



Emmentaler Dolce

Ein junger Käse Typ Emmentaler mit mehr Aroma
und geschmeidigem Teig

Autorenteam

Marie-Therese Fröhlich-Wyder und Hans-Peter Bachmann

Partner

Emmentaler Switzerland, Consortium Emmentaler AOP



Impressum

Herausgeber	Agroscope Schwarzenburgstrasse 161 3003 Bern www.agroscope.ch
Auskünfte	marie-therese.froehlich@agroscope.admin.ch
Redaktion	Marie-Therese Fröhlich-Wyder
Gestaltung	Blaise Demierre
Titelbild	© Agroscope
Download	www.agroscope.ch/transfer
Copyright	© Agroscope 2024
ISSN	2296-7214 (online)

Haftungsausschluss :

Die in dieser Publikation enthaltenen Angaben dienen allein zur Information der Leser/innen. Agroscope ist bemüht, korrekte, aktuelle und vollständige Informationen zur Verfügung zu stellen – übernimmt dafür jedoch keine Gewähr. Wir schliessen jede Haftung für eventuelle Schäden im Zusammenhang mit der Umsetzung der darin enthaltenen Informationen aus. Für die Leser/innen gelten die in der Schweiz gültigen Gesetze und Vorschriften, die aktuelle Rechtsprechung ist anwendbar.

Inhalt

Zusammenfassung	4
1 Einleitung	5
2 Erste Recherchen führen zu möglichen Wegen	7
2.1 Aus der Erfahrung	7
2.2 ... und der Forschung	7
2.3 Auswahl von Parametern	7
3 Versuche in der Forschungskäserei	9
3.1 Fett verbessert die Teigeigenschaften	9
3.2 Feuchtlagerung, ein alt bewährtes Mittel?	10
3.3 Fettsirtenkultur für ein intensiveres Flavour	10
3.4 Pediokokken, eine unterschätzte Gruppe?	11
3.5 Propionsäuregärung	11
4 Versuche in der Praxis	12
4.1 Fett verbessert die Teigeigenschaften bis zu einem Optimum	12
4.2 Ausziehen bei tieferen Temperaturen	13
4.3 Helv01 (<i>L. helveticus</i>) hat Potential	14
4.4 Propionsäuregärung	14
5 Emmentaler Dolce im Praxistest	15
5.1 Zwischenbilanz	15
5.2 Kombination mit Prop23, Helv01 und tiefen Ausziehtemperaturen	16
6 Schlussfolgerungen	18
7 Weiteres Vorgehen	18
8 Literaturverzeichnis	18

Zusammenfassung

Ziel des DOLCE-Projektes war es, mögliche Wege für die Entwicklung eines jungen Käses des Typs Emmentaler zu finden, der mehr Aroma und einen geschmeidigeren Teig aufweist. Damit soll die Möglichkeit erörtert werden, eine Alternative zur ausländischen Konkurrenz produzieren zu können. Die Sortenorganisation Emmentaler und Agroscope haben die Produkteigenschaften eines «Emmentaler Dolce» gemeinsam definiert.

In einem ersten Schritt wurden basierend auf der langjährigen Erfahrung in der Branche und auf bereits realisierte ähnliche Versuche an der damaligen Forschungsanstalt für Milchwirtschaft (FAM) mögliche Parameter definiert, die in der Folge auf Pilotplant-Stufe getestet wurden. Die vielversprechendsten Parameter wurden in einem zweiten Schritt in der Praxis versucht zu bestätigen.

Eine markante Verbesserung der Aromaeigenschaften (fruchtiger, nussiger, rezenter) und der Teigeigenschaften (weniger fest) von 3-4-monatigem Emmentaler Dolce sowie eine lebhaftere Lochung konnten mit folgenden, technologischen Anpassungen erreicht werden:

- Brenntemperatur 52 °C
- Ausziehtemperatur 45 °C (Kühldauer: 16-18 min, kein Ausrühren), bei kleineren Laiben dürfte die Ausziehtemperatur wohl auch 1-2 °C höher liegen
- Prop 23 (statt Prop 96)
- Verzicht auf fakultativ heterofermentative Laktobazillen
- Helv 01 (6 l pro 5000 l)
- Deutlich höherer Salzgehalt nach einer um 1 Tag verlängerten Salzbaddauer (zwischen 0.7 und 1.0 %)
- Mögliche weitere Verbesserung der Textur durch einen leicht höheren Fettgehalt.

Die in diesem Projekt gewonnenen Erkenntnisse bilden eine gute Grundlage für die Produktion einer Alternative zu den erfolgreichen ausländischen Grosslochkäsen. Der Massstab, an welchem Emmentaler Dolce bei der Taxation gemessen werden soll, darf jedoch nicht derselbe eines Emmentaler AOP sein.

1 Einleitung

Emmentaler ist eine der meist verbreiteten Käsesorten der Welt. Historisch bedingt werden daher auch ausserhalb des Ursprungsgebietes Emmentaler und andere Käse des Typs Emmentaler hergestellt. Diese einzigartige Konkurrenzsituation stellt für den Emmentaler AOP eine grosse Herausforderung sowohl im Export als auch im Inland dar, denn die Konkurrenzprodukte werden sogar im Inland zum Teil teurer angeboten als das Original. Die Folge: Die Mengenfregabe ist auf einem Rekordtief und setzen Käsereien zusätzlich unter Druck.

<p>Chäs Hüsli</p>  <p>250g  Anpassen 2.70/100g</p> <p>Naturaplan Bio Emmentaler mild</p>	<p>Chäs Hüsli</p>  <p>250g  Anpassen 2.50/100g</p> <p>Emmentaler surchoix AOP</p>	<p>Chäs Hüsli</p>  <p>250g  Anpassen 3.15/100g</p> <p>Fol Epi</p>
---	--	--

Abbildung 1: Preisvergleich bei Coop Onlineshop (abgefragt am 3.6.2024)

Die Abbildung 2 zeigt hypothetisch eine mögliche, bewusst auch etwas provokative Erklärung aus Sicht des Autorenteam der vorliegenden Publikation.

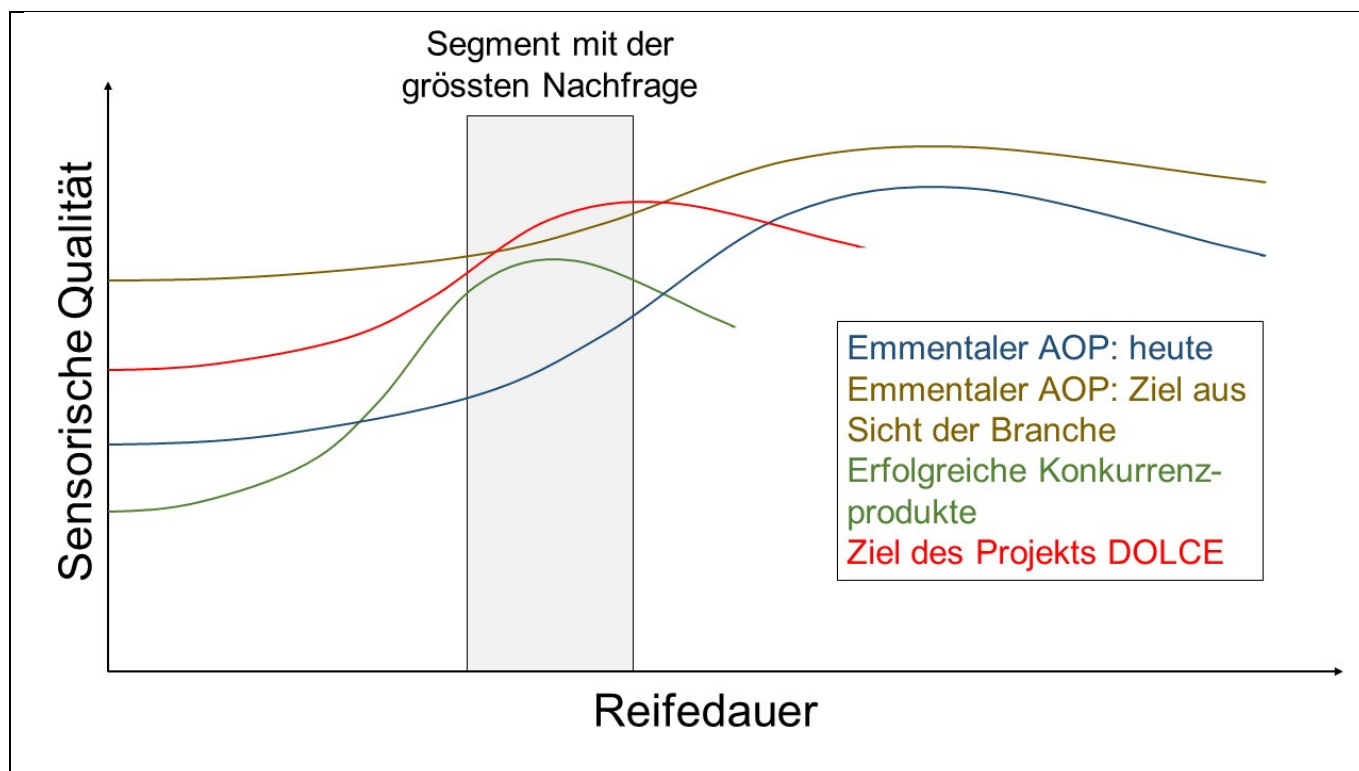


Abbildung 2: Vom Autorenteam postulierter Verlauf der sensorischen Qualität aus Sicht der Konsumentinnen und Konsumenten

Mit dem Projekt DOLCE soll eine Rezeptur entwickelt und Produktionsparameter dahingehend angepasst werden, dass das Qualitätsoptimum wesentlich früher erreicht wird. Damit ist aber – aus wissenschaftlicher Sicht – zwangsläufig eine verminderte Ausreifbarkeit verbunden, da sich Reifungsvorgänge nicht einfach stoppen lassen, sondern sich im Gegenteil häufig sogar autokatalytisch (z.B. über einen höheren pH-Wert) laufend beschleunigen.

Durch die jahrzehntelange Erfahrung der Branche ist davon auszugehen, dass lange ausreifbarer Emmentaler AOP bereits nahe am Qualitätsmaximum liegt. Es ist deshalb wenig realistisch nach neuen Möglichkeiten und Wegen zu suchen, die die Qualität beim Emmentaler AOP insgesamt, d.h. bei jedem Reifegrad verbessern.

In einer gemeinsamen Besprechung zwischen der Sortenorganisation Emmentaler Switzerland und Agroscope wurden die Produkteigenschaften von Emmentaler Dolce definiert.

Soll-Produkt Eigenschaften Dolce

- Produkt-Eigenschaften ET Dolce (gemäss Taxationskriterien)

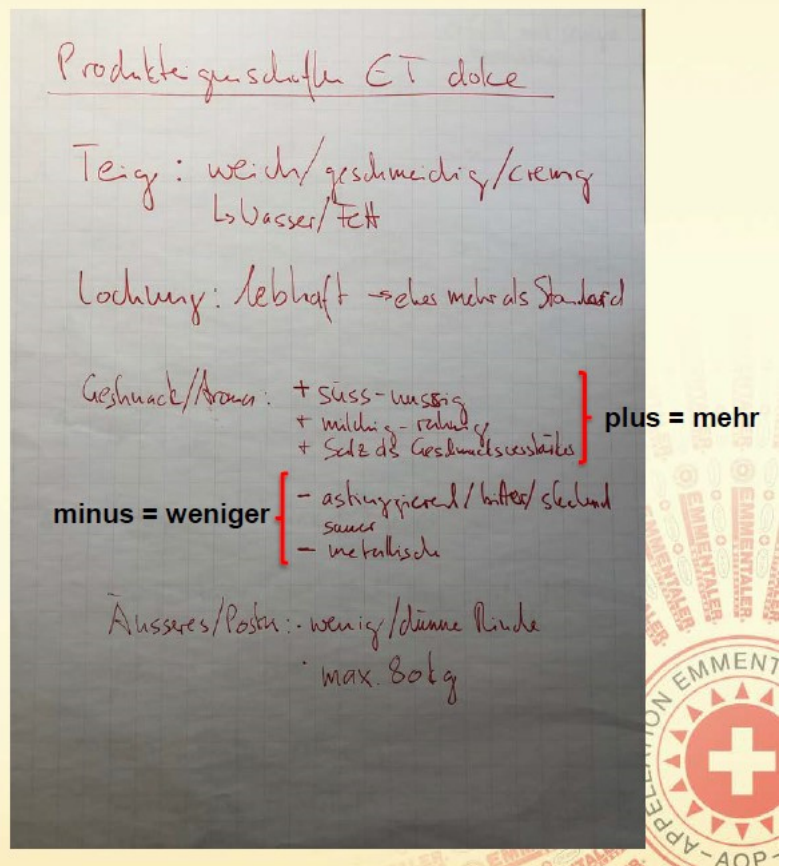


Abbildung 3: Soll-Produkteigenschaften von Emmentaler Dolce

Ein wichtiges Ziel des Projekts war, dass diese Produkteigenschaften bereits im jungen Emmentaler Käse (4 – 7 Monate) ihr Optimum erreichen.

2 Erste Recherchen führen zu möglichen Wegen

2.1 Aus der Erfahrung ...

Aus den Erfahrungen der Praxis und der Beratung sind bereits mögliche Ansatzpunkte bekannt, wie das Aroma und die Teigeigenschaft eines Käses beeinflusst werden können. So verstärkt die Verwendung einer Aspartase positiven Kultur von *Propionibacterium freudenreichii* wie der Prop 01 das Aroma deutlich, birgt aber das Risiko einer Nachgärung (Fröhlich-Wyder et al., 2002; Wyder et al., 2001). Eine Erhöhung des Kochsalzgehaltes oder die Anwendung einer Reifungskultur mit *Lactobacillus helveticus* – beispielsweise einer Fettsirtenkultur – sind altbekannte Möglichkeiten, um das Aroma zu intensivieren (Guggenbühl Gasser et al., 2023; Jakob et al., 2009). Erhöhungen des Wasser- und Fettgehaltes, wenn dies denn die Sorte zulässt, sind weitere mögliche Faktoren, um die Teigkonsistenz positiv zu beeinflussen. So werden in der Kategorie Emmentaler diverse Produkte unter der Bezeichnung «Rahmtaler» angeboten, die mit einem höheren Fettgehalt hergestellt werden. Ihre Teigeigenschaften werden mit «geschmeidig» und «cremig» umschrieben (Emmentaler Schaukäserei, Gourmino). Doch all diese Einflussfaktoren bergen das Risiko einer Qualitätseinbusse, wenn sie isoliert umgesetzt werden. Ein bekanntes Beispiel ist die Erhöhung des Kochsalzgehaltes im Emmentaler mittels Verlängerung der Salzbaddauer: Der grössere Wasserverlust führt unweigerlich zu einem festeren Teig.

2.2 ... und der Forschung

Im Verlaufe der über 100jährigen Forschungstätigkeit von Agroscope hat die damalige Forschungsanstalt für Milchwirtschaft im Liebefeld (FAM) etliche Versuche, insbesondere in ihrer ehemaligen Versuchskäserei für Emmentaler in Uettiligen, im Bereich der Käsequalität und der Kulturenentwicklung durchgeführt. Der erste Schritt in der vorliegenden Arbeit war es nun, vielversprechende Parameter zur Erreichung des Dolce-Ziels aus dem vorhandenen Fundus herauszusuchen. Bereits in den 50er – 70er Jahren des letzten Jahrhunderts waren Versuche mit ähnlichen Fragestellungen durchgeführt worden; eine weitere intensive Versuchstätigkeit hatte wiederum in den 90er Jahren stattgefunden, die bis ins neue Jahrtausend andauerte. Nur letztere Dokumentationen sind in der internen Datenbank von Agroscope verfügbar. Die Tabelle 1 fasst diejenigen Parameter zusammen die das Aroma und / oder die Teigeigenschaften von Emmentaler in die gewünschte Richtung beeinflusst haben. Generell zeigten Anpassungen im ersten Teil der Fabrikation, also bei der Gerinnungsdauer und -temperatur, bei der Schüttmenge und beim Verhältnis der Starterkulturen jung:alt, kaum Einfluss auf die Zusammensetzung von Emmentaler, wenn es sich dabei um nur geringfügige Variationen handelte (KB 96-19; IB 30/1998; IB 50/1999; IB 46/1999). Auch hatte eine Senkung der Brenntemperatur von 53 auf bis zu 49°C keine Wirkung, wenn die Ausziehtemperatur auf der üblichen Temperatur von 51°C belassen wurde (IB 60/1998). Die Suche nach einer Aromakultur für Emmentaler – ebenfalls in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts – scheiterte meist daran, dass ihr Effekt häufig zusammen mit einer Nachgärung auftrat. Da in der Fabrikation keine weiteren Anpassungen durchgeführt worden waren, führte ein möglicherweise für das Aroma positiver Effekt, wie zum Beispiel eine proteolytische Aktivität durch *Pediococcus* Stämme, zur Beurteilung der Zusatzkultur als nicht geeignet (Sollberger, 1992).

2.3 Auswahl von Parametern

Die Erfahrungen aus der Praxis und die Literaturrecherche in der Datenbank von Agroscope bildeten die Grundlage für die Auswahl der Parameter, die in einem 1. Schritt, wenn nicht schon geschehen, auf Pilotplant-Stufe getestet wurden. Die noch verbleibenden, vielversprechendsten Varianten wurden anschliessend in einem 2. Schritt in der Praxis getestet. Bei den ausgewählten Parametern handelte es sich um solche, die wiederholt zu Ergebnissen und Erfahrungsberichten führten, die in die gewünschte Richtung zeigten; sie sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Die Modellemmentaler wurden im Alter von ca. 3 Monaten untersucht, wenn nicht anders deklariert. Die Reifezeiten bei den Praxiskäsen variierte zwischen 3 und 6 Monaten.

Tabelle 1: Untersuchte Parameter und ihre Wirkungen auf Teig und Aroma

	Parameter	Wirkung	Referenz ¹⁾
Teig	Erhöhung des Fettgehaltes um ~ 1 %	Weicher aber weniger Löcher	KB 93-14, IB 50/1999 IB 55/1998
	Feuchtlagerung (~ 90 % rel.F.)	Weicher, dünnere Rinde, höherer Wassergehalt, Käse sollten früh ins Feuchtlager gelangen	SMZ 102/1976, IB 10/1992
	Verkürzung der Fabrikation um je 15 min beim Vorkäsen und beim Ausziehen	Besserer Teig, höherer Wassergehalt	IB 38/1995
	Bruch bei tieferen Temperaturen ausziehen (bis 45°C)	Feinerer Teig, höherer Wassergehalt	IB 19/1978
Aroma	Erhöhung des Fettgehaltes um mind. 1 %	Mehr Geschmack	IB 55/1998
	Feuchtlagerung (~ 90 % rel.F.)	Mehr Aroma	IB 10/1992
	Bruch bei tieferen Temperaturen ausziehen (bis 45°C), Brenntemperatur beim unteren Limit wählen	Beschleunigung der Reifungsvorgänge, höherer Wassergehalt	IB 60/1998; IB 65/1999; IB 12/2004; IB 50/2003
	<i>Pediococcus</i> Stämme (XMK 1072)	Intensivere Proteolyse, reifer	IB 19/1992; IB 7/1993
	Fettsirtenkultur	Intensivere Proteolyse bis zu den Aminosäuren, reifer, kürzerer Teig, Nachgärung	IB 13/2000
	<i>Lactobacillus helveticus</i> (XMK 1168)	Intensivere Proteolyse bis zu den Aminosäuren, aromaintensiver und süsser, kürzerer Teig	ALP Intern 12/2004
	Weglassen von <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> (FHL)	Weniger sauer, besseres Aroma. Im Vergleich war <i>L. rhamnosus</i> häufig besser im Aroma als <i>L. paracasei</i> .	IB 6/2003; ALP Intern 303/2006; Versuch 17-22-29

¹⁾ Lesebeispiel: IB 55/1998 = Interner Bericht der Forschungsanstalt für Milchwirtschaft (FAM) mit der Nummer 55 aus dem Jahre 1998; KB = Kurzbericht FAM; SMZ = Schweizerische Milchzeitung; ALP Intern = Interner Bericht Agroscope Liebefeld-Posieux (Literaturdatenbank Agroscope)

Tabelle 2: Untersuchte Parameter in der Forschungskäserei mit Modell-Emmentalern (Liebefeld, Agroscope) und in der Praxis mit Käsen des Typs Emmentaler (verschiedene Käsereien, Emmentaler Switzerland ES)

	Parameter	Forschungskäserei	Praxis (ES)
Technologische Parameter	Erhöhung des Fettgehaltes der Milch um ca. 1g/kg	X	X
	Schmierereifung	X	X
	Brenntemperatur 52°C ohne Heisshaltezeit und Ausziehtemperatur 45°C		X
	Salzbaddauer 1 Tag verlängern		X
Kulturen	Helv 01 (Zusatzkultur von <i>L. helveticus</i>)		X
	Fettsirtenkultur (FSK)	X	X
	Prop 01 (<i>P. freudenreichii</i> Kultur)	X	X
	Prop 23 (<i>P. freudenreichii</i> Versuchskultur)		X
	FAM 23864 (<i>P. freudenreichii</i> Stamm)		X
	<i>Pediococcus pentosaceus</i> , <i>P. acidilactici</i>	X	
	Verzicht auf <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> (FHL)	X	X

3 Versuche in der Forschungskäserei

3.1 Fett verbessert die Teigeigenschaften

Auf Stufe Modellemmentaler wurden drei Fettgehaltsstufen untersucht: 2.6 g/kg, 3 g/kg (Kontrolle) und 3.5 g/kg in der Milch. Es wurden 16 Käse aus Rohmilch und ohne fakultativ heterofermentative Laktobazillen (FHL) hergestellt. Zudem wurde entweder Prop 96 oder Prop 01 verwendet, da sich die beiden Kulturen in der Aspartase-Aktivität unterscheiden. Die Modellemmentaler in Abbildung 4 wurden alle mit Prop 01 hergestellt: die stärkere CO₂ Bildung als Folge der Aspartase-Aktivität führte bei diesen kleinen Käsen zu Rissen.

Des Weiteren wurde der Wasserzusatz wegen des unterschiedlichen Fettgehaltes in der Milch angepasst: +3% bei der höheren Fettstufe und -3% bei der tieferen. Diese Anpassung trug dazu bei, dass sich der Wassergehalt zwischen den Varianten nicht signifikant unterschied und der Fettgehalt mit dem Wasser in der fettfreien Käsemasse (wff) signifikant korrelierte (Abbildung 5).

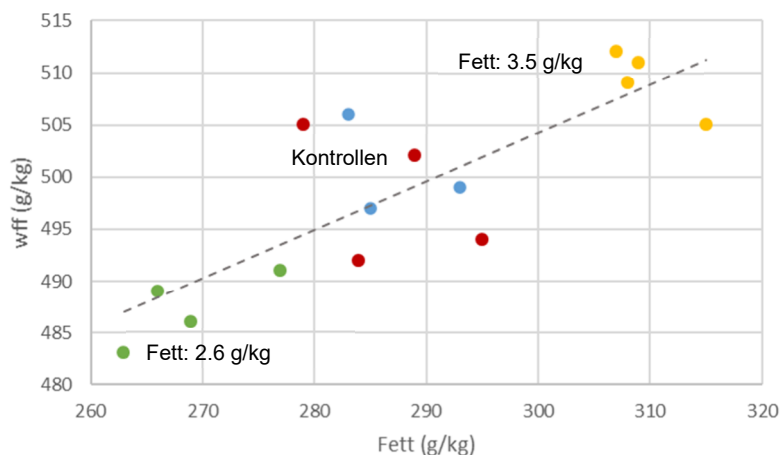


Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Fettgehalt und Wassergehalt in der fettfreien Käsemasse (wff) in den Modell-Emmentaler hergestellt aus Rohmilch und ohne FHL ($r = 0.815$, $p < 0.001$). Kontrollen: Blaue Punkte zusätzlich mit Helv 01, rote Punkte ohne Helv 01.



Abbildung 4: Modellemmentaler hergestellt aus Rohmilch, mit Prop 01 und ohne FHL (Florian Loosli, Agroscope).

Das sensorische Panel beurteilte die Käse mit dem höheren Fettgehalt als hochsignifikant weniger fest (Abbildung 6), weniger gummig und als weniger elastisch. Zudem wurden sie ebenfalls hochsignifikant als weniger trocken und weniger sandig beurteilt (Resultate nicht dargestellt). Auf die Geschmacks- und Aromaeigenschaften hatte der Fettgehalt in diesem Versuch keinen Einfluss. Was jedoch bereits in der Praxis bekannt ist und wissenschaftlich belegt werden konnte, wird in Abbildung 4 deutlich: höhere Fettgehalte tragen zu weniger Lochbildung bei und umgekehrt (Fröhlich-Wyder et al., 2023).

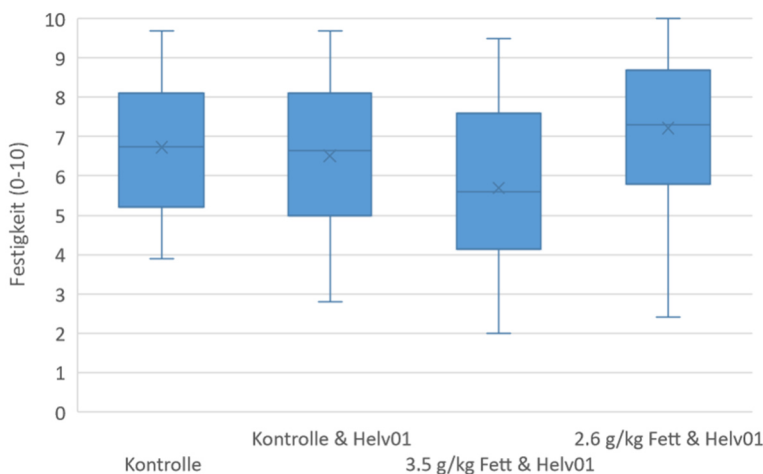


Abbildung 6: Beurteilung der Festigkeit von 4 Modellemmentalern durch 16 Panelisten (4 Käse pro Variante; $p < 0.001$).

Mit diesem Versuch in der Forschungskäserei konnte die wichtige Rolle eines genügend hohen Fettgehaltes für die Teigqualität bestätigt werden.

3.2 Feuchtlagerung, ein alt bewährtes Mittel?

Ein Artikel in der Schweizerischen Milchzeitung aus dem Jahre 1976 beschrieb die noch heute geltenden Eigenschaften einer Feuchtlagerung: Die Gefahr einer Nachgärung ist geringer, die Rinde ist dünner und der Teig fester (Abbildung 7).

Die Versuche in der Forschungskäserei Liebefeld kombinierten die Feuchtlagerung mit anderen Faktoren in einem multifaktoriellen Versuch. Genau genommen wurden die Modellemmentaler mit einer 3%igen Kochsalz-Lösung regelmässig geschmiert, sodass sich der Kochsalzgehalt im Schnitt fast verdoppelte (Tabelle 3). Die im Vergleich zu Emmentalern kleineren Modellkäse haben ein deutlich grösseres Oberflächen- zu Volumen-Verhältnis, was die Salzaufnahme stark begünstigte. Der in diesem Versuch verwendete *P. freudenreichii* Stamm FAM 23864 konnte unter diesen Bedingungen nicht optimal wachsen, sodass der Gehalt an Propionsäure sehr tief ausfiel (im Mittel 1.6 mmol/kg). Die hochsignifikante negative Korrelation zwischen dem Kochsalzgehalt in der wässrigen Phase (NaCl_{aq}) und dem Gehalt an Propionsäure bestätigt diesen Zusammenhang ($r = -0.72$; $p = 0.011$).

Als Folge des höheren NaCl-Gehaltes wurden die Käse als salziger, weniger süss und weniger bitter wahrgenommen. Obwohl der Wassergehalt um 10 g/kg höher ausfiel im Vergleich zu den trocken gereiften Käsen, wurde der Teig als fester, trockener und weniger elastisch beurteilt. Andere Faktoren wie der im Schnitt tiefere pH-Wert, der höhere Milchsäuregehalt (108 mmol/kg) und der tiefere Fettgehalt beeinflussen die Teigkonsistenz in Richtung grössere Festigkeit.



Abbildung 7: Artikel in der Schweizerischen Milchzeitung aus dem Jahre 1976.

Tabelle 3: Zusammensetzung von trocken gereiften bzw. Schmiere gereiften Modellemmentalern (N = 8)

Reifung	Fett (g/kg)	Wasser (g/kg)	NaCl (g/kg)	NaCl _{aq} (% w/w)	OPA (mmol/kg)	Milchsäure (mmol/kg)	pH-Wert
Schmierereifung	327.5	364.8	13.4	3.6	171.9	107.7	5.63
Trockenreifung	352.8	353.3	7.1	2.0	251.7	67.6	5.66
p-Wert	***	**	***	***	***	*	n.s.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

3.3 Fettsirtenkultur für ein intensiveres Flavour

Die Verwendung einer Fettsirtenkultur (FSK) – aus einer Gruyère-Käserei stammend – hatte einen starken Einfluss nicht nur auf die Intensität des Aromas (plus 1 Note): die Modellemmentaler wurden zwar als intensiver im Aroma wahrgenommen, hatten mehr Umami Noten, waren weniger bitter, aber süsser (Abbildung 8) und anhaltender; die milchigen und buttrigen Noten waren aber etwas weniger ausgeprägt. Der LAP-Wert war in den Käsen mit FSK mit durchschnittlich 4.5 IU/kg zwar nicht sehr hoch, jedoch ausreichend, um Eigenschaften der Käse nachhaltig zu beeinflussen. So zeigt Abbildung 9 einen klaren Zusammenhang zwischen LAP und Umami bzw. Bitterkeit. Dass die Käse mit FSK süsser waren, ist eindeutig auf eine intensivere Propionsäuregärung in diesen Käsen zurückzuführen: die Korrelation zwischen süss und Propionsäure ist hoch signifikant ($r = 0.74$; $p < 0.01$).

Wichtig ist auch der Einfluss auf die Teigeigenschaften, die unter dem Einfluss der FSK fester, trockener und weniger elastisch waren; dies ist auch eine Folge der intensiveren Proteolyse.

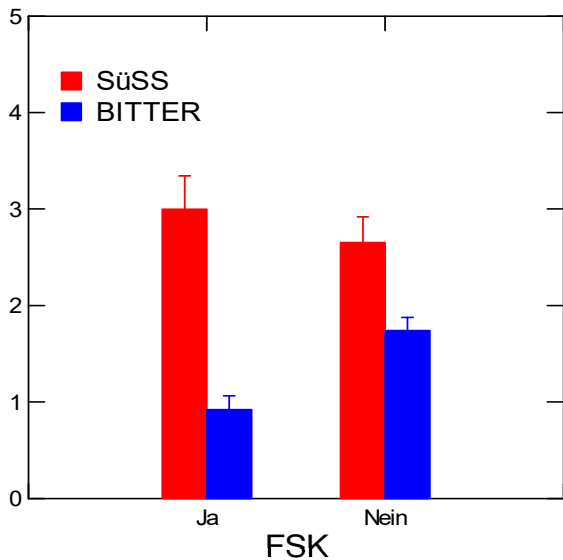


Abbildung 8: Einfluss einer Fettsirtenkultur (FSK) auf die Süsse und Bitterkeit auf einer Skala von 0-10 von trocken gereiften Modellemmentalern (N=4) ($p < 0.001$ bzw. 0.05)

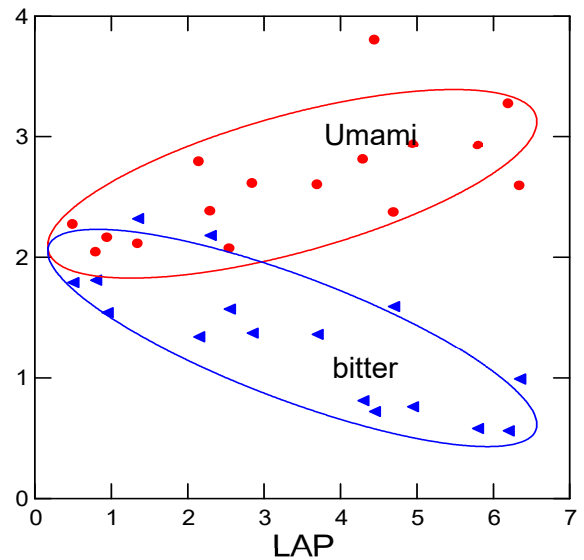


Abbildung 9: Zusammenhang zwischen LAP-Wert und den Geschmackseigenschaften bitter und Umami auf einer Skala von 0-10 (Korrelationen: $p < 0.01$)

3.4 Pediokokken, eine unterschätzte Gruppe?

In einem weiteren Versuch in der Forschungskäserei wurden 16 Modellemmentaler aus mikrofiltrierter Milch hergestellt. Zwei Kulturen Pep1 und Pep2 bestehend aus *Pediococcus pentosaceus* Stämmen und eine Kultur Pac1 mit *P. acidilactici* Stämmen wurden in einem multifaktoriellen Design als Zusatzkulturen eingesetzt. Währenddem in der Sensorik kaum Einflüsse auf die klassischen Geschmacks- und Aromaattributen festgestellt werden konnten, stachen für zwei der Kulturen andere beschreibende Attribute heraus: Pep1 wurde mit caramelligen und nussigen Noten in Verbindung gebracht und Pac1 mit umami und einer Zwiebelnote. Tatsächlich konnten in den Käsen mit diesen beiden Kulturen unterschiedliche Anteile an flüchtigen Aromakomponenten gefunden werden, wobei Pac1 deutlich aktiver zu sein scheint (Abbildung 10). Beide Kulturen – Pac1 mehr als Pep1 – haben einen intensiven Aminosäuren-Katabolismus.

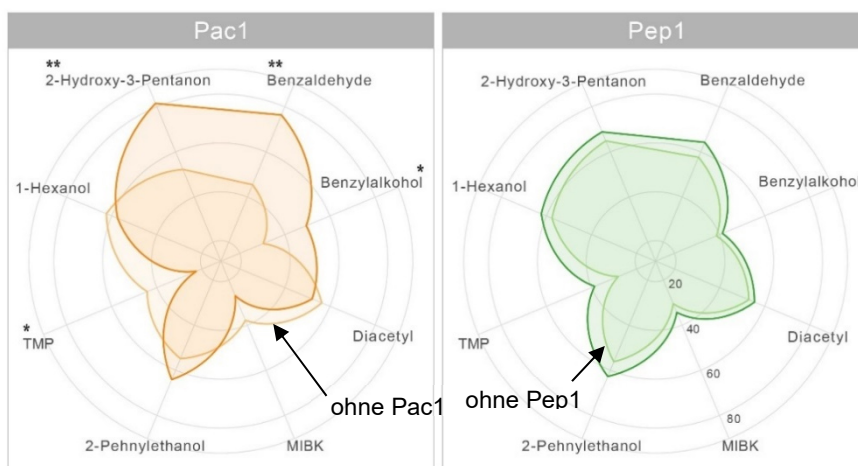


Abbildung 10: Ergebnisse der Aromaanalytik (TMP: Tetramethylpyrazine; MIBK: Methyl Isobutyl Keton)

3.5 Propionsäuregärung

Die in 3.1 hergestellten Käse mit Prop 01, der Kultur mit der intensiveren Aspartase-Aktivität, trug zu einer etwas süßeren Note und deutlich elastischerem Teig bei. Wie bereits in verschiedenen Versuchen wurde auch dieses Mal beobachtet, dass die Käse mit Prop 96 einen höheren OPA Wert aufwiesen als die Käse mit Prop 01 (im Mittel 278 im Vergleich zu 224 mmol/kg). Das Weglassen der fakultativ heterofermentativen Milchsäurebakterien hatte zum Ziel, den häufig wahrgenommenen sauren bzw. stechenden Geschmack zu verbessern (Resultate nicht dargestellt).

4 Versuche in der Praxis

4.1 Fett verbessert die Teigeigenschaften bis zu einem Optimum

Es konnten für die Praxisversuche verschiedene Betriebe gewonnen werden, die Emmentaler AOP herstellen. In einem Betrieb wurden die unter 3.1. eingesetzten Fettstufen nochmals getestet. Pro Stufe wurde ein Käse mit der Prop 96 und einer mit Prop 01 hergestellt (Abbildung 11). Die Käse mit einem Fettgehalt von 3.5 g/kg in der Kessilmilch hatten einen Wasserzusatz von zusätzlichen 4% und die Käse mit der geringeren Fettzugabe (2.6 g/kg) 4% weniger. Zudem wurden diese 4 Käse 1°C tiefer gebrannt und ausgezogen (52°C/50°C) als in der Standardrezeptur (Kontrolle 3 g/kg). Wie Abbildung 11 zeigt, sind von Auge nur geringfügige Unterschiede zu erkennen. Die Käse mit Prop 01 hatten Pick, teilweise eine nestige und lebhaftere Lochung.

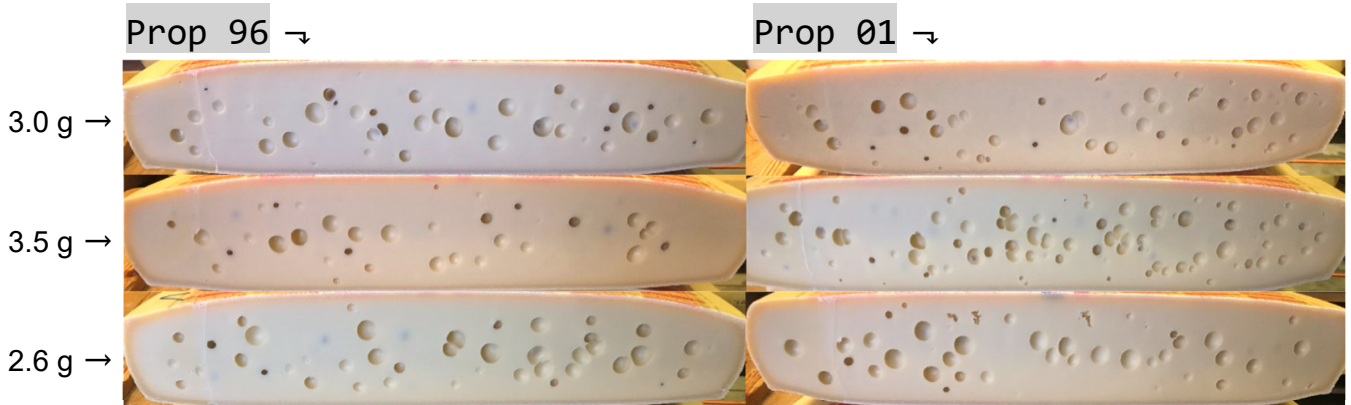


Abbildung 11: Emmentaler 8 Monate hergestellt mit unterschiedlichen Fettgehaltsstufen (in g Fett pro kg Milch). 3 g = Kontrolle

Wie erwartet waren die Fettgehalte im Käse in Abhängigkeit des Fettgehaltes in der Milch (Abbildung 12). Der Wassergehalt jedoch war zwischen den Varianten vergleichbar. Dies führte dazu, dass der wff mit dem Fettgehalt korrelierte; dieser betrug im Mittel 519 (Kontrolle), 526 (3.5 g Fett) und 517 (2.6 g Fett) g/kg in den 3-monatigen Käsen.

Ein höherer Fettgehalt in den Emmentalern kann deutlich zu einem weicheren (Abbildung 13), elastischeren und weniger trockenen Teig beitragen. Die langjährig gemachte Erfahrung und die Ergebnisse aus der Forschungskäserei sind somit bestätigt.

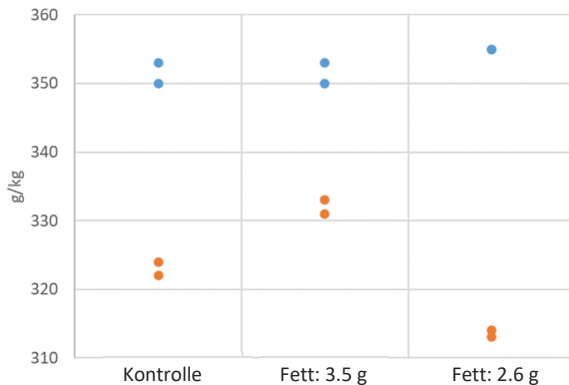


Abbildung 12: Gehalte an Wasser (blau) und Fett (orange) in den 3-monatigen Emmentalern

Es scheint jedoch, dass mit dem Fettgehalt der Standard-Fabrikation von 3 g/kg in der Milch ein optimaler Bereich erreicht worden war. Der Effekt eines höheren Fettgehaltes auf die Festigkeit des Teiges war in den älteren Käsen nicht mehr feststellbar (Abbildung 13).

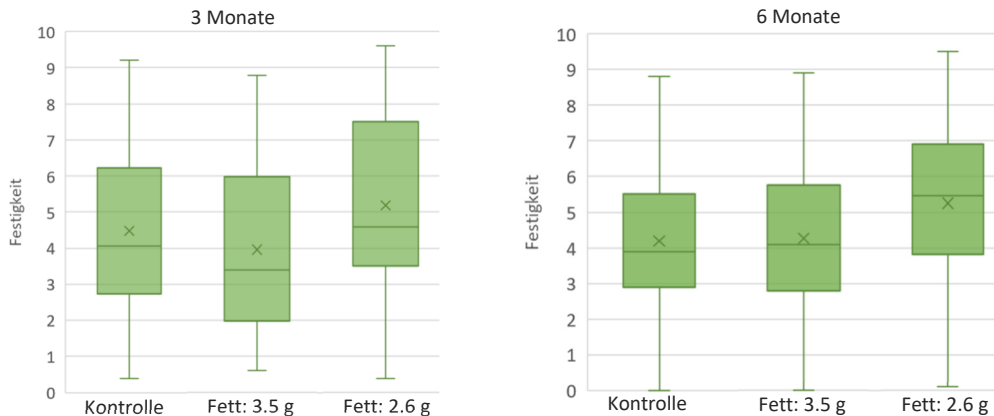
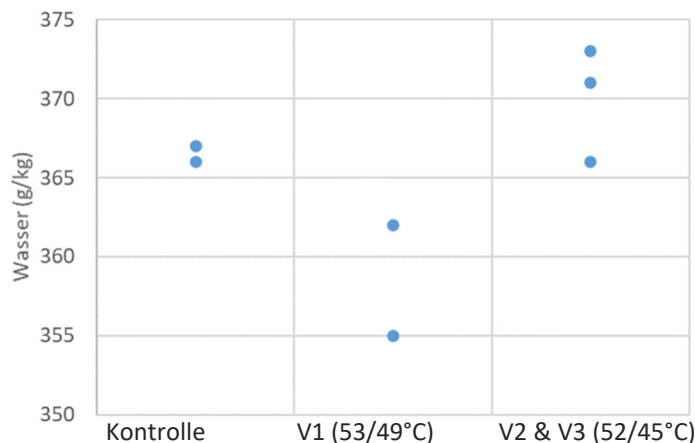


Abbildung 13: Beurteilung der Emmentaler aus Abbildung 12 durch 16 Panelisten mit 1 Wiederholung (x = Mittelwert). Links: Emmentaler 3 Monate. Rechts: Emmentaler 6 Monate

4.2 Ausziehen bei tieferen Temperaturen

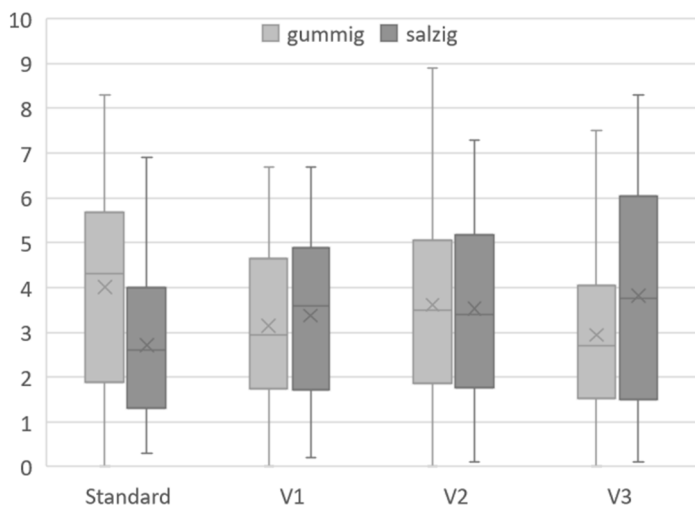
Das Ausziehen des Bruches bei tiefen Temperaturen von bis zu 45°C schien in vorangegangenen Arbeiten vielversprechend (Absatz 2.2). Dieser Faktor wurde nun mit einem höheren Fettgehalt und einer verlängerten Salzbaddauer kombiniert und mit der Standard-Emmentaler-Fabrikation (Brenntemperatur: 53°C, Ausziehtemperatur: 50.8°C) verglichen. Es wurden pro Variante und

Kontrolle je ein Käse mit Prop 01 und einer mit FAM 23864 hergestellt.



In diesem Versuch konnte klar bestätigt werden, dass eine minimale Anpassung – in diesem Fall keine Heisshaltezeit bei Erreichen der Brenntemperatur und die Senkung der Ausziehtemperatur um 1.8°C (V1) – nicht zum gewünschten Erfolg eines höheren Wassergehaltes beiträgt. Im Gegensatz dazu konnte das Brennen auf 52°C und sofortige Abkühlen auf 45°C den Wassergehalt deutlich erhöhen (V2 & V3 in Abbildung 14; Abkühlungsdauer von 16–17 min). Nach wie vor liegt er im vom Pflichtenheft vorgegebenen Rahmen (< 380 g/kg).

Abbildung 14: Wassergehalt in den 3-monatigen Emmentalern



Die Teigeigenschaften der Varianten (V1 – V3) mit den angepassten Brenn- und Ausziehtemperaturen konnten positiv beeinflusst werden, wie dies Abbildung 15 am Beispiel von Gummigkeit zeigt. In der Festigkeit unterschieden sich die Varianten nicht signifikant von der Kontrolle bzw. Standardvariante, was als positiv bewertet werden kann: Die Varianten V1 – V3 verbrachten nämlich 1 Tag länger im Salzbad als die Kontrolle (Tabelle 4). Dies führte zu einer erwünschten Erhöhung des Salzgehaltes und der Salzigkeit um ca. 1 Note (Abbildung 15).

Abbildung 15: Gummigkeit und Salzigkeit der 3-monatigen Emmentaler (12 Panelisten mit 1 Wiederholung; x = Mittelwert). V1-V3: Vgl. Abbildung 14

4.3 Helv01 (*L. helveticus*) hat Potential

Die in Absatz 4.2 beschriebenen Varianten wurden zudem mit 1.3‰ Helv01 (V1 und V2) bzw. 0.5‰ einer Fettsirtenkultur (V3) hergestellt. Beide Kulturen vermochten die Proteolyse insgesamt und den Abbau in die Tiefe deutlich zu verstärken, jedoch war die Helv01 im Vergleich zur FSK bei der Variante mit der Kombination Brenntemperatur/Ausziehtemperatur von 52/45°C (V2) deutlich aktiver. Die oben diskutierte geringere Gummigkeit im Vergleich zum Standard ist auch eine Folge des stärkeren Proteinabbaus (Abbildung 15).

Tabelle 4: Zusammensetzung von 3-monatigen Emmentalern eines Praxisversuches (N = 2)

Variante (Brenntemp. / Ausziehtemp. + Zusatzkultur)	LAP (IU/kg)	OPA (mmol/kg)	Milchsäure (mmol/kg)	Propionsäure (mmol/kg)	Wasser (g/kg)	NaCl (g/kg)
Kontrolle (53/50.8°C)	2.08	158.8	33.8	72.5	366.5	2.55
V1 (53/49°C + Helv01)	8.30	246.2	0.0	95.2	358.5	4.40
V2 (53/45°C + Helv01)	12.10	308.8	9.2	88.0	372.0	4.10
V3 (53/45°C + FSK)	6.93	299.6	3.0	90.7	368.5	3.55
p-Wert	*	***	0.052	n.s.	*	0.1

V1-V3: plus 1 Tag länger im Salzbad, ohne Zusatz von FHL und keine Heisshaltezeit nach Erreichen der Brenntemperatur;
* p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

4.4 Propionsäuregärung

Wie bereits bei den Modellkäsen wurden die Emmentaler mit Prop 01 als deutlich elastischer und etwas weniger fest beurteilt als die Emmentaler mit Prop 96 (Abschnitt 4.1). Auch in diesem Fall kann dies auf den unterschiedlichen OPA-Wert zurückgeführt werden: die 3monatigen Emmentaler mit Prop 96 hatten im Mittel einen höheren OPA-Wert (165 mmol/kg) als diejenigen mit Prop 01 (133 mmol/kg). Geschmacklich wurden jedoch keine Unterschiede wahrgenommen.

In einem anderen Praxisversuch (4.2) wurde die Prop 01 mit dem Stamm FAM 23864 verglichen, beide mit einer intensiven Aspartase-Aktivität. Tatsächlich unterschieden sie sich in den chemischen und biochemischen Analysen der damit hergestellten Emmentaler nicht signifikant voneinander. Einzig in der sensorischen Beurteilung wurde den Emmentalern mit Prop 01 im Mittel mehr Salzigkeit und Säure attestiert.

5 Emmentaler Dolce im Praxistest

5.1 Zwischenbilanz

Vor einem letzten Praxisversuch wurden die umgesetzten Parameter nochmals evaluiert; einzig die vielversprechenden und noch nicht häufig getesteten Parameter sollten für einen weiteren Praxistest gewählt werden.

Zur Erreichung eines geschmeidigeren Teiges könnte gerade im jungen Emmentaler eine leichte Erhöhung des Fettgehaltes durchaus noch einen Beitrag leisten. Eindeutig als positiv für die Teigeigenschaften haben sich die tieferen Brenn- und Ausziehtemperaturen von 52°C und 45°C erwiesen.

Eine Schmierereifung oder der Zusatz einer Fettsirtenkultur kommt im vorliegenden Falle nicht in Frage, trotz des intensiveren Aromas, denn der Käseteig war bei diesen Varianten fest, trocken und kurz (Tabelle 5). Die Prop 23, eine nahe Verwandte der Prop 01, hat das Potential zu weniger Lochbildung, da sie nur das D-Laktat verstoffwechseln kann. Wie die Prop 01 besitzt sie eine hohe Aspartase-Aktivität und somit die Fähigkeit zur Succinat-Bildung, einem natürlichen Geschmacksverstärker. Die Helv 01 entfaltet insbesondere bei den tiefer gebrannten und ausgezogenen Käsen ihre proteolytische Aktivität, ohne jedoch die Teigeigenschaften negativ zu beeinflussen. Interessant ist auch die Tatsache, dass bei diesen Käsen eine verlängerte Salzbaddauer sich nicht negativ auf die Teigeigenschaften auswirkte.

Tabelle 5: Wirkung der untersuchten Parameter auf die Käsequalität und ihre Eignung für die Dolce Variante

	Parameter	Dolce	Begründung
Technologische Parameter	Erhöhung des Fettgehaltes der Milch um ca. 0.5 g/kg auf 3.5 g/kg	+	Bessere Teigeigenschaften: weniger fest, weniger gummig und weniger trocken, insbesondere in den ersten 3 Monaten
	Schmierereifung	-	Schlechtere Teigeigenschaften: fester, trockener, kürzer. Salziger
	Brenntemperatur 52°C ohne Heisshaltezeit und Ausziehtemperatur 45°C	+	Bessere Teigeigenschaften: weniger gummig, weniger fest
	Salzbaddauer 1 Tag verlängern	+	Nur in Kombination mit der tieferen Brenntemperatur von 52°C und Ausziehtemperatur von 45°C werden die Teigeigenschaften nicht negativ beeinflusst, aber die Salzigkeit erhöht
Kulturen	Helv 01 (Zusatzkultur von <i>L. helveticus</i>)	+	In Kombination mit der tieferen Brenntemperatur von 52°C und Ausziehtemperatur von 45°C deutliche Aktivität.
	Fettsirtenkultur (FSK)	-	Schlechtere Teigeigenschaften: fester, trockener, kürzer. Deutlich Aroma intensiver.
	Prop 01 (<i>P. freudenreichii</i> Kultur)	±	Bessere Teigeigenschaften: elastischer. Intensivere Lochbildung.
	Prop 23 (<i>P. freudenreichii</i> Versuchskultur)	+	Mit Prop 01 verwandt, aber Abbau von nur einem Laktat-Isomer (D-Laktat)
	FAM 23864 (<i>P. freudenreichii</i> Stamm)	-	Sensitiv auf hohe NaCl Gehalte
	<i>Pediococcus pentosaceus</i> , <i>P. acidilactici</i>	+	Insbesondere <i>P. acidilactici</i> vielversprechend
	Verzicht auf <i>Lactocaseibacillus paracasei</i> (FHL)	±	Verbesserung des Geschmackes in Richtung weniger stechend, weniger brennend oder weniger sauer ¹⁾

¹⁾Das Weglassen der fakultativ heterofermentativen Milchsäurebakterien hatte zum Ziel, den häufig wahrgenommenen sauren bzw. stechenden Geschmack zu verbessern (Resultate nicht dargestellt).

5.2 Kombination mit Prop23, Helv01 und tiefen Ausziehtemperaturen

Im letzten Praxisversuch wurde entschieden, für die Emmentaler Dolce Variante folgende Parameter zu übernehmen (Abweichung von der herkömmlichen Emmentaler-Fabrikation): Brenntemperatur 52°C, Ausziehtemperatur 45°C (Kühldauer: 16-18 min, kein Ausrühren), Prop 23 (statt Prop 96), Verzicht auf fakultativ heterofermentative Laktobazillen (FHL) und Helv 01 (6 l pro 5000 l). Es beteiligten sich drei Käsereien, die parallel Emmentaler mit Prop 23 und ohne FHL hergestellt hatten.

Die Emmentaler Dolce unterschieden sich bereits vom Lochbild stark von den klassischen Emmentalern; es sind die drei oberen Käse auf dem Titelbild. In Tabelle 6 ist die Zusammensetzung der Emmentaler-Varianten festgehalten. Die Emmentaler Dolce hatten einen höheren Wassergehalt, einen deutlich höheren LAP-Wert und dementsprechend höhere OPA-Werte. Die Proteolyse war wie erwartet intensiver. Der höhere Succinatgehalt ist auf die Aspartase-Aktivität der verwendeten Prop 23 Kultur zurückzuführen. Im Propionsäuregehalt unterschieden sich die Varianten voneinander nicht signifikant; in der Tendenz scheint die Prop 23 mehr Propionsäure zu bilden.

Tabelle 6: Zusammensetzung der Emmentaler Dolce und der Emmentaler mit Prop 23 bzw. nach Standard-Fabrikation

Variante	Dolce (N = 3)	Prop 23 (N = 6)	Standard (N = 6)	p-Wert: Variante	p-Wert: Käserei
1 Tag					
LAP (IU/kg)	9.6	0.9	1.1	***	*
90 Tage					
Wasser (g/kg)	373.3	363.7	361.2	**	0.053
Fett (g/kg)	314.0	315.3	318.7	n.s.	*
LAP (IU/kg)	25.5	0.8	1.1	***	
OPA (mmol/kg)	304.8	153.6	156.0	***	*
Succinat (mmol/kg)	9.9	8.4	3.4	***	*
Propionsäure (mmol/kg)	63.2	67.6	60.4	n.s.	n.s.
180 Tage					
Wasser (g/kg)	362.0	351.3	348.3	*	n.s.
Fett (g/kg)	320.0	322.5	326.2	n.s.	n.s.
LAP (IU/kg)	26.8	0.6	1.0	***	n.s.
OPA (mmol/kg)	377.6	200.5	219.5	***	n.s.
Succinat (mmol/kg)	11.1	10.6	3.1	***	n.s.
Propionsäure (mmol/kg)	69.3	73.8	66.9	n.s.	n.s.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

Auch in der Beurteilung der sensorischen Eigenschaften konnte relevante Unterschiede gefunden werden. Die 4-monatigen Emmentaler Dolce wurden intensiver im Aroma und in der Salzigkeit beurteilt, sowie als nussiger (Abbildung 16). Im Teig waren sie etwas weniger fest als die Standard Variante beurteilt worden, jedoch auch als leicht weniger elastisch. Dies ist gut mit der intensiveren Proteolyse erklärbar. Trotzdem erhielten sie bei der Taxation im Alter von 4 Monaten wie sämtliche andere Emmentaler die höchste Teignote (Ergebnisse nicht dargestellt). Weitere Aromaeigenschaften, die in der Dolce Variante signifikant beeinflusst wurden, sind in Abbildung 17 dargestellt: die Emmentaler Dolce waren fruchtiger, nussiger, rezenter und hatten eine intensivere Umami Note.

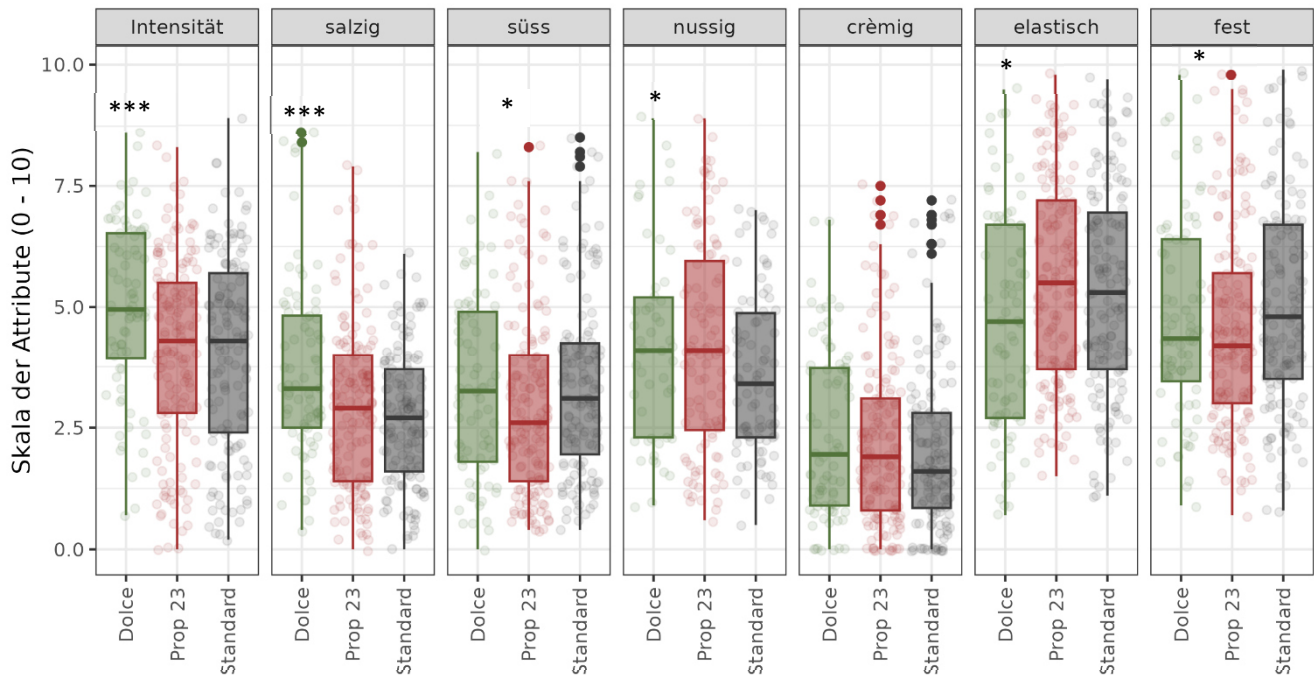


Abbildung 16: Teig- und Geschmackseigenschaften der hergestellten 4monatigen Käse. Ein Panel von 13-14 Teilnehmenden beurteilte die 3 Dolce Käse bzw. je 6 Emmentaler mit einer Wiederholung. * $p < 0.05$; *** $p < 0.001$

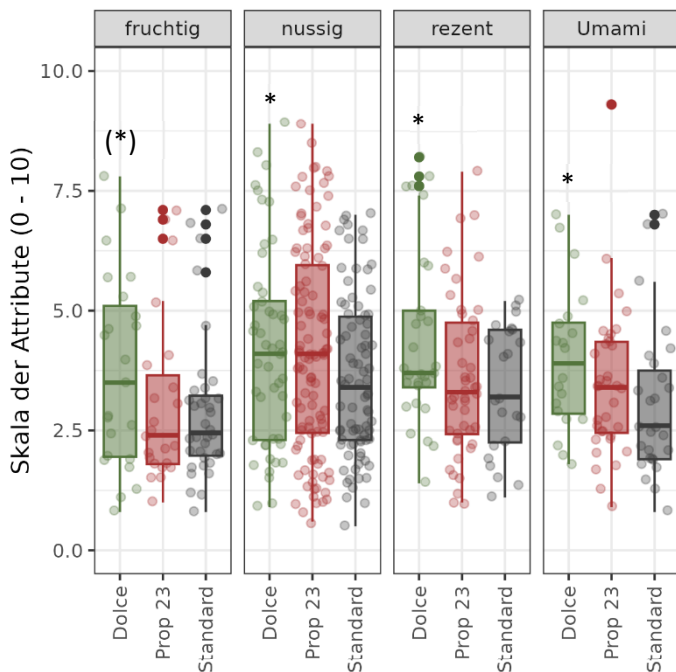


Abbildung 17: Aromaeigenschaften der hergestellten 4-monatigen Käse. Ein Panel von 13-14 Teilnehmenden beurteilte die 3 Dolce Käse bzw. je 6 Emmentaler mit einer Wiederholung. (*) $p < 0.1$; * $p < 0.05$

6 Schlussfolgerungen

Die Ziele vom Projekt Emmentaler Dolce konnten weitgehend erreicht werden. Die Käse waren nach einer Reifung von 3-4 Monaten fruchtiger, nussiger, rezenter, hatten eine intensivere Umami Note, eine lebhaftere Lochung und sie waren auch weniger fest als die Kontrollkäse, die mit der heutigen Standard-Fabrikation hergestellt wurden. Diese markante Verbesserung konnte mit folgenden, technologischen Anpassung erreicht werden:

- Brenntemperatur 52°
- Ausziehtemperatur 45°C (Kühldauer: 16-18 min, kein Ausrühren), bei kleineren Laiben dürfte die Ausziehtemperatur wohl auch 1-2 °C höher liegen
- Prop 23 (statt Prop 96)
- Verzicht auf fakultativ heterofermentative Laktobazillen
- Helv 01 (6 l pro 5000 l)
- Deutlich höherer Salzgehalt nach einer um 1 Tag verlängerten Salzbaddauer (zwischen 0.7 und 1.0 %)

Es ist gut möglich, dass sich ein leicht höherer Fettgehalt positiv auf die Textur auswirken könnte.

7 Weiteres Vorgehen

Die im Rahmen des Projektes Dolce gewonnenen Erkenntnisse bilden eine hervorragende Grundlage für die Entwicklung einer alternativen Emmentaler Rezeptur. Die sensorischen Eigenschaften, welche mit dem Projekt Dolce erzielt werden konnten, sind vergleichbar mit erfolgreichen ausländischen Konkurrenten (Fol Epi, Maasdamer, Jarlsberg, usw.).

Unter den heutigen Gegebenheiten (Taxationskriterien, vorausgesetzte lange Lagerfähigkeit, qualitätsabhängige Mengensteuerung) wird jedoch noch kein Hersteller und keine Herstellerin die Fabrikation von Emmentaler AOP anpassen. Trotzdem ist die vorliegende Arbeit für Emmentaler Switzerland eine erfolgsversprechende Möglichkeit, mit einer angepassten Rezeptur neue Konsumentengruppen anzusprechen.

8 Literaturverzeichnis

- Fröhlich-Wyder, M.-T., Guggisberg, D., Bisig, W., Jakob, E., & Schmidt, R. S. (2023). The total eye volume of cheese is influenced by different fat-levels. *International Dairy Journal*, 105690. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105690>
- Fröhlich-Wyder, M. T., Bachmann, H. P., & Casey, M. G. (2002). Interaction between propionibacteria and starter/non-starter lactic acid bacteria in Swiss-type cheeses. *Lait*, 82 (1), 1-15.
- Guggenbühl Gasser, B., Fuchsmann, P., & Fröhlich-Wyder, M. T. (2023). Sensory characteristics of Swiss-type cheese varieties. In *Sensory Profiling of Dairy Products* (pp. 195-224). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119619383.ch11>
- Jakob, E., Piccinali, P., Amrein, R., & Winkler, H. (2009). GESCHMACK UND AROMA VON KÄSE. *ALP forum*, 76, 1-20.
- Sollberger, H. (1992). Beeinflussung des Emmentaleraromas durch Zusatzkulturen (definierte Stämme). *FAM Interner Bericht* 19, 1-12.
- Wyder, M. T., Bosset, J. O., Casey, M. G., Isolini, D., & Sollberger, H. (2001). Influence of two different propionibacterial cultures on the characteristics of Swiss-type cheese with regard to aspartate metabolism. *Milchwissenschaft - Milk Science International*, 56 (2), 78-81.