



Einfluss der Fütterung der Kühe mit Rapskuchen auf die Qualität von Gruyère AOP

Autor

John Haldemann

Partner

Sortenorganisation Gruyère



Impressum

Herausgeber	Agroscope Rte de la Tioleyre 4, Case postale 64 1725 Posieux www.agroscope.ch
Auskünfte	John Haldemann
Layout	John Haldemann
Übersetzung	Sprachdienst Agroscope
Titelbild	Jean-Luc Oberson, John Haldemann
Download	www.agroscope.ch/transfer
Copyright	© Agroscope 2025
ISSN	2296-7214

Haftungsausschluss

Die in dieser Publikation enthaltenen Informationen dienen ausschliesslich der Information der Leserinnen und Leser. Agroscope bemüht sich, korrekte, aktuelle und vollständige Informationen zur Verfügung zu stellen, übernimmt jedoch diesbezüglich keine Haftung. Wir übernehmen keine Haftung für eventuelle Schäden im Zusammenhang mit der Umsetzung der in den Publikationen enthaltenen Informationen. Für die Leserinnen und Leser gelten die in der Schweiz anwendbaren Gesetze und rechtlichen Bestimmungen und die aktuelle Rechtsprechung.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Einleitung und Ziel des Versuchs	5
1.1 Ziel des Versuchs	5
1.2 Einleitung	5
2 Material und Methoden	7
2.1 Ablauf des Versuchs	7
2.2 Fütterung mit Rapskuchen	8
2.3 Lieferung der Milch	8
2.4 Käseherstellung	8
2.5 Mikrobiologische, chemische und biochemische Analysen	9
2.6 Sensorische Analyse	10
3 Ergebnisse	12
3.1 Zusammensetzung von Rapskuchen	12
3.2 Analyse der Milch	13
3.3 Analyse des Käses	15
4 Schlussfolgerungen	24
5 Bibliographie	25
6 Danksagung	25

Zusammenfassung

Rapskuchen ist eine ideale, lokal verfügbare Proteinquelle für die Fütterung von Milchkühen. Im Gegensatz zu importiertem Sojakuchen liegt die zulässige Fütterungsmenge für Rapskuchen gemäss Pflichtenheft der Sortenorganisation bei 0,5 kg pro Tag und Kuh. Diese Einschränkung beruht auf früheren Risiken eines unerwünschten Geschmacks der Milch durch Stoffe, die in den heutigen Rapssorten nicht mehr vorkommen (Erucasäure, Glucosinolat). Studien legen nahe, dass durch eine Ergänzung der Ration ausschliesslich auf der Basis von Rapskuchen gute Leistungen der Tiere aufrechterhalten werden und der Gehalt der Milch an Omega-3-Fettsäuren verbessert werden kann. Es muss noch geprüft werden, ob dadurch die Qualität von Gruyère AOP beeinträchtigt wird, insbesondere in Bezug auf Geschmack, Textur und Farbe von gereiftem Käse.

Im Winter 2024 fütterten drei Milchproduzenten ihre Kühe in drei Phasen mit Rapskuchen als Ergänzung der Grundration aus Heu und Emd: Zunächst erhielten die Kühe an der Futterkrippe 15 Tage lang 0,5 kg Rapskuchen, dann eine Woche lang 1,3 kg und in der letzten Phase eine Woche lang 2,0 kg. An den letzten beiden Tagen jeder Phase wurde die Milch der drei Betriebe getrennt in einem Kessel gesammelt und zu Gruyère verarbeitet. Parallel dazu wurde die Milch der übrigen Produzenten in einem anderen Kessel gesammelt und zu einem Referenz-Gruyère verarbeitet. Alle Käse wurden anschliessend im Keller der Käserei 3-4 Monate lang gereift und dann im Käsereifungsbetrieb bis zu einem Alter von 8 Monaten.

Der Versuch verlief in allen Phasen nach Plan: von der Fütterung der Kühe über das Sammeln der Milch bis hin zur Herstellung und Veredelung des Gruyère. Nach anfänglicher Zurückhaltung zeigten die Kühe eine sehr gute Akzeptanz des Rapskuchens. Es wurden keine negativen Auswirkungen auf die Milchqualität festgestellt. Bei den Gruyère nach Rapskuchenfütterung war ein etwas niedrigerer pH-Wert und eine etwas weniger ausgeprägte Proteolyse als beim Referenz-Gruyère festzustellen, was sich jedoch nicht negativ auf die sensorische Qualität auswirkte. In Bezug auf die Zusammensetzung der Fette wiesen die Gruyère nach Rapskuchenfütterung jedoch signifikant höhere Werte für den Anteil an langkettigen Fettsäuren und an mehrfach ungesättigten Fettsäuren auf. Diese Fettsäuren sind einerseits gesundheitsfördernd und verbessern andererseits die Qualität des Teigs. Bei der Analyse der aktiven aromatischen Verbindungen konnte ein Anstieg der Schwefelverbindungen im Käse nach Rapskuchenfütterung auch bei der maximalen Fütterung von 2 kg pro Tag pro Kuh ausgeschlossen werden. In der sensorischen Bewertung führte die Erhöhung des Anteils an Rapskuchen in der Ration zu einem etwas elastischeren und weniger festen Teig. Dagegen wurden bezüglich Aroma, Bitterkeit oder Farbe keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Varianten festgestellt.

In diesem Versuch hatte die Ergänzung der Ration der Kühe mit erheblichen Mengen von Rapskuchen keine negativen Auswirkungen auf die Qualität von Gruyère AOP.

1 Einleitung und Ziel des Versuchs

1.1 Ziel des Versuchs

Ziel dieses Versuchs war es, die Auswirkungen einer Ergänzung der Ration von Milchkühen mit mehr als 0,5 kg Rapskuchen pro Kuh und pro Tag auf die Milchqualität, die Verarbeitbarkeit zu Käse und die sensorischen Eigenschaften des Käses zu bewerten.

1.2 Einleitung

Einer nachhaltigen Produktion wird in der Landwirtschaft und der Lebensmittelbranche ein immer höheres Gewicht beigemessen. Weil das Futter die Qualität der produzierten Milch garantiert und diese wiederum die Qualität des daraus hergestellten Käses, legt die Sortenorganisation Gruyère (IPG) die Fütterung im Pflichtenheft für die Produzenten fest. Rapskuchen ist die einzige Proteinquelle aus hiesiger Produktion, die in grossen Mengen (50'000 Tonnen pro Jahr) als Ergänzung des Futterbedarfs von Milchkühen zur Verfügung steht.

Heute sehen die meisten Rationen für Milchkühe eine Eiweissergänzung vor, die entweder aus reinem Presskuchen (Soja, Raps) oder häufig aus einer Mischung verschiedener Presskuchen besteht. Das IPG-Pflichtenheft legt jedoch eine maximal zulässige Menge an Rapskuchen von 0,5 kg pro Kuh und Tag fest, während es für Sojakuchen keine Mengenbeschränkungen gibt.

Ist diese Beschränkung angesichts der Doppelnull-Sorten (ohne Erucasäure und Glucosinolat), die seit Anfang der 2000er Jahre in der Schweiz angebaut werden, noch gerechtfertigt? Tatsächlich können diese beiden, in den Rapssorten der 1990er Jahre noch enthaltenen Inhaltsstoffe der Milch einen kohlartigen Geruch und Geschmack verleihen, was der Käsequalität schadet.

Könnten Milchkühe dank der neuen Sorten mit dem Ziel einer nachhaltigeren Produktion einzig mit Rapskuchen als Eiweissergänzung gefüttert werden?

Einige im Ausland durchgeführte Versuche (Heuzé et al. 2023; Hurtaud et al. 2014; Tormo und Rouillé 2020) zeigten, dass es möglich ist, die Ration von Milchkühen mit Rapskuchen und Getreide zu ergänzen, wobei die zootechnischen Werte ähnlich ausfielen. In den meisten Fällen wurde ein leichter Anstieg des Proteingehalts und ein leichter Rückgang des Fettgehalts der Milch beobachtet. Der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren in Rapskuchen kann auch den Omega-3-Gehalt der Milch erhöhen (Gresset F, 2003).

Um die einwandfreie Qualität des Endprodukts gewährleisten zu können, muss sorgfältig überprüft werden, ob sich die Qualität des Käses dadurch verändert. Agroscope hatte 2001 gezeigt, dass die Verfütterung von ganzen Rapssamen die Teigqualität von Emmentaler Käse verbesserte (Stoll et al. 2001). Im Versuch sollte die langfristige Entwicklung des Geschmacks, der Textur und der Farbe des Teigs von Gruyère AOP über einen Zeitraum von acht Monaten untersucht werden.

1.2.1 Kunden & Partner

Diese Studie wurde im Rahmen eines Mandats und mit finanzieller Unterstützung der Sortenorganisation Gruyère (IPG) durchgeführt.

Die anderen Partner waren:

- DGAV-DAGRI Landwirtschaftsbetrieb Grange-Verney (Carole Labie)
- DGAV-DAGRI (Frédéric Brand)
- Pascal Rufer und Jean-Luc Oberson, Proconseil
- Georges Michaud, Käser in Combremont-le-Grand
- Julien Ney, Milchproduzent in Combremont-le-Grand
- Gabriel Hoffmann, Milchproduzent in Combremont-le-Grand
- Serge Pernet, Präsident der Société laiterie de Combremont-le-Grand
- Gilles Margot, Affineur, Margot SA
- Nicolas Genoud, Berater, ARQHA

Wir möchten allen Personen, die zu diesem Versuch beitrugen, herzlich danken. Ihr Engagement ermöglichte den reibungslosen Ablauf des Versuchs.

1.2.2 Agroscope

Folgende Laboratorien von Agroscope waren an dieser Studie beteiligt:

- Labor für Aromastoffe (Pascal Fuchsmann), Agroscope Liebefeld
- Labor für Chemie (Charlotte Fleuti), Agroscope Liebefeld
- Labor für Biochemie (Charlotte Egger), Agroscope Liebefeld
- Labor für Molekularbiologie (Hélène Berthoud), Agroscope Liebefeld
- Labor für sensorische Analyse (Edith Beutler und Jonas Inderbitzin), Agroscope Liebefeld

2 Material und Methoden

2.1 Ablauf des Versuchs

Die Milchproduzenten Ney und Hoffmann (Combremont-le-Grand) sowie der Betrieb Grange-Verney (Moudon) ergänzten die Ration ihrer Kühe ab dem 1. Februar 2024 mit 0,5 kg / Kuh / Tag Rapskuchen und 0,5 kg Sojakuchen, dann ab dem 16.2.24 mit 1,3 kg Rapskuchen / Kuh / Tag und schliesslich ab dem 23.2.24 mit 2,0 kg Rapskuchen / Kuh / Tag. Die Milch dieser drei Produzenten wurde am 8., 13., 14., 15., 20., 21., 22., 27., 28. und 29. Februar 2024 in der Käserei in Combremont-le-Grand in einem separaten Kessel verarbeitet. Tabelle 2 zeigt die für die Laboranalysen ausgewählten Versuche.

Tabelle 1: Daten der drei Versuchsphasen mit den unterschiedlichen Mengen an verfüttertem Rapskuchen (RK)

Tätigkeit	Datum	Rapskuchen [kg/Kuh/Tag]	Sojakuchen* [kg/Kuh/Tag]	Tag
Beginn Vorbereitungs­fütterung	01.02.24	0.5	0.5	T1-14
Käseherstellung (Anpassung)	08.02.24	0.5	0.5	T8
Käseherstellung (Anpassung)	13.02.24	0.5	0.5	T13
Käseherstellung 1	14.02.24	0.5	0.5	T14
Käseherstellung 2	15.02.24	0.5	0.5	T15
Beginn Fütterung 1,3 kg RK	16.02.24	1.3	0	T16
Käseherstellung (Anpassung)	20.02.24	1.3	0	T20
Käseherstellung 3	21.02.24	1.3	0	T21
Käseherstellung 4	22.02.24	1.3	0	T22
Erhöhung auf 2 kg RK	23.02.24	2	0	T23
Käseherstellung (Anpassung)	27.02.24	2	0	T27
Käseherstellung 5	28.02.24	2	0	T28
Käseherstellung 6	29.02.24	2	0	T29

*die Menge an verfüttertem Sojakuchen wurde bei einigen Produzenten angepasst

Tabelle 2: Für die Analysen ausgewählte Versuchsvarianten.
Die jeweiligen Milch- und Käsemengen sind von 1 bis 12 nummeriert.

V/R	Variante	Datum	Tag	Variante Raps/Soja
1	Versuch 1: 0.5 kg	14.02.24	T14	0.5/0.5
2	Referenz 1	14.02.24	T14	0.5/0.5
3	Versuch 2: 0.5 kg	15.02.24	T15	0.5/0.5
4	Referenz 2	15.02.24	T15	0.5/0.5
5	Versuch 3: 1.3 kg	21.02.24	T21	1.3/0
6	Referenz 3	21.02.24	T21	1.3/0
7	Versuch 4: 1.3 kg	22.02.24	T22	1.3/0
8	Referenz 4	22.02.24	T22	1.3/0
9	Versuch 5: 2.0 kg	28.02.24	T29	2/0
10	Referenz 5	28.02.24	T28	2/0
11	Versuch 6: 2.0 kg	29.02.24	T29	2/0
12	Referenz 6	29.02.24	T29	2/0

2.2 Fütterung mit Rapskuchen

Bei allen drei Produzenten verlief der Versuch wie geplant. Der Rapskuchen wurde an der Futterkrippe mit der jeweiligen Schöpfkelle für die Mengen 0,5 kg, 1,3 kg und 2,0 kg gegeben. Einem Produzenten fiel auf, dass die Kühe anfangs wenig Appetit auf das «neue» Futter zeigten, nach einigen Tagen schien es aber sehr schmackhaft zu sein. Er stellte ausserdem fest, dass die Konsistenz des Kots tendenziell fester war.

2.3 Lieferung der Milch

Die Milch wurde morgens und abends in die Käserei in Combremont-le-Grand geliefert. Der Betrieb in Grange-Verney, der eigentlich der Käserei in Moudon angeschlossen ist, lieferte seine Milch ausnahmsweise ebenfalls an die Käserei in Combremont-le-Grand.

2.4 Käseherstellung

An den festgelegten Testtagen (14., 15., 21., 22., 28. und 29. Februar 2024) stellte der Käser zwischen fünf und sechs Käselaibe pro Kessel her. In beiden Käsekesseln wurde der Käse auf die gleiche Weise mit den gleichen Mengen an Kulturen und Lab hergestellt. Der Käser stellte keinen Unterschied bei der Herstellung und keinen besonderen Geruch fest.

2.5 Mikrobiologische, chemische und biochemische Analysen

Die folgenden Tabellen beschreiben die Analysemethoden, die im Rahmen dieses Versuchs in den verschiedenen Laboratorien angewendet wurden.

Tabelle 3: Methoden der chemischen Analysen von Rapskuchen, durchgeführt von Agroscope in Posieux

Analysen	Informationen	Methode
Mineralstoffe	Mineralstoffe in Futtermittel, Mineralisierung, ICP-OES	13.4.ME.057
Trockensubstanz und Rohasche	Trockensubstanz und Rohasche in Futtermittel, Thermogravimetrie	13.4.ME.057
Elementaranalyse C, N, S	Elementaranalyse C,N,S in Futtermittel, DUMAS	13.4.ME.067
Saure Detergentienfaser	Saure Detergentienfaser (ADF) in Futtermittel, Gravimetrie nach Van Soest	13.4.ME.009
Neutrale Detergentienfaser	Neutrale Detergentienfaser (NDF) in Futtermittel, Gravimetrie nach Van Soest	13.4.ME.069
Rohfett	Rohfett in Futtermittel, nach Berntrop	13.4.ME.068
Fettsäuren	Fettsäuren in Futtermittel, Veresterung, Derivatisation, GC-FID	13.4.ME.051
Rohfaser	Rohfaser in Futtermittel, Gravimetrie nach Van Soest	13.4.ME.048

Tabelle 4: Methoden der chemischen Analysen, durchgeführt am LAAF in Grangeneuve

Analysen	Methode
Fett	FIL-IDF 141C/IR
Freie Fettsäuren	FIL-IDF 141C/IR ISO 13366-2/FIL-IDF 148-2
Eiweiss, Kasein	FIL-IDF 141C/IR
Zellen	FIL-IDF 141C/IR

Tabelle 5: Methoden der chemischen und biochemischen Analysen, durchgeführt von Agroscope in Liebefeld

Analysen	Informationen	Methode
Milchsäure	Bestimmung des Gehalts von D-Lactat, L-Lactat und Gesamtmilchsäure in Käse, in den Kulturen und in anderen Milchprodukten (Gallery)	13.6.ME.072
Flüchtige Carbonsäure	Flüchtige Carbonsäure in Käse, GC-HS-Direkt	13.8.ME.103
Citrat	Citratbestimmung, enzymatisch mit Gallery Analyzer	13.6.ME.078
Fettsäuren	Fettsäuren hochauflösend in Milchfett, GC-FID	13.8.ME.028
NaCl	Chlorid in Käse, argentimetrisch	13.8.ME.012
Wassergehalt	Trocknungsverlust in Käse, gravimetrisch	13.8.ME.068
LAP-Wert	LAP in Käse & Kulturen (Spectramax)	13.6.ME.038
OPA-Wert	Freie Aminosäure (OPA-Wert) mit Gallery Analyzer	13.6.ME.020
Flüchtige Verbindungen	Dynamische Headspace-Extraktion und Analyse mittels Gaschromatographie und Massenspektrometrie (DHS-GCMS)	

2.6 Sensorische Analyse

2.6.1 Gruyère nach 4 Monaten Reifung

Eine erste sensorische Bewertung fand in einem Raum des Restaurants in Combremont-le-Grand statt. Die Proben der zwölf Gruyère-Käse wurden am Morgen dieses Tages im Reifungskeller von Margot Fromages in Yverdon entnommen. Jede Probe wurde direkt nach der Entnahme in ein luftdicht verschlossenes Röhrchen verpackt. Die zwölf Panelisten setzten sich zusammen aus zwei sensorischen Prüfern und zwei Vorstandsmitgliedern der IPG, den drei Milchproduzenten, dem Käser, zwei landwirtschaftlichen Beratern und einem Käsereiberater.

Dégustation des Gruyère de Combremont-le-Grand, essai tourteau de colza (23-22-73) Combremont-le-Grand, le 08.07.24

Fermeté de la pâte					Sablonneux					Intensité d'arôme					défaut d'arôme					Nom:															
tendre					onctueux, fondante					faible					impure, astringent																				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																
165					165					165					165					165															
467					467					467					467					467															
391					391					391					391					391															
245					245					245					245					245															
621					621					621					621					621															
128					128					128					128					128															
190					190					190					190					190															
576					576					576					576					576															
974					974					974					974					974															
382					382					382					382					382															
523					523					523					523					523															
771					771					771					771					771															

en cas d'erreur, la case la plus foncée sera valable

Abbildung 2: Bewertungsbogen für den Gruyère nach 4 Monaten Reifung

2.6.2 Gruyère nach 8 Monaten Reifung

Die Käse reiften bis zu 8 Monate im Keller von Margot fromages in Yverdon. Es wurde dem Käse ein ca. 3 kg schweres Stück beim Verlassen des Reifungskellers entnommen. Das Stück wurde direkt vakuumverpackt und bis zur Verkostung bei 4 °C aufbewahrt.

Eine deskriptive sensorische Analyse wurde in Liebefeld mit 18 geschulten Agroscope-Panelisten durchgeführt, die die Proben in getrennten, halboffenen Kabinen bewerteten. Das Verkostungsverfahren folgte einem monadischen Konzept¹, bei dem jede Probe von jedem Panelisten einzeln gemäss einem Williams-Quadrat² bewertet wurde. Dadurch wurde sichergestellt, dass die Bewertung der Proben in einer ausgewogenen und randomisierten Reihenfolge erfolgte. Jede Probe wurde mit einem zufällig zugeordneten dreistelligen Code anonymisiert, um Verzerrungen zu minimieren.

Für jedes sensorische Attribut (Tabelle 6) wurde eine 10 cm lange unstrukturierte lineare Skala mit beschrifteten Endpunkten verwendet, mit der die Intensität der Wahrnehmungen beschrieben wurde. Zusätzlich zu den Bewertungen auf der linearen Skala wurden die Panelisten gebeten, alle zutreffenden Attribute in einer CATA-Liste (Check-All-That-Apply) anzukreuzen, wie unten beschrieben (Tabelle 7).

Die Verkostungen wurden am 29. und 31. Oktober durchgeführt und am 5. und 7. November 2024 wiederholt. Die Produkte wurden bei Raumtemperatur in einer kontrollierten Umgebung bewertet, wobei die Teilnehmenden angewiesen wurden, den Gaumen zwischen den Proben zu neutralisieren, um Übertragungseffekte zu vermeiden und die Zuverlässigkeit ihrer Bewertungen zu gewährleisten.



Abbildung 1: Verkostung von Gruyère nach 4 Monaten

Jeder Panelist verkostete die zwölf Käseproben anonym und randomisiert. Bewertet wurden die Kriterien Teigfestigkeit, Körnigkeit, Aromaintensität und Aromafehler. Die Panelisten hatten auch die Möglichkeit, ihre Bewertung durch einige zusätzliche Kriterien zu ergänzen.

¹ Monadisches Design: Methode, bei der den Versuchspersonen die verschiedenen Produkte nacheinander vorgelegt werden und diese isoliert bewertet werden. Diese Methode minimiert Kontexteffekte und ermöglicht eine unabhängige Bewertung jedes einzelnen Stimulus.

² Williams Latin Square Design: Experimentelles Design, bei dem Reihenfolge- und Positionseffekte so weit möglich ausgeschlossen werden, wobei jeder Stimulus in jeder Position und Reihenfolge mit der gleichen Häufigkeit auftritt.

Alle statistischen Analysen wurden mit R Version 4.4.1 (2024-06-14) vorgenommen.

Tabelle 6: Mit einer linearen Skala bewertete Attribute

Modalität	Attribut
Textur	Elastizität
	Festigkeit
	Trocken, sandig
	Cremig
Geschmack	Säure
	Bitter
	Süss
Aroma	Kohl, schweflig
	Aromaintensität
	Aromafehler

Tabelle 7: Listen im CATA-Format zu den beschreibenden Attributen und Aromafehlern

Attribute für die Beschreibung des Aromas	Attribute für Aromafehler
frische Milch umami fruchtig nussig Karamell Zwiebel rezent, würzig blumig andere, wie...	stechend/brennend Buttersäure ranzig fettig stallig metallisch chemisch muffig atypisch, wie...

3 Ergebnisse

3.1 Zusammensetzung von Rapskuchen

Eine Probe des Rapskuchens wurde nach Erhalt der Charge für den Versuch analysiert. Der Fettgehalt entsprach mit 77 g/kg den vom Lieferanten beschriebenen Werten. Der Stickstoffgehalt lag mit 329 g/kg ebenfalls innerhalb des Referenzwertes. Der Gehalt an Rohfaser war mit 126 g/kg gegenüber den angegebenen 90 g/kg etwas höher, jedoch auf Kosten des Aschegehalts (65 g/kg), dessen oberer Grenzwert bei 95 g/kg festgelegt war. Das Fettsäureprofil entsprach proportional zum Fettgehalt den Referenzprofilen in den Nährwerttabellen von Feedbase und den erwarteten Werten für diesen Parameter.

Bezüglich der organoleptischen Eigenschaften stellten die Produzenten eine sehr gute Schmackhaftigkeit des Rapskuchens für die Milchkühe fest. Die Kühe benötigten also keine wesentliche Anpassungszeit an die im Rahmen des Versuchs verfütterten Mengen. Alle nach Plan verfütterten Mengen wurden von den Kühen aufgenommen.

Tabelle 8: Zusammensetzung von Rapskuchen

Parameter	Einheit	Werte
Trockensubstanz	g/kg	910.3
Rohprotein	g/kg	329.0
Rohfaser	g/kg	126.0
Saure Detergentienfaser	g/kg	186.0
Neutrale Detergentienfaser	g/kg	242.0
Rohasche	g/kg	65.1
Calcium	g/kg	6.8
Kupfer	mg/kg	5.4
Eisen	mg/kg	120.0
Magnesium	g/kg	4.0
Mangan	mg/kg	55.4
Phosphor	g/kg	11.0
Kalium	g/kg	13.4
Natrium	g/kg	<0.05
Schwefel	g/kg	6.8
Zink	mg/kg	60.4
Rohfett	g/kg	77.4
Gesättigte Fettsäuren	g/kg	7.4
Fettsäuren in Form von Triglyceriden	g/kg	88.6
Mehrfach ungesättigte Fettsäuren	g/kg	26.0
Einfach ungesättigte Fettsäuren	g/kg	51.3
Unbekannte Fettsäuren	g/kg	0.1
Fettsäuren insgesamt	g/kg	84.8
Omega-3	g/kg	5.7
Omega-6	g/kg	20.3

3.2 Analyse der Milch

3.2.1 Gehalte und Zellen in der Kesselmilch

Die als Referenz verwendete gemischte Milch der Produzenten wies einen signifikant höheren Gehalt an Zellen und an freien Fettsäuren auf. Keiner dieser Effekte steht in Zusammenhang mit der Fütterung von Rapskuchen. Der Proteingehalt stieg während des Monats Februar in beiden Kesseln an.

Tabelle 9: Gehalt an Protein, Kasein, Fett, freien Fettsäuren und Zellen

V/R	Entnahmedatum	Protein g/100g	Kasein g/100g	Fett g/100g	Freie Fettsäuren mmol/10kg	Zellen k Zellen/ml
1	14.02.24	3.34	2.57	3.66	2.46	91
2	14.02.24	3.35	2.56	3.75	2.67	94
3	15.02.24	3.46	2.67	3.76	2.10	45
4	15.02.24	3.37	2.59	3.68	2.71	82
5	22.02.24	3.40	2.62	3.65	2.60	67
6	22.02.24	3.42	2.62	3.78	3.13	91
7	23.02.24	3.45	2.67	3.84	2.51	35
8	23.02.24	3.40	2.59	3.86	2.69	76
9	28.02.24	3.45	2.65	3.83	2.54	48
10	28.02.24	3.46	2.63	3.78	2.99	98
11	29.02.24	3.45	2.66	3.78	2.10	48
12	29.02.24	3.45	2.63	3.86	3.39	81
Einfluss Rapskuchen		ns	ns	ns	↓↓	↓↓
Einfluss Rapskuchenmenge		ns	ns	ns	ns	ns

t-Test: ns = nicht signifikant, ↑ = leicht signifikant, ↑↑ = signifikant, ↑↑↑ = hoch signifikant (↑Anstieg; ↓Abnahme mit Rapskuchenfütterung)

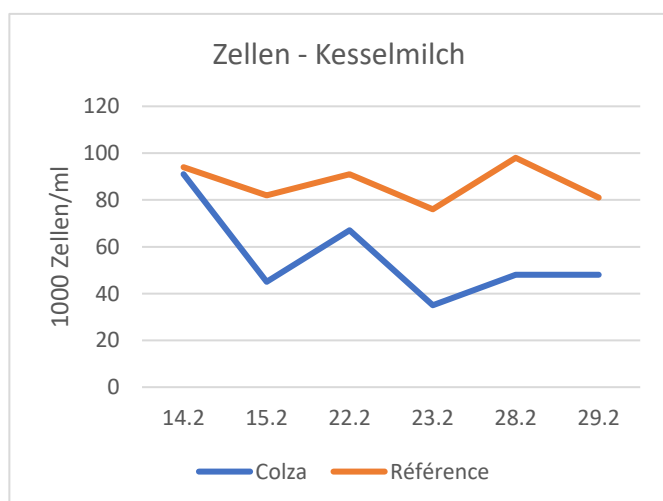


Abbildung 3: Zellen in der Milch der beiden Kessel

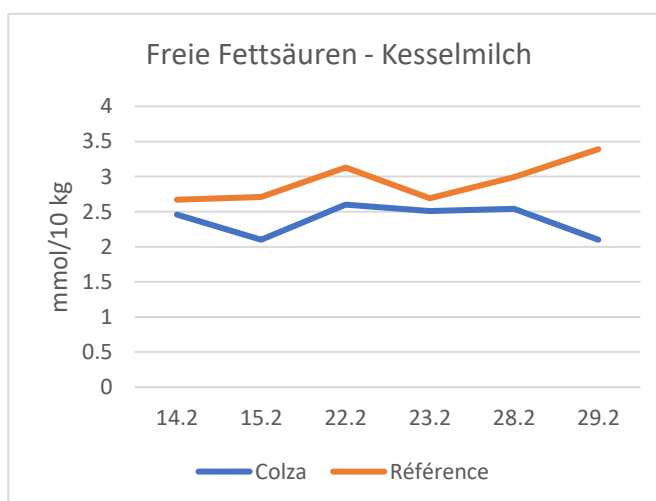


Abbildung 4: Gehalt an freien Fettsäuren der Milch der beiden Kessel

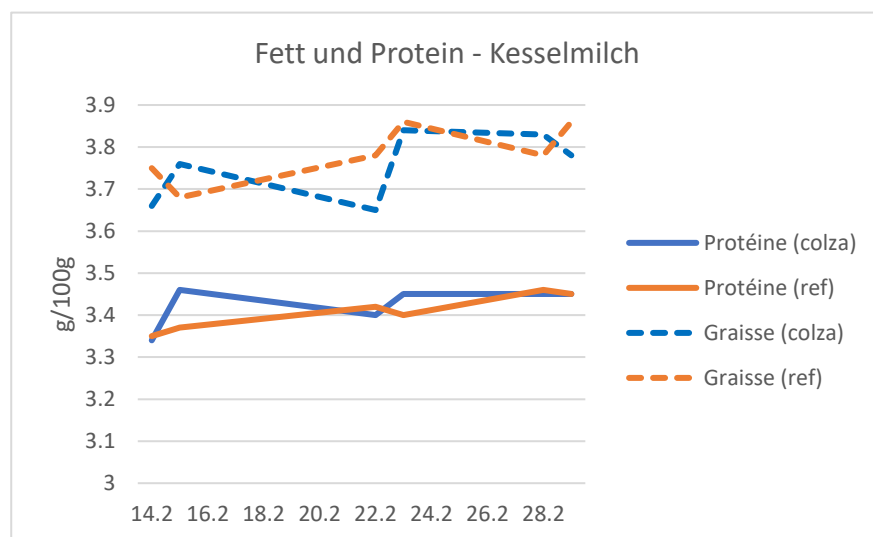


Abbildung 5: Fett- und Proteingehalt der Milch der beiden Kessel

3.2.2 Capron- und Buttersäure

Die Werte für Capron- und Buttersäure stiegen bei der Fütterung von Rapskuchen nicht an, sondern sanken ab einer Fütterung von 2 kg Rapskuchen sogar tendenziell.

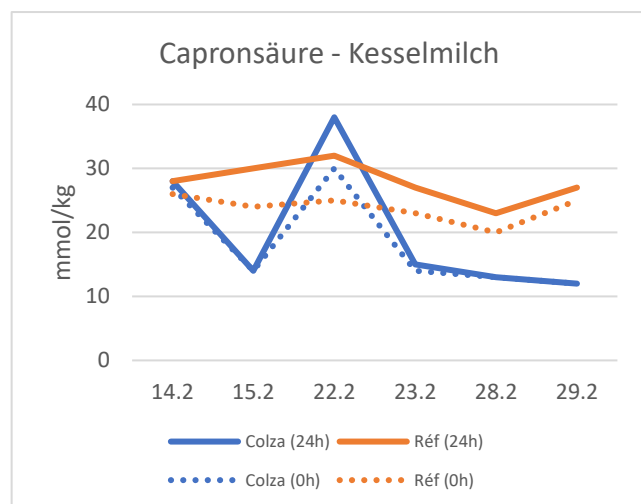


Abbildung 7: Capronsäure in Kesselmilch

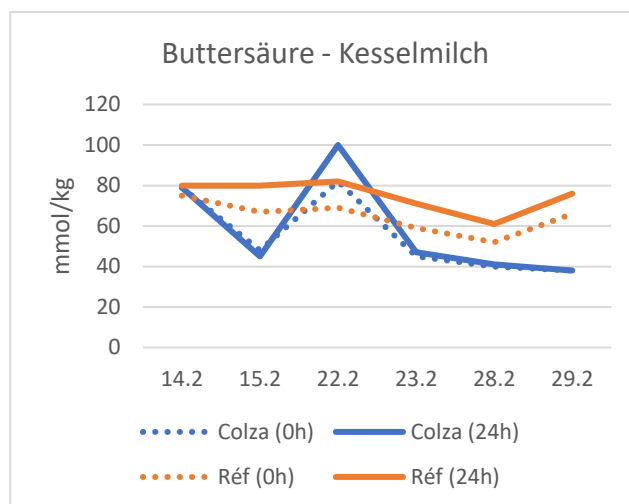


Abbildung 6: Buttersäure in Kesselmilch

3.3 Analyse des Käses

3.3.1 Wassergehalt

Die Gruyère der Milch aus der Rapsfütterung vom 14.2.24 und 28.2. wiesen einen höheren Wassergehalt nach 24 Stunden (>380 g/kg), nach 4 Monaten Reifung und auch nach 8 Monaten Reifung (>365 g/kg) auf. Auch der Gruyère des Referenzkessels vom 23.2. nach 4 und 8 Monaten Reifung wies einen hohen Wassergehalt auf. Dagegen war der Wassergehalt im Käse vom 14.2.24 und 28.2.24 tief.

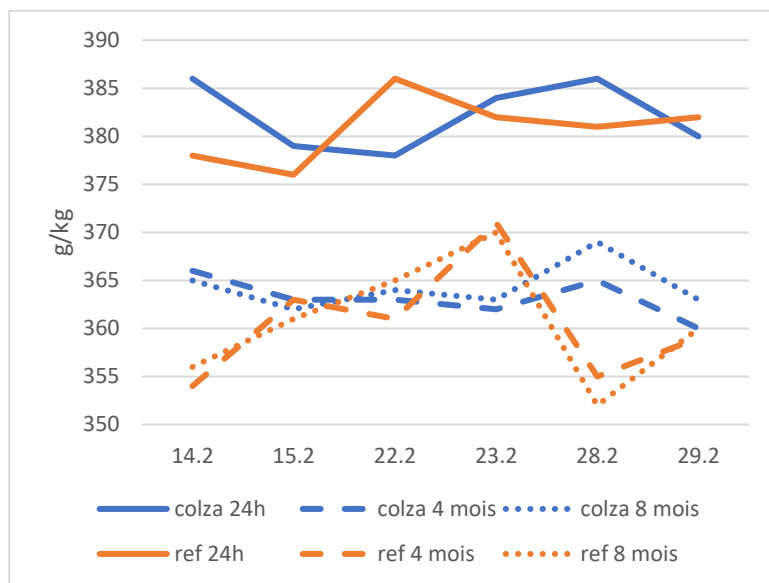


Abbildung 8: Wassergehalt von Gruyère nach 24 Stunden, 4 Monaten und 8 Monaten Reifung

3.3.2 Wassergehalt im fettfreien Käse (wff), Fettgehalt in der Trockensubstanz (FIT)

Alle Werte lagen bei der Taxation über der Norm für Gruyère (FIT: 490-530 g/kg; wff: 501-540 g/kg). Der Kontroll-Käse vom 23.2.24 hatte einen besonders hohen Wassergehalt (370 g/kg) und wff-Wert (558 g/kg).

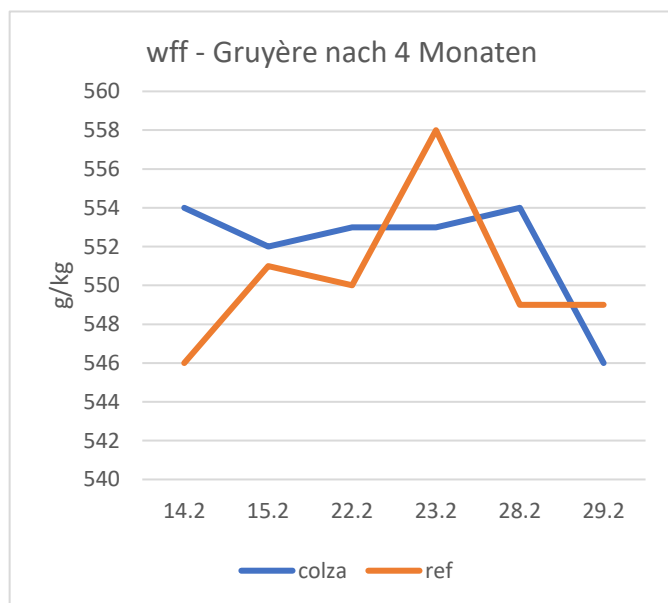


Abbildung 10: wff-Wert für Gruyère nach Rapsfütterung bzw. Referenz-Gruyère nach 4 Monaten Reifung

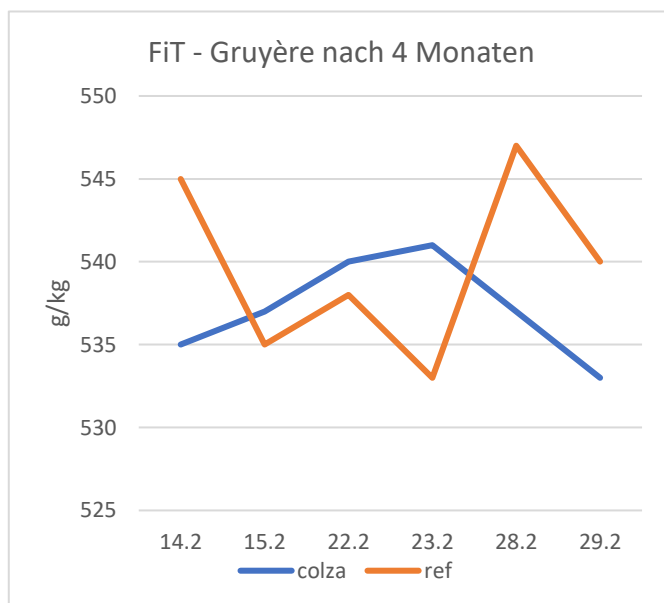


Abbildung 9: Fettgehalt in der Trockensubstanz von Gruyère nach Rapsfütterung bzw. Referenz-Gruyère nach 4 Monaten Reifung

3.3.3 PH-Wert und Proteolyse

Der nach 24 Stunden im Käse gemessene Wert der Leucin-Aminopeptidase (LAP) war bei beiden Kesseln ähnlich. Der Käse des Referenz-Kessels zeigte jedoch nach 8 Monaten Reifung einen höheren o-Phthalaldehyd-Wert (OPA-Wert). Bei den Käsen des Referenz-Kessels sank der pH-Wert nach 24 Stunden auf 5,15 bis 5,22, während er bei den Käsen aus der Rapsfütterung auf 5,15 bis 5,22 sank. Die Gruyère aus der Rapsfütterung waren nach 24 Stunden und nach 8 Monaten Reifung saurer, was die verlangsamte Proteolyse im Vergleich zum Referenz-Gruyère erklärt. Dieser Unterschied scheint jedoch eher auf die Milchflora und die Herstellungsmethode als auf die Rapsfütterung zurückzuführen zu sein, da es keinen Unterschied zwischen den Zeiträumen mit einer Fütterung von 0,5 kg, 1,3 kg und 2,0 kg gab.

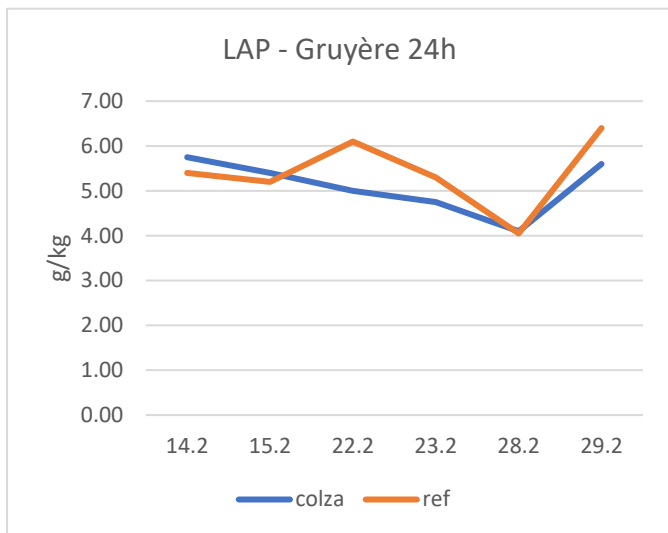


Abbildung 11: LAP-Wert für Gruyère nach 24 Stunden

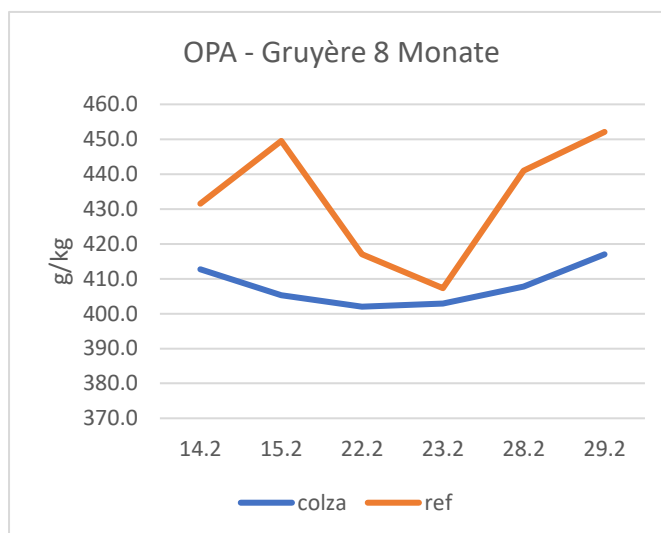


Abbildung 12: OPA-Wert für Gruyère nach 8 Monaten Reifung

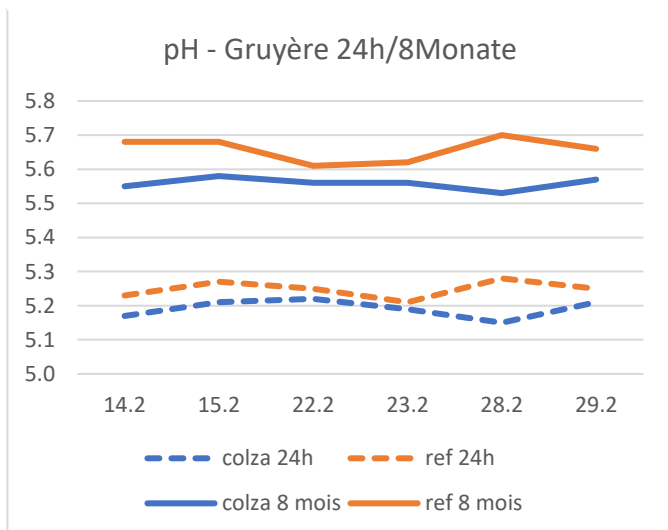


Abbildung 14: pH von Gruyère nach 24 Stunden und nach 8 Monaten Reifung

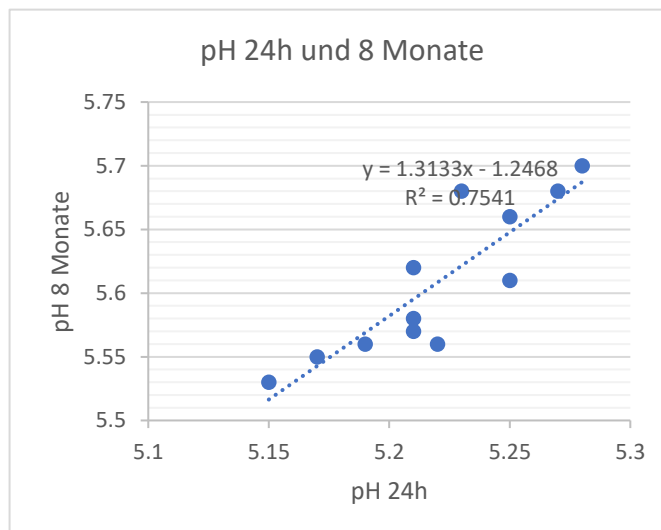


Abbildung 13: Korrelation zwischen dem pH-Wert nach 24 Stunden und nach 8 Monaten Reifung

3.3.4 Flüchtige Carbonsäure

Die Ergebnisse der Gaschromatografie zeigen, dass keine unerwünschten Fermentationen mit der Entstehung von Buttersäure oder Propionsäure stattfanden. Der Gehalt an Capronsäure war in beiden Kesseln niedrig, was darauf hindeutet, dass auch keine fortgeschrittene Lipolyse stattfand. Es gab jedoch keine Korrelation zwischen der in der Milch gemessenen Capronsäure und der im Käse gemessenen Capronsäure.

Der Gehalt an Ameisensäure war in Kessel 1 («Raps») signifikant höher, lag aber innerhalb der Norm (2,0 mmol/kg). Ameisensäure kann von verschiedenen Bakterien der Milchflora gebildet werden, z. B. von fakultativ oder obligat heterofermentativen Bakterien, aber auch von Enterobakterien oder Enterokokken.

Tabelle 10: Flüchtige Carbonsäuren in Gruyère nach 8 Monaten Reifung (mmol/kg)

Herstellung	Zeit- raum	Ameisen- säure C1	Essig- säure C2	Propion- säure C3	Isobutter- säure i-C4	Butter- säure C4	Isovalerian- säure C5	Capron- säure C6	Total
Raps 0.5	1	1.2	11.4	1.3	0.3	0.8	0.3	0.14	15.4
Referenz	1	0.8	9.6	0.3	0.2	0.8	0.2	0.16	12.1
Raps 1.3	2	1.3	10.3	0.8	0.3	0.7	0.3	0.13	13.7
Referenz	2	0.9	9.7	0.5	0.2	0.8	0.2	0.16	12.6
Raps 2.0	3	1.2	10.2	0.5	0.2	0.6	0.2	0.13	13.0
Referenz	3	0.9	8.5	0.2	0.1	0.7	0.1	0.15	10.7

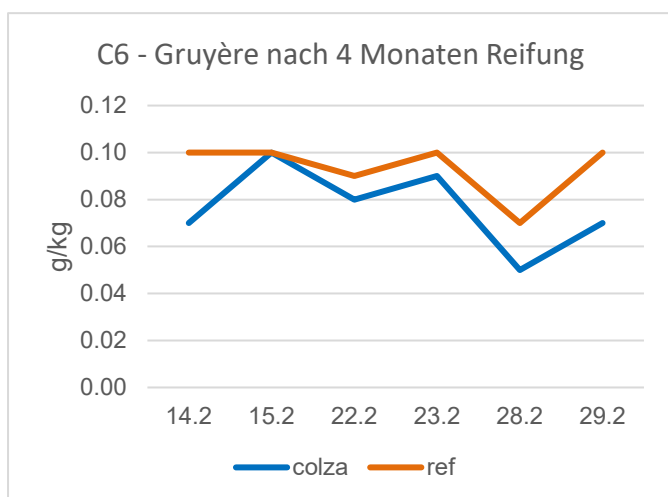


Abbildung 16: Capronsäure in Gruyère nach 4 Monaten Reifung

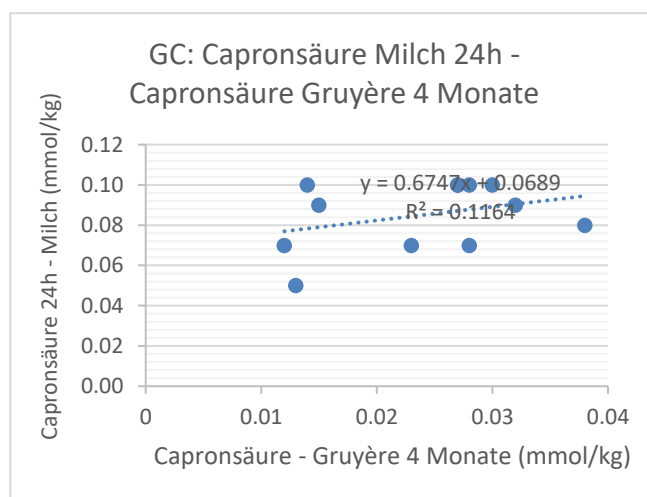


Abbildung 15: Korrelation zwischen Capronsäure in der Kesselmilch und Capronsäure im Käse nach 4 Monaten Reifung

3.3.5 Fettsäurezusammensetzung

Tabelle 11 zeigt, dass die Fütterung von Rapskuchen zu einem deutlichen Anstieg des Gehalts an langkettigen Fettsäuren sowie von mehrfach ungesättigten Fettsäuren führte. Diese beiden Werte stiegen tendenziell auch mit der Menge des verfütterten Rapskuchens, aber nicht signifikant.

In Tabelle 12 ist zu erkennen, dass der Gehalt an trans-Ölsäure (C18:1), an trans-Linolsäure (18:2) sowie an konjugierten Linolsäuren (CLA) und an Omega-6-Fettsäuren mit der Fütterung von Rapskuchen signifikant anstieg. Ausserdem stieg der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren mit zunehmender Menge von verfüttertem Rapskuchen signifikant an.

Tabelle 11: Summen der Fettsäuregruppen in Gruyère nach 8 Monaten Reifung (g/100 g Fett)

Herstellung	Zeit- raum	kurze Ketten	mittlere Ketten	lange Ketten	gesättigt	ungesättigt	einfach ungesättigt	mehrfach ungesättigt
Raps 0.5	1	7.7	43.2	26.3	67.7	21.6	18.9	2.6
Referenz	1	7.7	44.5	23.4	67.8	20.0	17.6	2.4
Raps 1.3	2	7.6	40.9	27.6	65.8	22.4	19.6	2.7
Referenz	2	8.3	46.2	25.5	70.7	21.4	18.9	2.5
Raps 2.0	3	7.4	40.1	28.9	65.3	23.2	20.5	2.7
Referenz	3	7.8	43.9	23.7	67.5	20.1	17.6	2.4
<i>Einfluss Raps</i>		ns	↓	↑↑	↓	↑	↑	↑↑
<i>Einfluss Rapsmenge</i>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

t-Test (Signifikanzniveau 0.05):

ns = nicht signifikant, ↑ = leicht signifikant, ↑↑ = signifikant, ↑↑↑ = hoch signifikant

Tabelle 12: Fettsäuren in Gruyère nach 8 Monaten Reifung (g/100 g Fett)

Herstellung	Zeit- raum	n-C12 n-C14 n-C16	C18:1	C18:2	C18:1t	C18:2t mit t-CLA	CLA	Trans- FS mit t-CLA	Omega- 3	Omega- 6
Raps 0.5	1	38.2	15.7	1.90	1.75	0.63	0.54	2.48	0.67	1.55
Referenz	1	39.5	14.2	1.74	1.35	0.55	0.46	1.99	0.61	1.45
Raps 1.3	2	36.2	16.5	2.01	1.91	0.67	0.57	2.65	0.65	1.65
Referenz	2	41.0	15.3	1.85	1.52	0.58	0.48	2.17	0.61	1.56
Raps 2.0	3	35.4	17.4	2.01	1.99	0.66	0.56	2.73	0.65	1.70
Referenz	3	39.0	14.3	1.78	1.36	0.56	0.48	2.00	0.58	1.44
<i>Einfluss Raps</i>		↓	↑↑	↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑	↑↑
<i>Einfluss Rapsmenge</i>		ns	ns	ns	↑	ns	ns	↑	ns	↑↑

t-Test (Signifikanzniveau 0.05):

ns = nicht signifikant, ↑ = leicht signifikant, ↑↑ = signifikant, ↑↑↑ = hoch signifikant

3.3.6 Aktive aromatische Verbindungen

Die wichtigsten aromatischen Verbindungen, die in Käse nach 8 Monaten Reifung nachgewiesen wurden, sind in Abbildung 19 normalisiert dargestellt. Einige aromatische Verbindungen waren in Käse aus dem Kessel «Raps» signifikant höher, wie Essigsäure, Propansäure, 2-Methylpropansäure, 2-Undecanon, Butansäure, 3-Methylbutansäure, Acetophenon sowie Hexansäure. Es ist anzumerken, dass die Analyse der flüchtigen Carbonsäuren beim «Raps»-Käse auch signifikant höhere Werte für Ameisen-, Essig- und Propionsäure ergab. Die Käse aus dem Referenzkessel wiesen signifikant höhere Werte für Pyridin und Pyrrol auf. Bei keiner dieser Verbindung steigt oder fällt der Gehalt signifikant mit zunehmender Menge von verfüttertem Rapskuchen. So sind die festgestellten Unterschiede zwischen den beiden Kesseln hauptsächlich auf die unterschiedliche Flora in der Milch der Produzenten zurückzuführen. Ausserdem wurde die Wahrnehmungsschwelle für die verschiedenen Verbindungen nicht berücksichtigt. Es kann also sein, dass die nachgewiesenen Mengen das Aroma des Käses nicht wahrnehmbar beeinflussen. Es ist auch anzumerken, dass im Käse aus beiden Kesseln keine Schwefelverbindungen nachgewiesen werden konnten. Da die sensorischen Analysen keine Unterschiede zeigten, wird davon ausgegangen, dass das aromatische Gleichgewicht durch diese verschiedenen Verbindungen nicht beeinträchtigt wird.

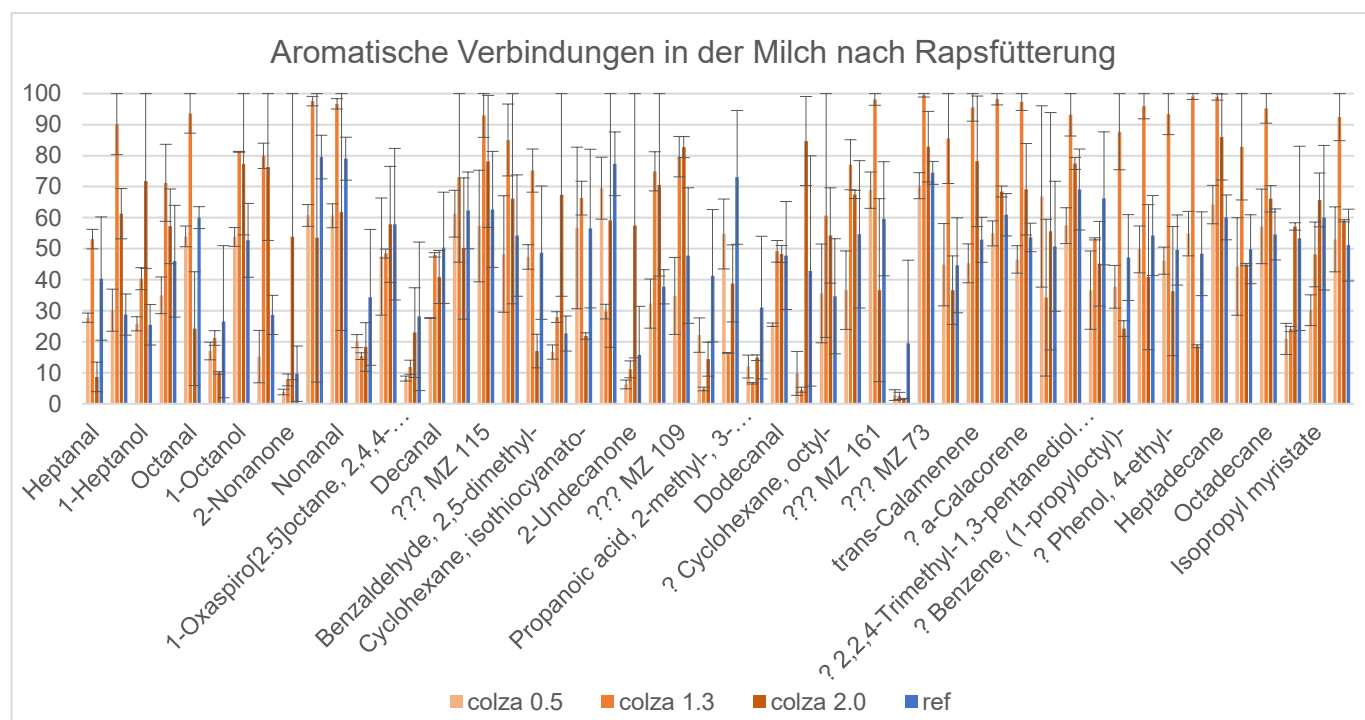


Abbildung 17: Die Werte zu den aromatischen Verbindungen wurden normalisiert (höchster Wert bei 100), dann wurden der Mittelwert und die Standardabweichung berechnet.

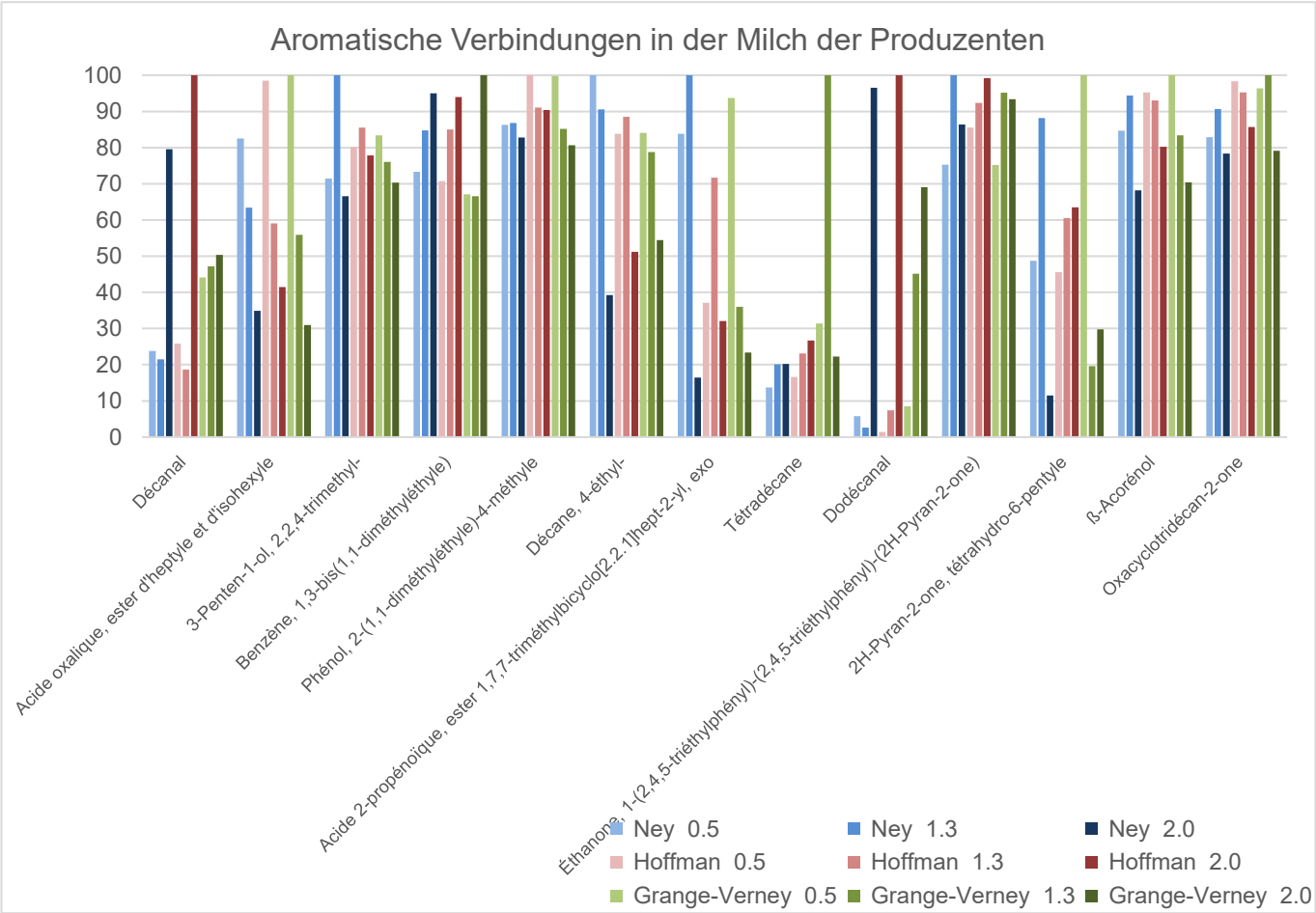


Abbildung 19: Normalisierter Mittelwert zum Gehalt an aromatischen Verbindungen aus drei Messungen pro Variante (höchster Mittelwert bei 100)

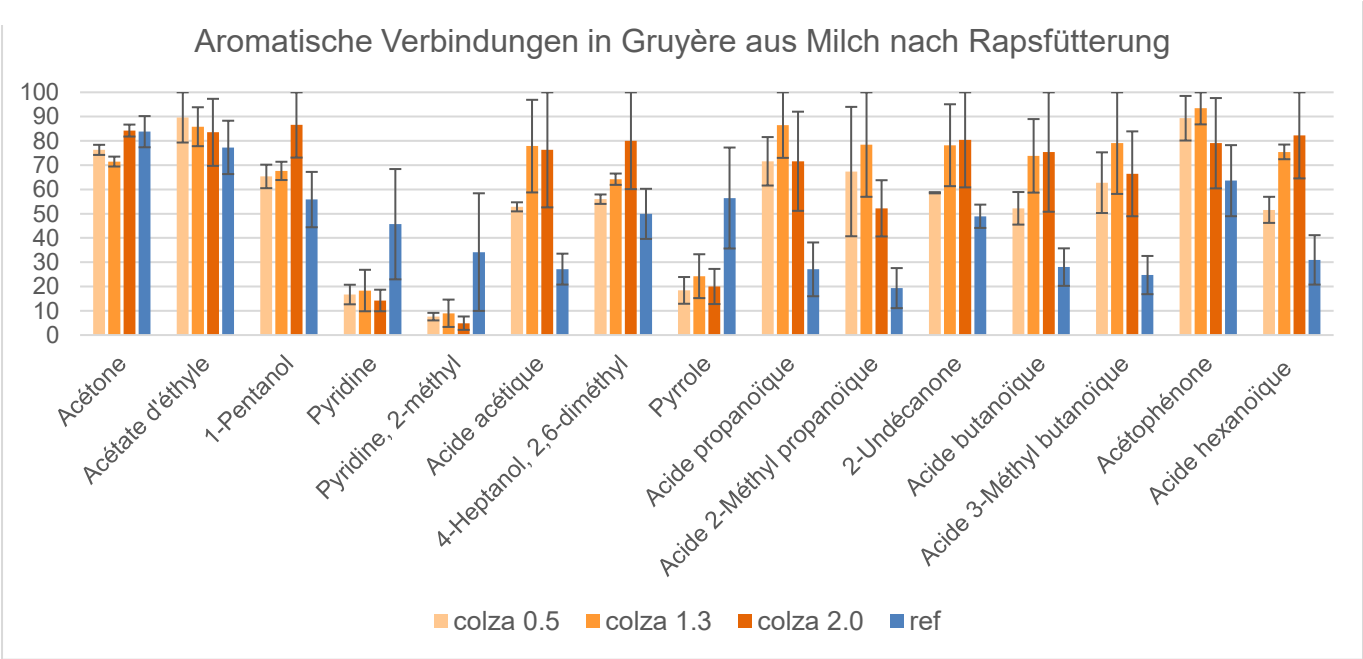


Abbildung 18: Mittelwert und Standardabweichung des Gehalts an aromatischen Verbindungen in Gruyère nach 8 Monaten Reifung, nach Normalisierung des Gehalts (höchster Wert bei 100)

3.3.7 Sensorische Analyse

Die Käse wurden von einem geschulten Panel verkostet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Panelisten signifikante Unterschiede bei der Konsistenz des Käses fanden. Der Referenz-Gruyère und der Gruyère «Raps 1,3 kg» wurden als etwas cremiger bewertet als der Gruyère «Raps 0,5 kg». Die Teigelastizität war beim Gruyère «Raps 1,3 kg» signifikant höher als beim Referenz-Gruyère und beim Gruyère «Raps 2,0 kg» hoch signifikant höher als beim Referenz-Gruyère. Die Referenz-Gruyère wurden auch als etwas fester als die Gruyère «Raps 2,0 kg» beurteilt.

Tabelle 13: Von den Panelisten festgestellte signifikante Unterschiede zwischen den Varianten nach sensorischen Kriterien

	Textur				Geschmack				Aroma		
	Elastizität	Festigkeit	trocken sandig	cremig	Säure	salzig	bitter	süss	Kohl/ schweflig	Intensität	Aromafehler
0.5 kg → Referenz	ns	ns	ns	↓	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
1.3 kg → Referenz	↑	(↓)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2.0 kg → Referenz	↑↑	↓	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0.5 kg → 1.3 kg	ns	ns	ns	↓	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0.5 kg → 2.0 kg	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
1.3 kg → 2.0 kg	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tukey-Test (Signifikanzniveau 0.05): ns = nicht signifikant, (↑) = Trend, ↑ = leicht signifikant, ↑↑ = signifikant, ↑↑↑ = hoch signifikant

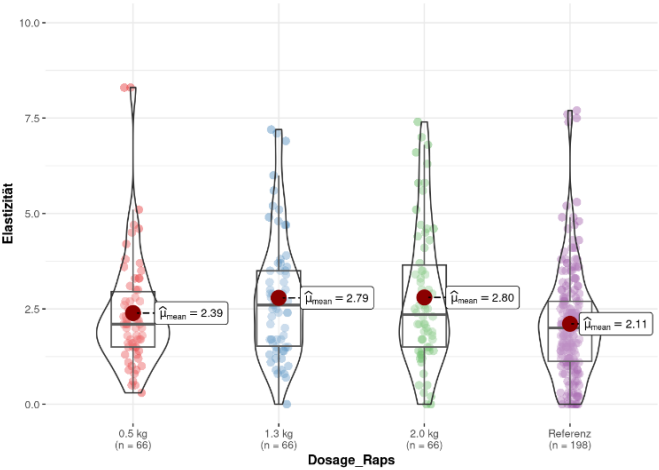


Abbildung 21: Elastizität; signifikanter Unterschied zwischen Fütterung mit 1,3 kg Rapskuchen und Referenz und hoch signifikanter Unterschied zwischen Fütterung mit 2,0 kg Rapskuchen und Referenz (Signifikanzniveau 0,05)

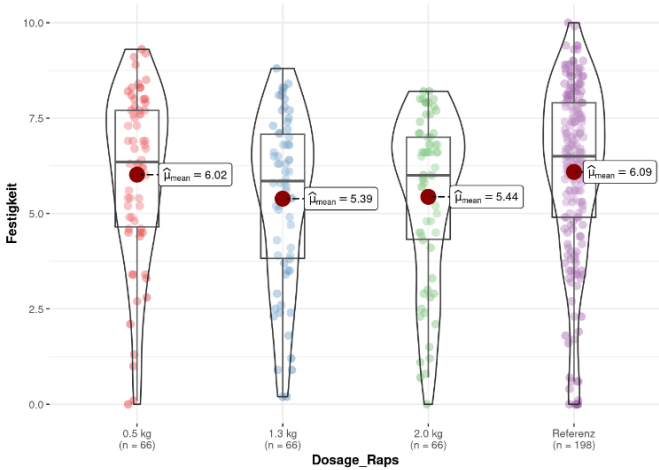


Abbildung 20: Festigkeit; leicht signifikanter Unterschied zwischen Fütterung mit 2,0 kg Rapskuchen und Referenz (Signifikanzniveau 0,05)

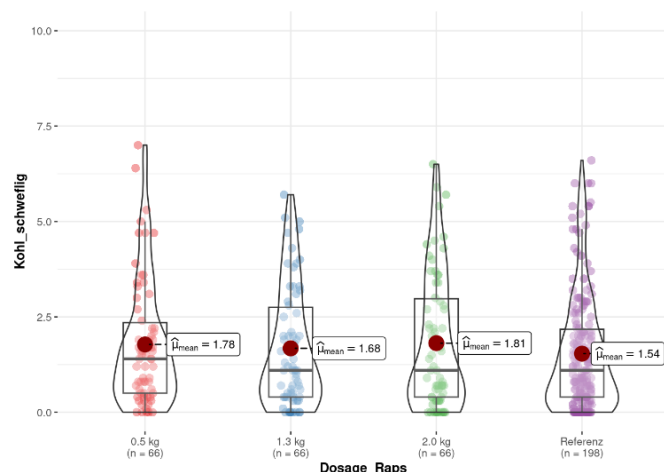


Abbildung 23: Kohl-Aroma, schwefliges Aroma; kein signifikanter Unterschied (Signifikanzniveau 0,05)

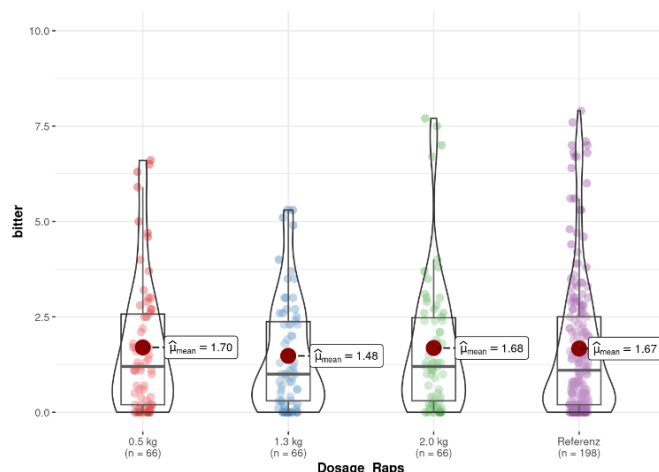


Abbildung 22: Bitterkeit; kein signifikanter Unterschied (Signifikanzniveau 0,05)

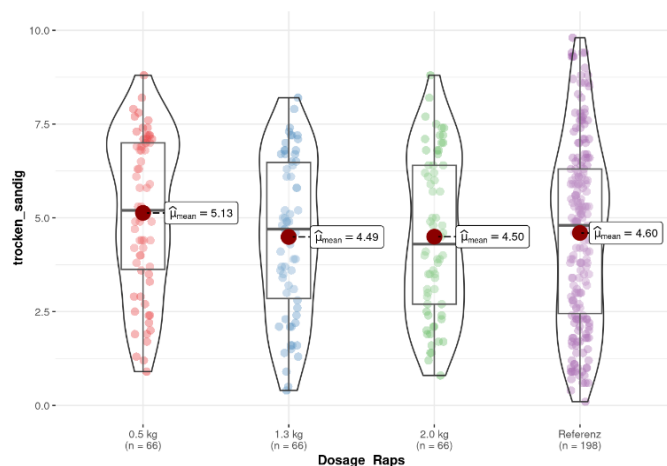


Abbildung 25: Körnigkeit; kein signifikanter Unterschied (Signifikanzniveau 0,05)

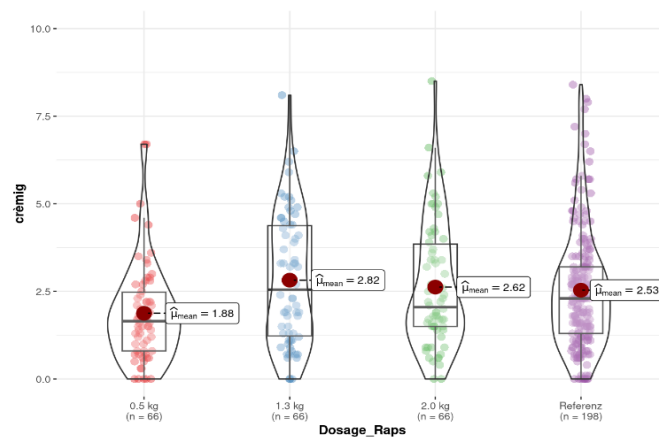


Abbildung 24: Attribut cremig; leicht signifikanter Unterschied zwischen Fütterung mit 0,5 und 1,3 kg Rapskuchen sowie zwischen 0,5 kg Rapskuchen und Referenz (Signifikanzniveau 0,05)

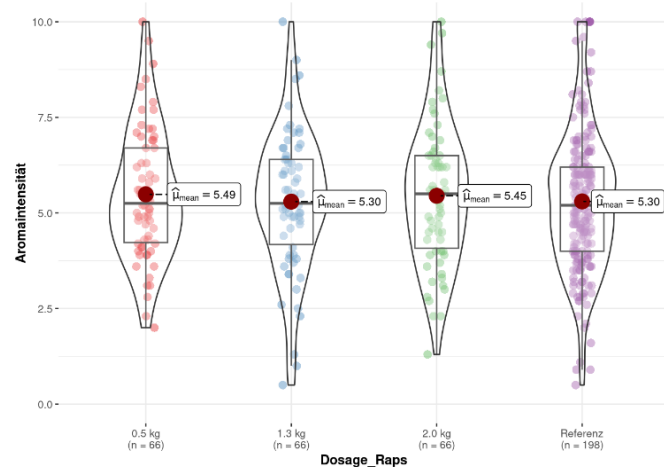


Abbildung 26: Intensität des Aromas; kein signifikanter Unterschied (Signifikanzniveau 0,05)

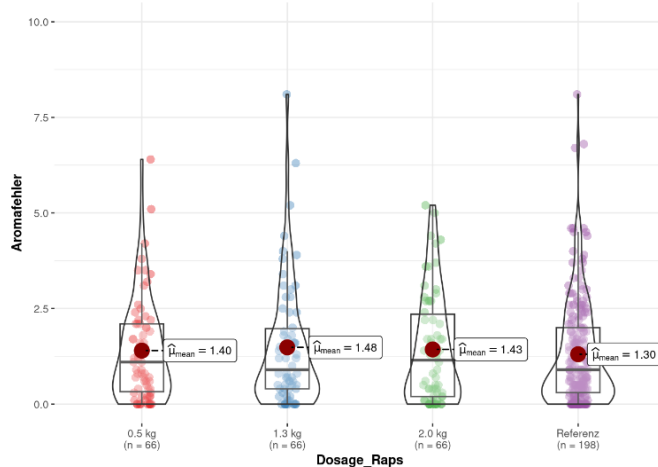


Abbildung 27: Aromafehler; kein signifikanter Unterschied (Signifikanzniveau 0,05)

3.3.8 Schnittbilder

Die Fütterung mit Rapskuchen beeinflusste weder die Farbe des Teigs noch die Lochung des Käses. Die Schnittbilder zeigten bei den beiden am 14.2.25 hergestellten Gruyère einen kleinen Riss. Die Rindendicke war in allen Varianten ähnlich.

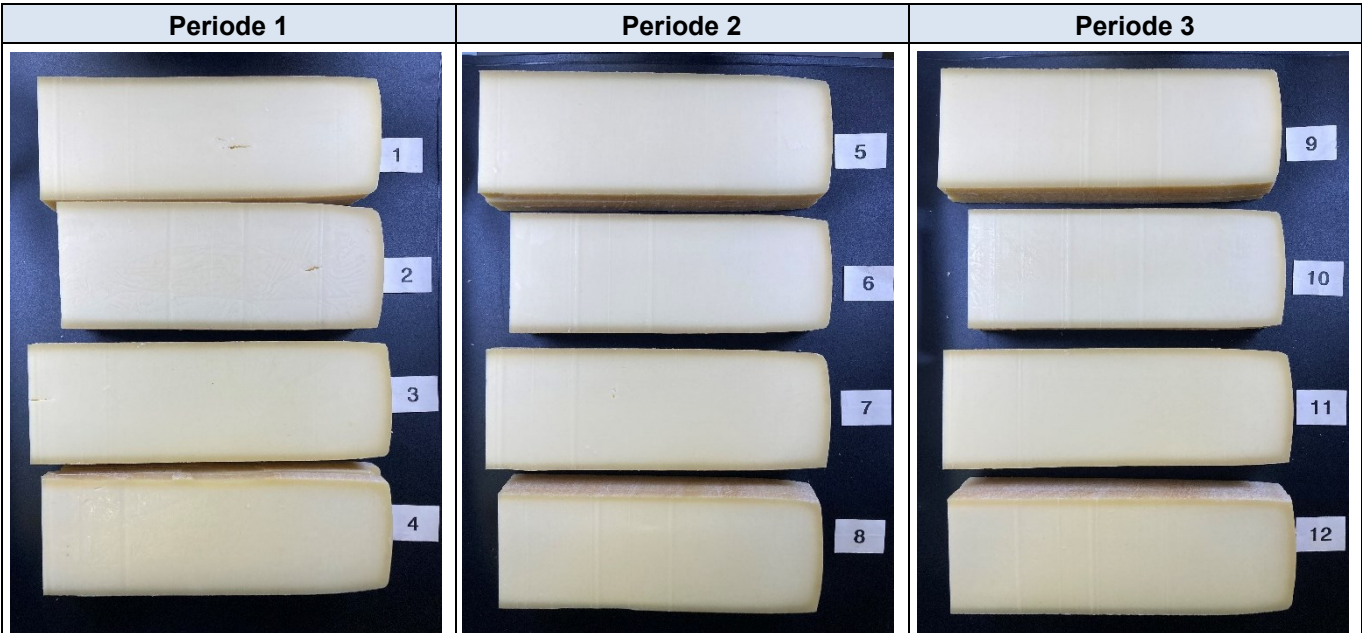


Abbildung 28: Schnittbilder des Gruyère aus der Rapskuchenfütterung nach 8 Monaten Reifung (gerade Zahlen: Referenz)

4 Schlussfolgerungen

Der Versuch verlief von der Fütterung der Kühe über das Sammeln der Milch bis hin zur Herstellung und Reifung des Gruyère genau nach Plan. Die Proben wurden wie vorgesehen repräsentativ entnommen, transportiert und analysiert, ohne dass Probleme auftraten.

Nach anfänglicher Zurückhaltung zeigten die Kühe eine sehr gute Akzeptanz des Rapskuchens. Die Zusammensetzung des Rapskuchens entsprach den vom Lieferanten angegebenen Werten. Die Ergänzung der Grundfütterration mit Rapskuchen hatte keine negativen Auswirkungen auf die Milchqualität. Die mit Milch aus der Rapskuchenfütterung hergestellten Gruyère wiesen nach 24 Stunden und nach 8 Monaten Reifung einen niedrigeren pH-Wert und eine etwas weniger ausgeprägte Proteolyse (OPA-Wert) als die Referenzkäse auf.

Bezüglich der Fette wiesen die Gruyère nach Rapskuchenfütterung jedoch signifikant höhere Werte für den Anteil an langkettigen Fettsäuren und an mehrfach ungesättigten Fettsäuren auf. Ausserdem stiegen mit zunehmendem Anteil von Rapskuchen an der Ration auch verschiedene Fettsäuren wie trans-Ölsäure (C18:1), trans-Linolsäure (18:2) sowie konjugierte Linolensäuren (CLA) und Omega-6-Fettsäuren signifikant an. Diese Fettsäuren wirken sich vorteilhaft auf die Qualität des Teigs aus.

Bei der Analyse der aktiven aromatischen Verbindungen konnte ein Anstieg der Schwefelverbindungen im Käse nach Rapskuchenfütterung ausgeschlossen werden. Selbst bei einer maximalen Fütterung von 2 kg pro Tag und Kuh wurde kein erhöhter Wert für eine Schwefelverbindung festgestellt.

Bei der sensorischen Bewertung wurden einige Unterschiede in Bezug auf die Konsistenz festgestellt. Mit zunehmendem Rapskuchenanteil an der Ration erwies sich der Teig als elastischer und weniger fest.

Die Panelisten fanden jedoch keine signifikanten Unterschiede beim Aroma oder bei der Bitterkeit. Das getrennt beurteilte Aroma nach Kohl/Schwefel war beim Käse nach Rapskuchenfütterung nicht stärker ausgeprägt. Schliesslich beeinträchtigte die Rapskuchenfütterung auch weder die Farbe noch die Lochung des Gruyère.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass dieser Versuch keine negativen Auswirkungen der Fütterung von Milchkühen mit Rapskuchen auf die Qualität des Gruyère AOP zeigte.

5 Bibliographie

- Gresset F., Python P. et Reviron S., 2015. Comment améliorer le profil des acides gras du lait ? Agridea.
- Heuzé V., Tran G. et Rouillé B., 2023. Tourteau de colza. Institut d'élevage Idele.
- Hurtaud C., Peyronnet C., Lamy J.M., Duboz G., Buchin S., Berodier F., Beuvier E., Brunschwig P., 2014. Effets du tourteau de colza sur la composition du lait de vache et la qualité du fromage. INRA, France.
- Münger A., 1998. Tourteau de presse de colza dans la ration de la vache laitière, Agrarforschung 5 (3) :105-108, 1998.
- Stoll, W., Sollberger H., Schaeren W., 2001. Graines de colza dans l'alimentation de la vache laitière. Berne, Revue suisse Agric. 33 (5): 207-212.
- Tormo E. et Rouillé B., 2020. Pratiques d'utilisation des tourteaux pour les vaches laitières. Terres Univia et Institut d'élevage Idele.

6 Danksagung

Wir danken der **Sortenorganisation Gruyère** herzlich für das Mandat und die finanzielle Unterstützung dieser Studie. Wir danken auch den folgenden Personen für ihren aktiven und konstruktiven Beitrag zu dieser Arbeit:

- Pascal Rufer und Jean-Luc Oberson von Proconseil
- Georges Michaud, Käser in Combremont-le-Grand
- Carole Labie, Betriebsleiterin und Milchproduzentin in Grange-Verney
- Julien Ney, Milchproduzent in Combremont-le-Grand
- Gabriel Hoffmann, Milchproduzent in Combremont-le-Grand
- Serge Pernet, Präsident der Société laiterie de Combremont-le-Grand
- Nicolas Genoud, ARQHA
- Margot SA in Yverdon