

Aus dem Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der
Veterinärmedizin der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Institut für Lebensmittelsicherheit, Lebensmitteltechnologie und Öffentliches
Gesundheitswesen

Abteilung für Hygiene und Technologie von Lebensmitteln
(Leiterin: Univ.-Prof. Dr. Karin Schwaiger)

Textureigenschaften von konventionellem Käse und analogen veganen Erzeugnissen

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Judith Derntl

Wien, im Jänner 2024

Betreuer:

Ao Univ.-Prof. Dr. med. vet. Peter Paulsen Dipl.ECVPH
Institut für Lebensmittelsicherheit, Lebensmitteltechnologie und öffentliches
Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Abteilung für Hygiene und Technologie von
Lebensmitteln

Begutachterin:

Dr. med. vet. Beatrix Stessl
Institut für Lebensmittelsicherheit, Lebensmitteltechnologie und öffentliches
Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Abteilung für Lebensmittelmikrobiologie

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorgelegte Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle übernommenen Textstellen aus fremden Quellen wurden kenntlich gemacht.

Ich habe die entscheidenden Arbeiten selbst durchgeführt und alle zuarbeitend Tätigen mit ihrem Beitrag zur Arbeit angeführt.

Die vorliegende Arbeit wurde nicht an anderer Stelle eingereicht oder veröffentlicht.

Neulengbach, den 23.01.2024

Judith Derntl



ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wurden die Textureigenschaften und die Zusammensetzung von konventionellem Käse und veganen Analogprodukten bestimmt und verglichen. Die Textureigenschaften wurden mittels Scherkraftmessung (Warner-Bratzler-Methode) und Texturprofilanalyse (TPA) bestimmt. Im Vorfeld wurden Angaben zu Typ und Zusammensetzung veganer Käse-Analoga erhoben. Es zeigte sich, dass die mengenmäßig bedeutendsten Inhaltsstoffe solcher Produkte Wasser, Stärke und Pflanzenfette (Kokosfett oder Rapsöl) waren. Umgekehrt waren die Proteingehalte niedriger als in vergleichbaren Käsen. Für die Texturmessungen wurden Cheddar, Reibkäse, Gouda, Bergkäse, Feta, Mozzarella in Blöcken und vergleichbare vegane Produkte herangezogen. Da Messungen mit schnittfesten Käsen zeigten, dass die Proben temperatur einen deutlichen Einfluss auf die Messwerte hatte, wurden die Proben vor der Untersuchung auf Raumtemperatur gebracht. Für Reibkäse und Feta wurden immer signifikant höhere Werte für die Scherkraft, Härte, Gummiartigkeit, Adhäsion, Kohäsion und Elastizität gemessen als für die vergleichbaren veganen Erzeugnisse. Bei 6 und 14 Monate gereiftem Cheddar war die Scherkraft höher als beim veganen Erzeugnis; die Härte, Gummiartigkeit, Kohäsion, und Elastizität waren aber niedriger. Mozzarella wies höhere Scherkraftwerte auf als das vegane vergleichbare Produkt. Für die Produkte Gouda, Bergkäse und ein äußerlich vergleichbares veganes Erzeugnis wurde nur die Scherkraft bestimmt, wobei das vegane Erzeugnis zwischen den beiden Käsen lag.

Die Ergebnisse legen nahe, dass beim Beiß- und Kauempfinden für die Konsument:innen Unterschiede zwischen den untersuchten Käsen und den veganen Analoga zu erwarten sind.

ABSTRACT

Cheeses and analogous plant-based products were compared with respect to their textural characteristics and chemical composition. Textural properties were analyzed by shear force measurement (Warner-Bratzler method) and Texture Profile Analysis (TPA). Prior to analysis, information was collected on type and composition of vegan cheese analogs.

The major ingredients (on a quantitative basis) were water, starch and vegetable fat/oil (coconut fat, rapeseed oil). The protein content was lower than that of conventional cheese. Texture studies were done for Cheddar, grated cheese, Gouda, „Bergkäse“, Feta, Mozzarella and plant-based analogous products. Since measurements in hard cheeses demonstrated a major effect of temperature on the results, samples were brought to ambient temperature before analysis. Grated cheese and Feta demonstrated higher values for shear force, hardness, gumminess, adhesiveness, cohesiveness and springiness than the plant-based analogous products. Cheddar (aged for 6 and 14 months) had higher shear force values than the vegan product, whereas hardness, gumminess, adhesiveness, cohesiveness and springiness were lower. Mozzarella had higher shear strength values than the vegan analogon. For Gouda, „Bergkäse“ and an apparently analogous vegan product, only shear force could be determined, with the vegan product showing an intermediate value.

Based on the results, it can be expected that consumers will experience a different texture when biting and chewing the investigated cheeses and their vegan counterparts.

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG

ABSTRACT

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	1
1.1.	VEGANISMUS UND PFLANZLICHE KÄSEALTERNATIVEN	2
1.2.	SCHERKRAFTMESSUNG NACH WARNER-BRATZLER	2
1.3.	TEXTURPROFILANALYSE.....	3
2.	MATERIAL UND METHODIK	4
2.1.	PROBENAUSWAHL UND -VORBEREITUNG	4
2.1.1.	Internetrecherche	4
2.1.2.	Probenvorbereitung	5
2.2.	DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN	5
2.2.1.	Scherkraft	5
2.2.2.	Texturprofilanalyse	5
2.2.2.1.	Definitionen der gemessenen Parameter.....	6
2.3.	STATISTIK	7
3.	ERGEBNISSE	8
3.1.	VERGLEICH VON KÄSEN UND ANALOGEN VEGANEN PRODUKTEN	8
3.1.1.	Cathedral City English Cheddar kräftig-würzig 14 Monate gereift	8
3.1.2.	Spar Britischer Cheddar Mature and Creamy mind. 6 Monate gereift	8
3.1.3.	Violife Epic Mature.....	8
3.1.4.	Ja!Natürlich Bio Feta Natur	8
3.1.5.	Violife Greek White	8
3.1.6.	Clever Grana Padano.....	9
3.1.7.	VegaVita Bio-Vegrano auf Linsenbasis.....	9
3.1.8.	Ja!Natürlich Bio Camembert	9

3.1.9.	Bedda Come on Bert	9
3.1.10.	DeSpar Mozzarella Grande	9
3.1.11.	Spar veggio veganer Bio-Italian Style	9
3.1.12.	S-Budget Österreichischer Bergkäse aus Heumilch	9
3.1.13.	Spar Natur*pur Bio-Gouda aus Heumilch g.t.S.	10
3.1.14.	Veganz Genießerstück	10
3.2.	EINTEILUNG NACH ÖLMB-KAPITEL 32 MILCH UND MILCHPRODUKTE UNTERKATEGORIE 3 KÄSE .	12
3.3.	ERGEBNISSE DER SCHERKRAFTMESSUNG.....	13
3.3.1.	Bergkäse, Gouda und veganes Erzeugnis in Blockform ohne Lochung	13
3.3.2.	Cheddar und veganes Erzeugnis in Blockform ohne Lochung	14
3.3.3.	Reibkäse und veganes Erzeugnis	16
3.3.4.	Feta und veganes Erzeugnis	17
3.3.5.	Mozzarella und veganes Erzeugnis	17
3.4.	ERGEBNISSE DER TEXTURPROFILMESSUNG	18
3.4.1.	Härte	18
3.4.1.1.	Cheddar	18
3.4.1.2.	Reibkäse	20
3.4.1.3.	Feta	21
3.4.2.	Gummiartigkeit	21
3.4.2.1.	Cheddar	21
3.4.2.2.	Reibkäse	23
3.4.2.3.	Feta	23
3.4.3.	Adhäsion	24
3.4.3.1.	Cheddar	24
3.4.3.2.	Reibkäse	26
3.4.3.3.	Feta	27
3.4.4.	Kohäsion	27
3.4.4.1.	Cheddar	27

3.4.4.2.	Reibkäse	29
3.4.4.3.	Feta.....	30
3.4.5.	Elastizität	30
3.4.5.1.	Cheddar	30
3.4.5.2.	Reibkäse	32
3.4.5.3.	Feta.....	33
3.5.	ÜBERBLICK DER ERGEBNISSE	33
4.	DISKUSSION	35
4.1.	ZUSAMMENSETZUNG VON KÄSEN UND VEGANEN ANALOGEN ERZEUGNISSEN	35
4.2.	SCHERKRAFT VON KÄSEN UND VEGANEN ANALOGEN ERZEUGNISSEN	36
4.3.	HÄRTE VON KÄSEN UND VEGANEN ANALOGEN ERZEUGNISSEN.....	36
4.4.	GUMMIARTIGKEIT VON KÄSEN UND VEGANEN ANALOGEN ERZEUGNISSEN	36
4.5.	ADHÄSIONSKRAFT VON KÄSEN UND VEGANEN ANALOGEN ERZEUGNISSEN	37
4.6.	KOHÄSION VON KÄSEN UND VEGANEN ANALOGEN ERZEUGNISSEN	37
4.7.	ELASTIZITÄT VON KÄSEN UND VEGANEN ANALOGEN ERZEUGNISSEN.....	38
4.8.	EINFLUSS DER TEMPERATUR.....	38
4.9.	AUSWIRKUNGEN FÜR KONSUMENT:INNEN	39
5.	LITERATURVERZEICHNIS	40
6.	ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS	43

Abkürzungsverzeichnis

TPA	Texturprofilanalyse
ÖLMB	Österreichisches Lebensmittelbuch
F.i.T	Fett in der Trockenmasse
g.t.S	garantiert traditionelle Spezialität
RT	Raumtemperatur
KT/gek	Kühltemperatur/gekühlt

1. Einleitung und Fragestellung

Lebensmittel tierischer Herkunft sind ein traditioneller Bestandteil der menschlichen Ernährung. Ein Verzicht auf solche Lebensmittel nicht allein wegen des Tierwohls, sondern auch aus Umwelt- und Klimagründen oder wegen gesundheitlicher Aspekte ist keine neue Erscheinung, aber die Anzahl der Konsument:innen, die den Anteil tierischer Lebensmittel in ihrer Ernährung vermindern oder gänzlich auf solche Lebensmittel verzichten wollen, ist im Steigen (1). Zunehmendes Umweltbewusstsein und der ökologische Fußabdruck bestimmter Lebensmittel beeinflussen auch z.T. das Konsument:innenverhalten (2).

Dabei kann grob zwischen vegetarischer und veganer Ernährungsweise unterschieden werden. Unter den für diese Ernährungsweise verfügbaren Lebensmitteln handelt es sich nicht nur um bekannte vegetabile Erzeugnisse, ggf. Ei- und Milchprodukte, sondern es werden auch Speisen angeboten, die Fleischerzeugnissen oder Molkereiprodukten nachgebildet sind, ohne Fleisch oder Käse zu enthalten.

Für die Akzeptanz von Lebensmitteln sind neben ethischen oder rationalen Überlegungen auch die Sinnesempfindungen (Farbeindruck, Geruch, Geschmack, Festigkeit) von Bedeutung. Insbesondere soll bei vegetarischen oder veganen Lebensmitteln, die Fleischwaren oder Molkereiprodukten nachgebildet sind, eine weitgehende Ähnlichkeit in Bezug auf Farbe, Geruch, Geschmack und Festigkeit zu den fleisch- oder milchhaltigen „Vorbildern“ bestehen (3).

In dieser Arbeit sollen Textureigenschaften von konventionellem und veganem Käse bestimmt und verglichen werden. Dazu kommt die Scherkraftmessung mittels Warner-Bratzler-Methode und die Texturprofilanalyse zum Einsatz. Die Ergebnisse und deren Auswertung auf statistisch signifikante Unterschiede sollen klären, ob beim Beiß- und Kauempfinden von äußerlich und der Sachbezeichnung nach vergleichbaren Käsen für die Konsument:innen Unterschiede zu erwarten sind.

1.1. Veganismus und pflanzliche Käsealternativen

„Veganismus ist eine Lebensweise, die versucht - soweit wie praktisch durchführbar - alle Formen der Ausbeutung und Grausamkeiten an leidensfähigen Tieren für Essen, Kleidung und andere Zwecke zu vermeiden; und in weiterer Folge die Entwicklung und Verwendung von tierfreien Alternativen zu Gunsten von Mensch, Tier und Umwelt fördert. In Bezug auf die Ernährung bedeutet dies den Verzicht auf alle Produkte, die zur Gänze oder teilweise von Tieren gewonnen werden.“ (4)

Diese Definition findet sich auf der Webseite der Veganen Gesellschaft Österreich. In Bezug auf die Ernährungsweise bedeutet dies im Gegensatz zum Vegetarismus einen totalen Verzicht auf alle tierischen Lebensmittel. Eier, Honig, Milch und Milchprodukte werden abgelehnt und zum Teil durch Produkte mit anderer Zusammensetzung, aber vergleichbaren sensorischen Eigenschaften ausgetauscht. Dies geschieht einerseits, um den Umstieg auf die vegane Lebensweise zu erleichtern, andererseits sollen auch „Nicht-Veganer“ mit diesem Produktsortiment angesprochen werden. Als weiteres Motiv kann auch Allergie gegen bestimmte/Unverträglichkeit von bestimmten Nahrungsmittelbestandteilen angesehen werden; so sind Eier und Milch kennzeichnungspflichtige Allergene im Sinn der Verordnung EU Nr. 1169/2011 (5).

Grossmann und McClements definieren „Plant-based“-Käse als ein mit pflanzlichen Inhaltsstoffen hergestelltes, essbares Erzeugnis. Dieses wurde so entwickelt, um ein ähnliches Erscheinungsbild, Textur und Geschmack wie tierischer Käse zu haben. Um dieses Ziel zu erreichen, kann eine Vielzahl an Zutaten und Verarbeitungsprozessen zum Einsatz kommen (6).

1.2. Scherkraftmessung nach Warner-Bratzler

Die Scherkraftmessung nach Warner-Bratzler soll den Schneidevorgang der Zähne während des Kauens simulieren und objektiv messbar machen. Dazu wird das Testobjekt auf einen mit einem Spalt versehenen Probenstisch platziert und von einem Scherblatt mit einer rechteckigen Auslassung nach dem Guillotine-Prinzip mit gleichmäßiger Geschwindigkeit von oben nach unten durchtrennt (7). Anders als bei einer Guillotine weist das Blatt aber keine Schneide auf, sondern die Kante ist stumpf ausgeführt. Der Widerstand der Probe gegenüber diesen Scherkräften wird gemessen und der Maximalwert dokumentiert (8).

1.3. Texturprofilanalyse

Die Texturprofilanalyse (TPA) soll die Kompression eines Lebensmittels zwischen den Backenzähnen während des Kauens nachahmen (9) und beruht auf dem Prinzip eines Kompressionstests. Im Gegensatz zur einfachen Kompression wird aber auch die Kraft bei der Entspannung gemessen. Während der Beprobung wird das zu testende Produkt in einem Doppelzyklus zweimal aufeinanderfolgend komprimiert. Der Messstempel fährt mit einer zuvor festgelegten Geschwindigkeit hinab und komprimiert die Probe, bis die gewünschte Kompression (in prozentueller Abhängigkeit von der ursprünglichen Höhe oder bis zum Erreichen einer Maximalkraft) erreicht ist. Daraufhin bewegt sich der Probenstempel zurück in die Ausgangsposition und verbleibt dort für eine definierte Zeit. Im Anschluss wird die Kompression nach demselben Schema ein zweites Mal durchgeführt. Die dem Messgerät entgegenwirkenden Kräfte werden mathematisch verrechnet und stehen dem Anwender in Form diverser Parameter zur Verfügung. Die für diese Arbeit gemessenen Parameter sind in Tab. 1 gelistet (10, 11).

2. Material und Methodik

2.1. Probenauswahl und -vorbereitung

2.1.1. Internetrecherche

Um einen Überblick über die im Handel angebotenen konventionellen und veganen Käsesorten zu bekommen, wurde im Vorfeld eine Internetrecherche durchgeführt. Die Lebensmittelhändler Spar, Billa, Hofer und Penny bieten jeweils einen Online-Shop mit einer Übersicht ihrer verfügbaren Produkte an. Den Beginn der Recherche markierte das Erstellen einer Tabelle (Tab. 3) mit den Einteilungen der Käsegruppen nach ihrem Wassergehalt in der fettfreien Käsemasse sowie der Fettgehalte in der Trockenmasse nach dem Österreichischen Lebensmittelbuch (ÖLMB) (12). Da für vegane Käsealternativen eine vergleichbare Kategorisierung nicht existiert, wurden anschließend die veganen Produkte der verschiedenen Anbieter den passendsten Kategorien zugeordnet und eine Auswahl an konventionellen Käsesorten jenen gegenübergestellt. Häufig werden vegane Käsealternativen nach dem Vorbild eines konventionellen Produktes hergestellt und beworben, in diesen Fällen konnte die Zuordnung nach Namensbezeichnung erfolgen. In den anderen Fällen, bei denen die Zuordnung namentlich nicht eindeutig war, wurde auf das Erscheinungsbild des Online-Produktfotos geachtet und so die zutreffendste Kategorie gewählt. Von den Etiketten wurden sowohl die Angaben der Zutaten als auch die Angaben zur chemischen Zusammensetzung übernommen, um die Hauptbestandteile der Erzeugnisse zu identifizieren. Dies war möglich, da die Zutatenliste die Zutaten in mengenmäßig absteigender Reihenfolge angibt (5, 13). Um die Besorgung der verschiedenen Produkte einfacher zu gestalten, kam auch ein selbstgewähltes Farbschema zum Einsatz, welches die verschiedenen Supermarktketten darstellte. Anfangs wurden sowohl Blockkäse als auch schon geschnittener Käse in die Übersichtstabelle aufgenommen und dementsprechend markiert. Im Zuge des Einkaufens und der weiteren Beprobung kam schlussendlich nur noch Blockkäse zum Einsatz. Diese Entscheidung beruht einerseits darauf, dass das Sortenangebot im Bereich der nicht geschnittenen Käsen vielfältiger ist, andererseits waren schon im Vorhinein Messungenauigkeiten bei vorgeschnittenen Produkten zu erwarten. Um die Ergebnisse so vergleichbar wie möglich zu erzielen, ist die solide Form des Käses in diesem Fall vorzuziehen. Aus der Zusammenstellung wurden Produktpaare ausgewählt, deren Textureigenschaften verglichen wurden.

2.1.2. Probenvorbereitung

Die Proben wurden bei 2–4 °C gelagert und bei Raumtemperatur für die Messungen vorbereitet. Für die Scherkraftmessungen wurden Prismen mit quadratischem Querschnitt (1 x 1 cm) und mind. 4 cm Länge angefertigt. Je nach Länge der Prismen konnten eine oder mehrere Scherkraftmessungen durchgeführt werden. Es wurde versucht, mind. 10 Messergebnisse je Produkt zu erhalten. Für die Texturprofilanalyse wurden mit einem Korkbohrer (Durchmesser 30 mm) Zylinder mit einer Höhe von 25 mm ausgestanzt. Dazu wurde die Innenseite des Korkbohrers dünn mit einem Gleitmittel bestrichen (Carlex Spray; Zeelandia, Zierikzee, NL).

Einige Produkte wurden sowohl in gekühltem Zustand (4 °C) als auch bei Raumtemperatur (20-22 °C) untersucht.

2.2. Durchführung der Messungen

2.2.1. Scherkraft

Die Scherkraft wurde mit einem Instron 4411 Materialprüfgerät (Norwood, MA, USA) mit einem 50 N Kraftaufnehmer gemessen. Die Messfrequenz betrug 20/sec. Das verwendete Scherblatt (Warner-Bratzler Typ) hatte eine rechteckige Ausnehmung zur Aufnahme der Probe. Das Scherblatt wurde mit 1 mm/sec. bewegt und die maximale Kraft (N) zur vollständigen Durchtrennung der Probe wurde aufgezeichnet. Je Probe wurden zumindest 5 Messungen durchgeführt und daraus Mittelwerte und Standardabweichung berechnet.

2.2.2. Texturprofilanalyse

Die Texturprofilanalyse wurde mit einem Brookfield CT3 Gerät (Ametek Brookfield; Berwyn, PA, USA) mit einem 50 N Kraftaufnehmer durchgeführt. Die Probe wurde dabei zwischen einer horizontalen Grundplatte und einem Stempel mit 36 mm Durchmesser (AACS 36 mm) komprimiert. Die Datenerfassungsrate betrug 100 /sec. Der Stempel wurde bei der Kompression und bei der Entspannung mit 10 mm/sec. bewegt. Die Kompression betrug 10 % der Probenhöhe. Zwischen den beiden Kompressions-Entspannungszyklen war eine Ruhezeit von 2 sec. vorgegeben. Die gemessenen bzw. berechneten Parameter sind in Tab. 1 angegeben. Je Probe wurden zumindest 5 Messungen durchgeführt und daraus Mittelwerte und Standardabweichung berechnet.

2.2.2.1. Definitionen der gemessenen Parameter

Szczesniak und Brandt entwickelten in den 1960ern ein Klassifikationssystem, mit welchem die rheologischen Eigenschaften eines Produkts mit der Terminologie der Konsument:innen in Einklang gebracht werden konnten (14). Die für diese Arbeit gemessenen Parameter werden in Tab. 1 näher erläutert. Abb. 1 soll jene Parameter mathematisch beziehungsweise grafisch darstellen.

Tab. 1: Erklärungen der gemessenen Texturprofilanalyse-Parameter (15–17)

Parameter	Mechanische Charakteristik	Mathematische / grafische Beschreibung	Dimension
Härte	Notwendige Kraft, eine bestimmte Deformation zu erreichen	Höchste Belastung während der ersten Kompression (F1)	N*
Adhäsion	Notwendige Arbeit, um Anziehungskräfte zwischen Produktoberfläche und anderen Kontaktflächen zu überwinden	Fläche unter der Kurve des ersten negativen Peaks (c)	N*
Kohäsion	Stärke der internen Bindungen, welche die Masse des Produkts ausmachen	Fläche unter der Kurve der zweiten Kompression geteilt durch die Fläche der Kurve der ersten Kompression $((d + e) / (a + b))$	-
Elastizität	Fähigkeit des Produkts, nach der ersten Kompression zur Ausgangshöhe zurückzukehren	Distance 2 geteilt durch Distance 1	mm
Gummiartigkeit	Notwendige Energie, um semisoliden Produkte so zu zerkleinern, dass sie abschluckbar sind	Härte mal Kohäsion $(F1 * ((d + e) / (a + b)))$	N*

* da das verwendete Messgerät statt der Kraftdimension N die Werte in g (kg) ausgibt, werden in der Folge die Ergebnisse in g statt N angegeben.

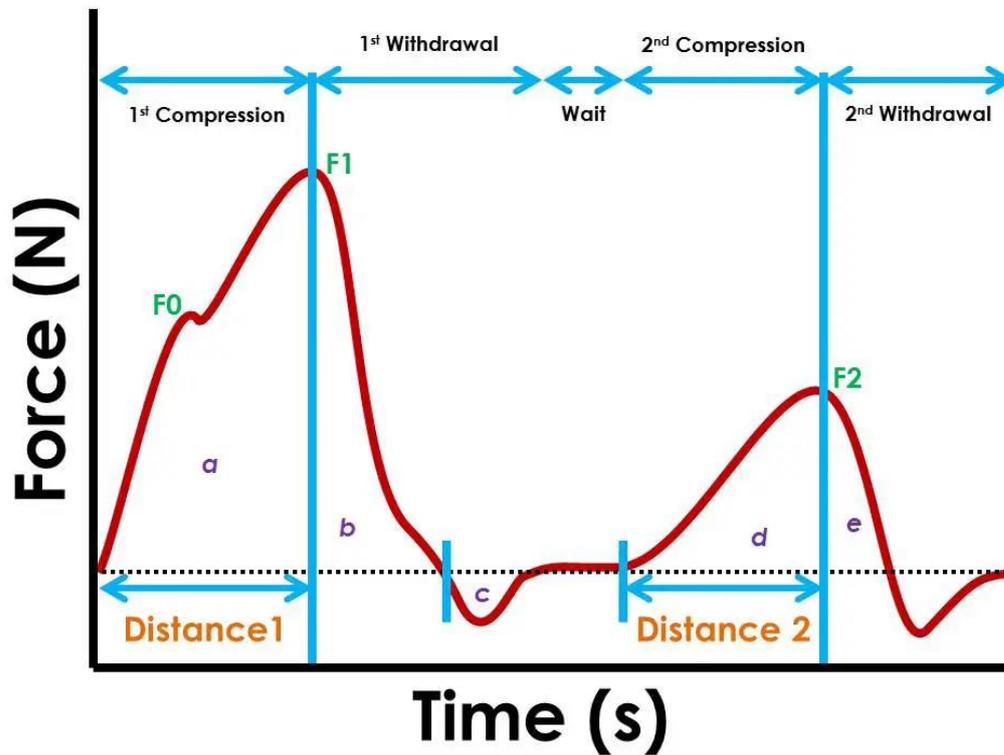


Abb. 1: Beispielgrafik einer TPA-Messung (The Centre for Industrial Rheology) (15)

2.3. Statistik

Aus den Mehrfachmessungen je Produkt wurden Mittelwert und Standardabweichung berechnet. Wenn nur eine nicht-vegane mit einer veganen Probe verglichen wurde, wurde mittels t-Test (zweiseitig) bei einer Signifikanzschwelle von 0,05 (MS-Excel) auf statistisch signifikante Unterschiede getestet. Bei mehr als zwei Proben wurde die Analyse mittels einfaktorieller Varianzanalyse und Tukey's HSD als post-hoc Test vorgenommen (<https://www.socscistatistics.com/>).

3. Ergebnisse

3.1. Vergleich von Käsen und analogen veganen Produkten

Um später Vergleiche und Aussagen über den Einfluss der verschiedenen Zusammensetzungen auf die Textur treffen zu können, finden sich in Folge die Produktbezeichnung und die Zutatenliste laut Hersteller der beprobten Produkte. Um Unterschiede und Ähnlichkeiten visuell einfacher darzustellen, wurde für die durchschnittlichen Nährwerte eine Gegenüberstellung in Tabellenform gewählt (Tab. 2).

3.1.1. Cathedral City English Cheddar kräftig-würzig 14 Monate gereift

Englischer Hartkäse, mind. 48% F.i.Tr.

Zutaten: pasteurisierte Milch, Speisesalz, mikrobielles Lab, Käsereikulturen (enthalten Milch)

3.1.2. Spar Britischer Cheddar Mature and Creamy mind. 6 Monate gereift

Hartkäse mind. 50 F.i.Tr.

Zutaten: pasteurisierte Kuhmilch, Salz unjodiert, Käsereikulturen, mikrobielles Lab

3.1.3. Violife Epic Mature

Lebensmittelzubereitung mit Kokosöl für Sandwich, zum Überbacken und Snacken

Zutaten: Wasser, Kokosöl (24%), Modifizierte Stärke, Stärke, Meersalz, Linsenprotein, Gereifter Cheddar Aroma, Säureregulator: Milchsäure, Olivenextrakt, Farbstoff: Beta-Carotin, Vitamin B12

3.1.4. Ja!Natürlich Bio Feta Natur

Bio-Feta aus pasteurisierter Bio-Schaf- und Bio-Ziegenmilch, in Salzlake gereift, min. 48% F.i.T.

Zutaten: Bio-Schafmilch 70%, Bio-Ziegenmilch 27%, Meersalz, Lab Mikrobiell, Käsereikulturen

3.1.5. Violife Greek White

Lebensmittelzubereitung mit Kokosöl für Salate

Zutaten: Wasser, Kokosöl (29%), Stärke, Meersalz, Säureregulator: Glucono-Delta-Lacton, Aromen, Olivenextrakt, Vitamin B12

3.1.6. Clever Grana Padano

Italienischer Hartkäse mindestens 32% Fett i.Tr.

Zutaten: Milch, Salz, Lab, Lysozym (aus Ei)

3.1.7. VegaVita Bio-Vegrano auf Linsenbasis

vegane Reibekäsealternative auf Linsenbasis

Zutaten: Wasser, Kartoffelstärke, Kokosfett, 13% geschälte rote Linsen, Hefeflocken, Meersalz, natürliches Hefearoma

3.1.8. Ja!Natürlich Bio Camembert

Bio-Camembert mindestens 45% Fett i.Tr. aus pasteurisierter Bio-Heumilch g.t.S

Zutaten: Bio-Heumilch pasteurisiert, Speisesalz, Lab Tierisch, Schimmelkulturen

3.1.9. Bedda Come on Bert

Lebensmittelzubereitung auf Basis von Rapsöl, mit Edelschimmel gereift

Zutaten: Wasser, 18% Rapsöl, Kartoffelstärke, Salz, Kartoffelprotein, Zucker, Aroma, Farbstoff: Beta-Carotin; Edelschimmel

3.1.10. DeSpar Mozzarella Grande

Mozzarella aus pasteurisierter Kuhmilch, mindestens 45% F.i.Tr.

Zutaten: pasteurisierte MILCH, Salz, mikrobielles Lab, Antioxidationsmittel: Citronensäure, Käseereikulturen

3.1.11. Spar veggie veganer Bio-Italian Style

Pflanzliche Bio-Lebensmittelzubereitung aus gekeimtem Bio-Vollkornreis in Salzlake und Stangenform

Zutaten: 44% Zubereitung aus gekeimtem Vollkornreis (Wasser, 16% gekeimter Vollkornreis, Salz unjodiert, Apfelessig), Wasser, Kokosöl, Tapiokastärke, Salz unjodiert, Apfelessig, Zitronensaft, Verdickungsmittel: Agar-Agar, Gummi arabicum, Xanthan, Johannisbrotkernmehl, Säureregulator: Milchsäure

3.1.12. S-Budget Österreichischer Bergkäse aus Heumilch

Österreichischer Bergkäse aus Heumilch hergestellt. Mind. 45% Fett i. Tr., mit Rohmilch hergestellt, Reifezeit: mind. 3 Monate

Zutaten: Heumilch g.t.S., Salz unjodiert, Lab tierisch, Käseereikulturen

3.1.13. Spar Natur*pur Bio-Gouda aus Heumilch g.t.S.

Bio-Schnittkäse 50% F.i.T., aus pasteurisierter Heumilch g.t.S.

Zutaten: pasteurisierte Heumilch g.t.S., Salz unjodiert, Käsereikulturen, mikrobielles Lab

3.1.14. Veganz Genießerstück

Vegane Käsealternative auf Kokosölbasis

Zutaten: Wasser, raffiniertes Kokosöl (24%), modifizierte Stärke, Tapiokastärke, Meersalz, Aromen, Farbstoff: Beta-Carotin

Tab. 2: Durchschnittliche Nährwerte von Käsen und analogen veganen Erzeugnissen (konventionell/vegan)

Durchschnittliche Nährwerte pro 100g	Cathedral City English Cheddar kräftig-würzig 14 Monate gereift	Spar Britischer Cheddar Mature and Creamy mind. 6 Monate gereift	Violife Epic Mature	Ja!Natürlich Bio Feta Natur	Violife Greek White
Energie kJ/kcal	1744kJ/421kcal	1725kJ/416kcal	1256kJ/303kcal	1119kJ/270kcal	1260kJ/305kcal
Fett	34,9g	35g	24g	23g	29g
Davon gesättigte Fettsäuren	21,7g	22g	22g	15g	26g
Kohlenhydrate	0,1g	<0,5g	20g	<0,5g	11g
Davon Zucker	0,1g	<0,5g	0,2g	<0,5g	0g
Eiweiß	25,4g	25g	1,3g	16g	0g
Salz	1,8g	1,8g	2,2g	2,5g	1,7g
Vitamin B12			2,5µg		2,5µg

Fortsetzung Tab. 2

Durchschnittliche Nährwerte pro 100g	Clever Grana Padano	VegaVita Bio-Vegrano auf Linsenbasis	Ja!Natürlich Bio Camembert	Bedda Come on Bert
Energie kJ/kcal	1654kJ/398kcal	1084kJ/260kcal	1475kJ/356kcal	1107kJ/268kcal
Fett	29g	16g	30g	24g
Davon gesättigte Fettsäuren	18g	15g	21g	1,7g
Kohlenhydrate	0g	25g	0g	12g
Davon Zucker	0g	0g	0g	1,3g
Eiweiß	33g	4g	21g	1,4g
Salz	1,5g	2,4g	1,6g	1,8g

Fortsetzung Tab. 2

Durchschnittliche Nährwerte pro 100g	DeSpar Mozzarella Grande	Spar veggio veganer Bio-Italian Style	S-Budget Bergkäse	Spar Natur*pur Bio-Gouda aus Bio-Heumilch	Veganz Genießerstück
Energie kJ/kcal	972kJ/234kcal	766kJ/185kcal	1643kJ/396kcal	1481kJ/357kcal	1155kJ/279kcal
Fett	18g	16g	32g	29g	24g
Davon gesättigte Fettsäuren	13g	14g	18g	22g	21g
Kohlenhydrate	1,0g	8,5g	<0,5g	0g	16g
Davon Zucker	1,0g	<0,5g	<0,5g	0g	0g
Eiweiß	17g	2,2g	27g	24g	0g
Salz	0,45g	0,7g	1,5g	1,2g	2,1g

3.2. Einteilung nach ÖLMB-Kapitel 32 Milch und Milchprodukte

Unterkategorie 3 Käse

Um eine Gruppierung der einzelnen Produkte zu ermöglichen, soll Tab. 3 eine Übersicht bieten. Dazu wurden die einzelnen konventionellen Käsesorten der offiziellen Bezeichnung des Österreichischen Lebensmittelbuches zugeordnet und um das vegane Analogon ergänzt. In der Kategorie „Hartkäse“ finden sich sowohl Cheddar als auch Bergkäse, im Zuge der Beprobung wurden jedoch Bergkäse, Gouda und Veganz Genießerstück näher miteinander verglichen.

Tab. 3: Einteilung nach ÖLMB

Einteilung nach ÖLMB	konventionell	Vegan
Hartkäse	Cheddar Bergkäse	Violife Epic Mature
Schnittkäse	Gouda	Veganz Genießerstück
Reibhartkäse	Grana Padano	VegaVita Bio-Vegrano
Weißkäse in Salzlake gereift	Feta	Violife Greek White
Weichkäse mit Weißschimmel	Camembert	Bedda Come on Bert
Ungereifter Käse Typ Pasta Filata	Mozzarella	Spar veggio veganer Bio-Italian Style

3.3. Ergebnisse der Scherkraftmessung

3.3.1. Bergkäse, Gouda und veganes Erzeugnis in Blockform ohne Lochung

Untersucht wurden Bergkäse (S-Budget), Gouda (Bio – Natur Pur) und als veganes Analogon das Produkt „Veganz Genießerstück“. Die Maximalkraft beim Durchschneiden ist in den Abb. 2 und 3 angegeben. Alle drei Proben unterschieden sich – sowohl bei Kühl- als auch bei Zimmertemperatur – statistisch signifikant voneinander. Grundsätzlich waren bei allen drei Produkten die Maximalkräfte bei den kalten Proben höher als bei den Proben mit Zimmertemperatur.

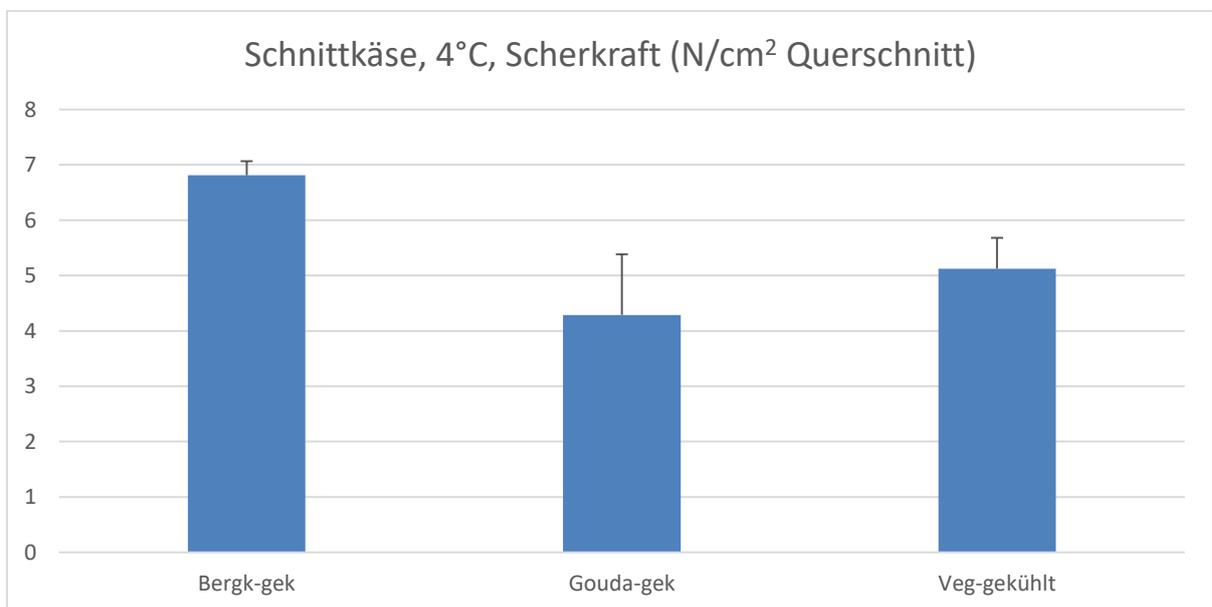


Abb. 2: Scherkräfte bei Gouda (n = 10) und Bergkäse (n = 10) und einem analogen veganen Erzeugnis (4°C) (n = 9)

$p(\text{Bergkäse-Gouda}) = 0,023^*$; $p(\text{Gouda-veganes Erzeugnis}) = 0,045^*$; $p(\text{Bergkäse-veganes Erzeugnis}) = 0,033^*$

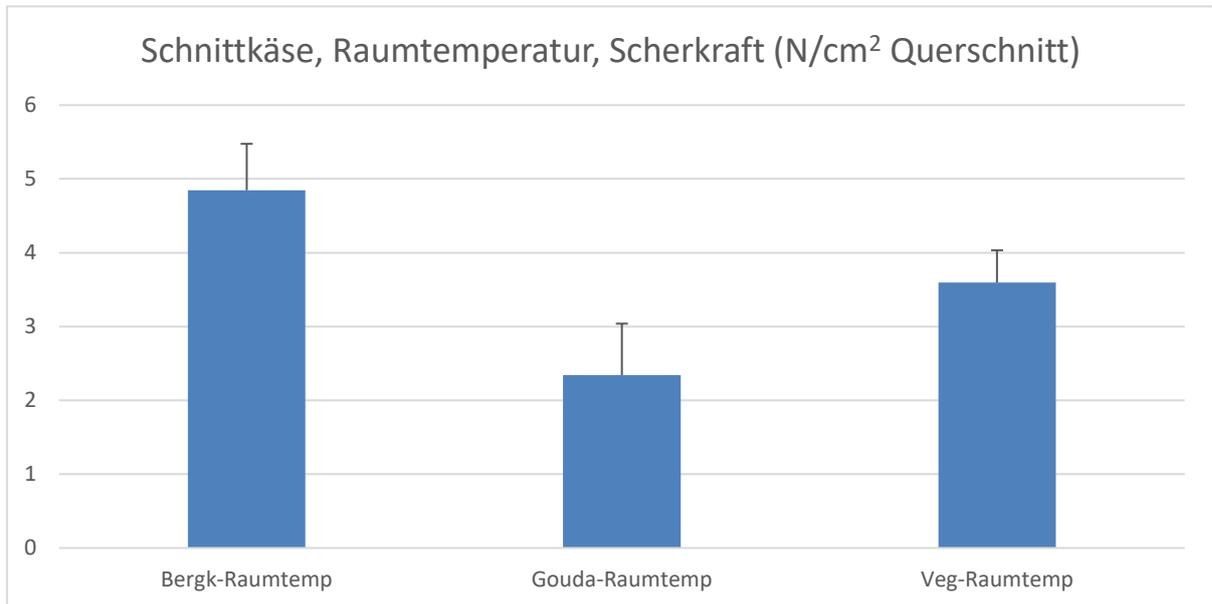


Abb. 3: Scherkräfte bei Gouda (n = 8) und Bergkäse (n = 10) und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur)

$p(\text{Bergkäse-Gouda}) = 0,021^*$; $p(\text{Gouda-veganes Erzeugnis}) = 0,049^*$; $p(\text{Bergkäse-veganes Erzeugnis}) = 0,028^*$

3.3.2. Cheddar und veganes Erzeugnis in Blockform ohne Lochung

Untersucht wurden 14 Monate gereifter Cheddar (Cathedral City English Cheddar), 6 Monate gereifter Cheddar und als veganes Analogon das Produkt „Violife Epic Mature“. Die Maximalkraft beim Durchschneiden ist in den Abb. 4 und 5 angegeben. Alle drei Proben unterschieden sich – sowohl bei Kühl- als auch bei Zimmertemperatur – statistisch signifikant voneinander. Grundsätzlich waren bei allen drei Produkten die Maximalkräfte bei den kalten Proben höher als bei den Proben mit Zimmertemperatur.

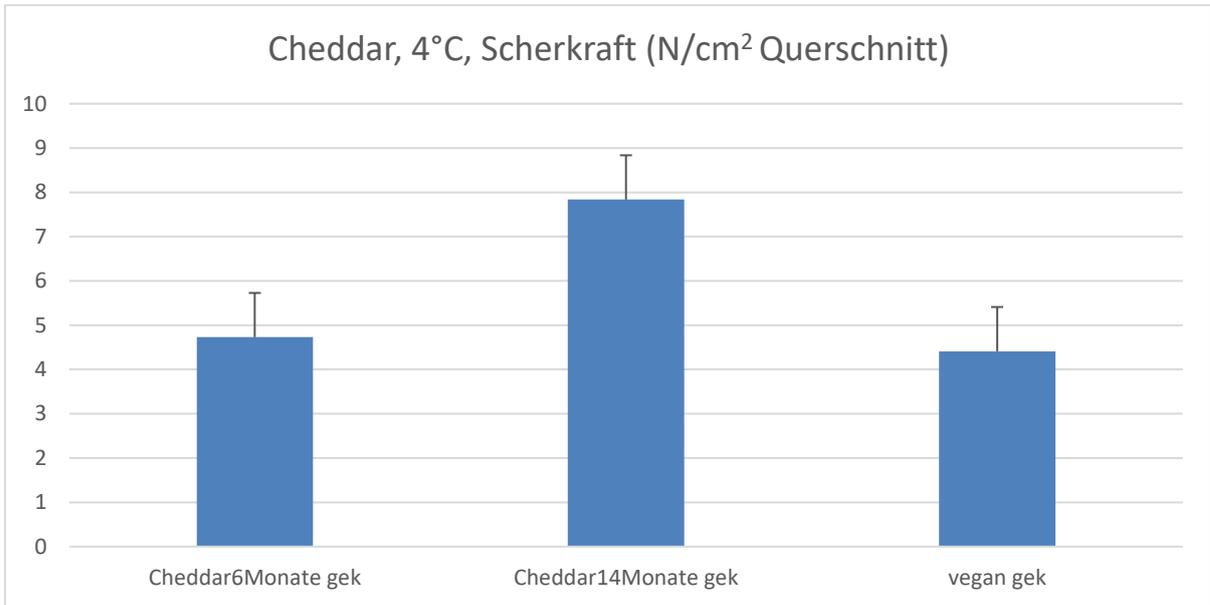


Abb. 4: Scherkräfte bei Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (4°C) (n = 9)

$p(\text{Cheddar6Monate-Cheddar14Monate}) = 0,019^*$; $p(\text{Cheddar6Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,030^*$;
 $p(\text{Cheddar14Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,044^*$

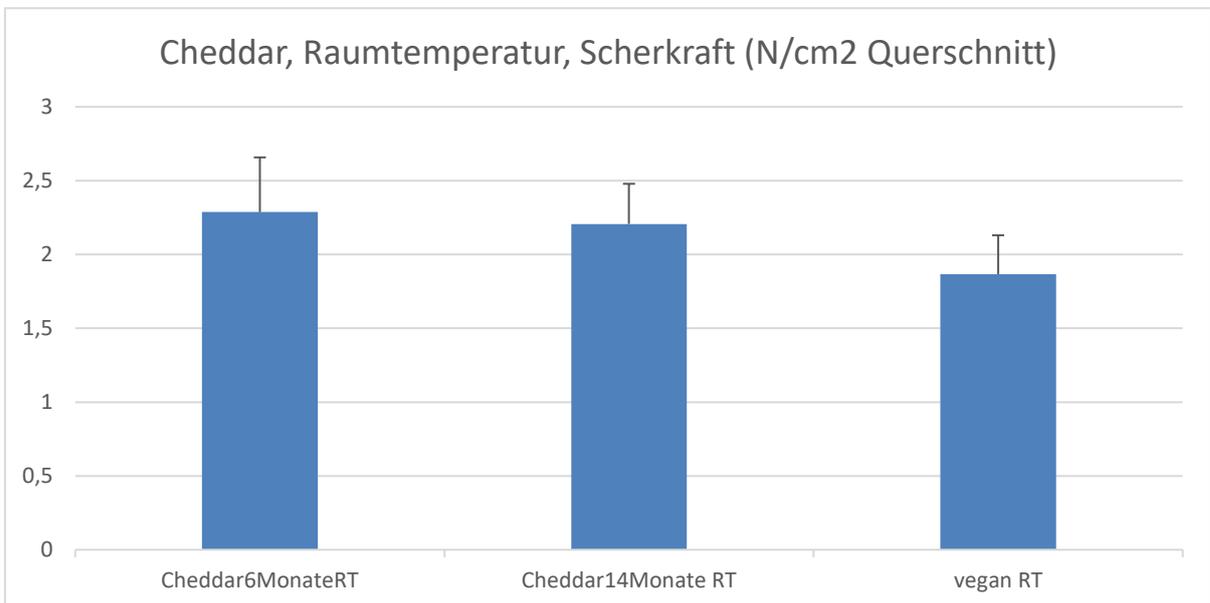


Abb. 5: Scherkräfte bei Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur) (n = 9)

$p(\text{Cheddar6Monate-Cheddar14Monate}) = 0,022^*$; $p(\text{Cheddar6Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,029^*$;
 $p(\text{Cheddar14Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,031^*$

3.3.3. Reibkäse und veganes Erzeugnis

Untersucht wurden Reibkäse (Grana Padano), und als veganes Analogon das Produkt „VegaVita BioVegrano“. Die Maximalkraft beim Durchscheren ist in Abb. 6 angegeben. „VegaVita BioVegrano“ wies dabei höchstsignifikant niedrigere Scherkraftwerte auf ($p < 0,001$).

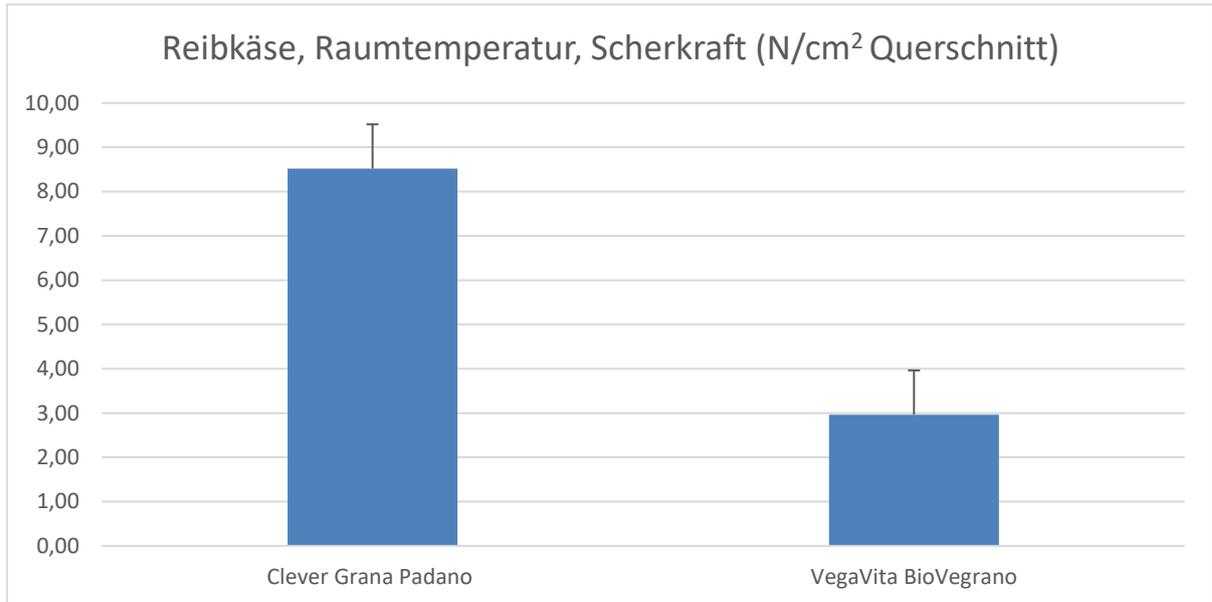


Abb. 6: Scherkräfte bei Reibkäse (n = 11) und einem analogen veganen Erzeugnis (n = 9) (Raumtemperatur) $p < 0,001^{***}$

3.3.4. Feta und veganes Erzeugnis

Untersucht wurden Feta, und als veganes Analogon das Produkt „Violife Greek White“. Die Maximalkraft beim Durchschneiden ist in Abb. 7 angegeben. „Violife Greek White“ wies dabei höchstsignifikant niedrigere Scherkraftwerte auf ($p < 0,001$).

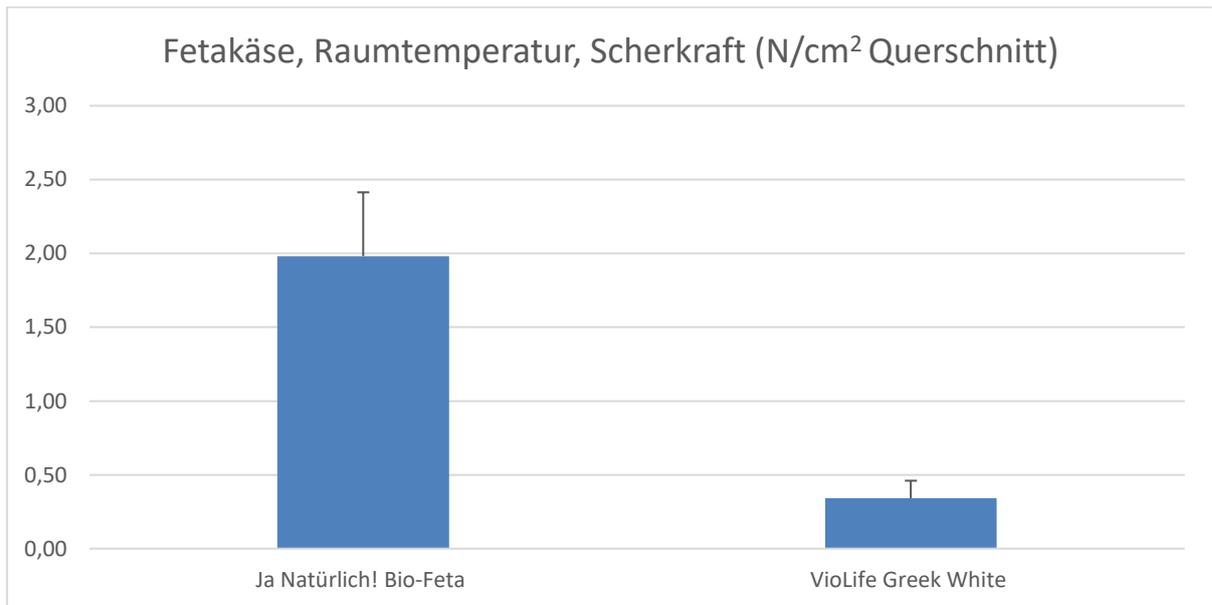


Abb. 7: Scherkräfte bei Feta und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur) (n = 9)
 $p < 0,001^{***}$

3.3.5. Mozzarella und veganes Erzeugnis

Untersucht wurden Mozzarella, und als veganes Analogon das Produkt „Bio-Italian Style“. Die Maximalkraft beim Durchschneiden ist in Abb. 8 angegeben. „Bio-Italian Style“ wies dabei höchstsignifikant niedrigere Scherkraftwerte auf ($p < 0,001$).

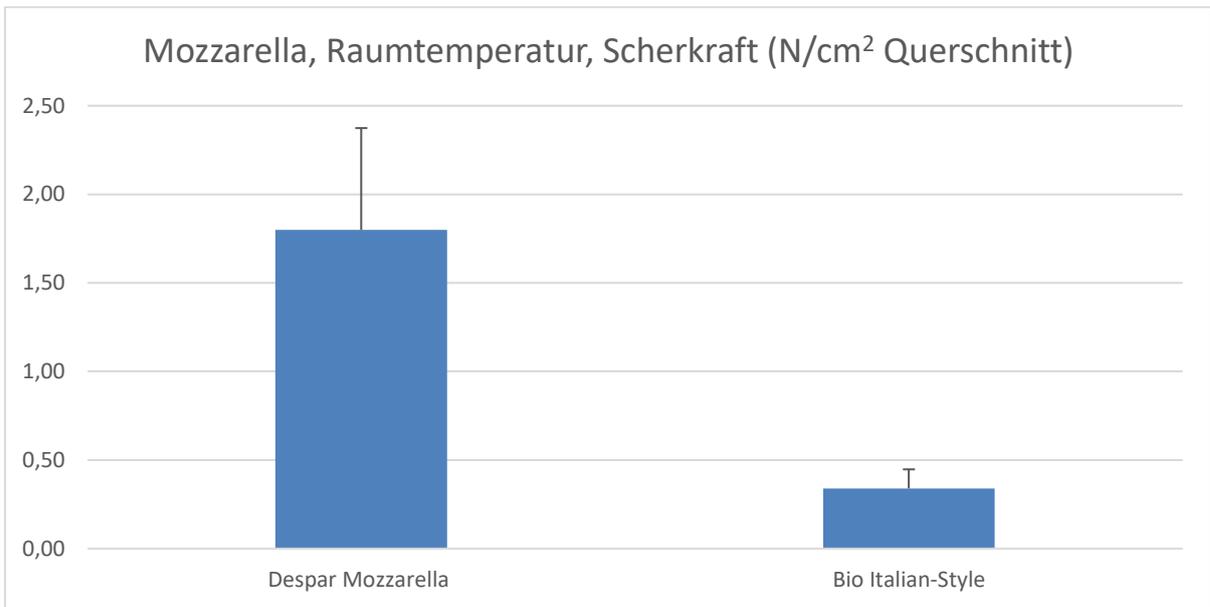


Abb. 8: Scherkräfte bei Mozzarella (n = 10) und einem analogen veganen Erzeugnis (n = 9) (Raumtemperatur) $p < 0,001^{***}$

3.4. Ergebnisse der Texturprofilmessung

3.4.1. Härte

3.4.1.1. Cheddar

Untersucht wurden 14 Monate gereifter Cheddar (Cathedral City English Cheddar), 6 Monate gereifter Cheddar und als veganes Analogon das Produkt „Violife Epic Mature“. Die Härte bei der ersten Kompression der Proben auf 90 % der Originalhöhe ist in den Abb. 9 und 10 angegeben. Alle drei Proben unterschieden sich – sowohl bei Kühl- als auch bei Zimmertemperatur – statistisch signifikant voneinander. Grundsätzlich waren bei allen drei Produkten die Durchschnittswerte bei den kalten Proben höher als bei den Proben mit Zimmertemperatur.

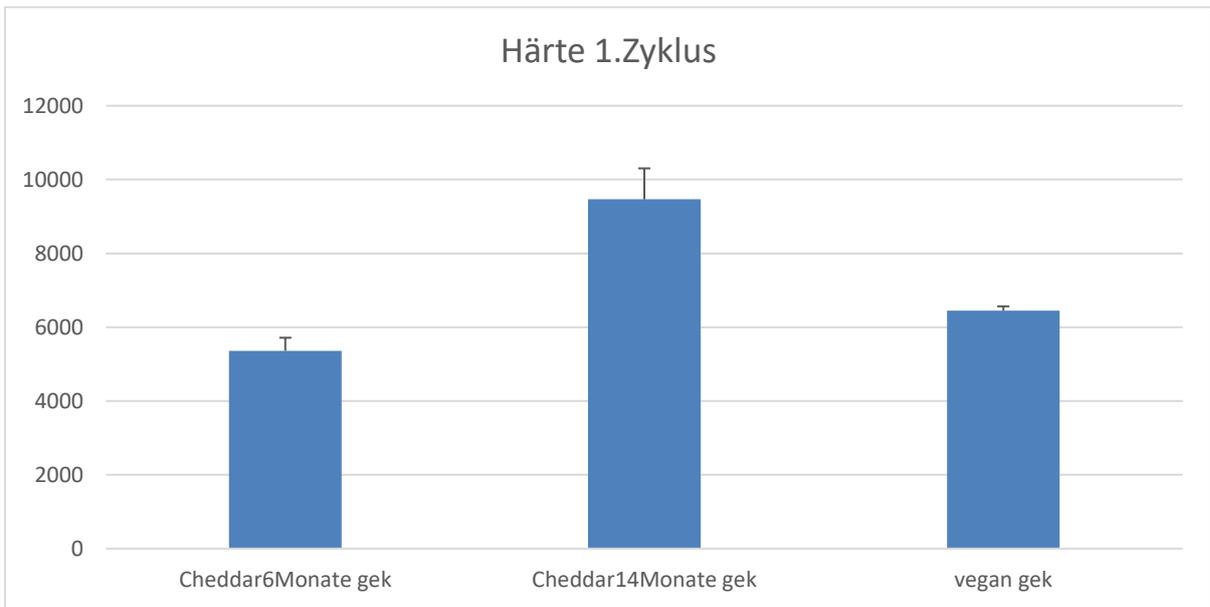


Abb. 9: Härte von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (4 °C), y-Achse: Härte in g (n6Mon = 2, n14Mon = 3, nveg = 4)

$p(\text{Cheddar6Monate-Cheddar14Monate}) = 0,033^*$; $p(\text{Cheddar6Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,041^*$;
 $p(\text{Cheddar14Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,025^*$

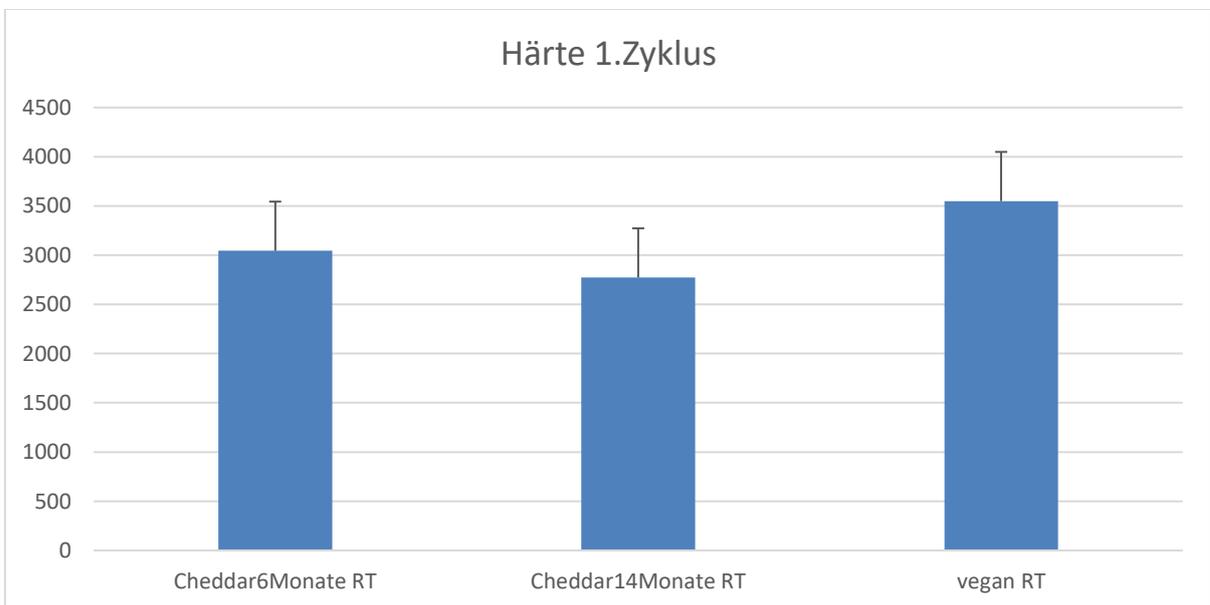


Abb. 10: Härte von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Härte in g (n6Mon = 4, n14Mo n = 2, nveg = 5)

$p(\text{Cheddar6Monate-Cheddar14Monate}) = 0,025^*$; $p(\text{Cheddar6Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,044^*$;
 $p(\text{Cheddar14Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,027^*$

3.4.1.2. Reibkäse

Untersucht wurden Reibkäse (Grana Padano), und als veganes Analogon das Produkt „VegaVita BioVegrano“ (Abb. 11). „VegaVita BioVegrano“ wies dabei signifikant niedrigere Härtewerte auf ($p < 0,05$).

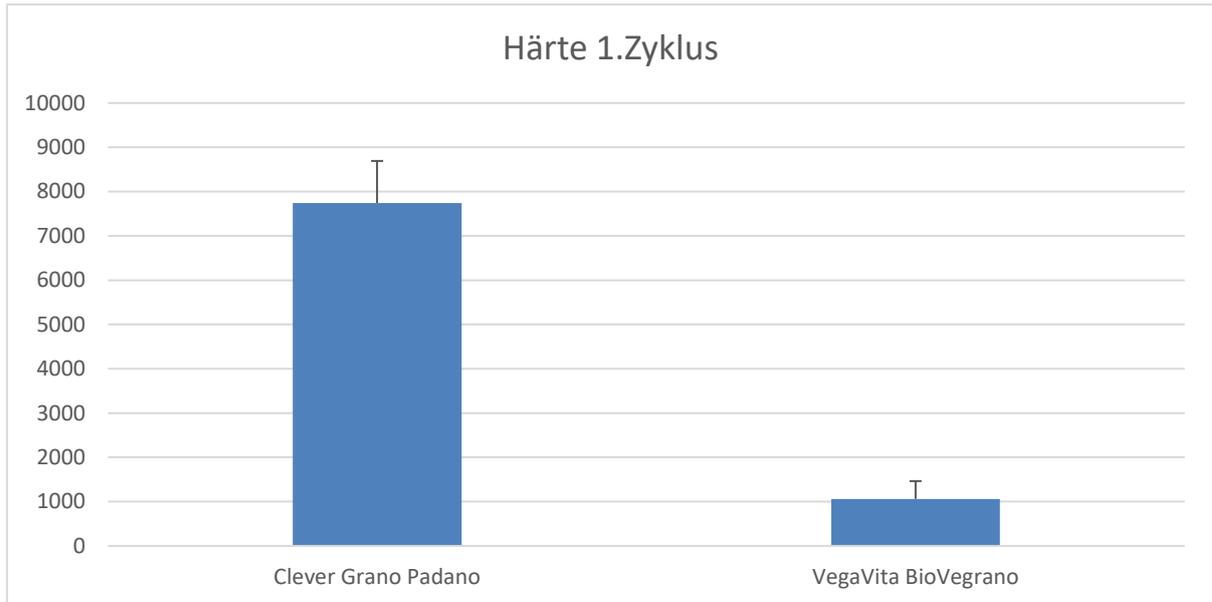


Abb. 11: Härte von Reibkäse und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Härte in g ($n = 5$) $p = 0,021^*$

3.4.1.3. Feta

Untersucht wurden Feta, und als veganes Analogon das Produkt „Violife Greek White“ (Abb. 12). „Violife Greek White“ wies dabei signifikant niedrigere Härtewerte auf ($p < 0,05$).

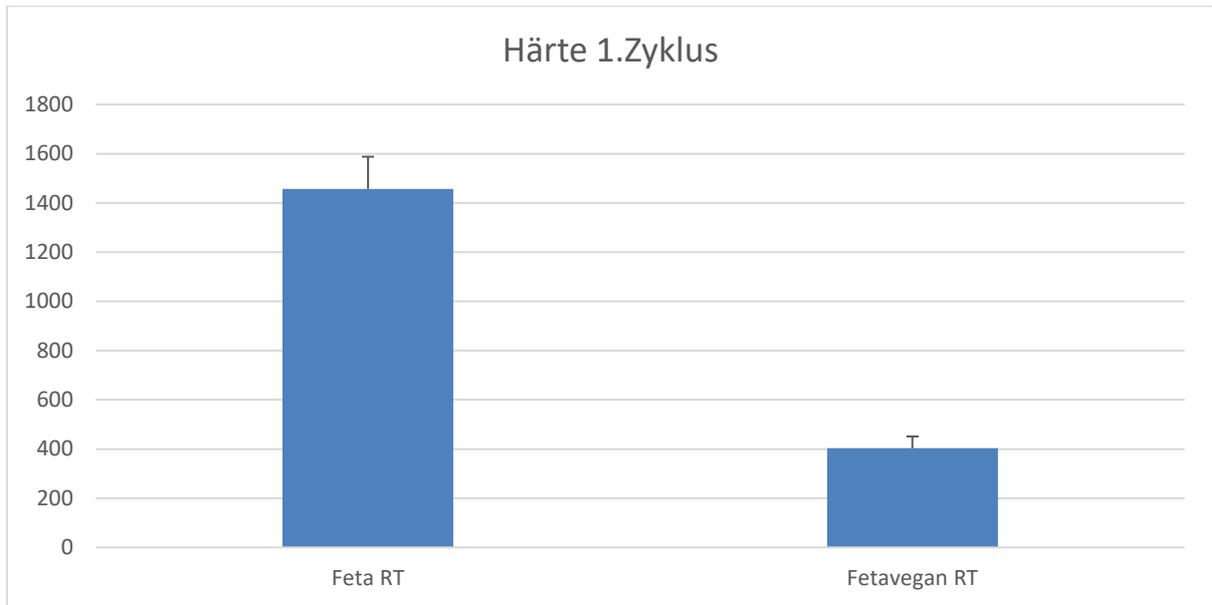


Abb. 12: Härte von Feta und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur) ($n = 6$) $p = 0,034^*$

3.4.2. Gummiartigkeit

3.4.2.1. Cheddar

Untersucht wurden 14 Monate gereifter Cheddar (Cathedral City English Cheddar), 6 Monate gereifter Cheddar und als veganes Analogon das Produkt „Violife Epic Mature“ (Abb. 13 und 14). Alle drei Proben unterschieden sich bei Kühltemperatur signifikant voneinander, bei Raumtemperatur waren die beiden Cheddarproben nicht statistisch signifikant voneinander verschieden. Grundsätzlich waren bei allen drei Produkten die Durchschnittswerte bei den kalten Proben höher als bei den Proben mit Zimmertemperatur. Das vegane Produkt hatte die höchsten Werte.

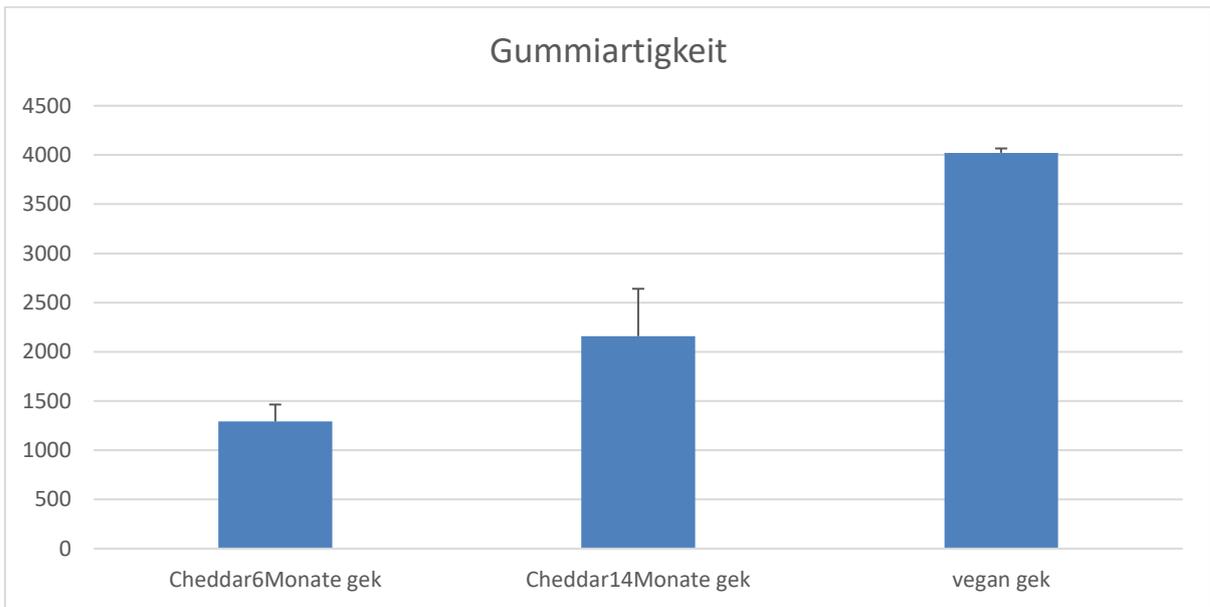


Abb. 13: Gummiartigkeit von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (4 °C), y-Achse: Gummiartigkeit in g (n6Mon = 2, n14Mon = 3, nveg = 4)

$p(\text{Cheddar6Monate-Cheddar14Monate}) = 0,011^*$; $p(\text{Cheddar6Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,016^*$;
 $p(\text{Cheddar14Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,020^*$

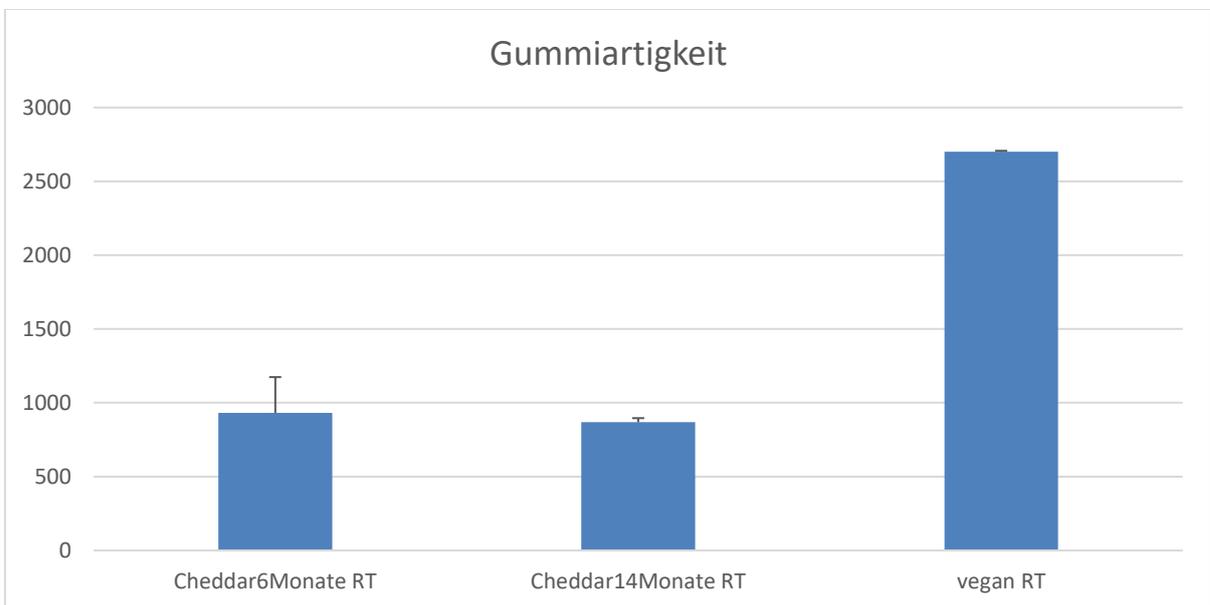


Abb. 14: Gummiartigkeit von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Gummiartigkeit in g (n6Mon = 4, n14Mon = 2, nveg = 5)

$p(\text{Cheddar6Monate-Cheddar14Monate}) = 0,141$; $p(\text{Cheddar6Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,026^*$;
 $p(\text{Cheddar14Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,018^*$

3.4.2.2. Reibkäse

Untersucht wurden Reibkäse (Grana Padano), und als veganes Analogon das Produkt „VegaVita BioVegrano“ (Abb. 15). „VegaVita BioVegrano“ wies dabei signifikant niedrigere Werte auf ($p < 0,05$).

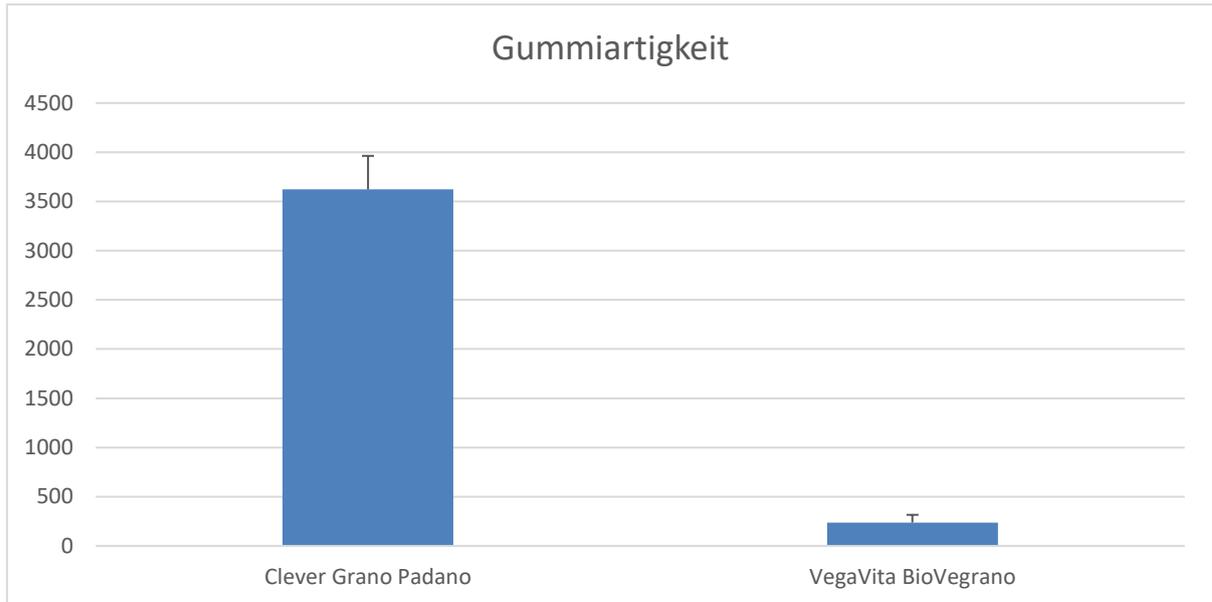


Abb. 15: Gummiartigkeit von Reibkäse und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Gummiartigkeit in g (n = 5) $p = 0,021^*$

3.4.2.3. Feta

Untersucht wurden Feta, und als veganes Analogon das Produkt „Violife Greek White“. Die Gummiartigkeit ist in Abb. 16 angegeben. „Violife Greek White“ wies dabei signifikant niedrigere Werte auf ($p < 0,05$).

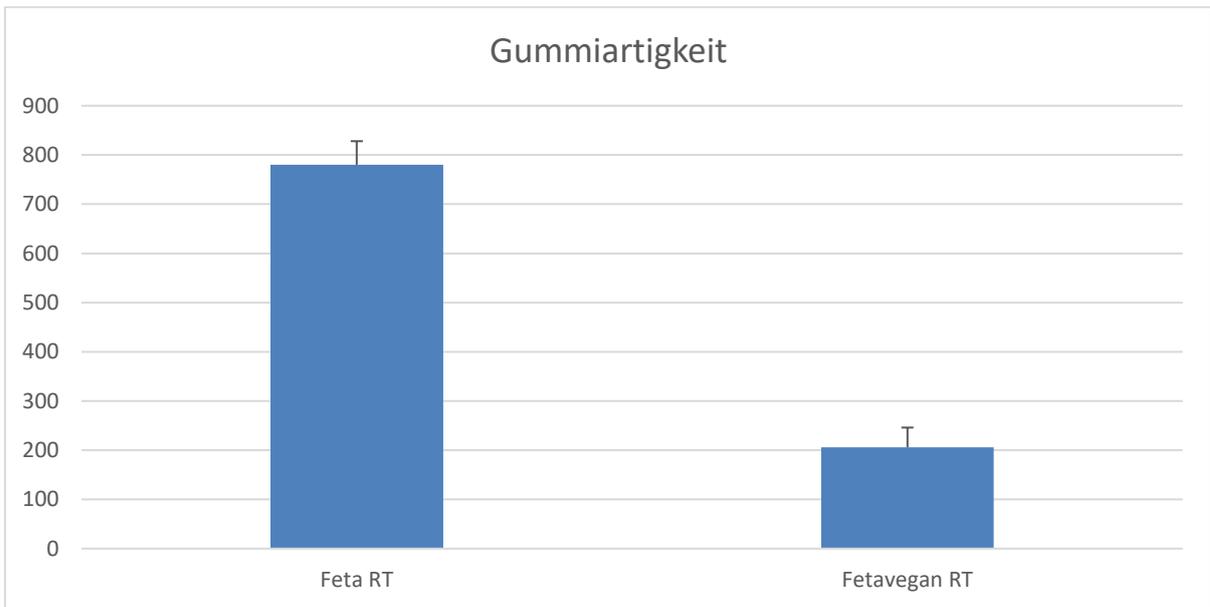


Abb. 16: Gummiartigkeit von Feta und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Gummiartigkeit in g (n = 6) p = 0,034*

3.4.3. Adhäsion

3.4.3.1. Cheddar

Untersucht wurden 14 Monate gereifter Cheddar (Cathedral City English Cheddar), 6 Monate gereifter Cheddar und als veganes Analogon das Produkt „Violife Epic Mature“ (Abb. 17 und 18). Bei Kühltemperatur waren die beiden Cheddarproben nicht statistisch signifikant voneinander verschieden, das vegane analoge Produkt hatte signifikant höhere Werte. Bei Raumtemperatur war bei allen drei Produkten die Adhäsionskraft signifikant voneinander verschieden. Grundsätzlich waren bei den konventionellen Produkten die Durchschnittswerte bei den kalten Proben niedriger als bei den Proben mit Zimmertemperatur. Im Gegensatz dazu hatte Violife Epic Mature bei Kühltemperatur höhere Werte als bei Raumtemperatur. Das vegane Produkt hatte bei Kühltemperaturen die höchsten Werte, bei Raumtemperatur war es 14 Monate gereifter Cheddar.

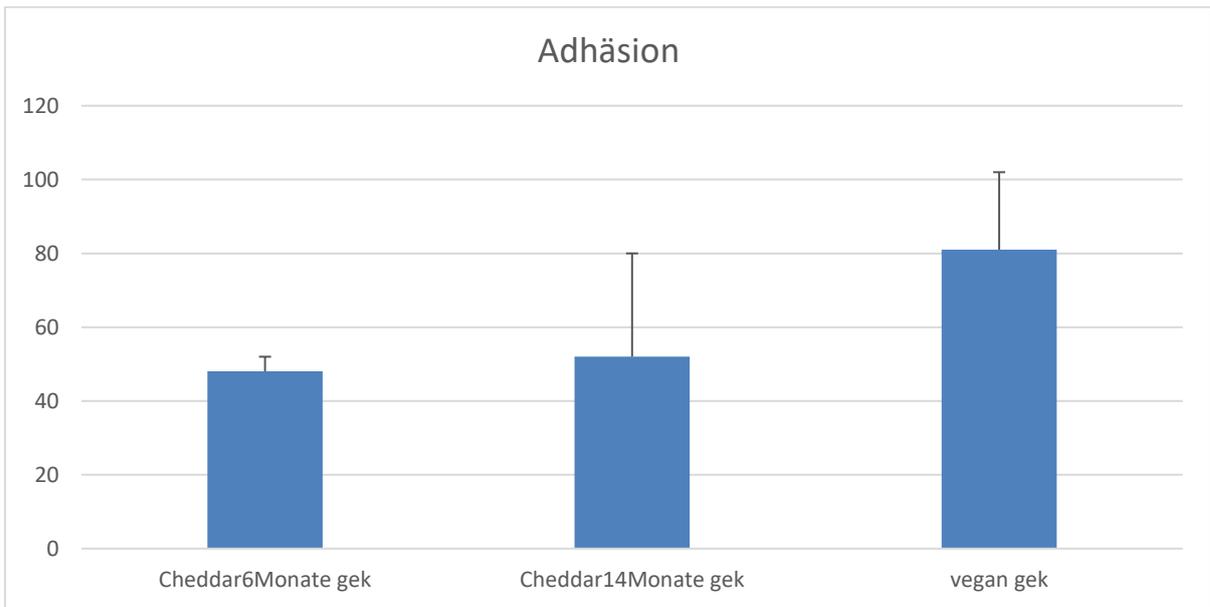


Abb. 17: Adhäsion von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (4 °C), y-Achse: Adhäsion in g (n6Mon = 2, n14Mon = 3, nveg = 4)

$p(\text{Cheddar6Monate-Cheddar14Monate}) = 0,233$; $p(\text{Cheddar6Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,020^*$;
 $p(\text{Cheddar14Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,031^*$

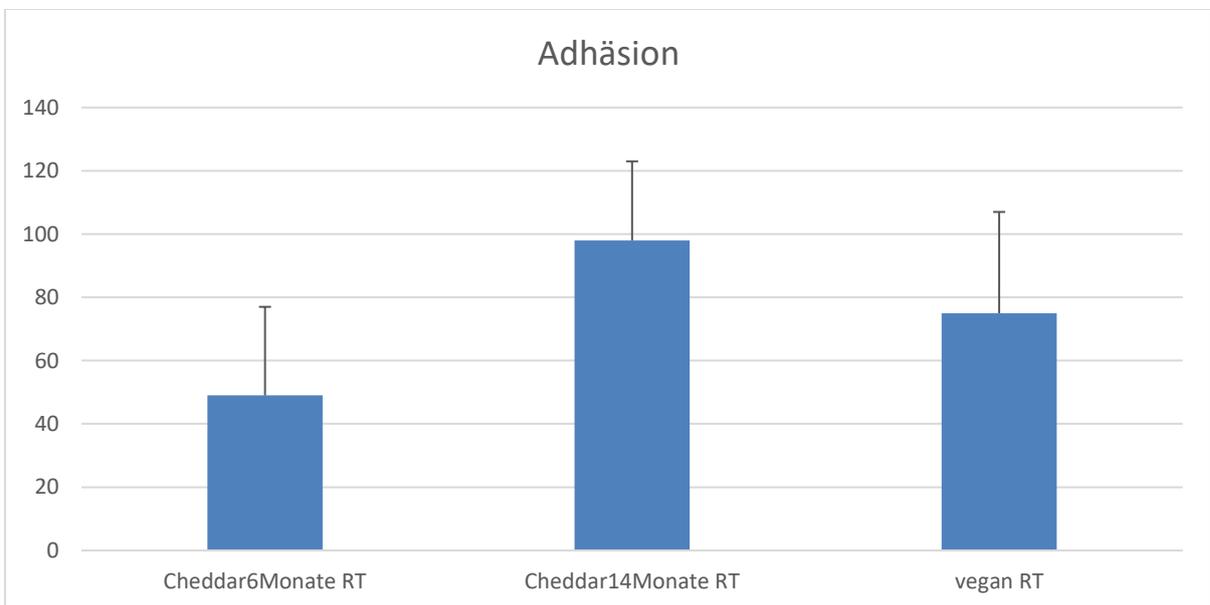


Abb. 18: Adhäsion von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Adhäsion in g (n6Mon = 4, n14Mon = 2, nveg = 5)

$p(\text{Cheddar6Monate-Cheddar14Monate}) = 0,013^*$; $p(\text{Cheddar6Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,026^*$;
 $p(\text{Cheddar14Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,039^*$

3.4.3.2. Reibkäse

Untersucht wurden Reibkäse (Grana Padano), und als veganes Analogon das Produkt „VegaVita BioVegrano“ (Abb. 19). „VegaVita BioVegrano“ wies dabei signifikant niedrigere Werte auf ($p < 0,05$).

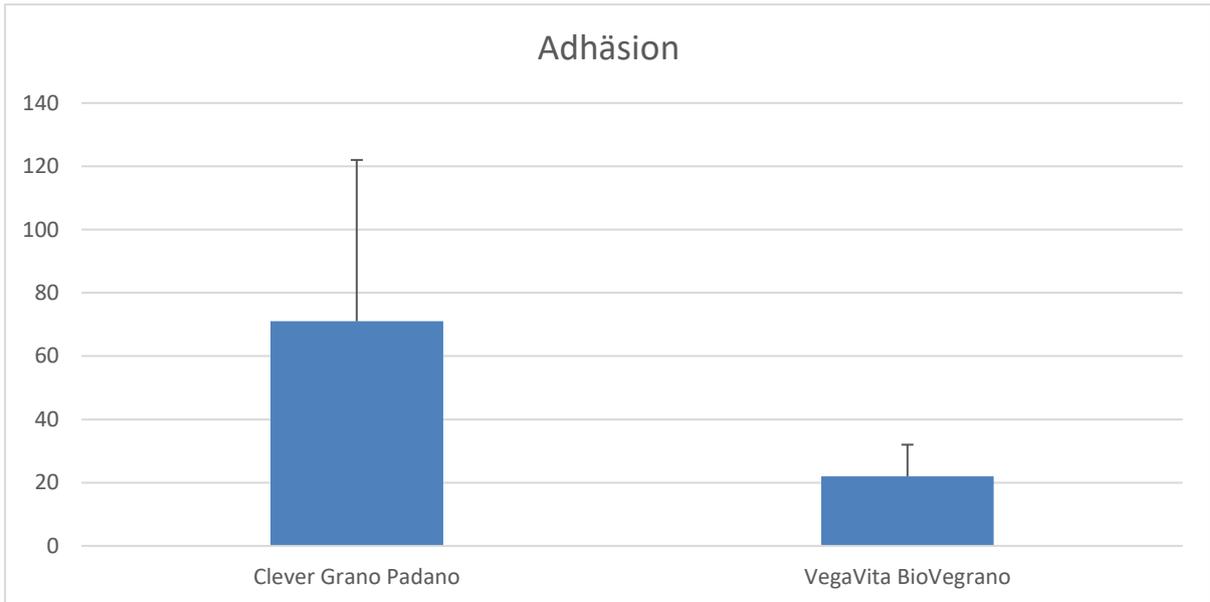


Abb. 19: Adhäsion von Reibkäse und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Adhäsion in g (n = 5) $p = 0,031^*$

3.4.3.3. Feta

Untersucht wurden Feta, und als veganes Analogon das Produkt „Violife Greek White“ (Abb. 20). „Violife Greek White“ wies dabei signifikant niedrigere Werte auf ($p < 0,05$).

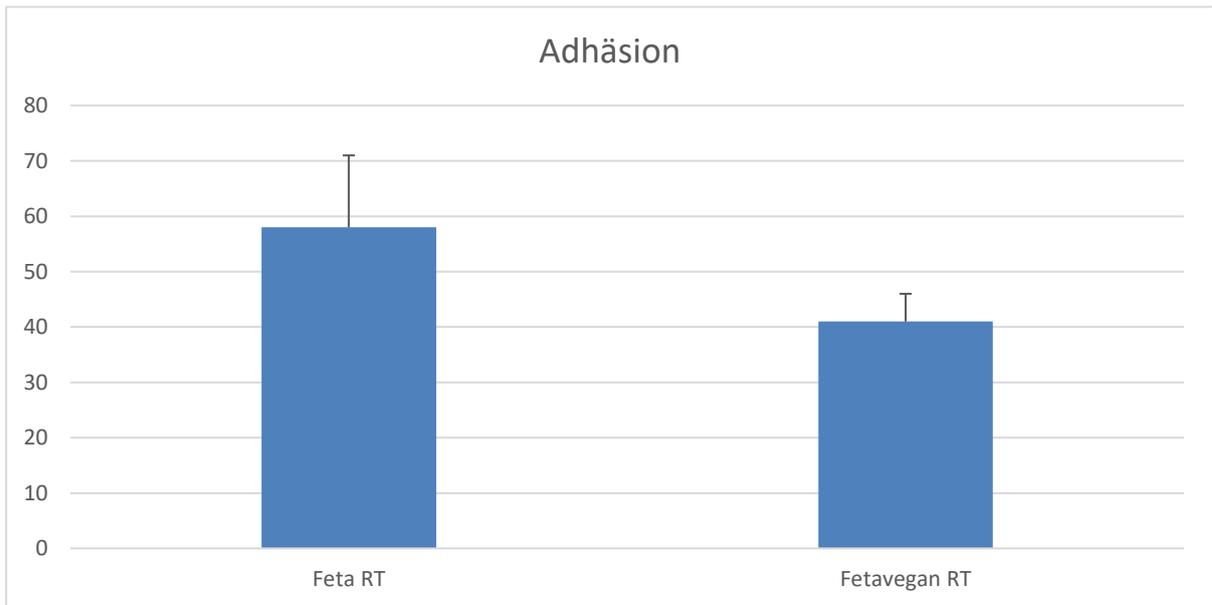


Abb. 20: Adhäsion von Feta und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Adhäsion in g (n = 6) $p = 0,031^*$

3.4.4. Kohäsion

3.4.4.1. Cheddar

Untersucht wurden 14 Monate gereifter Cheddar (Cathedral City English Cheddar), 6 Monate gereifter Cheddar und als veganes Analogon das Produkt „Violife Epic Mature“ (Abb. 21 und 22). Bei Kühltemperatur und bei Raumtemperatur waren die beiden Cheddarproben nicht statistisch signifikant voneinander verschieden. Grundsätzlich waren bei allen drei Produkten die Maxima bei den warmen Proben höher als bei den gekühlten Proben. Das vegane Produkt hatte die höchsten Werte.



Abb. 21: Kohäsion von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (4 °C) (n6Mon = 2, n14Mon = 3, nveg = 4)

$p(\text{Cheddar6Monate-Cheddar14Monate}) = 0,331$; $p(\text{Cheddar6Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,011^*$;
 $p(\text{Cheddar14Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,028^*$

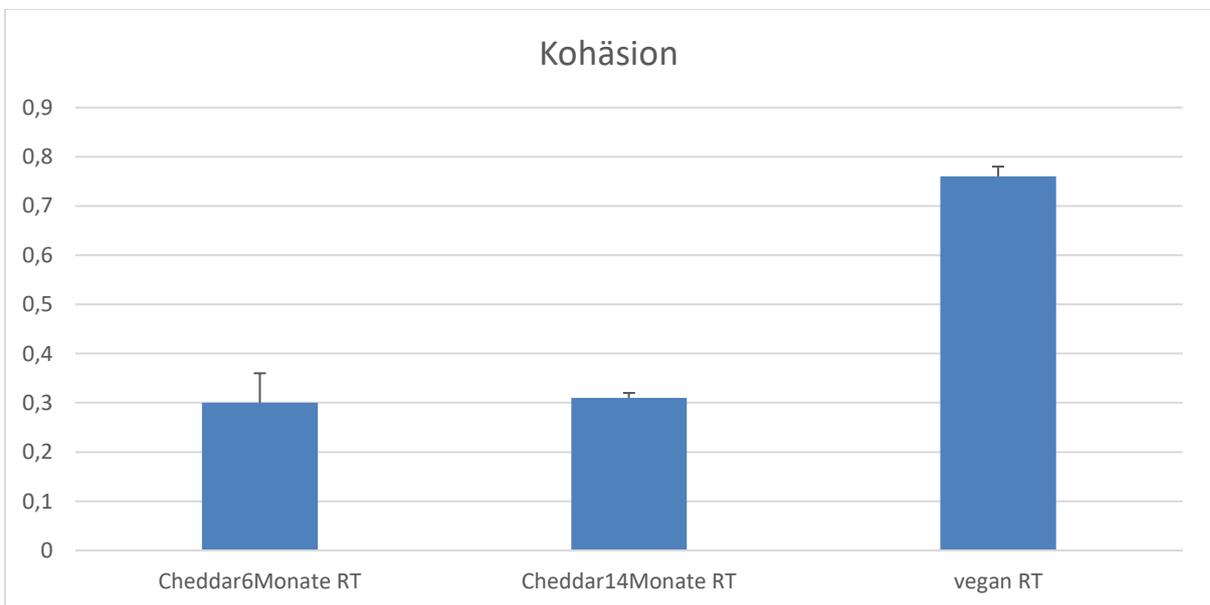


Abb. 22: Kohäsion von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur) (n6Mon = 4, n14Mon = 2, nveg = 5)

$p(\text{Cheddar6Monate-Cheddar14Monate}) = 0,217$; $p(\text{Cheddar6Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,029^*$;
 $p(\text{Cheddar14Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,037^*$

3.4.4.2. Reibkäse

Untersucht wurden Reibkäse (Grana Padano), und als veganes Analogon das Produkt „VegaVita BioVegrano“ (Abb. 23). „VegaVita BioVegrano“ wies dabei signifikant niedrigere Werte auf ($p < 0,05$).

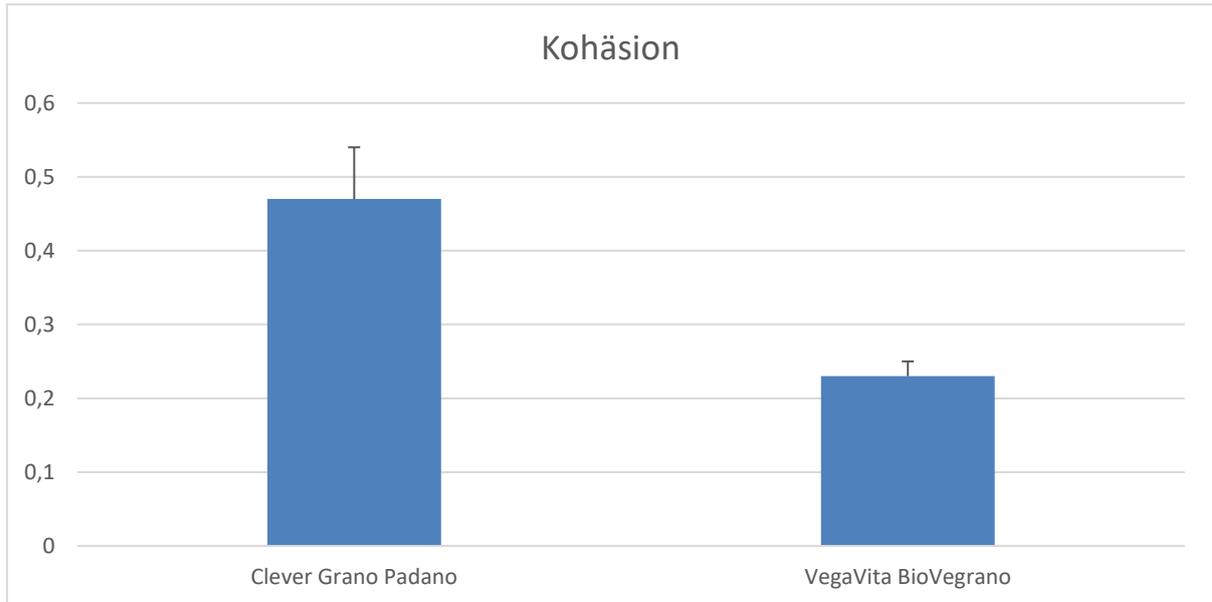


Abb. 23: Kohäsion von Reibkäse und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur) ($n = 5$)
 $p = 0,025^*$

3.4.4.3. Feta

Untersucht wurden Feta, und als veganes Analogon das Produkt „Violife Greek White“ (Abb. 24). „Violife Greek White“ wies dabei signifikant niedrigere Werte auf ($p < 0,05$).

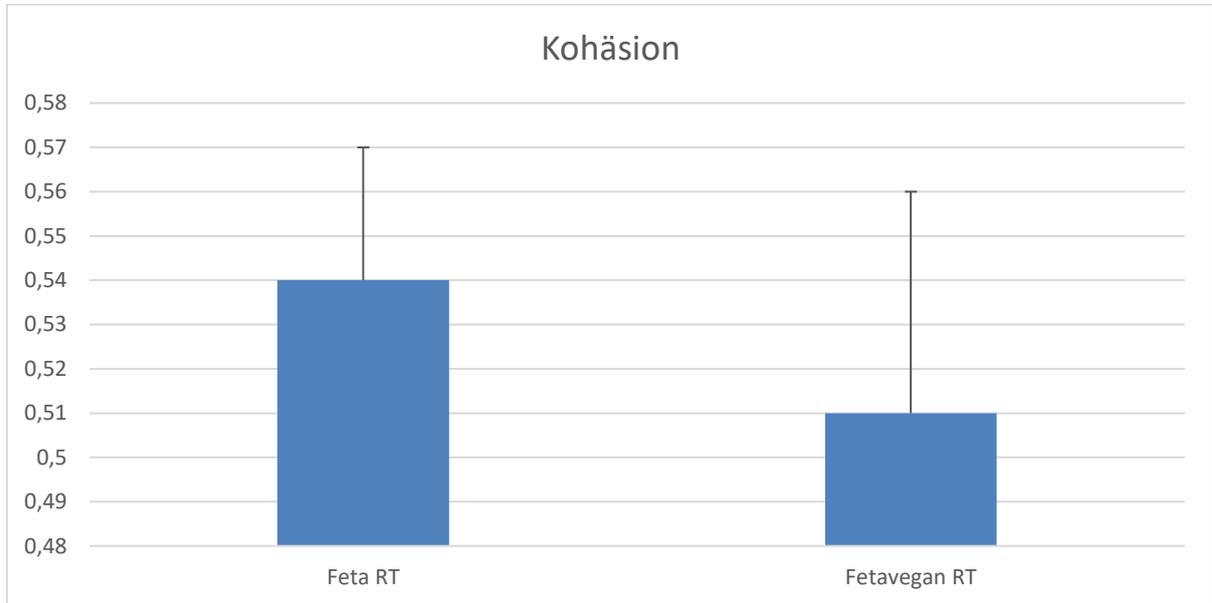


Abb. 24: Kohäsion von Feta und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur) ($n = 6$)
 $p = 0,019^*$

3.4.5. Elastizität

3.4.5.1. Cheddar

Untersucht wurden 14 Monate gereifter Cheddar (Cathedral City English Cheddar), 6 Monate gereifter Cheddar und als veganes Analogon das Produkt „Violife Epic Mature“ (Abb. 25 und 26). Sowohl bei Kühl- als auch bei Raumtemperatur waren alle drei Proben statistisch signifikant voneinander verschieden. Das vegane Produkt hatte den höchsten Durchschnittswert.

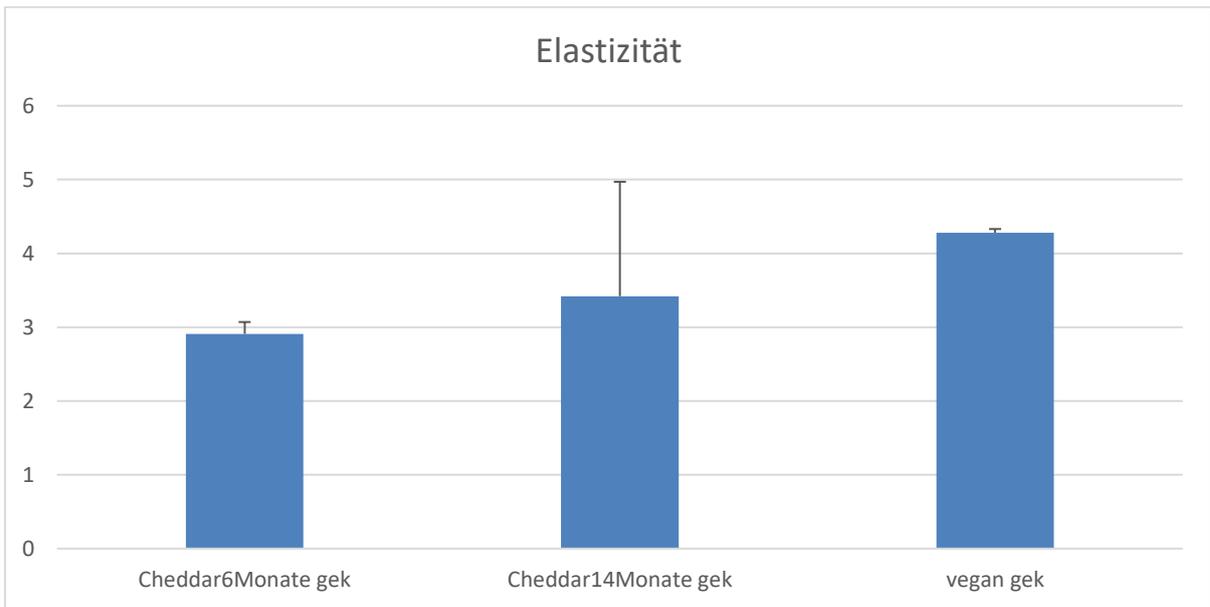


Abb. 25: Elastizität von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (4 °C), y-Achse: Elastizität in mm (n6Mon = 2, n14Mon = 3, nveg = 4)

$p(\text{Cheddar6Monate-Cheddar14Monate}) = 0,032^*$; $p(\text{Cheddar6Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,040^*$;
 $p(\text{Cheddar14Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,018^*$

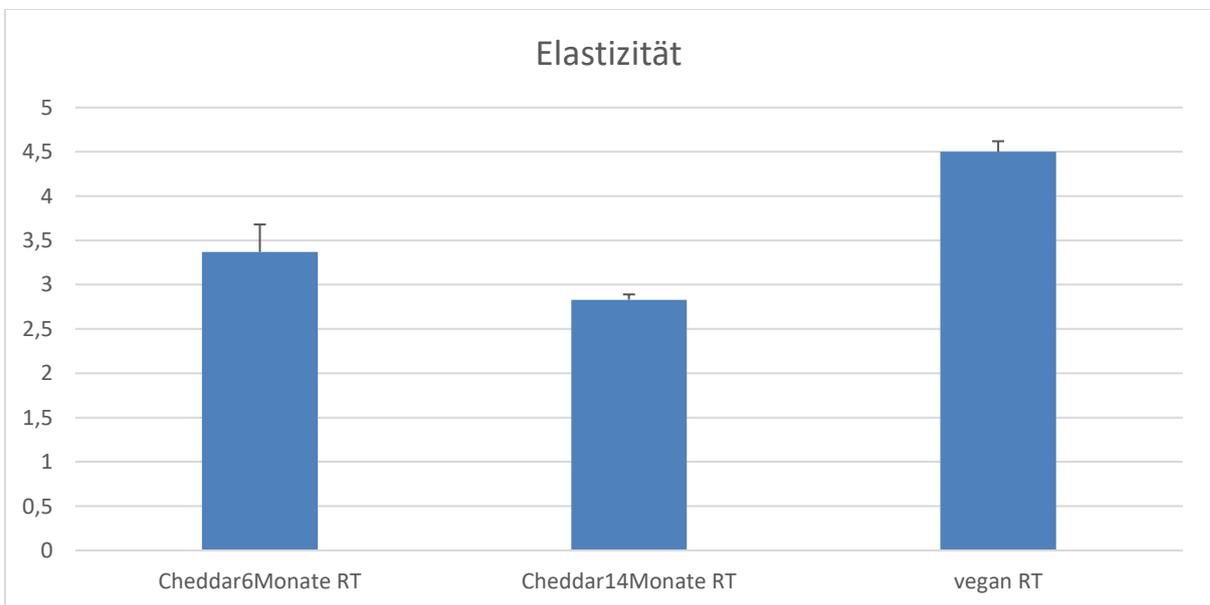


Abb. 26: Elastizität von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Elastizität in mm (n6Mon = 4, n14Mon = 2, nveg = 5)

$p(\text{Cheddar6Monate-Cheddar14Monate}) = 0,019^*$; $p(\text{Cheddar6Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,036^*$;
 $p(\text{Cheddar14Monate-veganes Erzeugnis}) = 0,042^*$

3.4.5.2. Reibkäse

Untersucht wurden Reibkäse (Grana Padano), und als veganes Analogon das Produkt „VegaVita BioVegrano“ (Abb. 27). „VegaVita BioVegrano“ wies dabei signifikant niedrigere Werte auf ($p < 0,05$).

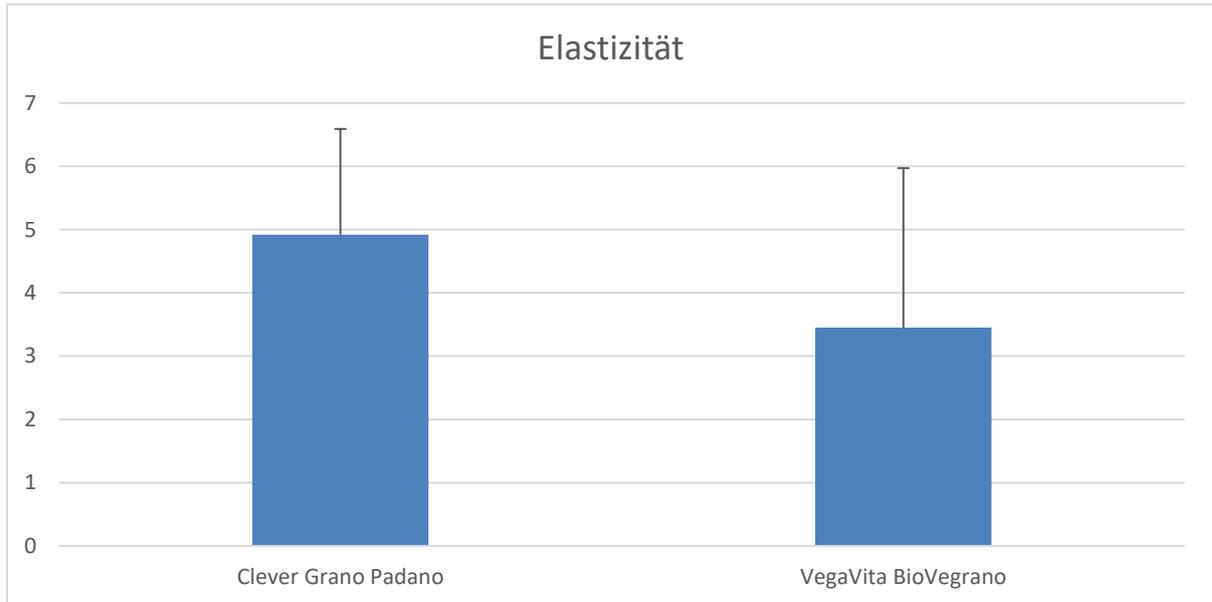


Abb. 27: Elastizität von Reibkäse und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Elastizität in mm ($n = 5$) $p = 0,044^*$

3.4.5.3. Feta

Untersucht wurden Feta, und als veganes Analogon das Produkt „Violife Greek White“ (Abb. 28). „Violife Greek White“ wies dabei signifikant niedrigere Werte auf ($p < 0,05$).

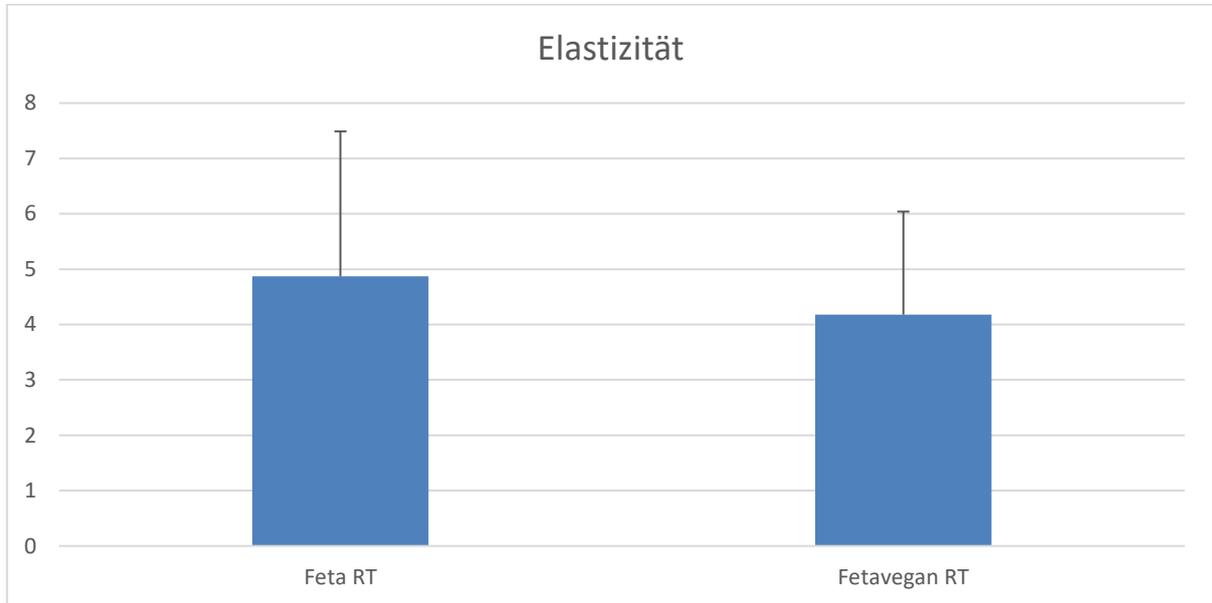


Abb. 28: Elastizität von Feta und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Elastizität in mm (n = 6) $p = 0,027^*$

3.5. Überblick der Ergebnisse

Tabelle 4 stellt überblickmäßig eine Zusammenfassung der Messergebnisse der verschiedenen Parameter dar. Hier wurden nur die Proben mit Raumtemperatur aufgenommen. Wenn nicht anders angegeben, wurden jeweils eine Käseart und ihr dazugehöriges Analogprodukt verglichen.

Für die Kategorien Reibkäse, Feta und Mozzarella weisen die konventionellen Produkte für alle gemessenen Parameter höhere Werte auf. Konventioneller Cheddar weist nur höhere Scherkraftwerte auf, für die anderen Parameter liegt das konventionelle Produkt ausgenommen bei Adhäsion unter den Werten des Analogons. Das analoge Produkt der Kategorie Block ohne Lochung liegt bei der Scherkraftmessung zwischen den Werten der zwei konventionellen Produkte.

Tab. 4: Zusammenfassung der Ergebnisse

	Block ohne Lochung (Gouda, Bergkäse)	Cheddar (6 u. 14 Monate gereift)	Reibkäse	Feta	Mozzarella
Scherkraft	~	K > V	K > V	K > V	K > V
Härte 1. Zyklus	-	K < V	K > V	K > V	-
Gummiartigkeit	-	K < V	K > V	K > V	-
Adhäsion	-	~	K > V	K > V	-
Kohäsion	-	K < V	K > V	K > V	-
Elastizität	-	K < V	K > V	K > V	-

- = nicht untersucht; ~ = beim Vergleich von 2 Käsen mit einem Analogprodukt lag der Wert für das Analogprodukt zwischen jenen der Käse; K = Käse; V = veganes Erzeugnis; „>“ bedeutet höhere Werte; „<“ bedeutet niedrigere Werte

Während der Recherchen wurde auch Camembert sowie ein veganes Analogon in die Testauswahl einbezogen. Im Laufe der Versuche zeigten sich allerdings technische Schwierigkeiten, weshalb dieses Produkt nicht in den weiteren Ergebnissen berücksichtigt wurde. Durch die ausgeprägte Käserinde waren für diese Arbeit wenig aussagekräftige Werte zu erwarten und auch das Anfertigen einer einheitlichen Probengröße gestaltete sich als schwierig.

4. Diskussion

4.1. Zusammensetzung von Käsen und veganen analogen Erzeugnissen

Die Zutatenliste zeigt ein sehr einheitliches Bild: Während bei den konventionellen Käsesorten nur Milch, Salz und Lab zum Einsatz kommen, bestehen die veganen Analoga im Wesentlichen aus Wasser, Kokosfett und Stärke. Diese Tatsache konnte auch schon in anderen Studien gezeigt werden (18). In drei Fällen wurde auch eine pflanzliche Proteinquelle hinzugefügt. Nur Spar veggie veganer Bio-Italian Style enthält eine Reihe an Verdickungsmitteln, was möglicherweise auf die geringere Trockenmasse als bei den anderen Produkten zurückzuführen ist. Die Wahl der Zutaten spiegelt sich in den durchschnittlichen Nährwerten wider (Tab. 2). Bei konventionellem Käse trägt der Eiweißanteil mit 15-33 % wesentlich zur Trockenmasse bei, bei veganen Produkten liegt der Eiweißanteil nur bei 0-5 %. Der Proteinanteil der veganen Produkte wird durch die Beigabe von pflanzlichem Protein (Linsen, Kartoffeln) erzielt. Umgekehrt ist der Kohlenhydratanteil, in Form von Stärke bei den Analogprodukten mit 8,5-25 % deutlich höher. Im Gegensatz dazu beträgt der Kohlenhydratanteil bei Käse nur unter 1 %.

Aufgrund dieser unterschiedlichen Zusammensetzungen liegt die Annahme nahe, dass es auch zu unterschiedlichen Textureigenschaften der Produkte kommt. So wirkt sich sowohl der Gehalt an Fett, Protein, Salz und Kohlenhydraten (19) als auch der Wassergehalt (20) auf die Textur von Käse aus. Komplexe strukturelle und chemische Interaktionen der Inhaltsstoffe (z.B. Kasein, Laktose, Bakterienflora) in konventionellen Käsesorten spielen eine wichtige Rolle in der Geschmacks- und der Texturwahrnehmung (21), die bei veganen Alternativen fehlen.

In der Literatur finden sich zum Teil widersprüchliche Ergebnisse bezüglich des Einflusses einzelner Inhaltsstoffe von Analogkäse auf die messbaren Texturparameter. (22).

Vegane Käsealternativen enthalten zwar seltener kennzeichnungspflichtige Allergene nach der EU Verordnung 1169/2011 (5), dennoch können auch Allergien oder Unverträglichkeiten gegen verwendete Fette, Nussbestandteile oder Zusatzstoffe wie Stabilisatoren vorliegen. Das Allergenpotential solcher Produkte ist daher nicht zu unterschätzen.

Die getesteten veganen Produkte beinhalten bis auf Violife Greek White mehr Salz als ihre konventionellen Gegenstücke. Hohe Salzgehalte in verarbeiteten Produkten stellen ein erhöhtes Risiko für Krankheiten, welche mit einem exzessivem Salzkonsum assoziiert sind, dar. (23)

4.2. Scherkraft von Käsen und veganen analogen Erzeugnissen

Die Messung der Scherkräfte soll den Eindruck des Durchschneidens der Probe mit den Schneidezähnen simulieren. Bei den Messungen zeigte sich, dass sich alle Proben signifikant bis höchstsignifikant unterscheiden. Es zeigt sich auch, dass die Maximalkräfte bei gekühlten Proben erwartungsgemäß höher sind als bei Raumtemperatur. In der Gruppe „Schnittkäse“ weist Gouda die niedrigsten maximalen Scherkräfte auf, während in allen anderen Gruppen die veganen Produkte niedrigere maximale Scherkräfte aufweisen.

Die Konsistenzmessung von Käse kann auch mittels Schneiddraht erfolgen. Während die Fläche des Warner-Bratzler Schneidblatts in der Zeit des Durchscherens Kontakt mit der Probe hat, wodurch Reibung entsteht, fällt dies bei einem Schneidedraht weg. Messfehler können so minimiert werden (24). Da dieser Schneiddraht-Messaufsatz zum Zeitpunkt der Messungen nicht zur Verfügung stand, kam er nicht zum Einsatz.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich Käse und vegane Produkte in ihrem sensorischen Eindruck unterscheiden. Die Proben, bei denen geringere Scherkräfte zum Schneiden erforderlich sind (in diesem Fall vegane Produkte), zeigen einen geringeren Widerstand und ein leichteres Beißen.

4.3. Härte von Käsen und veganen analogen Erzeugnissen

Die mittels TPA bestimmte Härte der Produkte unterscheidet sich bei allen gemessenen Proben statistisch signifikant voneinander. Während die Analoga zu Reibkäse und Feta jeweils niedrigere Härtewerte aufweisen, zeigt sich bei Cheddar ein anderes Bild. Bei Raumtemperatur wurden bei Violife Epic Mature die höchsten Werte gemessen.

Für den Beißeindruck bedeuten diese Ergebnisse, dass für VegaVita BioVegrano und Violife Greek White weniger Kraft zum Zerkleinern der Erzeugnisse mit den Backenzähnen (17) aufgebracht werden muss und somit leichter zu zerbeißen ist. Bei der Gruppe „Cheddar“ ist der Eindruck umgekehrt: Für Violife Epic Mature muss mehr Kraft angewandt werden und er fühlt sich im Mundgefühl härter an als die konventionellen Produkte.

4.4. Gummiartigkeit von Käsen und veganen analogen Erzeugnissen

Die Ergebnisse der Messung der Gummiartigkeit zeigen, dass sich alle veganen Produkte signifikant von ihren konventionellen Pendanten unterscheiden. Das vegane Cheddar-Analogon weist eine höhere Gummiartigkeit auf, die veganen Alternativen zu Feta und Reibkäse sind weniger gummiartig als ihre konventionellen Gegenstücke.

Für Produkte mit einer niedrigen Gummiartigkeit muss weniger Energie aufgewandt werden, bis sie ausreichend zerkleinert sind als für jene mit einer höheren Gummiartigkeit. Daher ist davon auszugehen, dass Violife Epic Mature von Konsument:innen intensiver gekaut werden muss, als konventioneller Cheddar. VegaVita BioVegrano und Violife Greek White lassen sich mit den Zähnen leichter zerkleinern und sind schneller schluckfertig als klassischer Reibkäse und Feta (25).

4.5. Adhäsionskraft von Käsen und veganen analogen Erzeugnissen

Die Adhäsionskraft der veganen Cheddar-Alternative liegt bei Raumtemperatur zwischen den zwei konventionellen Proben. Die veganen Alternativen von Feta und Reibkäse weisen jeweils signifikant niedrigere Adhäsionskräfte als ihre konventionellen Gegenstücke auf.

Die Adhäsionskraft stellt sich als klebriges Mundgefühl dar und hängt damit zusammen, wie sehr das Produkt an Mundoberflächen wie Zunge, Zähnen und Schleimhäuten haftet (26). Für Lebensmittel, die eine hohe Adhäsionskraft aufweisen, muss mehr Kraft aufgewandt werden, diese von Oberflächen zu lösen. Für die veganen Alternativen zu Feta und Reibkäse wird daher ein weniger klebriges Mundgefühl und ein anderes Produktverhalten beim Schneiden und Verarbeiten erwartet. Da sich die zwei konventionellen Cheddar-Sorten auch signifikant unterscheiden und die vegane Probe dazwischen liegt, ist davon auszugehen, dass diese in Bezug auf Klebrigkeit im Mittelfeld liegt.

4.6. Kohäsion von Käsen und veganen analogen Erzeugnissen

Die gemessene Kohäsion der zwei Proben Cheddar und des veganen Produkts zeigt, dass sich die konventionellen Sorten nicht signifikant voneinander unterscheiden. Die vegane Alternative weist jedoch sowohl bei Kühl- als auch Raumtemperatur signifikant höhere Kohäsionskräfte auf. Bei Feta und Reibkäse existieren signifikante Unterschiede zu den veganen Sorten, welche beide niedrigere Kohäsionskräfte aufweisen.

Die Kohäsion wird beim Beißeindruck als Zusammenhalt oder Stabilität wahrgenommen. Bei Violife Greek White und VegaVita BioVegrano kann aufgrund der Messergebnisse davon ausgegangen werden, dass das zum Verzehr aufgenommene Stück beim Zerbeißen schneller zerbricht. Darüber hinaus wirkt sich die Kohäsionskraft auch auf Zubereitungs- und Handhabungsmöglichkeiten aus. Produkte, welche leichter zerbrechen oder krümeln, können beim Transport schneller Schaden nehmen und bereiten eventuell Schwierigkeiten bei Zubereitungsarten wie Schneiden oder Reiben (10). Da die vegane Cheddar-Alternative

höhere Kohäsionskräfte aufweist, kann angenommen werden, dass das typisch krümeligere Mundgefühl des klassischen Cheddars fehlt.

4.7. Elastizität von Käsen und veganen analogen Erzeugnissen

Die Elastizität weist bei allen verglichenen Käsesorten signifikante Unterschiede auf. Die vegane Cheddar-Alternative ist sowohl bei Raum- als auch Kühltemperatur elastischer als klassischer Cheddar. Im Gegensatz dazu konnte bei den veganen Feta- und Reibkäseanaloga eine geringere Elastizität gemessen werden.

Daraus lässt sich schließen, dass das vegane Cheddar-Analogon nach dem Kauvorgang besser in ihre ursprüngliche Ausgangsform zurückkehrt. Währenddessen ist konventioneller Cheddar weniger elastisch und verbleibt schneller in zerkauter, homogenisierter Form. Umgekehrtes gilt für die Vergleiche von Feta und Reibkäse mit ihren veganen Alternativen.

4.8. Einfluss der Temperatur

Für die Gruppen „Schnittkäse“ und „Cheddar“ wurden die Scherkraftmessungen und für „Cheddar“ auch die TPA sowohl bei Raumtemperatur als auch bei Kühltemperatur durchgeführt. Alle Proben wiesen bei Kühltemperaturen höhere Maximalkräfte auf, auch die einzelnen Proben unterschieden sich immer signifikant voneinander. Die Verhältnisse der Scherkraftwerte der Gruppe „Schnittkäse“ zueinander veränderten sich bei den unterschiedlichen Produkttemperaturen nicht: Bergkäse weist die höchsten Werte auf, gefolgt von dem veganen Produkt und Gouda mit den niedrigsten Werten. Bei der Gruppe „Cheddar“ kommt es jedoch zu anderen Verhältnissen. Bei Kühltemperaturen lautet die absteigende Reihenfolge der Scherkraftwerte: 14 Monate gereifter Cheddar – 6 Monate gereifter Cheddar – Violife Epic Mature. Bei Raumtemperatur zeigte der 6 Monate gereifte Cheddar höhere Scherkräfte.

Aus logistischen Gründen wurde die TPA bei Kühltemperatur nur für Cheddar durchgeführt. Auch hier zeigen sich Unterschiede im Produktverhalten bei unterschiedlichen Temperaturen. Während bei Kühltemperaturen der 14 Monate gereifte Cheddar am härtesten war, konnten bei Raumtemperatur beim veganen Produkt die höchsten Härtewerte gemessen werden. Die größte Adhäsion zeigte bei Kühltemperaturen das vegane Produkt, bei Raumtemperaturen jedoch der 14 Monate gereifte Cheddar. Hierbei ist auch zu beachten, dass die konventionellen Produkte bei Raumtemperatur höhere Adhäsionskräfte aufweisen, während bei dem veganen Produkt bei Raumtemperatur niedrigere Werte als bei Kühltemperatur gemessen wurde. Bei Gummiartigkeit, Kohäsion und Elastizität konnten sowohl bei Kühl- als auch bei

Raumtemperatur beim veganen Produkt die höchsten Werte gemessen werden. Diese unterschiedlichen Analysewerte konnten auch schon bei Zheng, Liu und Mo gezeigt werden (19). Der Einfluss der Temperatur ist ein nicht zu unterschätzender Faktor sowohl für die Texturanalyse als auch für die Eindrücke der Konsument:innen selbst. Bei der Entwicklung neuer veganer Käsealternativen müssen auch Verzehr- und Verarbeitungsgewohnheiten beachtet werden. Da Käse vorzugsweise bei Raumtemperatur serviert wird, sollte die Probentemperatur für die Untersuchungen ebenfalls Zimmertemperatur betragen.

4.9. Auswirkungen für Konsument:innen

Die Ergebnisse der Messungen, welche im Zuge dieser Arbeit durchgeführt wurden, zeigen, dass sich konventionelle und vegane Käsesorten stark unterscheiden. Es kann daher erwartet werden, dass sich diese instrumentell gemessenen Unterschiede auch auf das subjektive Mundgefühl von Konsument:innen auswirkt. Die beprobten veganen Produkte wurden alle einem konventionellen Produkt nachempfunden und sollten diesem somit ähnlich sein. Die Unterschiede in den instrumentell gemessenen Textureigenschaften führen zur Frage, ob für Konsument:innen diese Unterschiede von Bedeutung sind oder auf das Kauf- und Verzehrverhalten Einfluss haben.

5. Literaturverzeichnis

1. Statista Research Department. Statistiken zu Vegetarismus und Veganismus in Österreich; 2023 [Stand: 13.11.2023]. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/themen/3804/vegetarismus-und-veganismus-in-oesterreich/#editorsPicks>.
2. Habib MD, Alghamdi A, Sharma V, Mehrotra A, Badghish S. Diet or lifestyle: Consumer purchase behavior of vegan retailing. A qualitative assessment. *Journal of Retailing and Consumer Services* 2024; 76. doi: 10.1016/j.jretconser.2023.103584.
3. Short EC, Kinchla AJ, Nolden AA. Plant-Based Cheeses: A Systematic Review of Sensory Evaluation Studies and Strategies to Increase Consumer Acceptance. *Foods* 2021; 10(4). doi: 10.3390/foods10040725.
4. benhammad. Definition Veganismus: Vegane Gesellschaft Österreich; 2021 [Stand: 17.11.2023]. Verfügbar unter: <https://www.vegan.at/inhalt/definition-veganismus>.
5. VERORDNUNG (EU) Nr. 1169/2011 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 25. Oktober 2011 betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1924/2006 und (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Richtlinie 87/250/EWG der Kommission, der Richtlinie 90/496/EWG des Rates, der Richtlinie 1999/10/EG der Kommission, der Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2002/67/EG und 2008/5/EG der Kommission und der Verordnung (EG) Nr. 608/2004 der Kommission. ABl. L304, S.18-63 [Stand: 10.12.2023]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169&from=EN>.
6. Grossmann L, McClements DJ. The science of plant-based foods: Approaches to create nutritious and sustainable plant-based cheese analogs. *Trends in Food Science & Technology* 2021; 118(Part A):207–29. doi: 10.1016/j.tifs.2021.10.004.
7. ZwickRoell. Prüfsysteme für Lebensmittel und Verpackungen [Stand: 13.11.2023]. Verfügbar unter: https://pro-4-pro.com/media/product/13289/attachment_en-1398244894.pdf.

8. Ruiz de Huidobro F, Miguel E, Blázquez B, Onega E. A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. *Meat Science* 2005; 69:527–36. doi: 10.1016/j.meatsci.2004.09.008.
9. Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PL. *Fundamentals of Cheese Science: Cheese: Structure, Rheology and Texture*. 2. Aufl. Boston: Springer; 2016 [Stand: 24.11.2023].
10. Johnson M. Overview of Texture Profile Analysis: Texture Technologies Corporation Web Site; 2015 [Stand: 10.11.2023]. Verfügbar unter: <https://www.texturetechnologies.com/resources/texture-profile-analysis>.
11. Daoud MY. Einsatz der Texturprofilanalyse zur Charakterisierung von geringfügigen Texturunterschieden von Essiggurken [Masterarbeit]. Neubrandenburg: Hochschule Neubrandenburg; 2018.
12. Österreichisches Lebensmittelbuch: Kapitel B32 2023.
13. Bekanntmachung der Kommission zur Anwendung des Prinzips der mengenmäßigen Angabe von Lebensmittelzutaten (QUID). 2017/C 393/05. [Stand: 10.12.2023]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:C:2017:393:FULL&from=HR>.
14. Lawless HT, Heymann H. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. 1. Auflage. New York: Chapman & Hall; 1998.
15. The Centre for Industrial Rheology. *Texture Analysis And Texture Profile Analysis*; 2023 [Stand: 11.11.2023]. Verfügbar unter: <https://www.rheologylab.com/services/texture-analysis/>.
16. Szczesniak SA. Classification of Textural Characteristics. *Journal of Food Science* 1963; 28(4):385–9. doi: 10.1111/j.1365-2621.1963.tb00215.x.
17. Biber P. Vergleich verschiedener Verfahren zur Festigkeits- und Texturprüfung bei Lebensmitteln [Diplomarbeit]. Wien: Veterinärmedizinische Universität Wien; 2021.
18. Rodríguez-Martín NM, Córdoba P, Sarriá B, Verardo V, Pedroche J, Alcalá-Santiago Á et al. Characterizing Meat- and Milk/Dairy-like Vegetarian Foods and Their Counterparts Based on Nutrient Profiling and Food Labels. *Foods* 2023; 12(6):1151. doi: 10.3390/foods12061151.

19. Zheng Y, Liu Z, Mo B. Texture Profile Analysis of Sliced Cheese in relation to Chemical Composition and Storage Temperature. *Journal of Chemistry* 2016; 2016. doi: 10.1155/2016/8690380.
20. Hennelly PJ, Dunne PG, O'Sullivan M, et al. Increasing the moisture content of imitation cheese: effects on texture, rheology and microstructure. *European Food Research and Technology* 2005; 220:415–20. doi: 10.1007/s00217-004-1097-9.
21. Lamichhane P, Kelly AL, Sheehan JJ. Symposium review: Structure-function relationships in cheese. *Journal of Dairy Science* 2018; 101(3):2692–709. doi: 10.3168/jds.2017-13386.
22. Bachmann H-P. Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal* 2001; 11(4-7):505–15. doi: 10.1016/S0958-6946(01)00073-5.
23. Hunter RW, Dhaun N, Bailey MA. The impact of excessive salt intake on human health. *Nature reviews. Nephrology* 2022; 18(5):321–35. doi: 10.1038/s41581-021-00533-0.
24. Stable Micro Systems. Cutting/Shearing Tests. Verfügbar unter: <https://www.stablemicrosystems.com/cutting-and-shearing-testing.html>.
25. Smewing J. Sensory Analysis and Definitions of Food Texture: Stable Micro Systems; 2017 [Stand: 22.11.2023]. Verfügbar unter: <https://textureanalysisprofessionals.blogspot.com/2017/09/sensory-analysis-and-definitions-of.html>.
26. Mecmesin. Glossary: Terminology of food texture; o.J. [Stand: 22.11.2023]. Verfügbar unter: <https://www.textureanalyzers.com/glossary>.

6. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1: Beispielgrafik einer TPA-Messung (The Centre for Industrial Rheology)Fehler! Textmarke nicht definiert.

Abb. 2: Scherkräfte bei Gouda und Bergkäse und einem analogen veganen Erzeugnis (4°C) .. 13

Abb. 3: Scherkräfte bei Gouda und Bergkäse und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur) 14

Abb. 4: Scherkräfte bei Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (4°C) 15

Abb. 5: Scherkräfte bei Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur) . 15

Abb. 6: Scherkräfte bei Reibkäse und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur) 16

Abb. 7: Scherkräfte bei Feta und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur) 17

Abb. 8: Scherkräfte bei Mozzarella und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur) 18

Abb. 9: Härte von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (4 °C), y-Achse: Härte in g 19

Abb. 10: Härte von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Härte in g 19

Abb. 11: Härte von Reibkäse und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Härte in g 20

Abb. 12: Härte von Feta und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur)..... 21

Abb. 13: Gummiartigkeit von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (4 °C), y-Achse: Gummiartigkeit in g..... 22

Abb. 14: Gummiartigkeit von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Gummiartigkeit in g	22
Abb. 15: Gummiartigkeit von Reibkäse und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Gummiartigkeit in g	23
Abb. 16: Gummiartigkeit von Feta und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Gummiartigkeit in g.....	24
Abb. 17: Adhäsion von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (4 °C), y-Achse: Adhäsion in g.....	25
Abb. 18: Adhäsion von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Adhäsion in g.....	25
Abb. 19: Adhäsion von Reibkäse und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Adhäsion in g.....	26
Abb. 20: Adhäsion von Feta und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Adhäsion in g.....	27
Abb. 21: Kohäsion von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (4 °C)	28
Abb. 22: Kohäsion von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur) .	28
Abb. 23: Kohäsion von Reibkäse und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur)	29
Abb. 24: Kohäsion von Feta und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur).....	30
Abb. 25: Elastizität von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (4 °C), y-Achse: Elastizität in mm	31
Abb. 26: Elastizität von Cheddar und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Elastizität in mm	31
Abb. 27: Elastizität von Reibkäse und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Elastizität in mm	32

Abb. 28: Elastizität von Feta und einem analogen veganen Erzeugnis (Raumtemperatur), y-Achse: Elastizität in mm	33
Tab. 1: Erklärungen der gemessenen Texturprofilanalyse-Parameter (15–17)	6
Tab. 2: Durchschnittliche Nährwerte von Käsen und analogen veganen Erzeugnissen.....	10
Fortsetzung Tab. 2	11
Fortsetzung Tab. 2	11
Tab. 3: Einteilung nach ÖLMB	12
Tabelle 4: Zusammenfassung der Ergebnisse	33

Danksagung

Ich möchte mich hier herzlich bei Ao Univ.-Prof. Dr. med. vet. Peter Paulsen bedanken, der mir unkompliziert die Arbeit zu diesem Thema ermöglicht hat und mir sowohl bei den praktischen Versuchen als auch beim Schreiben der Diplomarbeit immer schnell geholfen hat.

Natürlich auch ein Danke an meine Familie und meinen Freund, die mich immer unterstützt und motiviert haben! Ihr habt mich immer wieder ans Lernen, aber auch an die notwendigen Pausen erinnert.

Meine Hörsaal-Bankreihen-Freunde will ich auch noch erwähnen, ihr habt die Uni-Jahre zu einer wirklich lustigen Zeit gemacht!