



Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften
Lebensmitteltechnologie Bachelor of Sciences
WS 2020/21

Bachelorarbeit

Ernährungsphysiologische Bedeutung und sensorischer Vergleich ausgewählter Käsesorten und deren veganen Alternativprodukten

Verfasser: Svea Sophie Harksel

1. Betreuer: Prof. Dr. Jörg Meier

2. Betreuer: Prof. Dr. Siegfried Bolen

URN 2021-0009-0

Neubrandenburg, 01.03.2021

Abstract

The proportion of people who are vegan and vegetarian is increasing steadily. This statement is supported by the fact that there are currently around 1.13 million people in Germany who follow a vegan diet, compared with only 80,000 in 2008. As a result, more and more substitute products can be found in the refrigerated shelves of food retailers. In recent years, the number of vegan analogues to conventional cow's milk cheese has been increasing. The extent to which these products are similar was examined in this work.

Particular attention was paid to the nutritional composition and the sensory properties of the products. For the latter, a seven-person panel trained by the author was used. This panel examined seven different samples in several sessions, consisting of three selected types of cheese and four vegan analog products. The test methods used were napping in connection with Ultra Flash Profiling and Free Choice Profiling. After completing the examinations, the determined values were evaluated using an MFA and a GPA.

The results of the investigations showed that the vegan analog products differ significantly from the original products. The factors taste and texture were particularly significant. Both of these properties could not be satisfactorily imitated by the alternative products. The vegan analogues were very often described as too hard and crumbly, while the cow's milk cheeses were described as soft, rubbery and creamy. In terms of taste, the conventional products were mostly described as buttery and creamy. These attributes were not used for the analogs. They were more likely to be described as coconut-like, greasy, and salty.

When looking at the nutritional significance, it was found that the nutritional compositions of the products differ from one another. Cheese consists largely of fat, water and protein, while the vegan versions consist of fat, water and carbohydrates.

As a result of this work, it was found that the vegan analogues of cheese showed neither sensory nor nutritionally strong similarities to the original product. If the parameters described above were optimized, the products could achieve better sensory results. A nutritional approach to the original product is rather unlikely due to the different ingredients.

Inhaltsverzeichnis

Abstract

Verzeichnis der verwendeten Symbole und Formelzeichen

Abkürzungen

1	Einleitung	5
2	Stand der Wissenschaft und Technik	6
2.1	Definitionen	6
2.2	Allgemeine Rechtsgrundlage.....	7
2.3	Herstellungsprozess	8
2.3.1	Käse.....	8
2.3.2	Analogkäse.....	9
2.4	Ernährungsphysiologische Bedeutung von Käse	12
2.5	Ernährungsphysiologische Bedeutung der veganen Analogen	13
2.6	Erkenntnisse bisheriger Untersuchungen	14
3	Material und Methoden	16
3.1	Vorstellung der Proben.....	16
3.2	Ablaufplan	16
3.3	Napping in Verbindung mit Ultra Flash Profiling (UFP).....	18
3.4	Free Choice Profiling (FCP).....	18
3.5	Ernährungsphysiologische Methoden	19
3.6	Statistische Verfahren.....	19
3.6.1	Multiple Faktorenanalyse.....	20
3.6.2	Verallgemeinerte Procrustes-Analyse	20
4	Ergebnisse.....	21
4.1	Napping mit UFP.....	21
4.2	FCP	23
5	Diskussion und Schlussfolgerung.....	30
5.1	Sensorik	30
5.2	Vergleich der ernährungsphysiologischen Eigenschaften.....	32
6	Zusammenfassung	36
7	Literaturverzeichnis	37
8	Abbildungsverzeichnis	41
9	Tabellenverzeichnis	41
10	Anlagen.....	42
	Erklärung über die selbstständige Anfertigung der Arbeit.....	44

Verzeichnis der verwendeten Symbole und Formelzeichen

Symbol	Bezeichnung	Einheit
E	Energie	kJ, kcal
l	Länge	cm, mm
m	Masse	g, kg
t	Thermodynamische Temperatur	°C
p	Druck	bar

Abkürzungen

UFP	Ultra Flash Profiling
FCP	Free Choice Profiling
A	Aussehen
GR	Geruch
GS	Geschmack
T	Textur
MFA	Multiple Faktoren Analyse
GPA	Verallgemeinerte Procrustes-Analyse
s.A.	siehe Anlage
o.Ä.	oder Ähnliches
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
MK	milder Käse
RK	Räucherkäse
RV	vegane Raucharoma enthaltende Analoge
MV	milde vegane Analoge
F	Fett
d. ges. FS	davon gesättigte Fettsäuren
KH	Kohlenhydrate
EW	Eiweiß
HK	Hauptkomponente
MCT	Medium Chain Triglycerides
HDL	High Density Lipoprotein
LDL	Low Density Lipoprotein
LEH	Lebensmitteleinzelhandel

1 Einleitung

Der Anteil an sich vegetarisch und vegan ernährenden Menschen nimmt seit Jahren immer mehr zu. 2020 gab es ca. 6,5 Millionen Menschen, die sich selbst als Vegetarier bezeichnen und damit etwa 400.000 Menschen mehr als im Jahr zuvor. Derzeit gibt es 1,13 Millionen Menschen, die sich selbst als Veganer betrachten (Statista, 2021). 2008 lag die Zahl lediglich bei 80.000 (Skopos, 2019).

Veganer verzichten in ihrer Ernährung auf sämtliche Produkte tierischen Ursprungs, das heißt sie verzehren weder Fleisch-/ Wurstwaren noch Eier und Milchprodukte. Da jedoch nicht jeder Mensch, der sich vegan ernährt, auf den Geschmack und Konsum solcher Produkte verzichten möchte, sind vegane und vegetarische Ersatzprodukte immer mehr gefragt. Laut Statistik-Portal Statista (2020) wurden im Jahr 2019 bereits bis zur neunten Kalenderwoche rund 1,22 Milliarden Euro mit vegetarischen und veganen Lebensmitteln in Deutschland umgesetzt. Dem gegenüber lag im gesamten Jahr 2017 der Umsatz nur bei 736 Millionen Euro. Auf Grund der stetig wachsenden Nachfrage, hat sich ein neuer Lebensmittelproduktbereich entwickelt, der der Analogprodukte. Seither werden immer wieder neue Alternativprodukte entwickelt.

Diese Arbeit befasst sich speziell mit den Analogprodukten zu Käse. Inzwischen findet man in nahezu jedem deutschen Lebensmitteleinzelhandel vegane Analogprodukte zu Käse.

In dieser Ausarbeitung sollen die sensorischen Unterschiede und ernährungsphysiologischen Bedeutungen dieser Produkte untersucht werden.

Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Sensorik. Es soll herausgefunden werden, ob und wenn ja, wie sehr sich die veganen Analogprodukte von ihren Vorbildern unterscheiden. Dafür werden die Kurzzeitverfahren Napping und Ultra Flash Profiling, sowie das Free Choice Profiling herangezogen.

Darüber hinaus werden auch die Inhaltsstoffe und deren Wirkung auf den menschlichen Organismus, in Hinblick auf die ernährungsphysiologische Bedeutung untersucht.

2 Stand der Wissenschaft und Technik

2.1 Definitionen

Käse

In der Käseverordnung (1986) wurde der Begriff Käse in §1 definiert „Käse sind frische oder in verschiedenen Graden der Reife befindliche Erzeugnisse, die aus dickgelegter Käsereimilch hergestellt sind.“

Käsereimilch

Der Begriff Käsereimilch wird in der Käseverordnung (1986) wie folgt definiert „Käsereimilch ist die zur Herstellung von Käse bestimmte Milch, auch unter Mitverwendung von Buttermilcherzeugnissen, Sahneerzeugnissen, Süßmolke, Sauermolke und Molkensahne (Molkenrahm). Als Käsereimilch gelten auch

1. Buttermilcherzeugnisse,
2. Sahneerzeugnisse zur Herstellung von Frischkäse,
3. Süßmolke, Sauermolke und Molkensahne (Molkenrahm), auch unter Zusatz von Milch und Sahneerzeugnissen, zur Herstellung von Molkeneiweißkäse.

Buttermilcherzeugnissen dürfen keine Bindemittel zugesetzt sein. Die Milch kann ganz oder teilweise durch Schaf-, Ziegen- oder Büffelmilch ersetzt sein. Die in den Sätzen 1 und 2 genannten Milcherzeugnisse können ganz oder teilweise durch entsprechende Erzeugnisse aus Schaf-, Ziegen- oder Büffelmilch ersetzt sein. Die in den Sätzen 1 bis 5 genannten Erzeugnisse dürfen miteinander vermischt und durch Entzug von Wasser oder unter Anwendung von Verfahren zur Konzentration des Milcheiweißes durch Entzug anderer Milchinhaltsstoffe eingedickt sein, wobei der Anteil des Molkeneiweißes am Gesamteiweiß nicht größer sein darf als in der Käsereimilch.“

Analogkäse

Analogkäse sind Erzeugnisse, die ähnlich aussehen wie Käse, aber nicht aus Milch hergestellt wurden. Darüber hinaus ist Analogkäse in der Herstellung günstiger, da kein Reifungsprozess notwendig ist. Die Hitzebeständigkeit und das Schmelzverhalten sind besser als bei konventionellem Käse (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, 2012).

Vegane Lebensmittel

In den Leitsätzen für vegane und vegetarische Lebensmittel mit Ähnlichkeit zu Lebensmitteln tierischen Ursprungs (2018) werden vegane Lebensmittel wie folgt definiert: „Vegan sind Lebensmittel, die keine Erzeugnisse tierischen Ursprungs sind und bei denen auf allen Produktions- und Verarbeitungsstufen keine

- Zutaten (einschließlich Zusatzstoffe, Trägerstoffe, Aromen und Enzyme) oder
- Verarbeitungshilfsstoffe oder
- Nichtlebensmittelstoffe, die auf dieselbe Weise und zu demselben Zweck wie Verarbeitungshilfsstoffe verwendet werden,

die tierischen Ursprungs sind, in verarbeiteter oder unverarbeiteter Form zugesetzt oder verwendet worden sind.

Mikroorganismen (Bakterien, Hefen und Pilze) sind nichttierischen Ursprungs und werden gegebenenfalls auch in Lebensmitteln verwendet, die als „vegan“ ausgelobt werden.“.

2.2 Allgemeine Rechtsgrundlage

Da der Begriff Käse, in der Käseverordnung §1 deutlich definiert ist, dürfen sich nur Produkte, welche wirklich aus Tiermilch hergestellt werden, auch Käse nennen. Demzufolge dürfen vegane Analogprodukte nicht als „veganer Käse“ o.Ä. bezeichnet werden. Zu diesem Ergebnis kam auch die Siebte Zivilkammer des Landesgerichts Trier 2016. Ein Hersteller für vegane und vegetarische Produkte brachte einige Produkte mit der Bezeichnung Käse in Umlauf, in denen sich jedoch keine Milch tierischen Ursprungs befand. Die Gerichtsentscheidung aus Trier besagt jedoch, dass sich solche Produkte weder Käse noch Cheese nennen dürfen. Das Europäische Recht (EU-VO 1308/2013) wurde als Grundlage für diesen Beschluss genannt (Festl, 2016). Auch die Bezeichnung „Analogkäse“ ist nicht korrekt, da keine Milchbestandteile in dem Produkt enthalten sind. Für ein einfacheres Verständnis und eine bessere Lesbarkeit wird in der fortlaufenden Arbeit immer wieder der Begriff Analogkäse verwendet, auch wenn es sich dabei lediglich um ein veganes Analogprodukt handelt, und nicht um Analogkäse mit Milchbestandteil.

2.3 Herstellungsprozess

2.3.1 Käse

Käse entsteht durch das mechanische Auftrennen von den in der Milch enthaltenen Makromolekülen und der wässrigen Phase. Es wird unterschieden zwischen einer Lab- oder Säurefällung. Die Molke trennt sich von dem Bruch. Aus dem Bruch, welcher hauptsächlich aus geronnenem Eiweiß und Fett besteht, wird anschließend der Käse gewonnen. Je nach Käseart, wird der Bruch anschließend gepresst und gereift.

In der Industrie werden bei der Herstellung von schnittfestem Käse zu Beginn, je nach Käsesorte, Rahm und Magermilch im gewünschten Verhältnis gemischt, pasteurisiert und auf etwa 30 °C erwärmt. Anschließend wird der Milchmischung Calciumchlorid hinzugefügt, um das Dicklegen zu optimieren. Danach wird die jeweilige Käsekultur der Mischung beigelegt. Die Temperatur wird gehalten, bis der entsprechende pH-Wert durch die Milchsäurekulturen erreicht wurde. Sobald der gewünschte pH-Wert erreicht ist, wird, wenn es sich um Lab-Käse handelt, das Lab der Mischung zugeführt. Nachdem das Lab gleichmäßig verteilt wurde, erfolgt die Dicklegung. Wenn die Milch dickgelegt wurde, muss der Bruch geschnitten werden, damit sich die Molke bestmöglich von dem Bruch lösen kann. Ein Teil der Molke wird abgezogen und das restliche Molke-Bruch-Gemisch wird mit Wasser versetzt. Nach erfolgter Synärese (Molkeaustritt aus dem Bruch) hat der Bruch die richtige Konsistenz, um in die Käseformen gegeben zu werden. Je nach Käsesorte wird er über mehrere Stunden bis Tage gepresst. Danach wird der Käse aus den Formen genommen und für 1-2 Tage in ein Salzbad gegeben. Anschließend werden die Leibe meist mit Folien oder Wachs umhüllt und in Klimakammern gereift.

Die Reifung bei Schnittkäsen erfolgt meist recht gleichmäßig. Grund dafür sind Milchsäurebakterien, welche auch für die Aromabildung zuständig sind. Das Aroma bildet sich durch den Abbau von Proteinen. Die verschiedenen Käsesorten entstehen durch das Einsetzen unterschiedlicher Starterkulturen und der unterschiedlichen Steuerung des Reifeprozesses (van den Berg et al., 2004).

Zur Veranschaulichung des Herstellungsprozesses von Schnittkäse, ist in Abbildung 1 ein Fließschema zum Herstellungsprozess von Gouda dargestellt.

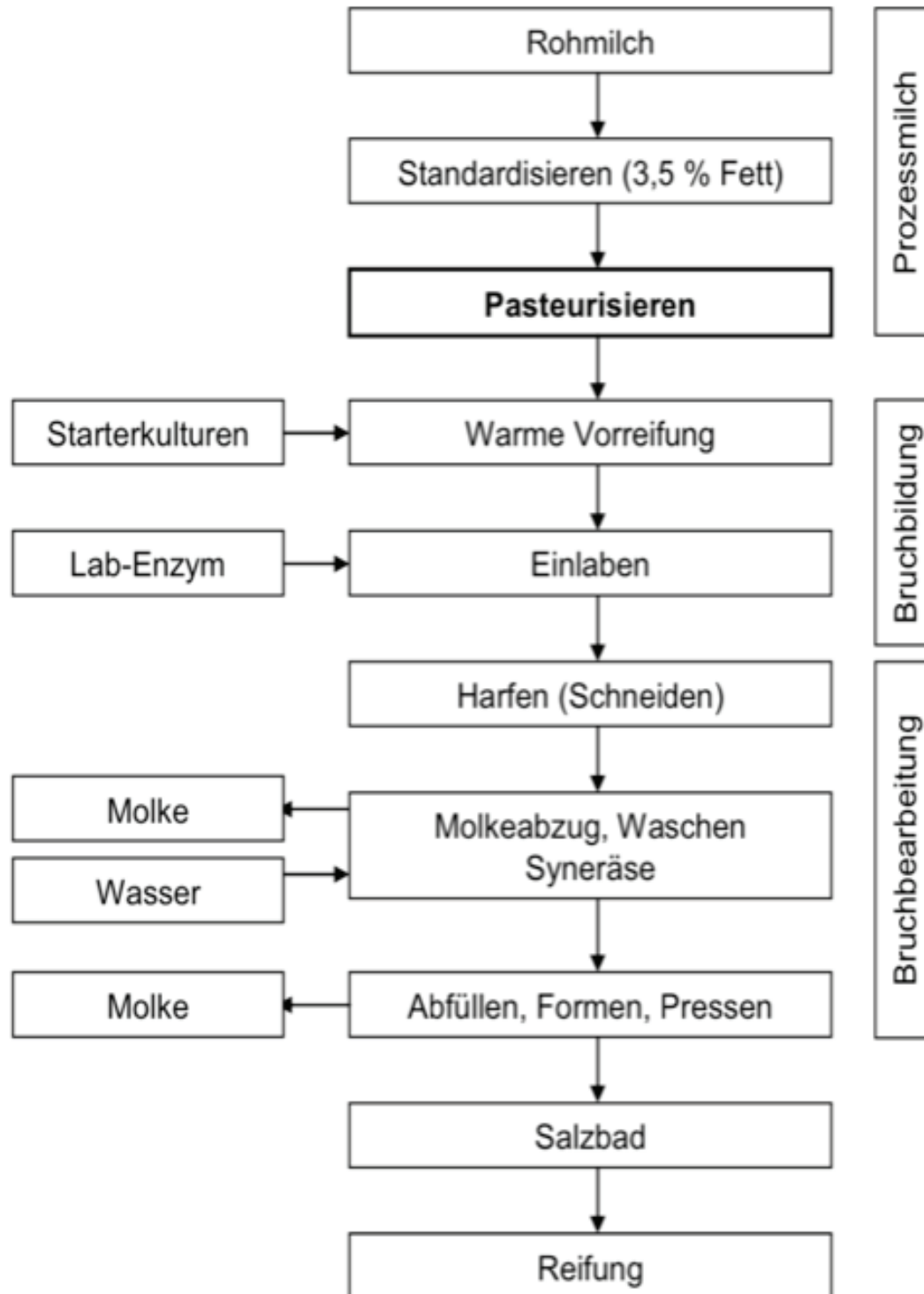


Abbildung 1: Fließschema Goudaherstellung (Duensing, 2012)

2.3.2 Analogkäse

Die Herstellung von Analogkäse ist gekennzeichnet durch das Vermischen von ausgewählten Zutaten, meist Stärke, Pflanzenöl, Wasser, Salz und Aromen, unter Mitwirken von Hitze. Üblicherweise erfolgt die Herstellung nach folgendem Schema (Siehe Abbildung 2).

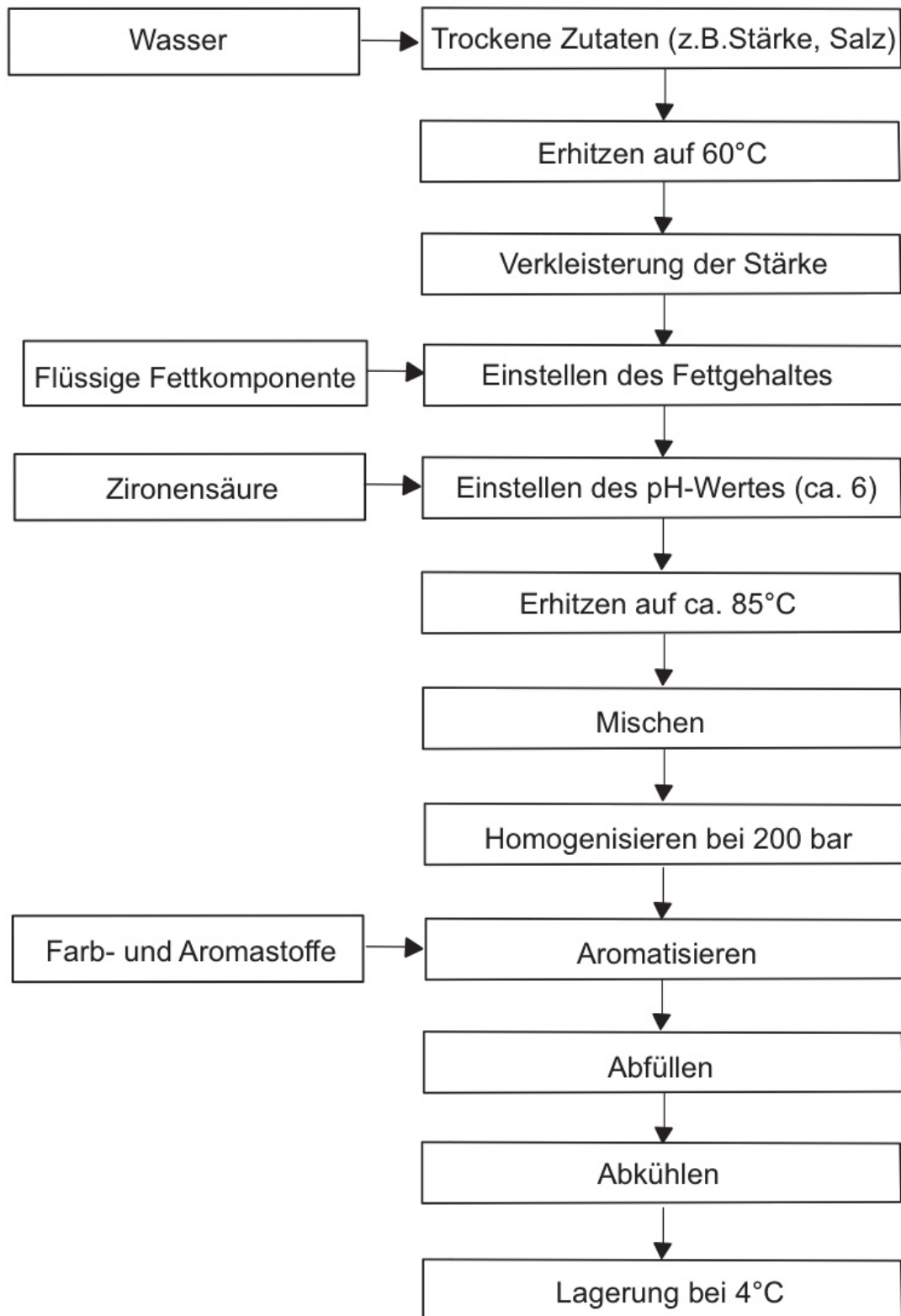


Abbildung 2: Fließschema Herstellungsprozess von Analogkäse (Eigene Darstellung unter Berücksichtigung von Edelby, 2014)

Zu Beginn werden die trockenen Zutaten vermischt und mit dem Wasser versetzt und vermengt. Anschließend wird die Mischung auf etwa 60 °C erhitzt. Diese Temperatur wird gewählt, da die

einzelnen Zutaten sich dadurch besser im Wasser lösen lassen. Darüber hinaus liegt die Verkleisterungstemperatur von Kartoffelstärke in diesem Temperaturbereich.

Tabelle 1: Verkleisterungstemperatur von Stärke (Tegge, 2004)

Stärke	Verkleisterungs- bereich	Quellvermögen
Kartoffel	56–66 °C	> 1000-fach
Mais	75–80 °C	24-fach
Weizen	80–85 °C	21-fach
Reis	61–78 °C	20-fach
Wachsmais	63–72 °C	64-fach
Gelbmais	–	6-fach

Die Verkleisterungstemperatur ist abhängig von der jeweiligen Stärke. Kartoffelstärke beispielsweise hat eine Verkleisterungstemperatur von etwa 56–66 °C. Die Verkleisterungstemperatur anderer Stärken können aus der Tabelle 1 entnommen werden.

Ein Quellvermögen von 21, wie es in Tabelle 1 bei Weizenstärke zu sehen ist, bedeutet, dass das Stärkekorn eine 21-fache Volumenzunahme im Vergleich zum Volumen des ursprünglichen Stärkekorns erreichen kann. Die Volumenzunahme kann durch verschiedene Faktoren, wie beispielsweise das Vorhandensein von Fetten, stark beeinflusst werden (Padinger, 2017).

Sehr häufig wird in der Lebensmittelindustrie neben nativer Stärke auch modifizierte Stärke eingesetzt. Bei modifizierter Stärke werden bestimmte Eigenschaften, wie beispielsweise das Quellvermögen und die damit verbundene Verkleisterung angepasst. Häufig in der Form, dass diese Eigenschaften verstärkt werden. Dies geschieht durch den Einsatz von physikalischen, enzymatischen oder chemischen Verfahren (Belitz, 2008).

Danach wird die Fettkomponente, meistens kostengünstige Pflanzenfette wie Palmfett oder Kokosöl, hinzugefügt. Mit Hilfe einer Säure, üblicherweise Citronensäure, wird im Anschluss der pH-Wert der Mischung auf die gewünschte Größe eingestellt (Edelby, 2014). Während des Herstellungsprozesses von Analogkäse wird meist mit dem gegebenen pH-Wert gearbeitet, welcher üblicherweise bei etwa 8–9 liegt, da das Produkt bei diesem pH-Wert die besten Verarbeitungseigenschaften besitzt. Anschließend wird üblicherweise ein pH-Wert von 6 eingestellt. Je geringer der pH-Wert eingestellt wird, desto härter wird die Konsistenz des Produktes. Bei einem pH-Wert von < 5 wird die Wasseraufnahmefähigkeit der Analoge stark beeinträchtigt. Wird der pH-Wert auf > 6,5 eingestellt, so wird das Produkt sehr weich und mikrobiell bedenklich (Tamine, 2011). Anschließend wird die Suspension auf etwa 85 °C erhitzt und im Hochdruckhomogenisator bei etwa 200 bar homogenisiert. Nach Bedarf werden Farb- und Aromastoffe dem Gemisch

hinzugefügt. Danach kann die Suspension abgefüllt werden. Erst nach der kompletten Auskühlung erstarrt das Analogprodukt komplett. Die Lagerung des Analogkäses erfolgt bei 4°C. Eine Reifung ist bei Analogkäse nicht notwendig (Edelby, 2014).

2.4 Ernährungsphysiologische Bedeutung von Käse

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2021) empfiehlt einen Verzehr von etwa 50-60 g Käse pro Tag. Käse besteht hauptsächlich aus Fett, Wasser und Proteinen. Die Anteile dieser Komponenten können je nach Käsesorte stark variieren. Je nach Käse-Art ist unter Umständen auch der Milchzucker Lactose enthalten.

Fett ist einer der Hauptbestandteile von Käse. Nahrungsfette bestehen vor allem aus Triglyceriden. Da der Energiegehalt von Fetten bei 37 kJ (9 kcal) pro Gramm liegt, gelten Fette als konzentrierte Energielieferanten. Damit ist ihr Energiegehalt mehr als doppelt so hoch wie der von Kohlenhydraten und Proteinen. Ein erhöhter Fettkonsum trägt nachweislich zu Übergewicht und ernährungsbedingten Gesundheitsstörungen bei. Fette sind jedoch auch wichtige Lieferanten von Fettsäuren, die zum Aufbau von Hormonen und Zellmembranen benötigt werden. Darüber hinaus sind sie für die Aufnahme fettlöslicher Vitamine unentbehrlich. Während der Verdauung werden Fette in Glycerin und Fettsäuren aufgespaltet. Gesättigte und einfach ungesättigte Fettsäuren können vom Körper selbst hergestellt werden. Die unentbehrlichen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren müssen über die Nahrung aufgenommen werden, da der menschliche Organismus diese nicht synthetisieren kann (Oberitter, 2010). Bei halbfesten Käsesorten wie Butterkäse oder Gouda kann man von einem Fettgehalt von etwa 25-35 g pro 100 g ausgehen. Die Zusammensetzung des Milchfettes ist recht vielseitig. Es besteht aus gesättigten, ungesättigten und auch mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Ca. 70 % der im Milchfett vorkommenden Fettsäuren sind gesättigte Fettsäuren. Etwa 25 % der Fettsäuren in dem Milchfett zählen zu den einfach ungesättigten Fettsäuren und lediglich 5 % gehören zu den mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Diese Angaben sind jedoch natürlichen Schwankungen (vor allem jahreszeitlich und futterbedingt) ausgesetzt, da es sich bei dem Rohstoff Milch um ein Naturprodukt handelt. Käse enthält pro 100 g Fett ca. 3-6 g natürliche Transfettsäuren. Transfettsäuren werden häufig mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen in Verbindung gebracht. Epidemiologische Studien haben jedoch gezeigt, dass die negativen Auswirkungen hauptsächlich auf die unnatürlichen Transfettsäuren, welche beispielsweise beim Härten von pflanzlichen Ölen entstehen, zurückzuführen sind. Die Menge an natürlichen Transfettsäuren hat in klinischen Studien zu keiner Veränderung der Blutfettwerte geführt (Jakob et al., 2008).

Demzufolge muss die Aussage, dass alle Fettsäuren mit trans-Doppelbindung das LDL/HDL Verhältnis im Plasma erhöhen, kritisch betrachtet werden. Allgemein kann die Wirkung des Milchfettes auf den menschlichen Organismus nicht als nachteilig betrachtet werden (Kuhnt et al. 2011).

Proteine sind für zahlreiche Vorgänge im menschlichen Körper unabdingbar. Sie sind am Zellaufbau der einzelnen Zellen beteiligt und auch an sämtlichen Stoffwechselvorgängen im menschlichen Körper. Proteine haben einen Energiegehalt von 17 kJ (4 kcal) pro Gramm. Die biologische Wertigkeit eines Proteins ist abhängig von der Aminosäurezusammensetzung des jeweiligen Eiweißes. Tierische Proteine haben meist eine höhere biologische Wertigkeit als pflanzliche Proteine (Oberritter, 2010). Der Proteingehalt von Käse liegt üblicherweise bei etwa 20-30 %. Eiweiße setzen sich aus bis zu 20 unterschiedlichen Aminosäuren zusammen, von denen 9 als unentbehrlich gelten (Jakob et al., 2008). Die biologische Wertigkeit des Käseproteins Casein liegt bei 77. Dieser Wert kann als positiv betrachtet werden. Darüber hinaus unterstützen Caseine den Körper bei der Aufnahme von Nährstoffen und Vitaminen (Hoffman et al., 2004).

Der Anteil an Kohlenhydraten ist bei Käse verschwindend gering. Der Milchzucker Lactose wird von den Milchsäurebakterien während der ersten 24 Stunden der Käsereifung nahezu komplett abgebaut. Das ist auch der Grund, warum viele Hartkäse praktisch lactosefrei sind. Bei Käsesorten wie Frischkäse, Schmelzkäse oder Käsezubereitungen mit Milchpulver hingegen, sind zumeist noch sehr hohe Konzentrationen an Lactose nachzuweisen. Der Lactosegehalt von Frischkäse beispielsweise liegt bei etwa 3,4 %, der von Butterkäse nur bei etwa 0,1 % (Jakob et al. 2008).

2.5 Ernährungsphysiologische Bedeutung der veganen Analogen

Die Hauptbestandteile der veganen Analogen sind nicht wie beim konventionellen Käse Fett, Wasser und Protein, sondern Fett, Wasser und Kohlenhydrate.

Kohlenhydrate sind Nährstoffe, welche während der Photosynthese von Pflanzen gebildet werden. In geringen Mengen kommen sie auch im tierischen Organismus vor. Sie gelten als die wichtigsten Energielieferanten mit einem Energiegehalt von 17 kJ (4 kcal) pro Gramm. Eingeteilt werden Kohlenhydrate in Monosaccharide wie Glucose, Disaccharide wie Saccharose und Polysaccharide wie beispielsweise Stärke (Oberritter, 2010). Die Analogen bestehen zu mehr als 20 % aus Kohlenhydraten. Meist wird bei der Herstellung Kartoffel- oder Tapiokastärke verwendet.

Stärke hat in der Lebensmittelindustrie generell eine große Bedeutung, da sie häufig als Bindemittel eingesetzt wird. Kalt ist Stärke nahezu wasserunlöslich, wird die Stärke jedoch erhitzt,

kann sie sehr viel Flüssigkeit aufnehmen und binden. Dies geschieht, in dem die Stärkekörner aufquellen und ihre kristalline Erscheinungsform verlieren. Dieser Vorgang wird Verkleisterung genannt.

Bei der Herstellung der veganen Analogprodukte wird meist Kokosfett verwendet. Kokosfett enthält etwa 80 % gesättigte Fettsäuren. Darüber hinaus ist ein hoher Anteil an mittelkettigen Fettsäuren, den sogenannten MCT (Medium Chain Triglycerides), enthalten. Mit einer Jodzahl von 6-11 und entsprechend wenigen ungesättigten Fettsäuren ist das Kokosfett eines der Fette, mit den wenigsten ungesättigten Fettsäuren und gleichzeitig der niedrigsten Jodzahl. Auf Grund dessen wird vermehrt von einem übermäßigen Verzehr von Kokosfett abgeraten (Klusmann et al., 2018). Dennoch ist darauf hinzuweisen, dass der hohe Gehalt an MCT einen großen Vorteil für das Herz-Kreislauf-System hat (Padinger, 2017).

Der menschliche Körper kann diese MCT ohne Gallensäure oder fettspaltende Enzyme verdauen und verwerten. Es wird vermutet, dass dadurch das gefäßschützende HDL-Cholesterin erhöht wird. Es ist jedoch noch nicht erforscht, ob Laurinsäure nur das HDL-Cholesterin oder auch das weniger positive LDL-Cholesterin erhöht (Lobitz, 2018).

Da Kokosöl jedoch nahezu geruchs- und geschmackslos ist, eignet es sich für die Herstellung von Analogkäse bestmöglich.

Proteine sind in den veganen Analogprodukten nicht nachzuweisen.

2.6 Erkenntnisse bisheriger Untersuchungen

In der Publikation mit dem Titel „Evaluation of Some Physical, Chemical and Sensory Properties of Kasar Cheese and Its Processed and Analogue Types“ aus der Türkei, wurden die sensorischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften von einem ausgewählten Käse, seiner verarbeiteten Variante und einer Analoge untersucht. Es wurden signifikante Unterschiede des Protein-, Asche- und Fettgehalts zwischen den Produkten festgestellt. Auch geschmacklich konnten erhebliche Unterschiede festgestellt werden. Im Ergebnis des durchgeführten Verbraucherakzeptanztestes wurde festgestellt, dass der Kasar-Käse der beliebteste, der Analogkäse hingegen der unbeliebteste der drei untersuchten Produkte, war (Yalman et al., 2017).

Die Studie zu dem Thema: „Bewertung einiger chemischer und sensorischer Eigenschaften von Schmelzkäse-Analogen mit ausgewählten Pflanzenölen“ bietet eine gute Vergleichsgrundlage zu dieser Arbeit.

In der Arbeit wurde der Milchfettanteil einer Schmelzkäsezubereitung durch die pflanzlichen Fette Oliven-, Mais- und Sesamöl ersetzt. Die sensorischen Ergebnisse, die in dieser Untersuchung erzielt wurden, geben wieder, dass das Aussehen, die Farbe und die Zartheit, sprich die Konsistenz nicht durch das pflanzliche Fett beeinflusst wurde. Viel mehr gab es signifikante Unterschiede im Geschmack der Produkte (Al-Dabbas et al., 2015).

Dieses Erbenis wird unterstützt, betrachtet man die Erkenntnisse aus dem Artikel „Effect of Soy Cheese and Trisodium Citate on Pizza Cheese“. Hier wurde festgestellt, dass der Geschmack das wichtigste Attribut ist, dass die akzeptanz von Sojamilch enthaltenen Analogkäsen beeinflusst (Farahmandfar et al., 2010).

Somit stellt sich heraus, dass bereits mehrere Arbeiten zu dem Thema Analogkäse auf das Ergebnis kamen, dass besonders der Geschmack von den veganen Käseanalogen einen entscheidenden, noch nicht ausreichend optimierten Faktor darstellt.

3 Material und Methoden

3.1 Vorstellung der Proben

In den Untersuchungen sollen sieben, im Einzel- und Onlinehandel erhältliche Käsesorten am Stück und deren vegane Analogen geprüft werden. Bei drei dieser Produkte handelt es sich um konventionell hergestellte Kuhmilchkäse. Die restlichen vier Proben stellen vegane Analogprodukte dar. Diese sollen die Eigenschaften des Kuhmilchkäses bestmöglich widerspiegeln.

Es wurden bei der Wahl der Produkte Vorversuche durch die Verfasserin und weitere Personen durchgeführt.

Letztlich wurden ein junger Gouda, ein Butterkäse und ein Räucherkäse in die Untersuchungen integriert.

Nur eines der ausgewählten veganen Produkte ist in einem herkömmlichen Supermarkt erhältlich. Die restlichen Proben wurden in einem Online-Lebensmittelhandel für vegane Produkte bestellt. Eines der veganen Produkte soll eine Alternative zu dem Räucherkäse darstellen. Die restlichen Proben sollen dem Gouda und dem Butterkäse ähneln. Bei den untersuchten Produkten handelt es sich um die in Tabelle 6 aufgeführten Produkte (s.A.).

3.2 Ablaufplan

Auf Grund des derzeit sich verbreitenden Corona-Virus und der damit zusammenhängenden Pandemie und des Lockdowns mussten die Untersuchungstermine dem entsprechend angepasst werden. Das Napping mit dem Ultra Flash Profiling (UFP) wurde einmal durchgeführt. Das Free Choice Profiling (FCP) hingegen wurde zweimal durchgeführt, um die Qualität des Panels besser beurteilen zu können, und um die Ergebnisse besser interpretieren zu können. Alle Untersuchungen wurden von dem selben, sieben-köpfigen Panel durchgeführt. Das Panel bestand ausschließlich aus Studierenden der Lebensmitteltechnologie. Zusammengesetzt war das Panel aus vier männlichen und drei weiblichen Prüfern, wobei alle Prüflinge in einem Alter zwischen 18 und 25 Jahren waren.

Vor den Untersuchungen fand je eine Vorstellung des jeweiligen Untersuchungsverfahrens, durch die Verfasserin, statt. Eine etwas intensivere Schulung fand für das Free Choice Profiling statt, da

dieses Prüfverfahren etwas komplexer ist im Vergleich zum Napping. Um die Vorgehensweise besser zu verdeutlichen, wurde dem Panel eine PowerPoint-Präsentation zu dem Thema FCP vorgeführt.

Die Untersuchungen wurden wie geplant an insgesamt drei Terminen, im speziell entworfenen Sensoriklabor nach DIN EN ISO 8589 durchgeführt. Die aktuelle Corona-Lage machte ein vermehrtes Lüften aller Räume erforderlich. Dies hatte zur Folge, dass im Sensoriklabor die in der DIN EN ISO 8589 festgelegte Temperatur und Luftfeuchtigkeit nicht eingehalten werden konnte. Die tatsächliche Temperatur während den Untersuchungen schwankte zwischen 17,2 und 20,1 °C. Ebenso entsprach die relative Luftfeuchtigkeit nicht der Norm, sie lag während der Untersuchungen zwischen 58 und 62 %. Damit lag die Temperatur unterhalb, und die Luftfeuchtigkeit oberhalb der dafür festgelegten Richtwerte.

Die Probendarreichung erfolgte nach Plan. Jeder Prüfer erhielt pro Untersuchungstermin ein Tablett, auf dem jede zu untersuchende Probe hinter einer 3-stelligen Zufallsziffer platziert wurde. Bei jeder Untersuchung wurden die Zahlen pro Probe neu randomisiert. Die Proben wurden in Form eines Würfels mit einer Kantenlänge von jeweils 1 cm erstellt. Standardmäßig wurden jeweils zwei Stücke einer Probe gereicht, um ein Rückverkosten der Produkte zu ermöglichen. Auf Anfrage wurden auch weitere Probenportionen verteilt.

Zur Neutralisation der Sinne wurden zu den Proben Wasser und Knäckebrot gereicht.

Um den Geruch besser wahrnehmen zu können, ohne mögliche Fremdgerüche von Handdesinfektionsmittel etc., wurden zu den Proben kleine Holzspieße gereicht. Diese ermöglichten mehr Abstand zu den eigenen Händen und gleichzeitig mehr Hygiene.

Da alle Proben eine ähnliche Farbe aufwiesen, konnte mit einer, das natürliche Licht nachahmenden Lichtquelle, gearbeitet werden.

Anschließend wurden die Prüfbögen von der Verfasserin in Datensätze überführt und in Excel-Tabellen notiert. Die Daten des Nappings mit dem UFP wurden mit Hilfe der Statistiksoftware XLSTAT ausgewertet. Hierfür wurde die Multiple Faktorenanalyse (MFA) als Analyseverfahren herangezogen. Die Datensätze des FCP wurden mit der selben Software analysiert, jedoch wurde statt der MFA die Verallgemeinerte Procrustes-Analyse (GPA) verwendet, da diese Analyseverfahren das übliche Analyseverfahren darstellt.

3.3 Napping in Verbindung mit Ultra Flash Profiling (UFP)

Mittels des Analyseverfahrens Napping können Produktgemeinsamkeiten und -unterschiede ermittelt werden. Jedoch kann nicht klar ermittelt werden, wie groß diese Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede sind. Sowohl geschulte als auch ungeschulte Prüfer können diese Untersuchung durchführen. Hierbei liegt der Prüfperson ein weißes DIN-A3-Blatt (29,7 x 42 cm) im Querformat vor. Auf diesem ist ein Koordinatensystem abgebildet, welches die Kantenlängen des Blattes widerspiegelt. Der Prüfer verkostet die Proben und ordnet diese anschließend auf dem Papier an (Lawless, Heymann, 2010). Dabei zu beachten ist, dass die gesamte Fläche des Prüfbogens verwendet wird. Ähnliche Proben werden näher zueinander aufgestellt, sich stark unterscheidende Proben haben einen größeren Abstand voneinander. Daraus ergibt sich, dass die unterschiedlichsten Proben die größte Entfernung zueinander aufweisen. Die Stellen, an denen die Proben sich nun befinden, werden mit einem X gekennzeichnet und der Zahlencode der Probe wird ergänzt (Aaslyng et al., 2012). Anschließend erfolgt das Ultra Flash Profiling, welches das Napping ergänzen soll. Die Prüfer ergänzen selbstgewählte Attribute, die die Proben bestmöglich beschreiben. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass die Bereiche Geruch, Aussehen, Geschmack und Textur beschrieben werden. Nahe beieinanderliegende Proben können gemeinsam beschrieben werden, da diese sich meistens in mehreren Eigenschaften ähneln (Albert et al., 2011). Die Anzahl der Attribute sollte fünf nicht überschreiten, da sich die Prüfer auf die wichtigsten Eigenschaften konzentrieren sollen.

Die markierten Stellen auf dem Prüfbogen werden im Anschluss von der Verfasserin ausgemessen. Die kurze Seite des Prüfbogens fungiert dabei als y-Skala, die lange Seite als x-Skala. Die somit ermittelten Zahlenwerte und die dazugehörigen Attribute werden im Anschluss in eine Exceltabelle überführt. Mit Hilfe der MFA der Statistiksoftware XLSTAT werden diese Werte anschließend ausgewertet. Generell kann behauptet werden, dass das Napping mit dem UFP eine zeit- und kostengünstige Analysemethode darstellt (Lawless, Heymann, 2010).

3.4 Free Choice Profiling (FCP)

Das Free Choice Profiling ist ein deskriptives Prüfverfahren, bei dem eine Panelschulung im Vorraus empfohlen wird (Aaslyng et al., 2012). Es ist eine schnelle und kostengünstige Methode, bei der der Prüfer aufgefordert wird, Attribute und deren Intensitäten zu bewerten. Jeder Prüfer gibt selbstgewählte, für sich wichtige Attribute an (González-Vinãs et al., 2001). Hierbei erhält

jeder Prüfer einen A4 Prüfbogen. Auf diesem Prüfbogen sind mehrere leere Zeilen und zwei Spalten zu sehen. Die vordere Spalte ist leer. In der hinteren Spalte ist pro Zeile eine 10 cm lange Skala abgebildet.

Die Aufgabe der Prüfer ist es, in die vordere Spalte jeweils ein selbstgewähltes Attribut einzutragen. Anschließend wird in der dahinter liegenden Skala die Intensität jeder Probe, passend zum zuvor beschriebenen Attribut, aufgetragen. Die Stichprobencodes sollten auf einer Linie platziert werden, auf der linken Seite die mit „niedriger Intensität“, auf der rechten Seite mit „hoher Intensität“ (Bredie et al., 2018). Diese Vorgehensweise wird für jedes dokumentierte Attribut wiederholt. Ein beispielhaft ausgefüllter FCP-Bogen ist zur Veranschaulichung in Abbildung 10 (s.A.) aufgeführt.

Die Auswertung erfolgt durch die Ermittlung der jeweiligen Zahlenwerte. Hierfür werden die auf der Skala markierten Punkte der Proben mit Hilfe eines Lineals ermittelt. Dabei steht 0 mm für am wenigsten intensiv und 100 mm für am intensivsten (DIN EN ISO 13299, 2016).

Die markierten Stellen werden in mm gemessen und in Punkte umgewandelt. Diese werden anschließend in eine Exceltabelle überführt und mit Hilfe der Statistiksoftware XLSTAT ausgewertet. Die Auswertungsmethode, die dabei angewandt wird, ist die GPA.

3.5 Ernährungsphysiologische Methoden

Die Ernährungsphysiologie ist ein Zweig der Physiologie. Sie untersucht, in welcher Zusammensetzung und Menge bestimmte Lebensmittel und Nährstoffe dem menschlichen Organismus zugeführt werden müssen, damit dieser optimal ernährt wird (Ollenschläger et al., 2006). Der ernährungsphysiologische Vergleich der Produkte erfolgt anhand ihrer Ernährungsphysiologischen Bedeutung. Die Zusammensetzung der Makromoleküle wird verglichen und bewertet.

3.6 Statistische Verfahren

Die zuvor beschriebenen Analyseverfahren werden mit Hilfe der Statistiksoftware XLSTAT ausgewertet. Hierbei werden die in Exceltabellen notierten Datensätze in die vorgesehenen Definitionsbereiche der Software eingetragen. Dank dieser Software werden die zunächst unübersichtlich wirkenden Datensätze in leicht verständliche Abbildungen und Grafiken umgewandelt. Dies ermöglicht eine einfachere Interpretation der Messdaten.

3.6.1 Multiple Faktorenanalyse

Die MFA arbeitet, genau wie die Hauptkomponentenanalyse (PCA), mit kontinuierlichen Variablen. Jedoch werden die Variablen bei der MFA gewichtet. Die Gewichtung, die die höchste axiale Trägheit der Sätze ausgleicht, ermöglicht es, gleichzeitig mit kontinuierlichen und kategorialen Variablen zu arbeiten (Pagès, 2004).

Die MFA ermöglicht, gleichzeitig mehrere Datensätze und Tabellen von Variablen zu beurteilen und die Ergebnisse in Form von grafischen Darstellungen miteinander zu vergleichen. Wichtig ist, dass innerhalb einer Tabelle alle Daten entweder quantitativ oder qualitativ sein müssen.

Das Hauptziel der MFA ist es, zu verstehen, in welcher Beziehung die gewählten Proben zueinander stehen und welche Kriterien übereinstimmen bzw. sich unterscheiden (XLSTAT, 2020). Die Interpretation der Korrelationskreise kann ähnlich wie bei einer PCA durchgeführt werden (Husson et al., 2001).

3.6.2 Verallgemeinerte Procrustes-Analyse

Die verallgemeinerte Procrustes-Analyse (GPA) ist eine statistische Technik, die eine Konsenskonfiguration aus zwei oder mehr Datensätzen ableitet. Wird beispielsweise eine FCP durchgeführt, so entsprechen die Daten eines Prüfers jeweils einem Datensatz (Lawless, Heymann, 2010). Hierbei werden die Daten so transformiert, dass Positions- und Skaleneffekte entfernt werden. Dadurch entsteht eine Konsenskonfiguration, die anschließend ausgewertet werden kann. Ebenfalls kann sie die Proximität von bestimmten Ausdrücken der verschiedenen Experten analysieren (XLSTAT, 2020). Da die GPA ähnlich wie die MFA die Datensätze so transformiert, dass klar verständliche Diagramme und Abbildungen entstehen, hilft diese Auswertungsmethode komplexe Zusammenhänge der Proben einfacher zu verdeutlichen und sichtbar zu machen.

4 Ergebnisse

Die Probenbezeichnungen der einzelnen Proben wurden nach der Auswertung auf einigen Abbildungen zur Vereinheitlichung geändert. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Untersuchungen.

4.1 Napping mit UFP

In Abbildung 3 ist zu sehen, in welche zwei Fraktionen die Proben eingeteilt werden konnten. Die rot eingezeichneten Kreise sollen diese Fraktionen noch einmal deutlicher veranschaulichen. In dem zweiten und dritten Quadranten befinden sich die konventionellen Kuhmilch-Käsesorten. Im vierten Quadranten findet man drei der vier veganen Analogprodukte. Jeweils die klassischen Analogsorten wurden in sehr geringem Abstand zueinander platziert. In der oberen Ecke des ersten Quadranten, weit von allen anderen Proben entfernt, ist die vegane Probe mit dem Raucharoma zu finden. Die Abbildung 3 gibt 54,8 % der Dimensionen wieder. Das ist etwas mehr als die Hälfte der verfügbaren Dimensionen.

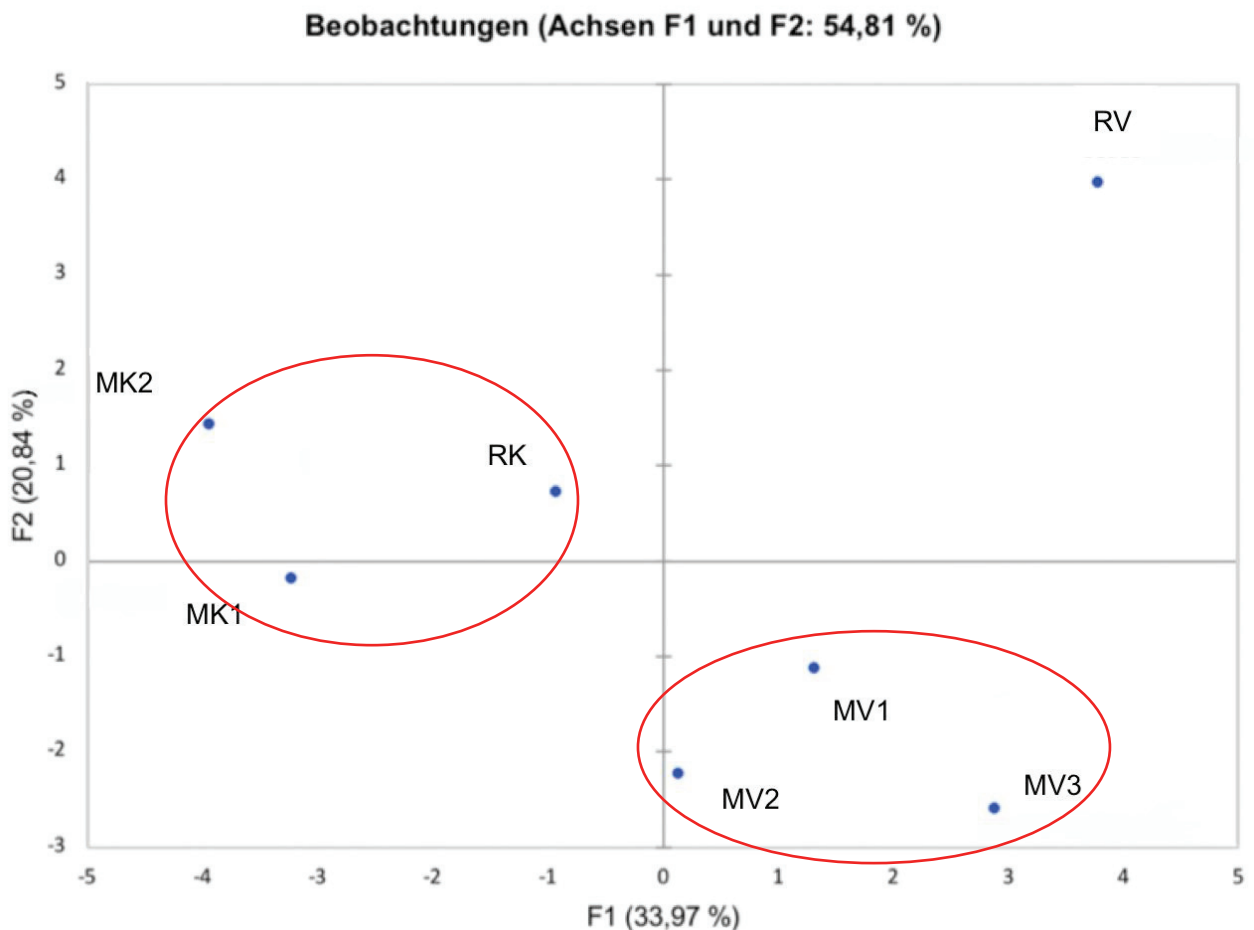


Abbildung 3: Produktmappe – Napping

Betrachtet man den in Abbildung 4 abgebildeten Korrelationskreis fällt zu Beginn auf, dass die Vektoren auf der rechten Seite des Kreises deutlich länger sind als die auf der linken Seite.

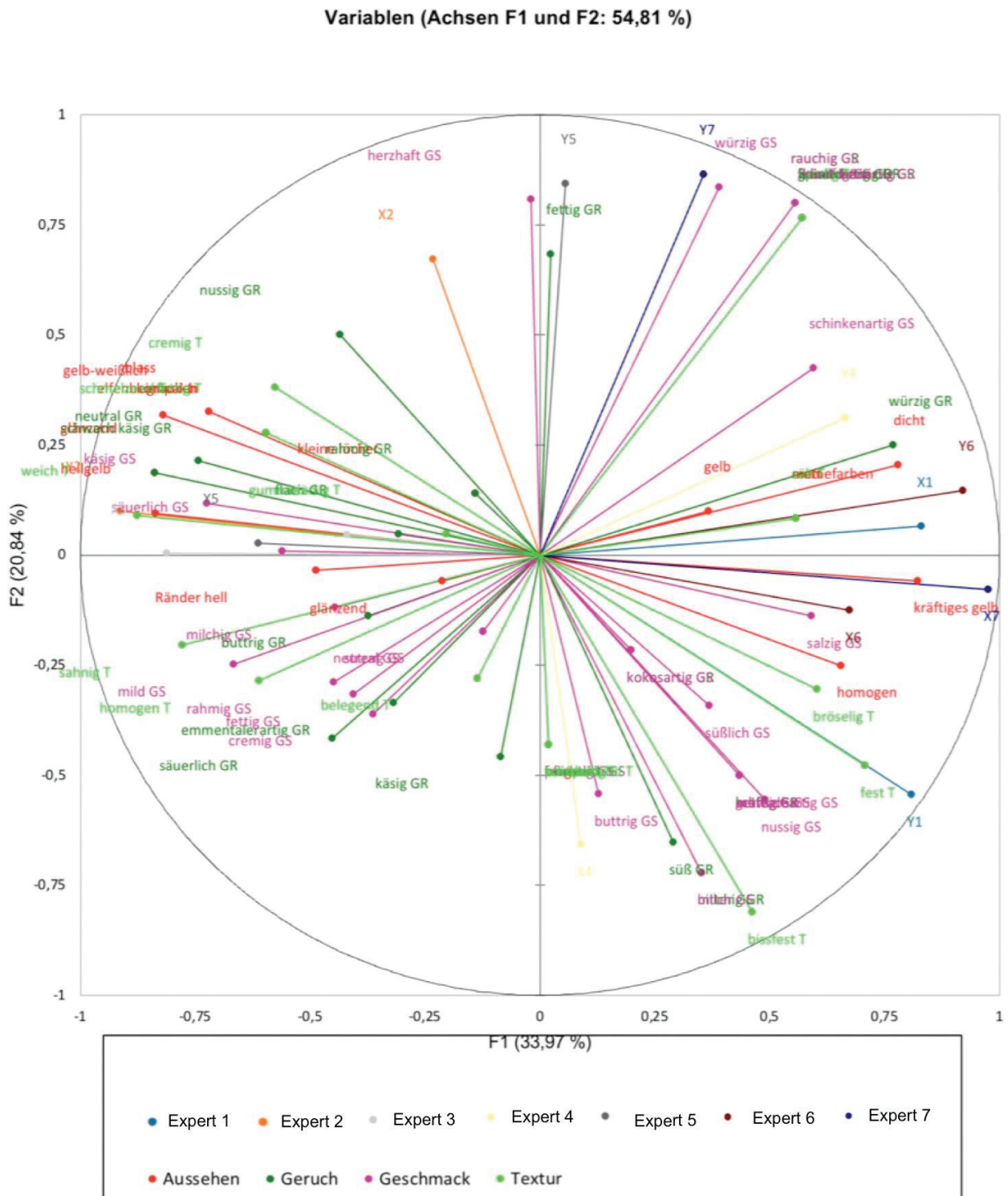


Abbildung 4: Korrelationskreis des Nappings mit UFP

Da man einen Korrelationskreis, ähnlich wie eine PCA auswerten kann, deutet diese Tatsache darauf hin, dass die Attribute auf der rechten Seite nicht stark zu einer Differenzierung beitragen. Betrachtet man anschließend, welche Worte dort vermerkt wurden, wird klar, dass die rechte Seite

des Kreises die veganen Analogprodukte widerspiegelt. Zu lesen sind Attribute wie bissfest T, salzig GS, kokosartig GR oder auch bröselig T.

Auf der anderen Seite der Abbildung 4 sind die Vektoren meist deutlich kürzer, was darauf schließen lässt, dass diese Attribute deutlich häufiger von dem Panel verwendet wurden. Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf Attributen wie rahmig GS, milchig GS, cremig T und sahnig T. Diese Attribute deuten auf die Produkte aus Kuhmilch hin. Dies unterstützt die zuvor getroffene Vermutung, dass die rechte Seite die veganen Produkte, und die linke, die konventionellen widerspiegelt. Auch bei dieser Grafik werden etwas mehr als 50 % der Dimensionen abgebildet.

4.2 FCP

In beiden FCP-Untersuchungen wurden von den Prüfern jeweils zwischen 6 und 12 Attribute notiert. Diese Anzahl an Attributen liegt etwas unterhalb der üblichen Attributhäufung, wie auch in der Arbeit von Saint-Eve et al. zu sehen ist, dort wurden zwischen 8 und 21 Attribute pro Prüfer verwendet. Dies ist jedoch nicht als negativ zu betrachten, da dennoch aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden konnten.

Besonders häufig wurden Attribute wie käsig GS/GR, süßlich GS, würzig GS und rauchig GR verwendet. Betrachtet man die Abbildung 5, so fällt auf, dass auf der linken Seite des Kreises häufig Attribute wie käsig GS, cremig T, rahmig GS und gummiartig T zu finden sind. Besonders die Attribute, die nahe der ersten Hauptkomponente (HK) liegen, wie fettig T, glänzend A und elastisch T, sind von großer Bedeutung, da sie von vielen Prüfern sehr einheitlich beschrieben wurden. Gespiegelt auf der anderen Seite der ersten HK sind besonders häufig die Attribute klumpig T, künstlich A und gelblich A zu finden. Auch diese Attribute wurden sehr einheitlich von vielen Prüfern notiert. Bewegt man sich nun etwas mehr nach unten in Richtung der zweiten HK, so sind immer häufiger die Attribute würzig GR/GS und rauchig GR zu finden. Es ist zu erkennen, dass sich die Attribute, die sich auf den konventionellen Käse beziehen, eher auf der linken Seite befinden. Auf der anderen Seite sind die vermeintlichen Analogprodukte beschrieben. Die vegane Analoge mit Raucharoma liegt gesondert unterhalb der anderen Alternativprodukte. Für ein leichteres Verständnis und eine deutlichere Veranschaulichung wurden die Sektoren mit einer roten Umrahmung versehen.

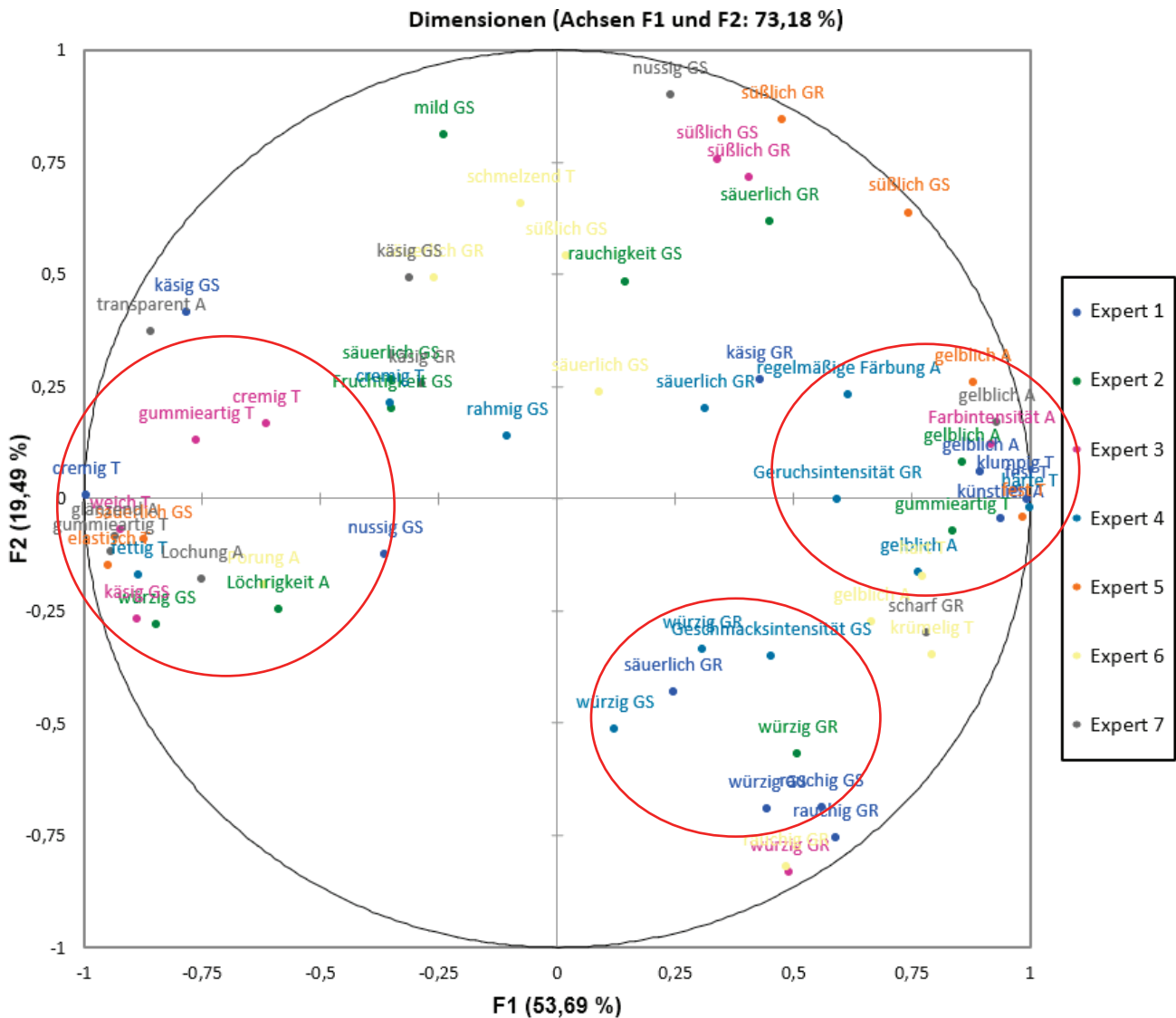


Abbildung 5: Korrelationskreis FCP erste Untersuchung

Auf ein ähnliches Ergebnis kommt man, betrachtet man die Abbildung 6. Da die Abbildung 6 mehr Prozentpunkte der Dimensionen als die Abbildung 5 vereinigt, spiegeln die Ergebnisse zwar zum einen den Querschnitt der Prüfer mehr wider, jedoch lassen sich die Ergebnisse ungenauer interpretieren, da die Fraktionen innerhalb des Korrelationskreises etwas verlaufen. Die Korrelationskreise, die mit Hilfe des FCP erzielt wurden, harmonisieren mit dem Korrelationskreis des Nappings.

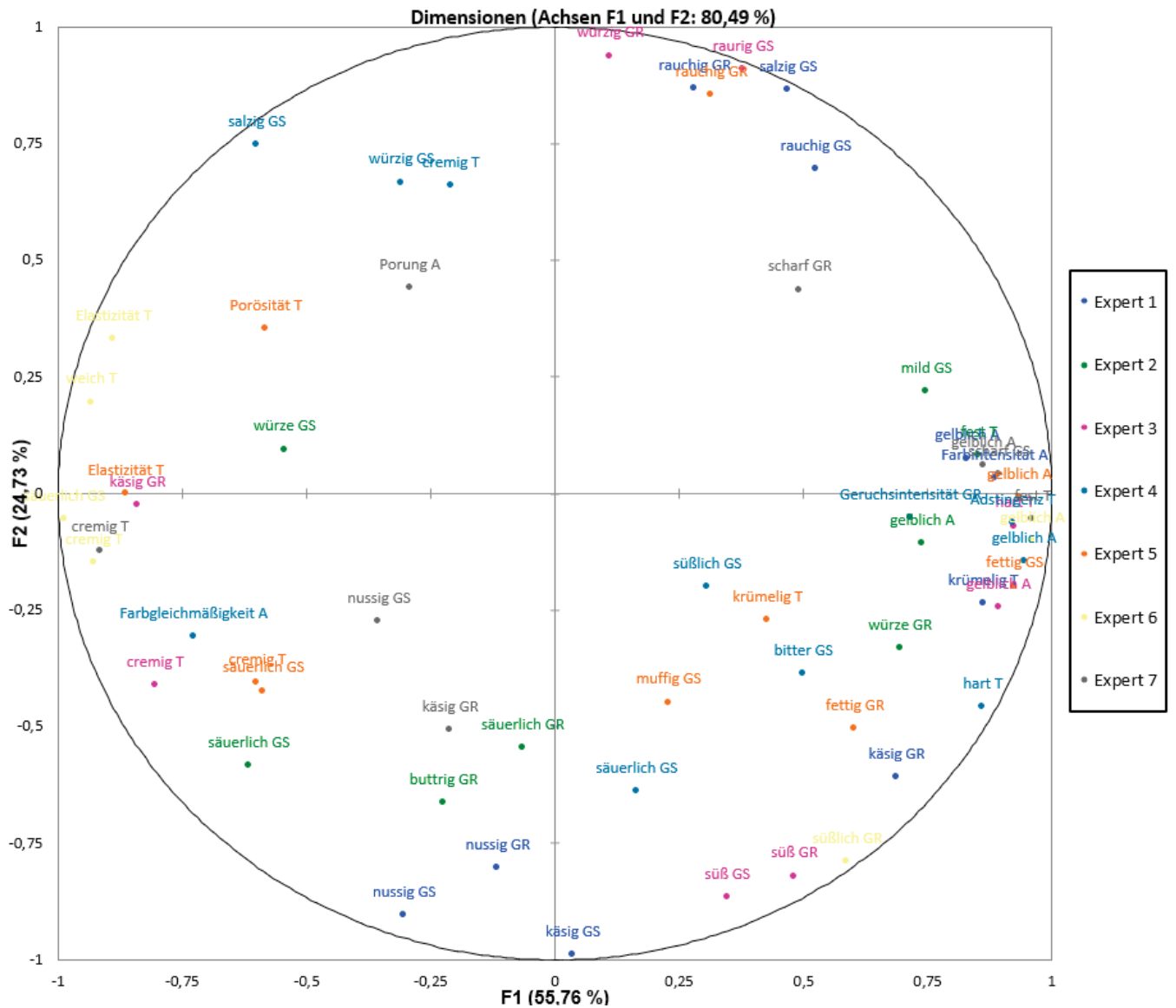


Abbildung 6: Korrelationskreis FCP zweite Untersuchung

In Abbildung 7 ist ebenfalls wieder die Aufspaltung der Proben in zwei Fraktionen zu sehen. Wieder etwas außerhalb liegt die Probe RV, wie auch in der Produktmappe des Nappings (zu sehen in Abbildung 3).

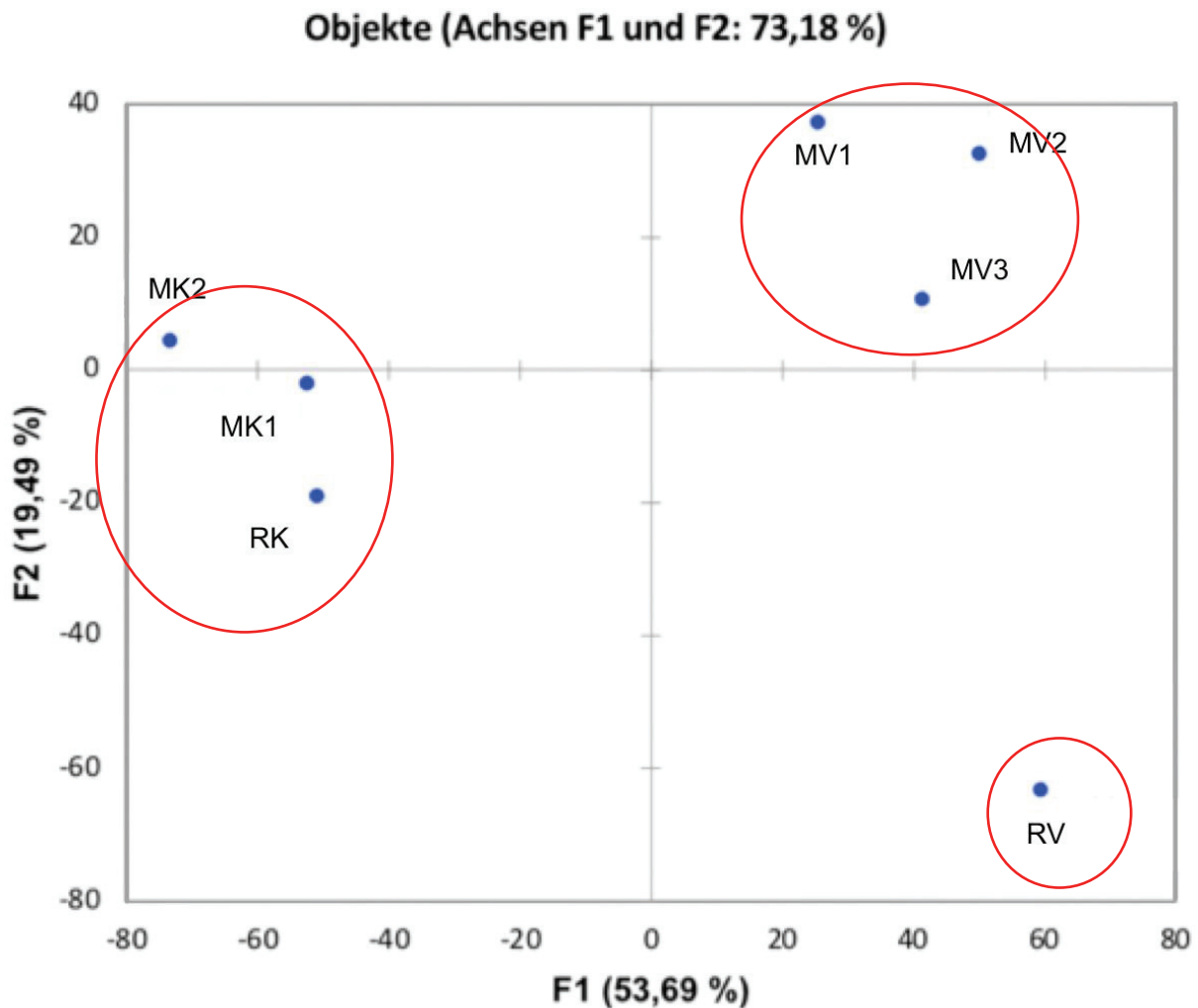


Abbildung 7: Produktmappe FCP erste Untersuchung

Im 1. Quadranten sind die drei milden analogen Proben, gegenüber davon, die Kuhmilch-Sorten zu finden. All diese Proben befinden sich in der Nähe der horizontalen Achse. Diese vereinigt über 53 % der Variabilität auf sich. Gemeinsam mit der vertikalen Achse werden insgesamt über 73 % erreicht, was der deutlichen Mehrheit entspricht.

Ein ähnliches Ergebnis sieht man in der Abbildung 8. Bei dieser Abbildung werden über 80 % der Variabilität wiedergegeben.

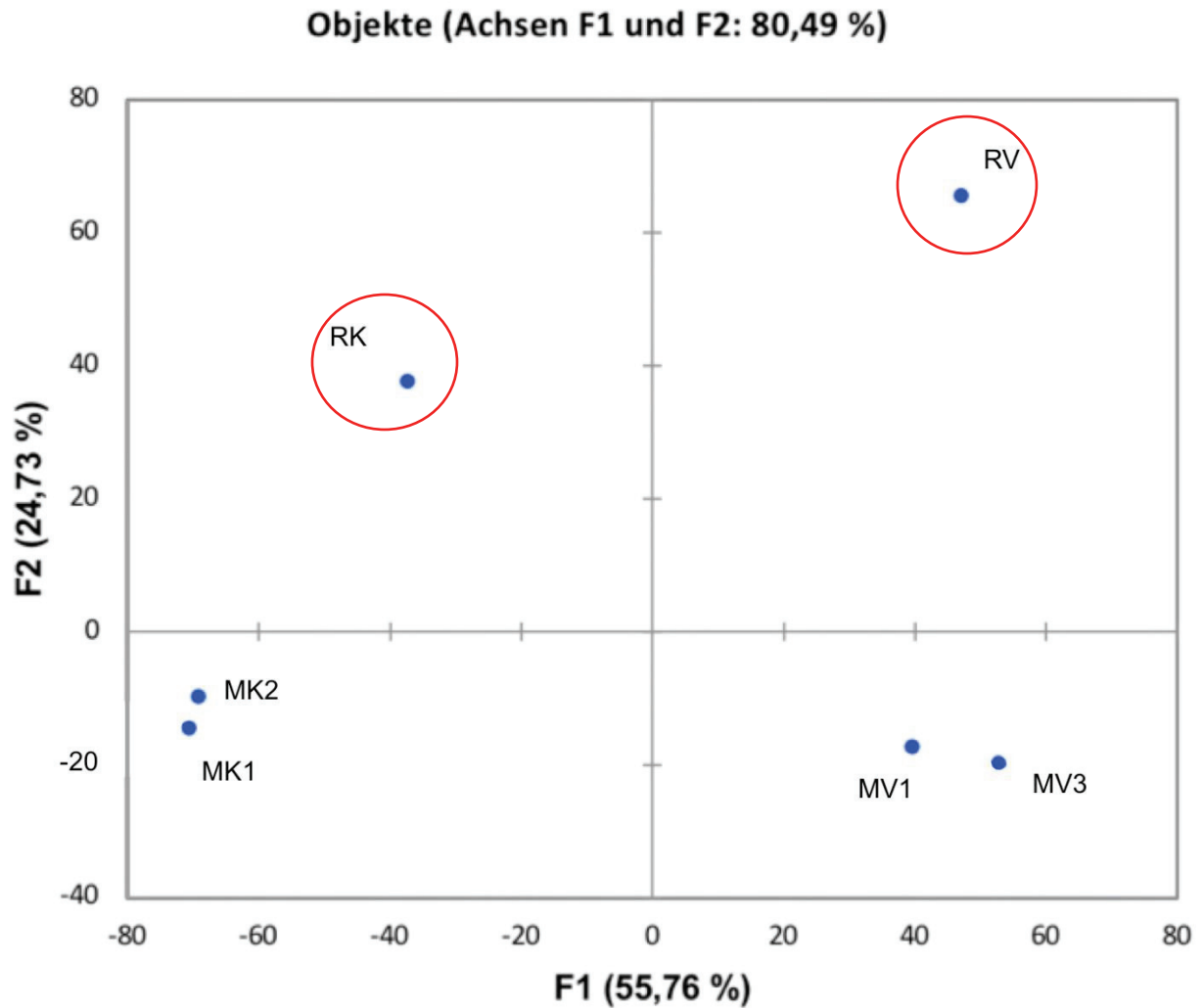


Abbildung 8: Produktmappe FCP zweite Untersuchung

Hier fällt besonders auf, dass die Proben RV und RK beide, separiert in den oberen Quadranten liegen. Die restlichen, rauchfreien Produkte sind in den beiden unteren Quadranten platziert.

Die Probe MV2 ist in Abbildung 9 nicht zu sehen, da sie aus technischen Gründen außerhalb der dargestellten Dimensionen liegt. Jedoch ist sie in Abbildung 9, dem Biplot, deutlich zu sehen. Dort wurde sie etwas unterhalb von den Proben MV1 und MV3 platziert, verdeutlicht wird dies mit Hilfe einer roten Umrandung.

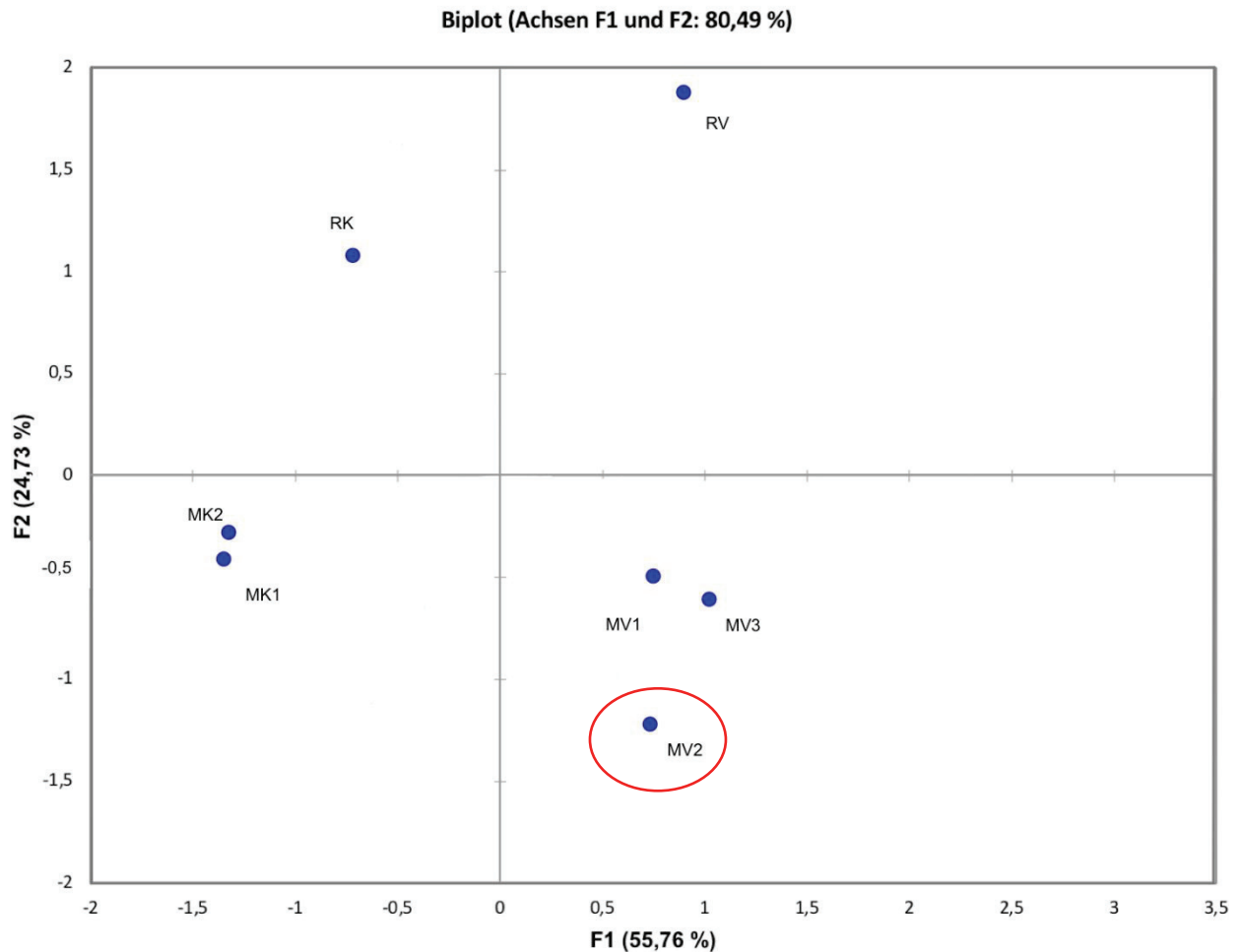


Abbildung 9: Biplot der zweiten FCP-Untersuchung

Die Abbildungen 5 und 7 spiegeln die Ergebnisse der ersten FCP-Untersuchung wider, die Abbildungen 6,8 und 9, die der zweiten.

Die von den Prüfern verwendeten Attribute des FCP sind in der Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Attribute des Free Choice Profiling

	Aussehen	Geruch	Geschmack	Textur
1. FCP	gelblich, künstlich, Farbintensität, regelmäßige Färbung, Porung, glänzend, transparent, Lochung	rauchig, käsig, säuerlich, würzig, süßlich, Geruchsintensität, scharf	nussig, käsig, würzig, rauchig, Fruchtigkeit, rahmig, säuerlich, mild, süßlich, Geschmacksintensität	cremig, fest, klumpig, gummiartig, weich, fettig, elastisch, hart, krümelig, schmelzend
2. FCP	gelblich, Farbintensität, Farbgleichmäßigkeit, porig	käsig, rauchig, nussig, würzig, mild, säuerlich, buttrig, süß, Geruchsintensität, fettig, scharf	käsig, rauchig, salzig, würzig, mild, säuerlich, süß, bitter, muffig, fettig, nussig, scharf	krümelig, fest, hart, cremig, Adstringenz, Elastizität, Porosität, weich

Bei allen durchgeführten Untersuchungen ist zu sehen, dass sich die Proben der veganen Analogen deutlich von den Käsesorten unterscheiden lassen, da immer ein deutlicher Abstand zwischen den beiden Produkttypen zu sehen ist. Ebenso kann bei allen Abbildungen gut veranschaulicht werden, dass die Probe RV jedes Mal auf Seite der Analogen zu finden ist, jedoch immer in erheblichem Abstand zu den anderen Ersatzprodukten.

Produktcharakteristika

Tabelle 3: Produktcharakteristika auf Grundlage des UPF des Nappings

Produkt	Art des Produkts	Häufig verwendete Attribute*
MK1	milder Käse (Typ Gouda)	gelblich A, mild GR/GS, weich T, fettig T, cremig T
MV1	milde vegane Analoge	gelblich A, süßlich GR, säuerlich GS, fest T, gummiartig T
RV	Raucharoma enthaltende vegane Analoge	gelblich A, rauchig GR/GS, würzig GR/GS, fest T
MV2	milde vegane Analoge	gelblich A, säuerlich GR/GS, süßlich GR, salzig GS, fest T, krümelig T
MV3	milde vegane Analoge	gelblich A, würzig GR, käsig GR, salzig GS, fest T
RK	Räucherkäse	hell-gelb A, blass A, löchrig A, säuerlich GR/GS, neutral GR, gummiartig T
MK2	milder Käse (Typ Butterkäse)	säuerlich GR/GS, blass A, weich T, gummiartig T

*häufig = mind. 42% der Prüfer haben dieses Attribut der Probe zugeordnet

In Tabelle 3 ist eine Produktcharakteristika für die untersuchten Proben dargestellt. Diese gibt wieder, welche Attribute für welche Probe besonders häufig während des Nappings verwendet wurden. Je häufiger ein Attribut verwendet wurde, desto aussagekräftiger ist es im Zusammenhang mit den Eigenschaften der Probe. Es fällt auf, dass besonders häufig die veganen Analogen als salzig GS beschrieben wurden. Darüber hinaus ist das Attribut fest T bei jeder der veganen Proben vorzufinden. Das deutet auf einen erheblichen Textur-Unterschied zwischen dem Käse und den veganen Analogen hin. Im Vergleich dazu werden die Käse als weich T, gummiartig T oder cremig T bezeichnet.

5 Diskussion und Schlussfolgerung

5.1 Sensorik

In Abbildung 3 wird sehr gut dargestellt, dass die Prüfer während der Untersuchungen deutliche Unterschiede zwischen den Proben feststellen konnten. Die Proben, welche aus Kuhmilch hergestellt wurden, liegen dicht beisammen. Weit davon entfernt, auf der anderen Seite, liegen die drei milden Analogprodukte. Separiert davon liegt die Probe der veganen Räucheranaloge. Wie in den Korrelationskreisen liegen die Kuhmilch-Käse auf der einen und die Alternativprodukte auf der gegenüberliegenden Seite der Grafik. Dies ist bei allen Grafiken festzustellen.

Dass die Probe RV in Abbildung 3 nicht bei den anderen Analogen liegt, ist zu erwarten, da diese Probe als einzige Raucharoma enthält. Es wäre jedoch zu erwarten gewesen, dass diese Analoge etwas näher an der Räucherkäse-Probe platziert würde. Bei der zweiten Durchführung des FCP ist jedoch sehr gut zu erkennen, dass das Panel die Produkte stärker differenzieren kann als in der ersten FCP-Untersuchung. In Abbildung 8 konnte das erste Mal ein deutlicher Unterschied zwischen den Proben mit Rauch/-aroma und den anderen Proben festgestellt werden. Bei den ersten zwei Untersuchungen, dem Napping und dem FCP, war das noch nicht eindeutig festzustellen.

Da die Kernaussagen aller Abbildungen miteinander harmonisieren, weist dies auf eine sehr einheitliche Beschreibung der Proben, von seitens des Panels, hin.

Das Panel konnte die Eigenarten der Produkte deutlich erkennen und so die Produkttypen einheitlich voneinander differenzieren.

Beide Untersuchungsmethoden, sowohl das Napping als auch das FCP, kommen auf ein gleiches Ergebnis. Die veganen Produkte sind deutlich von den herkömmlichen Proben zu unterscheiden. Betrachtet man den Korrelationskreis des Nappings in Abbildung 4 genauer, erkennt man, wie zuvor beschrieben, dass die Attribute, die den Käse beschreiben auf der einen Seite des Kreises, und die, die veganen Proben beschreibenden auf der davon gegenüberliegenden Seite zu finden sind. Bestärkt wird diese Aussage durch die Attribute milchig GS, rahmig GS, käsig GS, cremig T und glänzend A. Diese Beschreibungen weisen eindeutig auf die Käseproben hin. Auf der anderen Seite des Kreises sind Attribute wie bröselig T, kokosartig GR und fest T zu sehen.

Es wurde deutlich, dass besonders der Aspekt Textur bei der Beurteilung der Proben entscheidend war. Die veganen Varianten wurden als hart bzw. sehr bröselig und krümelig beschrieben, die Käseproben als cremig, gummiartig und weich.

Das Attribut säuerlich wurde wiederkehrend bei nahezu allen Proben genannt. Sowohl im Geschmack als auch im Geruch wurde dieses Attribut einheitlich verwendet. Das deutet daraufhin, dass die Wahrnehmung des sauren Geschmacks der Analogen, dem der Käse gleicht. Die meisten Käseproben wurden mit den Attributen buttrig GS, cremig GS, rahmig GS und mild GS beschrieben. Diese Attribute sucht man auf Seite der Analogen vergebens. Bei der Farbgebung der Produkte wurden alle Proben generell sehr einheitlich beschrieben. Optisch scheinen sich die Analogen von den Originalen also kaum zu unterscheiden. Diese Tatsache lässt darauf schließen, dass die noch zu optimierenden Parameter der Geschmack und die Textur sind.

Der Geschmack der veganen Varianten könnte mit Hilfe von Aromen angepasst werden.

In Hinblick auf die vegane Räucheranaloge müsste zusätzlich die Intensität des Raucharomas reduziert werden. Alle Probanden beschrieben diese Probe als sehr würzig und rauchig. Wobei kein Spielraum mehr für andere Eindrücke blieb. Im Vergleich dazu konnten bei dem Räucherkäse, neben der deutlich erkennbaren Rauchnote, auch weitere Parameter herausgeschmeckt werden, wie beispielsweise ein leicht säuerlicher Geschmack.

Die Optimierung der Textur stellt sich etwas komplizierter dar. Zu überlegen wäre, ob durch die Verwendung eines anderen (zusätzlichen) Pflanzenöls das Schmelzverhalten in Bezug auf das Mundgefühl optimiert werden könnte. Generell könnte auch eine einheitliche Erhöhung des Fettgehalts zu einem cremigeren Gesamtbild führen. Darüber hinaus könnte über die Verwendung anderer Bindemittel nachgedacht werden.

Die beiden angewandten Untersuchungsverfahren eignen sich hervorragend für das durchgeführte Experiment. Gerade das Napping mit dem UFP ist besonders gut geeignet, um erstmal einen allgemeinen Überblick über die Proben zu schaffen, und zu erfassen, in welche Richtung die Untersuchungen führen werden. Das FCP bestärkt im besten Fall die Ergebnisse des Napping. Zu erkennen war in diesem Untersuchungsfall die Aufspaltung in zwei separate Fraktionen, die der Käsesorten, und die der veganen Analogprodukte.

Betrachtet man allein die sensorischen Aspekte der veganen Analogen mit denen des herkömmlichen Käses, so wird klar, dass sie nur rein optisch eine gute Alternative darstellen. Geht es jedoch in die Tiefe, sprich die Konsistenz und den Geschmack, so wird klar, die veganen Analogen müssen noch weiter optimiert werden, ehe sie eine echte Alternative zu Käse darstellen.

Die in Kapitel 2.6 erwähnte Studie von Al-Dabbas et al. (2015) unterstützt die Aussage dieser Arbeit. Beide Untersuchungen kamen unabhängig voneinander zu dem Ergebnis, dass der Einsatz von unterschiedlichen Pflanzenfetten anstelle von MilCHFett die Produkte geschmacklich verändert. Im Hinblick auf die Konsistenz unterscheiden sich die Ergebnisse der Arbeiten erheblich, da

in dieser Arbeit schnittfester Käse am Stück und deren Analoge, in der zuvor genannten Studie jedoch Schmelzkäse untersucht wurden. Die beiden Lebensmitteltypen haben von Natur aus, komplett unterschiedliche Texturen, weshalb unterschiedliche Ergebnisse hierbei zu erwarten waren.

5.2 Vergleich der ernährungsphysiologischen Eigenschaften

Der vegane Ersatz für Käse besteht größtenteils aus pflanzlichen Fetten (meist Kokosfett), Wasser, Stärke, Salz, Aromen, Konservierungs- und Farbstoffen.

Kokosfett wird bei der Herstellung der veganen Alternativen verwendet, da es nahezu geschmacks- und geruchsneutral ist. Darüber hinaus ist die Fettsäurezusammensetzung, wie in Tabelle 4 zu sehen ist, im Vergleich zu anderen Pflanzenölen, der des Butterfettes sehr ähnlich.

Tabelle 4: Fettsäurenmuster wichtiger pflanzlicher und tierischer Fette und Öle (Koschat, K., 2018)

Fettsäuren	Pflanzliche Öle und Fette (%)				Tierische Fette (%)	
	Kokosfett	Sonnenblumenöl	Rapsöl	Sojaöl	Butterfett	Schweinefett
gesättigte						
C 8:0 Caprylsäure	8-10				1-2	
C 10:0 Caprinsäure	5-10				2-3	
C 14:0 Laurinsäure	44-53				2-6	
C 14:0 Myristinsäure	13-20				8-15	1-3
C 16:0 Palmitinsäure	8-10	5-8	3-7	2-13	26-36	20-30
C 18:0 Stearinsäure	1-4	3-7	1-3	2-6	6-12	5-23
ungesättigte						
C 18:1 Ölsäure	5-10	14-40	51-70	17-30	17-33	19-60
C 18:2 Linolsäure	1-3	48-74	15-30	48-59	2-4	3-15
C 18:3 α -Linolensäure			5-15	2-11	1-3	
Schmelzpunkt	20-28 °C	-16 – -18 °C	0 °C	-7 – -8 °C	28 – 30 °C	26 – 39 °C

Da anders als in der Milch, im Kokosfett keine Proteine enthalten sind, ist der vegane Käseersatz frei von Proteinen. Konventioneller Kuhmilchkäse, einer vergleichbaren Art, enthält etwa 25 g Eiweiß auf 100 g Produkt. Da es häufig bei der veganen Ernährung an einer ausreichenden

Versorgung an Proteinen mangelt, ist die Tatsache, dass die veganen Analogen keine Proteine enthalten als eher negativ zu betrachten. Generell kann behauptet werden, dass Lebensmittel tierischen Ursprungs Proteine mit einer höheren biologischen Wertigkeit aufweisen, als Lebensmittel pflanzlichen Ursprungs (Koschat, 2018). Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung empfiehlt eine Proteinzufuhr von 0,8 g pro Kilogramm Körpergewicht. Dies entspricht einen Anteil von etwa 9-11 % an der täglichen Gesamtenergiezufuhr. Im Allgemeinen wird eine Gesamtenergiezufuhr an Protein von 15 % als akzeptabel eingestuft (DGE, 2021).

Auch der Fettgehalt der veganen Alternativen ist niedriger als der des Originalproduktes. Durchschnittlich haben die veganen Produkte etwa 21 g Fett pro 100 g, die Käsevarianten enthalten je nach Sorte, etwa 25-30 g Fett pro 100 g. Für die tägliche Zufuhr von Kohlenhydraten und Fetten konnte kein durchschnittlicher Bedarf ermittelt werden. Deshalb hat die DGE grobe Referenzwerte für die tägliche Zufuhr dieser Nährwerte erstellt. Der Referenzwert der täglichen Fettzufuhr liegt bei etwa 30 % der täglichen Gesamtenergiezufuhr. In der veganen Ernährung beträgt die durchschnittlich aufgenommene Fettmenge etwa 28-31 % der täglich aufgenommenen Gesamtenergie (Englert et al., 2016).

Dies entspricht den Empfehlungen der DGE. Der Fettgehalt von den Analogprodukten wird laut EFSA als hoch eingestuft (siehe Tabelle 5). Da jedoch der Fettgehalt des Kuhmilchkäses noch höher ist, ist an den Ersatzprodukte nichts weiter auszusetzen.

Tabelle 5: Bewertung der Nährwerte in Lebensmitteln pro 100g laut EFSA 2013 (Koschat, K., 2018)

	Niedriger Gehalt (g)	Mittlerer Gehalt (g)	Hoher Gehalt (g)
Fettanteil	< 3	3-20	>20
Gesättigte Fettsäuren	< 1,5	1,5-5	>5
Salz	< 0,3	0,3-1,5	>1,5

Durch die in den Ersatzprodukten verwendete Stärke, sind in den veganen Produkten Kohlenhydratgehalte von bis zu 23 g pro 100 g zu finden. Echter Käse enthält meist keine bis kaum nachweisbare Kohlenhydrate, da diese während der Reifung von den Milchsäurebakterien verstoffwechselt werden. Die DGE empfiehlt eine tägliche Kohlenhydratzufuhr von mehr als 50 % der Gesamtenergie. Entscheidend ist jedoch die Qualität der Kohlenhydrate. Der Großteil an verzehrten Kohlenhydraten besteht aus Mono- und Disacchariden. Laut Ernährungsempfehlung sollten jedoch komplexere Saccharide, wie sie beispielsweise in Vollkornprodukten vorkommen, aufgenommen werden. Der recht hohe Kohlenhydrat-Anteil der veganen Analogprodukte ist daher nicht als negativ zu betrachten. Jedoch sind Kohlenhydrate in Kuhmilchkäse äußerst unüblich und von daher als unerwartet zu betrachten.

Der Salzgehalt der veganen Analogprodukte liegt mit durchschnittlich über 2 g pro 100 g sehr hoch. Laut Tabelle 5 liegen jedoch die Salzgehalte aller untersuchten Proben, außer der des Räucherkäses, sehr hoch. Dennoch sollte der Salzgehalt nicht unnötig hoch liegen. Nur weil die Kuhmilchkäse hohe Salzgehalte aufweisen, müssen die veganen Analogen diesen Gehalt nicht noch überschreiten. Eine zu hohe Salzzufuhr kann kardiovaskuläre Erkrankungen sowie Bluthochdruck begünstigen (Koschat, 2018).

Da wie bereits erwähnt, die DGE einen täglichen Verzehr von etwa 50-60 g Käse pro Tag empfiehlt, ist dieser hohe Fett- und Salz-Gehalt zunächst nicht als bedenklich zu betrachten. Auf einen übermäßigen Verzehr von den Analogprodukten sollte auf Grund des hohen Salzgehaltes verzichtet werden. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt eine tägliche Salzzufuhr von etwa 5 g pro Tag. Jedoch muss generell beachtet werden, dass die zuständigen Behörden für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit in Europa berichten, dass die meisten Europäer täglich etwa 8-11 g Salz zu sich nehmen, was weit über der empfohlenen Menge liegt (Weltgesundheitsorganisation, 2021).

Resümee

Betrachtet man die Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen und der ernährungsphysiologischen Bedeutung der in dieser Arbeit integrierten Produkte, so lässt sich schlussfolgern, dass erhebliche Unterschiede zwischen dem konventionellen Käse und den veganen Analogprodukten bestehen. Die ernährungsphysiologischen Eigenschaften der Produkte sind sehr unterschiedlich. Die Nährstoffzusammensetzung der unterschiedlichen Produkttypen weicht stark voneinander ab. Die Zusammensetzung der veganen Proben erinnert nicht an echten Käse. Während Käse normalerweise nahezu frei von KH ist, befindet sich in den veganen Produkten ein aus der Stärke stammender, hoher Kohlenhydrat-Anteil. Dieser wird sich jedoch nicht deutlich verringern lassen können, da die Stärke dem Produkt die nötige Stabilität verleiht. Ein Senken des Stärkeanteils wäre verbunden mit einer Erhöhung des Proteingehalts denkbar. Hierfür könnten pflanzliche Proteine herangezogen werden. Über den Einsatz von Soja oder Lupine sollte nachgedacht werden. Versuche dazu müssten durchgeführt werden.

Die sensorischen Untersuchungen ergaben, dass auf Grund der Textur und des Geschmacks eindeutig festgestellt werden konnte, um welche Art von Produkt es sich jeweils handelt. Die Textur der Analogen war deutlich fester und brüchiger als bei dem Originalprodukt.

Diese Erkenntnisse lassen darauf schließen, dass die veganen Analogen für Käse noch nicht optimal umgesetzt sind. Eine optische Ähnlichkeit kann zwar nicht geleugnet werden, jedoch reicht das allein nicht aus.

Damit diese veganen Produkte in den sensorischen Eigenschaften gleich, dem herkömmlichen Käse, betrachtet werden können, müssen sie noch deutlich optimiert werden. Dabei zu berücksichtigen wären vor allem die Textur und der Geschmack der Produkte. Für eine geschmackliche Optimierung könnte über den Einsatz, geeigneter Aromen nachgedacht werden. Die Textur könnte eventuell durch die zuvor benannte Methode, Stärke durch pflanzliche Proteine zu ersetzen, bereits verbessert werden.

Nach der Optimierung dieser Produkte müssten die Untersuchungen wiederholt werden.

6 Zusammenfassung

Der Anteil an sich vegan und vegetarisch ernährenden Menschen nimmt stetig zu. Diese Aussage wird von der Tatsache unterstützt, dass es aktuell etwa 1,13 Millionen Menschen in Deutschland gibt, die sich vegan ernähren, während es im Jahr 2008 nur 80.000 Menschen waren. Das hat zur Folge, dass immer mehr Ersatzprodukte in den Kühlregalen des LEH zu finden sind. Seit den letzten Jahren steigt auch immer mehr die Anzahl der veganen Analogen zu herkömmlichen Kuhmilchkäse. Wie groß die Ähnlichkeit dieser Produkte ist, wurde in dieser Arbeit untersucht.

Es wurde besonders auf die ernährungsphysiologische Bedeutung und die Sensorik der Produkte geachtet. Für Letzteres wurde ein sieben köpfiges, durch die Verfasserin geschultes, Panel herangezogen. Dieses Panel prüfte in mehreren Sitzungen sieben unterschiedliche Proben, bestehend aus drei ausgewählten Käsesorten und vier veganen Analogprodukten. Die herangezogenen Prüfmethoden waren das Napping in Verbindung mit Ultra Flash Profiling und das Free Choice Profiling. Nach Abschluss der Untersuchungen wurden die ermittelten Werte mithilfe einer MFA und einer GPA ausgewertet.

Das Ergebnis der Untersuchungen zeigte, dass die veganen Analogprodukte deutliche Unterschiede zu den Originalprodukten aufweisen. Besonders aussagekräftig waren dabei die Faktoren Geschmack und Textur. Beide Eigenschaften konnten von den Alternativprodukte nicht zufriedenstellend imitiert werden. Die veganen Analogen wurden sehr häufig als zu hart und bröselig beschrieben, während die Kuhmilch-Käse als weich, gummieartig und cremig beschrieben wurden. Geschmacklich wurden die herkömmlichen Produkte meist als cremig, buttrig und rahmig beschrieben. Diese Attribute wurden nicht für die Analogen verwendet. Sie wurden eher als kokosartig, fettig und salzig beschrieben.

Bei der Betrachtung der ernährungsphysiologischen Bedeutung wurde festgestellt, dass sich die Nährwertzusammensetzungen der Produkte voneinander unterscheiden. Käse besteht zum Großteil aus Fett, Wasser und Proteinen, während die veganen Varianten aus Fett, Wasser und Kohlenhydraten bestehen.

Im Ergebnis dieser Arbeit wurde festgestellt, dass die veganen Analogen zu Käse weder sensorisch noch ernährungsphysiologisch starke Ähnlichkeiten zu dem Originalprodukt aufweisen. Würden die oben beschriebenen Parameter optimiert, könnten die Produkte sensorisch bessere Ergebnisse erzielen. Eine ernährungsphysiologische Annäherung an das Originalprodukt ist auf Grund der unterschiedlichen Zutaten eher unwahrscheinlich.

7 Literaturverzeichnis

Aaslyng, M., Bredie, W., Brockhoff, P., Delholm, C., Meinert, L.: Rapid descriptive sensory methods – Comparison of Free Multiple Sorting, Partial Napping, Napping, Flash Profiling and conventional profiling. Food Quality and Preference, 2012, Nr. 26, S. 267-277

Albert, A., Fiszman, S., Hough, G., Salvador, A., Varela, P.: Overcoming the issues in the sensory description of hot served food with a complex texture. Application of QDA, flash profiling and projective mapping using panels with different degrees of training. Food Quality and Preference, 2011, Nr. 22, S. 463-473

Al-Dabbas, M., Al-Hiary, B., Al-Ismail, K.: Evaluation of Some Chemical and Sensory Properties of Processed Cheese Analogue with Selected Vegetable Oils. International Journal of Chemical and Process Engineering Research, 2015, Nr. 2(6), S. 75-85

Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit: Analogkäse (Käseimitat, Kunstkäse, Laborkäse, Plastikmäse) [online]. [Zugriff am: 07.01.2021]

Verfügbar unter: https://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/warengruppen/wc_03_kaeese/et_analog-kaese.htm#was

Belitz, H., Grosch, W.: Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 6. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer, 2008

Bredie, W., Harbertson, J., Liu, J., Sherman, E.: Comparison of rapid descriptive sensory methodologies: Free-Choice Profiling, Flash Profile and modified Flash Profile. Food Research International, 2018, Nr. 106, S. 892-900

Busch-Stockfisch, M. (Hrsg.): Sensorik kompakt in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung. 1. Auflage. Hamburg: Behr's, 2015.

Deutsche Gesellschaft für Ernährung eV: DGE-Ernährungskreis [online]. [Zugriff am: 09.02.2021].

Verfügbar unter: <https://www.dge.de/ernaehrungspraxis/vollwertige-ernaehrung/ernaehrungskreis/?L=0>

Deutsche Gesellschaft für Ernährung eV: Protein [online]. [Zugriff am: 26.01.2021].

Verfügbar unter: <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/protein/#mainContent>

Deutsche Gesellschaft für Ernährung eV: Richtwerte für die Energiezufuhr aus Kohlenhydraten und Fett [online]. [Zugriff am: 26.01.2021].

Verfügbar unter: <https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/ws/position/DGE-Positionspapier-Richtwerte-Energiezufuhr-KH-und-Fett.pdf>

DIN EN ISO 13299 September 2016. International Organization for Standardization: Sensorische Analyse – Prüfverfahren – Allgemeiner Leitfaden zur Erstellung eines sensorischen Profils.

DIN EN ISO 8589 Oktober 2014. Sensorische Analyse - Allgemeiner Leitfaden für die Gestaltung von Prüfräumen.

DIN 10969 April 2018. Sensorische Prüfverfahren - Beschreibende Prüfung mit anschließender Qualitätsbewertung.

Duensing, P. W.: Einfluss der Milchpasteurisierung und der Reifungszeit auf die Bildung von Schlüsselaromastoffen in Käse nach Gouda-Art [online]. [Zugriff am: 08.01.2021]
Verfügbar unter: <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1087047/file.pdf>

Edelby, Y.: Strukturmechanismen bei der Herstellung von Analog- und Schmelzkäse [online]. [Zugriff am: 08.01.2021]
Verfügbar unter: <https://d-nb.info/1065666012/34>

Englert, H., Siebert S.: Vegane Ernährung. 1. Aufl. Bern: Haupt Verlag, 2016

EXCEL – Microsoft Office 365 [Software]

Farahmandfar, R., Tehrani, M., Razavi, S., Najafi, M.: Effect of Soy Cheese and Trisodium Citrate on Pizza Cheese. International Journal of Food Engineering (2010), Nr. 6, Iss. 5, Art. 2

Festl, F.: Gerichtsurteil in Trier: Vegane Produkte dürfen nicht als „Käse“ vermarktet werden. Focus Online (2016) [Zugriff am: 08.02.2021]
Verfügbar unter: [Gerichtsurteil in Trier: Vegane Produkte dürfen nicht als „Käse“ vermarktet werden - FOCUS Online](#)

González-Viñas, M., Garrido, N., Wittig de Penna, E: Free choice profiling of Chilean goat cheese. Journal of Sensory Studies (2001), Nr. 16, S. 239-248

Hildebrandt, G. (Hrsg.): Geschmackswelten. Grundlagen der Lebensmittelsensorik. Frankfurt a.M.: DLG-Verlag, 2008.

Hoffman, J. R, Falvo, M. J.: Protein – Which is best?. Journal of Sports Science and Medicine (2004), Nr. 3, S. 118 – 130 [online]. [Zugriff am: 09.02.2021]
Verfügbar unter: <https://www.jssm.org/vol3/n3/2/v3n3-2pdf.pdf>

Husson, F., Le Dien, S., Pagès, J.: Which value can be granted to sensory profiles given by consumers? Methodology and results. Food Quality and Preference, 2001, Nr. 12, S. 291-296.

Jakob, E., Schmid, A., Walther, B., Wechsler, D., Wehrmüller, K., Forschungsanstalt Agroscope Liebedeld-Posieux (Hrsg.): Käse, ein wertvolles Lebensmittel [online]. [Zugriff am: 10.01.2021]
Verfügbar unter: <https://ira.agroscope.ch/fr-CH/Page/Einzelpublikation/Download?einzelpublikationId=17309>

Käseverordnung neugefasst durch B. v. 14.04.1986 BGBl. I S. 412; zuletzt geändert durch Artikel 18 V. v. 05.07.2017 BGBl. I S. 2272

Klusmann, S., Hans, B., Höges, C.: Wie (un)gesund ist Kokosfett?. Spiegel Gesundheit, 2018 [online]. [Zugriff am: 09.02.2021]
Verfügbar unter: <https://www.spiegel.de/gesundheit/ernaehrung/kokosoel-wie-un-gesund-ist-vermeintliche-superfood-a-1224450.html>

Koschat, K.: Die Chemie veganer Ersatzprodukte. Gesundheitliche Revolution oder Risiko? [online]. [Zugriff am: 25.01.2021]
Verfügbar unter: <https://unipub.uni-graz.at/obvugrhs/content/titleinfo/2679627/full.pdf>

Kuhnt, K., Jahreis, G.: Stellungnahme zu wiederkäuerspezifischer trans-Fettsäuren: trans-Fettsäuren natürlicher und industrieller Genese, 2011 [online]. [Zugriff am: 09.02.2021]

Verfügbar unter: https://milchindustrie.de/wp-content/uploads/2012/02/Stellungnahme_TFA_Kuhnt_Jahreis_27_1-Endfassung.pdf

Lawless, H., Heymann, H.: Sensory Evaluation of Food 2. Aufl. New York: Springer, 2010

Leitsätze für vegane und vegetarische Lebensmittel mit Ähnlichkeit zu Lebensmitteln tierischen Ursprungs [online]. [Zugriff am 07.01.2021]

Verfügbar unter: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ernaehrung/Lebensmittel-Kennzeichnung/LeitsaetzevegetarischeveganeLebensmittel.pdf?__blob=publicationFile&v=5

Lobitz, R.: Kokosöl [online]. [Zugriff am: 10.01.2021]

Verfügbar unter: <https://www.bzfe.de/service/news/aktuelle-meldungen/news-archiv/meldungen-2018/januar/kokosoel/>

Oberritter, H.: Ernährungsphysiologische Grundlagen und Prinzipien vollwertiger Ernährung. Berlin, Heidelberg: Springer, 2010

Ollenschläger, G., Schauder, P.: Ernährungsmedizin – Prävention und Therapie, 3. Aufl. Münschen, Jena: Urban & Fischer, 2006

Padinger, F.: Analyse veganer Fertigprodukte [online]. [Zugriff am 11.01.2021]

Verfügbar unter: <https://unipub.uni-graz.at/obvugrhs/content/titleinfo/2099523/full.pdf>

Pagès, Jérôme: Multiple Factor Analysis: Main Features and Application to Sensory Data, 27. Aufl. Bogotá, Colombia: Revista Colombiana de Estadística, 2004

Saint-Eve, A., Kora, E., Martin, N.: Impact of the olfactory quality and chemical complexity of the flavouring agent on the texture of low fat stirred yogurts assessed by three different sensory methodologies. Food Quality and Preference (2004), Nr. 15, S. 655-668

Senge, B., Edelby, Y.: Einfluss von Stärkekonzentration und -art auf die Strukturausbildung in Analogkäse [online]. [Zugriff am 10.01.2021]

Verfügbar unter: https://www.lmr.tu-berlin.de/fileadmin/fg78/Download/analogkaese_staerke.pdf

Shimp, L.: Process cheese principles. Food Technology 39 (1985), Nr. 5, S. 63-70.

SKOPOS HmbH & Co. KG: 1,3 Millionen Deutsche leben vegan [online]. [Zugriff am: 11.02.2021]

Verfügbar unter: [1,3 Millionen Deutsche leben vegan | SKOPOS GROUP - Join the wonderful world of market research. \(skopos-group.de\)](https://www.skopos-group.de/1,3-Millionen-Deutsche-leben-vegan)

Statista GmbH: Umsatz mit vegetarischen und veganen Lebensmitteln in Deutschland in den Jahren 2017 bis 2019 [online]. [Zugriff am: 11.02.2021]

Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/515770/umfrage/umsatz-mit-vegetarischen-und-veganen-lebensmitteln-in-deutschland/#:~:text=Im%20Jahr%202019%20wurden%20mit,noch%20bei%20736%20Millionen%20Euro.>

Statista GmbH: Vegetarismus und Veganismus [online]. [Zugriff am: 07.01.2021]

Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/173636/umfrage/lebenseinstellung-anzahl-vegetarier/>

Tamime, A.: Processed Cheese and Analogues. Chichester: Wiley-Blackwell Publishing Ltd., 2011.

Tegge, G., (Hrsg.): Stärke und Stärkederivate. 1. Aufl. Hamburg: Behr, 2004

Van den Berg, G., Meijer, W., Düsterhöft, E.-M., Smit G.: Gouda and related cheese. In: Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology 2, 3. Aufl. Elsevier, Amsterdam, 2004, S.103-140.

Verordnung (EU) Nr. 1308/2013 Des europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013

Weltgesundheitsorganisation – Region für Europa: Häufig gestellte Fragen zum Thema Salz [online]. [Zugriff am: 11.02.2021]

Verfügbar unter: <https://www.euro.who.int/de/health-topics/disease-prevention/nutrition/news/news/2011/10/reducing-salt-intake/frequently-asked-questions-about-salt-in-the-who-european-region>

WORD – Microsoft Office 356 [Software]

XLSTAT 2020 – Addinsoft [Software]

XLSTAT by Addinsoft: Multiple Faktorenanalyse (MFA) in Excel – Anleitung [online]. [Zugriff am: 04.01.2021, 18:24]

Verfügbar unter: <https://help.xlstat.com/s/article/multiple-faktoranalyse-mfa-in-excel---anleitung?language=de>

XLSTAT by Addinsoft: Generalisierte Procrustes-Analyse in Excel [online].

[Zugriff am: 04.01.2021, 18:35]

Verfügbar unter: <https://help.xlstat.com/s/article/generalisierte-procrustes-analyse-in-excel?language=de>

Yalman, M., Güneser, O., Karagül Yüceer, Y.: Evaluation of Some Physical, Chemical and Sensory Properties of Kasar Cheese and Its Processed and Analogue Types. Journal of Agricultural Science (2017), Nr. 23, S. 63-75

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fließschema Goudaherstellung (Duensing, 2012)	9
Abbildung 2: Fließschema Herstellungsprozess von Analogkäse (Eigene Darstellung unter Berücksichtigung von Edelby, 2014)	10
Abbildung 3: Produktmappe – Napping.....	21
Abbildung 4: Korrelationskreis des Nappings mit UFP.....	22
Abbildung 5: Korrelationskreis FCP erste Untersuchung.....	24
Abbildung 6: Korrelationskreis FCP zweite Untersuchung.....	25
Abbildung 7: Produktmappe FCP erste Untersuchung	26
Abbildung 8: Produktmappe FCP zweite Untersuchung	27
Abbildung 9: Biplot der zweiten FCP-Untersuchung	28
Abbildung 10: Beispielhafte Abbildung zur Veranschaulichung eines FCP-Bogens.....	42

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verkleisterungstemperatur von Stärke (Tegge, 2004)	11
Tabelle 2: Attribute des Free Choice Profiling	28
Tabelle 3: Produktcharakteristika auf Grundlage des UPF des Nappings	29
Tabelle 4: Fettsäurenmuster wichtiger pflanzlicher und tierischer Fette und Öle (Koschat, K., 2018).....	32
Tabelle 5: Bewertung der Nährwerte in Lebensmitteln pro 100g laut EFSA 2013 (Koschat, K., 2018).....	33
Tabelle 6: Informationen zu den Proben	43

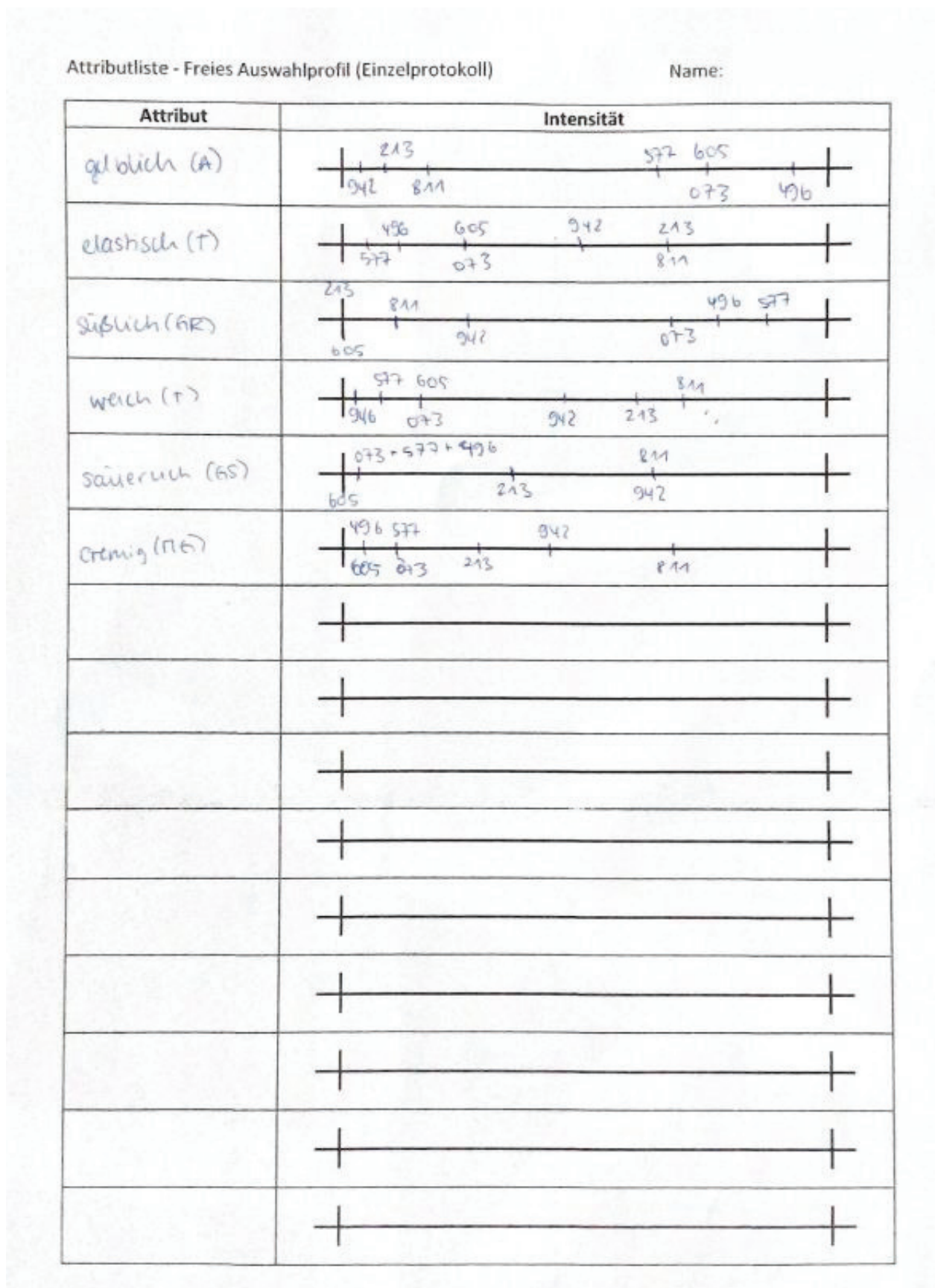
10 Anlagen

Abbildung 10: Beispielhafte Abbildung zur Veranschaulichung eines FCP-Bogens

Tabelle 6: Informationen zu den Proben

Produkt	Art des Produktes	Inhaltsstoffe	Nährwerte
MK1	Kuhmilchkäse (Typ Gouda)	Pasteurisierte Milch, Speisesalz, Säuerungskultur, mikrobielles Lab, Konservierungsstoff: Natamycin	Brennwert: 1551 kJ / 375 kcal F: 30 g (d. ges. FS: 21 g) KH: 0 g EW: 23 g Salz: 1,8 g
MV1	Vegane Analoge	Wasser, raffiniertes Kokosöl, modifizierte Stärke (Kartoffel, Tapioka), Meersalz, Olivenextrakt, Aroma, Farbstoff (Beta-Carotin)	Brennwert: 1776 kJ / 281 kcal F: 21 g (d. ges. FS: 18,4 g) KH: 23 g EW: 0 g Salz: 2,0 g
RV	Vegane Analoge (Typ Raucharoma)	Wasser, raffiniertes Kokosöl, modifizierte Stärke (Kartoffel, Tapioka), Meersalz, Olivenextrakt, Aroma, Farbstoff (Beta-Carotin)	Brennwert: 1776 kJ / 281 kcal F: 21 g (d. ges. FS: 18,4 g) KH: 23 g EW: 0 g Salz: 2,0 g
MV2	Vegane Analoge	Wasser, raffiniertes Kokosöl, modifizierte Kartoffelstärke, Tapiokastärke, Meersalz, Aromen, Farbstoffe (Beta-Carotin)	Brennwert: 1155 kJ / 279 kcal F: 24 g (d. ges. FS: 21 g) KH: 16 g EW: 0 g Salz: 2,1 g
MV3	Vegane Analoge	Wasser, Kokosöl, Stärke, modifizierte Stärke, Meersalz, Aromen, Olivenextrakt, Farbstoff (Beta-Carotin), Vitamin B12	Brennwert: 1130 kJ / 270 kcal F: 21 g (d. ges. FS: 19 g) KH: 21 g EW: 0 g Salz: 2,3 g
RK	Kuhmilchkäse (Typ Räucherkäse)	Pasteurisierte Milch, tierisches Lab, Salz, Säureregulator: Citronensäure, Milchsäurekulturen, Rauch	Brennwert: 1332 kJ / 321 kcal F: 24,5 g (d. ges. FS: 17 g) KH: 1 g EW: 24 g Salz: 1,3 g
MK2	Kuhmilchkäse (Typ Butterkäse)	Pasteurisierte Milch, Reifungskulturen, mikrobielles Lab, Salz, Farbstoff (Beta-Carotin)	Brennwert: 1461 kJ / 352 kcal F: 28 g (d. ges. FS: 16 g) KH: 0 g EW: 25 g Salz: 1,9 g

Erklärung über die selbstständige Anfertigung der Arbeit

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit von mir selbstständig und ohne unerlaubte Hilfsmittel angefertigt worden ist und ich keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Textstellen, die wörtlich oder annähernd wörtlich aus Veröffentlichungen entnommen wurden, sind durch Zitate als solche gekennzeichnet.

Ich erkläre weiterhin, dass die abgegebene digitale Version mit der eingereichten schriftlichen Arbeit übereinstimmt.

Ort, Datum

Unterschrift