between a more broad set of samples and products.
Gumminess = Gummiartige Textur	Gumminess only applies to semi-solid products and is Hardness *Cohesiveness (which is Area 2/Area1). Gumminess is mutually exclusive with Chewiness since a product would not be both a semi-solid and a solid at the same time.

Abbildung 3.3 Auswertung der Textur Profil Analyse [STABLE MICRO SYSTEMS o. J.]

Härte = Maximaler Widerstand der Probe bei der ersten Penetration – rückgerechnet in $[\text{kg}/\text{m}^2]$

Kohäsivität = Fläche 2 / Fläche 1

Adhäsivität = Fläche 3

Elastizität = Länge 2 / Länge 1

Gummiartige Textur = Fläche 2 / Fläche 1 x Härte

3.6.5 Auswertung der Messdaten und statistische Analyse

Sämtliche Berechnungen wurden mit Microsoft Office Excel 2007 durchgeführt. Für statistische Analyse wurde IBM SPSS Statistics 19 verwendet. Zur Feststellung signifikanter Unterschiede bei der Quantitativen Deskriptiven Analyse wurde ein oneway ANOVA (Analysis of Variances) mit dem post hoc Test Tamhane T2 durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde stets auf $\alpha=0,05$ festgesetzt. Zur Feststellung von Korrelationen zwischen den Attributen wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson ermittelt, wobei für Korrelationen innerhalb der QDA die Einzelwerte sämtlicher Panelisten berücksichtigt wurden. Da bei den chemischen Analysen und der rheologischen Analyse nicht so viele Einzel-Ergebniswerte ermittelt wurden, wurden bei der Untersuchung der Korrelationen zwischen diesen und der QDA auf die jeweiligen Mittelwerte zurückgegriffen. Das Signifikanzniveau wurde auch bei der Ermittlung der Korrelationen auf $\alpha=0,05$ festgesetzt. Bei den rheologischen Untersuchungen wurde ebenfalls ein oneway ANOVA mit dem post hoc test Tamhane 2 zur Feststellung signifikanter Unterschiede durchgeführt. Sämtliche statistischen Analysen sind im Anhang dargestellt.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Sensorische Analyse der Käse

4.1.1 Aussehen

4.1.1.1 Aussehen der Käse 1 - 4

In Hinblick auf die Optik wurde beim Referenzkäse (Käse 1, gelb) sowohl die Intensität der gelben Farbe als auch die Helligkeit am Höchsten bewertet (6,95; 7,09). An zweiter Stelle folgte bei beiden Attributen Käse 3 (6,86; 5,50), gefolgt von Käse 2 (4,64; 4,82). Käse 4 zeigte bei den oben erwähnten Attributen die geringste Ausprägung (3,45; 4,36). Bei der Intensität der Farbe Gelb waren die Unterschiede zum Referenzkäse bei den Käsen 2 und 4 signifikant. Bei der Helligkeit unterschieden sich alle 3 PDO Käse signifikant vom Referenzkäse ($p < 0,05$). Abbildung 4.1 zeigt die Ausprägung der Attribute. Die Intensität der Farbe Gelb und die Helligkeit korrelierten miteinander ($R = 0,419$).

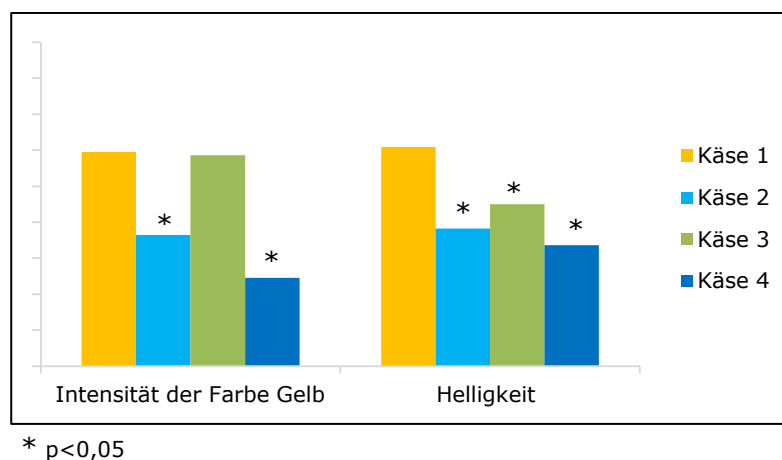


Abbildung 4.1 Aussehen der Käse 1 - 4

4.1.1.2 Aussehen von Käse 5

Beim zehn Monate alten Käse 5 war die Intensität der Farbe Gelb signifikant höher als bei Käse 4. (Käse 4: 3,45; Käse 5: 5,18). Bei der Helligkeit wies Käse 5 ebenfalls einen höheren Wert auf, jedoch war der Unterschied nicht statistisch signifikant (Käse 4: 4,36; Käse 5: 6,59). Abbildung 4.2 zeigt die Ausprägung der Attribute. Die Intensität und die Helligkeit der Farbe korrelierten miteinander ($R = 0,578$).

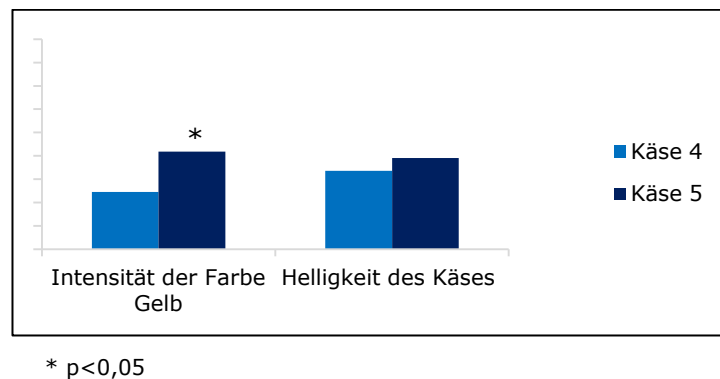


Abbildung 4.2 Aussehen der Käse 4 & 5

4.1.1.3 Aussehen von Käse 6

Beim vollfetten Käse 6 war die Intensität der Farbe Gelb niedriger als bei Käse 4 (Käse 4: 3,45; Käse 6: 2,91). Hingegen bei der Helligkeit wies Käse 6 einen höheren Wert auf (Käse 4: 4,36; Käse 6: 4,91). Allerdings war bei beiden Attributen der Unterschied nicht signifikant. Abbildung 4.3 zeigt die Ausprägung der Attribute. Die Intensität und die Helligkeit der Farbe korrelierten miteinander ($R = 0,367$).

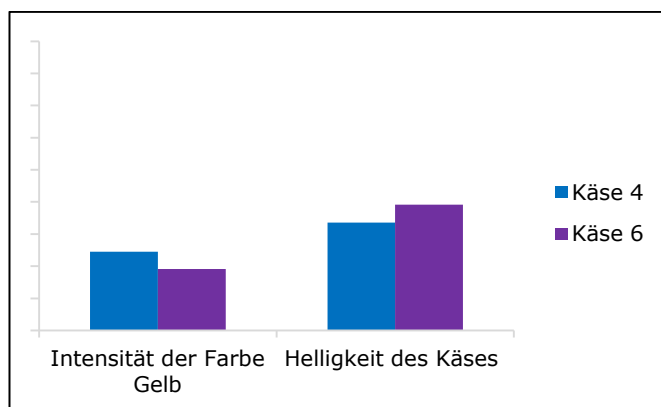


Abbildung 4.3 Aussehen der Käse 4 & 6

4.1.2 Geruch

4.1.2.1 Geruch der Käse 1 – 4

Sowohl beim allgemeinen (5,95) als auch bei Bergkäse- (4,86) sowie bei süßlichen - (2,82), bei Pilz- (1,91), bei ranzig (1,91) und beim animalischen Geruch (2,68) zeigte der Referenzkäse die geringste Ausprägung. Signifikant waren dabei der Unterschied bei Bergkäse und Pilz Geruch zu Käse 3 sowie der Unterschied bei animalisch zu Käse 2.

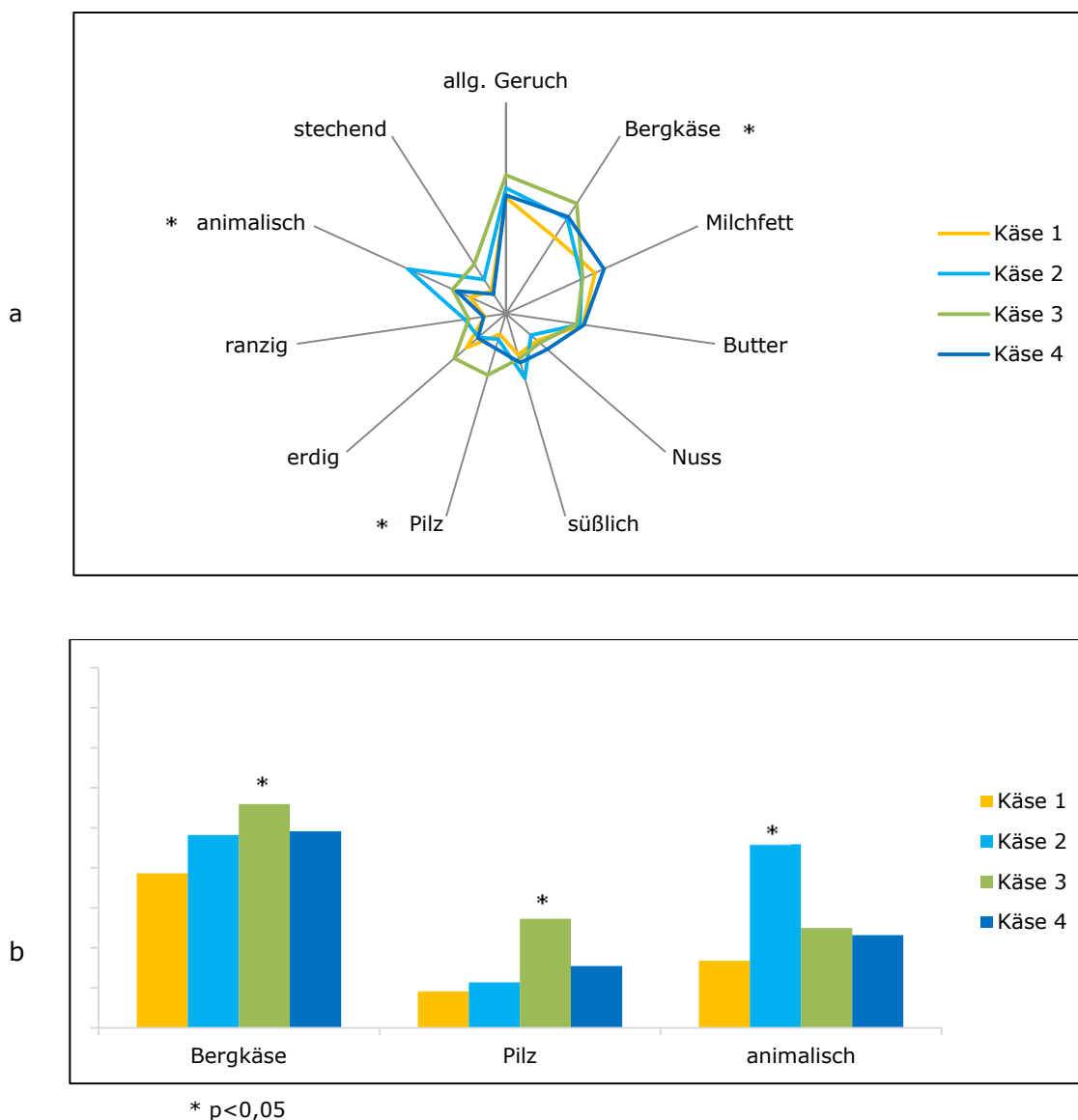


Abbildung 4.4

a) Geruchsprofil

b) Attribute mit signifikantem Unterschied zum Referenzkäse

Das Aroma von Käse 2 mit dem allgemeine Bergkäsegeruch von 5,82 zeigte die am deutlichsten ausgeprägte süßliche Note (3,86) und animalische Note (5,59). Der Käse 3 wies sowohl bei Bergkäse (6,59) als auch bei Pilz (3,73) und bei erdigen Geruch (3,91) die höchsten Intensitäten der untersuchten vier Käse auf, was sich auch in der größten Ausprägung des allgemeinen Geruchs (6,91) widerspiegelt. Käse 4 hatte unter den untersuchten vier Käsen den intensivsten Butter- (4,36), Nuss- (3,32) und Milchfett-(5,59) Geruch. Die Intensität der Bergkäse-Note betrug 5,91 und war mit Käse 2 vergleichbar. In Abbildung 4.4a ist das Geruchsprofil der untersuchten Käse dargestellt, in Abbildung 4.4b die Attribute, bei denen ein signifikanter Unterschied zum Referenzprodukt nachgewiesen wurde.

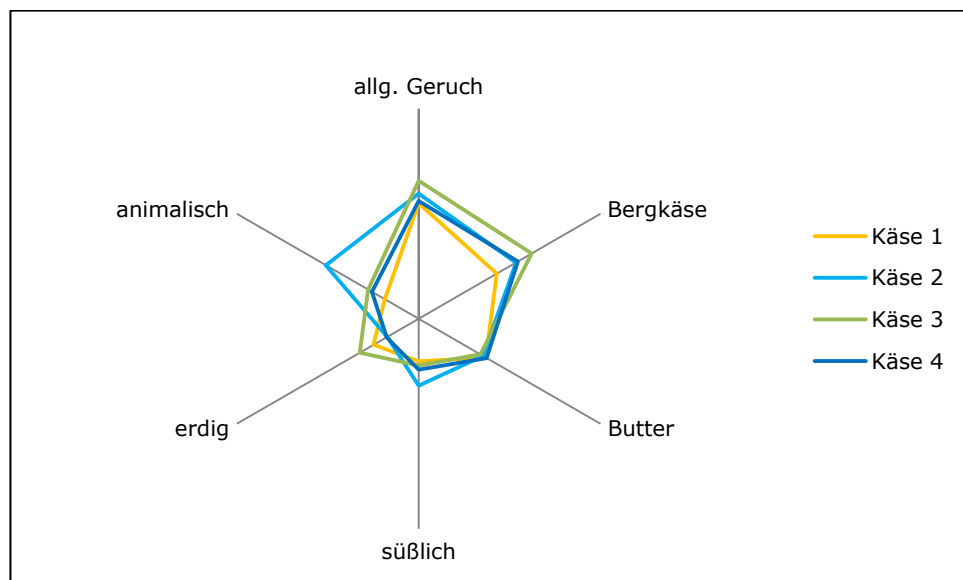


Abbildung 4.5 Attribute, die mit dem allgemeinen Geruch korrelieren

Der allgemeine Geruch korrelierte stark mit der Bergkäse-Note ($R = 0,774$), weniger stark auch mit dem Butter- ($R = 0,267$), dem süßlichen ($R = 0,261$), dem erdigen ($R = 0,217$) und dem animalischen Geruch ($R = 0,337$) (Abbildung 4.5).

4.1.2.2 Geruch von Käse 5

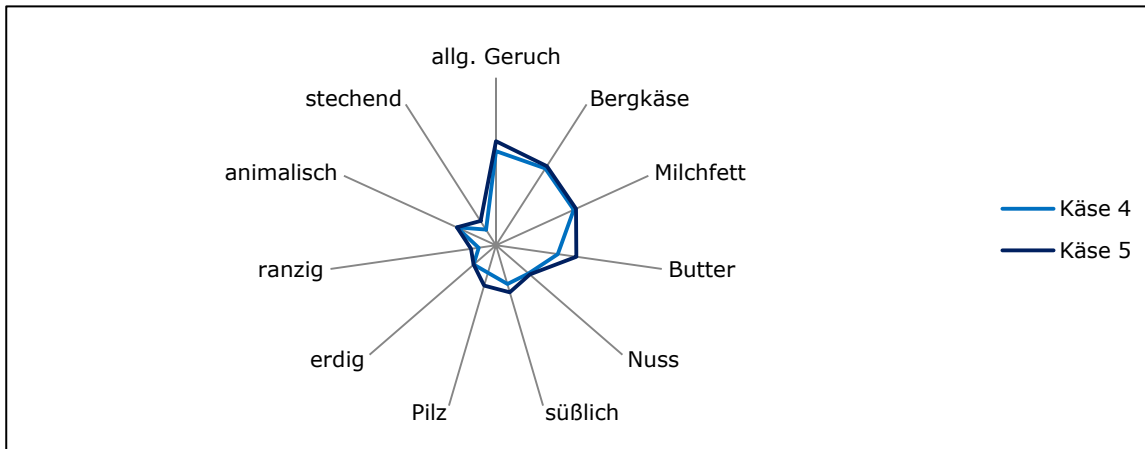


Abbildung 4.6 Geruchsprofil der Käse 4 & 5

Käse 5 wies bei allen Geruchsattributen außer bei erdig und animalisch eine höhere Intensität als Käse 4 auf, jedoch waren die Unterschiede nicht signifikant. Bei den Attributen erdig und animalisch war die Ausprägung gleichgroß (allgemein_{Käse 4}: 6,05; allgemein_{Käse 5}: 6,59; Bergkäse_{Käse 4}: 5,91; Bergkäse_{Käse 5}: 6,05; Milchfett_{Käse 4}: 5,59; Milchfett_{Käse 5}: 5,73; Butter_{Käse 4}: 4,36; Butter_{Käse 5}: 5,36; Nuss_{Käse 4}: 3,32; Nuss_{Käse 5}: 3,41; süßlich_{Käse 4}: 3,18; süßlich_{Käse 5}: 3,64; Pilz_{Käse 4}: 2,55; Pilz_{Käse 5}: 3,27; erdig_{Käse 4}: 2,59; erdig_{Käse 5}: 2,59; ranzig_{Käse 4}: 1,95; ranzig_{Käse 5}: 2,36; animalisch_{Käse 4}: 3,32; animalisch_{Käse 5}: 3,32; stechend_{Käse 4}: 2,00; stechend_{Käse 5}: 2,55). In Abbildung 4.6 sind die Geruchsprofile der Käse 4 und 5 dargestellt.

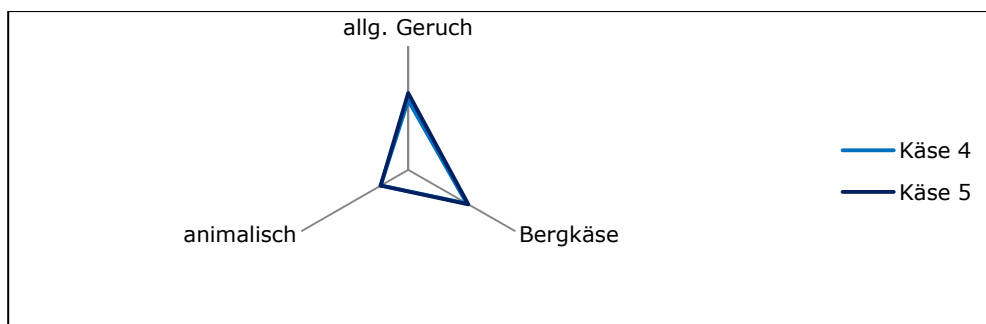


Abbildung 4.7 Attribute, die bei Käse 4 & 5 mit dem allg. Geruch korreliert haben

Der Bergkäsegeruch und der animalische Geruch haben mit dem allgemeinen Geruch korreliert ($R = \text{Bergkäse: } 0,702; \text{ animalisch: } 0,321$) (Abbildung 4.7).

4.1.2.3 Geruch von Käse 6

Käse 6 wies bei den Geruchsattributen allgemeiner Geruch, Bergkäse, Butter, Nuss, Pilz, erdig, ranzig und animalisch eine geringere Intensität als Käse 4 auf, jedoch waren die Unterschiede nicht statistisch signifikant. Beim Attribut Milchfett wies Käse 6 eine statistisch signifikant höhere Intensität auf als Käse 4. Der süßliche und der stechende Geruch waren ebenfalls intensiver ausgeprägt als bei Käse 4 jedoch waren die Unterschiede nicht signifikant (Geruch von Käse 6: allgemein: 5,32; Bergkäse: 5,27; Milchfett: 6,59; Butter: 4,32; Nuss: 3,05; süßlich: 3,41; Pilz: 2,36; erdig: 2,09; ranzig: 1,91; animalisch: 2,95; stechend: 2,45). In Abbildung 4.8 sind die Geruchsprofile der Käse 4 und 6 dargestellt.

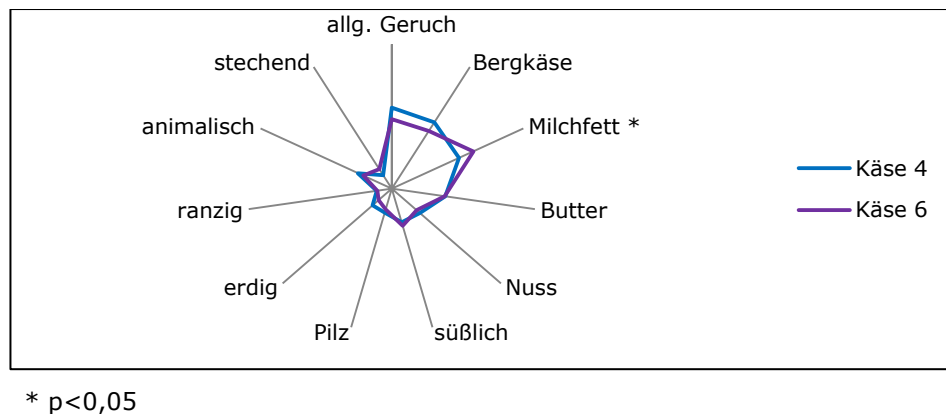


Abbildung 4.8 Geruchsprofil der Käse 4 & 6

Der Bergkäsegeruch, der Pilzgeruch und der animalische Geruch haben mit dem allgemeinen Geruch korreliert ($R = \text{Bergkäse: } 0,664; \text{ Pilz: } 0,382; \text{ animalisch: } 0,360$) (Abbildung 4.9).

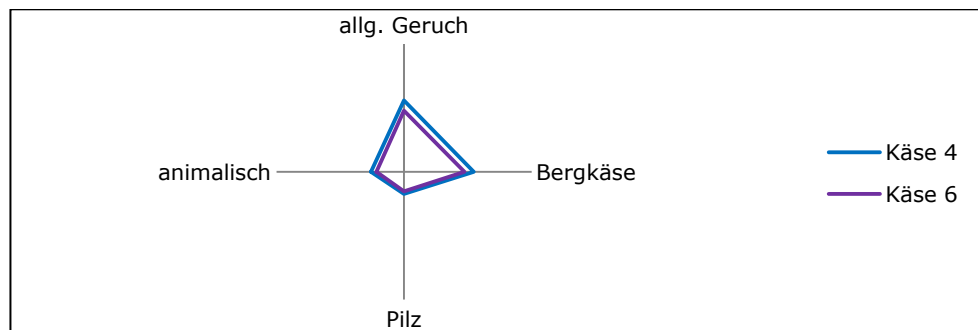


Abbildung 4.9 Attribute die bei Käse 4 & 6 mit dem allg. Geruch korreliert haben

4.1.3 Geschmack und Flavour

4.1.3.1 Geschmack und Flavour der Käse 1 – 4

In Hinsicht auf die fünf Grundgeschmacksarten waren die Unterschiede zwischen den PDO-Käsen (Käse 2 - 4) und dem Referenzkäse (Käse 1) nicht signifikant, jedoch zeigte der Referenzkäse bei den Attributen süß (2,82), bitter (2,45) und umami (3,95) die geringsten Ausprägungen. Im Gegensatz dazu war der salzige Geschmack am Höchsten ausgeprägt (4,09). Der saure Geschmack war bei allen Käsen etwa gleichintensiv ausgeprägt (Käse 1: 3,45).

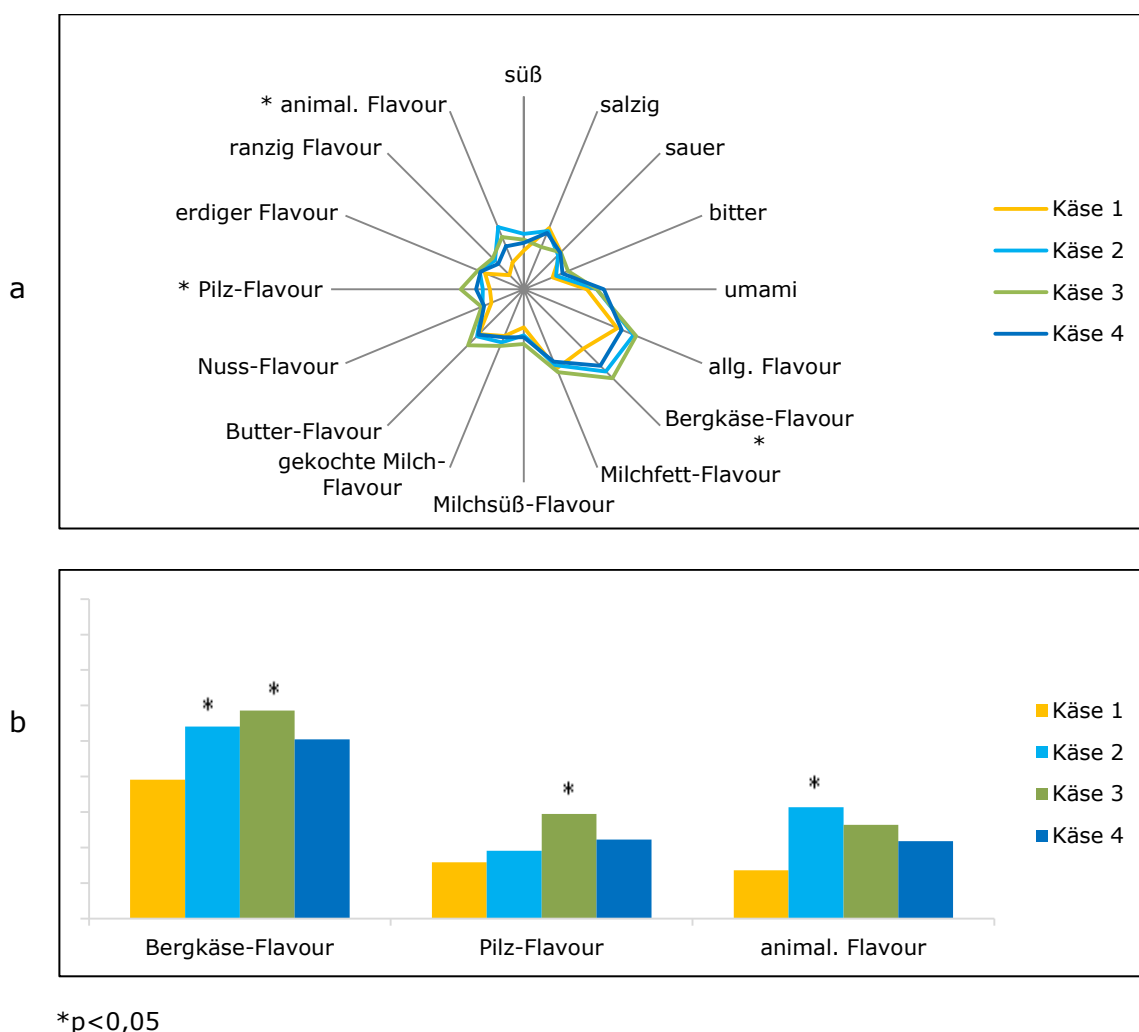


Abbildung 4.10

a) Geschmacks- und Flavourprofil der Käse 1 - 4

b) Attribute mit signifikantem Unterschied zum Referenzkäse

Käse 2 wies beim süßen Geschmack (3,59) die intensivste Ausprägung auf, ansonsten waren die Intensitäten der Grundgeschmacksrichtungen bei den

untersuchten Käse vergleichbar (süß_{Käse 3}: 3,32; süß_{Käse 4}: 3,18), Beim salzigen Geschmack wies Käse 3 die geringste Intensität auf während die anderen untersuchten Käse vergleichbar waren (salzig_{Käse 2}: 3,95; salzig_{Käse 3}: 3,14; salzig_{Käse 4}: 3,86). Der saure Geschmack war bei allen untersuchten Käsen ähnlich (sauer_{Käse 2}: 3,27; sauer_{Käse 3}: 3,45, sauer_{Käse 4}: 3,41). Käse 4 wies einen etwas höheren umami Geschmack auf als die anderen PDO-Käse (umami_{Käse 2}: 4,41; umami_{Käse 3}: 4,41; umami_{Käse 4}: 4,73). Keiner der Unterschiede war signifikant.

Beim Flavour hatte der Referenzkäse verglichen mit den PDO-Käsen in fast allen Attributen die niedrigste Ausprägung (allgemeiner Flavour: 5,73; Bergkäse Flavour: 4,91; Milchsüß Flavour: 2,77; gekochte Milch Flavour: 3,36; Butter Flavour: 3,95; Nuss Flavour: 2,64; Pilz Flavour: 2,59; erdiger Flavour: 2,95; ranziger Flavour: 1,95; animalischer Flavour: 2,36). Dabei waren beim Bergkäse Flavour die Unterschiede zu den Käsen 2 und 3 statistisch signifikant. Beim Pilz Flavour war der Unterschied zu Käse 3 signifikant und beim animalischen Flavour der Unterschied zu Käse 2. Abbildung 4.10b zeigt die Attribute, in denen diese signifikanten Unterschiede festgestellt wurden. Der Milchfett Flavour des Referenzkäses (5,00) war durchschnittlich stark ausgeprägt.

Käse 2 hatte beim animalischen Flavour von allen untersuchten Bergkäsen die höchste Intensität. Die Ausprägung der anderen Flavour Attribute war mit den anderen PDO-Bergkäsen vergleichbar. Käse 3 hatte bei beinahe allen Flavour Attributen die intensivste Ausprägung, jedoch waren die Unterschiede zu den anderen PDO Käsen nicht signifikant. Der allgemeine und der Bergkäse Flavour waren bei Käse 4 etwas geringer ausgeprägt als bei Käse 2 und 3, jedoch die anderen Flavourattribute waren vergleichbar und kein Unterschied signifikant (allgemeiner Flavour_{Käse 2}: 6,55; allgemeiner Flavour_{Käse 3}: 6,68; allgemeiner Flavour_{Käse 4}: 5,95; Bergkäse Flavour_{Käse 2}: 6,41; Bergkäse Flavour_{Käse 3}: 6,86; Bergkäse Flavour_{Käse 4}: 6,05; Milchfett Flavour_{Käse 2}: 4,82; Milchfett Flavour_{Käse 3}: 5,18; Milchfett Flavour_{Käse 4}: 4,64; Milchsüß Flavour_{Käse 2}: 3,14; Milchsüß Flavour_{Käse 3}: 3,55; Milchsüß Flavour_{Käse 4}: 3,23; gekochte Milch Flavour_{Käse 2}: 3,68; gekochte Milch Flavour_{Käse 3}: 3,86; gekochte Milch Flavour_{Käse 4}: 3,41; Butter Flavour_{Käse 2}: 4,09; Butter Flavour_{Käse 3}: 4,68; Butter Flavour_{Käse 4}: 4,00; Nuss Flavour_{Käse 2}: 3,09; Nuss Flavour_{Käse 3}: 3,14; Nuss

Flavour_{Käse 4}: 3,00; Pilz Flavour_{Käse 2}: 2,91; Pilz Flavour_{Käse 3}: 3,95; Pilz Flavour_{Käse 4}: 3,23; erdiger Flavour_{Käse 2}: 3,23; erdiger Flavour_{Käse 3}: 3,32; erdiger Flavour_{Käse 4}: 3,18; ranziger Flavour_{Käse 2}: 2,91; ranzigen Flavour_{Käse 3}: 3,05; ranziger Flavour_{Käse 4}: 2,68; animalischer Flavour_{Käse 2}: 4,14; animalischer Flavour_{Käse 3}: 3,64; animalischer Flavour_{Käse 4}: 3,18). Abbildung 4.10a zeigt das Geschmacks- und Flavourprofil der untersuchten Käse. Wie auf den ersten Blick zu sehen ist trugen die Grundgeschmacksrichtungen nur wenig zum allgemeinen Flavour der Käse bei. Mit dem allgemeinen Flavour korrelierten der salzige Geschmack ($R = 0,211$), der umami Geschmack ($R = 0,452$) und am stärksten der Bergkäse Flavour ($R = 0,721$). Der süße Geschmack ($R = -0,304$), der Milchsüß Flavour ($R = -0,290$) und der ranzige Flavour ($R = -0,237$) korrelieren signifikant negativ mit dem allgemeinen Flavour. In Abbildung 4.11 sind nur die Attribute dargestellt, die signifikant mit dem allgemeinen Flavour korrelieren.

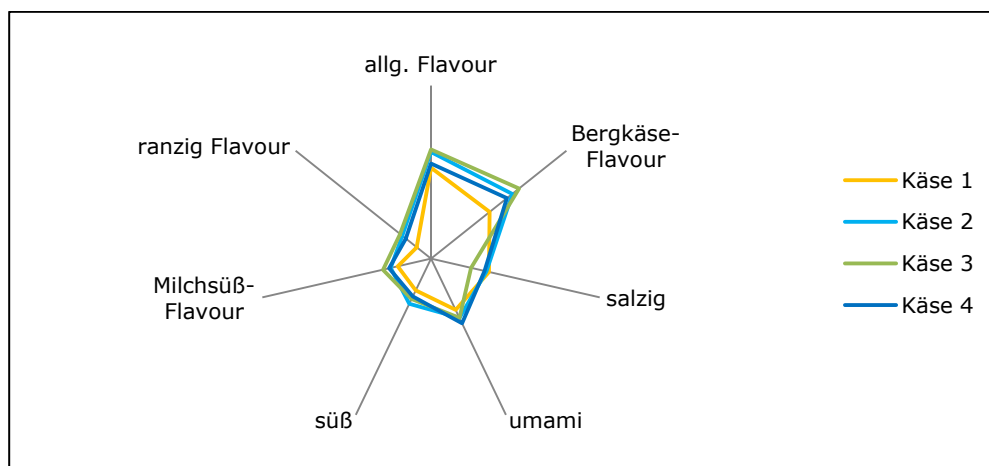


Abbildung 4.11 Attribute, die bei den Käse 1 – 4 mit dem allgemeinen Flavour korrelieren

4.1.3.2 Geschmack und Flavour von Käse 5

Bei sämtlichen Geschmacks- und Flavourattributen waren die Unterschiede zwischen Käse 4 und Käse 5 nicht statistisch signifikant.

In Hinsicht auf die Grundgeschmacksrichtungen hatte der 10 Monate alte Käse 5 außer beim salzigen Geschmack stets eine geringfügig niedrigere Ausprägung als Käse 4. Der salzige Geschmack war etwas stärker ausgeprägt als bei Käse 4 (Geschmack von Käse 5: süß: 2,58; salzig: 4,05; sauer: 3,23; bitter: 2,77; umami: 4,68).

Beim Flavour hatte Käse 5 verglichen mit Käse 4 in fast allen Attributen eine intensivere Ausprägung (allgemeiner Flavour: 6,77; Bergkäse Flavour: 6,50; MilCHFett Flavour: 5,27; Milchsüß Flavour: 3,27; Butter Flavour: 4,36; Nuss Flavour: 3,09; Pilz Flavour: 3,27; erdiger Flavour: 3,32; animalischer Flavour: 3,68). Nur der gekochte Milch Flavour und der ranzige Flavour waren weniger intensiv ausgeprägt als beim jüngeren Käse 4 (gekochte Milch Flavour: 2,55; ranziger Flavour: 2,59) (Abbildung 4.12).

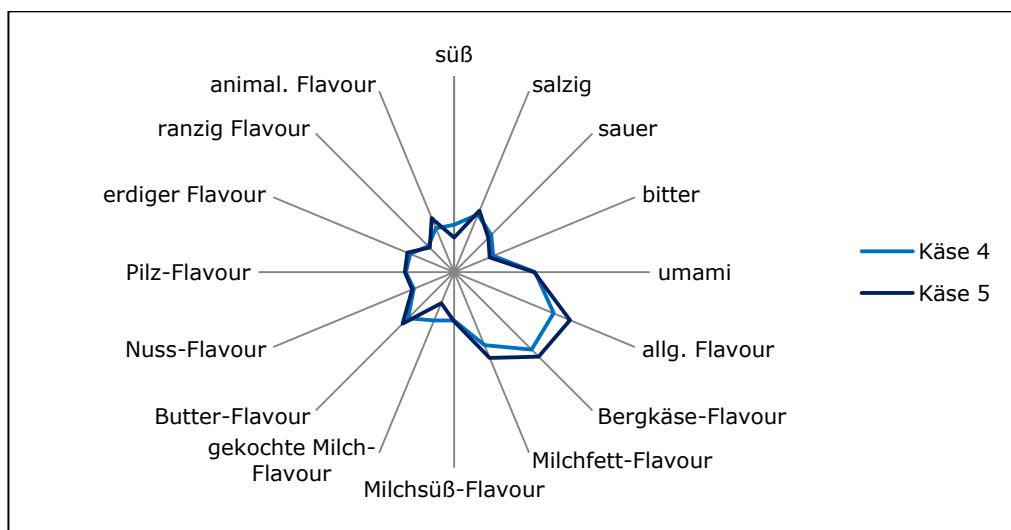


Abbildung 4.12 Geschmacks- und Flavourprofil der Käse 4 & 5

Mit dem allgemeinen Flavour haben der salzige Geschmack ($R = 0,373$), umami ($R = 0,509$) und der Bergkäse Flavour ($R = 0,684$) positiv korreliert (Abbildung 4.13).

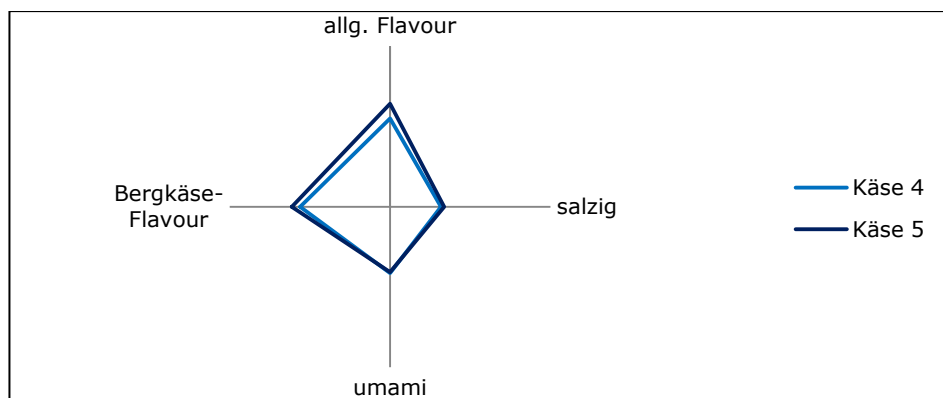


Abbildung 4.13 Attribute, die mit dem allgemeinen Flavour korreliert haben

4.1.3.3 Geschmack und Flavour von Käse 6

Bei den Grundgeschmacksrichtungen hatte der vollfette Käse 6 außer beim süßen Geschmack, welcher intensiver war, stets eine geringere Ausprägung als Käse 4 (Geschmack von Käse 6: süß: 3,41; salzig: 3,09; sauer: 3,09; bitter: 22,23; umami: 4,45). Jedoch war keiner der Unterschiede statistisch signifikant.

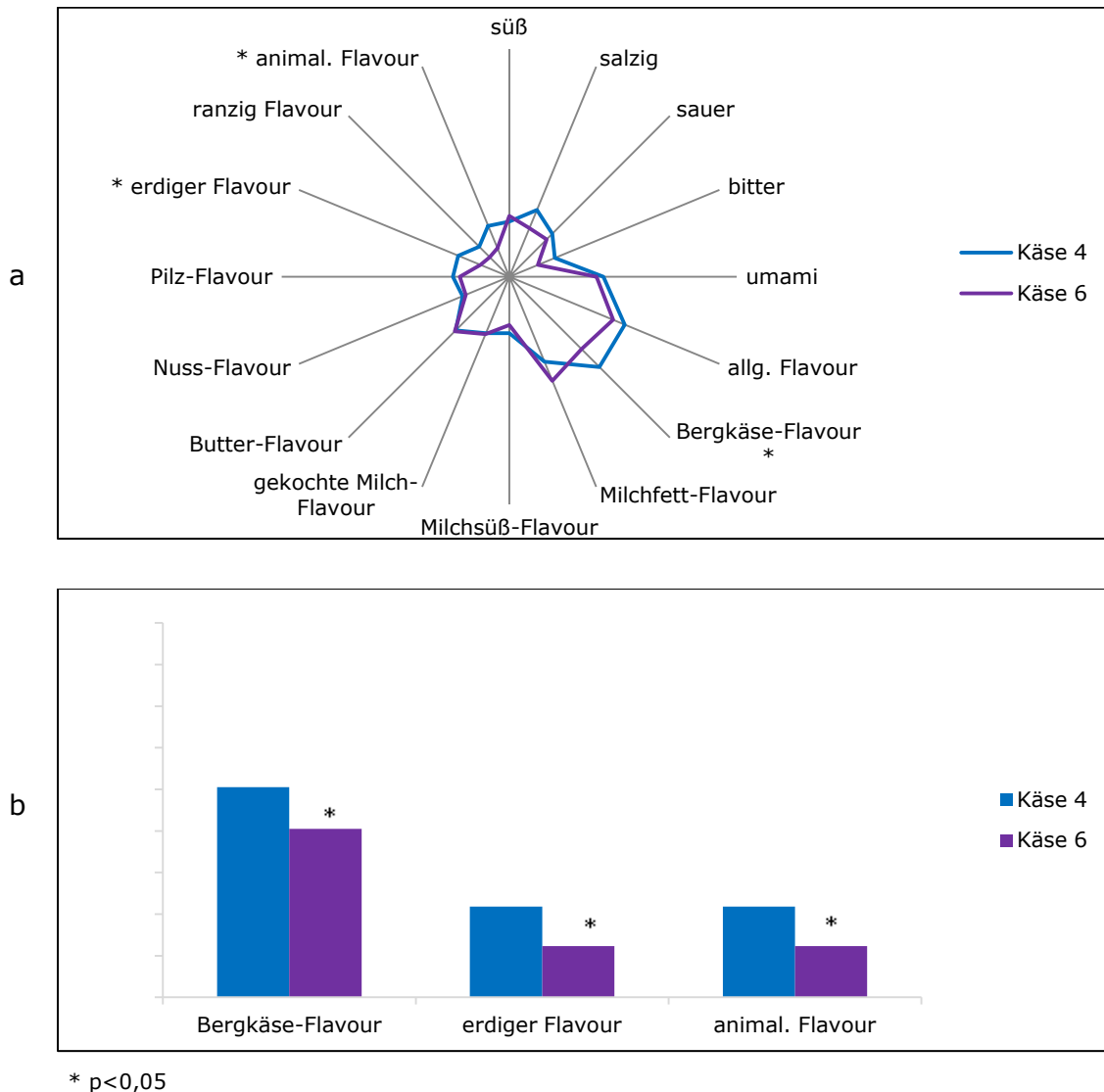


Abbildung 4.14

- a) Geschmacks- und Flavourprofil der Käse 4 & 6
 b) Flavourattribute mit signifikantem Unterschied

Der Milchfett Flavour, der gekochte Milch Flavour und der Butter Flavour waren stärker ausgeprägt als bei Käse 4, wobei die Unterschiede nicht signifikant waren. Bei den anderen Flavour Attributen wies Käse 6 teilweise deutlich

geringere Intensitäten auf als Käse 4. Dabei waren die Unterschiede beim Bergkäse Flavour, beim erdigen und animalischen Flavour signifikant (Flavourprofil Käse 6: allgemeiner Flavour: 5,45; Bergkäse Flavour: 5,05; MilCHFett Flavour: 5,45; Milchsüß Flavour: 2,91; gekochte Milch Flavour: 3,45; Butter Flavour: 4,05; Nuss Flavour: 2,86; Pilz Flavour: 2,95; erdiger Flavour: 2,22; ranziger Flavour: 2,09; animalischer Flavour: 2,23). In Abbildung 4.14a und b sind das Geschmacks- und Flavourprofil beziehungsweise die Attribute mit signifikantem Unterschied zu Käse 4 dargestellt.

Der allgemeine Flavour hat mit dem Bergkäse Flavour ($R = 0,799$), dem Nuss Flavour ($R = 0,368$) sowie den Grundgeschmacksrichtungen salzig ($R = 0,400$) und umami ($R = 0,568$) positiv korreliert.

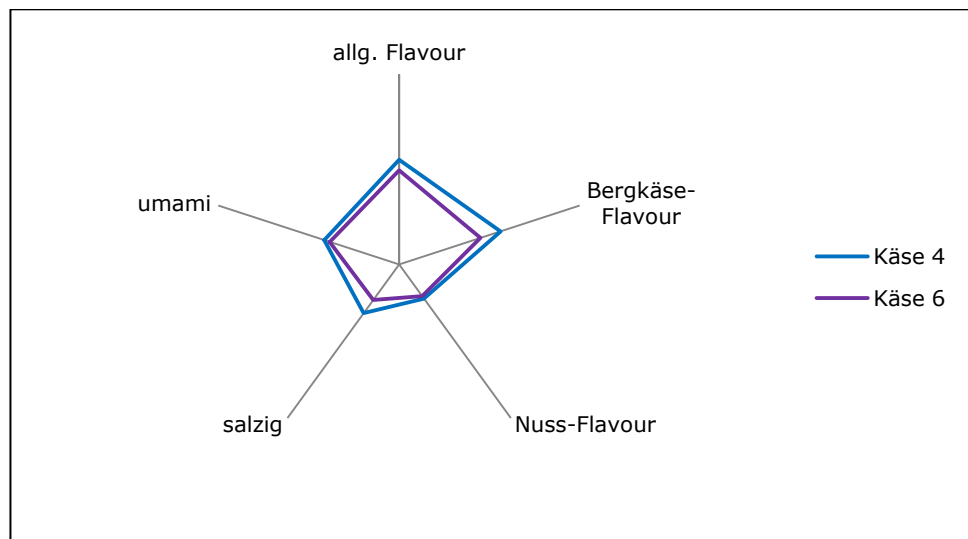


Abbildung 4.15 Attribute, die mit dem allgemeinen Flavour korreliert haben

4.1.4 Textur und Mundgefühl

4.1.4.1 Textur und Mundgefühl der Käse 1 – 4

Bei der Textur waren die Unterschiede zwischen Referenzkäse (Käse 1) und den PDO-Käsen in allen untersuchten Attributen größer als beim Mundgefühl, aber auch beim Mundgefühl waren signifikante Unterschiede messbar. Der Referenzkäse (Käse 1) unterschied sich bei den Attributen Härte (Mund) (6,91) und Härte (Hand) (7,50) signifikant von allen anderen Käsen. Beim Attribut gummiartig (Mund) (6,50) war der Unterschied zu den Käsen 2 und 3 signifikant. Bei den Attributen gummiartig (Hand) (6,41), Elastizität (Mund) (5,73) und Elastizität (Hand) (6,05) wies der Referenzkäse zwar die höchsten Intensitäten auf, jedoch waren die Unterschiede zu den PDO-Bergkäsen nicht signifikant. Bei den Attributen Körnung der Textur (3,36) und Mundbelag (3,73) hatte der Referenzkäse die geringste Ausprägung und jeweils der Unterschied zu Käse 3 war signifikant. In Hinblick auf die Schärfe wies der Referenzkäse gemeinsam mit den Käsen 2 und 4 den niedrigsten Wert (3,27) auf. Auch hier war der Unterschied zu Käse 3 signifikant. Bei der Adstringenz (2,77) wurde kein Unterschied zu den PDO-Käsen festgestellt. In Abbildung 4.16b sind die Attribute dargestellt, bei den ein signifikanter Unterschied zwischen dem Referenzkäse und den PDO-Käsen festgestellt wurde. Abbildung 4.16a zeigt das Textur- und Mundgefühlprofil der untersuchten Käse.

Käse 2 hatte von den untersuchten Käsen die geringste Härte, was sowohl bei der Untersuchung im Mund (4,55) als auch mit der Hand (4,64) festgestellt wurde. Bei der gummiartigen Textur (Mund: 4,14; Hand: 4,77) sowie bei der Körnung der Textur (3,86) und der Adstringenz (3,32) zeigte er die zweitniedrigsten Intensitäten und bei der Elastizität (Mund: 4,14; Hand: 4,14) die niedrigsten. Die Schärfe wies, wie bei den Käsen 1 und 4 den Mittelwert 3,27 auf. Die Ausprägung des Mundbelages betrug 5,14.

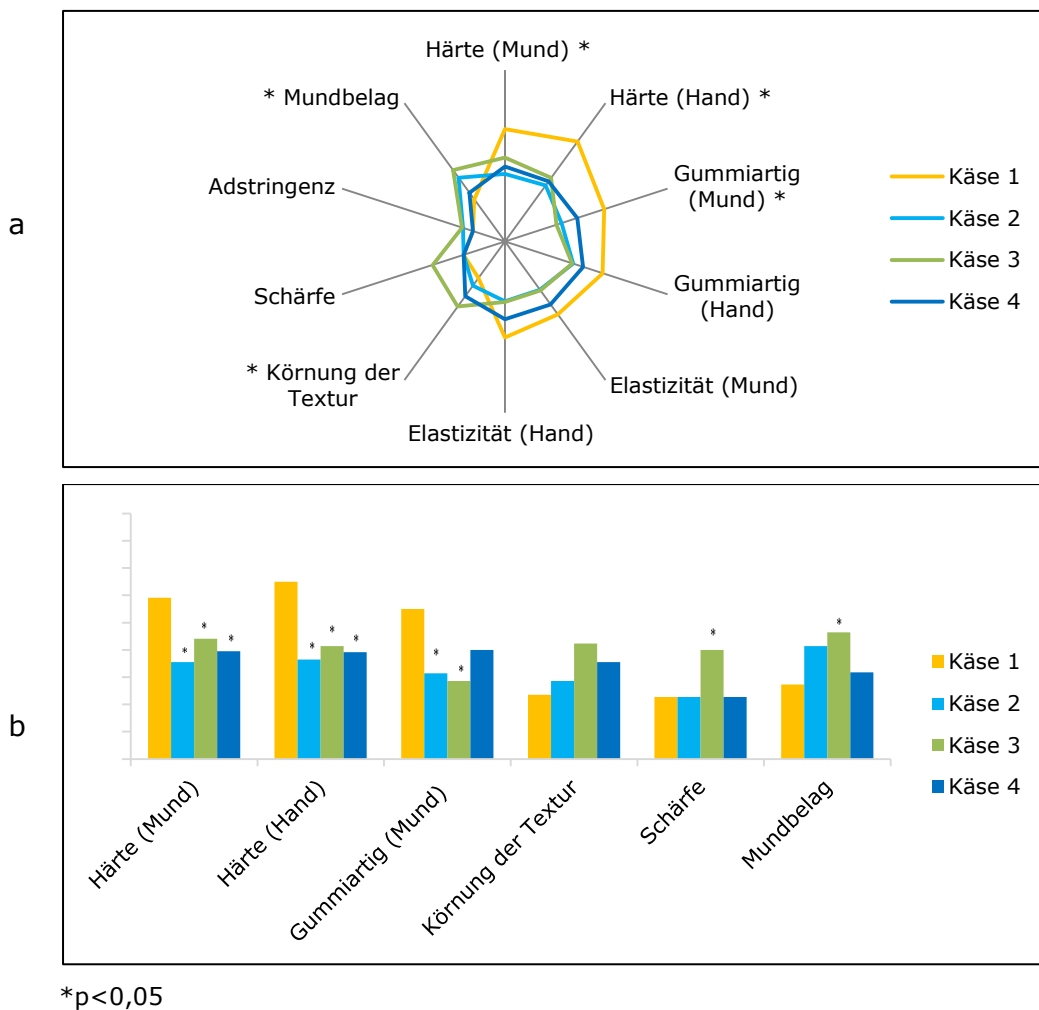


Abbildung 4.16

a) Textur- und Mundgefühl Profil der Käse 1 – 4

-b) Textur- und Mundgefühl Attribute mit signifikantem Unterschied zum Referenzkäse

Käse 3 war härter als Käse 2 (Mund: 5,41; Hand: 5,14) und weniger gummiartig (Mund: 3,86; Hand: 4,18). Die Elastizität (Mund: 4,18; Hand: 4,18) war mit Käse 2 vergleichbar. Die Körnung der Textur (5,23), die Schärfe (5,00), die Adstringenz (3,36) und der Mundbelag (5,64) waren bei Käse 3 am intensivsten ausgeprägt. Käse 4 war ebenfalls härter (Mund: 4,95; Hand: 4,91) und weniger gummiartig (Mund: 5,00; Hand: 5,32) als Käse 2. Die Elastizität (Mund: 5,09; Hand: 5,09) war stärker ausgeprägt als bei Käse 2 und 4 aber geringer als beim Referenzkäse. Die Körnung der Textur (4,55) war geringer ausgeprägt als bei Käse 3. Die Schärfe (3,27) und Adstringenz (2,77) waren gleich wie beim Referenzkäse. Der Mundbelag betrug 4,18.

4.1.4.2 Textur und Mundgefühl von Käse 5

Der 10 Monate gereifte Käse 5 unterschied sich außer in der Körnung in allen Textur Attributen signifikant vom 6 Monate alten Käse 4. Die Härte des reiferen Käses war sowohl bei der Messung mit der Hand als auch im Mund deutlich höher. Im Gegensatz dazu war Käse 5 weniger gummiartig und elastisch bei beiden Evaluierungsarten. Zwischen der Körnung der Textur der beiden Käse wurde kein Unterschied festgestellt. Käse 5 war auch schärfer, zeigte höhere Adstringenz und stärkeren Mundbelag, wobei nur der Unterschied bei der Adstringenz nicht statistisch signifikant war (Textur und Mundgefühl von Käse 5: Härte (Mund): 6,27; Härte (Hand): 6,86; Gummiartigkeit (Mund): 3,00; Gummiartigkeit (Hand): 3,86; Elastizität (Mund): 3,32; Elastizität (Hand): 3,73; Körnung: 4,55; Schärfe: 4,68; Adstringenz: 3,59; Mundbelag: 5,55). Abbildung 4.17 a und b zeigen das Tertur- und Mungefühlsprofil beziehungsweise die signifikantesten Unterschiede der Käse 4 und 5.

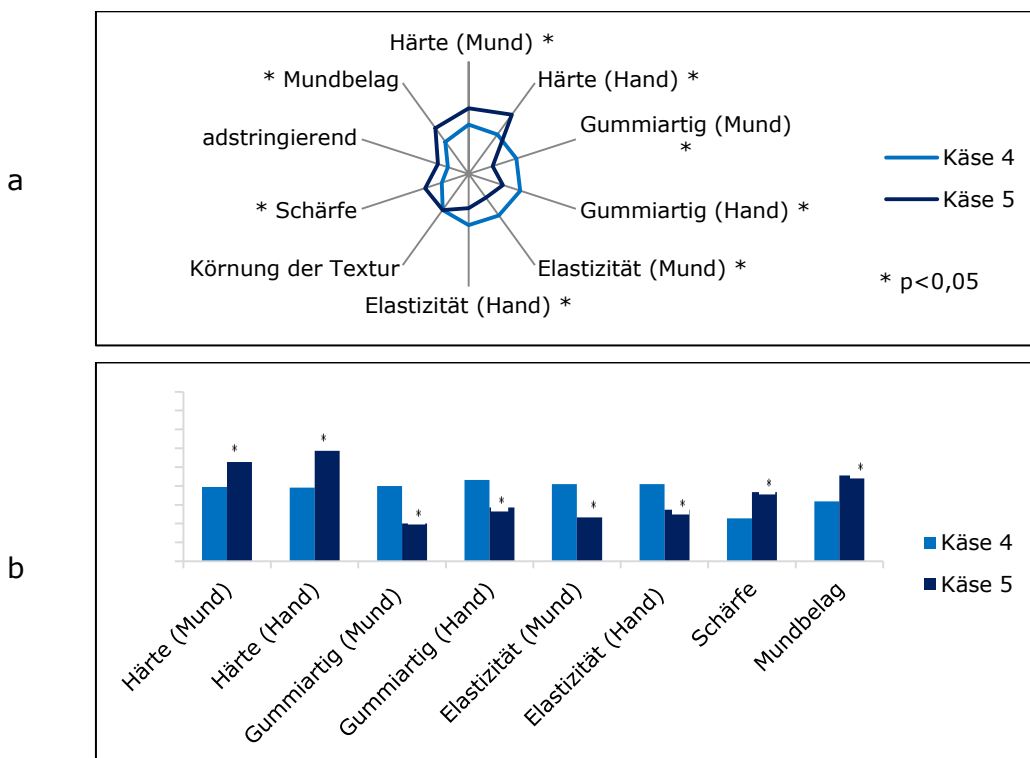


Abbildung 4.17

a) Textur und Mungefühls-Profil der Käse 4 & 5

b) Attribute mit signifikantem Unterschied

4.1.4.3 Textur und Mundgefühl von Käse 6

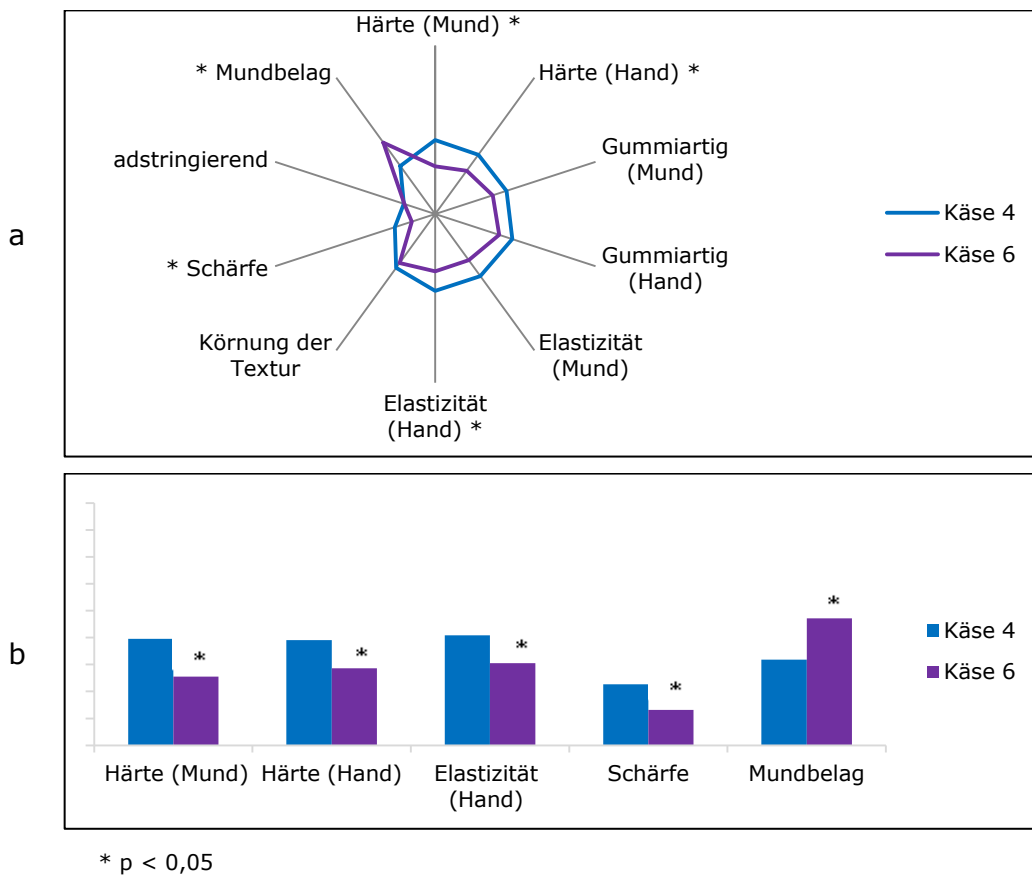


Abbildung 4.18

a) Textur- und Mundgefühlprofil der Käse 4 & 6

b) Textur- und Mundgefühl Attribute mit signifikantem Unterschied

Die Textur vom vollfetten Käse 6 war weniger hart, weniger gummiartig und weniger elastisch als die von Käse 4. Statistisch signifikant waren davon die Unterschiede in der Härte auf beide Evaluierungsarten (Mund, Hand), und die Elastizität gemessen mit der Hand. Die Körnung der Textur war etwas geringer ausgeprägt als bei Käse 4, wobei der Unterschied nicht signifikant war. Die Schärfe des vollfetten Käses war signifikant geringer und der Mundbelag signifikant stärker ausgeprägt als bei Käse 4. Der Unterschied in der Adstringenz der Käse war statistisch nicht signifikant (Textur und Mundgefühl von Käse 6: Härte (Mund): 3,55; Härte (Hand): 3,86; Gummiartigkeit (Mund): 4,23; Gummiartigkeit (Hand): 4,59; Elastizität (Mund): 4,04; Elastizität (Hand): 4,05; Körnung: 4,23; Schärfe: 2,32; Adstringenz: 2,73; Mundbelag: 5,71). Abbildung 4.18 a und b zeigen das Textur- und Mundgefühlprofil beziehungsweise die signifikanten Unterschiede der Käse 4 und 6.

4.1.5 Nachgeschmack

4.1.5.1 Nachgeschmack der Käse 1 – 4

Bei den Attributen allgemeiner Nachgeschmack (5,00) und Bergkäse-Nachgeschmack (4,64) zeigte der Referenzkäse (Käse 1) die niedrigsten Intensitäten, welche sich signifikant von den Käsen 2 und 3 unterschieden. Der Fett-Nachgeschmack des Referenzkäses (4,69) den zweithöchsten Wert und der bittere Nachgeschmack (2,33) waren ebenfalls weniger ausgeprägt als bei den PDO Käsen, jedoch waren die Unterschiede nicht signifikant. Abbildung 4.19a zeigt das Nachgeschmacksprofil der untersuchten Käse.

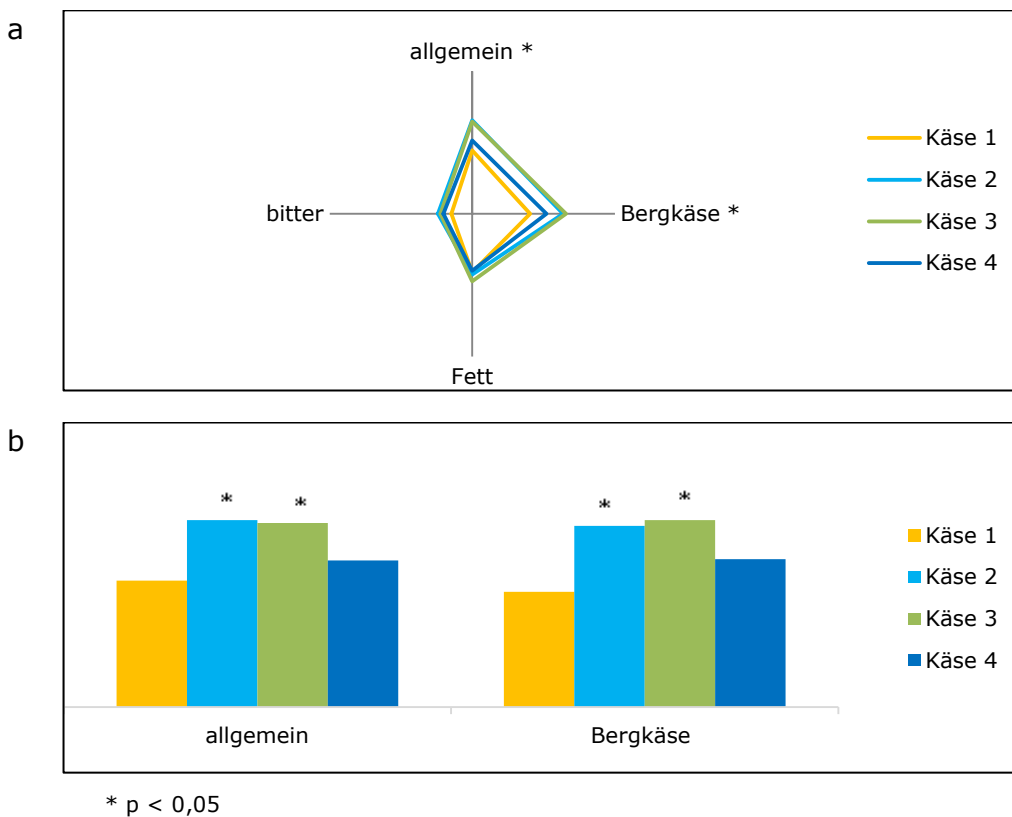


Abbildung 4.19

a) Profil des Nachgeschmacks

b) Attribute mit signifikantem Unterschied zum Referenzkäse

Käse 2 wies den intensivsten allgemeinen (6,91) und bitteren (3,17) Nachgeschmack auf. Der Bergkäse-Nachgeschmack betrug 6,73 und der Fett Nachgeschmack 4,83. Bei Käse 3 waren der Bergkäse Nachgeschmack (6,91) und der Fett Nachgeschmack (5,25) am intensivsten ausgeprägt. Der allgemeine (6,82) und der bitteren (3,00) Nachgeschmack von Käse 3 waren weniger ausgeprägt als bei Käse 2. Käse 4 zeigte bei allen

Nachgeschmacksattributen (allgemein: 5,64; Bergkäse: 5,68; Fett: 4,58; bitter: 2,83) geringere Intensitäten als die Käse 2 und 3. Abbildung 4.19b zeigt die Attribute, bei denen ein signifikanter Unterschied zwischen dem Referenzkäse (Käse 1) und den PDO-Käsen nachgewiesen wurde. Zwischen dem allgemeinen und dem Bergkäse-Nachgeschmack wurde eine starke Korrelation festgestellt ($R = 0,719$).

4.1.5.2 Nachgeschmack von Käse 5

Der allgemeine und der Bergkäse-Nachgeschmack von Käse 5 war signifikant intensiver als der von Käse 4. Auch der Fett Nachgeschmack von Käse 5 war intensiver, jedoch nur geringfügig und nicht signifikant. Der bittere Nachgeschmack war gleichniedrig ausgeprägt (Nachgeschmack von Käse 5: allgemein: 6,91; Bergkäse: 7,00; Fett: 4,75; bitter: 2,83). Der allgemeine Nachgeschmack und der Bergkäse Nachgeschmack korrelierten miteinander ($R = 0,624$). Abbildung 4.20 zeigt das Nachgeschmacksprofil der Käse 4 und 5 sowie die signifikanten Unterschiede.

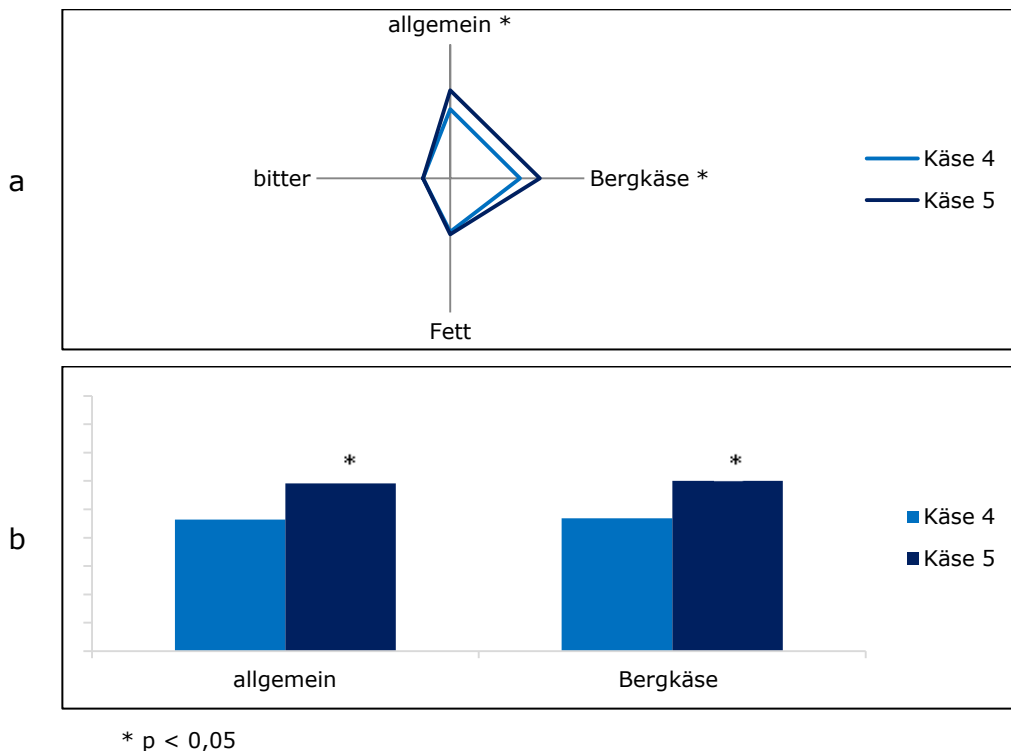


Abbildung 4.20

a) Nachgeschmack der Käse 4 & 5

b) signifikante Unterschiede

4.1.5.3 Nachgeschmack von Käse 6

Die Intensität des Nachgeschmacks von Käse 6 war in allen Attributen weniger ausgeprägt als bei Käse 4. Allerdings waren die Unterschiede nur gering und statistisch nicht signifikant (Nachgeschmack von Käse 6: allgemein: 5,27; Bergkäse: 5,18; Fett: 4,25; bitter: 2,25). Der allgemeine Nachgeschmack und der Bergkäse Nachgeschmack korrelierten miteinander ($R = 0,663$). Abbildung 4.21 zeigt das Nachgeschmacksprofil der Käse 4 und 6.

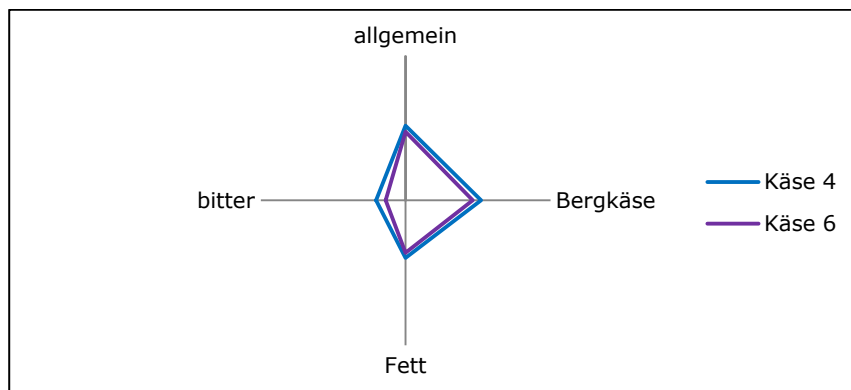


Abbildung 4.21 Nachgeschmacksprofil der Käse 4 & 6

4.1.6 Gesamteindruck

4.1.6.1 Gesamteindruck der Käse 1 - 4

Der Gesamteindruck (5,00) des Referenzkäses war im Vergleich niedriger als bei den PDO-Käsen, wobei die signifikante Unterschiede zu den Käsen 2 und 3 festgestellt wurden.

Käse 3 (6,75) wurde beim Gesamteindruck am höchsten bewertet gefolgt von Käse 4 (6,42) und Käse 2 (6,25).

In absteigender Reihenfolge aufgezählt wurden positive Korrelationen in Zusammenhang mit dem Bergkäse Nachgeschmack ($R = 0,525$), dem allgemeinen Flavour ($R = 0,499$), dem Bergkäse Flavour ($R = 0,478$), dem Bergkäse-Geruch ($R = 0,456$) sowie dem allgemeiner Nachgeschmack ($R = 0,405$) festgestellt. Schwache statistisch signifikante positive Korrelationen mit dem Gesamteindruck lagen mit dem allgemeinen Geruch ($R = 0,371$), dem Mundbelag ($R = 0,289$) und dem umami Geschmack ($R = 0,279$) vor. Negativ

mit dem Gesamteindruck korrelierten die gummiartige Textur gemessen im Mund und mit der Hand (Mund: $R = -0,456$; Hand: $R = -0,365$), die Elastizität gemessen im Mund und mit der Hand (Mund: $R = -0,406$; Hand: $R = -0,402$) sowie die Helligkeit des Käses ($R = -0,366$). Abbildung 4.22 zeigt ein Produktprofil auf dem der Gesamteindruck und alle korrelierenden Attribute eingetragen sind.

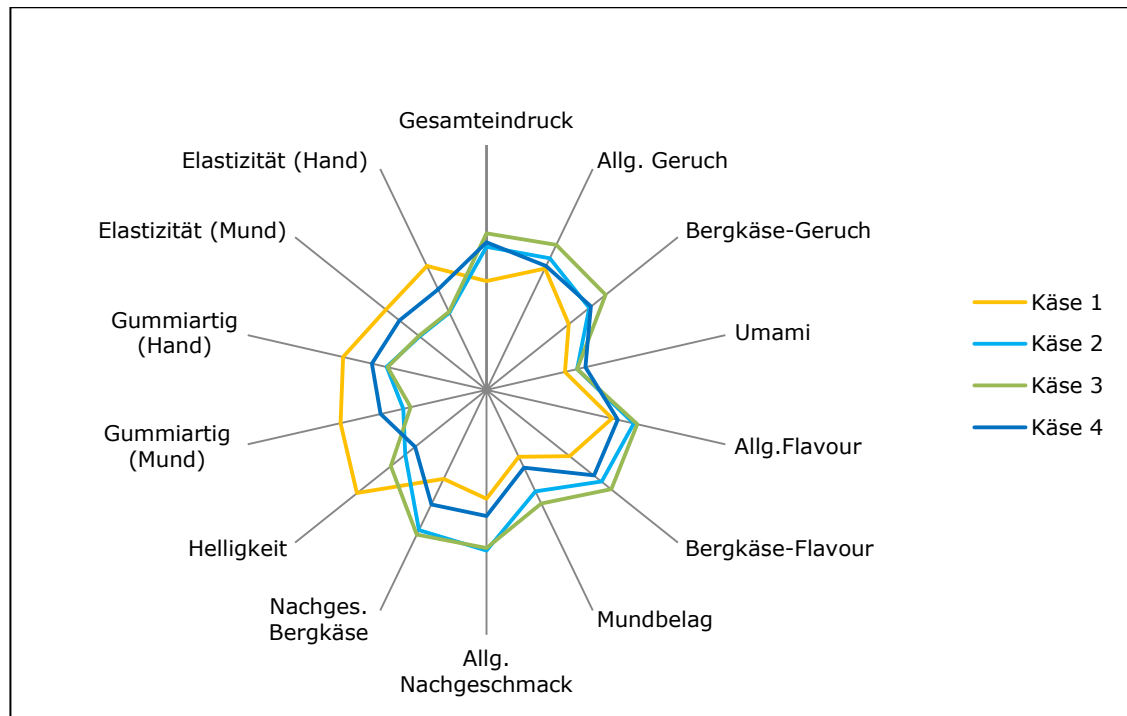


Abbildung 4.22 Gesamteindruck der Käse 1 -4 und korrelierende Attribute

4.1.6.2 Gesamteindruck von Käse 5

Der Gesamteindruck des 10 Monate alte Käse 5 wies eine höhere Bewertung auf als der 6 Monate alte Käse 4, jedoch war der Unterschied nicht signifikant (Käse 4: 6,42; Käse 5: 6,58).

Gesamteindruck von Käse 6

Der Gesamteindruck des vollfetten Käse 6 zeigte eine niedrigere Bewertung als Käse 4, jedoch war der Unterschied nicht signifikant (Käse 4: 6,42; Käse 6: 5,50).

4.1.7 Korrelationen zwischen sensorischen Attributen

4.1.7.1 Korrelationen zwischen Attributen bei den Käsen 1 - 4

Der allgemeine Geruch korrelierte sowohl mit dem allgemeinen Flavour ($R = 0,523$) als auch mit dem allgemeinen Nachgeschmack ($R = 0,428$). Auch der Bergkäsegeruch korrelierte mit dem Bergkäse-Flavour ($R = 0,539$) und dem Nachgeschmack nach Bergkäse ($R = 0,472$). Der Milchfettgeruch korrelierte gering mit dem Milchfett-Flavour ($R = 0,257$), dem Milchsüß Flavour ($R = 0,275$), dem gekochte Milch Flavour ($R = 0,288$), sowie dem Buttergeruch (Kor.; $0,391$), dem Butterflavour ($R = 0,391$) und dem Nachgeschmack nach Fett ($R = 0,358$). Der Buttergeruch korrelierte mäßig mit dem Butter-Flavour ($R = 0,417$), dem Milchfettgeruch ($R = 0,391$), dem Milchfettflavour ($R = 0,586$) und dem Nachgeschmack nach Fett ($R = 0,372$). Der süßliche Geruch korrelierte schwach mit süßem Geschmack ($R = 0,261$). Erdiger Geruch korrelierte mit erdigem Flavour ($R = 0,485$) und ranziger Geruch mit ranzigem Flavour ($R = 0,543$). Animalischer Geruch korrelierte mit animalischem Flavour ($R = 0,553$) und stechender Geruch mit der Schärfe der Käse ($R = 0,363$). Weitere Korrelationen wurden gefunden aber wegen mangelnder Kausalität des Zusammenhanges wird an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen (z.B. Intensität der Farbe Gelb negativ mit Bergkäsegeruch). Im Anhang finden sich sämtliche Korrelationen.

4.1.7.2 Korrelationen zwischen Attributen bei den Käsen 4 & 5

Der allgemeine Geruch korrelierte sowohl mit dem allgemeinen Flavour ($R = 0,518$) als auch mit dem allgemeinen Nachgeschmack ($R = 0,302$). Auch der Bergkäsegeruch korrelierte mit dem Bergkäse-Flavour ($R = 0,340$). Der Milchfettgeruch korrelierte mit dem Milchfett-Flavour ($R = 0,439$), sowie dem Buttergeruch ($R = 0,628$), dem Nuss Geruch ($R = 0,307$) und dem Butterflavour ($R = 0,391$). Der Buttergeruch korrelierte mit dem Milchfettgeruch ($R = 0,628$), dem Milchfettflavour ($R = 0,593$) und dem Nachgeschmack nach Fett ($R = 0,331$). Der Pilzgeruch korrelierte mit dem Pilz Flavour ($R = 0,362$). Erdiger Geruch korrelierte mit erdigem Flavour ($R = 0,444$) und ranziger Geruch mit ranzigem Flavour ($R = 0,561$). Animalischer Geruch korrelierte mit animalischem Flavour ($R = 0,821$) und stechender Geruch mit der Schärfe der Käse ($R = 0,493$).

4.1.7.3 Korrelationen zwischen Attributen bei den Käsen 4 & 6

Der allgemeine Geruch korrelierte mit dem allgemeinen Flavour ($R = 0,431$). Auch der Bergkäsegeruch korrelierte mit dem Bergkäse-Flavour ($R = 0,315$). Milchfettgeruch korrelierte mit dem Milchfett-Flavour ($R = 0,494$) sowie dem Buttergeruch ($R = 0,521$), dem Butterflavour ($R = 0,487$), dem Nuss Flavour ($R = 0,594$) und dem Nachgeschmack nach Fett ($R = 0,356$). Der Buttergeruch korrelierte mit dem Butter-Flavour ($R = 0,319$), dem Milchfettgeruch ($R = 0,521$) und dem Milchfettflavour ($R = 0,747$). Ranziger Geruch korrelierte mit ranzigem Flavour ($R = 0,617$). Animalischer Geruch korrelierte mit animalischem Flavour ($R = 0,504$).

4.1.8 Unterschiede industriell produzierter Referenzkäse– Bergkäse geschützten Ursprungs aus den Kleinkäsereien

In diesem Kapitel werden die Intensitäten der Attribute beim Referenzkäse (Käse 1) mit dem Mittelwert der Intensitäten der 3 sechs Monate alten PDO Bergkäse (Käse 2 – 4) verglichen (Abbildung 4.23). Die Signifikanz um statistisch relevante Unterschiede festzustellen wurde auch hier mit $\alpha < 0,05$ festgelegt. In Abbildung 4.23 sind die Attribute dargestellt in denen signifikante Unterschiede zwischen dem Referenzkäse und dem Durchschnitt der PDO-Käse festgestellt wurde. Abbildung 4.24 zeigt zum Vergleich sämtliche Attribute einerseits vom Referenzkäse andererseits vom Mittelwert der Käse 2 bis Käse 4

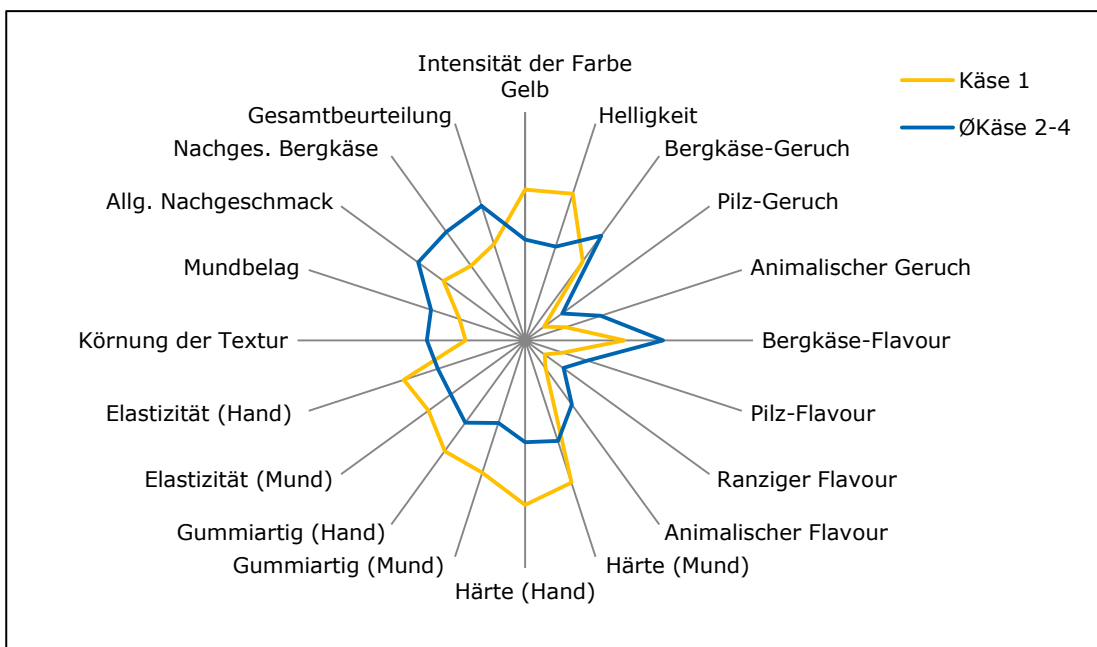


Abbildung 4.23 Attribute mit sign. Unterschieden zwischen PDO-Käsen & Referenzkäse

Der Käse aus industrieller Produktion unterschied sich in beiden optischen Attributen signifikant von den Käsen aus bäuerlicher Produktion. Die durchschnittliche Intensität der Farbe Gelb der PDO-Käse lag bei 4,98, während die vom industriell hergestellten Käse bei 6,95 lag. Die durchschnittliche Helligkeit betrug 4,89 bei den PDO-Käsen und 7,09 beim Referenzkäse (Käse 1).

In Hinsicht auf die olfaktorischen Attribute wurden zwischen dem Referenzkäse und dem Mittelwert der PDO-Käse signifikante Unterschiede beim Bergkäse-, Pilz- und animalischen Geruch beobachtet. Die durchschnittliche Intensität des

Bergkäsegeruchs der PDO-Käse lag bei 6,11, die vom industriell hergestellten Käse 1 war 4,86. Die durchschnittliche Intensität des Pilzgeruchs der PDO-Käse betrug 2,81 und 1,1 beim Referenzkäse. Der Durchschnittswert beim animalischen Geruch lag bei 4,14, während der des Referenzkäses 2,68 betrug.

Bei Flavourattributen lagen zwischen dem Referenzkäse (Käse 1) und den PDO-Käsen signifikante Unterschiede beim Bergkäse-Flavour, Pilz-Flavour, ranzigen sowie animalischen Flavour vor. Die durchschnittliche Intensität des Bergkäse-Flavours lag bei 6,44, während die vom industriell hergestellten Käse bei 4,91 lag. Die durchschnittliche Intensität des Pilz-Flavours betrug bei den PDO-Käsen 3,59. und 2,59 beim Referenzkäse. Beim ranzigen Flavour war der Durchschnittswert der PDO-Käse 2,87 und beim Referenzkäse 1,95. Der Durchschnittswert beim animalischen Flavour lag bei 3,41, während der des Referenzkäses 2,36 betrug.

Bei der Textur wurde der Referenzkäse sowohl bei der Beurteilung mit der Hand als auch im Mund als signifikant härter beurteilt als die Käse bäuerlichen Ursprungs (Mund: $\bar{X}_{\text{Käse 2,3,4}} = 5,18$; Käse 1: 6,91; Hand: $\bar{X}_{\text{Käse 2,3,4}} = 5,03$; Käse 1: 7,50). Die gummiartige Textur war beim Referenzkäse signifikant intensiver ausgeprägt (Mund: $\bar{X}_{\text{Käse 2,3,4}} = 4,43$; Käse 1: 6,50; Hand: $\bar{X}_{\text{Käse 2,3,4}} = 5,03$; Käse 1: 6,41). Auch die Elastizität wurde beim Referenzkäse signifikant höher bewertet als bei den PDO-Käsen (Mund: $\bar{X}_{\text{Käse 2,3,4}} = 4,63$; Käse 1: 5,73; Hand: $\bar{X}_{\text{Käse 2,3,4}} = 4,64$; Käse 1: 6,05). Die Körnung und der Mundbelag waren beim Referenzkäse signifikant weniger ausgeprägt als bei den PDO-Käsen (Körnung: $\bar{X}_{\text{Käse 2,3,4}} = 4,89$; Käse 1: 3,36; Mundbelag: $\bar{X}_{\text{Käse 2,3,4}} = 4,91$; Käse 1: 3,73).

Sowohl der allgemeine als auch der Nachgeschmack nach Bergkäse waren beim industriell produzierte Bergkäse wurde niedriger ausgeprägt (allg. Nachgeschmack: = 6,23; Käse 1: 5,00; Bergkäse-Nachgeschmack: $\bar{X}_{\text{Käse 2,3,4}} = 6,30$; Käse 1: 4,64).

Auch die Gesamtbeurteilung des Referenzkäses fiel signifikant niedriger aus, als die der Käse bäuerlichen Ursprungs ($\bar{X}_{\text{Käse 2,3,4}} = 6,59$; Käse 1: 5,00).

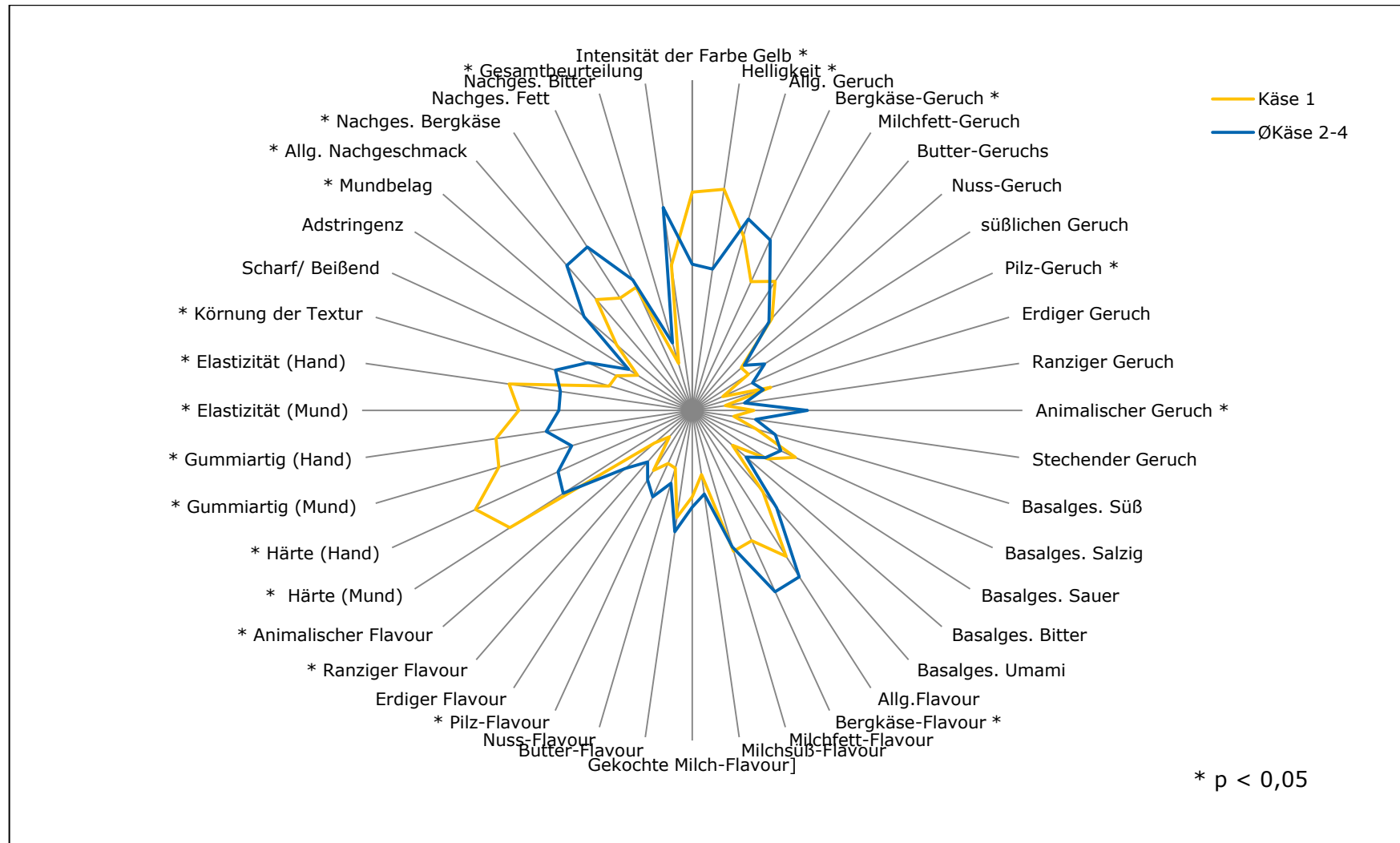


Abbildung 4.24 Vergleich Referenzkäse (Käse 1) mit dem Mittelwert der Käse 2 - 4

4.1.9 Signifikante Unterschiede zwischen Käse 4 und Käse 5

Das Aussehen der Käse unterschied sich signifikant beim Attribut Intensität der Farbe Gelb, welche beim älteren Käse 5 höher ausgeprägt war (Intensität der Farbe Gelb_{Käse 5}: 5,18). Beim Geruch und beim Flavour wurden zwar Unterschiede zwischen den Käsen festgestellt wobei die Ausprägungen der Attribute beim reiferen Käse mit Ausnahme vom ranzigen und vom gekochte Milch Flavour immer intensiver waren, jedoch waren diese Unterschiede statistisch nicht signifikant. Die Grundgeschmacksarten waren mit Ausnahme vom salzigen Geschmack bei Käse 4 intensiver ausgeprägt, jedoch nicht signifikant. Die deutlichsten Unterschiede zeigten sich bei der Beurteilung der Textur der Käse. Der ausgereifte Käse 5 war wesentlich härter, dafür waren die Gummiartigkeit und die Elastizität markant verringert (Härte_{Käse 5} (Mund): 6,27; Härte_{Käse 5} (Hand): 6,86; Gummiartige Textur_{Käse 5} (Mund): 3,00; Gummiartige Textur_{Käse 5} (Hand): 3,86; Elastizität_{Käse 5} (Mund): 3,32; Elastizität_{Käse 5} (Hand): 3,73). Die Mundgefühl Attribute Schärfe, Adstringenz und Mundbelag waren beim reiferen Käse 5 ebenfalls intensiver ausgeprägt (Schärfe_{Käse 5}: 4,68; Adstringenz_{Käse 5}: 3,59; Mundbelag_{Käse 5}: 5,55). Käse 5 zeigte außerdem einen messbar höheren allgemeinen und Bergkäse spezifischen Nachgeschmack (allgemeiner Nachgeschmack_{Käse 5}: 6,91; Bergkäse Nachgeschmack_{Käse 5}: 7,00). Beim Gesamteindruck war der Unterschied zwischen den Käsen nicht signifikant. Abbildung 4.25 zeigt Attribute, bei denen signifikante Unterschiede zwischen den Käse 4 und 5 festgestellt wurden.

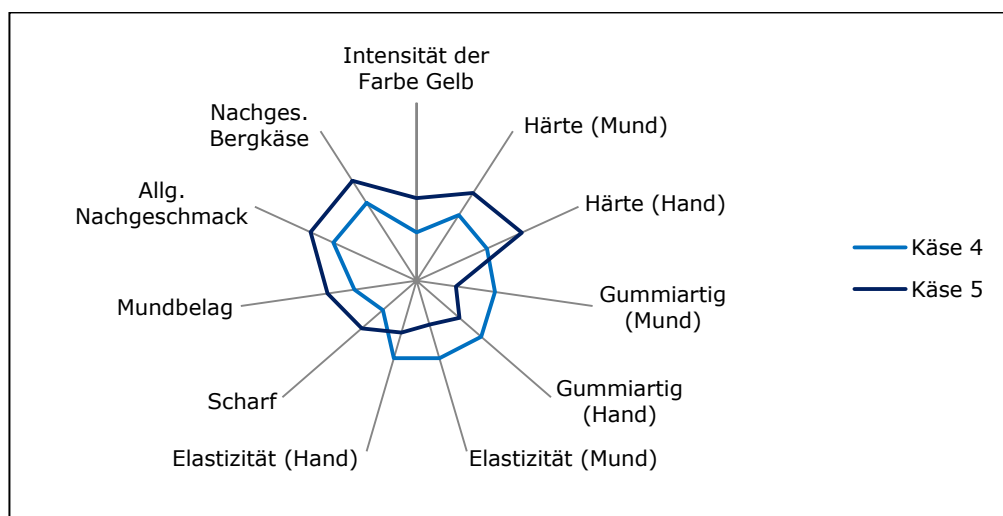


Abbildung 4.25 Attribute mit signifikanten Unterschieden zwischen Käse 4 & 5

4.1.10 Signifikante Unterschiede zwischen Käse 4 und Käse 6

Das Aussehen der gleichalten Käse mit unterschiedlichem Fettgehalt unterschied sich nicht signifikant voneinander. Generell waren Geruch, Geschmack und Flavour beim vollfetten Käse etwas geringer ausgeprägt jedoch waren die Unterschiede außer beim Bergkäse Flavour, beim erdigen und beim animalischen Flavour nicht signifikant (Bergkäseflavour_{Käse 6}: 5,05; erdiger Flavour_{Käse 6}: 2,23; animalischer Flavour_{Käse 6}: 2,23). Nur in den Attributen die auf einen weniger reifen Käse schließen lassen (Milchfett Geruch und –Flavour, süßlicher Geruch und –Flavour) zeigte er eine intensivere Ausprägung der Attribute. Analog sind die Ergebnisse bei der Beurteilung der Textur und des Mundgefühls. Käse 6 war wesentlich weniger hart und zeigte einen intensiver ausgeprägten Mundbelag (Härte_{Käse 6} (Mund): 3,55; Härte_{Käse 6} (Hand): 3,86; Mundbelag_{Käse 6}: 5,71). Die Elastizität des Käseteiges und die Schärfe waren bei Käse 6 geringer ausgeprägt (Schärfe_{Käse 6}: 2,32). Beim Nachgeschmack und beim Gesamteindruck wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Käsen festgestellt. Abbildung 4.26 zeigt die Attribute, bei denen signifikante Unterschiede zwischen den Käse 4 und 5 festgestellt wurden.

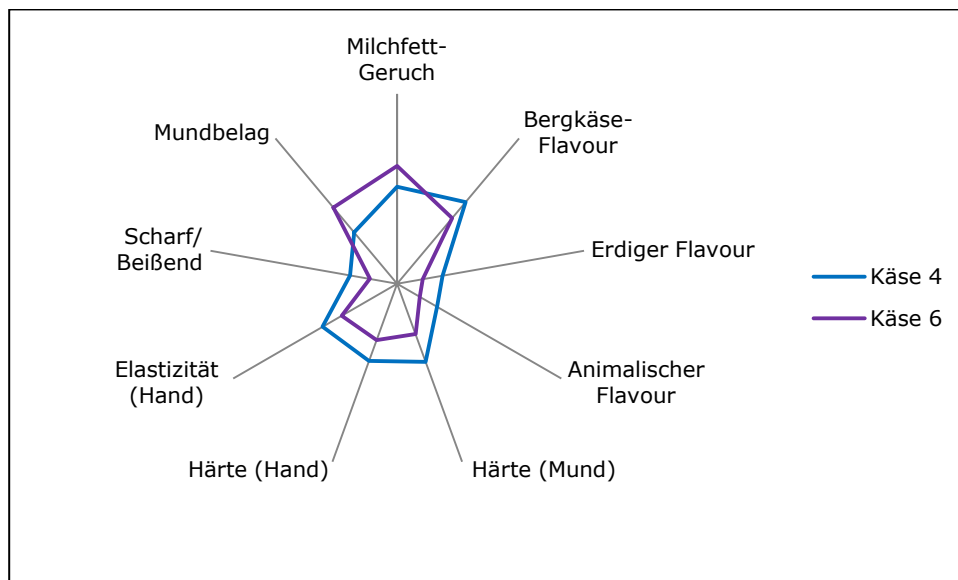


Abbildung 4.26 Attribute mit signifikanten Unterschieden zwischen Käse 4 & 6

4.1.11 Individualität der PDO-Käse

Aufgrund der durchgeführten QDA, in der die verschiedenen Käse-Attribute evaluiert wurden, konnte festgestellt werden, dass sich jeder Käse eindeutig vom anderen unterschied.

Die auffälligste Individualität bei Käse 2 war eine ausgeprägte animalische Note, die sich sowohl im Geruch als auch im Flavour widerspiegelte (animalischer Geruch_{Käse 2}: 5,59; animalischer Flavour_{Käse 2}: 4,14). Der Unterschied in der Intensität des animalischen Geruchs verglichen mit den anderen Käsen war signifikant. Ansonsten unterschied er sich von den anderen Käsen signifikant nur in der Intensität der Farbe Gelb von Käse 3 und 4 (Intensität der Farbe Gelb_{Käse 2}: 4,64).

Käse 3 zeigte eine deutlich wahrnehmbare erdige und pilzige Note, wobei nur der Unterschied beim Pilz Geruch zu Käse 2 signifikant war (erdiger Geruch_{Käse 3}: 3,91; Pilzgeruch_{Käse 3}: 3,73; erdiger Flavour_{Käse 3}: 3,32; Pilz Flavour_{Käse 3}: 3,95). Außerdem war er signifikant schärfer und hatte optisch eine höhere Intensität der Farbe Gelb als die anderen PDO Käse (Intensität der Farbe Gelb_{Käse 3}: 6,86; Schärfe_{Käse 3}: 5,00).

Käse 4 fiel bei keinem der Attribute besonders auf, höchstens durch seine Verwandtschaft zu Käse 5, der im Wesentlichen der gleiche Käse nur um ein paar Monate reifer war. Die Intensität der Farbe Gelb war bei ihm signifiakant geringer ausgeprägt als bei den anderen Käsen (Intensität der Farbe Gelb_{Käse 4}: 3,45).

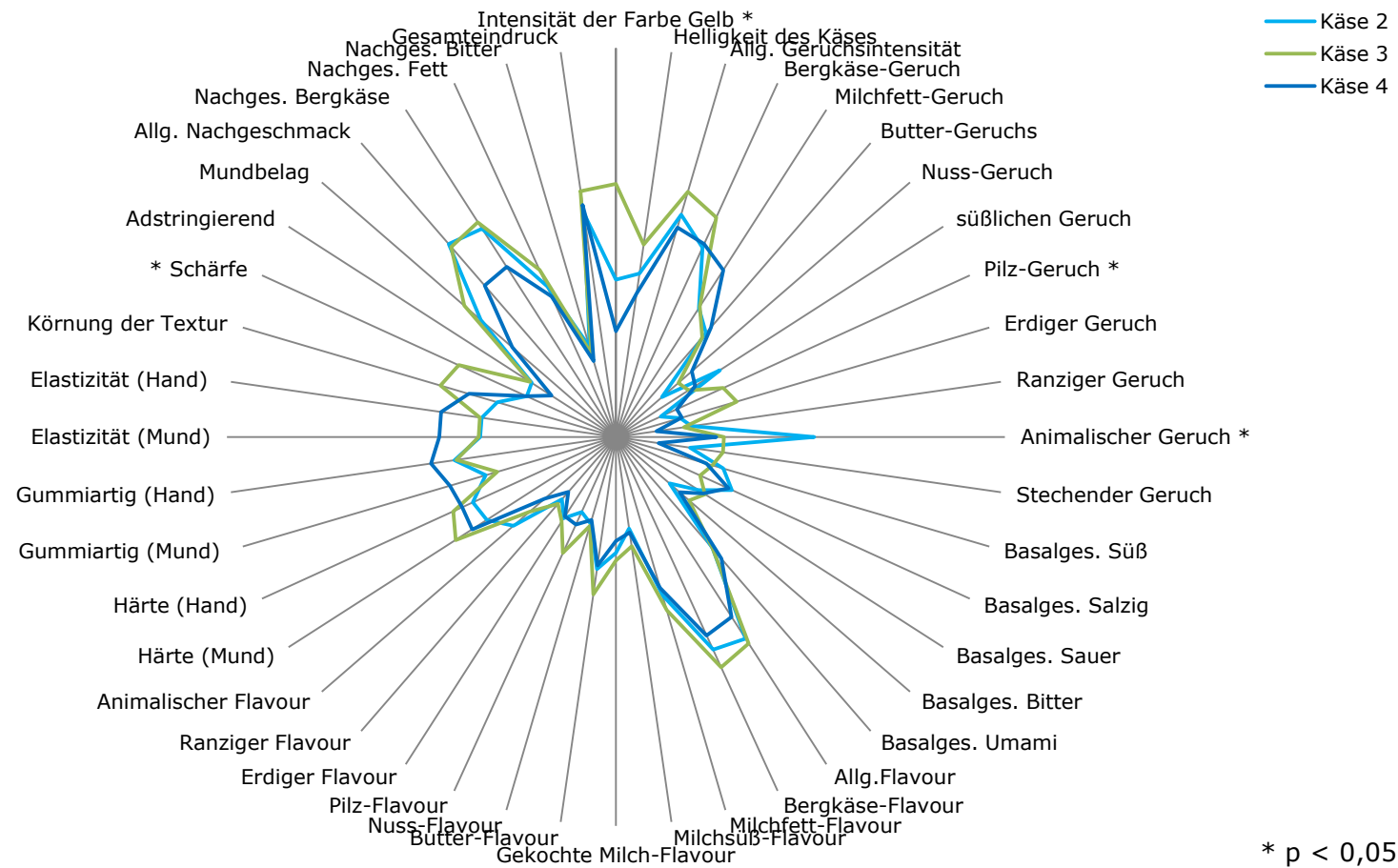


Abbildung 4.27 Vergleich der PDO Bergkäse

4.2 Chemische Analyse der Käse

4.2.1 Trockensubstanz, Fettgehalt, Salzgehalt, Wassergehalt in der fettfreien Substanz-Wert und pH

Tabelle 4.1
Chemische Parameter der untersuchten Käse

Käse	TS [%]	Fett [%]	F.i.T. [%]	Wff [%]	NaCl [%]	SW [%]	pH
1	70,74 ± 1,12	35,84	50,91	45,59	2,22 ± 0,03	7,59	5,56 ± 0,02
1*		34,8			0,813		
2	66,68 ± 0,03	35,11	52,66	51,35	1,75 ± 0,03	5,25	5,44 ± 0,02
3	67,22 ± 0,12	33,67	49,82	49,40	1,27 ± 0,01	3,87	5,35 ± 0,02
4	64,56 ± 0,15	33,06	51,19	52,93	1,41 ± 0,04	3,98	5,40 ± 0,02
Ø _{2,3,4}	66,16 ± 1,26	33,95	51,22	51,23	1,48 ± 0,22	4,37	5,40 ± 0,05
5	67,44 ± 0,14	30,93	46,06	47,14	1,93 ± 0,00	5,93	5,30 ± 0,02
6	67,08 ± 0,13	42,95	56,46	57,69	1,44 ± 0,00	4,38	5,40 ± 0,02

* laut Verpackungsangabe

TS = Trockensubstanz

Fett = Fettgehalt

F.i.T. = Fettgehalt in der Trockensubstanz

Wff = Wassergehalt in der fettfreien Substanz

NaCl = Salzgehalt

SW = Salz in Wasser Gehalt

In Tabelle 4.1 sind die ermittelten chemischen Parameter zusammengefasst dargestellt. Der Referenzkäse hatte den höchsten TS-Gehalt (70,74%;). Die sechs Monate alten Käse bäuerlichen Ursprungs zeigten einen durchschnittlichen TS-Gehalt von 66,16%. Damit war der TS-Gehalt des Referenzkäses um 6,92% höher als der der PDO-Käse und der Unterschied signifikant. Käse 5, die 10 Monate alte Varinate von Käse 4 und Käse 6, die vollfette Variante von Käse 4 wiesen einen beide signifikant höheren TS-Gehalt von auf als dieser, wobei der TS-Gehalt von Käse 5 um 4,46% höher war und der von Käse 6 3,90% als der TS-Gehalt von Käse 4 (TS_{Käse 5}: 67,44%; TS_{Käse 6}: 67,08%).

Der absolute Fettgehalt des Referenzkäses war um 5,58% höher als bei den vergleichbaren Käsen bäuerlicher Produktion, was nicht mit den Angaben auf seiner Verpackung übereingestimmt hat (Fett abs._{Käse 1}: 35,84%; Fett abs._{Käse 1} laut Verpackung: 34,8%; Fett abs.Ø_{Käse 2,3,4}: 33,95%) Käse 5 wies einen 6,44%

niedrigeren absoluten Fettgehalt auf als Käse 4 (Fett abs. Käse 5: 30,93%; Fett abs. Käse 4: 33,06%). Der vollfette Käse 6 hatte einen 29,92% erhöhten Fettgehalt im Vergleich zu Käse 4 (Fett abs. Käse 6: 42,95%).

Der Referenzkäse zeigte im Vergleich mit den Käsen 2 bis 4 vergleichbare Werte (F.i.T. Käse 1: 50,91%; F.i.T. $\emptyset$ Käse 2,3,4: 51,22%). Käse 5 wies verglichen mit Käse 4 einen 10,02% niedrigeren Fettgehalt auf (F.i.T. Käse 5.: 46,06%). Käse 6 wies einen 10,29% höheren Fettgehalt als Käse 4 (F.i.T. Käse 6: 56,46%).

Der Wff-Wert wird laut dem Österreichischem Lebensmittelbuch zur Einteilung der Käse nach Härtegraden verwendet. [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH 2007] Der Referenzkäse (Wff_{Referenzkäse}: 45,59%) wies dabei einen 11,01% niedrigeren Wff-Wert auf als die vergleichbaren Käse aus bäuerlicher Produktion (Wff _{$\emptyset$ Käse 2,3,4}: 51,23%). Käse 5, welcher 4 Monate älter und folglich reifer war als Käse 4 hatte einen 10,93% niedrigeren Wff-Wert als dieser (Wff_{Käse 4}: 52,93%; Wff_{Käse 5}: 47,14%). Käse 6, der Vollfette, hatte einen 8,99% erhöhten Wff-Wert als der vergleichbare Käse 4 (Wff_{Käse 6}: 57,69). Laut der ermittelten Wff-Werte werden sowohl der Referenzkäse als auch die Käse 2 bis 4, sowie Käse 5 zu den Hartkäsen (Wff-Wert < 56%) gezählt, während Käse 6 noch als halbharter Schnittkäse (Wff-Wert: 52% – 60%) bezeichnet werden muss.

Der durchschnittliche Salzgehalt der 6 Monate alten Käse aus bäuerlicher Produktion (Käse 2 – 4) lag bei 1,48%. Der Referenzkäse hatte einen Salzgehalt von 2,22%, der den auf der Verpackung angegebenen Wert um 170% übersteigt und 50% höher war als der der PDO-Käse. Der Unterschied war signifikant. Der vollreife Käse 5 hatte verglichen mit Käse 4 einen 36,88% höheren Salzgehalt (NaCl Gehalt Käse 5: 1,93%). Der vollfette Käse 6 wies einen 2,13% niedrigeren Salzgehalt auf als Käse 4 (NaCl Gehalt Käse 5: 1,93%).

Der pH-Wert bei den Käsen aus bäuerlicher Produktion durchschnittlich bei 5,40. Der pH-Wert des Käses aus industrieller Produktion lag mit 5,56 2,96% darüber. Der pH-Wert von Käse 5 lag mit 5,30 1,85% unter dem von Käse 4. Der pH-Wert des vollfetten Käse 6 unterschied sich mit 5,40 nicht von Käse 4.

4.2.2 Fettsäuremuster

Die Beurteilung des Fettsäuremusters erfolgte einerseits unter Beleuchtung des ernährungsphysiologischen Aspektes. Dabei wurden die Fettsäuren in die Gruppen gegliedert, für die aktuell Ernährungs-Empfehlungen (D-A-CH-Referenzwerte) vorliegen. Andererseits wurden auch die aromawirksamen kurzkettigen Fettsäuren betrachtet. Bei beiden Aspekten wurden jeweils die 6 Monate alten PDO-Käse (Käse 2 – 4) mit dem Referenzkäse verglichen sowie Käse 5 (10 Monate) und Käse 6 (Vollfett) mit dem 6 Monate alten Käse des selben Produzenten (Käse 4).

4.2.2.1 SFA, MUFA und PUFA

Der Gesamtgehalt an gesättigten Fettsäuren der 6 Monate alten PDO-Bergkäse lag mit durchschnittlich 56,06% der Fettsäuremethylesten beziehungsweise 19,02 g/100 g Käse signifikant unter der Menge die beim Referenzkäse ($SFA_{Käse\ 1}$: 58,78% FSME; 21,07 g/100 g Käse) vorlag. In Käse 5 lagen als Anteil der FSME berechnet signifikant mehr gesättigte Fettsäuren vor als in Käse 4, während die SFA Mengen je 100g Käse vergleichbar waren ($SFA_{Käse\ 5}$: 60,31% FSME; 18,65 g/100 g Käse; $SFA_{Käse\ 4}$: 55,81% FSME; 18,45 g/100 g Käse). Der Gehalt an SFA in Käse 6 ($SFA_{Käse\ 6}$: 60,17% FSME; 25,84 g/100 g Käse) war sowohl als Anteil der FSME als auch als g/100 g Käse berechnet signifikant höher als in Käse 4.

Tabelle 4.2
Gehalt an SFA, MUFA und PUFA in den Käsen

K #	SFA		MUFA		PUFA	
	FSME [%]	[g/100g Käse]	FSME [%]	[g/100g Käse]	FSME [%]	[g/100g Käse]
1	58,78 ± 0,75	21,07 ± 0,27	25,05 ± 0,41	8,98 ± 0,15	3,68 ± 0,11	1,32 ± 0,04
2	56,80 ± 0,20	19,94 ± 0,07	28,86 ± 0,04	10,13 ± 0,00	3,59 ± 0,13	1,26 ± 0,04
3	55,58 ± 0,02	18,66 ± 0,01	28,60 ± 0,14	9,60 ± 0,01	3,54 ± 0,06	1,19 ± 0,02
4	55,81 ± 0,15	18,45 ± 0,05	27,07 ± 0,16	8,95 ± 0,00	3,76 ± 0,10	1,24 ± 0,03
$\bar{\emptyset}_{2,3,4}$	56,06 ± 0,65	19,02 ± 0,72	28,17 ± 0,87	9,56 ± 0,53	3,63 ± 0,13	1,23 ± 0,04
5	60,31 ± 0,40	18,65 ± 0,12	23,78 ± 0,01	7,35 ± 0,05	3,64 ± 0,01	1,13 ± 0,00
6	60,17 ± 0,16	25,84 ± 0,07	25,45 ± 0,08	10,93 ± 0,00	3,27 ± 0,06	1,40 ± 0,02
K Käse			SFA Gesättigte Fettsäure			
FSME Fettsäuremethylester			MUFA Einfach ungesättigte Fettsäure			
			PUFA Mehrfach ungesättigte Fettsäure			

Der durchschnittliche Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren der Käse 2 bis 4 lag bei durchschnittlich 28,17% der FSME beziehungsweise 9,56 g/100 g Käse. Damit war ihr MUFA-Gehalt als % FSME berechnet signifikant höher als der des Referenzkäses während der MUFA-Gehalt als g/100 g Käse berechnet vergleichbar war ($\text{MUFA}_{\text{Käse 1}}$: 25,05% FSME; 8,95 g/100 g Käse). Bei Käse 5 lag im Vergleich mit Käse 4 ein signifikant erniedrigter Gehalt einfach ungesättigter Fettsäuren vor ($\text{MUFA}_{\text{Käse 5}}$: 23,78% FSME; 7,35 g/100 g Käse; $\text{MUFA}_{\text{Käse 4}}$: 27,07% FSME; 8,95 g/100 g Käse). Käse 6 enthielt als % FSME betrachtet signifikant weniger einfach ungesättigte Fettsäuren als Käse 4. Jedoch als g/100 g Käse gerechnet war der MUFA-Gehalt von Käse 6 signifikant höher als der von Käse 4 ($\text{MUFA}_{\text{Käse 6}}$: 25,45%; 10,93 g/100 g Käse).

Der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren bei den 6 Monate alten PDO-Bergkäsen lag bei durchschnittlich 3,64% der FSME beziehungsweise 1,13 g/100 g Käse und war damit geringer als der PUFA Gehalt des Referenzkäses ($\text{PUFA}_{\text{Käse 1}}$: 3,68%; 1,32 g/100 g Käse). Dabei war der Unterschied als g/100 g Käse berechnet signifikant. Der ausgereifte Bergkäse enthielt vergleichbare Mengen mehrfach ungesättigte Fettsäuren wie Käse 4 ($\text{PUFA}_{\text{Käse 5}}$: 3,64%; 1,13 g/100 g Käse; $\text{PUFA}_{\text{Käse 4}}$: 3,76%; 1,24 g/100 g Käse;). Beim vollfetten Käse war der PUFA-Gehalt analog zum MUFA-Gehalt als % FSME gesehen geringer als bei Käse 4, jedoch als g/100 g Käse betrachtet höher ($\text{PUFA}_{\text{Käse 6}}$: 3,27%; 1,40 g/100 g Käse). Der Unterschied war in beiden Fällen statistisch signifikant.

4.2.2.2 ω 3- und ω 6-Fettsäuren

Der Gesamtgehalt an ω 6-Fettsäuren bei den 6 Monate alten Bergkäsen aus bäuerlicher Produktion lag bei durchschnittlich 2,07% der FSME beziehungsweise 701,72 mg/100 g Käse. Beide Werte waren mit ω 6-Fettsäure Gehalt des Referenzkäses vergleichbar ($\omega_{\text{Käse 1}}$: 2,04% der FSME; 731,14 mg/100 g Käse). Dem gegenüber stand der Gesamtgehalt an ω 3-Fettsäuren von 1,24% der FSME beziehungsweise 410,22 mg/100 g Käse bei den 6 Monate alten PDO-Käsen, welcher sich ebenfalls nicht signifikant vom ω 3-Fettsäure Gehalt des Referenzkäses unterschied ($\omega_{\text{Käse 1}}$: 1,22% der FSME; 437,25 mg/100 g Käse). Die Gehalte der einzelnen ω 6- beziehungsweise ω 3-Fettsäuren bei den PDO-Käsen waren ebenfalls nicht signifikant von denen im

Referenzkäse verschieden. Die einzige Ausnahme war der als mg/100 g Käse berechnet Eikosapentaensäure-Gehalt, welcher im Referenzkäse in signifikant höherer Menge als bei den PDO-Käsen vorlag ($C20:5_{\text{Käse 1}}$: 32,26 mg/100 g Käse; $C20:5_{\text{PDO 2-4}}$: 26,60 mg/100 g Käse).

Der Anteil an $\omega 6$ -Fettsäuren im ausgereifte Bergkäse (Käse 5) unterschied sich nicht signifikant vom $\omega 6$ -Fettsäure-Gehalt in Käse 4 ($\omega 6_{\text{Käse 5}}$: 2,10% der FSME; 647,98 mg/100 g Käse; $\omega 6_{\text{Käse 4}}$: 2,10% der FSME; 694,26 mg/100 g Käse). Der $\omega 3$ -Fettsäure Anteil von Käse 5 betrug 1,24% der FSME was 383,53 mg/100 g Käse entsprach und damit etwas geringer war als in Käse 4. Allerdings waren die Unterschiede nicht signifikant.

Beim vollfetten Käse war der % der FSME an $\omega 6$ -Fettsäure geringer als bei Käse 4, jedoch als mg/100 g Käse betrachtete $\omega 6$ -Fettsäure-Gehalt höher ($\omega 6_{\text{Käse 6}}$: 1,84%; 790,28 g/100 g Käse). Analog dazu waren der $\omega 3$ -Fettsäure Anteil von 1,10% der FSME niedriger und der $\omega 3$ -Fettsäure-Gehalt von 472,45 mg/100 g Käse höher als bei Käse 4. Die Unterschiede waren bis auf den $\omega 3$ -Fettsäure Anteil als % der FSME nicht signifikant. Die Gehalte der einzelnen $\omega 6$ - beziehungsweise $\omega 6$ -Fettsäuren bei Käse 4 und Käse 6 waren ebenfalls bis auf den Linolensäure-Anteil, welcher in Käse 5 geringer war, nicht signifikant unterschiedlich ($C18:3_{\text{Käse 4}}$: 1,09% der FSME; $C18:3_{\text{Käse 6}}$: 0,92% der FSME).

Das Verhältnis Linolsäure ($C18:2$) zu α -Linolensäure ($C18:3$) lag sowohl beim Referenzkäse als auch beim Mittelwert der PDO-Käse bei 1,9 : 1. Beim 10 Monate alten Käse 5 lag das Verhältnis mit 1,88 : 1 etwas über dem von Käse 4 (1,78 : 1). Ebenso wies Käse 6 mit 1,85 : 1 ein etwas höheres Verhältnis auf als Käse 4. Das Verhältnis Arachidonsäure ($C20:4$) zu Eikosapentaensäure ($C20:5$) lag beim Referenzkäse mit 1,06 : 1 etwas unter dem Mittelwert der PDO-Käse von 1,21 : 1. Beim 10 Monate alten Käse 5 lag das Verhältnis mit 1,06 : 1 etwas unter dem von Käse 4 (1,19 : 1). Käse 6 wies mit 1,43 : 1 ein etwas höheres Verhältnis auf als Käse 4. Diese Größenordnung spiegelt sich auch im Verhältnis der Gesamtgehalte von $\omega 6$ -Fettsäuren zu $\omega 3$ -Fettsäuren mit 1,67 : 1 beim Referenzkäse und 1,72 : 1 als Mittelwert der 6 Monate alten PDO Käse wieder. Das Verhältnis des Gesamtgehaltes von $\omega 6$ - zu $\omega 3$ -Fettsäuren beim 10 Monate alten Käse 5 (1,69 : 1) und beim vollfetten Käse 6 (1,67 : 1)

lagen beide leicht über dem von Käse 4 (1,62 : 1). Dabei war keiner der Unterschiede in diesem Absatz statistisch signifikant. (Tabelle 4.3)

Tabelle 4.3
Gehalte der ω 3- und ω 6-Fettsäuren im Käse

Käse #	Linolsäure (C18:2 ω6)		Linolensäure (C18:3 ω3)	
	FSME [%]	[mg/100g Käse]	FSME [%]	[mg/100g Käse]
1	1,90 ± 0,06	679,17 ± 22,81	1,00 ± 0,04	356,61 ± 12,67
2	1,87 ± 0,01	656,56 ± 4,97	1,01 ± 0,04	354,61 ± 14,90
3	1,93 ± 0,04	647,90 ± 14,24	0,94 ± 0,02	313,88 ± 7,12
4	1,93 ± 0,10	638,06 ± 32,73	1,09 ± 0,02	358,70 ± 7,01
Ø 2,3,4	1,91 ± 0,06	647,51 ± 18,12	1,01 ± 0,07	320,13 ± 2,19
5	1,93 ± 0,10	603,14 ± 4,37	1,04 ± 0,01	342,40 ± 23,57
6	1,69 ± 0,03	725,86 ± 12,15	0,92 ± 0,02	392,99 ± 9,11
Käse #	Arachidonsäure (C20:4 ω6)		Eikosapentaensäure (C20:5 ω3)	
	FSME [%]	[mg/100g Käse]	FSME [%]	[mg/100g Käse]
1	0,10 ± 0,01	34,05 ± 2,53	0,09 ± 0,00	32,26 ± 0,00
2	0,09 ± 0,02	29,84 ± 7,45	0,09 ± 0,01	29,84 ± 2,48
3	0,10 ± 0,03	33,57 ± 9,50	0,07 ± 0,00	23,50 ± 0,00
4	0,10 ± 0,01	31,41 ± 2,34	0,08 ± 0,00	26,45 ± 0,00
Ø 2,3,4	0,09 ± 0,02	31,61 ± 5,75	0,08 ± 0,01	26,60 ± 3,05
5	0,09 ± 0,00	27,84 ± 0,00	0,09 ± 0,01	26,29 ± 2,19
6	0,10 ± 0,00	42,95 ± 0,00	0,07 ± 0,00	30,07 ± 0,00
Käse #	Gesamt ω6		Gesamt ω3	
	FSME [%]	[mg/100g Käse]	FSME [%]	[mg/100g Käse]
1	2,04 ± 0,08	731,14 ± 30,41	1,22 ± 0,04	437,25 ± 15,21
2	2,03 ± 0,02	710,98 ± 7,45	1,22 ± 0,08	426,59 ± 27,31
3	2,09 ± 0,06	699,93 ± 21,36	1,12 ± 0,01	374,31 ± 2,37
4	2,10 ± 0,10	694,26 ± 32,73	1,30 ± 0,01	429,78 ± 4,68
Ø 2,3,4	2,07 ± 0,06	701,72 ± 19,35	1,21 ± 0,09	410,22 ± 33,19
5	2,10 ± 0,01	647,98 ± 2,19	1,24 ± 0,01	383,53 ± 4,37
6	1,84 ± 0,03	790,28 ± 12,15	1,10 ± 0,03	472,45 ± 12,15
Käse	C18:2 / C18:3	AA / EPA	Gesamt ω6 / Gesamt ω3	
1	1,90 ± 0,00	1,06 ± 0,08	1,67 ± 0,01	
2	1,85 ± 0,06	1,00 ± 0,17	1,67 ± 0,09	
3	2,06 ± 0,00	1,43 ± 0,40	1,87 ± 0,05	
4	1,78 ± 0,13	1,19 ± 0,09	1,62 ± 0,09	
Ø 2,3,4	1,90 ± 0,15	1,21 ± 0,21	1,72 ± 0,13	
5	1,88 ± 0,00	1,06 ± 0,09	1,69 ± 0,01	
6	1,85 ± 0,01	1,43 ± 0,00	1,67 ± 0,02	
FSME Fettsäuremethylester				
AA Arachidonsäure				
EPA Eikosapentaensäure				

4.2.2.3 Konjugierte Linolsäure und Transfettsäuren

Da sich die konjugierte Linolsäure bei der Gaschromatographie nicht von Eicosaensäure getrennt hat, konnten sie nur gemeinsam ausgewertet werden. Beide Fettsäuren zusammen wiesen in den sechs Monate alten PDO-Käsen einen Anteil von durchschnittlich 1,64% der FSME beziehungsweise einen Gehalt von 555,06 mg/100 g Käse auf. Beim Referenzkäse war der sowohl der Anteil FSME als auch der Gehalt höher ($CLA_{\text{Referenzkäse}}$: 1,92%; 688,13 mg/100 g Käse). Der Unterschied war jedoch nicht signifikant. In Käse 5 betrug die Summe von CLA und Eikosaensäure 1,22% der FSME beziehungsweise 375,80 mg/100 g Käse und war damit signifikant niedriger als in Käse 4 ($CLA_{\text{Käse 4}}$: 1,89%; 623,18 mg/100 g Käse). Der vollfette Käse 6 enthielt ebenfalls signifikant geringere Mengen CLA und Eikosaensäure als Käse 4 ($CLA_{\text{Käse 6}}$: 1,09%; 468,16 mg/100 g Käse).

Der Mittelwert der Transfettsäuren in den Käsen 2 bis 4 betrug durchschnittlich 4,94% der FSME beziehungsweise 1,67 g/100 g Käse. Damit waren die Werte unter den Werten des Referenzkäses welche bei 5,63% beziehungsweise 2,02 g/ 100 g Käse lagen, jedoch war der Unterschied nicht signifikant. Die Transfettsäuren des 10 Monate alten Käse 5 lagen mit 5,16% der FSME beziehungsweise 1,50 g/100 g Käse signifikant unter denen von Käse 4 ($TFA_{\text{Käse 4}}$: 5,96%; 1,97 mg/100 g Käse). Der vollfette Käse 6 zeigte weniger Transfettsäuren als Käse 4, wobei nur der Unterschied beim Anteil der FSME signifikant war ($TFA_{\text{Käse 6}}$: 4,31%; 1,71 g/100 g Käse).

Tabelle 4.4
Konjugierte Linolensäure und Transfettsäuren in Käse

Käse #	C20:1 & CLA		Transfettsäuren	
	FSME [%]	[mg/100g Käse]	FSME [%]	[g/100g Käse]
1	1,92 ± 0,04	688,13 ± 15,21	5,63 ± 0,09	2,02 ± 0,33
2	1,29 ± 0,08	451,16 ± 27,31	3,96 ± 0,08	1,39 ± 0,40
3	1,76 ± 0,03	590,83 ± 9,50	4,91 ± 0,16	1,65 ± 0,57
4	1,89 ± 0,04	623,18 ± 11,69	5,96 ± 0,07	1,97 ± 0,28
Ø _{2,3,4}	1,64 ± 0,29	555,06 ± 82,95	4,94 ± 1,00	1,67 ± 2,91
5	1,22 ± 0,05	375,80 ± 15,31	5,16 ± 0,17	1,50 ± 0,55
6	1,09 ± 0,01	468,16 ± 6,07	4,31 ± 0,05	1,71 ± 0,21
	FSME	Fettsäuremethylester		
	CLA	Konjugierte Linolensäure		

4.2.2.4 Aromawirksame Fettsäuren

Die Gehalte aller kurzkettigen Fettsäuren, außer Buttersäure wurden in allen untersuchten Käsen in Konzentrationen weit über ihrer Flavourschwelle (Tabelle 2.11) gemessen und beeinflussten somit das Aroma der Käse. Buttersäure konnte nur im Referenzkäse (Käse 1) nachgewiesen werden (Tabelle 4.5). Allerdings sind die freien Fettsäuren nicht die einzigen Flavour-wirksamen Komponenten im Käse.

Beim Referenzkäse wurde bei allen aromawirksamen Fettsäuren höhere Anteile an FSME und absolute Konzentrationen als bei den PDO-Käse gemessen. Der Unterschied beim Gesamtgehalt aromawirksamer Fettsäuren war signifikant (Gesamt_{Käse 1}: 6,34%; 960,51 mg/100 g Käse; Gesamt_{Ø2-4}: 5,09%; 776,56 mg/100 g Käse). Beim 10 Monate alten Käse 5 waren der Anteil der FSME und der Gehalt aromawirksamer Fettsäuren höher als bei Käse 4 (Gesamt_{Käse 5}: 6,56%; 932,54 mg/100 g Käse; Gesamt_{Käse 4}: 5,28%; 763,69 mg/100 g Käse). Der vollfette Käse wies ebenfalls einen höhere Anteile an FSME und Gehalte aromawirksamer Fettsäuren auf (Gesamt_{Käse 6}: 5,45%; 1.099,52 mg/100 g Käse).

Tabelle 4.5
Aromawirksame Fettsäuren

Käse #	Buttersäure (C4:0)		Capronsäure (C6:0)	
	FSME [%]	[mg/100g Käse]	FSME [%]	[mg/100g Käse]
1	0,40 ± 0,57	143,36 ± 202,74	0,82 ± 0,08	293,89 ± 30,41
2	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,72 ± 0,01	251,04 ± 2,48
3	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,72 ± 0,01	241,70 ± 4,75
4	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,69 ± 0,04	228,11 ± 14,03
Ø _{2,3,4}	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,71 ± 0,02	240,28 ± 12,30
5	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,84 ± 0,01	259,81 ± 4,37
6	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,81 ± 0,16	347,90 ± 66,81
Käse #	Caprylsäure (C8:0)		Caprinsäure (C10:0)	
	FSME [%]	[mg/100g Käse]	FSME [%]	[mg/100g Käse]
1	0,69 ± 0,07	247,30 ± 25,34	1,86 ± 0,13	666,62 ± 45,62
2	0,60 ± 0,01	210,66 ± 4,97	1,57 ± 0,03	551,23 ± 9,93
3	0,62 ± 0,01	206,46 ± 2,37	1,56 ± 0,02	522,01 ± 7,12
4	0,61 ± 0,02	200,01 ± 7,01	1,62 ± 0,07	535,57 ± 23,38
Ø _{2,3,4}	0,61 ± 0,01	205,71 ± 6,24	1,58 ± 0,05	536,27 ± 17,61
5	0,74 ± 0,02	227,34 ± 6,56	2,18 ± 0,05	672,73 ± 15,31
6	0,69 ± 0,12	294,21 ± 51,63	1,75 ± 0,25	751,63 ± 109,33
Käse #	Laurinsäure (C12:0)		Gesamte aromawirksame FS	
	FSME [%]	[mg/100g Käse]	FSME [%]	[mg/100g Käse]
1	2,57 ± 0,13	919,30 ± 48,15	6,34 ± 0,98	960,51 ± 76,03
2	2,10 ± 0,01	735,55 ± 2,48	4,98 ± 0,04	802,26 ± 7,45
3	2,12 ± 0,04	711,68 ± 14,24	5,01 ± 0,08	763,72 ± 11,87
4	2,36 ± 0,16	780,22 ± 51,43	5,28 ± 0,02	763,69 ± 37,40
Ø _{2,3,4}	2,19 ± 0,15	742,48 ± 39,23	5,09 ± 0,15	776,56 ± 26,75
5	2,81 ± 0,06	869,13 ± 17,50	6,56 ± 0,14	932,54 ± 19,68
6	2,21 ± 0,22	947,05 ± 94,15	5,45 ± 0,75	1.099,52 ± 176,15

4.2.2.5 Ernährungsphysiologische Interpretation der FS-Profile

Um den tatsächlichen ernährungsphysiologischen Wert des Fettsäuremusters der Käse festzustellen wurde vom durchschnittlichen Käsekonsum (19 kg/Jahr/Kopf = 52 g/Tag) [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELMINISTERIUM - ABTEILUNG FÜR ÖFFENTLICHKEITSARBEIT 2010] eines erwachsenen Menschen mit dem durchschnittlichen Energiebedarf von 2.500 kcal pro Tag ausgegangen. Der Energiegehalt der jeweiligen Fettsäure/-gruppe (8,9 kcal/g Fett), der in einer Portion von 52 g Käse enthalten ist wurde ermittelt und die Energiewerte mit den Empfehlungen der aktuellen D-A-CH Referenzwerte [D-A-CH 2008, ELMADFA UND LEITZMANN 2004] verglichen (Tabelle 4.6).

Tabelle 4.6

Anteil verschiedener Fettsäuregruppen einer Portion Käse am täglichen Energiebedarf

Käse #	Gesamtes Fett [%]	SFA [%]	MUFA [%]	PUFA [%]	ω3-FS [%]	TFA [%]
1	6,63	3,90	1,66	0,24	0,08	0,37
2	6,50	3,69	1,88	0,23	0,08	0,26
3	6,23	3,45	1,78	0,22	0,07	0,31
4	6,12	3,42	1,66	0,23	0,09	0,36
Ø _{2,3,4}	6,28	3,52	1,77	0,23	0,08	0,31
5	5,73	3,45	1,36	0,21	0,08	0,28
6	7,95	4,78	2,02	0,26	0,07	0,32

1 Portion Käse = 52 g; 2.500kcal = 100%

Allgemein wird empfohlen etwa 30% des täglichen Energiebedarfs mit Fett zu decken. [D-A-CH 2008, ELMADFA UND LEITZMANN 2004] Durch den Konsum von 52 g Käse wird etwa ein viertel bis ein drittel der empfohlenen Fettmenge zugeführt (Käse 1: 6,63%; Ø_{Käse 2,3,4}: 6,28%; Käse 4: 6,12%; Käse 5: 5,73%; Käse 6: 7,95%).

Die D-A-CH Empfehlung für die Aufnahme von gesättigten Fettsäuren liegt bei < 10% der Gesamtenergie. [D-A-CH 2008, ELMADFA UND LEITZMANN 2004] Bei einem Konsum von 52 g Käse und einem Energiebedarf von 2.500 kcal bei allen Käsen innerhalb der D-A-CH-Empfehlung, wobei beim Konsum der 6 Monate alten PDO-Käse signifikant weniger gesättigte Fettsäuren aufgenommen werden als beim Referenzkäse. Der Unterschied zwischen Käse 4 und Käse 5 war nicht signifikant. Beim Konsum von vollfetten Käse 6 nimmt man signifikant mehr gesättigte Fettsäuren auf als beim Konsum von Käse 4 (Käse 1: 3,9%;

$\emptyset_{\text{Käse 2,3,4}}$: 3,52%; Käse 4: 3,42%; Käse 5: 3,45%; Käse 6: 4,78%).

Die Empfehlung laut D-A-CH Referenzwerten lautet etwa 10% der Gesamtenergie durch einfach ungesättigte Fettsäuren zu decken. [D-A-CH 2008, ELMADFA UND LEITZMANN 2004] Beim Konsum von 52 g Käse und einem Energiebedarf von 2.500 kcal liegt man bei allen Käsen deutlich unterhalb der D-A-CH-Empfehlung. Der Unterschied zwischen dem Referenzkäse und den PDO Käsen war nicht signifikant. Beim Konsum von Käse 5 nimmt man signifikant weniger und beim Konsum von Käse 6 signifikant mehr Monoenfettsäuren auf als beim Konsum von Käse 4. (Käse 1: 1,66%; $\emptyset_{\text{Käse 2,3,4}}$: 1,77%; Käse 4: 1,66%; Käse 5: 1,36%; Käse 6: 2,02%).

Beim Konsum von 52g Käse und einem Energiebedarf von 2.500 kcal erreicht man an Polyenfettsäuren weniger als ein Prozent der Gesamtenergie und lag damit weit unterhalb der D-A-CH-Empfehlung, welche 7% bis 10 % der Gesamtenergie beträgt (Käse 1: 0,24% der Gesamtenergie; $\emptyset_{\text{Käse 2,3,4}}$: 0,23%; Käse 4: 0,36%; Käse 5: 0,21%; Käse 6: 0,26%). [D-A-CH 2008]

Alle ω 6- und ω 3-Fettsäuren zählen, sofern sie all-cis konfiguriert sind, zu den essentiellen Fettsäuren. ω 6- und ω 3-Fettsäuren dienen dem Körper als Ausgangsstoff für eine ganze Reihe Eicosanoide, wobei solche die aus ω 3-Fettsäuren, vor allem aus Eicosapentaensäure, gebildet werden teilweise entgegengesetzte Wirkungen zeigen verglichen mit Eicosanoiden aus ω 6-Fettsäuren, welche vor allem Arachidonsäure gebildet werden. Der Verzehr von Eicosapentaensäure und ihrer Vorstufe α -Linolensäure wirken protektiv für tödliche Herzinfarkte indem sie die Produktion von Eicosanoiden aus Arachidonsäure hemmen, wobei ein Verzehr von 250 mg/Tag als ausreichend für die primäre Prävention von koronarer Herzkrankheit gilt. Das Verhältnis von Linolsäure als Vorstufe von Arachidonsäure zu α -Linolensäure sollte höchstens 5:1 betragen, wobei für Erwachsene eine Aufnahme, die 2,5% (ω 6-Fettsäuren) beziehungsweise 0,5% (ω 3-Fettsäuren) der Nahrungsenergie ausmacht empfohlen wird. Arachidonsäure und Eicosapentaensäure werden als zwei bis zehn mal wirksamer betrachtet als ihre Vorstufen Linolsäure und α -Linolensäure. [D-A-CH 2008]

Beim Verhältnis ω 6-Fettsäuren zu ω 3-Fettsäuren waren Unterschiede zwischen

dem Referenzkäse und den PDO-Käsen sowie Käse 4 und Käse 5 beziehungsweise Käse 6 nicht signifikant. Bei allen untersuchten Käsen lag das Verhältnis deutlich zu Gunsten der entzündungshemmenden ω 3-Fettsäuren unter dem bei den D-A-CH Referenzwerten geforderten Maximalwert von 5:1 (Käse 1: 1,67 : 1; $\emptyset_{\text{Käse 2,3,4}}$: 1,72 : 1; Käse 4: 1,62 : 1; Käse 5: 1,69 : 1; Käse 6: 1,67 : 1). Der Gesamtgehalt an ω 6 und ω 3-Fettsäuren zwischen dem Referenzkäse und den PDO-Käsen sowie zwischen Käse 4 und Käse 5 beziehungsweise 6 waren nicht signifikant unterschiedlich. Die Arbeitsgruppe D-A-CH-Referenzwerte hält eine Aufnahmen von 250 mg ω 3-Fettsäuren pro Tag als Primärprävention von koronarer Herzkrankheit für ausreichend. Das entspricht bei den untersuchten Bergkäsen einer Menge von etwa 60 g und bei einem österreichweit durchschnittlichem Verbrauch von 52 g Käse pro Tag macht das einen beträchtlichen Teil aus (250 mg ω 3-Fettsäuren sind enthalten in Käse 1: 57,18 g; $\emptyset_{\text{Käse 2,3,4}}$: 57,65 g; Käse 4: 53,66 g; Käse 5: 56,26 g; Käse 6: 63,41 g). Wenn, wie in Vorarlberg der Käsekonsum deutlich höher ist und im Ländle der Bergkäse nicht nur produziert sondern auch konsumiert wird, könnte er eine der Ursachen dafür sein, dass in Vorarlberg signifikant weniger Menschen an koronarer Herzerkrankung sterben. [STATISTIK ÖSTERREICH 2010b, ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELMINISTERIUM - ABTEILUNG FÜR ÖFFENTLICHKEITSARBEIT 2010]

Die D-A-CH Empfehlung für Transfettsäuren liegt bei maximal 1% der Gesamtenergie. Der Gehalt an natürlich vorkommenden Transfettsäuren war zwischen den 6 Monate alten PDO-Käsen und dem Referenzkäse nicht signifikant unterschiedlich. Der ausgereifte Käse 5 und der vollfette Käse 6 enthielten beide weniger Transfettsäuren als Käse 4, wobei der Unterschied nur bei Käse 5 statistisch signifikant war. Bei einer Käseportion von 52 g Bergkäse konsumiert man etwa ein Drittel bis die Hälfte der maximal empfohlenen Menge an Transfettsäuren. (Käse 1: 0,37% der Gesamtenergie; $\emptyset_{\text{Käse 2,3,4}}$: 0,31%; Käse 4: 0,36%; Käse 5: 0,28%; Käse 6: 0,32%).

Zusammenfassend gesagt, die Fettsäuremuster der untersuchten Käse waren nicht sehr verschieden, jedoch handelte es sich sowohl bei den PDO-Käsen als auch beim Referenzkäse um Bergkäse aus Österreich. Wenn man die Fettsäureprofile der untersuchten Käse hingegen mit denen anderer Käsesorten vergleicht (Tabelle 2.8) wird klar, dass es sehr wohl einen Unterschied macht

welchen Käse man konsumiert. Der durchschnittliche Linolensäure-Gehalt der von HAUSWIRTH et al. [2004] untersuchten Cheddar betrug 114 mg/100 g Käse. Der durchschnittliche Linolensäuregehalt der Käse 2 - 4 betrug 357 mg/100 g Käse. Der Anteil an ω 3-Fettsäure Gehalt der Cheddar war 0,7% der FSME hingegen der der Käse 2 - 4 was 1,21%. Das Verhältnis ω 6- zu ω 3-Fettsäuren beim Cheddar war durchschnittlich 2,5 : 1. Der Durchschnittswert der Vorarlberger PDO-Käse 2 - 4 war 1,72 : 1, also zu Gunsten der entzündungshemmenden ω 3-Fettsäuren geringer.

4.2.3 Korrelationen zwischen den sensorischen Attributen & chemischen Parametern

Erwartungsgemäß herrschte eine hohe negative Korrelation zwischen dem Wff-Wert (Wassergehalt in der fettfreien Substanz) und der Härte im Mund ($R = - 0,964$) sowie der Härte beurteilt mit der Hand ($R = - 0,919$).

Die Tatsache, dass der Trockensubstanzgehalt (TS) im industriell produziertem Käse um mindestens 3% statistisch signifikant höher war als in den 6 Monate alten Käsen bäuerlichen Ursprungs unterstützt die bereits erwähnte These, dass die gummiartige Konsistenz und die Härte des industriell produzierten Käses zumindest teilweise in der Austrocknung der Käsemasse im Laufe des Produktionsweges ihren Ursprung hat. Korrelationen zwischen der Trockensubstanz und der Härte wurden gefunden waren jedoch nur bei der rheologischen Messung im Rahmen der Texturprofilanalyse signifikant. Die Korrelationen zwischen Trockensubstanz und Gummiartigkeit war weder bei der sensorischen Untersuchung noch bei der rheologischen Analyse signifikant. Der Zusammenhang müsste im Rahmen größer angelegter Studien noch weiter untersucht werden.

Die Unterschiede im Säure- und Salzgehalt waren zu gering um sich in signifikanten Unterschieden beim sauren beziehungsweise salzigen Geschmack bei der sensorischen Analyse wiederzuspiegeln.

Einige weitere Korrelationen wurden gefunden, werden hier aber wegen der mangelnder Kausalität des Zusammenhangs nicht diskutiert, jedoch sind sämtliche Korrelationen im Anhang dargestellt.

4.2.4 Korrekationen innerhalb der chemischen Parameter

Innerhalb der untersuchten chemischen Parameter wurde eine starke Korrelation zwischen dem absoluten Fettgehalt und dem Fettgehalt in der Trockensubstanz festgestellt ($R_{F/F.i.T.} = 0,907$). Auch zwischen dem absoluten Salzgehalt und dem SW-Wert wurde eine Korrelation festgestellt ($R_{NaCl/SW} = 0,984$).

Es bestanden ebenfalls starke Korrelationen zwischen dem absoluten Fettgehalt und dem absoluten Gehalt an gesättigten ($R_{F/SFA} = 0,967$), einfach ungesättigten ($R_{F/MUFA} = 0,839$) und mehrfach ungesättigten Fettsäuren ($R_{F/PUFA} = 0,910$). Vergleichbar waren die Korrelationen zwischen dem Fettgehalt in der Trockenmasse und dem absoluten Gehalt an gesättigten ($R_{F.i.T./SFA} = 0,821$), einfach ungesättigten ($R_{F.i.T./MUFA} = 0,894$) und mehrfach ungesättigten Fettsäuren ($R_{F.i.T./PUFA} = 0,970$). Hingegen zwischen dem Anteil der Fettsäuren (% der FSME) und ihrem absoluten Gehalt im Käse (FS/100 g Käse) waren die Korrelationen nicht signifikant.

Beim Verhältnis der Fettsäuregruppen untereinander wurde eine negative Korrelation zwischen dem relativen Anteil (% FSME) an gesättigten Fettsäuren und dem einfach ungesättigten Fettsäuren festgestellt ($R_{FSME-SAFA/FSME-MUFA} = - 0,866$) sowie eine positive Korrelation zwischen dem absoluten Gehalt an gesättigten Fettsäuren und dem absoluten Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren ($R_{SFA/PUFA} = 0,857$).

4.3 Rheologische Analyse

4.3.1 Textur Profil Analyse (TPA)

Bei der Textur-Profil-Analyse wurde der Käse in zwei Zyklen jeweils um 50% komprimiert und sofort wieder entlastet. Abbildung 4.28 zeigt jeweils eine der aufgenommen Kurven je untersuchtem Käse. Aus diesen Graphen wurden die Härte, die Gummiartige Textur die Elastizität, die Kohäsivität und die Adhäsivität berechnet und daraus die Mittelwerte für jeden Käse ermittelt. In Tabelle 4.7 sind die Ergebnisse der TPA dargestellt.

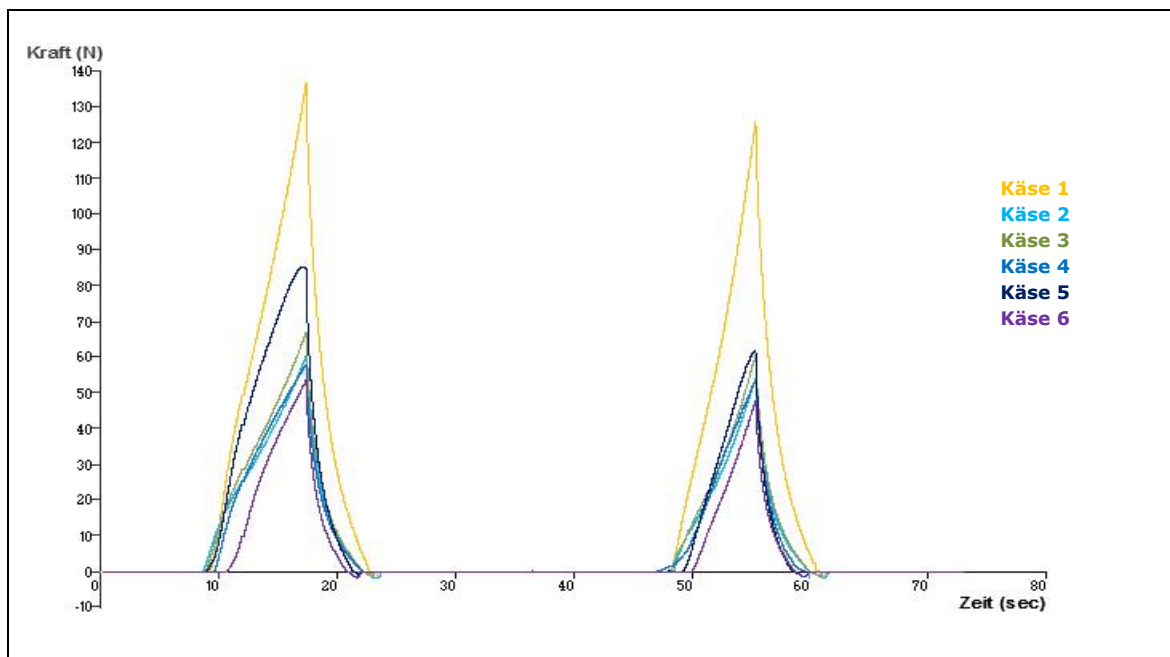


Abbildung 4.28 Textur-Profil-Analyse

Die durchschnittliche Härte der 6 Monate alten Käse aus bäuerlicher Produktion war signifikant geringer als die des Referenzkäses. (Härte $\bar{\phi}_{2,3,4}$: 165.554 N/m²; Härte Käse 1 : 369.741 N/m²). Der Unterschied zum Referenzkäse war bei allen drei Käsen auch einzeln beurteilt signifikant. Der 10 Monate alte Käse 5 war härter als Käse 4 (Härte Käse 5 : 173.149 N/m²; Härte Käse 4 : 165.205 N/m²). Der vollfette Käse 6 war weniger hart als Käse 4 (Härte Käse 6 : 152.172 N/m²). Die Unterschiede zwischen Käse 4 und Käse 5 beziehungsweise Käse 6 waren aufgrund der starken Unterschiede, die innerhalb der einzelnen Käse vorlagen nicht signifikant.

Der Referenzkäse hatte signifikant höhere Werte bei der Gummiartigen Textur als die PDO-Käse (Gummiartige Textur $\bar{\phi}_{2,3,4}$: 51,38; Gummiartige Textur Käse 1 : 116,50). Der Unterschied zum Referenzkäse war bei allen drei

Käsen auch einzeln beurteilt signifikant. Die Textur von Käse 5 war signifikant weniger gummiartig als die von Käse 4 (Gummiartige Textur_{Käse 5}: 33,30; Gummiartige Textur_{Käse 4}: 54,51). Auch die Textur von Käse 6 war weniger gummiartig als die von Käse 4, jedoch nicht signifikant (Gummiartige Textur_{Käse 6}: 40,58).

Tabelle 4.7
Parameter der TPA

Käse	Härte 1 [N/m ²]	Gummiartige Textur	Elastizität [%]	Kohäsivität	Adhäsivität
1	369.741 ± 38.396	116,50 ± 11,69	89,77 ± 0,60	0,79 ± 0,01	-0,99 ± 0,25
2	161.635 ± 31.538	47,47 ± 9,59	81,09 ± 1,87	0,73 ± 0,03	-1,39 ± 0,65
3	170.823 ± 22.592	52,15 ± 8,52	87,14 ± 2,69	0,76 ± 0,02	-1,09 ± 0,33
4	164.205 ± 47.765	54,51 ± 23,09	87,20 ± 17,78	0,68 ± 0,17	-0,65 ± 0,48
Ø_{2,3,4}	165.554 ± 82.670	51,38 ± 24,38	85,14 ± 25,93	0,72 ± 0,23	-1,04 ± 0,74
5	173.149 ± 21.775	33,30 ± 5,25	77,12 ± 1,95	0,48 ± 0,05	-1,15 ± 0,73
6	152.172 ± 12.712	40,58 ± 2,89	80,84 ± 2,73	0,67 ± 0,02	-1,74 ± 0,45

Der Unterschied bei der Elastizität zwischen dem Referenzkäse und dem Mittelwert der PDO-Käse war nicht signifikant. Der Unterschied zwischen dem Referenzkäse und Käse 2 war es statistisch signifikant (Elastizität_{Ø_{2,3,4}}: 85,14; Elastizität_{Käse 1}: 89,77; Elastizität_{Käse 2}: 81,09). Sowohl der ausgereifte Käse 5 als auch der vollfette Käse 6 waren weniger elastisch als Käse 4, allerdings nicht signifikant (Elastizität_{Käse 4}: 87,20; Elastizität_{Käse 5}: 77,12; Elastizität_{Käse 6}: 80,84).

Beim Merkmal Kohäsivität war der Unterschied zwischen dem Referenzkäse und dem Mittelwert der PDO-Käse nicht signifikant. Der Unterschied zwischen dem Referenzkäse und Käse 2 war es statistisch signifikant (Kohäsivität_{Ø_{2,3,4}}: 0,72; Kohäsivität_{Käse 1}: 0,79; Kohäsivität_{Käse 2}: 0,73). Käse 5 war signifikant weniger kohäsiv als Käse 4 (Kohäsivität_{Käse 5}: 0,48; Kohäsivität_{Käse 4}: 0,68). Käse 6 zeigte fast die gleiche Kohäsivität wie Käse 4 (Kohäsivität_{Käse 6}: 0,67).

In der Adhäsivität war sowohl beim Vergleich Referenzkäse und dem Mittelwert der PDO Käse als auch beim Vergleich mit den einzelnen Käsen kein signifikanter Unterschied zwischen dem Referenzkäse und den PDO Käsen messbar (Adhäsivität_{Ø_{2,3,4}}: - 1,04; Adhäsivität_{Käse 1}: - 0,99). Der Unterschied

zwischen Käse 4 und Käse 5 war bei der Adhäsivität nicht signifikant (Adhäsivität_{Käse 5}: - 1,15; Adhäsivität_{Käse 4}: - 0,65). Käse 6 hatte eine signifikant niedrigere Adhäsivität als Käse 4 (Adhäsivität_{Käse 6}: - 1,74).

4.3.2 Korrelation zwischen der TPA und anderen Parametern

Die Härte, rheologisch gemessen korrelierte nicht signifikant mit den anderen die Härte messenden Parametern (Härte sensorisch beurteilt im Mund: $R = 0,978$, $p = 0,133$, Härte sensorisch beurteilt in der Hand: $R = 0,975$, $p = 0,188$, Wff-Wert: $R = - 0,740$, $p = 0,470$). Wahrscheinlich war die Reifung in den Käsen im Alter von 6 Monaten zwischen Mitte und Randnähe noch zu ungleichmäßig für signifikant korrelierende Ergebnisse, denn die Reihung der Käse der Härte nach war gleich wie bei der QDA.

Die Gummiartigkeit gemessen bei der TPA korrelierte sowohl signifikant mit der gummiartigen Textur sensorisch beurteilt im Mund bei der QDA ($R = 0,921$) als auch signifikant mit der gummiartigen Textur gemessen in der Hand ($R = 0,939$).

Bei der Elastizität waren die Korrelationen zwischen der Elastizität ermittelt mit der TPA und sensorisch beurteilt im Mund ($R = 0,888$) und mit der Hand ($R = 0,832$) bei der QDA war signifikant.

Kohäsivität und Adhäsivität der Textur-Profil-Analyse korrelierten mit keinem sensorisch evaluiertem Attribut signifikant. Der erwartete Zusammenhang zum Mundbelag konnte nicht nachgewiesen werden. Allerdings hatten in der sensorischen Analyse die Käse 1 und 4 sowohl die am geringsten ausgeprägte Adhäsivität als auch den am geringsten ausgeprägten Mundbelag und Käse 6 zeigte in beiden Parametern die maximale Ausprägung.

4.4 Diskussion

Vorarlberger Bergkäse ist ein Heumilchkäse geschützten Ursprungs (deutsch: g.U.; engl. PDO = protected of designated origin), welcher aus der Rohmilch genau festgelegter Regionen in Vorarlberg hergestellt wird und der mindestens drei Monate gereift ist aber auch wesentlich älter sein kann. Ein Teil der Vorarlberger Bergkäse wird bis heute von der Wiese bis zum verkaufsfertigen Käse von einem einzigen Bauern produziert. Vorarlberger Bergkäse zeichnet sich durch seine Vielfalt, sowie seinen würzigen Geruch und Flavour aus.

Allgemein bekannt ist, dass Käse eine gute Quelle für Kalzium, viele Vitamine der B-Gruppe und für essentielle Aminosäuren ist. Sicherlich wäre auch eine Untersuchung dieser Nährstoffe hinsichtlich ihrer Quantität in Vorarlberger Bergkäse trotzdem erstrebenswert. Hingegen wenig bekannt ist, dass auch das Fettsäuremuster in Bergkäsen, verglichen mit dem anderer Käse, in ernährungsphysiologischer Hinsicht als wertvoller betrachtet werden kann und vielleicht einen Schlüssel zum Alpinparadoxum darstellt.

In der vorliegenden Arbeit standen sechs Monate alte PDO-Bergkäse bäuerlichen Ursprungs im Mittelpunkt und wurden hinsichtlich chemischer, sensorischer und rheologischer Merkmale mit einem industriell hergestellten Bergkäse verglichen. Der industriell hergestellte Bergkäse war ebenfalls aus Österreich und von hoher Qualität, jedoch war er kein PDO-Produkt. Zusätzlich wurden eine ausgereifte (10 Monate) sowie eine vollfette Variante von einem der sechs Monate alten Bergkäse ebenfalls untersucht. Anhand der untersuchten Käse wurde versucht einen Einblick in die Vielfalt und Individualität der sensorischen Eindrücke, die Vorarlberger Bergkäse haben zu geben. Zur Vorbereitung auf die sensorische Untersuchung wurde eine Recherche über bisher durchgeführte sensorische Studien von Käsen durchgeführt. Den untersuchten Studien ist gemeinsam, dass stets die Quantitative Deskriptive Analyse (QDA) die gewählte Methode war. In manchen Fällen wurde die Analyse mit einer hedonischen Beurteilung durch Konsumenten ergänzt. Über die Entscheidung welche sensorischen Attribute bei der QDA zur Beschreibung von Käse sinnvoll zu verwenden sind waren sich die Wissenschaftler sehr uneinig. Das hängt einerseits mit der Verschiedenartigkeit der untersuchten Käse zusammen. Andererseits könnten auch die verschiedenen

gewichteten Wertschöpfungen unserer Sinnesorgane und die unterschiedliche Schwierigkeit beim Beurteilen eine Rolle spielen.

Die optische Erscheinung mit Farbe, Glanz und der Beurteilung der Löcher wurde meistens nicht beachtet. Nur RITVANEN et al. [2005] und HOUGH et al. [1996] haben optische Attribute bewerten lassen. Die weitgehende Ignoranz dieser Attribute ist erstaunlich, weil alle dieser Käse in erster Linie zum Verkauf an Konsumenten produziert werden, welche ihre Einkaufsentscheidung bekanntermaßen auch aufgrund optischer Reize treffen. Noch bevor ein geschmacklicher oder haptischer Reiz überhaupt die Möglichkeit haben den Konsumenten zu beeindrucken, hat dieser die grundsätzliche Entscheidung für oder gegen ein Lebensmittel bereits anhand seiner optischen und teilweise auch olfaktorischen Reize und anderer als sensorischer Faktoren bereits getroffen. Der Geruch spielte bei den sensorischen Studien ebenfalls eine untergeordnete Rolle. Er wurde nur etwa in der Hälfte der Fälle untersucht, [MUIR et al. 1995, HOUGH et al. 1996, BARCENAS et al. 2001, ADHIKARI et al. 2003, KAROUI et al. 2007] wobei die Attribute, Allgemeiner Geruch, Milchfettgeruch und fruchtiger Geruch die meist evaluierten Merkmale waren. Des Weiteren wurden spezifische Fremdgerüche (ranziger Geruch, altes Tier-Geruch, Fischgeruch, Fischölgeruch, Schweißgeruch,...), positiv assoziierte Gerüche (nussiger Geruch, Pilzgeruch, fermentierte Früchte Geruch, saurer Geruch, rauchiger Geruch,...) und nicht weiter spezifizierter für die verschiedenen Käse typische Gerüche (Cheddar Geruch, Schweizer Käse Geruch,...) auf ihre Intensität im Käse untersucht. Die Flavoureigenschaften wurden stets, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß miteinbezogen. Die Geschmacksrichtungen süß, salzig, sauer und bitter waren jedoch die einzigen Attribute, die bei fast allen Studien berücksichtigt wurden. Der allgemeine Flavour sowie die Attribute Milchfett Flavour, nussiger Flavour und fruchtiger Flavour wurden in der Hälfte bis drei Viertel der Studien untersucht. Der Einsatz weiterer Attribute war weitgehend individuell. Umami sowie der Nachgeschmack wurden selten beachtet. Es wurde einerseits nach dem Flavour anderer Milchprodukte und Rückständen von Zutaten verkostet (Butter Flavour, Molke Flavour, Laab Flavour, gekochte Milch Flavour, Tierischer unsauberer Flavour). Andererseits wurde versucht die Reife bzw. die Überreife des Käses zu berücksichtigen (Lipolytischer Flavour, fermentiert Flavour, Buttersäure Flavour, Ranziger Flavour, Schwefel Flavour, Diacetyl Flavour). Der

spezielle Flavour, der beim Räuchern oder anderen Produktionsschritten entsteht wurde ebenfalls mehr oder weniger beschrieben (Geräuchert Flavour, Karamell-artiger Flavour, verbranntes Karamell Flavour, erdiger Flavour, Pilz Flavour, gekocht Flavour, Brühe Flavour). Besonders weitläufig war die Beschreibung der verschiedenen Formen von Fremdflavour (chemischer Flavour, künstlich behandelt Flavour, wachsartiger Flavour, Pflanzliches Öl Flavour, Sauerkraut Flavour, unspezifischer Fremdgeschmack, seifiger Flavour, abgestanden Flavour, Schweiß Flavour, Katze Flavour). Die Textur des Käses spielt offenbar eine entscheidende Rolle, denn sie wurde in einem Großteil der Studien evaluiert. [MUIR et al. 1995, HOUGH et al. 1996, FENELON et al. 2000, BARCENAS et al. 2001, ADHIKARI et al. 2003, KOCA UND METIN 2004, RITVANEN et al. 2005, KAROUI et al. 2007] Das am Häufigsten untersuchte Attribut war die Festigkeit/Härte im Mund gefolgt von der Festigkeit/Härte, die durch Schneiden und Drücken gemessen wurde. Für die Beschreibung der Konsistenz wurden auch Attribute wie gummiartig, körnig, pastös, Kristallinität, Cremigkeit, Glattheit der Oberfläche und Feuchtigkeit/Trockenheit innerhalb sowie oft auch außerhalb des Mundes beurteilt. Das Verhalten beim Kauen wurde mit den Attributen Elastizität, Mundbelag, Schmierigkeit, Klebrigkeit, Löslichkeit sowie Brüchigkeit/ Bröckeligkeit beschrieben. Ebenfalls wurden häufig wurden verschiedene Mungefühl-Attribute, besonders die nervliche Irritation „scharf“ aber auch die Eigenschaften Adstringenz, Wasserabsorbtion und Mundbelag sowie beißend, stechend und auf der Zunge prickelnd evaluiert. [HOUGH et al. 1996, FENELON et al. 2000, BARCENAS et al. 2001, ADHIKARI et al. 2003, FOEGEDING et al. 2003, RITVANEN et al. 2005, TALAVERA-BIANCHI UND CHAMBERS 2008]

Auch für die vorliegende Arbeit wurde zur Untersuchung der sensorischen Eigenschaften der Vorarlberger Bergkäse eine Quantitative Deskriptive Analyse durchgeführt. Basierend auf vorhandenen Attributelisten, ausgewählt und modifiziert nach Bedarf wurden für die sensorische Charakterisierung der untersuchten Käse vierundvierzig Attribute vom Panel als notwendig erachtet.

In Hinsicht auf das Aussehen der Käse wurden wie bei COGGINS et al. [2008] die Intensität und die Helligkeit der Farbe Gelb beurteilt. Da alle Käse blind waren, dass heißt keine Löcher hatten, wurde von einer Beschreibung der Lochung abgesehen. Die untersuchten olfaktorischen Attribute waren der allgemeine Geruch, der Bergkäsegeruch, der Milchfettgeruch, der Nussgeruch,

der süßliche Geruch, der Pilzgeruch, der erdige Geruch, der ranzige Geruch, der animalische Geruch und der stechende Geruch. Die Definitionen der Geruchsattribute entsprachen denen von DRAKE [2007], CARDOSO und BOLINI [2008]; PAGLIARINI et al. [1997] und RETIVEAU et al. [2005]. Bergkäse Geruch ist eine Modifikation nach ADHIKARI et al. [2003] und JENNY [1996]. Alle fünf Grundgeschmacksrichtungen (süß, sauer, salzig, bitter, umami) sowie die Flavour-Deskriptoren allgemeiner Flavour, Bergkäse-Flavour, MilCHFett-Flavour, Milchsüß-Flavour, gekochte Milch-Flavour, Butterflavour, Nuss-Flavour, Pilz-Flavour, erdiger Flavour, ranziger Flavour und animalischer Flavour wurden ebenfalls beurteilt, wobei die Definitionen fast aller Flavour Attribute von DRAKE et al. [2007] übernommen wurden. Die Textur-Attribute Härte, Gummiartigkeit und Elastizität wurden jeweils mit der Hand und im Mund geprüft während die Mundgefühlattribute Körnigkeit, Schärfe, Adstringenz und Mundbelag ausschließlich im Mund beurteilt wurden. Für die genaue Beschreibung der haptischen Attribute wurden Definitionen nach DRAKE [2007], PAGLIARINI et al. [1997], ADHIKARI et al. [2003], SVEINSDÓTTIR et al. [2010] und PÉREZ-CACHO et al. [2008] verwendet. Der Nachgeschmack wurde in Hinsicht auf seine allgemeine Intensität, den Bergkäse-Nachgeschmack, den Fett-Nachgeschmack sowie den bitteren Nachgeschmack untersucht, wobei die Definitionen nach RITVANEN [2005] angewendet wurden. Zusätzlich wurde der Gesamteindruck beurteilt. Wie bei ADHIKARI et al. [2003] haben sich alle untersuchten Käse bei der sensorischen Analyse signifikant voneinander unterschieden.

Beim Aussehen wurden in beiden untersuchten Attributen signifikante Unterschiede sowohl innerhalb der PDO-Käsen festgestellt als auch zwischen dem Referenzkäse und den PDO-Käsen. Diese beiden Deskriptoren korrelierten miteinander. Beim Geruch war außer dem typischen Bergkäsegeruch auch der MilCHFettgeruch relativ intensiv. Alle anderen Attribute waren deutlich weniger ausgeprägt. Signifikante Unterschiede zwischen den PDO-Bergkäsen und dem Referenzkäse wurden nur bei den Attributen Bergkäse-, Pilz- und animalischer Geruch festgestellt, wobei auch die Intensitäten der meisten anderen olfaktorischen Attribute bei den PDO-Käsen stärker waren (z.B. allgemeiner Geruch_{Referenzkäse}: 5,95; allgemeiner Geruch_{PDO-Käse}: 6,44; Bergkäse Geruch_{Referenzkäse}: 4,86; Bergkäse Geruch_{PDO-Käse}: 6,11). Die Intensität des

allgemeinen Flavours wurde vom spezifischen Bergkäseflavour dominiert gefolgt von MilCHFettflavour, Butterflavour und umami Geschmack, während die Grundgeschmacksrichtungen süß, salzig, sauer und bitter auffällig gering ausgeprägt waren. Der animalische, pilzartige und erdige Flavour bei den Käsen, die einen hatten, waren weniger intensiv ausgeprägt als die entsprechenden Gerüche. Bei den Vorarlberger Bergkäsen, g.U. waren etliche Attribute des Flavours intensiver als beim Referenzkäse (z.B; allgemeiner Flavour_{Referenzkäse}: 5,73; allgemeiner Flavour_{PDO-Käse}: 6,39, allgemeiner Nachgeschmack_{Referenzkäse}: 5,00; allgemeiner Nachgeschmack_{PDO-Käse}: 6,23; Bergkäse Flavour_{Referenzkäse}: 4,91; Bergkäse Flavour_{PDO-Käse}: 6,44, Bergkäse Nachgeschmack_{Referenzkäse}: 4,64; Bergkäse Nachgeschmack_{PDO-Käse}: 6,30). In Hinsicht auf Textur und Mundgefühl war der Unterschied der Bergkäse bäuerlichen Ursprunges zum industriell produzierten Käse offensichtlich. Die untersuchten Vorarlberger Bergkäse hatten die gummiartige Konsistenz nur in sehr geringem Maß ausgeprägt. Bei Zimmertemperatur stellten die untersuchten Vorarlberger Bergkäse sich als relativ leicht verformbar, brüchig und schmierig heraus. Dies wurde sowohl bei der Quantitativen Deskriptiven Analyse als auch bei der Texturprofilanalyse nachgewiesen. Die rheologischen Parameter waren Härte, gummiartige Textur, Elastizität, Kohäsivität und Adhäsivität. Zwischen rindennahen und in der Mitte liegenden Käsestücken waren relativ große Unterschiede in der Härte festzustellen, welche nicht evaluiert wurden, aber augenfällig waren. Der industriell produzierte Käse wies sowohl in der Quantitativen Deskriptiven Analyse als auch bei der Textur Profil Analyse eine signifikant größere Härte und Gummiartigkeit auf als die sechs Monate alten Käse bäuerlichen Ursprunges. Massive Unterschiede in der Gummiartigkeit verschiedener Käse wurden auch von MUIR [1995] festgestellt.

Zwischen dem 10 Monate alten PDO-Bergkäse und dem vergleichbaren 6 Monate alten PDO-Bergkäse wurden zwar Unterschiede bei Geruch und Geschmack festgestellt, wobei der ältere Käse fast immer einen intensivere Ausprägung aufwies, jedoch waren diese nicht signifikant. Hingegen bei den Texturattributen Härte, Gummiartigkeit, Elastizität sowie den Mundgefühlattributen Schärfe und Mundbelag waren die Unterschiede signifikant. Die höhere Intensität älterer Käse beim Attribut Schärfe wurde auch von FENELON et al. [2000] an Cheddar-Käsen beobachtet.

Im Gegensatz zu RITVANEN et al. [2005], welcher zwischem vollfetten und fettreduziertem Emmentaler bei der Quantitativen Deskriptiven Analyse keine signifikanten Unterschiede beobachtet hat, wurden zwischen dem PDO-Bergkäse und seinem vollfetten Zwilling, welcher sich bei der Produktion nur durch das Unterlassen des Abrahmens von ihm unterschied, mehrere signifikante Differenzen festgestellt. Der Milchfettgeruch war bei ihm signifikant intensiver ausgeprägt und der erdige, animalische und Bergkäse-Flavour waren signifikant schwächer wahrnehmbar. Der Zusammenhang zwischen Butterflavour und Fettgehalt sowie der negative Zusammenhang zwischen Fettgehalt und Pilz Flavour, den FENELON et al. [2000] festgestellt haben, wurde nicht gefunden. Der vollfette Käse war signifikant weniger hart, elastisch und scharf und wies dafür mehr Mundbelag auf.

Bei der Untersuchung der chemischen Parameter wurde festgestellt, dass die untersuchten Käse verglichen mit den meisten Käsen der Literaturübersicht (siehe Tabelle 2.6) einen relativ hohen Trockensubstanzgehalt aufwiesen. Dies ist wahrscheinlich auf die Tatsache zurück zu führen, dass es sich ausschließlich um Käse handelt die mindestens 6 Monate alt sind und der Wasserverlust bei der Reifung auch von Temperatur und Luftfeuchtigkeit bei der Lagerung beeinflusst wird. Der Trockensubstanz-Gehalt der PDO-Käse ($TS_{\text{PDO-Käse}}: 66,16\%$) war signifikant niedriger als der des Referenzkäses ($TS_{\text{Referenzkäse}}: 70,74\%$). Sowohl der 10 Monate alte Bergkäse als auch der vollfette Käse wiesen einen signifikant höheren Trockensubstanzgehalt auf als der vergleichbare 6 Monate alte Bergkäse ($TS_{6 \text{ Monate}}: 64,56\%$; $TS_{10 \text{ Monate}}: 67,44\%$; $TS_{\text{Vollfett}}: 67,08\%$). GAMSJÄGER [1995] und MUIR [1995], welche Vorarlberger Bergkäse (TS: 66,42%) beziehungsweise Greyerzer (TS: 66,7%) untersucht haben, berichteten von einem vergleichbaren Trockensubstanzgehalt.

Beim Fettgehalt in der Trockensubstanz war der Unterschied zwischen dem Referenzkäse und den PDO-Käsen minimal ($F.i.T._{\text{Referenzkäse}}: 50,91\%$; $F.i.T._{\text{PDO-Käse}}: 51,22\%$). Der 10 Monate alte Bergkäse zeigte einen geringeren und der vollfette Bergkäse einen höheren F.i.T.-Gehalt als der vergleichbare 6 Monate alte Referenzkäse ($F.i.T._{6 \text{ Monate}}: 51,19\%$; $F.i.T._{10 \text{ Monate}}: 46,06\%$; $F.i.T._{\text{Vollfett}}: 56,46\%$). Die erhaltenen Werte entsprechen denen, die in der

Literatur (siehe Tabelle 2.6) für verschiedene Bergkäse zu finden waren. Die Vorarlberger Bergkäse, die GAMSJÄGER [1995] untersucht hat wiesen einen durchschnittlichen Fettgehalt in der Trockensubstanz von 53,75% auf. Laut dem Österreichischen Lebensmittelbuch [Österreichisches Lebensmittelbuch 2007] könnten sowohl der Referenzkäse, als auch die 6 Monate alten PDO-Bergkäse, sowie der 10 Monate alte PDO-Bergkäse als Vollfett (F.i.T. > 45%) bezeichnet werden, obwohl bei ihrem Herstellungsprozess eine Abrahmung stattgefunden hat. Der ermittelte Fettgehalt in der Trockensubstanz vom als Vollfetten produzierten PDO-Bergkäse, der einzige tatsächlich ohne Abschöpfen des Fettes hergestellte Käse, hat bereits der Rahmstufe (F.i.T. > 55%) entsprochen.

Des Weiteren wurde der Wff-Wert (Wasser in der fettfreien Käsemasse) ermittelt, welcher sich umgekehrt proportional zur Härte der Käse verhält. Diese Korrelation war auch bei den untersuchten Bergkäsen signifikant nachweisbar ($p < 0,05$ $R_{\text{Wff}/\text{Härte_Mund}} = -0,964$; $R_{\text{Wff}/\text{Härte_Hand}} = -0,919$). Sowohl die untersuchten 6 Monate alten PDO-Bergkäse, als auch der Referenzkäse, sowie der 10 Monate alte PDO-Bergkäse werden laut dem Österreichischem Lebensmittelcodex zu den Hartkäsen gezählt ($\text{Wff}_{\text{Referenzkäse}}: 45,59\%$; $\text{Wff}_{\text{PDO-Käse}}: 51,23\%$; $\text{Wff}_{10 \text{ Monate}}: 47,14\%$). Der vollfette PDO-Bergkäse zählt mit einem Wff-Wert von 57,69% zu den Schnittkäsen.

Der durchschnittliche Salzgehalt der 6 Monate alten Käse aus bäuerlicher Produktion lag bei 1,48. Der Referenzkäse wies einen Salzgehalt von 2,22% auf, welcher den auf der Verpackung angegebenen Wert um 170% überstieg und signifikant ($p < 0,05$) höher war als der der PDO-Käse ($\text{NaCl}_{\text{PDO-Käse}}: 1,48\%$). Der Referenzkäse wurde beim salzigen Geschmack sensorisch höher bewertet als die PDO-Käse, jedoch war der Unterschied nicht signifikant. Die Korrelation zwischen Salzgehalt und salzigem Geschmack war im Gegensatz zu bei MUIR [1995] nicht signifikant. Beim Salzgehalt hatten sowohl der 10 Monate alte PDO-Käse als auch der Vollfette etwas höhere Werte als der vergleichbare 6 Monate alte PDO-Käse, wobei der Unterschied zum älteren Käse deutlich größer war ($\text{NaCl}_{6 \text{ Monate}}: 1,41\%$; $\text{NaCl}_{10 \text{ Monate}}: 1,93\%$; $\text{NaCl}_{\text{Vollfett}}: 1,44\%$). Der 10 Monate alte Bergkäse wurde auch bei der sensorischen Analyse als salziger wahrgenommen als der 6 Monate alte Käse, jedoch war der Unterschied nicht signifikant. Der Salzgehalt lag bei allen untersuchten Käsen im unteren Bereich der Werte, welche in der Literatur zu finden waren. Aus

ernährungsphysiologischer Sicht ist ein niedriger Salzgehalt wünschenswert, da Kochsalz ohnehin in großen Mengen in zubereiteten Lebensmitteln dem Körper zugeführt wird und eine übermäßige Zufuhr von Kochsalz ($> 10\text{g/Tag}$) möglicherweise Hypertonie fördert. [ELMADFA UND LEITZMANN 2004]

Der pH-Wert lag bei den 6 Monate alten Bergkäsen aus bäuerlicher Produktion bei 5,35 bis 5,44. Der pH-Wert des Bergkäses aus industrieller Produktion lag mit 5,56 etwas darüber. Dieser Unterschied äußerte sich jedoch nicht beim sauren Geschmack. Während der vollfette Bergkäse den gleichen pH-Wert hatte wie der vergleichbare PDO-Bergkäse, lag der pH-Wert des 10 Monate alten PDO-Käses etwas darunter ($\text{pH}_{6 \text{ Monate}}: 5,40$; $\text{pH}_{10 \text{ Monate}}: 5,30$; $\text{pH}_{\text{Vollfett}}: 5,40$). Der pH-Wert der PDO-Bergkäse lag unterer dem Mittelwert, den GAMSJÄGER [1995] für Vorarlberger Bergkäse ($\text{pH}: 5,7$) ermittelt hat und im unteren Bereich der Werte, welche sonst in der Literatur gefunden wurden ($\text{pH}_{\text{Greyerzer}}: 6,02$; $\text{pH}_{\text{Ras Käse}}: 5,2-5,3$; $\text{pH}_{\text{Sao Jorge}}: 5,3 -5,6$). [MUIR et al. 1995, AWAD 2006, KONGO et al. 2009]

Zur Bestimmung des Fettsäuremusters wurde eine Gaschromatographie mit Flammenionisationsdetektor durchgeführt. Im Fettsäuremuster waren zwischen dem Referenzkäse, der ebenfalls ein österreichischer Bergkäse war, und den PDO-Bergkäsen nur geringe Unterschiede messbar. Jedoch der Unterschied verglichen mit anderen Käsen, zum Beispiel Cheddar laut Hauswirth et al. [2004] war deutlich größer. Die 6 Monate alten PDO-Käse enthielten verglichen mit dem Referenzkäse etwas weniger gesättigte Fettsäuren zu Gunsten der einfach ungesättigten Fettsäuren ($\text{SFA}_{\text{PDO-Käse}}: 56,06\%$; $\text{SFA}_{\text{Referenzkäse}}: 58,78$; $\text{MUFA}_{\text{PDO-Käse}}: 28,17\%$; $\text{MUFA}_{\text{Referenzkäse}}: 25,05\%$). Der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren war etwa gleich groß ($\text{PUFA}_{\text{PDO-Käse}}: 3,63\%$; $\text{PUFA}_{\text{Referenzkäse}}: 3,68\%$). Sowohl der 10 Monate alte als auch der vollfette PDO-Bergkäse zeigten einen höheren % Anteil an gesättigten Fettsäuren und geringeren Anteil an ungesättigten Fettsäuren als der vergleichbare 6 Monate alte PDO-Bergkäse ($\text{SFA}_{6 \text{ Monate}}: 55,81\%$; $\text{SFA}_{10 \text{ Monate}}: 60,31\%$; $\text{SFA}_{\text{Vollfett}}: 60,17\%$; $\text{MUFA}_{6 \text{ Monate}}: 27,07\%$; $\text{MUFA}_{10 \text{ Monate}}: 23,78\%$; $\text{MUFA}_{\text{Vollfett}}: 25,45\%$; $\text{PUFA}_{6 \text{ Monate}}: 3,76\%$; $\text{PUFA}_{10 \text{ Monate}}: 3,64\%$; $\text{PUFA}_{\text{Vollfett}}: 3,27\%$).

Der Gesamtgehalt an $\omega 3$ -Fettsäuren lag bei allen Bergkäsen in einem Bereich,

der bei einem österreichweit durchschnittlichen Käseverbrauch von 52 g/Tag einen großen Beitrag zur Primärprävention von koronarer Herzerkrankung leisten könnte ($\omega 3_{\text{Referenzkäse}}$: 437,25 mg/100 g Käse; $\omega 3_{\text{PDO Käse}}$: 410,22 mg/100 g Käse; $\omega 3_{6 \text{ Monate}}$: 429,78 mg/100 g Käse; $\omega 3_{10 \text{ Monate}}$: 383,53 mg/100 g Käse; $\omega 3_{\text{Vollfett}}$: 472,45 mg/100 g Käse). Die zur Primärprävention als ausreichend erachtete Menge an $\omega 3$ -Fettsäuren (250 mg) ist in etwa 60 g Bergkäse enthalten. Der Anteil der $\omega 3$ -Fettsäuren lag mit 1,2% der Fettsäuren, sowohl beim Referenzkäse als auch den PDO-Bergkäse, in einem Bereich, der gleichhoch war wie der von Emmentaler (1,2%) und deutlich über dem von Cheddar (0,7%) welche HAUSWIRTH et al. [2004] untersucht haben. Der Alpinkäse, den HAUSWIRTH et al. analysiert haben enthielt mit 1,6% mehr $\omega 3$ -Fettsäuren als die untersuchten Vorarlberger Bergkäse. Das Verhältnis von $\omega 6$ - zu $\omega 3$ -Fettsäuren war bei den PDO-Bergkäsen durchschnittlich 1,72 : 1 und beim Referenzkäse 1,67 : 1. Im Vergleich mit den von HAUSWIRTH et al. [2004] untersuchten Käsen wiesen die PDO-Bergkäse und der Referenzkäse ein höheres $\omega 6$ - zu $\omega 3$ -Fettsäure Verhältnis als Alpinkäse (1,1:1) und Emmentaler (1,5:1) auf und ein niedrigeres als Cheddar (2,5:1). Der 10 Monate alte PDO-Bergkäse hatte ein Verhältnis von 1,69 : 1 und der Vollfette ein Verhältnis von 1,67 : 1. Damit war der $\omega 6$ -Fettsäureanteil bei beiden geringfügig größer als beim vergleichbaren 6 Monate alten PDO-Käse (1,62 : 1). Der Anteil der entzündungsfördernden $\omega 6$ -Fettsäuren war also bei allen untersuchten Bergkäsen zu Gunsten der entzündungshemmenden $\omega 3$ -Fettsäuren deutlich unter dem bei den D-A-CH Referenzwerten [2008] empfohlenen Maximalanteil von 5 : 1.

Der durchschnittliche Transfettsäuregehalt der PDO-Bergkäse war geringfügig niedriger als der des Referenzkäses und sowohl der 10 Monate alte als auch der vollfette Bergkäse einhielten etwas weniger Transfettsäuren als der vergleichbare 6 Monate alte Bergkäse (TFA_{PDO} : 4,94%; $\text{TFA}_{\text{Referenzkäse}}$: 5,63%; $\text{TFA}_{6 \text{ Monate}}$: 5,96%; $\text{TFA}_{10 \text{ Monate}}$: 5,16%; $\text{TFA}_{\text{Vollfett}}$: 4,31%). Bei einer Käseportion von 52 g Bergkäse konsumiert man folglich etwa ein Drittel bis die Hälfte der laut D-A-CH Referenzwerten [2008] maximal empfohlenen Menge an Transfettsäuren. Die kurzkettigen Fettsäuren (C6 – C12) lagen in allen untersuchten Bergkäsen in Konzentrationen weit über ihrer Aromaschwelle laut GANESAN et al. [2007] in lipophilen Medien vor (ca. 200 – 950 mg/100g Käse).

Daher kann davon ausgegangen werden, dass sie zum Käsearoma beitragen.

Bei den rheologischen Untersuchungen wurden die Tendenzen welche bereits bei der QDA festgestellt wurden bestätigt, allerdings waren trotz großzügig entfernter Rinde und sechs Wiederholungen je Käse, die Variationskoeffizienten innerhalb der einzelnen Käse teilweise so groß, dass nicht immer Korrelationen nachgewiesen werden konnten. Der industriell produzierte Bergkäse stellte sich auch hier als der Härteste, Gummiartigste und am meisten Elastische heraus, während sich die 6 Monate alten PDO-Käse bei allen Parametern kaum voneinander unterschieden ($Härte_{\text{PDO-Käse}}: 165.554 \text{ N/m}^2$; $Härte_{\text{Referenzkäse}}: 369.741 \text{ N/m}^2$; Gummiartige Textur $\text{PDO-Käse}: 51,38$; Gummiartige Textur $\text{Referenzkäse}: 116,50$ Elastizität $\text{PDO-Käse}: 85,14$; Elastizität $\text{Referenzkäse}: 89,77$). Der 10 Monate alte Bergkäse war härter, der vollfette PDO-Käse weniger hart und beide Käse waren weniger gummiartig und weniger elastisch als der 6 Monate alte Bergkäse des gleichen Produzenten ($Härte_{6 \text{ Monate}}: 165.205 \text{ N/m}^2$; $Härte_{10 \text{ Monate}}: 173.149 \text{ N/m}^2$; $Härte_{\text{Vollfett}}: 152.172 \text{ N/m}^2$; Gummiartige Textur $_{6 \text{ Monate}}: 54,51$; Gummiartige Textur $_{10 \text{ Monate}}: 33,30$; Gummiartige Textur $\text{Vollfett}: 40,58$; (Elastizität $_{6 \text{ Monate}}: 87,20$; Elastizität $_{10 \text{ Monate}}: 77,12$; Elastizität $\text{Vollfett}: 80,84$). Im Gegensatz zu bei ADHIKARI et al. [2003] konnte der vollfette vom fettärmeren Käse unterschieden werden. Die Härte, rheologisch gemessen korrelierte nicht signifikant mit den anderen die Härte messenden Parametern (Härte sensorisch beurteilt im Mund und mit der Hand, Wff-Wert), jedoch die Reihung der Käse der Härte nach war gleich wie bei der QDA. Bei ADHIKARI et al. [2003] korrelierte die Härte rheologisch gemessen mit der sensorisch ermittelten Härte. Die Gummiartigkeit gemessen in der vorliegenden Arbeit ($p < 0,05$) bei der TPA korrelierte signifikant mit der gummiartigen Textur sensorisch beurteilt im Mund ($R = 0,921$) und mit der Hand ($R = 0,939$). Bei der Elastizität waren die Korrelationen zwischen der Elastizität ermittelt mit der TPA und sensorisch beurteilt im Mund ($R = 0,888$) und mit der Hand ($R = 0,832$) signifikant.

Bemerkenswert ist, dass trotz der eher geringen Unterschiede zwischen dem Referenzkäse und den 6 Monate alten PDO-Käsen aus bäuerlicher Produktion in der chemischen Zusammensetzung relativ viele signifikante Unterschiede, vor allem bei der Textur, aber auch bei anderen Attributen, anhand der sensorischen Analyse festgestellt wurden.

5 Schlussbetrachtung

In der vorliegenden Arbeit wurde Vorarlberger Bergkäse, g.U. (deutsch: g.U. = geschützter Ursprung; engl. PDO = protected designation of origin) untersucht. Zuerst wurde eine Literaturrecherche über die Produktion, Zusammensetzung und bisherige Studien über die Sensorik von Käse durchgeführt. Beim experimentellen Teil wurden vier sechs Monate alte PDO-Bergkäse bäuerlichen Ursprungs sowie als Referenzkäse ein ebenfalls hochwertiger österreichischer Bergkäse aus industrieller Produktion, welcher kein PDO-Produkt war, sensorisch, chemisch und rheologisch untersucht. Zusätzlich wurde auch ein Bergkäse von 10 Monaten mituntersucht, der eine ältere Variante von einem der untersuchten PDO-Bergkäse war. Ergänzt wurden die untersuchten Käse durch einen vollfetten 6 Monate alten PDO-Bergkäse, was eine in Vorarlberg häufig vorkommende Form von Bergkäse darstellt. Auch dieser Käse war eine Variante von einem der untersuchten PDO-Bergkäse.

Die sensorische Untersuchung wurde mittels einer Quantitativen Deskriptiven Analyse durchgeführt wobei optische, olfaktorische, gustatorische und haptische Sinneseindrücke berücksichtigt wurden. Insgesamt wurden 44 Attribute als notwendig erachtet um die Proben zu beschreiben. Bei der chemischen Analyse wurden die Parameter Trockensubstanzgehalt, Fettgehalt, F.i.T.-Wert (Fettgehalt in der Trockensubstanz), Fettsäureprofil, Wff-Wert (Wasser in der fettfreien Käsemasse), Salzgehalt, SW-Wert und pH-Wert ermittelt. Als rheologische Untersuchung wurde eine Textur Profil Analyse durchgeführt.

Bei der sensorischen Analyse wurde festgestellt, dass der charakteristische Bergkäsegeruch und –Flavour und der Milchfettgeruch und –Flavour sowohl bei den PDO-Bergkäsen als auch beim Referenzkäse die dominantesten Attribute waren, während die Grundgeschmacksrichtungen nur wenig ausgeprägt waren. Alle untersuchten PDO-Bergkäse unterschieden sich signifikant durch ihre individuellen Noten. Beispiele dafür waren animalischer, pilzartiger und erdiger Geruch und Flavour. Verglichen mit dem industriell hergestelltem Bergkäse waren die sechs Monate alten Käse bäuerlichen Ursprungs signifikant weicher und weniger gummiartig. Der vollfette Käse stellte sich als milder und weicher als der vergleichbare klassisch hergestellte PDO-Käse heraus. Der ausgereifte Bergkäse war etwa gleich hart wie der industriell hergestellte und damit

signifikant härter als der 6 Monate alte vergleichbare Bergkäse, hatte aber die geringsten Werte bei der gummiartigen Konsistenz. Dies wurde auch bei der rheologischen Untersuchung, welche aus einer Textur-Profil-Analyse bestand bestätigt und quantifiziert.

Bei den untersuchten chemischen Parametern wurden Unterschiede zwischen den 6 Monate alten PDO-Bergkäsen und dem Referenzkäse bei der Trockensubstanz dem Wff-Wert und dem SW-Wert festgestellt, wobei die PDO-Käse einen geringeren TS-Gehalt und SW-Wert und einen höheren Wff-Wert aufwiesen. Der Unterschied im Wff-Wert spiegelte sich bei der sensorischen Analyse bei der Härte gemessen im Mund und mit der Hand wieder, wobei der Wff-Wert mit diesen beiden Attributen signifikant negativ korrelierte. Hingegen beim absoluten Fettgehalt und beim Fettgehalt in der Trockensubstanz waren die Unterschiede sehr gering. Der Salzgehalt war in allen untersuchten Käsen sehr niedrig, wobei in den PDO-Käsen noch geringere Werte ermittelt wurden als beim Referenzkäse. Der pH-Wert der PDO-Bergkäse lag etwas unter dem des Referenzkäse. Die Unterschiede im Säure- und Salzgehalt waren zu gering um sich in signifikanten Unterschieden beim sauren beziehungsweise salzigen Geschmack bei der sensorischen Analyse wiederzuspiegeln. Der 10 Monate alte Käse wies einen höheren TS-Gehalt, Salzgehalt und SW-Wert auf und hatte niedrigere Werte beim absoluten Fettgehalt, beim Fettgehalt in der Trockensubstanz, beim Wff-Wert und beim pH-Wert als der 6 Monate alte PDO-Käse des gleichen Bauern. Der größte Unterschied zwischen dem vollfetten Bergkäse und dem vergleichbaren Bergkäse war naheliegenderweise beim Fettgehalt, was sich sowohl im absoluten Wert als auch beim Fettgehalt in der Trockensubstanz zeigte. Weitere Unterschiede waren der höhere TS-Gehalt, Wff-Wert, SW-Wert und Salzgehalt des vollfetten PDO-Käses, wobei der Unterschied beim Salzgehalt sehr gering war. Nur der pH-Wert war gleich. Zusammengefasst unterschied sich der Vollfette (56,46% F.i.T.) in beinahe allen untersuchten chemischen Parametern vom gleichalten produzierten Käse mit 51,19% F.i.T..

Aufgrund der aktuellen These, dass das Fettsäuremuster der Bergkäse einen Schlüssel zum Alpin-paradoxum darstellen könnte wurde dieses mit Hilfe der Gaschromatographie mit Flammenionisationsdetektor ermittelt und mit den aktuellen D-A-CH Referenzwerten in Relation gesetzt. Zwischen den

verschieden österreichischen Bergkäsen (PDO-Käse und Referenzkäse) waren nur relativ geringe Unterschiede messbar. Wenn man hingegen die Bergkäse mit anderen bei anderen Studien untersuchten Käsesorten, z.B. Cheddar, verglich war das Fettsäuremuster der Bergkäse empfehlenswerter. Bei den PDO-Käsen war der SFA-Gehalt zu Gunsten des MUFA-Gehaltes etwa 5% erniedrigt. Der Gesamtgehalt an ω 3-Fettsäuren und das Verhältnis von ω 6- zu ω 3-Fettsäuren könnten zur Primärprävention von koronarer Herzerkrankung beitragen. Da die kurzkettigen Fettsäuren in allen untersuchten Bergkäsen in Konzentrationen weit über ihrer Aromaschwelle in lipophilen Medien vorlagen konnte davon ausgegangen werden, dass sie das Käsearoma aktiv beeinflusst haben.

Die abwechslungsreiche Ausprägung der sensorischen Eigenschaften der Vorarlberger Bergkäse, g.U. und die regionale Verwurzelung im alpinen Gebiet dürften für den hohen Käsekonsum in Vorarlberg die Hauptursachen sein. Der hohe Bergkäsekonsum könnte gemeinsam mit dem verglichen mit anderen Käsesorten empfehlenswerteren Fettsäuremuster der Bergkäse durchaus zum Alpinparadoxum beitragen. Der Referenzkäse, welcher ebenfalls ein Österreichischer Bergkäse, jedoch kein PDO-Produkt war, hatte ein ebenso empfehlenswertes Fettsäuremuster, unterschied sich jedoch bei mehreren sensorischen Eigenschaften sensorisch signifikant von den PDO-Produkten. Unter anderem wurde auch der sensorische Gesamteindruck des Referenzkäses signifikant niedriger bewertet als der der PDO-Käse.

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden Vorarlberger Bergkäse, g.U. (de: g.U. = geschützter Ursprung; engl: PDO = protected designation of origin) untersucht. Zuerst wurde eine Literaturrecherche über die Produktion, Zusammensetzung und bisherige Studien über die Sensorik von Käse durchgeführt. Im praktischen Teil wurden 4 sechs Monate alte PDO-Vorarlberger Bergkäse sensorisch, chemisch und rheologisch untersucht und miteinander sowie mit einem österreichischem Bergkäse, der kein PDO-Produkt war, verglichen.

Die sensorische Untersuchung der Käse wurde in Form einer Quantitativen Deskriptiven Analyse durchgeführt, bei welcher festgestellt wurde, dass der charakteristische Bergkäsegruch und –Flavour und der Milchfettgeruch und –Flavour die dominantesten Attribute waren, während die Grundgeschmacksrichtungen geringer ausgeprägt waren. Alle untersuchten pdo-Bergkäse unterschieden sich signifikant durch ihre individuellen Noten. Der Referenzkäse unterschied sich einerseits durch die geringere Ausprägung der meisten Geruchs- und Flavourattribute verglichen mit den PDO-Käsen und andererseits durch eine signifikant härtere und gummiartigere Textur. Die gefunden Unterschiede in der Textur wurden bei der Textur-Profil-Analyse quantifiziert.

Bei der chemischen Analyse wurden die Parameter Trockensubstanzgehalt, Fettgehalt, F.i.T.-Wert (Fettgehalt in der Trockensubstanz), Fettsäureprofil, Wff-Wert (Wasser in der fettfreien Käsemasse), Salzgehalt, SW-Wert und pH-Wert ermittelt. Unterschiede zwischen den PDO-Bergkäsen und dem Referenzkäse wurden beim Trockensubstanzgehalt (Referenzkäse: 70,74%; PDO-Käse: 66,16%) und beim Wff-Wert (Referenzkäse: 45,59%; PDO-Käse: 51,23%) deutlich. Die PDO-Käse wiesen sowohl einen signifikant geringeren Salzgehalt (Referenzkäse: 2,27%; PDO-Käse: 1,48%) als auch einen geringeren SW-Wert (Referenzkäse: 7,59; PDO-Käse: 4,37) auf, sowie einen geringeren pH-Wert als der Referenzkäse (Referenzkäse: 5,56; PDO-Käse: 5,40). Beim Fettgehalt und beim Fettsäuremuster waren die Unterschiede zwischen PDO-Käse und Referenzkäse gering, jedoch enthielten die PDO-Bergkäse signifikant weniger gesättigte Fettsäuren und mehr einfach ungesättigten Fettsäuren als der Referenzkäse. Die untersuchten Käse

enthielten einen relativ hohen Anteil an $\omega 3$. Das Verhältnis von $\omega 6$ zu $\omega 3$ Fettsäuren die den PDO-Käsen unterschied sich nicht signifikant von dem des Referenzkäses.

7 Summary

The intention of this study was to make an informative portrait of Vorarlberger Bergkäse, an alpine cheese of protected designation of origin. For this purpose first a literature research about the production, composition and former studies of the sensory properties of cheese was made. In the practical part 4 PDO-alpine cheeses at the age of six months were under examination in a sensoric, chemical and rheological way. They were compared to each other and to a reference cheese, which was either an austrian alpine cheese of six months, but not a PDO-product.

For sensory examination was used a Quantitative Descriptive Analysis. It was figured out that each of the analysed PDO-cheeses had significantly different sensory properties but in all the dominant descriptors were alpine cheese flavour and milkfat odour and flavour, whereas the basic tastes were far less intense. Animalic, mushroom and earthy flavour were examples for individual differences of the analysed cheeses. The reference cheese showed less pronounced odour and flavour attributes compared to the PDO-cheeses. It was remarkably harder and had a more rubbery texture. The differences in texture were quantified at the Texture Profile Analysis.

At the chemical examination the parameters dry matter, fat content, fat content in dry matter, fatty acid profile, salt content, MNFS-value (Moisture in non fat substance), SM-value (salt in moisture) and pH-value were measured.

The differences in the analytical parameters between the PDO-alpine cheeses and the reference cheese were observed in the dry matter (reference cheese: 70,74%; PDO-cheese: 66,16%) and the MNFS (reference cheese: 45,59%; PDO-cheese: 51,23%). Additionally the PDO-cheeses had a statistically significant lower salt content (reference cheese: 2,27%; PDO-cheese: 1,48%), SM-value (reference cheese: 7,59; PDO-cheese: 4,37) and pH-value (reference cheese: 5,56; PDO-cheese: 5,40). The fat content and the fatty acid profile of the PDO-cheeses and the reference cheese were similar, except the SFA-content, which was significantly lower and the MUFA-content, which was higher in the PDO-cheeses. All analysed alpine cheeses showed a relatively high content of ω 3-fatty acids. The ratio of ω 6: ω 3 fatty acids was either similar and not statistically significant.

8 Literaturverzeichnis

- ADHIKARI, K., H. HEYMANN, UND H.E. HUFF, 2003. Textural characteristics of lowfat, fullfat and smoked cheeses: sensory and instrumental approaches. *Food Quality and Preference* 14: S.211–218.
- AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE (USA), 2011. USDA National Nutrient Database for Standard Reference. Available at: http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl [Zugegriffen Juli 17, 2011].
- ALEWIJN, M., E.L. SLIWINSKI, UND J.T.M. WOUTERS, 2003. A fast and simple method for quantitative determination of fat-derived medium and low-volatile compounds in cheese. *International Dairy Journal* 13: S.733–741.
- ALEWIJN, M., E.L. SLIWINSKI, UND J.T.M. WOUTERS, 2005. Production of fat-derived (flavour) compounds during the ripening of Gouda cheese. *International Dairy Journal* 15: S.733–740.
- ALFONSUS, H., 1974. In H. Waldburg (Hrsg.) *Handbuch der Käse : Käse der Welt von A-Z : Eine Enzyklopädie*. Kempten: Volkswirtschaftlicher Verlag;
- ASTA FOODTECHNOLOGY, 2010. Milchpasteur. Available at: <http://www.astaeismann.de/main.php?page=4&underpage=6&lang=de&todo=enlarge&content=30&bpage=1> [Zugegriffen Mai 23, 2011].
- ASTON, J.W., UND L.K. CREAMER, 1986. Contribution of the components of the water-soluble fraction to the flavour of Cheddar cheese. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology* 21: S.229–248.
- ASTON, J.W., UND K. DOUGLAS, 1983. The production of volatile sulphur compounds in Cheddar cheeses during accelerated ripening. *Australian Journal of Dairy Technology* 2: S.66–70.
- ASTON, J.W., J.E. GILES, I.G. DURWARD, UND J.R. DULLEY, 1985. Effect of Elevated Ripening Temperatures on Proteolysis and Flavour Development in Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Research* 52: S.565–572.
- AWAD, S., 2006. Texture and flavour development in Ras cheese made from raw and pasteurised milk. *Food Chemistry* 97: S.394–400.
- BANKS, W., 1991. Milk lipids. In *Utilizations of milk fat*. Brussels: Brussels International Dairy Federation; S. 3–6.
- BARCENAS, P., R. PEREZ DE SAN ROMAN, F.J. PÉREZ ELORTONDO, UND M. ALBISU, 2001. Consumer preference structures for traditional Spanish cheeses and their relationship with sensory properties. *Food Quality and Preference* 12: S.269–279.
- BARCENAS, P., F.J. PÉREZ ELORTONDO, J. SALMERÓN, UND M. ALBISU, 1999. Development of a Preliminary Sensory Lexicon and Standard References of Ewes Milk Cheeses Aided by Multivariate Statistical Procedures. *Journal of Sensory Studies* 14: S.161–179.
- BARLOW, I., G.T. LLOYD, E.H. RAMSHAW, A.J. MILLER, G.P. MCCABE, UND L. MCCABE, 1989. Correlations and changes in flavour and chemical parameters of Cheddar cheeses during maturation. *Australian Journal of Dairy Technology* 44: S.7–18.
- BERESFORD, T.P., N.A. FITZSIMONS, N.L. BRENNAN, UND T.M. COGAN, 2001. Recent advances in cheese microbiology. *International Dairy Journal* 11: S.259–274.
- BILLS, D.D., UND E.A. DAY, 1964. Determination of the major free fatty acids of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science* 47: S.733–738.

- BOELRIJK, A.E.M., C. JONG, UND G. SMIT, 2003. Flavour generation in dairy products. Available at: <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/349979> [Zugegriffen Januar 17, 2011].
- BROADBENT, J.R., M. STRICKLAND, B.C. WEIMER, M.E. JOHNSON, UND J.L. STEELE, 1998. Peptide Accumulation and Bitterness in Cheddar Cheese Made Using Single-Strain *Lactococcus lactis* Starters with Distinct Proteinase Specificities. *Journal of Dairy Science* 81: S.327–337.
- BROOME, M.C., 2007a. Adjunct culture metabolism and cheese flavour. In B. C. Weimer (Hrsg.) *Improving the flavour of cheese*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited; S. 177–196.
- BROOME, M.C., 2007b. Starter culture development for improved cheese flavour. In B. C. Weimer (Hrsg.) *Improving the flavour of cheese*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited; S. 157–174.
- BUSCH-STOCKFISCH, M., 2002. *Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung*, Hamburg: Behr
- CARDOSO, J.M.P., UND H.M.A. BOLINI, 2008. Descriptive profile of peach nectar sweetened with sucrose and different sweeteners. *Journal of Sensory Studies* 23: S.804–816.
- CHAMBA, J.-F., UND E. PERRARD, 2002. Contribution of propionic acid bacteria to lipolyses of Emmental cheese. *Le Lait* 82: S.33–44.
- CHAPMAN, H.R., UND E.M. SHARPE, 1990. Microbiology of cheese. In R. K. Robinson (Hrsg.) *Dairy Microbiology: The microbiology of milk Products*. New York: Elsevier Science Publishing;
- CHIN, H.W., UND M. ROSENBERG, 1997. Accumulation of Some Flavor Compounds in Full- and Reduced-fat Cheddar Cheese Under Different Ripening Conditions. *J Food Science* 62: S.468–474.
- COGGINS, P.C., M.W. SCHILLING, S. KUMARI, UND P.D. GERRARD, 2008. Development of a sensory lexicon for conventional milk yoghurt in the United States. *Journal of Sensory Studies* 23: S.671–687.
- COLLINS, Y.F., P.L.H. MCSWEENEY, UND M.G. WILKINSON, 2003. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *International Dairy Journal* 13: S.841–866.
- COLLOMB, M., U. BÜTIKOFER, R. SIEBER, B. JEANGROS, UND J.-O. BOSSET, 2002. Composition of fatty acids in cow's milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of Switzerland using high-resolution gas chromatography. *International Dairy Journal* 12: S.649–659.
- CROMIE, S.J., J.E. GILES, UND J.R. DULLEY, 1987. Effect of Elevated Ripening Temperatures on the Microflora of Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Research* 54: S.69–76.
- CROW, V.L., T. COOLBEAR, P.K. GOPAL, F.G. MARTLEY, L.L. MCKAY, UND H. RIEPE, 1995. The role of autolysis of lactic acid bacteria in the ripening of cheese. *International Dairy Journal* 5: S.855–875.
- CROW, V.L., T. COOLBEAR, R. HOLLAND, G.G. PRITCHARD, UND F.G. MARTLEY, 1993. Starters as finishers: starter properties relevant to cheese. *International Dairy Journal* 3: S.423–460.
- CROW, V.L., B. CURRY, UND M. HAYES, 2001. The ecology of non-starter lactic acid bacteria (NSLAB) and their use as adjuncts in New Zealand Cheddar. *International Dairy Journal* 11: S.275–283.

- CUER, A., G. DAUPHIN, A. KERGOMARD, J.P. DUMONT, UND J. ADDA, 1979a. Production of S-methylthioacetate by *Brevibacterium linens*. *Applied and Environmental Microbiology* 38: S.332–334.
- CUER, A., G. DAUPHIN, A. KERGOMARD, J.P. DUMONT, UND J. ADDA, 1979b. Production of S-methylthioacetate by *Micrococcus* cheese strains. *Agric Biol Chem* 43: S.1783–1784.
- D-A-CH, 2008. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr 1. Aufl., 3. Nachdruck., Neustadt an der Weinstrasse: Umschau; S. 43–58.
- DIAS, B., 1998. Methanethiol and Cheddar cheese flavour. Department of Food Science, Utah State University.
- DILLON, J.C., UND A.M. BERTHIER, 2000. Cheese in Diet. In E. Eck und J.-C. Gillis (Hrsg.) *Cheesemaking - From science to quality assurance*. Paris France: Lavoisier; S. 663–683.
- DIRINCK, P., UND A. DE WINNE, 1999. Flavour characterisation and classification of cheeses by gas chromatographic-mass spectrometric profiling. *J. Chromatogr. A* 847: S.203–208.
- DRAKE, M.A., 2007. Defining cheese flavour. In B. C. Weimer (Hrsg.) *Improving the flavour of cheese*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited; S. 370–400.
- DRAKE, M.A., S.C. MCINGVALE, P.D. GERARD, K.R. CADWALLADER, UND G.V. CIVILLE, 2001. Development of a Descriptive Language for Cheddar Cheese. *J Food Science* 66: S.1422–1427.
- DUFOSSÉ, L., A. LATRASSE, UND H.E. SPINNLER, 1994. Importance des lactones dans les arômes alimentaires : structure, distribution, propriétés sensorielles et biosynthèse. *Sciences des Aliments* 14: S.17–50.
- EDER, K., 1995. Gas chromatographic analysis of fatty acid methyl esters. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications* 671: S.113–131.
- EDWARDS, J., UND F.V. KOSIKOWSKI, 1983. Bitter Compounds from Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science* 66: S.727–734.
- EL SODA, M.A., 1993. The role of lactic acid bacteria in accelerated cheese ripening. *FEMS Microbiology Reviews* 12: S.239–251.
- ELMADFA, I., UND C. LEITZMANN, 2004. Ernährung des Menschen 4., korr. und aktualisierte Aufl., Stuttgart: Ulmer; S. 115–146; 221–223.
- ENGELS, W.J.M., R. DEKKER, C. DE JONG, R. NEETER, UND S. VISSER, 1997. A comparative study of volatile compounds in the water-soluble fraction of various types of ripened cheese. *International Dairy Journal* 7: S.255–263.
- ENGELS, W.J.M., UND S. VISSER, 1994. Isolation and comparative characterization of components that contribute to the flavour of different types of cheese. *Netherlandy Milk Dairy Journal* 48: S.127–140.
- FENELON, M.A., T.P. GUINEE, C. DELAHUNTY, J. MURRAY, UND F. CROWE, 2000. Composition and Sensory Attributes of Retail Cheddar Cheese with Different Fat Contents. *Journal of Food Composition and Analysis* 13: S.13–26.
- FERCHICHI, M., D. HEMME, M. NARDI, UND N. PAMBOUKDJIAN, 1985. Production of Methanethiol from Methionine by *Brevibacterium linens* CNRZ 918. *J Gen Microbiol* 131: S.715–723.
- FOEGEDING, A.E., J. BROWN, M.A. DRAKE, UND C.R. DAUBERT, 2003. Sensory and mechanical aspects of cheese texture. *International Dairy Journal* 13: S.585–591.

- FOISY, H., 2005. Milchtechnologie: eine vorlesungsorientierte Darstellung, Wien: IMB-Verlag, Institut für MilCHForschung und Bakteriologie, Univ. für Bodenkultur; S. 3,4, 20, 31-34, 36- 42, 91-113.
- FOLKERTSMA, B., P.F. FOX, UND P.L.H. MCSWEENEY, 1996. Accelerated ripening of Cheddar cheese at elevated temperatures. *International Dairy Journal* 6: S.1117–1134.
- FOX, P.F., J. LAW, P.L.H. MCSWEENEY, UND J.M. WALLACE., 1993. Biochemistry of cheese ripening. In P. F. Fox (Hrsg.) *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology*. London: Elsevier Acad. Pr; S. 389–438.
- FOX, P.F., P.L.H. MCSWEENEY, GUINEE, T.P., UND COGAN, T.M., 2004. *Cheese: chemistry, physics and microbiology -General Aspects* 3. Aufl., Amsterdam: Elsevier Acad. Pr; S. 1-18.
- FOX, P.F., UND L. STEPANIAK, 1993. Enzymes in cheese technology. *International Dairy Journal* 3: S.509–530.
- FRÖHLICH-WYDER, M.T., UND H.P. BACHMANN, 2004. Cheeses with propionic acid fermentation. In P. F. Fox (Hrsg.) *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology*. Amsterdam; London: Academic Press; S. 141–156, XIV–XV.
- GAGNAIRE, V., D. MOLLÉ, T. SØRHAUG, UND J. LÉONIL, 1999. Peptidases of dairy propionibacteria. *Lait* 79: S.43–57.
- GAMSJÄGER, C., 1995. Vorarlberger Bergkäse- Charakterisierung anhand ausgewählter chemischer Parameter. Diplomarbeit. Wien: Institut für MilCHForschung an der Univeristät für Bodenkultur.
- GANESAN, B., P. DOBROWOLSKI, UND B.C. WEIMER, 2006. Identification of the Leucine-to-2-Methylbutyric Acid Catabolic Pathway of *Lactococcus lactis*. *Appl. Environ. Microbiol.* 72: S.4264–4273.
- GANESAN, B., K. SEEFELDT, R. KOKA, B. DIAS, UND B.C. WEIMER, 2004. Monocarboxylic acid production by lactococci und lactobacilli. *International Dairy Journal* 14: S.2135–2141.
- GANESAN, B., K. SEEFELDT, UND B.C. WEIMER, 2004. Fatty acid production by *Brevibacterium linens* via amino acid utilization. *Applied Microbiology and Biotechnology* 70: S.6385–6393.
- GANESAN, B., UND B.C. WEIMER, 2004. Role of Aminotransferase IlvE in Production of Branched-Chain Fatty Acids by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*. *Appl Environ Microbiol* 70: S.638–641.
- GANESAN, B., UND B.C. WEIMER, 2007. Amino acid metabolism in relationship to cheese flavor development. In B. C. Weimer (Hrsg.) *Improving the flavour of cheese*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited; S. 70–93.
- GANESAN, B., B.C. WEIMER, M.C. QIAN, UND H.M. BURBANK, 2007. Compounds associated with cheese flavor. In B. C. Weimer (Hrsg.) *Improving the flavour of cheese*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited; S. 26–42.
- GASSER, A., 2011. Interview über Vorarlberger Bergkäse.
- GMEINER, H., S. GRUBER, UND R. PILZ, 2011. Archiv vom www.kaes.at S. Gruber (Hrsg.),
- GOBBETTI, M., M. DE ANGELIS, R. DI CAGNO, UND C.G. RIZZELLO, 2007. The relative contributions of starter cultures and non-starter bacteria to the flavour of cheese. In B. C. Weimer (Hrsg.) *Improving the flavour of cheese*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited; S. 121–147.
- GRIPON, 1993. Mould-ripened cheeses. In P. F. Fox (Hrsg.) *Cheese Chemistry, Physics*

- and Microbiology. London: Elsevier Science Publishing; S. 111–136.
- GRIPON, J.C., V. MONNET, G. LAMBERET, UND M.J. DESMAZEAUD, 1991. Microbial enzymes in cheese ripening. In P. F. Fox (Hrsg.) Food Enzymology. New York: Elsevier Science Publishing; S. 131–168.
- GRUBER, S., 2002. käse von kaes.at - Fakten - Käseherstellung, Käseerzeugung. Available at: http://www.kaes.at/de/kaese/bergkaese_25.html [Zugegriffen Mai 11, 2011].
- GRUBER, S., 2011. Interview über Vorarlberger Bergkäse.
- GUEGUEN, L., 2000. Mineral value of cheeses. In A. Eck und J.-C. Gillis (Hrsg.) Cheesemaking - From science to quality assurance. Paris France: Lavoisier; S. 674–683.
- HANNON, J.A., M.G. WILKINSON, C. DELAHUNTY, J.M. WALLACE., P.A. MORRISSEY, UND BERESFORD, 2003. The use of autolytic starter systems to accelerate the ripening of Cheddar cheese. *International Dairy Journal* 13: S.313–323.
- HANREICH, L., LEB, UND E. ZELTNER, 2007. Käsen Leichtgemacht: 120 Rezepte für die Milchverarbeitung, Graz: Stocker
- HAUSWIRTH, C.B., M.R.. SCHEEDER, UND J.H. BEER, 2004. High Omega-3 Fatty Acid Content in Alpine Cheese: The Basis for an Alpine Paradox. *Circulation* 109: S.103.
- HEIDA KÄSEREI VISPERTERMINEN, 2006. Bild Salzbad. Available at: <http://www.heidakaese.ch/bildsalzbad.htm> [Zugegriffen Mai 23, 2011].
- HEISSERER, D.M., UND E. CHAMBERS IV, 1993. Determination of the sensory Flavour attributes of aged natural cheese. *Journal of Sensory Studies* 8: S.121–132.
- HEMME, D., C. BOUILLANE, F. METRO, UND M.J. DESMAZEAUD, 1982. Microbial catabolism of amino acids during cheese ripening. *Sci. Aliments* 2: S.113–123.
- HICKEY, D.K., K.N. KILCAWLEY, T.P. BERESFORD, E. SHEEHAN, UND M.G. WILKINSON, 2006. The influence of seasonal milk supply on the biochemical and sensory properties of Cheddar cheese. *International Dairy Journal* 15: S.679–690.
- HILL, A.R., 2007. Physical factors affecting flavour of cheese. In B. C. Weimer (Hrsg.) Improving the flavour of cheese. Woodhead Publishing Limited; S. 252–278.
- HOLLAND, R., S.-Q. LIU, V.L. CROW, M.-L. DELABRE, M. LUBBERS, M. BENNETT, UND G. NORRIS, 2005. Esterases of lactic acid bacteria and cheese flavour: Milk fat hydrolysis, alcoholysis and esterification. *International Dairy Journal* 15: S.711–718.
- HOUGH, G., A.N. CALIFANO, N.C. BERTOLA, A.E. BEVILACQUA, E. MARTINEZ, M.J. VEGA, UND N.E. ZARITZKY, 1996. Partial least squares correlations between sensory and instrumental measurements of flavor and texture for Reggiano grating cheese. *Food Quality and Preference* 7: S.47–53.
- HOUGH, G., E. MARTINEZ, T. BARBIERI, A. CONTARINI, UND M.J. VEGA, 1994. Sensory profiling during ripening of reggiano grating cheese, using both traditional ripening and in plastic wrapping. *Food Quality and Preference* 5: S.271–280.
- HUFFMAN, L.M., UND T. KRISTOFFERSEN, 1984. Role of lactose in Cheddar cheese manufacturing and ripening. *N.Z.J. Dairy Sci. Technol.* 19: S.151–162.
- HURLEY, M.J., L.B. LARSEN, A.L. KELLY, UND P.L.H. MCSWEENEY, 2000. The milk acid proteinase cathepsin D: a review. *International Dairy Journal* 10: S.673–681.
- INGENIEURBÜRO RADOVIC, 2010. REDA Separatoren - Molkerei. Available at: <http://www.radovic-engineering.com/de/komponenten/separatoren/molkerie.html> [Zugegriffen Mai

- 23, 2011].
- ISSANCHOU, S., 2000. Sensory analysis of cheese (scientific aspect). In A. Eck und J.-C. Gilles (Hrsg.) Cheesemaking - From science to quality assurance. Paris France: Lavoisier; S. 748–768.
- JANDER, G., 1995. Einführung in das anorganisch-chemische Praktikum 14., neu bearb. Aufl. /., Stuttgart: Hirzel
- JENNY, B., 1996. Sensorische Charakterisierung von Vorarlberger Bergkäse. Diplomarbeit. Wien: Institut für Milchforschung an der Universität für Bodenkultur.
- JENSEN, R.G., G.W. GANDER, UND J. SAMPUGNA, 1991. The composition of milk fat. *Journal of Dairy Science* 74: S.3228–3243.
- KAI, P.L., 1996. Determining the causes of the bitterness quality defect in Cheddar cheese. Dissertation. Department of Food Science and Nutrition, University of Minnesota.
- KAKARIARI, E., M. GEORGALAKI, G. KALANZOPOULOS, UND E. TSAKALIDOU, 2000. Purification and characterization of an intracellular esterase from *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *freudenreichii* ITG 14'. *Le Lait* 80: S.491–501.
- KAROUI, R., L. PILLONEL, E. SCHALLER, J.O. BOSSET, UND J. DE BAERDEMAEKER, 2007. Prediction of sensory attributes of European Emmental cheese using near-infrared spectroscopy: a feasibility study. *Food Chemistry* 101: S.1121–1129.
- KÄSEREI LUSTENAU, 2010. Fotos der Käserei Lustenau. Available at: http://www.kaeserei-lustnau.ch/kaeserei_lustnau/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=56 [Zugegriffen Mai 23, 2011].
- KAUFMANN, W., 2011. Interview über Vorarlberger Bergkäse.
- KELLY, M., P.F. FOX, UND P.L.H. MCSWEENEY, 1996. Influence of salt-in-moisture on proteolysis in Cheddar-type cheeses. *Milchwissenschaft* 51: S.498 – 501.
- KILCAST, D., 1999. Sensory Techniques To Study Food. In A. Rosenthal (Hrsg.) *Food texture : measurement and perception*. Gaithersburg Md.: Aspen Publishers; S. 30–64.
- KLEIN, N., UND S. LORTAL, 1999. Attenuated starters: an efficient means to influence cheese ripening-a review. *International Dairy Journal* 9: S.751–762.
- KOCA, N., UND M. METIN, 2004. Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. *International Dairy Journal* 14: S.365–373.
- KOCH, M.J., 1974. In H. Mair-Waldburg (Hrsg.) *Handbuch Der Käse: Käse der Welt von A - Z ; eine Enzyklopädie*. Kempten: Volkswirtschaftl. Verl;
- KONGO, J.M., A.M. GOMES, F.X. MALCATA, UND P.L.H. MCSWEENEY, 2009. Microbiological, biochemical and compositional changes during ripening of São Jorge - a raw milk cheese from the Azores (Portugal). *Food Chemistry* 112: S.131–138.
- LAMBERET, G., B. AUBERGER, UND J.L. BERGERE, 1997. Aptitude of cheese bacteria for volatile S -methyl thioester synthesis. II. Comparison of coryneform bacteria, Micrococcaceae and some lactic acid bacteria starters. *Applied Microbiology and Biotechnology* 48: S.393–397.
- LAW, B.A., 1983. Flavour compounds in cheese. *Perfumer and Flavorist* 7(5): S.9–21.
- LAW, B.A., 1984. Flavour development in cheeses. In F. L. Davies und B. A. Law

- (Hrsg.) Advances in the microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk. London: Elsevier Applied Science; S. 187–208.
- LAW, B.A., M.J. CASTANON, UND M.E. SHARPE, 1976. The Contribution of Starter Streptococci to Flavour Development in Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Research* 43: S.301–311.
- LAW, B.A., UND M.E. SHARPE, 2009. Formation of methanethiol by bacteria isolated from raw milk and Cheddar cheese. *J. Dairy Res.* 45: S.267–275.
- LAWRENCE, R.C., J. GILLES, UND L.K. CREAMER, 1983. The relationship between cheese texture and flavour. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology* 18: S.175–190.
- LECHNER, R.A., 2009. Käsestraße Bregenzerwald. Available at: http://www.kaesestrasse.at/sites/default/files/Bregenzerwaelder_AlpBerg_2010.pdf [Zugegriffen Februar 16, 2011].
- LEE, Y.L., J.C. CHEN, UND J.F. SHAW, 1997. The thioesterase I of *Escherichia coli* has arylesterase activity and shows stereospecificity for protease substrates. *Biochem. Biophys. Res. Commun* 231: S.452–456.
- LINGG, J., 2011. Interview über hofeigene Käseproduktion.
- LOMBARDI, A.M., A.E. BEVILACQUA, UND A.N. CALIFANO, 1994. Variation in organic acids content during ripening of Reggiano cheese in air-tight sealed bags. *Food Chemistry* 51: S.221–226.
- MADKOR, S.A., P.S. TONG, UND M. EL SODA, 2000. Ripening of Cheddar Cheese with Added Attenuated Adjunct Cultures of Lactobacilli. *Journal of Dairy Science* 83: S.1684–1691.
- MANNING, D.J., 1979a. Cheddar Cheese Flavour Studies: II. Relative Flavour Contributions of Individual Volatile Component. *Journal of Dairy Research* 46: S.523–529.
- MANNING, D.J., 1979b. Chemical Production of Essential Cheddar Flavour Compounds. *Journal of Dairy Research* 46: S.531–537.
- MANNING, D.J., H.R. CHAPMAN, UND Z.D. HOSKING, 1976. Sulphur compounds in relation to Cheddar cheese flavour. *Journal of Dairy Research* 43: S.313–320.
- MARTIN, D., C. KIESNER, UND E. SCHLIMME, 1997. Ribonucleosides: Chemical parameters for controlling the heat treatment of milk. *Nahrung* 41: S.258–267.
- MCSWEENEY, P.L.H., 1997. The flavour of milk and dairy products: III. Cheese: taste. *Int J Dairy Tech* 50: S.123–128.
- MCSWEENEY, P.L.H., 2007. Cheese manufacture and ripening and their influence on cheese flavour. In B. C. Weimer (Hrsg.) *Improving the flavour of cheese*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited; S. 1–26.
- MEINHART, E., UND P. SCHREIER, 1986. Study of flavour compounds from Parmigiano Reggiano cheese. *Milchwissenschaft* 41: S.689–691.
- MOLIMARD, P., UND H.E. SPINNLER, 1996. Review: Compounds Involved in the Flavor of Surface Mold-Ripened Cheeses: Origins and Properties. *Journal of Dairy Science* 79: S.169–184.
- MONNET, V., S. CONDON, COGAN, T.M., UND J.C. GRIPON, 1996. Metabolism of starter cultures. In T. Cogan und J.-P. Accolas (Hrsg.) *Dairy starter cultures*. New York: VCH; S. 47–99.
- MUIR, D.D., E.A. HUNTER, J.M. BANKS, UND D.S. HORNE, 1995. Sensory properties of hard cheese: Identification of key attributes. *International Dairy Journal* 5: S.157–177.

- MÜLDER, H., 1952. Taste and flavour forming substances in cheese. *Netherlandy Milk and Dairy Journal* 6: S.157–168.
- MURRAY, J.M., UND C.M. DELAHUNTY, 2000. Selection of standards to reference terms in a Cheddar-type cheese flavor language. *Journal of Sensory Studies* 15: S.179–199.
- NONI, I.D., UND G. BATTELLI, 2008. Terpenes and fatty acid profiles of milk fat and. *Food Chemistry* 109: S.299–309.
- O'KEEFE, P.W., L.M. LIBBEY, UND R.C. LINDSAY, 1969. Lactones in Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science* 59: S.888.
- O'MAHONY, J.A., M.E. AUTY, UND P.L.H. MCSWEENEY, 2005. The manufacture of miniature Cheddar-type cheese with different fat globule size distributions. *Journal of Dairy Research* 72: S.338–348.
- O'MAHONY, J.A., E. SHEEHAN, C.M. DELAHUNTY, UND P.L.H. MCSWEENEY, 2006. Lipolysis and sensory characteristics of Cheddar cheeses ripened using different temperature-time treatments. *Le Lait* 86: S.14.
- ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH, 2007. Österreichisches Lebensmittelbuch B§32 Blatt 3,
- ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELMINISTERIUM - ABTEILUNG FÜR ÖFFENTLICHKEITSARBEIT, 2010. Lebensmittelministerium.at - AMA Marketing: Qualität hat bei Lebensmitteln Priorität. Available at: <http://www.lebensministerium.at/article/articleview/84886/?SectionIDOverride=110> [Zugegriffen Februar 16, 2011].
- PAGLIARINI, E., E. MONTELEONE, UND I. WAKELING, 1997. Sensory profile description of mozzarella cheese and its relationship with consumer preference. *J Sensory Studies* 12: S.285–301.
- PAULSEN, P.V., J. KOWALEWSKA, E.G. HAMMOND, UND B.A. GLATZ, 1980. Role of Microflora in Production of Free Fatty Acids and Flavor in Swiss Cheese. *Journal of Dairy Science* 63: S.912–918.
- PÉREZ-CACHO, P.R., H. GALAN-SOLDEVILLA, K. MAHATTANATAWEE, A. ELSTON, UND R.L. ROUSEFF, 2008. Sensory Lexicon for Fresh Squeezed and Processed Orange Juices. *Food Science and Technology International* 14: S.131–141.
- PIGGOTT, J.R., UND R.G. MOWAT, 1991. Sensory Aspects of Maturation of Cheddar Cheese by Descriptive Analysis. *Journal of Sensory Studies* 6: S.49–62.
- PINHO, O., I.M.P.L.V.O. FERREIRA, UND M.A. FERREIRA, 2002. Solid-Phase Microextraction in Combination with GC/MS for Quantification of the Major Volatile Free Fatty Acids in Ewe Cheese. *Analytical Chemistry* 74: S.5199–5204.
- QIAN, M., UND G. REINECCIUS, 2002. Identification of Aroma Compounds in Parmigiano-Reggiano Cheese by Gas Chromatography/Olfactometry. *Journal of Dairy Science* 85: S.1362–1369.
- QIAN, M., UND G.A. REINECCIUS, 2003. Quantification of Aroma Compounds in Parmigiano Reggiano Cheese by a Dynamic Headspace Gas Chromatography-Mass Spectrometry Technique and Calculation of Odor Activity Value. *Journal of Dairy Science* 86: S.770–776.
- REHMAN, S.-U., J.M. BANKS, P.L.H. MCSWEENEY, UND P.F. FOX, 2000. Effect of ripening temperature on the growth and significance of non-starter lactic acid bacteria in Cheddar cheese made from raw or pasteurised milk. *International Dairy Journal* 10: S.45–53.

- RÉTIVEAU, A., D.H. CHAMBERS, UND E. ESTEVE, 2005. Developing a lexicon for the flavor description of French cheeses. *Food Quality and Preference* 16: S.517–527.
- RITTER, W., 1974. In H. Mair-Waldburg (Hrsg.) *Handbuch Der Käse: Käse der Welt von A - Z ; eine Enzyklopädie*. Kempten: Volkswirtschaftl. Verl;
- RITVANEN, T., S. LAMPOLAHTI, L. LILLEBERG, T. TUPASELA, M. ISONIEMI, U. APPELBYE, T. LYYTIKÄINEN, S. EEROLA, UND E. UUSI-RAUVA, 2005. Sensory evaluation, chemical composition and consumer acceptance of full fat and reduced fat cheeses in the Finnish market. *Food Quality and Preference* 16: S.479–492.
- ROSENTHAL, A., 1999. Relation between Instrumental and Sensory Measures of Food Texture. In *Food texture : measurement and perception*. Gaithersburg Md.: Aspen Publishers; S. 1–16.
- SANDINE, W.E., 1996. Commercial production of dairy starter cultures. In Cogan, T.M. und J.-P. Accolas (Hrsg.) *Dairy starter cultures*. New York: VCH; S. 191–206.
- SANDINE, W.E., UND P.R. ELLIKER, 1970. Microbially induced flavors and fermented foods. Flavor in fermented dairy products. *Journal of Agriculture and Food* 18: S.557–562.
- SIEBER, R., M. COLLOMB, P. LAVANCHY, UND G. STEIGER, 1988. Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung schweizerischer konsumreifer Emmentaler, Greyerzer, Sbrinz, Appenzeller und Tilsiter. *Schweizerische Milchwirtschaftliche Forschung* 17: S.9–16.
- SOUCI, S.W., W. FACHMANN, UND H. KRAUT, 2008. Food composition and nutrition tables 7., rev. und erg. Aufl., Stuttgart: MedPharm Scientific Publ. [u.a.]; S. 123-124.
- STABLE MICRO SYSTEMS, Beschreibung von Texture Expert Software.
- STATISTIK ÖSTERREICH, 2010a. Milchstatistik Erzeugung und Verwendung 2009, Österreich
- STATISTIK ÖSTERREICH, 2010b. Versorgungsbilanzen für tierische Produkte 2009, Österreich
- STEFFEN, C., P. EBERHARD, J.O. BOSET, UND M. RUEGG, 1993. Swiss-Type varieties. In P. F. Fox (Hrsg.) *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology*. London [u.a.]: Elsevier Science Publishing; S. 83–110.
- STONE, H., UND J.A. SIDEL, 1993. Sensory Evaluation Practices, San Diego: Acad. Pr; S. 85, 202-224, 232-233, 242-266.
- STUART, M., L.S. CHOU, UND B.C. WEIMER, 1999. Influence of Carbohydrate Starvation and Arginine on Culturability and Amino Acid Utilization of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*. *Appl. Environ. Microbiol.* 65: S.665–673.
- SVEINSDÓTTIR, K., E. MARTINSDÓTTIR, G. HYLIDIG, UND S. SIGURGÍSLADÓTTIR, 2010. Sensory characteristics of different cod products. *Journal of Sensory Studies* 25: S.294–314.
- SZCZESNIAK, A.S., 2002. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference* 13: S.215–225.
- TALAVERA-BIANCHI, M., UND D.H. CHAMBERS, 2008. Simplified lexicon to describe flavor characteristics of Western European cheeses. *Journal of Sensory Studies* 23: S.468–484.
- THOMAS, T.D., UND R.D. BATT, 1968. Survival of *Streptococcus lactis* in starvation conditions. *Journal of Gen. Microbiology* 58: S.363–369.
- TOBIN, J., 1999. Effect of Adjunct Cultures and Starter Blends on the Quality of

- Cheddar Cheese. National University of Ireland, Cork.
- UPADHYAY, V.K., UND P.L.H. MCSWEENEY, 2003. Acceleration of cheese ripening. In G. Smit (Hrsg.) Dairy processing: improving quality. Woodhead Publishing; S. 419–447.
- UPADHYAY, V.K., P.L.H. MCSWEENEY, A.A.A. MAGBOUL, UND P.F. FOX, 2004. Proteolysis in cheese during ripening. In Cheese Chemistry, Physics and Microbiology. Academic Press; S. 391–433, VIII.
- URBACH, G., 1993. Relationships between cheese flavor and chemical composition. International Dairy Journal 3: S.389–422.
- URBACH, G., 1995. Contribution of lactic acid bacteria to flavour compound formation in dairy products. International Dairy Journal 5: S.877–903.
- UR-REHMAN, S., D. WALDRON, UND P.F. FOX, 2004. Effect of modifying lactose concentration in cheese curd on proteolysis and in quality of Cheddar cheese. International Dairy Journal 14: S.591–597.
- VERORDNUNG DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT, 2006. Verordnung (EG) 510/2006 „Vorarlberger Bergkäse“ g.U./„Vorarlberger Alpkäse“ g.U.,
- VAN VLIET, T., 1999. Rheological Classification of Foods and Instrumental Techniques for their Study. In A. J. Rosenthal (Hrsg.) Food Texture. Gaithersburg Md.: Aspen Publishers; S. 65–98.
- WAGNER-WEHRBORN, E., 2004. Käsestraße Bregenzerwald. Pressebericht Käsestraße Bregenzerwald.
- WEIMER, B.C., C. BRENNAND, J. BROADBENT, J. JAEGI, M. JOHNSON, F. MILANI, J. STEELE, UND D. SISSON, 1997. Influence of flavor adjunct bacteria on the flavor and texture of 60% reduced fat Cheddar cheese. Lait 77: S.383.
- WEIMER, B.C., UND B. DIAS, 2005. Volatile Sulfur Detection in Fermented Foods. In J.-L. Barredo (Hrsg.) Microbial Processes and Products. Totowa, NJ: Humana Press; S. 397–404.
- WEIMER, B.C., K. SEEFELDT, UND B. DIAS, 1999. Sulfur metabolism in bacteria associated with cheese. In Antonie van Leeuwenhoek. 76. Springer Verlag; S. 247–261.
- WILKINSON, M.G., 2007. Lipolysis and cheese flavour development. In Improving the flavour of cheese. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited; S. 102–115.
- WILKINSON, M.G., UND K.N. KILCAWLEY, 2007. Carbohydrate metabolism and cheese flavour development. In B. C. Weimer (Hrsg.) Improving the flavour of cheese. Woodhead Publishing; S. 55–66.
- WOO, A.H., S. KOLLODGE, UND R.C. LINDSAY, 1984. Quantification of Major Free Fatty Acids in Several Cheese Varieties1. Journal of Dairy Science 67: S.874–878.
- YOUNG, N.D., M. DRAKE, K. LOPETCHARAT, UND M.R. MCDANIEL, 2004. Preference Mapping of Cheddar Cheese with Varying Maturity Levels. Journal of Dairy Science 87: S.11–19.

9 Anhang

9.1 Quantitative Deskriptive Analyse

9.1.1 Mittelwerte der Sensorischen Analyse

	Intensität der Farbe Gelb	Helligkeit des Käses	Allg. Geruch	Bergkäse-Geruch	Milchfett-Geruch	Butter-Geruchs	Nuss-Geruch	süßlichen Geruch	Pilz-Geruch	Erdiger Geruch	Ranziger Geruch	Animalischer Geruch	Stechender Geruch	Süß	Salzig	Sauer	Bitter	Umami	Allg. Flavour	Bergkäse-Flavour	Milchfett-Flavour	Milchsüß-Flavour
Käse 1	6,95	7,09	5,95	4,86	5,18	4,32	2,77	2,82	1,91	3,23	1,91	2,68	2,14	2,82	4,09	3,45	2,45	3,95	5,73	4,91	5,00	2,77
Käse 2	4,64	4,82	6,36	5,82	4,55	4,18	2,41	3,86	2,14	2,55	2,77	5,59	2,73	3,59	3,95	3,27	2,64	4,41	6,55	6,41	4,82	3,14
Käse 3	6,86	5,50	6,91	6,59	4,59	4,05	2,91	3,00	3,73	3,91	2,59	3,50	3,50	3,32	3,14	3,45	3,24	4,41	6,68	6,86	5,18	3,55
Käse 4	3,45	4,36	6,05	5,91	5,59	4,36	3,32	3,18	2,55	2,59	1,95	3,32	2,00	3,18	3,86	3,41	2,95	4,73	5,95	6,05	4,64	3,23
ØKäse 2-4	4,98	4,89	6,44	6,11	4,91	4,20	2,88	3,35	2,81	3,02	2,44	4,14	2,74	3,36	3,65	3,38	2,94	4,52	6,39	6,44	4,88	3,31
Käse 5	5,18	4,91	6,59	6,05	5,73	5,36	3,41	3,64	3,27	2,59	2,36	3,32	2,55	2,58	4,05	3,23	2,77	4,68	6,77	6,77	5,27	3,27
Käse 6	2,91	4,91	5,32	5,27	6,59	4,32	3,05	3,41	2,36	2,09	1,91	2,95	2,45	3,41	3,09	3,09	2,23	4,45	5,45	5,05	5,45	2,91
	Gekochte Milch- Flavour	Butter-Flavour	Nuss-Flavour	Pilz-Flavour	Erdiger Flavour	Ranziger Flavour	Animalischer Flavour	Härte (Mund)	Härte (Hand)	Gummiartig (Mund)	Gummiartig (Hand)	Elastizität (Mund)	Elastizität (Hand)	Körnung der Textur	Scharf/ Beißend	Adstringierend	Mundbelag	Allg. Nachgeschmack	Nachges. Bergkäse	Nachges. Fett	Nachges. Bitter	Gesamteindruck
Käse 1	3,36	3,95	2,64	2,59	2,95	1,95	2,36	6,91	7,50	6,50	6,41	5,73	6,05	3,36	3,27	2,77	3,73	5,00	4,64	4,69	2,33	5,00
Käse 2	3,68	4,09	3,09	2,91	3,23	2,91	4,14	4,55	4,64	4,14	4,77	4,14	4,14	3,86	3,27	3,32	5,14	6,91	6,73	4,83	3,17	6,25
Käse 3	3,86	4,68	3,14	3,95	3,32	3,05	3,64	5,41	5,14	3,86	4,73	4,18	4,18	5,23	5,00	3,36	5,64	6,82	6,91	5,25	3,00	6,75
Käse 4	3,41	4,00	3,00	3,23	3,18	2,68	3,18	4,95	4,91	5,00	5,32	5,09	5,09	4,55	3,27	2,77	4,18	5,64	5,68	4,58	2,83	6,42
ØKäse 2-4	3,64	4,34	3,07	3,59	3,25	2,87	3,41	5,18	5,03	4,43	5,03	4,64	4,64	4,89	4,14	3,07	4,91	6,23	6,30	4,92	2,92	6,59
Käse 5	2,55	4,36	3,09	3,27	3,32	2,59	3,68	6,27	6,86	3,00	3,86	3,32	3,73	4,55	4,68	3,59	5,55	6,91	7,00	4,75	2,83	6,58
Käse 6	3,45	4,05	2,86	2,95	2,23	2,09	2,23	3,55	3,86	4,23	4,59	4,04	4,05	4,23	2,32	2,73	5,71	5,27	5,18	4,25	2,25	5,50

9.1.2 Quantitative Deskriptive Analyse – ANOVA Käse 1 - 4

9.1.2.1 ONEWAY ANOVA – Aussehen der Käse 1 – 4

		Quadratsumme	df	Ø d.Quadrate	F	Signifikanz
Aus_Intensität	Zwi. Gruppen	195,864	3	65,288	24,693	,000
	In Gruppe	222,091	84	2,644		
	Gesamt	417,955	87			
Aus_Helligkeit	Zwi. Gruppen	94,034	3	31,345	10,062	,000
	In Gruppe	261,682	84	3,115		
	Gesamt	355,716	87			

9.1.2.2 ONEWAY ANOVA – Geruch der Käse 1 – 4

		Quadratsumme	df	Ø d.Quadrate	F	Signifikanz
Ger_Allg	Zwi. Gruppen	12,273	3	4,091	,862	,464
	In Gruppe	398,818	84	4,748		
	Gesamt	411,091	87			
Ger_Bergkäse	Zwi. Gruppen	33,318	3	11,106	2,736	,049
	In Gruppe	341,000	84	4,060		
	Gesamt	374,318	87			
Ger_Milchfett	Zwi. Gruppen	16,591	3	5,530	1,385	,253
	In Gruppe	335,364	84	3,992		
	Gesamt	351,955	87			
Ger_Butter	Zwi. Gruppen	1,364	3	,455	,140	,936
	In Gruppe	272,091	84	3,239		
	Gesamt	273,455	87			
Ger_Nuss	Zwi. Gruppen	9,307	3	3,102	1,403	,248
	In Gruppe	185,773	84	2,212		
	Gesamt	195,080	87			
Ger_süß	Zwi. Gruppen	13,761	3	4,587	1,400	,248
	In Gruppe	275,136	84	3,275		
	Gesamt	288,898	87			
Ger_Pilz	Zwi. Gruppen	43,216	3	14,405	7,552	,000
	In Gruppe	160,227	84	1,907		
	Gesamt	203,443	87			
Ger_Erde	Zwi. Gruppen	32,761	3	10,920	3,580	,017
	In Gruppe	256,227	84	3,050		
	Gesamt	288,989	87			
Ger_Ranzig	Zwi. Gruppen	12,761	3	4,254	2,667	,053
	In Gruppe	133,955	84	1,595		
	Gesamt	146,716	87			
Ger_Animalisch	Zwi. Gruppen	105,091	3	35,030	9,862	,000
	In Gruppe	298,364	84	3,552		
	Gesamt	403,455	87			
Ger_stechend	Zwi. Gruppen	30,818	3	10,273	3,167	,029
	In Gruppe	272,455	84	3,244		
	Gesamt	303,273	87			

9.1.2.3 ONEWAY ANOVA - Geschmack und Flavour Käse 1 - 4

		Quadratsumme	df	Ø d. Quadrate	F	Signifikanz
Ges_süß	Zwi. Gruppen	6,818	3	2,273	,750	,526
	In Gruppe	254,636	84	3,031		
	Gesamt	261,455	87			
Ges_salzig	Zwi. Gruppen	12,034	3	4,011	1,230	,304
	In Gruppe	273,955	84	3,261		
	Gesamt	285,989	87			
Ges_sauer	Zwi. Gruppen	,489	3	,163	,060	,980
	In Gruppe	226,591	84	2,698		
	Gesamt	227,080	87			
Ges_bitter	Zwi. Gruppen	8,580	3	2,860	1,045	,377
	In Gruppe	229,864	84	2,736		
	Gesamt	238,443	87			
Ges_umami	Zwi. Gruppen	6,670	3	2,223	,570	,637
	In Gruppe	327,955	84	3,904		
	Gesamt	334,625	87			
Fla_allg	Zwi. Gruppen	13,909	3	4,636	1,318	,274
	In Gruppe	295,545	84	3,518		
	Gesamt	309,455	87			
Fla_Bergkäse	Zwi. Gruppen	46,034	3	15,345	5,540	,002
	In Gruppe	232,682	84	2,770		
	Gesamt	278,716	87			
Fla_Milchfett	Zwi. Gruppen	3,125	3	1,042	,307	,820
	In Gruppe	285,318	84	3,397		
	Gesamt	288,443	87			
Fla_Milchsüß	Zwi. Gruppen	6,670	3	2,223	,882	,454
	In Gruppe	211,773	84	2,521		
	Gesamt	218,443	87			
Fla_gekMilch	Zwi. Gruppen	3,670	3	1,223	,315	,814
	In Gruppe	325,773	84	3,878		
	Gesamt	329,443	87			
Fla_Butter	Zwi. Gruppen	7,545	3	2,515	,645	,588
	In Gruppe	327,545	84	3,899		
	Gesamt	335,091	87			
Fla_Nuss	Zwi. Gruppen	3,398	3	1,133	,604	,614
	In Gruppe	157,500	84	1,875		
	Gesamt	160,898	87			
Fla_Pilz	Zwi. Gruppen	22,489	3	7,496	3,841	,013
	In Gruppe	163,955	84	1,952		
	Gesamt	186,443	87			
Fla_Erde	Zwi. Gruppen	1,580	3	,527	,208	,891
	In Gruppe	212,864	84	2,534		
	Gesamt	214,443	87			
Fla_ranzig	Zwi. Gruppen	15,580	3	5,193	2,133	,102
	In Gruppe	204,500	84	2,435		
	Gesamt	220,080	87			
Fla_animalisch	Zwi. Gruppen	37,398	3	12,466	4,802	,004
	In Gruppe	218,045	84	2,596		
	Gesamt	255,443	87			

9.1.2.4 ONEWAY ANOVA – Textur und Mundgefühl Käse 1 - 4

		Quadratsumme	df	Ø d. Quadrate	F	Signifikanz
Tex_Härte_Mund	Zwi. Gruppen	70,273	3	23,424	10,492	,000
	In Gruppe	187,545	84	2,233		
	Gesamt	257,818	87			
Tex_Härte_Hand	Zwi. Gruppen	114,818	3	38,273	15,682	,000
	In Gruppe	205,000	84	2,440		
	Gesamt	319,818	87			
Tex_Gummi_Mund	Zwi. Gruppen	92,943	3	30,981	9,474	,000
	In Gruppe	274,682	84	3,270		
	Gesamt	367,625	87			
Tex_Gummi_Hand	Zwi. Gruppen	40,398	3	13,466	2,898	,040
	In Gruppe	390,318	84	4,647		
	Gesamt	430,716	87			
Tex_Elastizität_Mund	Zwi. Gruppen	53,727	3	17,909	3,461	,020
	In Gruppe	434,636	84	5,174		
	Gesamt	488,364	87			
Tex_Elastizität_Hand	Zwi. Gruppen	38,045	3	12,682	3,320	,024
	In Gruppe	320,818	84	3,819		
	Gesamt	358,864	87			
Tex_Körnung	Zwi. Gruppen	43,500	3	14,500	3,891	,012
	In Gruppe	313,000	84	3,726		
	Gesamt	356,500	87			
Tex_Schärfe	Zwi. Gruppen	49,227	3	16,409	5,765	,001
	In Gruppe	239,091	84	2,846		
	Gesamt	288,318	87			
Tex_adstringierend	Zwi. Gruppen	7,125	3	2,375	1,250	,297
	In Gruppe	159,591	84	1,900		
	Gesamt	166,716	87			
Tex_Mundbelag	Zwi. Gruppen	50,125	3	16,708	6,120	,001
	In Gruppe	229,318	84	2,730		
	Gesamt	279,443	87			

9.1.2.5 ONEWAY ANOVA – Nachgeschmack Käse 1 - 4

		Quadratsumme	df	Ø d. Quadrate	F	Signifikanz
Nach_allg	Zwi. Gruppen	57,091	3	19,030	6,768	,000
	In Gruppe	236,182	84	2,812		
	Gesamt	293,273	87			
Nach_Bergkäse	Zwi. Gruppen	72,943	3	24,314	9,367	,000
	In Gruppe	218,045	84	2,596		
	Gesamt	290,989	87			
Nach_Fett	Zwi. Gruppen	,125	3	,042	,011	,998
	In Gruppe	305,318	84	3,635		
	Gesamt	305,443	87			
Nach_bitter	Zwi. Gruppen	3,500	3	1,167	,544	,653
	In Gruppe	180,091	84	2,144		
	Gesamt	183,591	87			
Gesamteindruck	Zwi. Gruppen	46,489	3	15,496	4,717	,004
	In Gruppe	275,955	84	3,285		
	Gesamt	322,443	87			

9.1.3 Quantitative Deskriptive Analyse – Tamhane 2 Käse 1 - 4

9.1.3.1 Tamhane 2 – Aussehen Käse 1 – 4

Abhängige Variable	(I) Käse	(J) Käse	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Aus_Intensität	1	2	2,318	,451	,000	1,07	3,56
		3	,091	,546	1,000	-1,42	1,60
		4	3,500	,437	,000	2,29	4,71
	2	1	-2,318	,451	,000	-3,56	-1,07
		3	-2,227	,538	,001	-3,72	-,73
		4	1,182	,428	,050	,00	2,36
	3	1	-,091	,546	1,000	-1,60	1,42
		2	2,227	,538	,001	,73	3,72
		4	3,409	,526	,000	1,95	4,87
	4	1	-3,500	,437	,000	-4,71	-2,29
		2	-1,182	,428	,050	-2,36	,00
		3	-3,409	,526	,000	-4,87	-1,95
Aus_Helligkeit	1	2	2,273	,387	,000	1,20	3,34
		3	1,591	,500	,019	,19	2,99
		4	2,727	,536	,000	1,22	4,23
	2	1	-2,273	,387	,000	-3,34	-1,20
		3	-,682	,528	,747	-2,15	,79
		4	,455	,563	,964	-1,11	2,02
	3	1	-1,591	,500	,019	-2,99	-,19
		2	,682	,528	,747	-,79	2,15
		4	1,136	,646	,416	-,65	2,92
	4	1	-2,727	,536	,000	-4,23	-1,22
		2	-,455	,563	,964	-2,02	1,11
		3	-1,136	,646	,416	-2,92	,65

9.1.3.2 Tamhane 2 – Geruch Käse 1 - 4

Abhängige Variable	(I) Käse	(J) Käse	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Ger_Bergkäse	1	2	-,955	,554	,441	-2,49	,58
		3	-1,727	,624	,049	-3,45	,00
		4	-1,045	,618	,462	-2,75	,66
	2	1	,955	,554	,441	-,58	2,49
		3	-,773	,597	,744	-2,42	,88
		4	-,091	,590	1,000	-1,72	1,54
	3	1	1,727	,624	,049	,00	3,45
		2	,773	,597	,744	-,88	2,42
		4	,682	,657	,887	-1,13	2,49
	4	1	1,045	,618	,462	-,66	2,75
		2	,091	,590	1,000	-1,54	1,72
		3	-,682	,657	,887	-2,49	1,13
Ger_Pilz	1	2	-,227	,296	,971	-1,05	,59
		3	-1,818	,401	,000	-2,94	-,69
		4	-,636	,409	,566	-1,79	,51
	2	1	,227	,296	,971	-,59	1,05
		3	-1,591	,424	,004	-2,77	-,41
		4	-,409	,432	,924	-1,61	,79
	3	1	1,818	,401	,000	,69	2,94
		2	1,591	,424	,004	,41	2,77
		4	1,182	,509	,142	-,22	2,59
	4	1	,636	,409	,566	-,51	1,79
		2	,409	,432	,924	-,79	1,61
		3	-1,182	,509	,142	-2,59	,22

Abhängige	(I) Käse	(J) Käse	Mittlere	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
Ger_Animalisch	1	2	-2,909	,539	,000	-4,40	-1,42
		3	-,818	,589	,678	-2,44	,81
		4	-,636	,584	,863	-2,25	,98
	2	1	2,909	,539	,000	1,42	4,40
		3	2,091	,552	,003	,56	3,62
		4	2,273	,547	,001	,76	3,78
	3	1	,818	,589	,678	-,81	2,44
		2	-2,091	,552	,003	-3,62	-,56
		4	,182	,596	1,000	-1,46	1,83
	4	1	,636	,584	,863	-,98	2,25
		2	-2,273	,547	,001	-3,78	-,76
		3	-,182	,596	1,000	-1,83	1,46

9.1.3.3 Tamhane 2 – Geschmack und Flavour Käse 1 - 4

Abhängige Variable	(I) Käse	(J) Käse	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Fla_Bergkäse	1	2	-1,500	,449	,011	-2,74	-,26
		3	-1,955	,527	,004	-3,41	-,49
		4	-1,136	,481	,129	-2,46	,19
	2	1	1,500	,449	,011	,26	2,74
		3	-,455	,522	,948	-1,90	,99
		4	,364	,475	,972	-,95	1,68
	3	1	1,955	,527	,004	,49	3,41
		2	,455	,522	,948	-,99	1,90
		4	,818	,550	,607	-,70	2,34
	4	1	1,136	,481	,129	-,19	2,46
		2	-,364	,475	,972	-1,68	,95
		3	-,818	,550	,607	-2,34	,70
Fla_Pilz	1	2	-,318	,387	,960	-1,39	,75
		3	-1,364	,447	,025	-2,61	-,12
		4	-,636	,364	,423	-1,64	,37
	2	1	,318	,387	,960	-,75	1,39
		3	-1,045	,472	,179	-2,35	,26
		4	-,318	,394	,963	-1,41	,77
	3	1	1,364	,447	,025	,12	2,61
		2	1,045	,472	,179	-,26	2,35
		4	,727	,453	,525	-,53	1,98
	4	1	,636	,364	,423	-,37	1,64
		2	,318	,394	,963	-,77	1,41
		3	-,727	,453	,525	-1,98	,53
Fla_animalisch	1	2	-1,773	,441	,001	-2,99	-,56
		3	-1,273	,497	,082	-2,65	,10
		4	-,818	,502	,505	-2,20	,57
	2	1	1,773	,441	,001	,56	2,99
		3	,500	,469	,875	-,80	1,80
		4	,955	,474	,269	-,36	2,27
	3	1	1,273	,497	,082	-,10	2,65
		2	-,500	,469	,875	-1,80	,80
		4	,455	,527	,950	-1,00	1,91
	4	1	,818	,502	,505	-,57	2,20
		2	-,955	,474	,269	-2,27	,36
		3	-,455	,527	,950	-1,91	1,00

9.1.3.4 Tamhane 2 - Textur und Mundgefühl Käse 1 – 4

Abhängige Variable	(I) Käse	(J) Käse	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Tex_Härte_Mund	1	2	2,364	,398	,000	1,26	3,47
		3	1,500	,482	,020	,17	2,83
		4	1,955	,481	,001	,63	3,28
	2	1	-2,364	,398	,000	-3,47	-1,26
		3	-,864	,418	,247	-2,03	,30
		4	-,409	,417	,912	-1,57	,75
	3	1	-1,500	,482	,020	-2,83	-,17
		2	,864	,418	,247	-,30	2,03
		4	,455	,497	,935	-,92	1,83
	4	1	-1,955	,481	,001	-3,28	-,63
		2	,409	,417	,912	-,75	1,57
		3	-,455	,497	,935	-1,83	,92
Tex_Härte_Hand	1	2	2,864	,452	,000	1,61	4,11
		3	2,364	,442	,000	1,14	3,58
		4	2,591	,508	,000	1,19	4,00
	2	1	-2,864	,452	,000	-4,11	-1,61
		3	-,500	,431	,825	-1,69	,69
		4	-,273	,499	,995	-1,65	1,11
	3	1	-2,364	,442	,000	-3,58	-1,14
		2	,500	,431	,825	-,69	1,69
		4	,227	,489	,998	-1,13	1,58
	4	1	-2,591	,508	,000	-4,00	-1,19
		2	,273	,499	,995	-1,11	1,65
		3	-,227	,489	,998	-1,58	1,13
Tex_Gummi_Mund	1	2	2,364	,614	,003	,64	4,08
		3	2,636	,603	,001	,94	4,33
		4	1,500	,657	,158	-,32	3,32
	2	1	-2,364	,614	,003	-4,08	-,64
		3	,273	,403	,985	-,84	1,39
		4	-,864	,480	,393	-2,19	,47
	3	1	-2,636	,603	,001	-4,33	-,94
		2	-,273	,403	,985	-1,39	,84
		4	-1,136	,467	,112	-2,43	,16
	4	1	-1,500	,657	,158	-3,32	,32
		2	,864	,480	,393	-,47	2,19
		3	1,136	,467	,112	-,16	2,43
Tex_Körnung	1	2	-,500	,569	,946	-2,07	1,07
		3	-1,864	,544	,008	-3,37	-,36
		4	-1,182	,582	,260	-2,79	,43
	2	1	,500	,569	,946	-1,07	2,07
		3	-1,364	,582	,135	-2,97	,24
		4	-,682	,617	,856	-2,39	1,02
	3	1	1,864	,544	,008	,36	3,37
		2	1,364	,582	,135	-,24	2,97
		4	,682	,595	,833	-,96	2,32
	4	1	1,182	,582	,260	-,43	2,79
		2	,682	,617	,856	-1,02	2,39
		3	-,682	,595	,833	-2,32	,96
Tex_Schärfe	1	2	,000	,438	1,000	-1,21	1,21
		3	-1,727	,506	,009	-3,13	-,33
		4	,000	,520	1,000	-1,44	1,44
	2	1	,000	,438	1,000	-1,21	1,21
		3	-1,727	,498	,008	-3,11	-,35
		4	,000	,511	1,000	-1,42	1,42
	3	1	1,727	,506	,009	,33	3,13
		2	1,727	,498	,008	,35	3,11
		4	1,727	,570	,025	,15	3,30
	4	1	,000	,520	1,000	-1,44	1,44
		2	,000	,511	1,000	-1,42	1,42
		3	-1,727	,570	,025	-3,30	-,15
Tex_Mundbelag	1	2	-1,409	,512	,051	-2,82	,01
		3	-1,909	,482	,002	-3,24	-,58
		4	-,455	,469	,916	-1,75	,84
	2	1	1,409	,512	,051	-,01	2,82
		3	-,500	,526	,923	-1,95	,95
		4	,955	,514	,354	-,47	2,37
	3	1	1,909	,482	,002	,58	3,24
		2	,500	,526	,923	-,95	1,95
		4	1,455	,484	,027	,12	2,79
	4	1	,455	,469	,916	-,84	1,75
		2	-,955	,514	,354	-2,37	,47
		3	-1,455	,484	,027	-2,79	-,12

9.1.4 Oneway ANOVA Käse 4 & 5

9.1.4.1 Oneway ANOVA - Aussehen und Geruch der Käse 4 & 5

		Quadratsumme	df	Ø d.Quadrate	F	Signifikanz
Aus_Intensität	Zwi. Gruppen	32,818	1	32,818	16,662	,000
	In Gruppe	82,727	42	1,970		
	Gesamt	115,545	43			
Aus_Helligkeit	Zwi. Gruppen	3,273	1	3,273	,760	,388
	In Gruppe	180,909	42	4,307		
	Gesamt	184,182	43			
Ger_Allg	Zwi. Gruppen	3,273	1	3,273	,789	,380
	In Gruppe	174,273	42	4,149		
	Gesamt	177,545	43			
Ger_Bergkäse	Zwi. Gruppen	,205	1	,205	,053	,818
	In Gruppe	160,773	42	3,828		
	Gesamt	160,977	43			
Ger_Milchfett	Zwi. Gruppen	,205	1	,205	,062	,804
	In Gruppe	137,682	42	3,278		
	Gesamt	137,886	43			
Ger_Butter	Zwi. Gruppen	11,000	1	11,000	2,814	,101
	In Gruppe	164,182	42	3,909		
	Gesamt	175,182	43			
Ger_Nuss	Zwi. Gruppen	,091	1	,091	,024	,877
	In Gruppe	158,091	42	3,764		
	Gesamt	158,182	43			
Ger_süß	Zwi. Gruppen	2,273	1	2,273	,610	,439
	In Gruppe	156,364	42	3,723		
	Gesamt	158,636	43			
Ger_Pilz	Zwi. Gruppen	5,818	1	5,818	1,248	,270
	In Gruppe	195,818	42	4,662		
	Gesamt	201,636	43			
Ger_Erde	Zwi. Gruppen	,568	1	,568	,312	,579
	In Gruppe	76,409	42	1,819		
	Gesamt	76,977	43			
Ger_Ranzig	Zwi. Gruppen	1,841	1	1,841	1,486	,230
	In Gruppe	52,045	42	1,239		
	Gesamt	53,886	43			
Ger_Animalisch	Zwi. Gruppen	,000	1	,000	,000	1,000
	In Gruppe	165,545	42	3,942		
	Gesamt	165,545	43			
Ger_stechend	Zwi. Gruppen	3,273	1	3,273	1,471	,232
	In Gruppe	93,455	42	2,225		
	Gesamt	96,727	43			

9.1.4.2 Oneway ANOVA – Geschmack und Flavour der Käse 4 & 5

		Quadratsumme	df	Ø d.Quadrate	F	Signifikanz
Ges_süß	Zwi. Gruppen	2,750	1	2,750	1,255	,269
	In Gruppe	92,045	42	2,192		
	Gesamt	94,795	43			
Ges_salzig	Zwi. Gruppen	,364	1	,364	,120	,731
	In Gruppe	127,545	42	3,037		
	Gesamt	127,909	43			
Ges_sauer	Zwi. Gruppen	,364	1	,364	,140	,710
	In Gruppe	109,182	42	2,600		
	Gesamt	109,545	43			
Ges_bitter	Zwi. Gruppen	,364	1	,364	,138	,712
	In Gruppe	110,818	42	2,639		
	Gesamt	111,182	43			
Ges_umami	Zwi. Gruppen	,023	1	,023	,005	,945
	In Gruppe	197,136	42	4,694		
	Gesamt	197,159	43			
Fla_allg	Zwi. Gruppen	7,364	1	7,364	2,951	,093
	In Gruppe	104,818	42	2,496		
	Gesamt	112,182	43			
Fla_Bergkäse	Zwi. Gruppen	2,273	1	2,273	,721	,401
	In Gruppe	132,455	42	3,154		
	Gesamt	134,727	43			
Fla_Milchfett	Zwi. Gruppen	3,841	1	3,841	1,478	,231
	In Gruppe	109,136	42	2,598		
	Gesamt	112,977	43			
Fla_Milchsüß	Zwi. Gruppen	,023	1	,023	,010	,919
	In Gruppe	92,227	42	2,196		
	Gesamt	92,250	43			
Fla_gekMilch	Zwi. Gruppen	8,205	1	8,205	3,353	,074
	In Gruppe	102,773	42	2,447		
	Gesamt	110,977	43			
Fla_Butter	Zwi. Gruppen	1,455	1	1,455	,384	,539
	In Gruppe	159,091	42	3,788		
	Gesamt	160,545	43			
Fla_Nuss	Zwi. Gruppen	,091	1	,091	,049	,826
	In Gruppe	77,818	42	1,853		
	Gesamt	77,909	43			
Fla_Pilz	Zwi. Gruppen	,023	1	,023	,013	,910
	In Gruppe	74,227	42	1,767		
	Gesamt	74,250	43			
Fla_Erde	Zwi. Gruppen	,205	1	,205	,075	,785
	In Gruppe	114,045	42	2,715		
	Gesamt	114,250	43			
Fla_ranzig	Zwi. Gruppen	,091	1	,091	,026	,872
	In Gruppe	146,091	42	3,478		
	Gesamt	146,182	43			
Fla_animalisch	Zwi. Gruppen	2,750	1	2,750	,687	,412
	In Gruppe	168,045	42	4,001		
	Gesamt	170,795	43			

9.1.4.3 Oneway ANOVA – Textur und Mundgefühl der Käse 4 & 5

		Quadratsumme	df	Ø d.Quadrate	F	Signifikanz
Tex_Härte_Mund	Zwi. Gruppen	19,114	1	19,114	9,409	,004
	In Gruppe	85,318	42	2,031		
	Gesamt	104,432	43			
Tex_Härte_Hand	Zwi. Gruppen	42,023	1	42,023	20,910	,000
	In Gruppe	84,409	42	2,010		
	Gesamt	126,432	43			
Tex_Gummi_Mund	Zwi. Gruppen	44,000	1	44,000	20,533	,000
	In Gruppe	90,000	42	2,143		
	Gesamt	134,000	43			
Tex_Gummi_Hand	Zwi. Gruppen	23,273	1	23,273	7,221	,010
	In Gruppe	135,364	42	3,223		
	Gesamt	158,636	43			
Tex_Elastizität_Mund	Zwi. Gruppen	34,568	1	34,568	7,385	,010
	In Gruppe	196,591	42	4,681		
	Gesamt	231,159	43			
Tex_Elastizität_Hand	Zwi. Gruppen	27,841	1	27,841	10,402	,002
	In Gruppe	112,409	42	2,676		
	Gesamt	140,250	43			
Tex_Körnung	Zwi. Gruppen	,000	1	,000	,000	1,000
	In Gruppe	144,909	42	3,450		
	Gesamt	144,909	43			
Tex_Schärfe	Zwi. Gruppen	21,841	1	21,841	6,689	,013
	In Gruppe	137,136	42	3,265		
	Gesamt	158,977	43			
Tex_adstringierend	Zwi. Gruppen	7,364	1	7,364	2,997	,091
	In Gruppe	103,182	42	2,457		
	Gesamt	110,545	43			
Tex_Mundbelag	Zwi. Gruppen	20,455	1	20,455	7,488	,009
	In Gruppe	114,727	42	2,732		
	Gesamt	135,182	43			

9.1.4.4 Oneway ANOVA – Nachgeschmack der Käse 4 & 5

		Quadratsumme	df	Ø d.Quadrate	F	Signifikanz
Nach_allg	Zwi. Gruppen	17,818	1	17,818	8,417	,006
	In Gruppe	88,909	42	2,117		
	Gesamt	106,727	43			
Nach_Bergkäse	Zwi. Gruppen	19,114	1	19,114	9,043	,004
	In Gruppe	88,773	42	2,114		
	Gesamt	107,886	43			
Nach_Fett	Zwi. Gruppen	,364	1	,364	,111	,741
	In Gruppe	137,818	42	3,281		
	Gesamt	138,182	43			
Nach_bitter	Zwi. Gruppen	,568	1	,568	,258	,614
	In Gruppe	92,409	42	2,200		
	Gesamt	92,977	43			
Gesamteindruck	Zwi. Gruppen	1,455	1	1,455	,589	,447
	In Gruppe	103,727	42	2,470		
	Gesamt	105,182	43			

9.1.5 Oneway ANOVA Käse 4 & 6

9.1.5.1 Oneway ANOVA – Aussehen und Geruch der Käse 4 & 6

		Quadratsumme	df	Ø d.Quadrate	F	Signifikanz
Aus_Intensität	Zwi. Gruppen	3,273	1	3,273	1,826	,184
	In Gruppe	75,273	42	1,792		
	Gesamt	78,545	43			
Aus_Helligkeit	Zwi. Gruppen	3,273	1	3,273	,575	,452
	In Gruppe	238,909	42	5,688		
	Gesamt	242,182	43			
Ger_Allg	Zwi. Gruppen	5,818	1	5,818	1,407	,242
	In Gruppe	173,727	42	4,136		
	Gesamt	179,545	43			
Ger_Bergkäse	Zwi. Gruppen	4,455	1	4,455	1,062	,309
	In Gruppe	176,182	42	4,195		
	Gesamt	180,636	43			
Ger_Milchfett	Zwi. Gruppen	11,000	1	11,000	4,332	,044
	In Gruppe	106,636	42	2,539		
	Gesamt	117,636	43			
Ger_Butter	Zwi. Gruppen	,023	1	,023	,006	,938
	In Gruppe	155,864	42	3,711		
	Gesamt	155,886	43			
Ger_Nuss	Zwi. Gruppen	2,273	1	2,273	,749	,392
	In Gruppe	127,364	42	3,032		
	Gesamt	129,636	43			
Ger_süß	Zwi. Gruppen	,568	1	,568	,252	,618
	In Gruppe	94,591	42	2,252		
	Gesamt	95,159	43			
Ger_Pilz	Zwi. Gruppen	,364	1	,364	,169	,683
	In Gruppe	90,545	42	2,156		
	Gesamt	90,909	43			
Ger_Erde	Zwi. Gruppen	,818	1	,818	,675	,416
	In Gruppe	50,909	42	1,212		
	Gesamt	51,727	43			
Ger_Ranzig	Zwi. Gruppen	,023	1	,023	,025	,876
	In Gruppe	38,773	42	,923		
	Gesamt	38,795	43			
Ger_Animalisch	Zwi. Gruppen	1,455	1	1,455	,408	,526
	In Gruppe	149,727	42	3,565		
	Gesamt	151,182	43			
Ger_stechend	Zwi. Gruppen	2,273	1	2,273	1,044	,313
	In Gruppe	91,455	42	2,177		
	Gesamt	93,727	43			

9.1.5.2 Oneway ANOVA – Geschmack & Flavour der Käse 4 & 6

		Quadratsumme	df	Ø d.Quadrate	F	Signifikanz
Ges_süß	Zwi. Gruppen	,568	1	,568	,201	,656
	In Gruppe	118,591	42	2,824		
	Gesamt	119,159	43			
Ges_salzig	Zwi. Gruppen	6,568	1	6,568	1,884	,177
	In Gruppe	146,409	42	3,486		
	Gesamt	152,977	43			
Ges_sauer	Zwi. Gruppen	1,114	1	1,114	,623	,435
	In Gruppe	75,136	42	1,789		
	Gesamt	76,250	43			
Ges_bitter	Zwi. Gruppen	5,818	1	5,818	2,473	,123
	In Gruppe	98,818	42	2,353		
	Gesamt	104,636	43			
Ges_umami	Zwi. Gruppen	,818	1	,818	,193	,662
	In Gruppe	177,818	42	4,234		
	Gesamt	178,636	43			
Fla_allg	Zwi. Gruppen	2,750	1	2,750	,834	,366
	In Gruppe	138,409	42	3,295		
	Gesamt	141,159	43			
Fla_Bergkäse	Zwi. Gruppen	11,000	1	11,000	4,203	,047
	In Gruppe	109,909	42	2,617		
	Gesamt	120,909	43			
Fla_Milchfett	Zwi. Gruppen	6,568	1	6,568	2,118	,153
	In Gruppe	130,227	42	3,101		
	Gesamt	136,795	43			
Fla_Milchsüß	Zwi. Gruppen	1,114	1	1,114	,635	,430
	In Gruppe	73,682	42	1,754		
	Gesamt	74,795	43			
Fla_gekMilch	Zwi. Gruppen	,023	1	,023	,007	,933
	In Gruppe	132,773	42	3,161		
	Gesamt	132,795	43			
Fla_Butter	Zwi. Gruppen	,023	1	,023	,006	,937
	In Gruppe	148,955	42	3,547		
	Gesamt	148,977	43			
Fla_Nuss	Zwi. Gruppen	,205	1	,205	,104	,749
	In Gruppe	82,591	42	1,966		
	Gesamt	82,795	43			
Fla_Pilz	Zwi. Gruppen	,818	1	,818	,405	,528
	In Gruppe	84,818	42	2,019		
	Gesamt	85,636	43			
Fla_Erde	Zwi. Gruppen	10,023	1	10,023	7,635	,008
	In Gruppe	55,136	42	1,313		
	Gesamt	65,159	43			
Fla_ranzig	Zwi. Gruppen	3,841	1	3,841	1,295	,262
	In Gruppe	124,591	42	2,966		
	Gesamt	128,432	43			
Fla_animalisch	Zwi. Gruppen	10,023	1	10,023	4,944	,032
	In Gruppe	85,136	42	2,027		
	Gesamt	95,159	43			

9.1.5.3 Oneway ANOVA – Textur & Mundgefühl der Käse 4 & 6

		Quadratsumme	df	Ø d.Quadrate	F	Signifikanz
Tex_Härte_Mund	Zwi. Gruppen	21,841	1	21,841	10,146	,003
	In Gruppe	90,409	42	2,153		
	Gesamt	112,250	43			
Tex_Härte_Hand	Zwi. Gruppen	12,023	1	12,023	4,338	,043
	In Gruppe	116,409	42	2,772		
	Gesamt	128,432	43			
Tex_Gummi_Mund	Zwi. Gruppen	6,568	1	6,568	2,819	,101
	In Gruppe	97,864	42	2,330		
	Gesamt	104,432	43			
Tex_Gummi_Hand	Zwi. Gruppen	5,818	1	5,818	2,035	,161
	In Gruppe	120,091	42	2,859		
	Gesamt	125,909	43			
Tex_Elastizität_Mund	Zwi. Gruppen	12,023	1	12,023	2,647	,111
	In Gruppe	190,773	42	4,542		
	Gesamt	202,795	43			
Tex_Elastizität_Hand	Zwi. Gruppen	13,091	1	13,091	4,827	,034
	In Gruppe	113,909	42	2,712		
	Gesamt	127,000	43			
Tex_Körnung	Zwi. Gruppen	1,114	1	1,114	,267	,608
	In Gruppe	175,318	42	4,174		
	Gesamt	176,432	43			
Tex_Schärfe	Zwi. Gruppen	10,023	1	10,023	4,425	,041
	In Gruppe	95,136	42	2,265		
	Gesamt	105,159	43			
Tex_adstringierend	Zwi. Gruppen	,023	1	,023	,010	,919
	In Gruppe	92,227	42	2,196		
	Gesamt	92,250	43			
Tex_Mundbelag	Zwi. Gruppen	27,841	1	27,841	9,653	,003
	In Gruppe	121,136	42	2,884		
	Gesamt	148,977	43			

9.1.5.4 Oneway ANOVA – Nachgeschmack der Käse 4 & 6

		Quadratsumme	df	Ø d.Quadrate	F	Signifikanz
Nach_allg	Zwi. Gruppen	1,455	1	1,455	,511	,478
	In Gruppe	119,455	42	2,844		
	Gesamt	120,909	43			
Nach_Bergkäse	Zwi. Gruppen	2,750	1	2,750	1,069	,307
	In Gruppe	108,045	42	2,573		
	Gesamt	110,795	43			
Nach_Fett	Zwi. Gruppen	2,273	1	2,273	,847	,363
	In Gruppe	112,727	42	2,684		
	Gesamt	115,000	43			
Nach_bitter	Zwi. Gruppen	,000	1	,000	,000	1,000
	In Gruppe	104,636	42	2,491		
	Gesamt	104,636	43			
Gesamteindruck	Zwi. Gruppen	6,568	1	6,568	2,549	,118
	In Gruppe	108,227	42	2,577		
	Gesamt	114,795	43			

9.1.6 Korrelation nach Pearson Käse 1 – 4

		Aus_Inte nsität	Aus_Helli gkeit	Ger_Allg	Ger_Berg käse	Ger_Milc hfett	Ger_Butt er	Ger_Nuss	Ger_süß	Ger_Pilz	Ger_Erde	Ger_Ranz ig	Ger_Animalisch	Ger_stec hend
Aus_Intensität	R α	1	,419 ,000	,014 ,900	-,133 ,218	-,308 ,004	-,297 ,005	-,013 ,902	-,297 ,005	,225 ,035	,358 ,001	,210 ,049	-,211 ,049	,225 ,035
Aus_Helligkeit	R α	,419 ,000	1	-,064 ,555	-,315 ,003	,070 ,515	-,080 ,460	-,168 ,118	-,182 ,089	-,114 ,291	,257 ,015	-,092 ,395	-,167 ,121	-,070 ,516
Ger_Allg	R α	,014 ,900	-,064 ,555	1	,774 ,000	,096 ,372	,267 ,012	-,077 ,475	,261 ,014	,030 ,779	,217 ,043	-,035 ,746	,337 ,001	,166 ,123
Ger_Bergkäse	R α	-,133 ,218	-,315 ,003	,774 ,000	1	,051 ,636	,300 ,004	,046 ,673	,237 ,026	,136 ,208	,119 ,269	,049 ,649	,226 ,034	,091 ,399
Ger_Milchfett	R α	-,308 ,004	,070 ,515	,096 ,372	,051 ,636	1	,391 ,000	,064 ,555	,196 ,068	-,108 ,318	,022 ,839	-,050 ,643	,065 ,547	,092 ,392
Ger_Butter	R α	-,297 ,005	-,080 ,460	,267 ,012	,300 ,004	,391 ,000	1	,026 ,812	,525 ,000	-,117 ,278	-,172 ,110	-,046 ,673	,074 ,494	,021 ,843
Ger_Nuss	R α	-,013 ,902	-,168 ,118	-,077 ,475	,046 ,673	,064 ,555	,026 ,812	1	,008 ,944	,123 ,253	,064 ,555	,242 ,023	-,139 ,197	,175 ,102
Ger_süß	R α	-,297 ,005	-,182 ,089	,261 ,014	,237 ,026	,196 ,068	,525 ,000	,008 ,944	1	-,177 ,098	-,028 ,793	,064 ,554	,464 ,000	-,004 ,969
Ger_Pilz	R α	,225 ,035	-,114 ,291	,030 ,779	,136 ,208	-,108 ,318	-,117 ,278	,123 ,253	-,177 ,098	1	,323 ,002	,216 ,043	-,152 ,159	,120 ,265
Ger_Erde	R α	,358 ,001	,257 ,015	,217 ,043	,119 ,269	,022 ,839	-,172 ,110	,064 ,555	-,028 ,793	,323 ,002	1	,275 ,009	-,008 ,940	,278 ,009
Ger_Ranzig	R α	,210 ,049	-,092 ,395	-,035 ,746	,049 ,649	-,050 ,643	-,046 ,673	,242 ,023	,064 ,554	,216 ,043	,275 ,009	1	,251 ,018	,489 ,000
Ger_Animalisch	R α	-,211 ,049	-,167 ,121	,337 ,001	,226 ,034	,065 ,547	,074 ,494	-,139 ,197	,464 ,000	-,152 ,159	-,008 ,940	,251 ,018	1	,105 ,329
Ger_stechend	R α	,225 ,035	-,070 ,516	,166 ,123	,091 ,399	,092 ,392	,021 ,843	,175 ,102	-,004 ,969	,120 ,265	,278 ,009	,489 ,000	,105 ,329	1
Ges_süß	R α	-,235 ,028	,086 ,427	-,096 ,375	-,112 ,301	,199 ,063	-,021 ,848	,044 ,683	,261 ,014	-,007 ,949	,105 ,332	,055 ,608	,313 ,003	,100 ,354
Ges_salzig	R α	-,095 ,377	,114 ,291	,098 ,363	,060 ,577	-,014 ,896	-,047 ,662	-,144 ,180	,256 ,016	-,186 ,083	-,034 ,753	-,061 ,570	,251 ,018	-,331 ,002
Ges_sauer	R α	,115 ,288	,093 ,388	-,086 ,428	-,133 ,216	,328 ,002	-,048 ,657	,210 ,050	-,111 ,301	,120 ,267	-,005 ,960	,275 ,009	,020 ,856	,180 ,093
Ges_bitter	R α	-,009 ,934	,095 ,379	-,042 ,696	-,024 ,827	,068 ,530	-,214 ,045	-,084 ,434	,028 ,799	,158 ,143	,107 ,320	,169 ,116	,302 ,004	-,212 ,047
Ges_umami	R α	-,122 ,256	-,179 ,096	,169 ,117	,279 ,008	-,196 ,067	,226 ,034	-,118 ,274	,183 ,088	-,142 ,186	-,271 ,011	,063 ,562	,007 ,950	-,080 ,458
Fla_allg	R α	,093 ,389	-,081 ,453	,523 ,000	,573 ,000	-,147 ,171	,208 ,052	-,220 ,039	,146 ,174	-,082 ,447	-,178 ,097	-,076 ,483	,132 ,221	-,006 ,956
Fla_Bergkäse	R α	-,051 ,637	-,144 ,182	,462 ,000	,539 ,000	-,159 ,138	,047 ,666	-,121 ,261	,024 ,822	,026 ,813	-,134 ,213	-,077 ,477	,117 ,279	-,045 ,680
Fla_Milchfett	R α	-,172 ,109	,075 ,486	,143 ,184	,127 ,240	,257 ,016	,586 ,000	,097 ,370	,307 ,004	-,165 ,125	-,131 ,223	-,179 ,095	,116 ,284	-,152 ,158
Fla_Milchsüß	R α	-,153 ,155	-,049 ,651	-,086 ,426	,014 ,895	,275 ,009	-,030 ,779	,064 ,553	,174 ,105	,158 ,142	,103 ,341	,069 ,521	,251 ,019	-,155 ,150

		Aus_Inte nsität	Aus_Helli gkeit	Ger_Allg	Ger_Berg käse	Ger_Milc hfett	Ger_Butt er	Ger_Nuss	Ger_süß	Ger_Pilz	Ger_Erde	Ger_Ranz ig	Ger_Ani malisch	Ger_stec hend
Fla_gekMilch	R	-,155	,019	,037	,004	,288	,115	,002	,246	-,037	,053	,097	,314	,025
	α	,151	,863	,729	,970	,006	,288	,984	,021	,733	,622	,368	,003	,818
Fla_Butter	R	,004	,159	,172	,032	,391	,417	-,073	,333	-,078	,273	,194	,124	,416
	α	,973	,139	,109	,768	,000	,000	,500	,002	,472	,010	,070	,249	,000
Fla_Nuss	R	-,002	-,099	,140	,010	,054	,089	,048	,230	,242	,019	,188	,319	,062
	α	,984	,359	,194	,928	,615	,409	,655	,031	,023	,863	,079	,002	,564
Fla_Pilz	R	,118	,005	,265	,208	,134	,122	,043	,275	,145	,172	,281	,344	,308
	α	,275	,961	,013	,051	,213	,257	,690	,010	,177	,110	,008	,001	,004
Fla_Erde	R	-,031	,117	,226	,099	,332	-,043	,094	,164	,016	,485	,166	,202	,197
	α	,777	,277	,034	,358	,002	,691	,384	,127	,884	,000	,123	,059	,066
Fla_ranzig	R	-,030	-,076	-,100	,030	,059	-,081	,311	-,045	,368	,144	,543	,050	,106
	α	,779	,482	,353	,780	,588	,451	,003	,678	,000	,180	,000	,642	,327
Fla_animalisch	R	-,162	-,145	,225	,268	,132	,002	-,088	,323	,124	,050	,099	,553	-,173
	α	,132	,176	,035	,012	,219	,989	,413	,002	,251	,642	,360	,000	,107
Tex_Härte_Mu nd	R	,362	,192	-,015	-,109	-,047	,007	-,041	-,116	-,123	,174	-,222	-,217	-,149
	α	,001	,072	,893	,313	,665	,947	,708	,282	,253	,105	,037	,043	,166
Tex_Härte_Ha nd	R	,301	,296	-,095	-,252	,131	,092	-,040	-,106	-,148	,136	-,211	-,209	-,213
	α	,004	,005	,381	,018	,222	,396	,714	,323	,168	,205	,048	,051	,046
Tex_Gummi_M und	R	,172	,257	-,292	-,389	-,087	,062	,207	-,100	-,167	-,040	,036	-,227	-,118
	α	,110	,016	,006	,000	,421	,569	,053	,353	,120	,715	,739	,033	,272
Tex_Gummi_H and	R	,144	,199	-,313	-,350	,125	,093	,283	-,136	,011	,005	,063	-,194	-,116
	α	,181	,063	,003	,001	,246	,390	,008	,208	,917	,965	,563	,070	,281
Tex_Elastizität _Mund	R	,108	,214	-,313	-,469	-,056	,029	,085	-,065	,013	,144	-,031	-,195	-,031
	α	,317	,045	,003	,000	,603	,786	,431	,547	,908	,180	,774	,068	,775
Tex_Elastizität _Hand	R	,042	,193	-,342	-,368	,144	,108	,151	-,126	,043	,020	-,042	-,320	-,145
	α	,698	,071	,001	,000	,180	,318	,160	,241	,689	,854	,700	,002	,177
Tex_Körnung	R	-,022	-,095	,065	,114	-,126	-,010	,024	-,118	,302	-,054	-,296	-,011	-,365
	α	,839	,380	,546	,292	,244	,929	,827	,275	,004	,619	,005	,922	,000
Tex_Schärfe	R	,200	,027	,259	,325	-,065	,121	-,063	,033	,112	,313	,097	-,082	,363
	α	,062	,806	,015	,002	,550	,262	,562	,758	,300	,003	,368	,448	,001
Tex_adstringie rend	R	,078	,057	,154	,116	-,012	,042	-,096	,164	,093	,077	,176	,209	,036
	α	,470	,600	,151	,281	,912	,701	,375	,128	,389	,475	,102	,051	,741
Tex_Mundbela g	R	,073	-,131	,322	,374	-,111	-,049	,012	-,045	,268	,198	,158	,013	,375
	α	,501	,226	,002	,000	,305	,654	,914	,678	,012	,064	,143	,903	,000
Nach_allg	R	,115	-,153	,428	,406	-,205	,022	-,175	,083	,235	,055	-,036	,145	,058
	α	,287	,154	,000	,000	,056	,840	,103	,440	,028	,613	,740	,178	,592
Nach_Bergkäs e	R	,073	-,201	,380	,472	-,141	,072	,020	,152	,212	,041	,122	,169	,201
	α	,499	,061	,000	,000	,191	,507	,851	,156	,047	,702	,256	,116	,061
Nach_Fett	R	-,222	-,025	,009	,048	,358	,372	,183	-,036	,172	-,140	,066	-,059	,000
	α	,038	,819	,933	,660	,001	,000	,088	,738	,110	,192	,543	,587	,997
Nach_bitter	R	,044	-,098	,026	-,003	,150	,034	-,141	,062	,078	-,007	,065	,244	-,070
	α	,685	,361	,811	,978	,163	,753	,191	,568	,472	,950	,548	,022	,516
Gesamteindruc k	R	-,160	-,366	,371	,456	,047	,133	-,176	,195	-,047	-,170	-,123	,162	-,041
	α	,137	,000	,000	,000	,664	,216	,102	,069	,666	,113	,252	,132	,704

		Ges_süß	Ges_salzig	Ges_sauer	Ges_bitter	Ges_umami	Fla_allg	Fla_Bergkäse	Fla_Milchfett	Fla_Milchsüß	Fla_gekMilch	Fla_Butter	Fla_Nuss	Fla_Pilz	Fla_Erde	Fla_Ranzig	Fla_animalisch
Aus_Intensität	R	-,235	-,095	,115	-,009	-,122	,093	-,051	-,172	-,153	-,155	,004	-,002	,118	-,031	-,030	-,162
	α	,028	,377	,288	,934	,256	,389	,637	,109	,155	,151	,973	,984	,275	,777	,779	,132
Aus_Helligkeit	R	,086	,114	,093	,095	-,179	-,081	-,144	,075	-,049	,019	,159	-,099	,005	,117	-,076	-,145
	α	,427	,291	,388	,379	,096	,453	,182	,486	,651	,863	,139	,359	,961	,277	,482	,176
Ger_Allg	R	-,096	,098	-,086	-,042	,169	,523	,462	,143	-,086	,037	,172	,140	,265	,226	-,100	,225
	α	,375	,363	,428	,696	,117	,000	,000	,184	,426	,729	,109	,194	,013	,034	,353	,035
Ger_Bergkäse	R	-,112	,060	-,133	-,024	,279	,573	,539	,127	,014	,004	,032	,010	,208	,099	,030	,268
	α	,301	,577	,216	,827	,008	,000	,000	,240	,895	,970	,768	,928	,051	,358	,780	,012
Ger_Milchfett	R	,199	-,014	,328	,068	-,196	-,147	-,159	,257	,275	,288	,391	,054	,134	,332	,059	,132
	α	,063	,896	,002	,530	,067	,171	,138	,016	,009	,006	,000	,615	,213	,002	,588	,219
Ger_Butter	R	-,021	-,047	-,048	-,214	,226	,208	,047	,586	-,030	,115	,417	,089	,122	-,043	-,081	,002
	α	,848	,662	,657	,045	,034	,052	,666	,000	,779	,288	,000	,409	,257	,691	,451	,989
Ger_Nuss	R	,044	-,144	,210	-,084	-,118	-,220	-,121	,097	,064	,002	-,073	,048	,043	,094	,311	-,088
	α	,683	,180	,050	,434	,274	,039	,261	,370	,553	,984	,500	,655	,690	,384	,003	,413
Ger_süß	R	,261	,256	-,111	,028	,183	,146	,024	,307	,174	,246	,333	,230	,275	,164	-,045	,323
	α	,014	,016	,301	,799	,088	,174	,822	,004	,105	,021	,002	,031	,010	,127	,678	,002
Ger_Pilz	R	-,007	-,186	,120	,158	-,142	-,082	,026	-,165	,158	-,037	-,078	,242	,145	,016	,368	,124
	α	,949	,083	,267	,143	,186	,447	,813	,125	,142	,733	,472	,023	,177	,884	,000	,251
Ger_Erde	R	,105	-,034	-,005	,107	-,271	-,178	-,134	-,131	,103	,053	,273	,019	,172	,485	,144	,050
	α	,332	,753	,960	,320	,011	,097	,213	,223	,341	,622	,010	,863	,110	,000	,180	,642
Ger_Ranzig	R	,055	-,061	,275	,169	,063	-,076	-,077	-,179	,069	,097	,194	,188	,281	,166	,543	,099
	α	,608	,570	,009	,116	,562	,483	,477	,095	,521	,368	,070	,079	,008	,123	,000	,360
Ger_Animalisch	R	,313	,251	,020	,302	,007	,132	,117	,116	,251	,314	,124	,319	,344	,202	,050	,553
	α	,003	,018	,856	,004	,950	,221	,279	,284	,019	,003	,249	,002	,001	,059	,642	,000
Ger_stechend	R	,100	-,331	,180	-,212	-,080	-,006	-,045	-,152	-,155	,025	,416	,062	,308	,197	,106	-,173
	α	,354	,002	,093	,047	,458	,956	,680	,158	,150	,818	,000	,564	,004	,066	,327	,107
Ges_süß	R	1	,131	,267	,374	-,154	-,304	-,308	,064	,496	,431	,339	,335	,437	,378	,163	,404
	α		,224	,012	,000	,152	,004	,004	,553	,000	,000	,001	,001	,000	,000	,130	,000
Ges_salzig	R	0	1,000	,272	,419	,206	,211	,146	,029	,126	,229	-,165	,174	,258	,152	,002	,325
	α	0,22441		,010	,000	,054	,048	,175	,789	,241	,032	,124	,105	,015	,158	,982	,002
Ges_sauer	R	,267	,272	1	,391	-,058	-,045	-,024	-,087	,202	,233	,111	,352	,442	,204	,337	,139
	α	,012	,010		,000	,588	,677	,826	,421	,059	,029	,303	,001	,000	,056	,001	,197
Ges_bitter	R	,374	,419	,391	1	,077	,002	,201	-,012	,484	,299	-,135	,498	,401	,255	,409	,591
	α	,000	,000	,000		,478	,989	,060	,910	,000	,005	,208	,000	,000	,017	,000	,000
Ges_umami	R	-,154	,206	-,058	,077	1	,452	,413	-,049	-,154	,087	-,093	,052	,138	-,226	,172	,024
	α	,152	,054	,588	,478		,000	,000	,647	,152	,420	,391	,629	,201	,034	,109	,822
Fla_allg	R	-,304	,211	-,045	,002	,452	1	,721	,209	-,290	-,174	-,064	,111	,169	-,196	-,237	,151
	α	,004	,048	,677	,989	,000		,000	,050	,006	,105	,553	,305	,116	,068	,026	,161
Fla_Bergkäse	R	-,308	,146	-,024	,201	,413	,721	1	,135	-,283	-,128	-,258	,166	,154	-,147	,084	,200
	α	,004	,175	,826	,060	,000	,000		,208	,008	,233	,015	,122	,151	,173	,437	,062
Fla_Milchfett	R	-,064	,029	-,087	-,012	-,049	,209	,135	1	,184	,104	,194	,101	,122	,001	-,089	,185
	α	,553	,789	,421	,910	,647	,050	,208		,086	,335	,070	,349	,259	,994	,409	,084
Fla_Milchsüß	R	,496	,126	,202	,484	-,154	-,290	-,283	,184	1	,441	,153	,221	,240	,289	,289	,504
	α	,000	,241	,059	,000	,152	,006	,008	,086		,000	,156	,038	,024	,006	,006	,000
Fla_gekMilch	R	,431	,229	,233	,299	,087	-,174	-,128	,104	,441	1	,144	,125	,304	,520	,394	,428
	α	,000	,032	,029	,005	,420	,105	,233	,335	,000		,182	,247	,004	,000	,000	,000

		Ges_süß	Ges_salizig	Ges_sauer	Ges_bitter	Ges_umami	Fla_allg	Fla_Bergkäse	Fla_Milchfett	Fla_Milchsüß	Fla_gesamtes Milch	Fla_Butter	Fla_Nuss	Fla_Pilz	Fla_Erde	Fla_ranzig	Fla_animalisch
Fla_Butter	R	,339	-,165	,111	-,135	-,093	-,064	-,258	,194	,153	,144	1	,076	,313	,348	-,071	-,049
	α	,001	,124	,303	,208	,391	,553	,015	,070	,156	,182		,484	,003	,001	,509	,652
Fla_Nuss	R	,335	,174	,352	,498	,052	,111	,166	,101	,221	,125	,076	1	,476	,089	,159	,459
	α	,001	,105	,001	,000	,629	,305	,122	,349	,038	,247	,484		,000	,410	,139	,000
Fla_Pilz	R	,437	,258	,442	,401	,138	,169	,154	,122	,240	,304	,313	,476	1	,427	,194	,500
	α	,000	,015	,000	,000	,201	,116	,151	,259	,024	,004	,003	,000		,000	,070	,000
Fla_Erde	R	,378	,152	,204	,255	-,226	-,196	-,147	,001	,289	,520	,348	,089	,427	1	,273	,398
	α	,000	,158	,056	,017	,034	,068	,173	,994	,006	,000	,001	,410	,000		,010	,000
Fla_ranzig	R	,163	,002	,337	,409	,172	-,237	,084	-,089	,289	,394	-,071	,159	,194	,273	1	,300
	α	,130	,982	,001	,000	,109	,026	,437	,409	,006	,000	,509	,139	,070	,010		,004
Fla_animalisch	R	,404	,325	,139	,591	,024	,151	,200	,185	,504	,428	-,049	,459	,500	,398	,300	1
	α	,000	,002	,197	,000	,822	,161	,062	,084	,000	,000	,652	,000	,000	,000	,004	
Tex_Härte_Mund	R	-,166	,146	-,049	-,045	-,286	-,018	-,113	,151	-,105	-,220	-,052	-,067	-,086	-,131	-,352	-,203
	α	,122	,176	,649	,677	,007	,868	,295	,160	,332	,039	,631	,535	,427	,224	,001	,057
Tex_Härte_Hand	R	-,152	,054	-,075	-,025	-,245	-,095	-,220	,309	-,012	-,169	-,036	-,028	-,107	-,153	-,313	-,080
	α	,158	,615	,490	,819	,022	,378	,039	,003	,911	,116	,740	,795	,320	,154	,003	,460
Tex_Gummi_Mund	R	-,176	-,030	-,044	-,114	-,028	-,135	-,289	,200	-,166	-,235	,003	-,141	-,180	-,129	-,087	-,334
	α	,101	,784	,686	,288	,795	,210	,006	,062	,122	,028	,979	,189	,093	,232	,418	,001
Tex_Gummi_Hand	R	-,152	-,073	,039	-,188	-,266	-,236	-,339	,307	-,025	-,145	-,023	-,137	-,224	-,163	-,050	-,232
	α	,156	,500	,717	,079	,012	,027	,001	,004	,819	,177	,828	,203	,036	,129	,642	,030
Tex_Elastizität_Mund	R	,005	-,128	-,013	-,158	-,273	-,258	-,435	,157	-,070	-,339	,159	,031	-,189	-,108	-,251	-,292
	α	,964	,234	,907	,141	,010	,015	,000	,143	,515	,001	,140	,777	,078	,316	,018	,006
Tex_Elastizität_Hand	R	-,017	-,016	,142	-,071	-,234	-,181	-,263	,346	-,033	-,263	,009	-,009	-,117	-,094	-,060	-,204
	α	,874	,883	,187	,510	,028	,092	,013	,001	,761	,013	,932	,934	,279	,381	,576	,056
Tex_Körnung	R	-,052	-,078	-,217	,150	-,047	,075	,145	,214	,273	-,002	-,203	,103	-,038	-,187	-,022	,258
	α	,628	,473	,042	,163	,663	,486	,177	,045	,010	,984	,058	,338	,726	,081	,837	,015
Tex_Schärfe	R	,054	-,070	-,026	-,093	,141	,298	,259	-,042	-,194	-,071	,298	-,088	,287	,175	-,013	-,057
	α	,615	,515	,810	,388	,191	,005	,015	,699	,071	,510	,005	,417	,007	,104	,908	,599
Tex_adstringierend	R	,167	,225	,303	,506	,191	,404	,430	,079	,074	,090	,000	,544	,426	,075	,134	,360
	α	,120	,035	,004	,000	,075	,000	,000	,462	,492	,404	,997	,000	,000	,488	,212	,001
Tex_Mundbelag	R	,002	-,166	,074	,012	,143	,209	,357	-,248	-,154	-,007	,096	,071	,140	,126	,148	-,013
	α	,984	,122	,496	,913	,182	,050	,001	,020	,152	,947	,375	,512	,193	,241	,168	,905
Nach_allg	R	-,129	-,114	-,055	,092	,246	,555	,579	-,046	-,148	-,208	-,001	,342	,118	-,061	-,032	,202
	α	,230	,289	,611	,393	,021	,000	,000	,671	,170	,052	,989	,001	,273	,571	,766	,059
Nach_Bergkäse	R	-,017	-,056	,130	,113	,270	,541	,604	-,066	-,146	-,056	,087	,226	,323	,045	,078	,199
	α	,873	,602	,228	,293	,011	,000	,000	,542	,174	,603	,420	,034	,002	,679	,472	,063
Nach_Fett	R	-,161	-,044	,268	-,003	-,050	,044	,071	,440	,066	,119	,085	,063	-,009	,008	,223	,052
	α	,135	,686	,012	,974	,641	,683	,512	,000	,544	,269	,430	,559	,936	,944	,037	,630
Nach_bitter	R	,108	,262	,373	,418	-,068	,212	,222	,265	,242	,183	,012	,353	,381	,133	,122	,492
	α	,317	,014	,000	,000	,532	,047	,038	,013	,023	,088	,914	,001	,000	,215	,256	,000
Gesamteindruck	R	-,070	,011	-,030	,039	,279	,499	,478	,060	,035	-,040	,043	,008	,176	-,102	-,182	,196
	α	,515	,919	,779	,718	,008	,000	,000	,576	,749	,713	,688	,943	,101	,345	,090	,067

		Tex_Härt e_Mund	Tex_Här te_Hand	Tex_Gum mi_Mund	Tex_Gum mi_Hand	Tex_Elastiz ität_Mund	Tex_Elastiz ität_Hand	Tex_K örnung	Tex_S chärfe	Tex_adstr ingierend	Tex_Mu ndbelag	Nach _allg	Nach_B ergkäse	Nach Fett	Nach_ bitter	Gesamte indruck
Aus_Intens ität	R α	,362 ,001	,301 ,004	,172 ,110	,144 ,181	,108 ,317	,042 ,698	-,022 ,839	,200 ,062	,078 ,470	,073 ,501	,115 ,287	,073 ,499	-,222 ,038	,044 ,685	-,160 ,137
Aus_Hellig keit	R α	,192 ,072	,296 ,005	,257 ,016	,199 ,063	,214 ,045	,193 ,071	-,095 ,380	,027 ,806	,057 ,600	-,131 ,226	-,153 ,154	-,201 ,061	-,025 ,819	-,098 ,361	-,366 ,000
Ger_Allg	R α	-,015 ,893	-,095 ,381	-,292 ,006	-,313 ,003	-,313 ,003	-,342 ,001	,065 ,546	,259 ,015	,154 ,151	,322 ,002	,428 ,000	,380 ,000	,009 ,933	,026 ,811	,371 ,000
Ger_Bergk äse	R α	-,109 ,313	-,252 ,018	-,389 ,000	-,350 ,001	-,469 ,000	-,368 ,000	,114 ,292	,325 ,002	,116 ,281	,374 ,000	,406 ,000	,472 ,000	,048 ,660	-,003 ,978	,456 ,000
Ger_Milchf ett	R α	-,047 ,665	,131 ,222	-,087 ,421	,125 ,246	-,056 ,603	,144 ,180	-,126 ,244	-,065 ,550	-,012 ,912	-,111 ,305	-,205 ,056	-,141 ,191	,358 ,001	,150 ,163	,047 ,664
Ger_Butter	R α	,007 ,947	,092 ,396	,062 ,569	,093 ,390	,029 ,786	,108 ,318	-,010 ,929	,121 ,262	,042 ,701	-,049 ,654	,022 ,840	,072 ,507	,372 ,000	,034 ,753	,133 ,216
Ger_Nuss	R α	-,041 ,708	-,040 ,714	,207 ,053	,283 ,008	,085 ,431	,151 ,160	,024 ,827	-,063 ,562	-,096 ,375	,012 ,914	-,175 ,103	,020 ,851	,183 ,088	-,141 ,191	-,176 ,102
Ger_süß	R α	-,116 ,282	-,106 ,323	-,100 ,353	-,136 ,208	-,065 ,547	-,126 ,241	-,118 ,275	,033 ,758	,164 ,128	-,045 ,678	,083 ,440	,152 ,156	-,036 ,738	,062 ,568	,195 ,069
Ger_Pilz	R α	-,123 ,253	-,148 ,168	-,167 ,120	,011 ,917	,013 ,908	,043 ,689	,302 ,004	,112 ,300	,093 ,389	,268 ,012	,235 ,028	,212 ,047	,172 ,110	,078 ,472	-,047 ,666
Ger_Erde	R α	,174 ,105	,136 ,205	-,040 ,715	,005 ,965	,144 ,180	,020 ,854	-,054 ,619	,313 ,003	,077 ,475	,198 ,064	,055 ,613	,041 ,702	-,140 ,192	-,007 ,950	-,170 ,113
Ger_Ranzig	R α	-,222 ,037	-,211 ,048	,036 ,739	,063 ,563	-,031 ,774	-,042 ,700	-,296 ,005	,097 ,368	,176 ,102	,158 ,143	-,036 ,740	,122 ,256	,066 ,543	,065 ,548	-,123 ,252
Ger_Animal isch	R α	-,217 ,043	-,209 ,051	-,227 ,033	-,194 ,070	-,195 ,068	-,320 ,002	-,011 ,922	-,082 ,448	,209 ,051	,013 ,903	,145 ,178	,169 ,116	-,059 ,587	,244 ,022	,162 ,132
Ger_steche nd	R α	-,149 ,166	-,213 ,046	-,118 ,272	-,116 ,281	-,031 ,775	-,145 ,177	-,365 ,000	,363 ,001	,036 ,741	,375 ,000	,058 ,592	,201 ,061	,000 ,997	-,070 ,516	-,041 ,704
Ges_süß	R α	-,166 ,122	-,152 ,158	-,176 ,101	-,152 ,156	,005 ,964	-,017 ,874	-,052 ,628	,054 ,615	,167 ,120	,002 ,984	-,129 ,230	-,017 ,873	-,161 ,135	,108 ,317	-,070 ,515
Ges_salzig	R α	,146 ,176	,054 ,615	-,030 ,784	-,073 ,500	-,128 ,234	-,016 ,883	-,078 ,473	-,070 ,515	,225 ,035	-,166 ,122	-,114 ,289	-,056 ,602	-,044 ,686	,262 ,014	,011 ,919
Ges_sauer	R α	-,049 ,649	-,075 ,490	-,044 ,686	,039 ,717	-,013 ,907	,142 ,187	-,217 ,042	-,026 ,810	,303 ,004	,074 ,496	-,055 ,611	,130 ,228	,268 ,012	,373 ,000	-,030 ,779
Ges_bitter	R α	-,045 ,677	-,025 ,819	-,114 ,288	-,188 ,079	-,158 ,141	-,071 ,510	,150 ,163	-,093 ,388	,506 ,000	,012 ,913	,092 ,393	,113 ,293	-,003 ,974	,418 ,000	,039 ,718
Ges_umam i	R α	-,286 ,007	-,245 ,022	-,028 ,795	-,266 ,012	-,273 ,010	-,234 ,028	-,047 ,663	,141 ,191	,191 ,075	,143 ,182	,246 ,021	,270 ,011	-,050 ,641	-,068 ,532	,279 ,008

		Tex_Härt e_Mund	Tex_Här te_Hand	Tex_Gum mi_Mund	Tex_Gum mi_Hand	Tex_Elastiz ität_Mund	Tex_Elastiz ität_Hand	Tex_K örnung	Tex_S chärfe	Tex_adstr ingierend	Tex_Mu ndbelag	Nach _allg	Nach_B ergkäse	Nach Fett	Nach_ bitter	Gesamte indruck
Fla_allg	R	-,018	-,095	-,135	-,236	-,258	-,181	,075	,298	,404	,209	,555	,541	,044	,212	,499
	α	,868	,378	,210	,027	,015	,092	,486	,005	,000	,050	,000	,000	,683	,047	,000
Fla_Bergkä se	R	-,113	-,220	-,289	-,339	-,435	-,263	,145	,259	,430	,357	,579	,604	,071	,222	,478
	α	,295	,039	,006	,001	,000	,013	,177	,015	,000	,001	,000	,000	,512	,038	,000
Fla_Milchfe tt	R	,151	,309	,200	,307	,157	,346	,214	-,042	,079	-,248	-,046	-,066	,440	,265	,060
	α	,160	,003	,062	,004	,143	,001	,045	,699	,462	,020	,671	,542	,000	,013	,576
Fla_Milchs üß	R	-,105	-,012	-,166	-,025	-,070	-,033	,273	-,194	,074	-,154	-,148	-,146	,066	,242	,035
	α	,332	,911	,122	,819	,515	,761	,010	,071	,492	,152	,170	,174	,544	,023	,749
Fla_gekMil ch	R	-,220	-,169	-,235	-,145	-,339	-,263	-,002	-,071	,090	-,007	-,208	-,056	,119	,183	-,040
	α	,039	,116	,028	,177	,001	,013	,984	,510	,404	,947	,052	,603	,269	,088	,713
Fla_Butter	R	-,052	-,036	,003	-,023	,159	,009	-,203	,298	,000	,096	-,001	,087	,085	,012	,043
	α	,631	,740	,979	,828	,140	,932	,058	,005	,997	,375	,989	,420	,430	,914	,688
Fla_Nuss	R	-,067	-,028	-,141	-,137	,031	-,009	,103	-,088	,544	,071	,342	,226	,063	,353	,008
	α	,535	,795	,189	,203	,777	,934	,338	,417	,000	,512	,001	,034	,559	,001	,943
Fla_Pilz	R	-,086	-,107	-,180	-,224	-,189	-,117	-,038	,287	,426	,140	,118	,323	-,009	,381	,176
	α	,427	,320	,093	,036	,078	,279	,726	,007	,000	,193	,273	,002	,936	,000	,101
Fla_Erde	R	-,131	-,153	-,129	-,163	-,108	-,094	-,187	,175	,075	,126	-,061	,045	,008	,133	-,102
	α	,224	,154	,232	,129	,316	,381	,081	,104	,488	,241	,571	,679	,944	,215	,345
Fla_ranzig	R	-,352	-,313	-,087	-,050	-,251	-,060	-,022	-,013	,134	,148	-,032	,078	,223	,122	-,182
	α	,001	,003	,418	,642	,018	,576	,837	,908	,212	,168	,766	,472	,037	,256	,090
Fla_animali sch	R	-,203	-,080	-,334	-,232	-,292	-,204	,258	-,057	,360	-,013	,202	,199	,052	,492	,196
	α	,057	,460	,001	,030	,006	,056	,015	,599	,001	,905	,059	,063	,630	,000	,067
Tex_Härte_ Mund	R	1	,739	,442	,422	,365	,274	,218	,051	,037	-,346	-,017	-,206	-,060	,084	-,131
	α		,000	,000	,000	,000	,010	,042	,639	,730	,001	,876	,054	,579	,437	,223
Tex_Härte_ Hand	R	,739	1	,411	,470	,378	,303	,204	-,220	-,059	-,439	-,217	-,411	,134	,102	-,150
	α	,000		,000	,000	,000	,004	,056	,039	,582	,000	,043	,000	,214	,344	,163
Tex_Gumm i_Mund	R	,442	,411	1	,725	,657	,668	-,064	-,071	-,042	-,411	-,198	-,346	,088	-,111	-,456
	α	,000	,000		,000	,000	,000	,552	,508	,698	,000	,064	,001	,417	,305	,000
Tex_Gumm i_Hand	R	,422	,470	,725	1	,592	,693	,034	-,185	-,114	-,470	-,370	-,431	,295	,006	-,365
	α	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,754	,085	,290	,000	,000	,000	,005	,956	,000
Tex_Elastiz ität_Mund	R	,365	,378	,657	,592	1	,751	-,022	-,020	-,096	-,406	-,124	-,380	,060	-,121	-,406
	α	,000	,000	,000	,000		,000	,842	,852	,375	,000	,250	,000	,581	,262	,000
Tex_Elastiz ität_Hand	R	,274	,303	,668	,693	,751	1	-,066	,078	,012	-,414	-,212	-,317	,169	,052	-,402
	α	,010	,004	,000	,000	,000		,543	,472	,912	,000	,047	,003	,117	,631	,000
Tex_Körnu ng	R	,218	,204	-,064	,034	-,022	-,066	1	-,101	,040	,042	,297	,165	,025	,014	,200
	α	,042	,056	,552	,754	,842	,543		,347	,711	,698	,005	,124	,817	,899	,062

		Tex_Härt e_Mund	Tex_Här te_Hand	Tex_Gum mi_Mund	Tex_Gum mi_Hand	Tex_Elastiz ität_Mund	Tex_Elastiz ität_Hand	Tex_K örnung	Tex_S chärfe	Tex_adstr ingierend	Tex_Mu ndbelag	Nach _allg	Nach_B ergkäse	Nach _Fett	Nach_ bitter	Gesamte indruck
Tex_Schärf e	R α	,051 ,639	-,220 ,039	-,071 ,508	-,185 ,085	-,020 ,852	,078 ,472	-,101 ,347	1	,308 ,004	,269 ,011	,290 ,006	,399 ,000	-,221 ,039	-,049 ,652	,098 ,363
Tex_adstri ngierend	R α	,037 ,730	-,059 ,582	-,042 ,698	-,114 ,290	-,096 ,375	,012 ,912	,040 ,711	,308 ,004	1	,244 ,022	,450 ,000	,422 ,000	,060 ,576	,435 ,000	,179 ,096
Tex_Mundb elag	R α	-,346 ,001	-,439 ,000	-,411 ,000	-,470 ,000	-,406 ,000	-,414 ,000	,042 ,698	,269 ,011	,244 ,022	1	,516 ,000	,620 ,000	-,009 ,936	,011 ,919	,289 ,006
Nach_allg	R α	-,017 ,876	-,217 ,043	-,198 ,064	-,370 ,000	-,124 ,250	-,212 ,047	,297 ,005	,290 ,006	,450 ,000	,516 ,000	1	,719 ,000	-,078 ,470	,153 ,155	,405 ,000
Nach_Berg käse	R α	-,206 ,054	-,411 ,000	-,346 ,001	-,431 ,000	-,380 ,000	-,317 ,003	,165 ,124	,399 ,000	,422 ,000	,620 ,000	,719 ,000	1	-,065 ,548	,124 ,251	,525 ,000
Nach_Fett	R α	-,060 ,579	,134 ,214	,088 ,417	,295 ,005	,060 ,581	,169 ,117	,025 ,817	-,221 ,039	,060 ,576	-,009 ,936	-,078 ,470	-,065 ,548	1	,306 ,004	,015 ,890
Nach_bitte r	R α	,084 ,437	,102 ,344	-,111 ,305	,006 ,956	-,121 ,262	,052 ,631	,014 ,899	-,049 ,652	,435 ,000	,011 ,919	,153 ,155	,124 ,251	,306 ,004	1	,210 ,050
Gesamtein druck	R α	-,131 ,223	-,150 ,163	-,456 ,000	-,365 ,000	-,406 ,000	-,402 ,000	,200 ,062	,098 ,363	,179 ,096	,289 ,006	,405 ,000	,525 ,000	,015 ,890	,210 ,050	1

9.2 Fettsäuremuster

9.2.1 Gesättigte Fettsäuren

Käse	C4:0		C6:0		C8:0	
	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]
1	0,40 ± 0,57	143,36 ± 202,74	0,82 ± 0,08	293,89 ± 30,41	0,69 ± 0,07	247,30 ± 25,34
2	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,72 ± 0,01	251,04 ± 2,48	0,60 ± 0,01	210,66 ± 4,97
3	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,72 ± 0,01	241,70 ± 4,75	0,62 ± 0,01	206,46 ± 2,37
4	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,69 ± 0,04	228,11 ± 14,03	0,61 ± 0,02	200,01 ± 7,01
Ø 2-4	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,71 ± 0,02	240,28 ± 11,53	0,61 ± 0,01	205,71 ± 5,36
5	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,84 ± 0,01	259,81 ± 4,37	0,74 ± 0,02	227,34 ± 6,56
6	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,81 ± 0,16	347,90 ± 66,81	0,69 ± 0,12	294,21 ± 51,63
Käse	C10:0		C12:0		C14:0	
	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]
1	1,86 ± 0,13	666,62 ± 45,62	2,57 ± 0,13	919,30 ± 48,15	10,35 ± 0,15	3.707,65 ± 53,22
2	1,57 ± 0,03	551,23 ± 9,93	2,10 ± 0,01	735,55 ± 2,48	9,32 ± 0,10	3.272,25 ± 34,76
3	1,56 ± 0,02	522,01 ± 7,12	2,12 ± 0,04	711,68 ± 14,24	9,49 ± 0,06	3.185,79 ± 18,99
4	1,62 ± 0,07	535,57 ± 23,38	2,36 ± 0,16	780,22 ± 51,43	8,97 ± 0,14	2.965,48 ± 46,75
Ø 2-4	1,58 ± 0,03	536,27 ± 14,62	2,19 ± 0,15	742,48 ± 34,79	9,26 ± 0,27	3.141,18 ± 158,18
5	2,18 ± 0,05	672,73 ± 15,31	2,81 ± 0,06	869,13 ± 17,50	10,31 ± 0,11	3.187,34 ± 32,81
6	1,75 ± 0,25	751,63 ± 109,33	2,21 ± 0,22	947,05 ± 94,15	9,53 ± 0,35	4.093,14 ± 151,85
Käse	C15:0		C16:0		C17:0	
	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]
1	1,35 ± 0,00	483,84 ± 0,00	28,81 ± 0,23	10.325,50 ± 81,10	0,77 ± 0,01	275,97 ± 5,07
2	1,17 ± 0,01	409,03 ± 2,48	28,31 ± 0,02	9.937,89 ± 7,45	0,82 ± 0,03	287,90 ± 9,93
3	1,16 ± 0,01	387,73 ± 2,37	27,10 ± 0,07	9.097,47 ± 23,74	0,77 ± 0,01	258,49 ± 4,75
4	1,28 ± 0,02	421,52 ± 7,01	25,22 ± 0,09	8.336,08 ± 30,39	0,78 ± 0,03	257,87 ± 9,35
Ø 2-4	1,20 ± 0,07	406,09 ± 17,08	26,87 ± 1,56	9.123,81 ± 801,23	0,79 ± 0,03	268,09 ± 17,16
5	1,24 ± 0,01	381,99 ± 2,19	28,23 ± 0,18	8.731,54 ± 56,86	0,76 ± 0,01	233,52 ± 2,19
6	1,20 ± 0,01	513,25 ± 3,04	28,41 ± 0,56	12.199,95 ± 239,92	0,81 ± 0,04	345,75 ± 15,19
Käse	C18:0		C20:0		C22:0	
	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]
1	11,64 ± 0,20	4.171,78 ± 70,96	0,17 ± 0,01	60,93 ± 5,07	0,08 ± 0,01	28,67 ± 5,07
2	12,70 ± 0,09	4.457,21 ± 32,27	0,17 ± 0,00	59,69 ± 0,00	0,09 ± 0,02	29,84 ± 7,45
3	12,52 ± 0,02	4.201,29 ± 7,12	0,17 ± 0,02	55,39 ± 7,12	0,09 ± 0,01	28,53 ± 2,37
4	14,65 ± 0,18	4.841,64 ± 58,44	0,22 ± 0,00	72,73 ± 0,00	0,12 ± 0,01	39,67 ± 4,68
Ø 2-4	13,29 ± 1,18	4.500,05 ± 322,32	0,19 ± 0,03	62,60 ± 9,03	0,10 ± 0,02	32,68 ± 6,09
5	13,66 ± 0,02	4.223,49 ± 6,56	0,18 ± 0,01	55,67 ± 4,37	0,09 ± 0,02	26,29 ± 6,56
6	15,17 ± 0,67	6.513,37 ± 288,52	0,24 ± 0,01	103,08 ± 6,07	0,12 ± 0,01	49,39 ± 3,04
Käse	C24:0					
	FS [%]	[mg/100g Käse]				
1	0,05 ± 0,01	17,92 ± 5,07				
2	0,08 ± 0,00	28,09 ± 0,00				
3	0,06 ± 0,01	18,46 ± 2,37				
4	0,09 ± 0,01	28,10 ± 2,34				
Ø 2-4	0,07 ± 0,02	24,88 ± 5,56				
5	0,06 ± 0,01	17,01 ± 2,19				
6	0,07 ± 0,01	30,07 ± 6,07				

9.2.2 Einfach ungesättigte Fettsäuren

Käse	C16:1 n7		C17:1		C18:1 n9 t	
	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]
1	1,23 ± 0,01	439,04 ± 2,53	0,42 ± 0,04	150,53 ± 15,21	5,21 ± 0,09	1.865,47 ± 32,95
2	1,35 ± 0,02	472,23 ± 7,45	0,52 ± 0,02	180,82 ± 7,45	3,61 ± 0,08	1.267,47 ± 29,79
3	1,22 ± 0,01	409,55 ± 4,75	0,42 ± 0,02	139,32 ± 7,12	4,58 ± 0,16	1.535,83 ± 54,60
4	1,09 ± 0,02	358,70 ± 7,01	0,43 ± 0,01	140,51 ± 2,34	5,60 ± 0,07	1.851,36 ± 23,38
Ø 2-4	1,22 ± 0,13	413,49 ± 56,87	0,45 ± 0,06	153,55 ± 23,62	4,60 ± 1,00	1.551,55 ± ####
5	1,09 ± 0,00	337,14 ± 0,00	0,37 ± 0,00	114,44 ± 0,00	4,85 ± 0,17	1.500,11 ± 52,49
6	1,15 ± 0,05	491,78 ± 21,26	0,43 ± 0,01	184,69 ± 6,07	3,98 ± 0,05	1.707,26 ± 21,26
Käse	C18:1 9c		C18:1 n7		C20:1 & CLA	
	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]
1	20,78 ± 0,33	7.447,55 ± 116,58	0,71 ± 0,01	252,67 ± 2,53	1,92 ± 0,04	688,13 ± 15,21
2	24,95 ± 0,14	8.759,95 ± 49,65	0,76 ± 0,03	266,84 ± 9,93	1,29 ± 0,08	451,16 ± 27,31
3	24,44 ± 0,08	8.204,51 ± 28,49	0,77 ± 0,01	256,81 ± 2,37	1,76 ± 0,03	590,83 ± 9,50
4	22,86 ± 0,14	7.557,52 ± 46,75	0,81 ± 0,00	267,79 ± 0,00	1,89 ± 0,04	623,18 ± 11,69
Ø 2-4	24,08 ± 1,09	8.173,99 ± 601,80	0,78 ± 0,03	263,81 ± 6,08	1,64 ± 0,32	555,06 ± 91,42
5	20,31 ± 0,04	6.280,34 ± 10,94	0,80 ± 0,01	245,89 ± 2,19	1,22 ± 0,05	375,80 ± 15,31
6	22,01 ± 0,03	9.453,30 ± 12,15	0,77 ± 0,00	330,72 ± 0,00	1,09 ± 0,01	468,16 ± 6,07

9.2.3 Mehrfach ungesättigte Fettsäuren

Käse	C18:2 n6 t		C18:2 n6		C18:3 n3	
	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]
1	0,42 ± 0,01	150,53 ± 5,07	1,90 ± 0,06	679,17 ± 22,81	1,00 ± 0,04	356,61 ± 12,67
2	0,35 ± 0,03	122,89 ± 9,93	1,87 ± 0,01	656,56 ± 4,97	1,01 ± 0,04	354,61 ± 14,90
3	0,34 ± 0,01	112,46 ± 2,37	1,93 ± 0,04	647,90 ± 14,24	0,94 ± 0,02	313,88 ± 7,12
4	0,36 ± 0,01	119,02 ± 4,68	1,93 ± 0,10	638,06 ± 32,73	1,09 ± 0,02	358,70 ± 7,01
Ø 2-4	0,35 ± 0,01	118,12 ± 5,27	1,91 ± 0,03	647,51 ± 9,26	1,01 ± 0,07	342,40 ± 24,78
5	0,31 ± 0,01	94,34 ± 2,19	1,95 ± 0,01	603,14 ± 4,37	1,04 ± 0,01	320,13 ± 2,19
6	0,33 ± 0,00	141,74 ± 0,00	1,69 ± 0,03	725,86 ± 12,15	0,92 ± 0,02	392,99 ± 9,11
Käse	C20:3 n6		C20:4 n6		C20:5 n3	
	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]	FS [%]	[mg/100g Käse]
1	0,05 ± 0,01	17,92 ± 5,07	0,10 ± 0,01	34,05 ± 2,53	0,09 ± 0,00	32,26 ± 0,00
2	0,07 ± 0,01	24,58 ± 4,97	0,09 ± 0,02	29,84 ± 7,45	0,09 ± 0,01	29,84 ± 2,48
3	0,06 ± 0,01	18,46 ± 2,37	0,10 ± 0,03	33,57 ± 9,50	0,07 ± 0,00	23,50 ± 0,00
4	0,08 ± 0,01	24,80 ± 2,34	0,10 ± 0,01	31,41 ± 2,34	0,08 ± 0,00	26,45 ± 0,00
Ø 2-4	0,07 ± 0,01	22,61 ± 3,59	0,09 ± 0,01	31,61 ± 1,87	0,08 ± 0,01	26,60 ± 3,17
5	0,06 ± 0,01	17,01 ± 2,19	0,09 ± 0,00	27,84 ± 0,00	0,09 ± 0,01	26,29 ± 2,19
6	0,05 ± 0,00	21,48 ± 0,00	0,10 ± 0,00	42,95 ± 0,00	0,07 ± 0,00	30,07 ± 0,00
Käse	C22:5 n3					
	FS [%]	[mg/100g Käse]				
1	0,14 ± 0,01	48,38 ± 2,53				
2	0,12 ± 0,03	42,13 ± 9,93				
3	0,11 ± 0,01	36,93 ± 4,75				
4	0,14 ± 0,01	44,63 ± 2,34				
Ø 2-4	0,12 ± 0,01	41,23 ± 3,93				
5	0,12 ± 0,01	37,12 ± 4,37				
6	0,12 ± 0,01	49,39 ± 3,04				

9.2.4 Einfaktorielle ANOVA PDO-Käse / Referenzkäse

		Quadratsumme	df	Ø d. Quadrate	F	Signifikanz
C18_3_1	Zwi. Gruppen	,000	1	,000	,077	,791
	In Gruppe	,026	6	,004		
	Gesamt	,027	7			
C18_3_2	Zwi. Gruppen	303,028	1	303,028	,619	,461
	In Gruppe	2938,660	6	489,777		
	Gesamt	3241,689	7			
C20_5_1	Zwi. Gruppen	,000	1	,000	4,324	,083
	In Gruppe	,000	6	,000		
	Gesamt	,000	7			
C20_5_2	Zwi. Gruppen	48,082	1	48,082	6,206	,047
	In Gruppe	46,485	6	7,748		
	Gesamt	94,567	7			
C20_4_1	Zwi. Gruppen	,000	1	,000	,016	,904
	In Gruppe	,002	6	,000		
	Gesamt	,002	7			
C20_4_2	Zwi. Gruppen	8,955	1	8,955	,314	,596
	In Gruppe	171,373	6	28,562		
	Gesamt	180,327	7			
CLA_1	Zwi. Gruppen	,115	1	,115	1,677	,243
	In Gruppe	,411	6	,068		
	Gesamt	,526	7			
CLA_2	Zwi. Gruppen	26561,437	1	26561,437	4,601	,076
	In Gruppe	34635,833	6	5772,639		
	Gesamt	61197,270	7			
Total_n3_1	Zwi. Gruppen	,000	1	,000	,021	,889
	In Gruppe	,042	6	,007		
	Gesamt	,043	7			
total_n3_2	Zwi. Gruppen	1095,526	1	1095,526	1,345	,290
	In Gruppe	4885,316	6	814,219		
	Gesamt	5980,842	7			
SFA_1	Zwi. Gruppen	11,098	1	11,098	28,711	,002
	In Gruppe	2,319	6	,387		
	Gesamt	13,417	7			
SFA_2	Zwi. Gruppen	6308076,242	1	6308076,242	14,032	,010
	In Gruppe	2697301,190	6	449550,198		
	Gesamt	9005377,432	7			
MUFA_1	Zwi. Gruppen	14,633	1	14,633	22,137	,003
	In Gruppe	3,966	6	,661		
	Gesamt	18,599	7			
MUFA_2	Zwi. Gruppen	508051,081	1	508051,081	2,128	,195
	In Gruppe	1432177,608	6	238696,268		
	Gesamt	1940228,688	7			
PUFA_1	Zwi. Gruppen	,004	1	,004	,245	,638
	In Gruppe	,098	6	,016		
	Gesamt	,102	7			
PUFA_2	Zwi. Gruppen	11839,263	1	11839,263	6,391	,045
	In Gruppe	11114,087	6	1852,348		
	Gesamt	22953,350	7			
AA_EPA	Zwi. Gruppen	,033	1	,033	,511	,502
	In Gruppe	,388	6	,065		
	Gesamt	,421	7			
ω6_ω3	Zwi. Gruppen	,004	1	,004	,234	,645
	In Gruppe	,090	6	,015		
	Gesamt	,093	7			
C18_2__C18_3	Zwi. Gruppen	,000	1	,000	,002	,965
	In Gruppe	,108	6	,018		
	Gesamt	,108	7			
TFA_1	Zwi. Gruppen	,432	1	,432	,615	,463
	In Gruppe	4,217	6	,703		
	Gesamt	4,649	7			
TFA_2	Zwi. Gruppen	137512,079	1	137512,079	2,359	,175
	In Gruppe	349698,072	6	58283,012		
	Gesamt	487210,151	7			
AROMA_1	Zwi. Gruppen	2,331	1	2,331	12,940	,011
	In Gruppe	1,081	6	,180		
	Gesamt	3,412	7			
AROMA_2	Zwi. Gruppen	50758,243	1	50758,243	32,545	,001
	In Gruppe	9357,932	6	1559,655		
	Gesamt	60116,176	7			

9.3 Korrelationen QDA – chemische Parameter Käse 1 – 4

		Aus_Int	Aus_Hell	Ger_Allg	Ger_BK	Ger_MiFe	Ger_But	Ger_Nuss	Ger_süß	Ger_Pilz	Ger_Erde
TS	R	,878	,906	,884	,576	-,973	-,973	-,712	,942	,453	,640
	α	,318	,278	,310	,609	,147	,149	,495	,218	,701	,558
Fett_abs	R	,066	,127	,079	-,382	-,715	-,326	-,974	,222	-,510	-,306
	α	,958	,919	,950	,751	,493	,789	,145	,858	,659	,802
FiT	R	-,626	-,577	-,616	-,906	-,053	,400	-,565	-,496	-,958	-,869
	α	,569	,608	,577	,278	,966	,738	,618	,669	,186	,329
NaCl	R	-,444	-,388	-,433	-,795	-,267	,193	-,729	-,298	-,873	-,743
	α	,707	,746	,715	,415	,828	,876	,480	,807	,324	,467
SW	R	-,239	-,179	-,226	-,644	-,470	-,024	-,860	-,084	-,747	-,579
	α	,846	,886	,855	,555	,689	,985	,341	,947	,463	,607
Wff	R	-,994	-,999	-,995	-,842	,815	,988	,395	-,999	-,756	-,883
	α	,071	,032	,063	,363	,393	,098	,741	,029	,455	,311
pH	R	-,689	-,643	-,680	-,939	,030	,475	-,494	-,567	-,978	-,907
	α	,516	,555	,524	,224	,981	,685	,671	,616	,133	,276
SFA	R	-,344	-,285	-,332	-,724	-,370	,085	-,799	-,193	-,815	-,665
	α	,777	,816	,785	,485	,759	,946	,411	,877	,393	,537
SFA_abs	R	-,044	,018	-,031	-,481	-,634	-,220	-,943	,113	-,602	-,409
	α	,972	,989	,980	,680	,563	,859	,215	,928	,589	,732
MUFA	R	,674	,718	,684	,278	-,995	-,844	-,902	,781	,137	,355
	α	,529	,490	,521	,821	,064	,360	,284	,429	,912	,769
MUFA_ab	R	,400	,455	,411	-,047	-,909	-,626	-,993	,538	-,190	,034
	α	,738	,699	,730	,970	,273	,569	,075	,638	,879	,978
PUFA	R	-,888	-,915	-,894	-,593	,968	,978	,697	-,949	-,472	-,657
	α	,304	,265	,296	,596	,161	,135	,509	,204	,687	,544
PUFA_abs	R	-,837	-,802	-,830	-,993	,259	,665	-,281	-,741	-1,000	-,980
	α	,368	,408	,376	,077	,833	,537	,819	,468	,015	,128

		Ger_Ranzig	Ger_Ani	Ges_süß	Ges_bitter	Ges_uma	Fla_allg	Fla_BK	Fla_MiFe	Fla_MiSüß	Fla_gekMi
TS	R	,918	,387	-,113	,177	-,981	1,000	,925	,870	,488	,978
	a	,259	,747	,928	,887	,125	,019	,249	,329	,675	,135
Fett_abs	R	,826	,986	-,900	-,736	-,691	,560	,174	,049	-,475	,346
	a	,381	,107	,288	,473	,515	,621	,889	,969	,685	,775
FiT	R	,228	,839	-,958	-1,000	-,019	-,148	-,538	-,640	-,945	-,379
	a	,854	,366	,185	,000	,988	,906	,638	,558	,212	,752
NaCl	R	,432	,936	-,997	-,977	-,234	,068	-,344	-,460	-,853	-,172
	a	,716	,228	,047	,138	,850	,956	,776	,696	,350	,890
SW	R	,617	,990	-,990	-,907	-,440	,283	-,132	-,256	-,719	,046
	a	,576	,089	,092	,277	,710	,817	,916	,835	,489	,970
Wff	R	-,701	-,011	-,270	-,535	,834	-,915	-1,000	-,992	-,782	-,985
	a	,506	,993	,826	,640	,372	,265	,002	,083	,429	,112
pH	R	,146	,791	-,931	-,997	,064	-,230	-,607	-,702	-,969	-,455
	a	,907	,420	,238	,053	,959	,852	,585	,505	,159	,699
SFA	R	,527	,969	-,999	-,947	-,338	,177	-,240	-,360	-,791	-,063
	a	,646	,159	,022	,208	,780	,887	,846	,765	,419	,960
SFA_abs	R	,759	,998	-,942	-,806	-,607	,466	,064	-,062	-,569	,241
	a	,451	,036	,218	,403	,585	,692	,959	,961	,615	,845
MUFA	R	,997	,667	-,431	-,153	-,991	,955	,750	,661	,177	,856
	a	,048	,535	,717	,902	,086	,193	,460	,540	,886	,346
MUFA_ab	R	,968	,872	-,699	-,464	-,895	,807	,497	,384	-,150	,643
	a	,161	,326	,507	,693	,295	,402	,669	,749	,904	,555
PUFA	R	-,909	-,368	,092	-,198	,976	-,999	-,933	-,880	-,507	-,982
	a	,273	,760	,942	,873	,139	,032	,235	,315	,661	,121
PUFA_abs	R	-,086	,629	-,822	-,951	,292	-,447	-,773	-,847	-1,000	-,648
	a	,945	,567	,386	,201	,811	,705	,437	,357	,011	,551

		Fla_Butter	Fla_Nuss	Fla_Pilz	Fla_Erde	Fla_ranzig	Fla_anı	Tex_H_M	Tex_H_H	Tex_Gum_M	Tex_Gum_H
TS	R	,747	,987	,404	,882	,983	,735	,235	,150	-,999	-,991
	a	,463	,104	,735	,312	,119	,474	,849	,904	,026	,087
Fett_abs	R	-,162	,392	-,556	,075	,369	,966	-,695	-,754	-,501	-,646
	a	,896	,744	,624	,952	,759	,166	,511	,456	,666	,553
FiT	R	-,787	-,334	-,972	-,619	-,357	,537	-,998	-1,000	,217	,041
	a	,423	,783	,151	,575	,768	,639	,038	,017	,861	,974
NaCl	R	-,636	-,124	-,898	-,436	-,147	,706	-,962	-,982	,002	-,174
	a	,561	,921	,289	,713	,906	,501	,176	,121	,999	,888
SW	R	-,453	,095	-,782	-,230	,071	,843	-,880	-,918	-,215	-,384
	a	,701	,940	,429	,852	,955	,362	,315	,260	,862	,749
Wff	R	-,942	-,975	-,719	-,995	-,980	-,425	-,585	-,512	,941	,866
	a	,217	,143	,489	,066	,127	,720	,603	,658	,220	,333
pH	R	-,836	-,412	-,988	-,682	-,433	,465	-1,000	-,994	,297	,124
	a	,370	,730	,098	,522	,715	,692	,015	,070	,808	,921
SFA	R	-,548	-,015	-,845	-,335	-,039	,779	-,927	-,956	-,107	-,281
	a	,631	,991	,359	,782	,975	,432	,245	,190	,932	,819
SFA_abs	R	-,270	,288	-,644	-,035	,265	,932	-,770	-,822	-,402	-,558
	a	,826	,814	,554	,978	,829	,236	,441	,386	,736	,623
MUFA	R	,489	,880	,084	,681	,868	,916	-,094	-,180	-,931	-,981
	a	,675	,315	,947	,523	,330	,263	,940	,885	,237	,124
MUFA_ab	R	,181	,680	-,243	,408	,662	,996	-,411	-,488	-,764	-,866
	a	,884	,524	,844	,732	,540	,054	,731	,676	,447	,334
PUFA	R	-,761	-,990	-,423	-,892	-,986	-,721	-,256	-,172	1,000	,988
	a	,450	,090	,722	,298	,105	,488	,835	,890	,012	,100
PUFA_abs	R	-,940	-,610	-,997	-,832	-,629	,249	-,967	-,942	,509	,349
	a	,223	,582	,049	,374	,567	,840	,163	,218	,660	,773

		Tex_Ela_M	Tex_Ela_H	Tex_Körn	Tex_Schär	Tex_adstr	Tex_MB	Nach_allg	Nach_BK	Nach_Fett	Nach_bitter	Ges
TS	R	-,973	-,973	,192	,660	,991	,989	,966	,998	,891	,751	,371
	a	,149	,149	,877	,541	,087	,093	,166	,039	,300	,459	,758
Fett_abs	R	-,717	-,717	-,726	-,281	,646	,407	,735	,586	,093	,960	-,586
	a	,491	,491	,483	,819	,553	,733	,474	,601	,941	,181	,602
FiT	R	-,057	-,057	-1,000	-,856	-,041	-,319	,083	-,116	-,605	,517	-,980
	a	,964	,964	,010	,346	,974	,794	,947	,926	,586	,654	,129
NaCl	R	-,270	-,270	-,973	-,725	,174	-,107	,295	,100	-,420	,689	-,914
	a	,826	,826	,148	,484	,888	,932	,809	,936	,724	,516	,267
SW	R	-,473	-,473	-,900	-,558	,384	,111	,496	,314	-,212	,830	-,803
	a	,687	,687	,287	,623	,749	,929	,670	,797	,864	,377	,406
Wff	R	,813	,813	-,548	-,895	-,866	-,971	-,798	-,901	-,996	-,447	-,694
	a	,396	,396	,631	,295	,333	,153	,412	,285	,054	,705	,512
pH	R	,027	,027	-,998	-,896	-,124	-,397	-,001	-,199	-,669	,444	-,993
	a	,983	,983	,043	,293	,921	,740	1,000	,873	,533	,707	,076
SFA	R	-,373	-,373	-,942	-,646	,281	,002	,398	,208	-,318	,764	-,864
	a	,757	,757	,217	,553	,819	,999	,740	,867	,794	,447	,336
SFA_abs	R	-,636	-,636	-,797	-,385	,558	,304	,656	,494	-,017	,923	-,671
	a	,561	,561	,412	,748	,623	,804	,544	,671	,989	,252	,531
MUFA	R	-,995	-,995	-,139	,379	,981	,888	,997	,964	,694	,925	,048
	a	,062	,062	,911	,752	,124	,305	,045	,172	,512	,248	,970
MUFA_ab	R	-,911	-,911	-,451	,060	,866	,692	,921	,826	,424	,998	-,277
	a	,271	,271	,702	,962	,334	,514	,255	,382	,721	,038	,821
PUFA	R	,967	,967	-,213	-,676	-,988	-,992	-,960	-,997	-,900	-,737	-,391
	a	,163	,163	,864	,528	,100	,080	,180	,053	,287	,472	,745
PUFA_abs	R	,256	,256	-,955	-,974	-,349	-,597	-,230	-,419	-,822	,226	-,994
	a	,835	,835	,191	,145	,773	,593	,852	,725	,386	,855	,072

9.4 Korrelationen innerhalb der chemischen Parameter Käse 1 - 4

		TS	Fett_abs	F.i.T.	NaCl	SW	Wff	pH	SFA	SFA_abs	MUFA	MUFA_abs	PUFA	PUFA_abs
TS	R	1,000	,536	-,177	,039	,255	-,926	-,258	,148	,439	,945	,790	-1,000	-,473
	a		,640	,887	,975	,836	,246	,834	,906	,710	,211	,421	,014	,686
Fett_abs	R	,536	1,000	,736	,865	,953	-,177	,677	,914	,994	,782	,941	-,517	,490
	a	,640		,473	,335	,196	,886	,526	,266	,070	,429	,220	,654	,674
FiT	R	-,177	,736	1,000	,977	,907	,535	,997	,947	,806	,154	,464	,198	,951
	a	,887	,473		,138	,277	,641	,053	,207	,403	,902	,693	,873	,201
NaCl	R	,039	,865	,977	1,000	,976	,341	,955	,994	,915	,362	,644	-,018	,862
	a	,975	,335	,138		,139	,778	,191	,070	,265	,764	,555	,989	,339
SW	R	,255	,953	,907	,976	1,000	,129	,868	,994	,981	,556	,795	-,234	,731
	a	,836	,196	,277	,139		,918	,330	,070	,125	,624	,415	,849	,478
Wff	R	-,926	-,177	,535	,341	,129	1,000	,604	,237	-,068	-,753	-,500	,934	,771
	a	,246	,886	,641	,778	,918		,587	,848	,957	,458	,667	,233	,440
pH	R	-,258	,677	,997	,955	,868	,604	1,000	,917	,754	,071	,389	,279	,973
	a	,834	,526	,053	,191	,330	,587		,261	,456	,955	,746	,820	,148
SFA	R	,148	,914	,947	,994	,994	,237	,917	1,000	,953	,462	,723	-,126	,801
	a	,906	,266	,207	,070	,070	,848	,261		,195	,694	,485	,919	,408
SFA_abs	R	,439	,994	,806	,915	,981	-,068	,754	,953	1,000	,708	,898	-,420	,583
	a	,710	,070	,403	,265	,125	,957	,456	,195		,499	,290	,724	,604
MUFA	R	,945	,782	,154	,362	,556	-,753	,071	,462	,708	1,000	,946	-,938	-,161
	a	,211	,429	,902	,764	,624	,458	,955	,694	,499		,209	,225	,897
MUFA_ab	R	,790	,941	,464	,644	,795	-,500	,389	,723	,898	,946	1,000	-,776	,167
	a	,421	,220	,693	,555	,415	,667	,746	,485	,290	,209		,434	,893
PUFA	R	-1,000	-,517	,198	-,018	-,234	,934	,279	-,126	-,420	-,938	-,776	1,000	,492
	a	,014	,654	,873	,989	,849	,233	,820	,919	,724	,225	,434		,672
PUFA_abs	R	-,473	,490	,951	,862	,731	,771	,973	,801	,583	-,161	,167	,492	1,000
	a	,686	,674	,201	,339	,478	,440	,148	,408	,604	,897	,893	,672	

9.5 Korrelationen QDA – TPA Käse 1 – 4

		Aus_Int	Aus_Hell	Ger_Allg	Ger_BK	Ger_MiFe	Ger_But	Ger_Nuss	Ger_süß	Ger_Pilz	Ger_Erde
Härte	R	,811	,773	,803	,986	-,213	-,629	,326	,709	1,000	,969
	a	,398	,437	,406	,107	,863	,567	,789	,498	,015	,158
Elastizität	R	,164	,102	,151	,583	,536	,101	,897	,007	,693	,515
	a	,895	,935	,904	,604	,640	,936	,292	,996	,512	,656
Gummiartigkeit	R	-,162	-,223	-,175	,291	,779	,416	,991	-,315	,425	,212
	a	,896	,857	,888	,812	,431	,727	,083	,796	,721	,864
Kohäsivität	R	,930	,951	,935	,672	-,938	-,994	-,621	,976	,559	,730
	a	,239	,200	,231	,531	,226	,070	,574	,139	,622	,479
Adhäsivität	R	-,444	-,498	-,455	-,002	,928	,663	,986	-,579	,142	-,083
	a	,707	,668	,699	,999	,242	,538	,106	,607	,909	,947
Chewiness	R	-,058	-,120	-,071	,389	,709	,318	,972	-,214	,517	,313
	a	,963	,924	,955	,746	,498	,794	,150	,863	,654	,797

		Ger_Ranzig	Ger_Ani	Ges_süß	Ges_bitter	Ges_uma	Fla_allg	Fla_BK	Fla_MiFe	Fla_MiSüß	Fla_gekMi
Härte	R	,039	-,664	,848	,964	-,246	,405	,742	,821	,998	,611
	a	,975	,537	,356	,171	,841	,735	,467	,387	,041	,581
Elastizität	R	-,676	-,998	,976	,871	,507	-,356	,056	,181	,664	-,123
	a	,527	,040	,141	,326	,661	,768	,965	,884	,538	,921
Gummiartigkeit	R	-,877	-,965	,853	,667	,757	-,638	-,268	-,145	,388	-,436
	a	,319	,168	,350	,535	,453	,560	,827	,907	,746	,713
Kohäsivität	R	,862	,271	,010	,297	-,949	,988	,965	,924	,592	,996
	a	,338	,825	,993	,808	,204	,097	,170	,250	,596	,056
Adhäsivität	R	-,979	-,847	,663	,421	,915	-,835	-,538	-,428	,101	-,680
	a	,130	,357	,538	,724	,264	,371	,638	,718	,935	,524
Chewiness	R	-,822	-,987	,903	,742	,685	-,554	-,166	-,041	,482	-,339
	a	,386	,102	,283	,468	,520	,626	,894	,974	,680	,780

		Fla_Butter	Fla_Nuss	Fla_Pilz	Fla_Erde	Fla_ranzig	Fla_anis	Tex_H_M	Tex_H_H	Tex_Gum_M	Tex_Gum_H
Härte	R	,922	,572	1,000	,805	,592	-,294	,978	,957	-,468	-,305
	a	,253	,612	,019	,404	,597	,810	,133	,188	,690	,803
Elastizität	R	,383	-,171	,731	,155	-,147	-,882	,841	,884	,290	,454
	a	,750	,891	,478	,901	,906	,313	,364	,309	,813	,700
Gummiartigkeit	R	,066	-,479	,473	-,171	-,458	-,987	,622	,687	,582	,716
	a	,958	,682	,686	,890	,697	,104	,573	,518	,604	,492
Kohäsivität	R	,823	,999	,513	,934	,998	,646	,353	,271	-,997	-,966
	a	,385	,025	,657	,233	,040	,553	,770	,825	,053	,166
Adhäsivität	R	-,229	-,714	,195	-,452	-,697	-,991	,366	,445	,794	,889
	a	,853	,493	,875	,701	,509	,085	,762	,707	,416	,303
Chewiness	R	,170	-,384	,563	-,068	-,362	-,964	,700	,759	,494	,640
	a	,892	,749	,620	,957	,764	,171	,506	,451	,671	,558

		Tex_Ela_M	Tex_Elas_H	Tex_Körn	Tex_Schär	Tex_adstr	Tex_MB	Nach_allg	Nach_BK	Nach_Fett	Nach_bitter	Ges
Härte	R	-,210	-,210	,968	,963	,305	,559	,184	,376	,794	-,271	,998
	a	,865	,865	,161	,175	,803	,623	,882	,755	,416	,825	,042
Elastizität	R	,539	,539	,864	,493	-,454	-,187	-,561	-,386	,137	-,870	,755
	a	,638	,638	,336	,672	,700	,880	,621	,748	,913	,328	,455
Gummiartigkeit	R	,781	,781	,656	,187	-,716	-,493	-,797	-,662	-,189	-,982	,504
	a	,429	,429	,544	,880	,492	,672	,412	,539	,879	,120	,663
Kohäsivität	R	-,937	-,937	,311	,747	,966	1,000	,927	,983	,940	,664	,482
	a	,228	,228	,799	,463	,166	,015	,245	,118	,222	,537	,680
Adhäsivität	R	,930	,930	,407	-,109	-,889	-,726	-,939	-,852	-,468	-,994	,230
	a	,240	,240	,733	,931	,303	,483	,224	,351	,690	,069	,852
Chewiness	R	,712	,712	,731	,288	-,640	-,400	-,730	-,580	-,086	-,958	,592
	a	,496	,496	,478	,814	,558	,738	,479	,606	,946	,186	,597

9.6 Korrelationen chemische Parameter – TPA Käse 1 – 4

		TS	Fett_abs	F.i.T.	NaCl	SW	Wff	pH	SFA	SFA_abs	MUFA	MUFA_abs	PUFA	PUFA_abs
Härte	R	,432	-,531	-,964	-,885	-,762	-,740	-,983	-,829	-,621	,114	-,213	-,451	-,999
	a	,716	,644	,171	,309	,448	,470	,118	,378	,574	,927	,863	,702	,030
Elastizität	R	-,329	-,974	-,872	-,957	-,997	-,052	-,828	-,983	-,993	-,618	-,839	,308	-,676
	a	,787	,147	,326	,188	,049	,967	,379	,119	,077	,576	,366	,800	,527
Gummiartigkeit	R	-,615	-,995	-,668	-,812	-,919	,272	-,603	-,871	-,979	-,838	-,969	,598	-,403
	a	,578	,062	,535	,397	,257	,825	,588	,327	,132	,367	,158	,592	,736
Kohäsivität	R	,992	,427	-,297	-,085	,134	-,966	-,375	,025	,325	,898	,708	-,995	-,578
	a	,079	,719	,808	,946	,914	,168	,755	,984	,789	,290	,499	,065	,607
Adhäsivität	R	-,819	-,924	-,421	-,606	-,764	,541	-,344	-,689	-,876	-,961	-,999	,806	-,118
	a	,390	,251	,724	,586	,446	,636	,777	,516	,321	,178	,031	,403	,924

Lebenslauf

Katharina PÖLTNER-ROTH, geboren am 13.04.1984 in Wien

AUSBILDUNG

1990 – 1994	VS Breitenlee	Wien
1994 – 2002	BRG Kandlgasse	Wien
2002 – 2003	HTL Krems Kolleg für Revitalisierung und Stadterneuerung	Krems
seit 10/2003	Universität Wien Diplomstudium Ernährungswissenschaften	Wien

PRAKTIKA

07/2005 & 07/2006 BM f. soziale Sicherheit, Generationen und Konsumentenschutz

- Vorbereitung eines Folders über gentechnisch veränderte Lebensmittel
- Zusammenfassung der Bundesländergesetze über Gentechnik
- Zusammenfassung des Berichtes über die Umsetzung der Gentechnikverordnung
- Zusammenfassung des Vorschlages über die Regelung des Europäischen Parlamentes und dem Rat für Ernährungs- und Gesundheitsbezogene Angaben bei Lebensmitteln
- Zusammenfassung des Verordnungsvorschlages des Europäischen Rates über ökologisch/biologischer Erzeugung und Kennzeichnung ökologisch/biologischer Erzeugung
- Lektorentätigkeit

07/2008 AGES – Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit

- Recherche ernährungsepidemiologischer Daten
- Anwendung des ernährungswissenschaftlichen Programmes DISHES und Erstellung von Schulungsunterlagen für Mitarbeiter
- Mitarbeit am Projekt „Richtig Essen von Anfang an“
- Recherche und kritische Beurteilung von projektrelevanten Praxisbeispielen im Bereich Gesundheitsförderung und Ernährungsprävention
- Mitarbeit in der Erstellung eines Detailentwurfs für diverse Handlungsempfehlungen im Rahmen zielgruppenspezifischer Gesundheits-Prävention

09 - 11/2008 SIPCAN – Special Institute for Preventive Cardiology and Nutrition

- Projekt: Gesund Essen an Wiener Schulen „Gescheite Jause – Coole Pause“ in 3.Klassen Wiener Gymnasien und Hauptschulen
- Weiterentwicklung der Lehrunterlagen und der Umsetzung des Projektes in den Klassen