



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Hochschule Neubrandenburg
Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmitteltechnologie
Studiengang Lebensmitteltechnologie
WS 2019/20

Masterarbeit

Fettreduzierung bei Mascarpone

Verfasser: Surui Cao

Betreuer: Prof. Dr. Siegfried Bolenz

Prof. Dr. Christine Wittmann

Studiengang: M.Sc. Lebensmitteltechnologie

Bearbeitungszeitraum: 07, 2019-01, 2020

Abstract

Mascarpone is an Italian cream cheese coagulated by the addition of certain acidic substances such as lemon juice, vinegar or citric acid. It originated in the area between Italy, southwest of Milan, probably in the late 16th century or early 17th century. After centuries of popularity, contemporary people all over the world enjoy the delicious mascarpone in numerous dishes, such as Tiramisu, pasta, or with fresh fruit. While the people are fond of Mascarpone and its processed Dessert. They do also concern about the high fat content of them. The following study present a series of experience and analysis, in order to reduce fat content of mascarpone. The recipes in following study has been changed only for component of adding powder (skimmed milk powder, whey protein concentrate or Gelatine powder), which as thickening agent has been used. Replacing the powder with gelatine has been also experimented. The end product has been tested for sensory analysis and its properties such as fat content, dry substance, color value, flow properties. Thixotropic character of the products has been tested in this research. These analysis could be showed, how different percentage of powder influence the properties. Also the methods will be discussed, that are analyse the character of the product. And base on this experiment process and results some recommendations has also benn given for the research orientation in future.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	2
1. Einleitung	4
2. Stand der Wissenschaft und Technik	5
2.1 Vorarbeiten	5
2.2 Doppelrahmfrischkäse—Mascarpone	5
2.3 Casein	5
2.4 Molkenproteine	6
2.5 Denaturierungen von Molkenproteinen und Caseinen	6
2.6 Homogenisierung	7
2.7 Gelatine	7
3. Materialien und Methoden	8
3.1 Projektübersicht und Versuchsplanung	8
3.2 Rohstoffe	10
3.3 Rezepturen	11
3.4 Durchführung der Versuche	13
3.4.1 Vorversuchsablauf im Labor	13
3.4.2 Hauptversuchsablauf im Technikum	14
3.5 Analytische und deskriptive Methode	17
3.6 Die Entwicklung der analytischen Methode zur Untersuchung der Fließeigenschaften	20
4. Ergebnisse	22
4.1 Auswertung der Ergebnisse	22
4.1.1 Standard-Mascarpone	22
4.1.2 Mascarpone mit MPK (WPC35)	28
4.1.3 Mascarpone mit Magermilchpulver	29
4.1.4 Mascarpone mit MMP und MPK (WPC35) -Gemisch	34
4.1.5 Mascarpone mit MMP und MPK (WPC80)	43
4.1.6 Mascarpone mit Gelatine	49
4.2 Sensorik	53
4.2.1 Die erste sensorische Überprüfung	53
4.2.2 Die zweite sensorische Überprüfung	54
4.3 Statistische Prüfung der Messwerte	55
5. Abschlussdiskussionen	61
5.1 Diskussion der Pufferkapazitäten	61
5.2 Diskussion der NIR-Ergebnisse und der Moisture Analyse-Ergebnisse	61
5.3 Diskussion der Butyrometer-Ergebnisse und NIR-Ergebnisse	62
5.4 Diskussionen der Festigkeit von Produkten	63
5.5 Zusammenfassung	64
5.5 Nächste Schritte	64
6. Literaturverzeichnis	66
7. Tabellenverzeichnis	68
8. Abbildungsverzeichnis	70
9. Anhang	71
9.1 Tabellenübersicht	71
9.2 Sensorische Prüfverfahren	77
9.3 Beschreibung des standardisierten Koeffizienten	78
Eigenständigkeitserklärung	82

1. Einleitung

Mascarpone ist ein milder, cremiger Doppelrahm-Frischkäse mit einem Fettgehalt von ca. 80% F.i.Tr. Er wird hauptsächlich aus Rahm hergestellt, der mit Zitronen-, Wein- oder Essigsäure dickgelegt wird. Mascarpone dient unter anderem als Zutat für Süßspeise (z.B. Tiramisu) und Tortenfüllung. Zwar sind einige Vitamine und Mineralstoffe enthalten, jedoch enthält Mascarpone auch gesättigte Fettsäuren, aber beim Verzehr ist auf eine moderate Menge zu achten, wegen des hohen Fettgehalts. Daher ist Mascarpone weniger attraktiv für eine große Verbrauchergruppe. Die Aufgabe der nachfolgenden Masterarbeit besteht darin, die Fettreduzierung bei Mascarpone durch Protein und Wasser zu verwirklichen. Um das Fettgehalt bei Mascarpone zu reduzieren wurde Verdickungsmittels (Magermilchpulver, Molkenproteinkonzentrat, Gelatine) verwendet. Besonders wurde Gelatine als Verdickungsmittels auch bei Mascarpone ausprobiert. Die Herstellungen sind im Maßstab des Technikums der Hochschule Neubrandenburg durchgeführt worden. In Bezug auf vorherige Arbeiten wurde ein besonderes Herstellungsverfahren verwendet, welches nicht den Standard-Verfahren entspricht. Mit diesem Verfahren konnte Zeit und Energie eingespart werden. Die Endprodukte wurden geprüft, ob sowohl eine haptisch, als auch optisch ähnliche Mascarpone im Vergleich zur industriell herstellten Variante, welche üblicherweise 80%-83% Fett in Trockensubstanz enthält, umsetzbar ist. Um die Eigenschaften des Produkts konkret zu liefern wurden chemische und physikalische Untersuchungen durchgeführt, die jeweils TS-Gehalt, Fettgehalt-, Festigkeit-, Farbkomponente bestimmten. Die Fließeigenschaft der Mascarpone wurde auch im Experiment am Rheometer untergesucht. Die Entwicklung des entsprechenden Messsystems, um das scherverdünnende Fließverhalten der Mascarpone zu untersuchen, wird hier ausführlich erklärt. In dieser Master-Arbeit wird auch über die Analyse der Pufferkapazität, des Trockensubstanzgehalts, der Festigkeit, des Fettgehalts, und der Fließeigenschaft, diskutiert, die für die Eigenschaften der Mascarpone durchgeführt wurden. Aufgrund der Ergebnisse und Herstellungsprozesse werden auch Empfehlungen für weitere Forschungen in der Zukunft gegeben.

2. Stand der Wissenschaft und Technik

2.1 Vorarbeiten

Im Jahr 2018 wurde die Umsetzung der Mascarponeherstellung nach Maßstab des Technikums der Hochschule Neubrandenburg zuerst von Franz Döhmann („Herstellung von Mascarpone im Technikumsstandard“) in seiner Vorarbeit durchgeführt. Später hat Herr. Sven Wehlen die Mascarpone unter gleichen Bedingungen an der Hochschule Neubrandenburg hergestellt, aber mit dem Ziel, dass Fett bei Mascarpone zugunsten von Proteinen und Wasser zu reduzieren.

2.2 Doppelrahmfrischkäse—Mascarpone

Doppelrahmfrischkäse, weist den höchsten Fettgehalt bei den Frischkäsesorten auf und wird aus Rahm hergestellt. Dazu gehört Mascarpone, welcher ein Frischkäse mit mindestens Fettgehalt von 60% F.i.Tr. ist. Zur Herstellung von Mascarpone wird zuerst der Rahm auf 85°C erhitzt, und ca.5 Minuten gehalten, um die Proteine vollständig zu denaturieren. Im Gegensatz zu anderen Frischkäsen, bei denen Dicklegung durch Fermentation erfolgt, wird Mascarpone durch Säurefällung mit organischen Säure und Erhitzung dickgelegt. Vor der Abfüllung wird die Mascarpone-Masse meist noch homogenisiert.

2.3 Casein

Die Caseine sind die häufigsten Milchproteine, die etwa 80% der Gesamtproteinmenge in der Milch ausmacht. Die Käse erhalten feste Konsistenz durch Gerinnung des Caseins. Casein bildet in der Milch zusammen mit Calciumphosphat und anderen Bestandteilen Micellen. Die Caseinmicelle ist empfindlich bezüglich Ladungsänderungen (Technologie der Milchverarbeitung, Edgar Spreer, 2018). Mehr als 90% des Caseins in der Milch liegen unter physiologischen Bedingungen als kolloidale Suspension vor. Wenn Casein durch Zugabe von Säure aus der Milch gefällt wird, ist es sehr gering wasserlöslich, wobei die ursprüngliche micellare Struktur beim Ausfällen mit Säuren verloren geht. Die Caseinmicellen haben eine

Größe von 20-600 nm und sind damit auch für die weiße Farbe der Magermilch verantwortlich (Behrs, Hamburg, 1991).

2.4 Molkenproteine

Neben der Fraktion der Caseine stellen die Molkenproteine die zweite wichtige Proteinfraction der Milch dar. Die vier Hauptkomponenten der Molkenprotein (β -Lactoglobulin, α -Lactalbumin, Blutserumalbumin und Immunglobuline) gehören zur Gruppe der globulären Proteine. Bei Temperaturen $>70^{\circ}\text{C}$ beginnt die Denaturierung der Molkenproteine, d.h die Strukturstabilisierenden Bindungskräfte halten der Thermischen Belastung nicht mehr stand und eine Strukturstreckung tritt ein. Bei der Wärmdenaturierung gehen die Molkenproteine z.T eine Komplexbildung mit k-Casein ein. (Technologie der Milchverarbeitung, Edgar Spreer, 2018)

2.5 Denaturierungen von Molkenproteine und Caseine

Die Wirkung eines Proteins hängt entscheidend von dessen räumlicher Struktur ab. Wird die Proteinstruktur durch physikalische oder chemische Einflüsse verändert, so verliert das Protein seine ursprünglichen biologischen Eigenschaften. Man bezeichnet die Strukturveränderung von Protein als Denaturierung (Blumes, 2009).

Die Wärme- oder Hitzedenaturierung ist eine Art der Denaturierung, bei der eine Veränderung der Molekülstruktur durch eine Erhöhung der Temperatur herbeigeführt wird. (Hans-Dieter Jakubke, Hans Jeschkeit: Aminosäuren, Peptide, Proteine, Verlag Chemie, Weinheim, 1982,)

Eiweißmoleküle weisen eine elektrische Ladung auf, die vom pH-Wert der Lösung abhängt. Beim isoelektrischen Punkt (pH-Wert) weisen die dissoziierten Eiweißsteichen mit sauren und basischen Gruppen in den Molekülen Ladungsgleichheit auf, und die bleiben in Lösung (Technologie der Milchverarbeitung, Edgar Spreer, 2018). Wenn der pH-Wert der Lösung durch Zugabe von Säure verändert wird und die Ladungsgleichheit gebrochen ist, beginnen die Protetine auszufallen. Die Säuredenaturierung führt zu Ladungsverschiebungen zwischen den Molekülen und den letzten Endes zu einer Umfaltung des Proteins in den unter den jeweiligen Bedingungen energetisch günstigsten Zustand.

Die beiden Denaturierungen von Protein sind sowohl ernährungsphysiologisch als auch lebensmitteltechnologisch von großer Bedeutung. Bei der Herstellung des Mascarpone werden die Casein und Molkenproteing durch Säure und Erhitzung ausgefällt. Im Rahm sind Caseine stabiler als Molkenprotein gegenüber thermischer und mechanischer Belastung. Die Caseinmicelle aber empfindlicher bezüglich Ladungsveränderung (Technologie der Milchverarbeitung, Edgar Spreer, 2018).

2.6 Homogenisierung

Homogenisieren ist das Verkleinern von Teilchen, wodurch gleichmäßig oder ungleichmäßig verteilte Phase einer Flüssigkeit in einen höheren Mischungsgrad überführt werden und sich der Verteilungsgrad stabilisiert (Technologie der Milchverarbeitung, Edgar Spreer, 2018). Das Ziel der Homogenisierung bei der Herstellung von Mascarpone bestehen darin, den mittleren Durchmesser der in den Produkten vorhandenen Fettkügelchen (mittlerer Durchmesser der native Globule 10 bis 30 μm) unter hohem Druck (ca. 120bar) stark zu reduzieren (mittlerer Tropfendurchmesser 1 bis 2 μm), damit der Fett nicht aufrahmt, um einen vollmündigeren Geschmack zugewähren (Behr's Hamburg 1995). Ferner ist geringere Bruchfestigkeit sowie Synärese zu erwarten. „Durch hohe Grenzflächenspannungskräfte werden jedoch augenblicklich neue Sekundärfettkugelmembranen gebildet. Dabei kann es zu Verklebungen, sogenannter Traubenbildungen, nach der ersten Stufen kommen, was einer Verklumpung mehrerer Fettkügelchen zu einem größeren Agglomerat entspricht. Bei Produkten mit einem hohen Fettgehalt, wie beispielsweise Rahm (40%), reicht der Proteingehalt nicht mehr aus, um eine Traubenbildung nach der zweiten Stufe vollständig zu verhindern. Durch diesen Umstand kann es nach geringer Lagerdauer bereits zu einem unerwünschten, gelblichen Fettkranz kommen.“ (Mascarpone Fettreduzierung zugunsten von Protein und Wasser, Sven Wehlen, 2019)

2.7 Gelatine

Gelatine ist ein Stoffgemisch aus geschmacksneutralen tierischen Proteinen. Hauptbestandteil ist denaturiertes bzw. hydrolysiertes Kollagen. Gelatine spielt eine große Rolle in der heutigen Lebensmittelindustrie. Sie eignet sich zum Gelieren, Stabilisieren, Emulgieren usw. Sie kann in Halbfettprodukten und fettreduzierten Käsesorten als Verdickungsmittel verarbeitet

werden, um eine cremige Konsistenz zu erreichen. In dieser Untersuchung wurde die Instantgelatine angewendet. Instantgelatine kann direkt verarbeitet werden und wurde speziell für temperaturempfindliche Endprodukte entwickelt, die nicht lange Zeit erhitzt werden sollten (Herrmann, F. Jürgen: Lehrbuch für Köche. Handwerk und Technik, Hamburg, 1999).

3. Materialien und Methoden

3.1 Projektübersicht und Versuchsplanung

Nach den vorherigen Erfahrungen gab es schon viele Erkenntnisse über die Entwicklung der Rezeptur und den Prozessen der Herstellung im Technikum und auch die Methode der Analyse. Nach den vorherigen Erfahrungen wurde die Versuchsplanung für diese Arbeit bestimmt, um das entsprechende Ziel, die Haltbarkeit bei relativ niedrigen pH-Wert (5,8-6,0) zu erhöhen, Fettreduzierung, Caseingehalt und Geschmack zu wahren, zu erreichen.

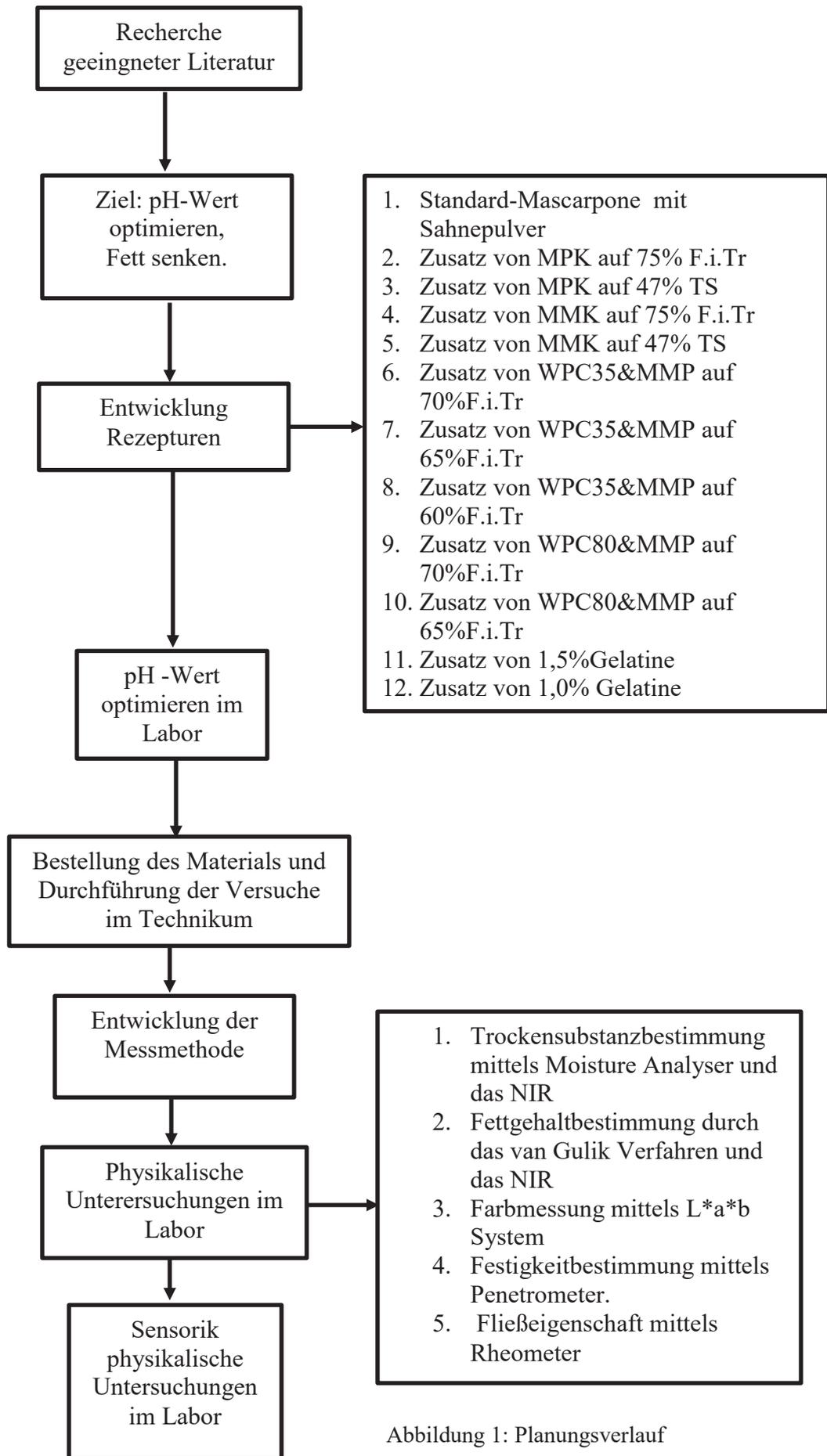


Abbildung 1: Planungsverlauf

Mit den Erfahrungen aus der Vorarbeit wurden alle Rohstoffe nach dem Plan der Herstellung zuerst erhitzt. Dann wurden die Mischungen im Warmraum auf 50°C erwärmt und verwahrt. Danach wurden sie nacheinander von dünn bis dicht homogenisiert. Dabei kann Zeit gespart werden. Bei der Fortsetzung der Vorarbeiten war der pH-Wert der Endprodukte sehr hoch. Das Ziel war den pH-Wert von 5,8-6,0 zu halten, um eine bessere Haltbarkeit der Mascarpone zu erhalten. Und die sollte einen neutralen Geschmack haben. Deshalb wurde vor jeder Durchführung der Hauptversuche, aufgrund der Rezeptur, ein entsprechender Vorversuch mit kleinen Ansätzen (ca.300g) ohne Homogenisierung im EW-Labor durchgeführt, um die nötige Menge Säure vorher zu bestimmen. Da die Rezeptur-Komponenten unterschiedlich starke Puffer-Wirkung haben. Hinsichtlich der schwereren Beschaffung der Rahm wurde bei den Vorversuchen die Konditor-Sahne, die 30% Fettgehalt enthält, und Buttereinfett, die die fehlenden Fette ergänzt, verwendet.

3.2 Rohstoffe

Tabelle 1 Rohstoffe

Stoffe	Hersteller	Ort	Land
Konditor-Sahne	Arla Foods Deutschlan GmbH	Upahl	Deutschlan
Buttereinfett	Hoche Butter GmbH	Uelzen	Deutschland
Zitronensäure	Care Rote	/	Deutschland
Whey Protein Concentrate 35	Wheyco GmbH	Altentreptow	Deutschland
Whey Protein Concentrate 80	Wheyco GmbH	Altentreptow	Deutschland
Magermilchpulver	DMK GmbH	Zeven	Deutschland
Gelatine	GELITA Deutschland GmbH	Eberbach	Deutschlan
Rahm	DMK GmbH	Zeven	Deutschland
Sahnepulver	DMK GmbH	Zeven	Deutschland
Sterilisiertes Wasser	Hochschule Neubrandenburg	Neubrandenb urg	Deutschland

3.3 Rezepturen

Bei allen Rezepturen wurde der Bedarf vom Ziel und nach den Vorversuchen für die pH-Wertbestimmung festgelegt. Die Auswahl und Menge der Rohstoffe erfolgte aus Gründen der Kostenersparnis, technische Mindestverarbeitungsmaße.

Die nachfolgende Übersichtstabelle zeigt das systematische Vorgehen bei den Versuchen. Aufgeführt sind die wichtigsten Informationen der einzelnen Versuche. Die Details werden im Anhang gezeigt.

Tabelle 2 Übersichtstabelle der Rezepturen

Versuch. Nr	Mascarpone	Fett %	Laktose %	Casein %	Molkenprotein %	TS %	F.i.Tr %
1.	Standardmascarpone	36,40	6,61	1,53	2,95	48,59	74,91
2.	WPC35 auf 75% F.i.Tr.	36,60	6,61	1,53	2,95	48,59	74,91
3.	WPC35 auf 47% TS	37,46	5,28	1,57	2,03	47,22	79,33
4.	MMP auf 75% F.i.Tr.	36,45	6,49	3,78	0,81	48,62	74,98
5.	MMP auf 47% TS	37,65	5,01	2,92	0,63	47,07	79,97
6.	MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.	35,18	8,14	2,42	3,14	50,19	70,07
7.	MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.	33,80	9,85	3,11	3,64	51,99	65,00
8.	MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.	30,80	10,58	2,47	4,84	50,12	61,44
9.	MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.	34,73	5,35	2,93	6,00	49,88	69,63
10.	MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	31,02	7,11	4,01	4,58	48,90	65,49
11.	1,5% Gelatine	36,53	5,74	2,43	1,60	48,48	75,33
12.	1,0% Gelatine	36,72	5,76	2,43	1,60	48,28	76,06

Die Standardmascarpone mit Zusatz von Sahnepulver war die Grundlage für alle weiteren Versuche, und wurde als Referenz in weiteren Untersuchungen mit anderen variierten Produkten verglichen. Der Grundsatz bestand darin, die Menge des Rahms zu reduzieren und die Sorten und Mengen der Verdickungsmittel zu variieren.

Die Mascarpone mit WPC35 auf 75% F.i.Tr. ist eine Wiederholung der Vorarbeiten von Herr Wehlen war, da er keine richtigen Produkte mit HS Molkenproteinpulver hergestellt hatte. Bei der Herstellung von HS Molkenproteinpulver wird das Hydrolyse-Verfahren angewendet. Durch die Hydrolyse (Aufspaltung) wird der Proteinketten in kleinste Fragmente (Peptide) zersetzt, d.H das HS Molkenprotein war bereits denaturiert bei der Pulverherstellung. Dann für die Mascarponeherstellung fehlt es an die denaturierten Proteine. Für diese Rezeptur wurde das Sahnepulver absolut durch MMP ersetzt, um das Ziel 75% F.i.Tr.-Gehalt zu erreichen.

Bei Mascarpone mit WPC35 auf 47% TS bezieht sich darauf, Trockensubstanz auf 47% zu verringern, bei gleichzeitiger Reduzierung des absoluten Fettgehalts in der Mascarpone. Bei diesem Versuch wurde in dieser Rezeptur nur die MMP als Verdickungsmittel zugegeben, um den Fettgehalt in der Trockensubstanz der Mascarpone auf 75% zu verringern.

In 4. Versuch wurde in dieser Rezeptur die MMP als Verdickungsmittel zugegeben, um den Fettgehalt in der Trockensubstanz auf 75% zu verringern.

Die MMP wurde auch in 5. Versuch nur als Verdickungsmittel zugegeben. Dieser Versuch wurde mit dem Ziel durchgeführt, die Trockensubstanz auf 47% zu reduzieren, den absoluten Fettgehalt zu verringern.

Der 6. Versuch zeigt die Herstellung von Mascarpone mit MPK (WPC35) und MMP-Gemisch, um F.i.Tr. -Gehalt auf 70% zu senken. Magermilch fehlt es an Molkenprotein. Aber WPC35 fehlt es an Casein, welches wichtig für die Käseherstellung ist. Casein besitzt die Eigenschaft, dass es bei einem hohen pH-Wert in Abhängigkeit der Temperatur unzureichend ausfällt. Daraus ergibt sich, dass es bei einem zu geringen Ausfällungsprozess dazu führen kann, dass die Produkte zu flüssig werden können. Es wurde dabei mit den beiden Verdickungsmitteln ein gleichmäßiges Verhältnis aus Casein und Molkenprotein geschaffen, welches erhöhten Einfluss auf die Konsistenz des Endproduktes und des Verhaltens während des Erhitzungsprozesses hatte. Die Endprodukte zeigten eine gute Konsistenz.

Ähnlich wie in dem letzten Versuch wurde im 7. Versuch eine Herstellung mit den beiden Pulvern geschaffen, um den Fettgehalt auf 65% in der Trockensubstanz zu erreichen. Um den Fettgehalt stärker zu verringern, wurde mehr Verdickungsmittel zugegeben.

Bei dem 8. Versuch bezieht sich auf die Rezeptur von Mascarpone mit MMP&WPC35 mit einem F.i.Tr. -Gehalt auf 60%. Es wurde mehr Verdickungsmittel zugesetzt, welche mehr Protein enthielten. Um eine zu hohe TS der Produkte zu vermeiden, wurde sterilisiertes Wasser dazu gegeben. Nach dieser Rezeptur wurde untersucht, inwiefern der hohe Proteingehalt die TS-Masse von den Endprodukten beeinflusst, ob die Mascarpone mit hohem Proteingehalt aber mit niedrigerem Fettgehalt ähnlichen Charakter wie die Standard-Mascarpone hat.

In vorherigen Versuchen wurde die WPC35 hauptsächlich als Verdickungsmittel zugesetzt, welches aber einen hohen Laktosegehalt hat. Die Laktose konnte den Geschmack der Mascarpone stark beeinflussen. Es könnte einen süßlichen, baby-milchigen Geschmack verursachen. Deswegen wurde in 9. Versuche das WPC35 durch WPC80 Pulver ersetzt, welches weniger Laktose enthält dafür mehr Molkenprotein und Fett. Für den Geschmack wurde auch MMP zugegeben, um die Endprodukte milchig und cremig zu halten. Bei den Mascarpone mit WPC80 wurde auch eine Menge des sterilisierten Wassers zugegeben, weil der Proteingehalt relativ höher war. Damit konnte eine dichte Masse vermieden werden.

In dem 10. Versuch handelt es sich um die Rezeptur, um mit MMP und WPC80 den F.i.Tr.-Gehalt weiter auf 65% zu senken. Es sollte immer darauf geachtet werden, den Proteingehalt zu kontrollieren, und mehr Wasser dazu einzusetzen, um eine zu hohe Trockensubstanz der Produkte zu vermeiden.

Aus der Vorarbeit ging hervor, dass die Mascarpone mit 3% Gelatine ihre Streichfähigkeit verloren hatte und die Masse der Mascarpone zeigte visuell eine sichtbare, gelbliche Färbung. Zusammenfassend konnte eine Überdosierung der Gelatine festgestellt werden. Deshalb wurde im 11. Versuch die Dosierung der Gelatine reduziert, und zeitgleich den F.i.Tr.-Gehalt mit MMP und WPC35 auf 75% zu verringern.

Die Mascarpone, die mit 1.5% Gelatine, MMP und MPK mit jeweils 3% hergestellt wurde, sind sensorisch in Ordnung. Aber die Masse der Mascarpone war ähnlich wie Puding. Daher wurde in 12. Versuch der Gehalt an Gelatine um 0.5% reduziert

3.4 Durchführung der Versuche

3.4.1 Vorversuchsablauf im Labor

Den Ergebnissen der Vorarbeit zufolge waren die pH-Werte der Endprodukte über 6,0 zu hoch, der Anteil von 1,5% der 5% Zitronensäure war zu niedrig. Um es zu optimieren, wurde vorgeschrieben, dass für alle Rezepturen ein entsprechender Vorversuch mit kleinen Ansätzen ca. 300g im EW-Labor durchgeführt. In jedem Kleinversuch wurde die Konzentration der Zitronensäurelösung Schritt für Schritt (7%, 9%, 11%.....) erhöht und der Anteil an Zitronensäurelösung blieb gleich, da die Mischungen unterschiedliche Pufferwirkung hatten.

Weil Rahm als Rohstoff nur in großen Menge bestellbar war, wurden in den Vorversuchen Konditorsahne und Butterreife Fett in Topf auf Kochplatte auf 50°C erhitzen Konditorsahne und Butterreife Fett als Ersatz für den Rahm verwendet.

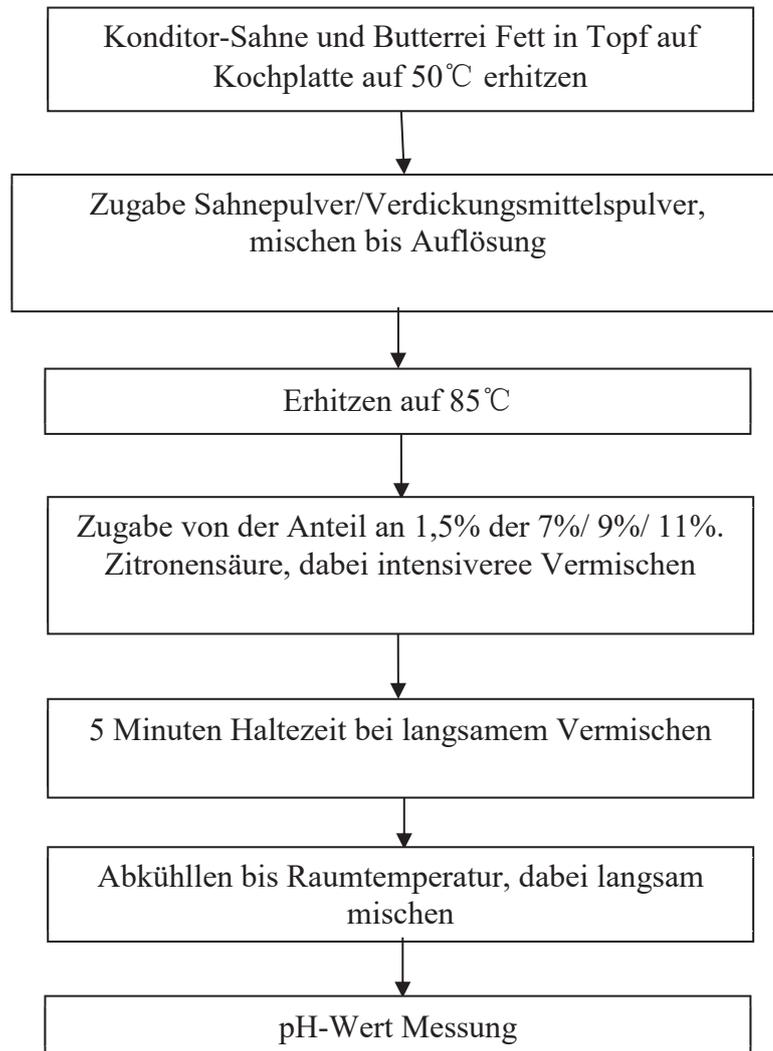


Abbildung 2: Der generelle Vorversuchsablauf

3.4.2 Hauptversuchsablauf im Technikum

In den Vorarbeiten wurde der Rahm in die Conche auf 50°C erwärmt. Danach wurde das Pulver langsam in die Conche zugegeben und zusammen vermischt. Nach der Abkühlung wurde die Mischung homogenisiert. Den Erfahrungen zufolge wurde der Ablauf als zeitraubend eingestuft. Um Zeit und Energie zu sparen, wurden in dieser Arbeit alle Rohstoffe auf der Kochplatte erwärmt, gemischt und gerührt, anschließend im Warmraum in Topf bei 40°C gelagert, danach wurden die Mischungen nacheinander ununterbrochen homogenisiert.

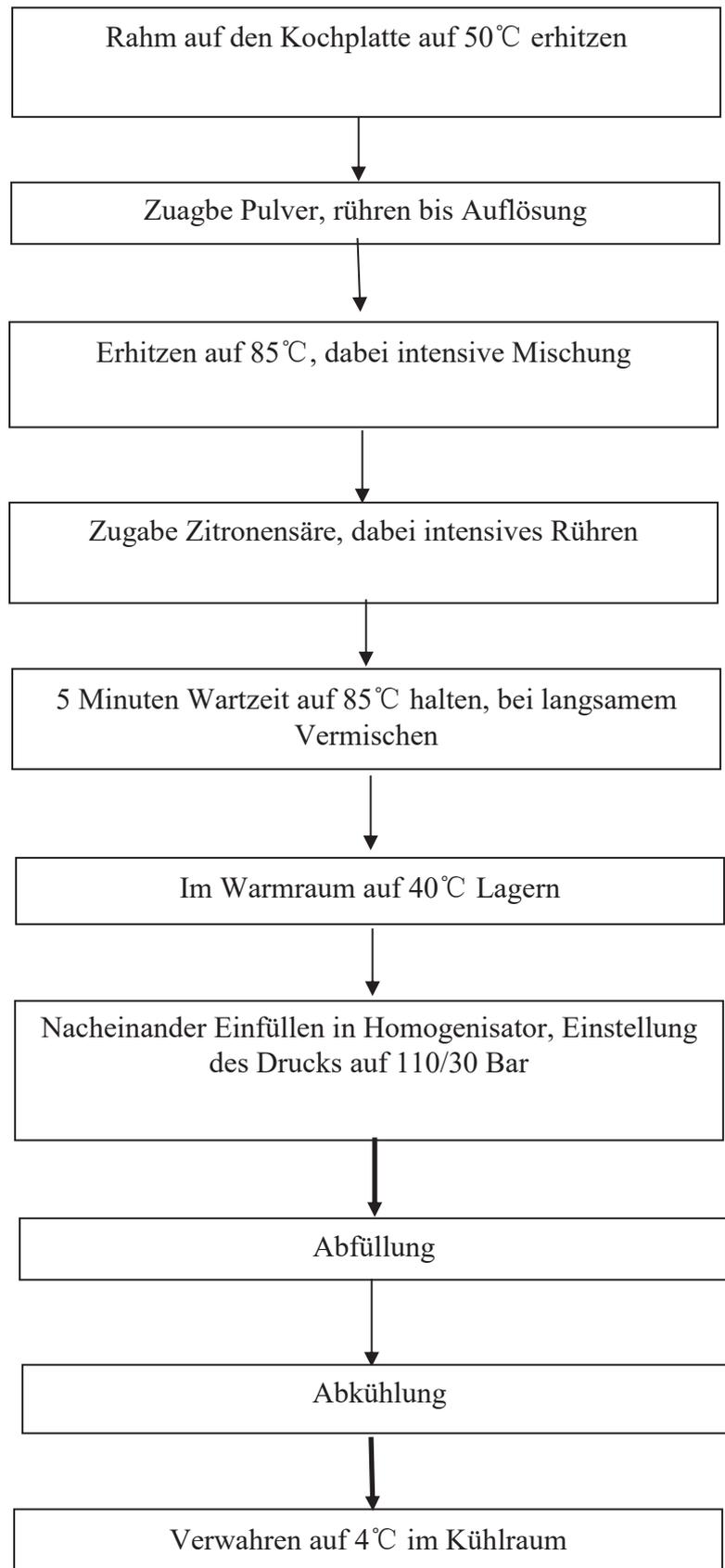


Abbildung 3: Der generelle Hauptversuchsablauf im Technikum

Tabelle 3: Verwendete Maschinen für die Herstellung im Technikum

Maschinenbezeichnung	Typ	Hersteller	Ort	Land
Homogenisator	NS2006H	GEA Niro Soavi S.p.A	Parma	ITA
Kochplatt	IKE84471XB	AEG	Nürnberg	Deutschland

Zu Beginn wurden zuerst alle Werkzeuge für die Produktion vorbereitet. Danach wurden die Rohstoffe nach den Rezepturen in den Bechern abgewogen und entsprechend markiert.

Nach den Plan wurden die Versuche im Technikum durchgeführt. Wenn der Versuch um die Gelatine geht sollte, dass Gelatine-Pulver nach den 5 Minuten nach der Zugabe der Zitronensäure hinzugeführt werden. Während die Mischungen im Warmraum gelagert wurde, konnte die Desinfektion vom Homogenisator durchgeführt werden. Zuerst wurde der Homogenisator mit Wasser gefüllt, und im Kreis laufen gelassen. Dieser Prozess konnte ca.20 min dauern. Anschließend musste der Homogenisator noch desinfiziert werden. Zur Desinfektion wurde 0.1% Desinfektionslösung (Care Rote GmbH, Deutschland) (für den Einsatz (15L)) gebraucht. Das Desinfizieren dauerte etwa 20 min, bis im Ausgangswasser kein Geruch der Desinfektionslösung vorhanden war.

Die Mischungen ließen sich nacheinander homogenisieren und in Plastikschaalen (1L Kapazität) abzufüllen. Alle Produkte der Mischphase wurden separat markiert, die nicht als Probe für die Analyse verwendet werden konnten. Zur Abfüllung gab es 2 Type von Plastikschaale, eine mit 1L die andere mit 200ml Fassungsvermögen. Den Erfahrungen zufolge wird die 1L Schale als praktisch empfohlen. Nach der Abfüllung mussten die Produkte so schnell wie möglich abgedeckt werden, um die Mikroorganismen aus der Luft zu isolieren. Anschließend wurde die Mascarpone im Kühlraum für mindestens 1 Tag gelagert.

Nach der Homogenisierung von Produkten sollte der Druck des Homogenisators sofort entlassen und mit Wasser gespült werden. Die Reinigung der Homogenisator richtet sich nach dem Programmablauf (Vorspülen- alkalische Reinigung- Zwischenspülen- saure Reinigung- Nachspülen- Desinfektion) (Technologie der Milchverarbeitung, Edgar Spreer,

2018) Am Ende muss der Homogenisator mit Desinfektion stehen gelassen werden, sonst Verkeimung.

3.5 Analytische und deskriptive Methode

„Bei den Methoden geht es um die Bestimmung des Fettgehalts nach van Gulik. Eine der gebräuchlichsten Schnellmethoden zur Bestimmung des Fettgehaltes in Käse. Aufgrund des Prinzips von van-Gulik Verfahren wurde das Eiweiß der Käseprobe mit Schwefelsäure in einem Spezialbutyrometer aufgeschlossen. Das freigesetzte Fett wird durch Zentrifugieren abgetrennt, wobei ein Zusatz von Amylalkohol die Phasentrennung erleichtert. An der Skala des Butyrometers wird der Fettgehalt des Käses in % abgelesen“ (VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 2015). Der Fettgehalt bei differenzierter Einwaage der Proben wurde nach der Formel (1.1) (vgl. ISO 3433:2008) korregiert. Das Van-Gulik-Verfahren ist auf alle Käsearten anwendbar. Es wurde jedoch festgestellt, dass sich dieses Verfahren nicht als völlig zufriedenstellend für einige Käse, die hohem Fettghalt enthalten, erweist (DIN 10479-2, 2001). Und die Schwefelsäure wird bei Milch und bei Produkten mit ähnlich hohem Wassergehalt bzw. bei Produkten verwendet, die auf einen entsprechenden Wassergehalt gebracht werden. Höhere und geringere Säurekonzentration sind zu vermeiden erweist (DIN 10479-1, 2001).

$$W_F = \frac{A * 3}{E} [\%] \quad (1.1)$$

Die Fettgehaltsbetimmung und Trockensubstanz wurden mittels NIR durchgeführt. Damit konnten die beiden Methoden verglichen werden. „Nahinfrarotspektroskopie, NIR-Spektroskopie, ist eine physikalische Analysetechnik auf Basis der Spektroskopie im Bereich des kurzwelligen Infrarotlichts. Sie entspricht im Wesentlichen der Infrarotspektroskopie, die im mittel- und ferninfraroten Bereich (MIR und FIR) verwendet wird, ermöglicht aber die Verwendung anderer Materialien und Strahlungsquellen. Die Nahinfrarotspektroskopie basiert auf der Anregung von Molekülschwingung durch elektromagnetische Strahlung im (nahen) Infrarotbereich. Sie bietet aber in der Regel einen einfacheren Zugang und andere Formen der Analyse. Waaser ist ein Absorber im nahen

Infrarot und ein sehr starker Absorber im fernen Infrarot, deswegen ist NIR ein nahe zu ideales Verfahren zur Bestimmung des Wassergehaltes in allerlei Produkten. Das Verfahren findet Anwendung zur Bestimmung von Fettgehalt (CH-Binding) „(Nils Kaiser, 2016). Bei der Fettgehaltsbestimmung wurde das Produkt auf Plastik-Platten gleichmäßig verteilt, und auf einer Sonde gelegt. Weil es keine Erfahrungen der Messung von Mascarpone mit NIR gibt, wurde deswegen die Kalibrierung mit Quark und Käse durchgeführt.

Mittels Hunter-Lab-System wurde der Farbwert gemessen. Die L-Koordinate beschreibt die Helligkeit der Farbe mit Werten von 0 bis 100. Auf der a-Koordinate liegen Grün und Rot gegenüber, die b-Koordinate verläuft zwischen Blau und Gelb (Richard Swall Hunter, 1948). Das Farbwertmessgerät sollte vor der Messung erneut kalibriert werden. Es gibt unterschiedliche Messblenden. Eigentlich ist die Messblende-Z14 mit 38mmφ für Produkte geeignet, die schwer aus den Küvetten zu entfernen sind. Der Hochschule fehlt es an dieser Prägung. Es wurde die Prägung Es-Z12 verwendet. Um die Farbkomponente der variierte Mascarpone zu vergleichen, hat die Auswahl der Prägung keinen starken Einfluss.

Trockensubstanzgehalt wurde auch durch ein Schnellfeuchtmessgerät (Moisture Analyse) gemessen. „Das Prinzip zur Messung des TS-Gehalts mittels Moisture Analyse ist der Trocknungsverlust (loss on drying). Bei dieser Technik wird eine Probe gewogen, in einem Ofen für einen geeigneten Zeitraum erhitzt, in der trockenen Atmosphäre eines Exsikkators abgekühlt und dann erneut gewogen. Durch den Unterschied der zwei Gewichte kann der Wassergehalt berechnet werden, weiter der TS-Gehalt“ (ISO 6327:1981". International Organization for Standardization. ISO. Retrieved 9 May 2019). Im Bezug darauf die Probe zur Untersuchung nicht direkt in die Aluminium-Probenschale gegeben, sondern eine Menge von 1-2 g dünn auf einen Glasfaserfilter verteilt.

Die Festigkeit der Produkte wurde mittels Penetrometer bestimmt, der ein Messmittel zur Bestimmung des Eindringwiderstands eines Körpers, ein Fallstab, in Mascarpone ist. Während der Festigkeitsbestimmung mussten die Produkte in Kühlschrank bei gleichbleibender Temperatur verwahrt werden. sonst die Ergebnisse wertlos sind.

Die pH-Wertbestimmung mit einer pH-Messelektrode bestimmt. Das pH-Wert Messgerät sollte vor jedem Versuchstag erneut kalibriert werden. Und bei der mehreren Untersuchungen wurde immer das dasselbe Gerät verwendet, um systematische Fehler zu vermeiden

Die Fließeingenschaft wurde mittels Rheometer auf ein passendes Messprofil angepasst. Mascarpone gehört zu den Frischkäsen, welche eine typische nicht-newtonische Flüssigkeit ist, die Streichfähigkeit ermöglichen soll. Zur Thixotropie von Mascarpone wurde mit Rheometer untersucht. In dieser Arbeit wurde mehrmals mit unterschiedlichen Messprofilen gearbeitet, und zur Mess-Geometrie wurde Platt/Platt-System, Kegel/Platt-System und Zylindersystem angewendet. Am Ende wurde das beste Messprofil als Empfehlung für weitere Untersuchungen gewählt, weil die Voraussetzung für den Vergleich von Auswertergebnissen ist die Vorgabe des extra gleichen Messprofils. In der weiteren Arbeit wird der Entwicklungsprozess des Profils und der Geometrie ausführlich beschrieben.

Und die beiden sensorischen Überprüfungen wurden durch die Beliebtheitsprüfung mit der 9-Punkt-Skala bewertet. Die Verkostung fand stets in einem prüfungsgerechten Raum nach DIN 10963 in der Hochschule Neubrandenburg statt. Die kleine sensorische Beurteilung wurde durchgeführt, dabei wurden einigen Hinweise von den Fachkräften der Lebensmittelwissenschaften für weitere Untersuchungen gegeben und Produkt im Vorfeld aussortiert, die nicht als gute Produkte eingestuft wurden.

Tabelle 4: Geräte für physikalische analytische Bestimmungen

Maschinenbezeichnung	Typ	Hersteller	Ort	Land
pH-Wert Messgerät	Fire GOF 2 B801223116	Mettler Toledo	Greifensee	DE
Penetrometer	PNR 10	Petrotese GmbH	Berlin	DE
Moisture Analyzer	MA40	Sartorius	Göttingen	DE
NIR	MPA II	BRUKER	/	USA
Farbwertmessgerät	ColorflexEZ	HunterLab	Reston,VIR	USA
Rheometer	MC200	Antonpaar	Belgien	BEL

Die statistische Überprüfung der Messwerte wurde mittels Varianzanalyse und Standardisierte Koeffizient durchgeführt. Standardisierte Koeffizient wird auch als Regressionsparameter bezeichnet. Mit Hilfe der Regressionsanalyse lässt sich mit einer unabhängigen Variablen die Prognose der abhängigen Variable herleiten. Dadurch können die Eigenschaften der Mascarpone übersichtlicher verglichen und analysiert werden.

3.6 Die Entwicklung der analytischen Methode zur Untersuchung der Fließeigenschaften

Nach der sensorischen Prüfung wurde beobachtet, dass die Mascarpone scherr-verdünnendes Fließverhalten zeigte. Um diesen Verhalten weiter zu untersuchen, und entsprechende Hysteresefläche zu bekommen, damit die Fließeigenschaften der variierten Produkte vergleichbar zu machen, wurden alle Produkte mit dem Rheometer gemessen. Dafür sollte das Messprofil aus 3 Abschnitten, Aufwärtsabschnitt, Konstantabschnitt und Abwärtsabschnitt zusammengesetzt sein. Während des Aufwärtsabschnitts steigt der Scherrat bis zu den eingestellten max. Wert an. Dann bleibt der Scherrat auf einen konstanten max. Wert. Am Ende sinkt der Scherrat bis zum 0 1/s während des Abwärtsabschnitts wieder ab. Die Messtemperatur war immer auf 7°C eingestellt. Der „Thixotropiewert“ wurde aus der Fließkurve durch die Differenz der Flächen zwischen der Aufwärtskurve und der Scherrate-Achse sowie der Abwärtskurve und der Scherrate-Achse bestimmt“ (Das Rheologie Handbuch, S.76, Thomas Mezger, 2000).

Es wurden unterschiedliche Systeme (Zylinder, Platt-Platt, Kegel/Platte) mit unterschiedlicher max. Scherrate ausprobiert. Und der Beste wurde am Ende gewählt und diente für weitere Untersuchungen. Nachfolgend wird der Entwicklungsprozess erklärt.

Die Standard-Mascarpone diente als Beispielprobe für die Entwicklung eines geeigneten Messprofils. Als Messsystem wurde zuerst das Zylinder-Messsystem verwendet. „Ein Zylinder-MS besteht aus Messkörper und Messbecher. Bei diesem Messsystem werden meistens mit der Searle-Methode die Fließeigenschaften untersucht. Besonderheit dieser Methode ist, dass der Messkörper rotiert, und der Messbecher stillsteht. Mit dem Zylinder-MS können aufgrund der relativ großen Wandfläche des Messbechers bei hohen Scherraten niederviskose Flüssigkeit, z.B Mascarpone, nicht aus dem MS fließen. Damit können die Probe gut temperiert werden. Der Nachteil dieses Messsystems liegt darin, dass bei pastösen Proben (z.B. Mascarpone) unbemerkt Luftblasen eingeschlossen werden können. (Das Rheologie Handbuch, Thomas Mezger, 2000)

Tabelle 5: 1. Versuchsmessprofil mit Zylinder-MS

Schrittphase	Scherrat (1/s)	Messpunkt	Messpunktdauer (s)
1 (Aufwärt)	5-500	200	1,0
2 (Konstantphase)	500	60	1,0
3 (Abwärt)	500-5	200	1,0

Für Mascarpone, einen Frischkäse, meistens auf dem Brot gestrichen, braucht der max. Scherrat nicht untersucht werden. Das Zylinder-MS wurde für niederviskose Flüssigkeiten entwickelt, welche eigentlich nicht für Mascarpone geeignet ist.

In weiteren Untersuchungen das Platt/Platt-Messsystem, welches für hohe viskose Flüssigkeit entwickelt wurde ausprobiert. Die Platt/Platt-Geometrie besteht aus zwei Platten. Beide Oberfläschen sind eben, sowohl die des Messkörpers als auch die der feststehenden Platte. Mit Platt/Platt-MS können Dispersionen mit relativ großen Partikeln gemesse werden, z.B Hartkäse. Aber bei PP-MS besteht kein konstanter Schergradient, die Scherrate steigt von der Plattenmitte bis zum Plattrand von Null auf das Maximun an. Davon kann bei nicht-newtonischen Substanz das Messergebnis stark beeinflusst (Das Rheologie Handbuch, Thomas Mezger, 2000). Der Plattenabstand zwischen die beiden Platte wurde auf 1mm eingestellt.

Tabelle 6: 2. Versuchsmeeprofil mit Platt/Platt-MS

Schrittphase	Scherrat (1/s)	Messpunkt	Messpunktdauer (s)
1 (Aufwärt)	1-220	200	0,6
2 (Konstantphase)	220	60	0,6
3 (Abwärt)	200-1	200	0,6

Das Kegel/Platte-Messsystem wurde auch ausprobiert. Es besteht aus dem Messkörper mit kegelförmiger Oberfläche und der feststehenden ebenen Platte. Bei der Untersuchung rotiert der Kegel, und die Platte steht still. KP-MS dürfen nur bis zu einer gewissen maximalen Partikelgröße eingesetzt werden. Sonst ist im Messspalt das freie Volumen zwischen den Partikeln eingeschränkt und das Fließ- oder Deformationsverhalten wäre gestört. (Das Rheologie Handbuch, Thomas Mezger, 2000). Die Untersuchung mit KP-MS war gescheitert,

weil die Partikelgröße der Mascarpone nicht gewusst wurde. Der Abstand konnte nicht anzupassed eingestellt werden. Die Probe floß mehr aus dem System.

Am Ende wurde sich für die Geometrie des Zylinder-Messsystems entschieden. Der max. Scherrat war auf 150 1/s eingestellt worden.

Tabelle 7: 3. Versuchsmessprofil mit Zylinder-MS

Schrittphase	Scherrat (1/s)	Messpunkt	Messpunktdauer (s)
1 (Aufwärt)	1-150	150	0,5
2 (Konstantphase)	150	30	0,5
3 (Abwärt)	150-1	200	0,5

Mit diesem Messprofil und Messsystem wurde die beste Thixotropie-beschreibung für die Standard-Mascarpone erreicht. Die Fließgrenze und Hysterese fläche wurde deutlicher gezeigt. Die Einstellung des Scherrats war praktischer. Dieses Messprofil wurde als Empfehlung für weiter Untersuchung verwendet.

4. Ergebniss

4.1 Auswertung der Ergebnisse

4.1.1 Standard-Mascarpone

Nach den vorherigen Erfahrungen und der Vorarbeit wurde bemerkt, dass der pH-Wert von Mascarpone am besten im Bereich zwischen 5,7-6,0 liegt, was sich positiv auf den Geschmack und die Verlängerung der Haltbarkeit auswirkt. Bei jedem Versuch dieser Arbeit wurde der pH-Wert der Produkte nach der Abfüllung, wenn sie auf Raumtemperatur waren, gemessen.

Tabelle 8: pH-Messwert der Standard-Mascarpone

Stadium	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standard-abweichung
Nach der Abfüllung	5,90	5,92	5,95	5,92	±0,03

Die Standardabweichung war relativ niedrig. Es deutet auf eine relativ genaue Analyse hin. Durch die Vorversuche der pH-Wert-Bestimmung wurden die pH-Werte der Produkte deutlicher besser kontrolliert. Insgesamt sollten der pH-Wert noch etwa mehr gesenkt werden, um die Haltbarkeit zu verlängern. Ursachen sind möglicherweise die geringere Säurezugabe und der veränderte Ionenhaushalt die Pulverzugabe.

Nachdem die Produkte auf 4°C im Kühlraum abgekühlt worden waren, wurden ihre weiteren chemischen und physikalischen Eigenschaften untersucht. Zuerst wurde die Trockensubstanz mit der Moisture-Analyse mehrmals bestimmt.

Tabelle 9: Messwerte der Trockensubstanz von Standardmascarpone

Messung	Trockensubstanz [%]	Waassergehalt [%]
1	47,74	52,26
2	49,11	50,89
3	47,55	52,45
Durchschnitt [%]	48,13	51,87
Standardabweichung [%]	±0,85	±0,85

Die Standard-Abweichung war relativ groß. Mögliche Ursachen sind unzureichende Homogenisierung der Produkte und die ungleichmäßige Verteilung der Proben auf die Glasfaser. Laut der Rezeptur wurde eine Trockensubstanz von 49,47% erwartet. Die gemessenen Werte lagen gering unter den errechneten Werten.

Tabelle 10: Messwerte des Fettgehalts von Standardmascarpone

Probe, Nr	Einwaage [g]	Fettgehalt abgelesen [%]	Fettgehalt korrigiert [%]
1	3,0245	23,5	23,31
2	3,0088	23,0	22,93
Durchschnitt [%]		23,12	

Es lag eine große Abweichung mit der Methode-Käse zwischen den gemessenen Fettgehalt mit ca. 23,12% und den errechneten Wert mit 39,60% vor. Wegen den unbefriedigenden Ergebnissen von der Trockensubstanz- und Fettgehalt-bestimmung wurden die Eigenschaften der hergestellten Mascarpone mit dem Instrument NIR untersucht.

Tabelle 11: Messwert an NIR von Standardmascarpone

Dateiname	Methode	Komponent	Vorhersage (%)
Standard-Mascarpone	Curds	Dry Matter	39,80
Standard-Mascarpone	Curds	Fat	38,25

Beim NIR war keine passende Methode für Mascarpone vorhanden, daher wurde die Kalibration mit Quark durchgeführt. Die Messung durch NIR lieferte bessere Ergebnisse zum errechneten Wert. Anschließend wurde die Festigkeit von Mascarpone mit den Penetrometer untersucht.

Tabelle 12: Messwerte an Penetrometer von Standardmascarpone

Proben. Nr	Eindringtiefe [mm]
1	26,2
2	23,6
3	25,8
Durchschnitt [mm]	25,2
Standardabweichung [mm]	±1,40

Aus der Tabelle kann abgelesen werden, dass die Standard-Abweichung wesentlich größer ist. Nach dem herausholen der Produkte aus dem Kühlraum schmelzten sie konstant, wodurch sich ihre Festigkeit schwer bestimmen ließ. Die Kontrolle der Temperatur war sehr schwer

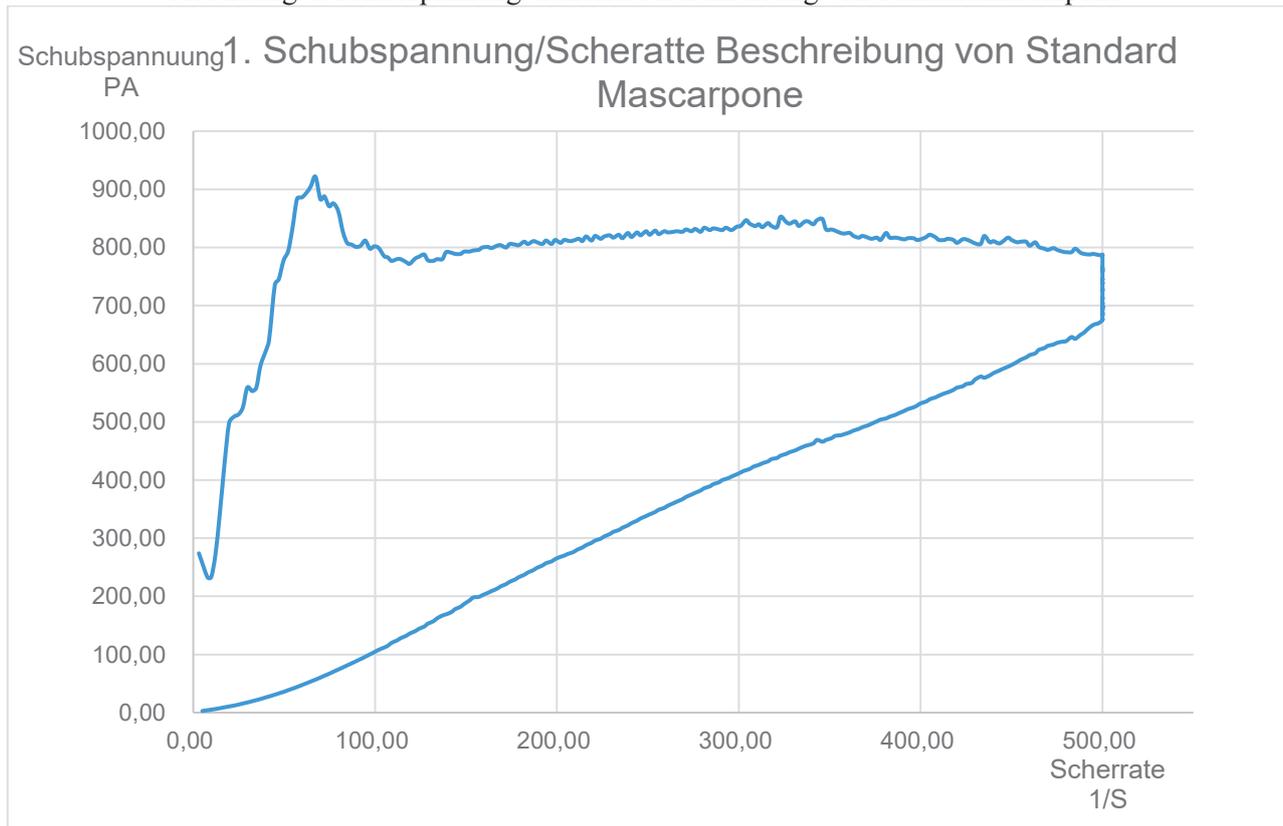
und zeitaufwendig. Im Anschluss an der Festigkeitsprüfung wurde die Farbe durch L*a*b Messung bestimmt.

Tabelle 13: Messwerte der L*a*b Messung von Standardmascarpone

	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standard- abweichung
Helligkeit L	90,17	90,17	90,17	90,17	/
Farbkoordinate a	0,41	0,41	0,41	0,41	/
Farbkoordinate b	13,18	13,19	13,21	13,19	±0,02

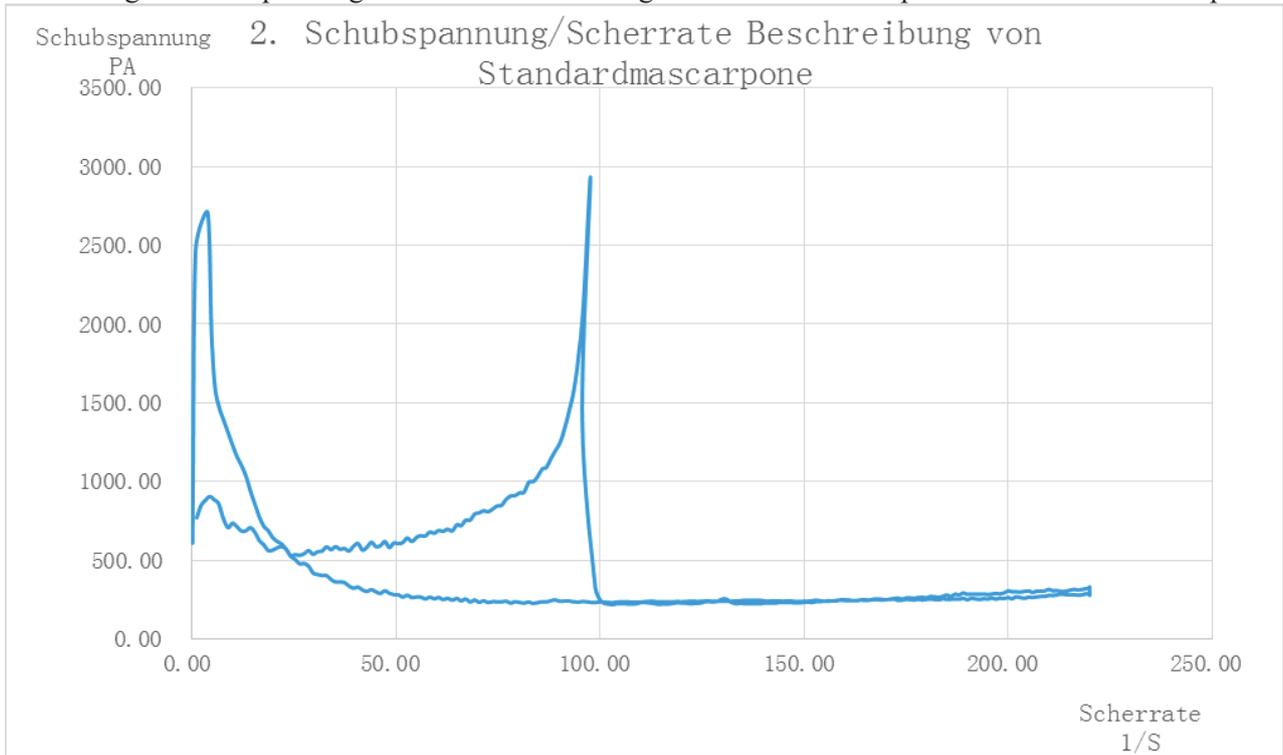
Nach der L*a*b -Farbtafel ließ sich feststellen, dass die Standard-Mascarpone hauptsächlich eine helle, weiße Farbe (Helligkeit L), und auch eine gelbliche Komponente (Farbkoordinate b) aufwies. Mascarpone hat die typischen Eigenschaften einer nicht-newtonischen Flüssigkeit, welche als Thixotropie bezeichnet wird. Ihre Viskosität senkt sich mit steigender Schergeschwindigkeit.

Abbildung 4: Schubspannung/ Scherrate Beschreibung von Standardmascarpone



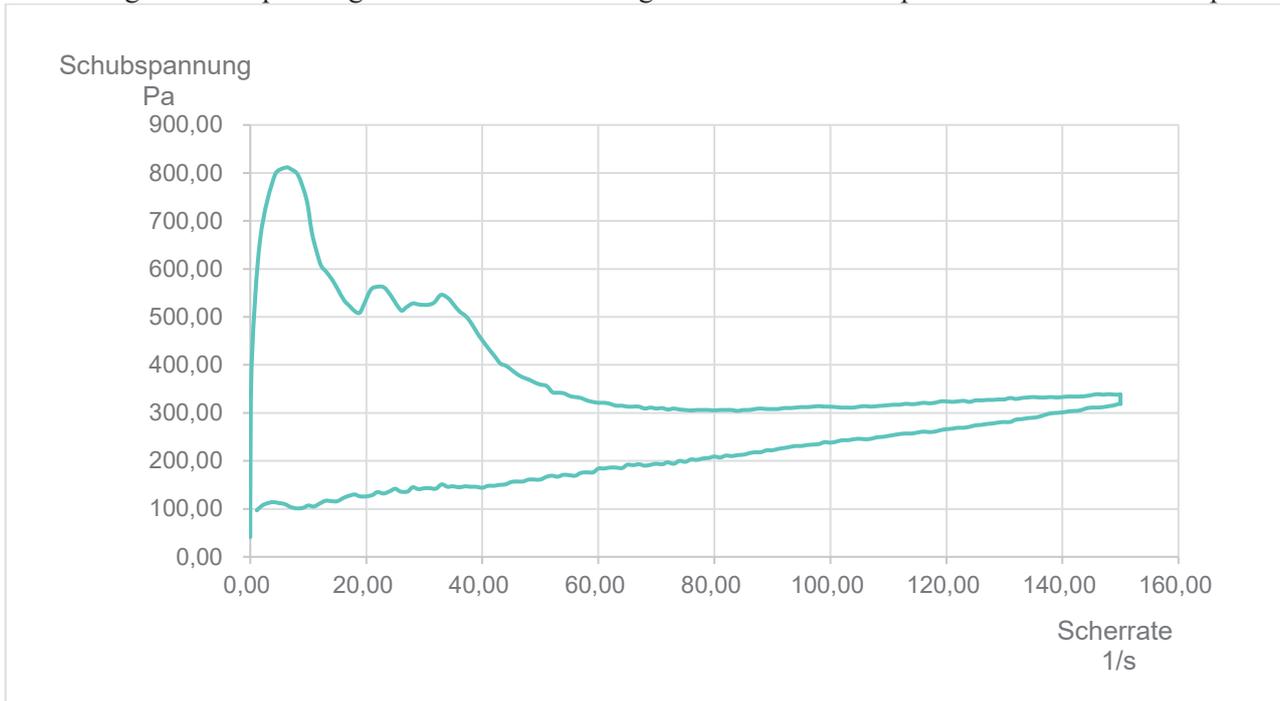
Mit dem 1. Versuchsmessprofil wurde keine gute Fläsche bestimmt. Die Fließgrenze war nicht greifbar. Die Fläsche ist nicht vollständig geschlossen, und die Aufwärtskurve ist nicht deutlich. Es könnte sein, dass die Luftblase trat auf. Für Mascarpone, einen Frischkäse, meistens auf dem Brot gestrichen, braucht der max. Scherrat nicht untersucht werden. Bei zu hoher Scherrate könnte die Probe durchgeschert werden, weshalb die Ergebnisse beeinflusst wurden.

Abbildung 5: Schubspannung/Scherrate Beschreibung von Standardmascarpone mit 2. Versuchsmessprofil



Mit dem 2. Versuchsmessprofil konnte keine aussagekräftige Darstellung der Thixotropiefläsche dargestellt werden. Mit dem Platt/Platt Messsystem konnte keine große Menge der Probe auf der feststehenden Platte gelegt werden, da der Abstand zwischen den beiden Platte auf 1mm begrenzt war. Und die Messtemperatur wurde auf 7°C eingestellt. Das Produkt war relativ fest. Durch die Rotation der Platte wurde die größte Menge des Produkts von der Platte geschleudert, sodass der Sensor keine aussagekräftigen Ergebnisse liefern konnte. Die Kurve ist nicht fließend und zeigte keinen deutlichen Aufwärts- und Abwärtsabschnitt. Die Hysterese fläsche war nicht deutlich. Das 2. Versuchsmessprofil war gescheitert.

Abbildung 6: Schubspannung/Scherrate Beschreibung von Standardmascarpone mit 3. Versuchsmessprofil



Mit diesem Messprofil und Messsystem wurde die beste Thixotropie-beschreibung für die Standardmascarpone erreicht. Die Fließgrenze und Hysterese fläche wird deutlich gezeigt. Die Einstellung des Scherrats war praktischer. Dieses Messprofil wurde als Empfehlung für weitere Untersuchungen verwendet. Die Hysterese fläche wurde mittels EXCEL auf 67686.57207 berechnet. Die statische Fließgrenze liegt bei ca. 800 Pa, wenn die Scherrate bei ca. 8.00 1/s ist. Die Substanz beginnt erst bei einer Fließgrenze zu fließen, wenn die von außen wirkenden Kräfte größer sind als die internen Strukturkräfte (Thomas Mezger, Hannover 2000). Die aufgewendete Schubspannung/Schergeschwindigkeit der Standard-Mascarpone ist Referenzstandard für die weiteren variierten Versuche. Durch die Vergleiche der Hysterese flächen kann besser nachvollzogen werden, wie die unterschiedlichen Verdickungsmittel den Charakter der Endprodukte beeinflussen.

4.1.2 Mascarpone mit MPK (WPC35)

Im Vergleich zu Versuch 1. wurde ein Teil der Rahm durch Molkenprotein (WPC35) ersetzt. Mit den gleichen Methoden waren die Eigenschaften der variierte Mascarpone zu bestimmen. Nach der Abfüllung wurde zuerst der pH-Wert gemessen, bevor die Mascarpone starr wurde.

Tabelle 14: pH-Messwert von Macarpone mit MPK auf 75% F.i.Tr.

Stadium	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standard-abweichung
Nach der Abfüllung	6,10	6,09	6,05	6,08	±0,03

Ea gab auch Abweichungen von erwarteten pH-Wert. Nach der Abfüllung wurde die mit diesen Rezeptur hergestellte Mascarpone für ca. einen Tag im Kühlraum verwahrt, und anschließend eine kleine sensorische Beurteilung durchgeführt. Es stellt sich heraus, dass die Mascarpone aufgrund ihrer zu flüssigen Textur als „nicht Mascarpone“ eingestuft wurde. Deshalb es war sinnlos, weiteren Untersuchungen und Messungen durchzuführen. Bei diesen Produkten wurde nur MPK als Verdickungsmittel zugegeben, welches keine Caseine enthält. Es könnte sein, dass es den Rohstoffe an Casein fehlt, die Molkenproteine nicht ausreichend denaturiert, sodass die Produkte zu flüssig wurden.

Tabelle 15: pH-Messwert der Mascarpone mit MPK auf 47% TS

Stadium	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standard-abweichung
Nach der Abfüllung	5,88	5,92	5,92	5,91	±0,02

Die gemessenen Ergebnisse entsprachen den erwarteten pH-Werten von 5,9. Die Mascarpone, die durch Zugabe von Molkenprotein hergestellt wurde, um die Trockensubstanz parallel zum absoluten Fettgehalt zu reduzieren, war zu flüssig. Diese Produkte enthalten in Summe weniger der Proteine (3,6%) als die Standardmascarpone (3,74%) und es wurde nur ein gewisses Molkenproteinpulver zugegeben, aufgrund dessen könnten die Produkte durch zu wenig denaturierte Proteine zu flüssig sein.

4.1.3 Mascarpone mit Magermilchpulver

Im diesen Teil wurde Magermilchpulver als Verdickungsmittel in den Produkten verwendet. Magermilchpulver enthält mehr Casein und auch gewiss Molkenprotein, es kann die Endprodukte wesentlich beeinflussen. Mit den Analysen lässt sich konkret zeigen.

Tabelle 16: pH-Messwert der Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr.

Stadium	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standard- abweichung
Nach homogenisieren	6,05	6,04	6,04	6,04	±0,05

Wenn mehr Pulver zugegeben wird, ist der pH-Wert schwerer zu kontrollieren, weil die Pufferkapazität von der in der Lösung vorliegenden Konzentrationen an schwachen Säure oder Basen auch von der Konzentration der Mischung abhängt. Wenn der TS-Gehalt der Mascarpone erhöht wird, verringert sich der Wassergehalt, die Konzentration der Mischung erhöht sich, zugleich nehmen die säurebeständigeren und alkalibeständigeren Bestandteile in der Mischung zu, und Ihre Pufferkapazität steigt. Bei diesen Produkten sollte die Konzentration der Zitronensäure erhöht werden. Niedriger pH-Wert verlängert die Haltbarkeit.

Tabelle 17: Messwert der Trockensubstanz der Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr.

Messung	Trockensubstanz [%]	Waassergehalt [%]
1	51,30	48,70
2	52,69	47,31
3	51,86	48,14
Durchschnitt [%]	51,95	48,05
Standardabweichung [%]	±0,70	±0,70

Die zu erwartende Trockensubstanz bei der Rezeptur lag bei 48,62%, die gemessenen Werte lagen bei ca.52%. Bei der Mischung der Rohstoffe wurde das Wasser infolge des Erhitzungsvorgangs stark verdampft. Es kam zur Erhöhung der Trockensubstanz. Es wurde empfohlen, dass bei der Erhitzung der Topf bedeckt werden sollte, um das Verdampfen des Wassers zu vermeiden. Die Synärese tritt auf. Es deutete auf eine unzureichende Homogenisierung hin und beeinflusste die Ergebnisse.

Tabelle 18: Messwerte des Fettgehalts von Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr.

Probe.Nr	Einwaage [g]	Fettgehalt abgelesen [%]	Fettgehalt korrigiert [%]
1	2,9957	42	42,06
2	3,3591	/	/
Durchschnitt [%]		42,06	

Die Ergebnisse mit dem Butyrometer zeigten große Abweichung im Vergleich zu dem errechneten Fettgehalt von 36,46%. Weil es an einer passenden Methode für die hoch Fett enthaltende Mascarpone fehlte, wurde die Methode-Käse verwendet. Die 2. Bestimmung war wegen eines zufälligen Fehlers nicht möglich. Nach den gemessenen Ergebnissen wurde der F.i.Tr. -Gehalt auf ca.80% berechnet. Das Ziel, den F.i.Tr. -Gehalt auf 75% zu verringern, wurde nicht erreicht. Aber es ließ sich noch mit NIR bestimmen.

Tabelle 19: Messwerte an NIR von Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr.

Dateiname	Methode	Komponent	Vorhersage (%)
Standard-Mascarpone	Curds	Dry Matter	29,32
Standard-Mascarpone	Curds	Fat	40,33

Es zeigten sich erstaunliche Ergebnisse, der Fettgehalt war höher als der Trockensubstanz-Gehalt. Die Methode fehlerhaft war, weshalb die Ergebnisse nicht glaubhaft sind.

Tabelle 20: Messwerte an Penetrometer von Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr.

Proben. Nr	MMP auf 75% Eindringtiefe [mm]
1	35,1
2	33,5
3	34,3
Durchschnitt [mm]	34,3
Standardabweichung [mm]	±0,80

Obwohl die Textur dieser Endprodukte gut aussah, zeigten die Ergebnisse des Penetrometers, dass die Produkte bei denen MMP zugegebene wurde, relativ weich waren. Die

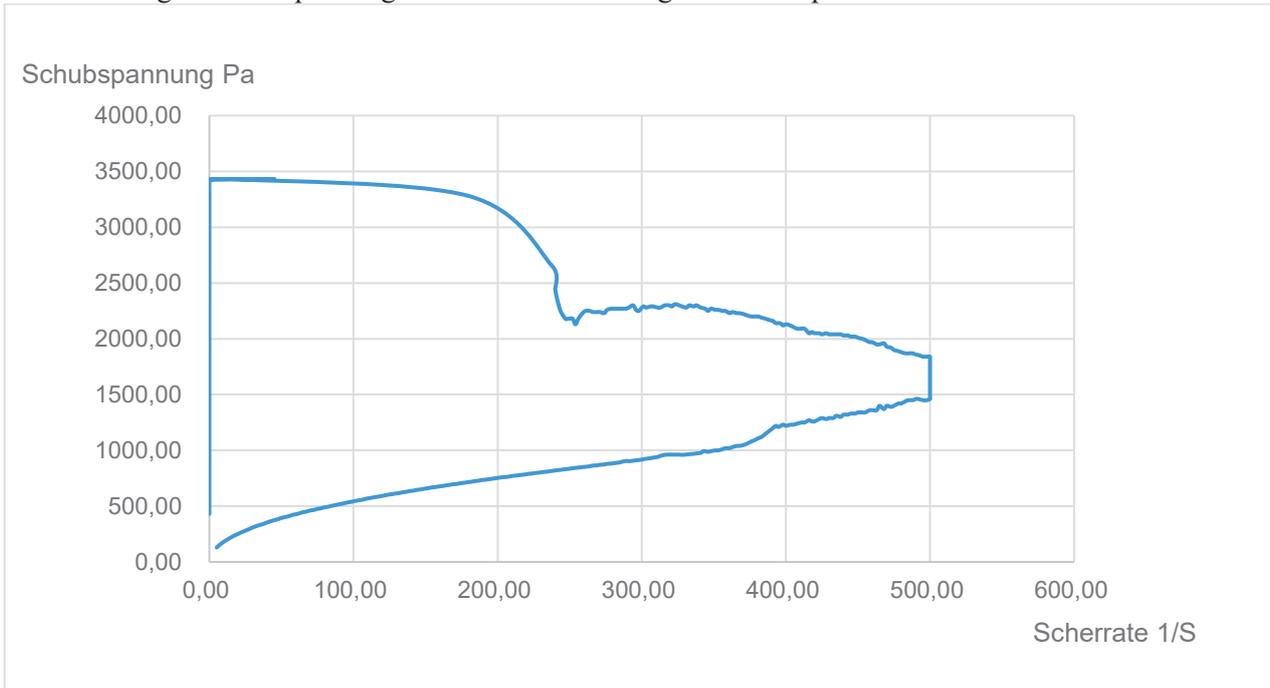
Messtemperatur war schwer kontrollierbar. Die Messtemperatur der Mascarpone muss immer auf relativ gleich niedrigen Wert zu halten sein. Damit konnten die Produkte mit verschiedenen Rezepturen deutlicher verglichen werden. Sonst die Ergebnisse sind wertlos. Das Magermilchpulver hat mehr Laktose und Protein, die während des Erhitzungsvorgangs bei der Mailard-Reaktion dunkel färbende Stoffe erzeugen könnte. Mit der L*a*b Farbmessung konnte es konkret analysiert werden.

Tabelle 21: Messwert der L*a*b-Messung von Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr.

	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standard-abweichung
Helligkeit L	89,24	89,26	89,35	89,28	±0,06
Farbkoordinate a	0,39	0,39	0,38	0,38	±0,01
Farbkoordinate b	3,82	3,80	3,85	3,82	±0,03

Aus der vorliegenden Tabelle kann entnommen werden, dass ausschließlich von der b-Koordinate, die Helligkeit und die a-Farbkoordinate der Mascarpone mit MMP ähnlich wie die Standard-Mascarpone waren. Die Produkte waren nicht gelber aber weißer als die Standardmascarpone. Die Mailard-Reaktion verstärkte sich nicht beim Erhitzungsprozess. Das MMP enthält mehr Casein, was für die weiße Farbe verantwortlich ist.

Abbildung 7: Schubspannung/Scherrate Beschreibung der Mascarpone mit MMP und mit 75% F.i.Tr.



Mit diesem Meesprofil wurde keine deutliche Aufwärts und Abwärts-Kurve ermittelt. Die Fließgrenze ist schwer greifbar. Bei der Fließeigenschaft wurde jede Probe 3mal mit gleichem System untersucht. Für die Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr wurde keine bedeutende Beschreibung geliefert.

Die weitere Rezeptur bezieht sich darauf, die Trockensubstanz der Mascarpone auf 47% zu reduzieren und zugleich den Fettgehalt zu reduzieren.

Tabelle 22: pH-Messwert der Mascarpone mit MMP auf 47% TS

Stadium	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standard-abweichung
nach Homogenisierung	5,82	5,85	5,82	5,83	0,02

Bei dieser Rezeptur wurden weniger Verdickungsmittel zugegeben. Dann schwankte der pH-Wert nicht stark. Hauptsächlich entsprachen die gemessenen Werte den erwarteten pH-Werten. Die Mascarpone mit MMP und 47% TS war zu flüßig, und wurde als 'keine Mascarpone' beschrieben. Da waren weitere Untersuchungen nicht mehr notwendig. Es könnte an den wenigen denaturierten Proteinen liegen, da nur wenig MMP als Verdickungsmittel zugegeben wurde.

4.1.4 Mascarpone mit MMP und MPK (WPC35) -Gemisch

In diesem Teil der Arbeit wurden Magermilchpulver und Molkenproteinpulver (WPC35) zugegeben, um den Fettgehalt weiter zu verringern und eine konsistente Textur zu wahren. Zuerst wurde der F.i.Tr. -Gehalt auf 70% reduziert.

Tabelle 23: pH-Messwert der Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.

Stadium	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standard-abweichung
nach der Abfüllung	5,95	5,85	5,82	5,87	±0,07

Bei diesen Produkten wurde ein Anteil von 1,5% der 9% Zitronensäure zugesetzt, damit bei den Endprodukten ein pH-Wert von ca. 5,8 erwartet werden konnte. Insgesamt die gemessenen pH-Wert entsprechen den errechneten Werten. Um den Fettgehalt zu reduzieren, musste mehr Verdickungsmittel, Magermilchpulver oder Molkenproteinpulver zugegeben werden, dadurch mehr Proteine (Casein und Molkenproteine) denaturiert werden könnte, und erhöhte sich die Trockensubstanz.

Tabelle 24: Messwerte der Trockensubstanz von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.

Messung	Trockensubstanz [%]	Waassergehalt [%]
1	56,66	43,34
2	55,94	44,06
3	56,53	43,47
Durchschnitt [%]	56,38	43,62
Standardabweichung [%]	±0,38	±0,38

Die errechneten Werte des Trockensubstanzgehalts in dieser Rezeptur liegen bei ca.50%, welche etwas niedriger sind als die gemessenen Werte mit ca.56%. Es konnte sein, dass während der langen Erhitzungsphase die Verdunstung des Wassers zu einer Erhöhung der Trockensubstanz geführt hat. Mit den Erfahrungen der Vorarbeiten wurde die Mischung mittel der Wasserbadheizung auf der Kochplatte erhitzt, um Zeit und Energie zu sparen. Es führte zu einem längeren Erhitzungsvorgang aufgrund der schwer zu kontrollierenden Temperatur. Dies verursachte einen höheren Trockensubstanzgehalt als die erwarteten Werte.

Tabelle 25: Messwerte des Fettgehalts von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.

Probe. Nr	Einwaage [g]	Fettgehalt abgelesen [%]	Fettgehalt korrigiert [%]
1	3,0338	43	42,52
2	3,0129	/	/
Durchschnitt [%]		42,52	

Der theoretisch absolute Fettgehalt lag bei 35,17%, welcher niedriger als die ermittelten Messwerte mit dem Butyrometer. Der dadurch errechnete F.i.Tr. -Gehalt lag bei ca.76% und war höher als in der Rezeptur. Die Untersuchung zeigte eine Differenz von ca. 6% zum erwarteten F.i.Tr. -Gehalt von 70%. Es war eine große Abweichung. Trotzdem wurde es noch mit dem NIR mit der gleichen Methode (Quark) untersucht.

Tabelle 26: Messwerte an NIR von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr

Dateiname	Methode	Komponente	Vorhersage (%)
Standard-Mascarpone	Curds	Dry Matter	51,37
Standard-Mascarpone	Curds	Fat	46,39

Mit den Ergebnissen des NIRs wurde der F.i.Tr. -Gehalt auf 90% berechnet. Die Abweichungen waren sehr wesentlich, da es keine Erfahrungen mit dem NIR für Mascarpone gibt. Aufgrund der ähnlichen Sorte(Frischkäse) von Quark und Mascarpone wurde die Methode - Quark verwendet. Es zeigte sich deutlich, dass diese Kaliebration nicht geeignet ist.

Tabelle 27: Messwerte an Penetrometer von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.

Proben. Nr	Gemisch auf 70% Eindringtiefe [mm]
1	19,90
2	22,10
3	24,10
Durchschnitt [mm]	22,03
Standardabweichung [mm]	±2,10

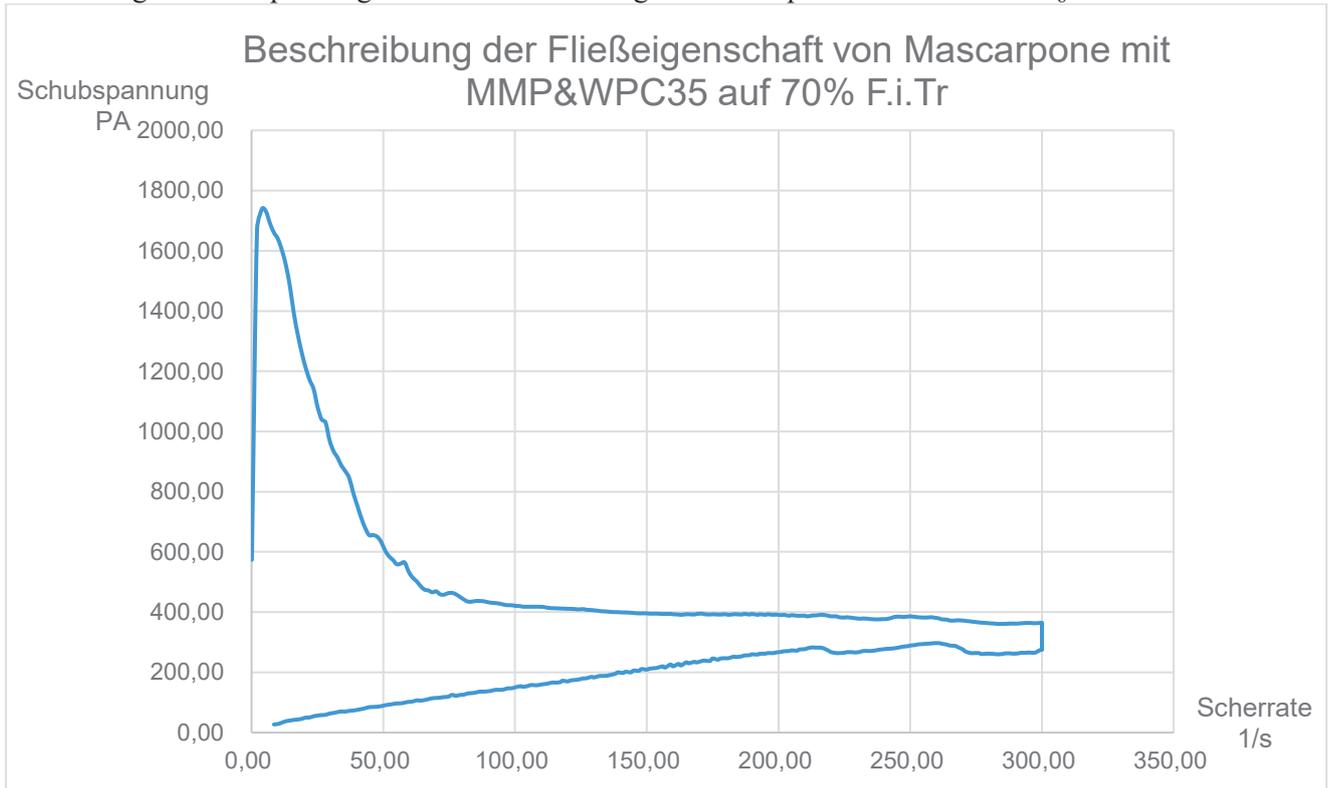
Wenn mehr Pulver zugegeben wird, erhöht sich die Festigkeit der Produkte, weil mehr Protein denaturiert wird. Aber die Ergebnisse zeigten, dass die Festigkeit der Mascarpone mit 70% F.i.Tr. im Vergleich zur Standard-Mascarpone niedriger war. Die Ursache könnte sein, dass die Messtemperatur nicht gleich niedrig war. Die Standardabweichung war auch groß. Die Ergebnisse waren wegen der schweren kontrollierten Messtemperatur nicht sehr glaubhaft.

Tabelle 28: Messwerte der L*a*b-Messung von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.

	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standardabweichung
Helligkeit L	88,65	88,64	88,53	88,63	±0,02
Farbkoordinate a	0,50	0,44	0,41	0,45	±0,05
Farbkoordinate b	4,68	4,77	4,95	4,8	±0,14

Die Ergebnisse zeigten Ähnlichkeiten mit der Standard-Mascarpone. Nur die Farbkoordinate b wies niedrigere Werte im Blau- und Gelbbereich auf. Diese Mascarpone sah auch weißer aus, als die Standard-Mascarpone. Der Grund konnte sein, dass MMP und WPC35 mehr Caseine enthalten und eine weiße Farbe haben. Die Farbe des Pulvers hatte die Farbkomponente der Produkte beeinflusst.

Abbildung 8: Schubspannung/Scherrate Beschreibung der Mascarpone mit MMP&WPC§% auf 70% F.i.Tr.



Die Fließgrenze lag bei ca. 1.7×10^3 Pa. Die Aufwärts- und Abwärts-Kurve ist nicht greifbar. Die Auswahl der Scherrate war mit 300 zu hoch. Eine zu hohe Scherrate könnte verursachen, dass die Produkte durch hohe Belastung durchgeschert werden.

Tabelle 29: pH-Messwerte der Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr

Stadium	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standard-abweichung
nach der Abfüllung	6,02	6,03	6,04	5,90	/

Der pH-Wert soll bei 5,80-6,00 liegen. Den Ergebnissen zufolge wurde geschlossen, dass die Konzentration der Zitronensäure relativ zu niedrig war, weil die hoch konzentrierte Mischung eine hohe Pufferkapazität hatte und relativ stabil war. Bei einem großen Ansatz der Mischung könnte sich mit geringer Wahrscheinlichkeit auf die Homogenisierung auswirken, sodass die Zitronensäure nicht gleichmäßig verteilt wurde, und der pH-Wert beeinflusste.

Tabelle 30: Messwerte der Trockensubstanz von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.

Messung	Trockensubstanz [%]	Waassergehalt [%]
1	51,19	48,81
2	51,19	48,81
3	51,19	48,81
Durchschnitt [%]	51,19	48,81
Standardabweichung [%]	/	/

Die abgelesene Trockensubstanz liegt bei ca. 51.19%, die zu den errechneten Werten mit 51,99% gut passt. Die Abweichung war zu vernachlässigen.

Tabelle 31: Messwerte des Fettgehalts von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.

Probe. Nr	Einwaage [g]	Fettgehalt abgelesen [%]	Fettgehalt korrigiert [%]
1	2,9867	41,81	42,00
2	3,0234	42,32	42,00
Durchschnitt [%]		42,00	

Der abgelesene Fettgehalt passte nicht gut zu den theoretischen Wert mit 33,79%. Die unpassenden Methoden und der unpassende gewählte Typ von Butyrometer könnten dafür verantwortlich sein. Die unpassende Auswahl des Butyrometers erschwerte das Ablesen der Messwert.

Tabelle 32: Messwerte an NIR von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.

Dateiname	Methode	Komponent	Vorhersage (%)
Mascarpone	Curds	Dry Matter	53.55
Mascarpone	Curds	Fat	44.04

Die Ergebnisse durch das NIR mit der Kalibration durch Quark, hatten relativ große Abweichungen, damit wurde der F.i.Tr. -Gehalt mit ca.82% berechnet.

Tabelle 33: Messwerte an Penetrometer von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.

Probe. Nr	Eindringtiefe [mm]
1	26,90
2	27,40
3	28,30
Durchschnitt [mm]	27,53
Standardabweichung [mm]	±0,70

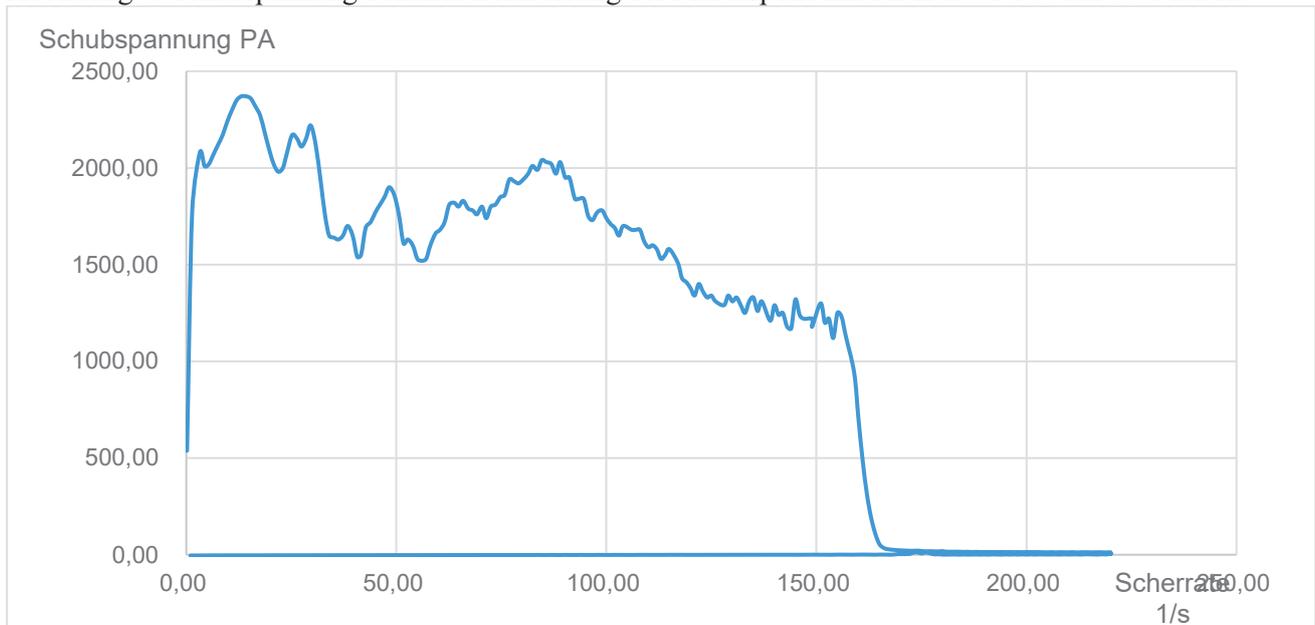
Um den F.i.Tr. -Gehalt zu senken, wurde eine höhere Menge des Verdickungsmittels-Pulver zugesetzt. Es konnte festere Produkte verursachen aufgrund mehr denaturierten Proteine. Die Mascarpone mit 60% F.i.Tr. war verhältnismäßig fester im Vergleich zum Standard. Der Unterschied in der Textur dieser Produkte und der Standardmascarpone war nicht sehr groß. Es ist akzeptabel.

Tabelle 34: Messwerte der L*a*b-Messung von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.

	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standardabweichung
Helligkeit L	88,13	88,23	88,09	88,15	0,07
Farbkoordinate a	0,49	0,50	0,55	0,51	0,03
Farbkoordinate b	4,67	4,82	5,35	4,95	0,36

Die Mascarpone mit 65% F.i.Tr. enthält mehr Laktose und Protein. Es könnte die Maillard-Reaktion verstärken, und dies kann zu dunkel braunen Verfärbung kommen, und die Farbkomponente der Produkte beeinflussen. Aber aus den Ergebnissen der Analyse wurde geschlussfolgert, dass die Zugabe von Pulver die Farbintensität der Mascarpone nicht deutlich beeinflusst hatte.

Abbildung 9: Schubspannung/Scherrat Beschreibung der Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.



Je mehr Pulver dazugegeben wurde, umso schwerer wurde es eine deutliche Beschreibung zu bekommen. Die Beschreibung der Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr liefert kein genau Auf- und Abwärts. Die Flasche ist nicht vorstellbar. Bei Mascarpone mit 65% F.i.Tr wurde viel mehr Verdickungsmittel zugegeben, weshalb die Endprodukte pulveriger und fester waren, könnte Luftblase während Messung entstehen, und die Probe wurde abgerissen wurden, infolgedessen beeinflusste die Ergebnisse.

Tabelle 35: pH-Messwerte der Mascarpone mit MMP&WPC36 auf 60% F.i.Tr.

Stadium	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standardabweichung
nach der Abfüllung	5,90	5,90	5,90	5,90	/

Die Tabelle zeigt, dass die pH-Werte gut kontrolliert wurden. Der Ziel-pH-Wert soll bei 5,8-6,0 liegen, dazu passten die Ergebnisse gut. Es wäre günstiger, wenn die pH-Werte bei ca.5,8 liegen, um die Haltbarkeit zu verlängern.

Tabelle 36: Messwerte der Trockensubstanz von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.

Messung	Trockensubstanz [%]	Waassergehalt [%]
1	55,75	44,25
2	53,74	46,26
3	54,21	45,79
Durchschnitt [%]	53,57	45,43
Standardabweichung [%]	± 1,0	± 1,0

Die errechnete TS lag mit 50,12% unter den gemessenen Werten. Die Standardabweichung war relativ groß. Eine Ursache könnte sein, dass wegen der Synärese die Produkte nicht vollständig homogenisiert wurden. Und wegen des längeren Erhitzungsprozesses konnte auch die TS erhöht werden.

Tabelle 37: Messwerte des Fettgehalts von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.

Probe.Nr	Einwaage [g]	Fettgehalt abgelesen [%]	Fettgehalt korrigiert [%]
1	2,9991	33,99	34,00
2	2,9879	33,86	34,00
Durchschnitt [%]		34	

Der Fettgehalt soll bei 30,78% liegen, aber durch Messung wurde der Wert bei 34,00% betimmt. Der tatsächliche F.i.Tr. -Gehalt war 64,15%. Das Ziel den F.i.Tr. auf 60% zu verringern, wurde nicht verwirklicht. Aber im Vergleich zur Standard-Mascarpone enthielt diese Mascarpone relaiv wenig Fett.

Tabelle 38: Messwerte an NIR von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.

Dateiname	Methode	Komponent	Vorhersage (%)
Mascarpone	Curds	Dry Matter	41,88
Mascarpone	Curds	Fat	37,22
Mascarpone	Cheese	Dry Matter	49,29
Mascarpone	Cheese	Fat	31,57

Bei dem NIR wurden die beiden Kalibrationen von Quark und Käse ausprobiert. Für diese Mascarpone wurden mit Methode-Käse bessere Ergebnisse erzielt. Die Abweichung war deutlich, konnte nicht vernachlässigt werden.

Tabelle 39: Messwerte an Penetrometer von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.

Probe. Nr	Eindringtiefe [mm]
1	31,40
2	24,80
3	28,30
Durchschnitt [mm]	28,17
Standardabweichung [mm]	±3,30

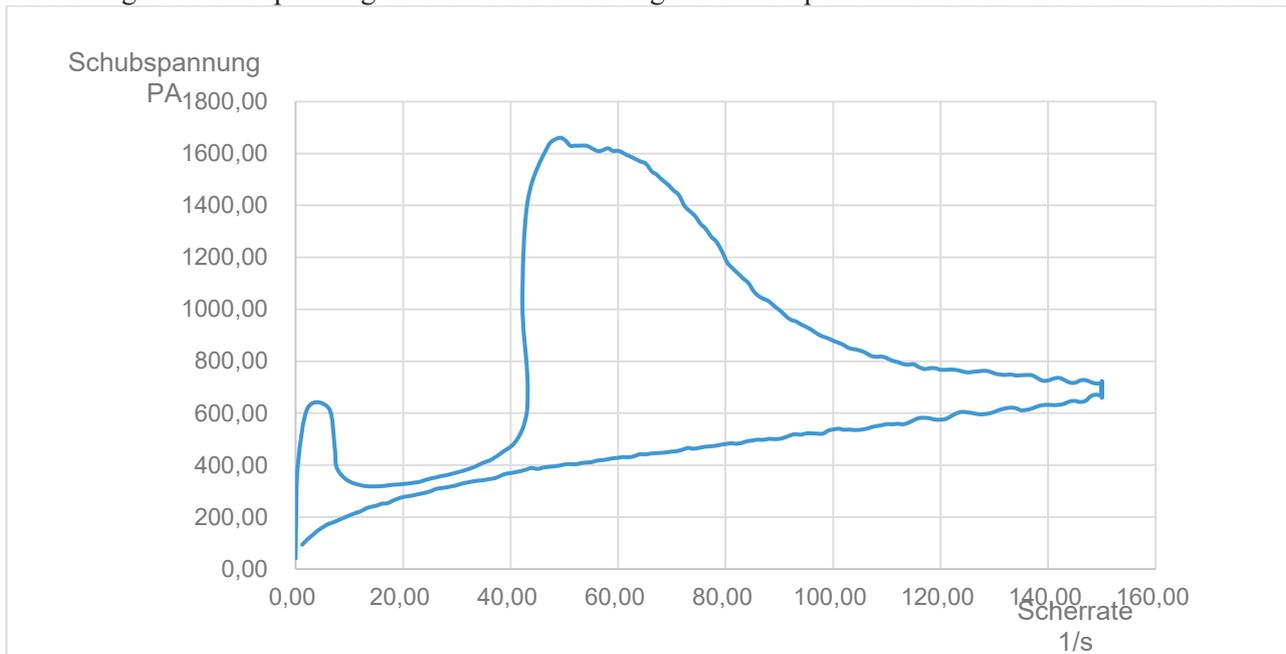
Die Standardabweichung war sehr groß, weil die Temperatur die Textur der Produkte stark beeinflusst hat. Die Ergebnisse sind wertlos

Tabelle 40: Messwerte der L*a*b-Messung von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.

	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standardabweichung
Helligkeit L	88,53	88,41	88,37	88,44	±0,08
Farbkoordinate a	0,32	0,31	0,31	0,31	±0,01
Farbkoordinate b	13,98	13,97	13,97	13,97	±0,01

Im Vergleich zu der Standard-Mascarpone wurden die Farbekomponenten von Mascarpone mit MMP und WPC35 mit 65% Gehalt an F.i.Tr. nicht deutlich verändert. Im Vergleich zu anderen mit MMP und MPC35 Mascarpone wies die Mascarpone auf 60% F.i.Tr. einen hohen Wert der Farbkoordinate-b auf. Der Grund dafür könnte sein, dass diese Mischung relativ dicht war, und während der Erhitzung die Lösung auf den Topfboden wurde stark erhitzt, wodurch die Maillard-Reaktion und braune Stoffe auftraten.

Abbildung 10: Schubspannung/Scherrate Beschreibung der Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.



Die Fließgrenze lag bei über $0,6 \times 10^3$ Pa. Sie näherte sich der Standard-Mascarpone, welche eine Fließgrenze von ca. $0,8 \times 10^3$ Pa hat. Die konkave Kurve in der Beschreibung entstand, weil den Kontakt zwischen Messkörper und Probe abgerissen sein könnte. Ansonsten könnte eine bessere Hysterese fläche geliefert werden. Die Hysterese wurde bei 211790.1383 größere als die Standardmascarpone mit ca. 67686 berechnet. Die Mascarpone mit MMP&WPC35 war bei Fließeneigenschaft stabiler als die Standardmascarpone, weil mehr Verdickungsmittel zugegen wurden und die TS-Gehalt sich erhöht.

4.1.5 Mascarpone mit MMP und MPK (WPC80)

Tabelle 41: pH-Messwert der Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.

Stadium	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standard-abweichung
nach der Abfüllung	5,99	5,91	5,91	5,93	±0,05

Die pH-Werte lagen bei ca. 6. Die entsprachen dem Ziel, relativ niedrigere pH-Werte verlängern die Haltbarkeit. Es wäre besser, wenn die Konzentration der Zitronensäure erhöht wurde. Und die Mischung ausreichend gerührt.

Tabelle 42: Messwerte der Trockensubstanz von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.

Messung	Trockensubstanz [%]	Waassergehalt [%]
1	52,27	47,73
2	52,48	47,52
3	53,43	46,57
Durchschnitt [%]	52,73	48,49
Standardabweichung [%]	±0,62	±0,62

Der theoretisch erwartete Wert ist ca. 49%. Die gemessenen Werte lagen bei ca. 52%. Die Abweichung war akzeptabel. Die Mischungen wurden lange Zeit in offenen Topf erhitzt, das Wasser wurde erhitzt und ist zum Teil verdampft.

Tabelle 43: Messwerte des Fettgehalts von Mascarpone mit MMP%WPC80 auf 70% F.i.Tr.

Probe. Nr	Einwaage [g]	Fettgehalt abgelesen [%]	Fettgehalt korrigiert [%]
1	3,0015	23,55	23,50
2	3,0016	24,00	24,00
Durchschnitt [%]		23,75	

Der erwartete Wert sollte bei 35% liegen, welcher höher als der analysierte Wert war. Bei der Methode mit dem Butyrometer ist es wichtig, dass die Konzentration der Schwefelsäure, um die Proteine und die Fettkügelchenmembran aufzulösen, zu dem Wassergehalt der Produkte passt. Die variierten Mascarpone hatten unterschiedlichen Wassergehalt. Die dazu gewählte Schwefelsäure passte nicht gut zu allen variierten Mascarpone. Es verursachte die Abweichungen im Vergleich zu errechneten Werten.

Tabelle 44: Messwerte an NIR von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.

Dateiname	Methode	Komponente	Vorhersage (%)
Mascarpone	Curds	Dry Matter	39,88
Mascarpone	Curds	Fat	41,10
Mascarpone	Cheese	Dry Matter	50,82
Mascarpone	Cheese	Fat	33,17

Mit der Methode-Quark kamen wieder unmögliche Ergebnisse zustande, denn die Trockenmasse war niedriger als der Fettgehalt. Es ist offenkundig, dass diese Methode nicht für die Produkte geeignet war. Mit der Kalibration der Käse kamen bessere Ergebnisse heraus. Damit wurde der F.i.Tr. -Gehalt auf ca.66% berechnet, Trotzdem gab es noch Abweichungen.

Tabelle 45: Messwerte an Penetrometer von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.

Probe. Nr	Eindringtiefe [mm]
1	25,60
2	27,70
3	28,80
Durchschnitt [mm]	27,37
Standardabweichung [mm]	±1,62

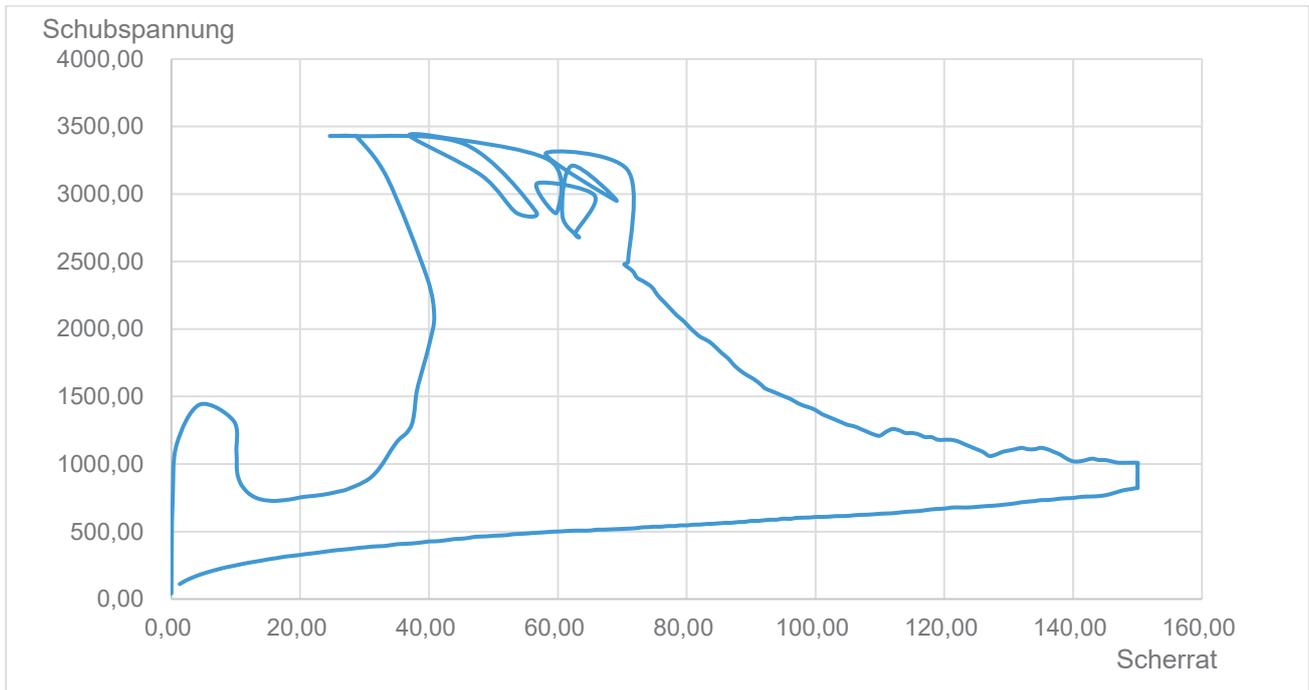
Die Festigkeit der Mascarpone mit MMP und WPC80 auf 70% F.i.Tr. war ähnlich wie bei der Standardmascarpone, obwohl mehr Pulver zugegeben wurden und mehr Proteine denaturiert waren.

Tabelle 46: Messwerte der L*a*b-Messung von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.

	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standardabweichung
Helligkeit L	89,45	89,41	89,38	89,41	±0,04
Farbkoordinate a	0,56	0,55	0,55	0,55	±0,01
Farbkoordinate b	13,02	13,02	13,0	13,01	±0,01

Während der Produktion wurde beobachtet, dass WPC 80 eine gelbe Farbe besitzt. Es konnte wegen der eignen Pulverfarbe die Farbe der Produkte beeinflussen. Aus dieser Farbtabelle kann abgelesen werden, dass die Gelbfarbkomponente der Farbkoordinate b dieser variierten Mascarpone erheblich höher war als bei der Standard-Mascarpone.

Abbildung 11: Schubspannung/Scherrat Beschreibung der Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.



Bei dieser Rezeptur wurde WPC80-Pulver zugegeben, das mehr Casein enthält. Das heißt es wurde mehr Protein während des Erhitzungsprozesses denaturiert. Die Textur war fester und pulveriger. Eine Probe riss ab und hatte schlechten Kontakt mit dem Messkörper (siehe Abbildung). Mit dem Zylinder-MS könnten Luftblasen entstehen. Infolgedessen wurden unglaubliche Ergebnisse ermittelt.

Tabelle 47: pH-Messwerte der Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 60% F.i.Tr.

Stadium	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standard-abweichung
nach der Abfüllung	6,02	6,02	6,02	6,02	/

Die erhöhte Pulverzugabe erschwerte die pH-Wert Kontrolle. Die gemessenen pH-Werte lagen leicht höher als der erwartete Wert.

Tabelle 48: Messwerte der Trockensubstanz von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 60% F.i.Tr.

Messung	Trockensubstanz [%]	Waassergehalt [%]
1	48,81	51,19
2	48,81	51,19
3	48,81	51,19
Durchschnitt [%]	48,81	51,19
Standardabweichung [%]	/	/

Die Endprodukte sahen fester als die Standard-Mascarpone aus. Aber die Messwerte von der Trockensubstanz waren niedriger. Der theoretisch erwartete Trockensubstanzgehalt liegt bei ca 52%. Die Abweichung war relativ groß. Es wurde beobachtet, dass die Produkte das Phänomen der Synärese aufwiesen. Wenn die Produkte vor der Trockensubstanzbestimmung nicht gut homogenisiert wurden, konnten die Ergebnisse beeinflusst werden.

Tabelle 49: Messwerte des Fettgehalts von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.

Probe. Nr	Einwaage [g]	Fettgehalt abgelesen [%]	Fettgehalt korrigiert [%]
1	3,0007	21,50	21,50
2	2,9988	20,99	21,00
Durchschnitt [%]		21,25	

Aufgrund der unpassenden Messmethode und die Auswahl des Butyrometers gab es immer große Abweichungen der Produkte im Vergleich zum errechneten Fettgehalt von 32%.

Tabelle 50: Messwerte an NIR von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.

Dateiname	Methode	Komponente	Vorhersage (%)
Standard-Mascarpone	Curds	Dry Matter	41,37
Standard-Mascarpone	Curds	Fat	37,47
Standard-Mascarpone	Cheese	Dry Matter	49,29
Standard-Mascarpone	Cheese	Fat	31,57

Die Ergebnisse durch das NIR und van Gulik hatten große Differenz zu den theoretisch errechneten Werten. Mit der Methode-Käse konnten genauere Ergebnisse gezeigt werden,

bei ihnen wurde der Gehalt an F.i.Tr. auf ca.63% berechnet. Dabei wurde die Abweichung akzeptiert.

Tabelle 51: Messwerte an Penetrometer von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.

Probe. Nr	Eindringtiefe [mm]
1	18,6
2	19,9
3	18,6
Durchschnitt [mm]	19.03
Standardabweichung [mm]	±0,75

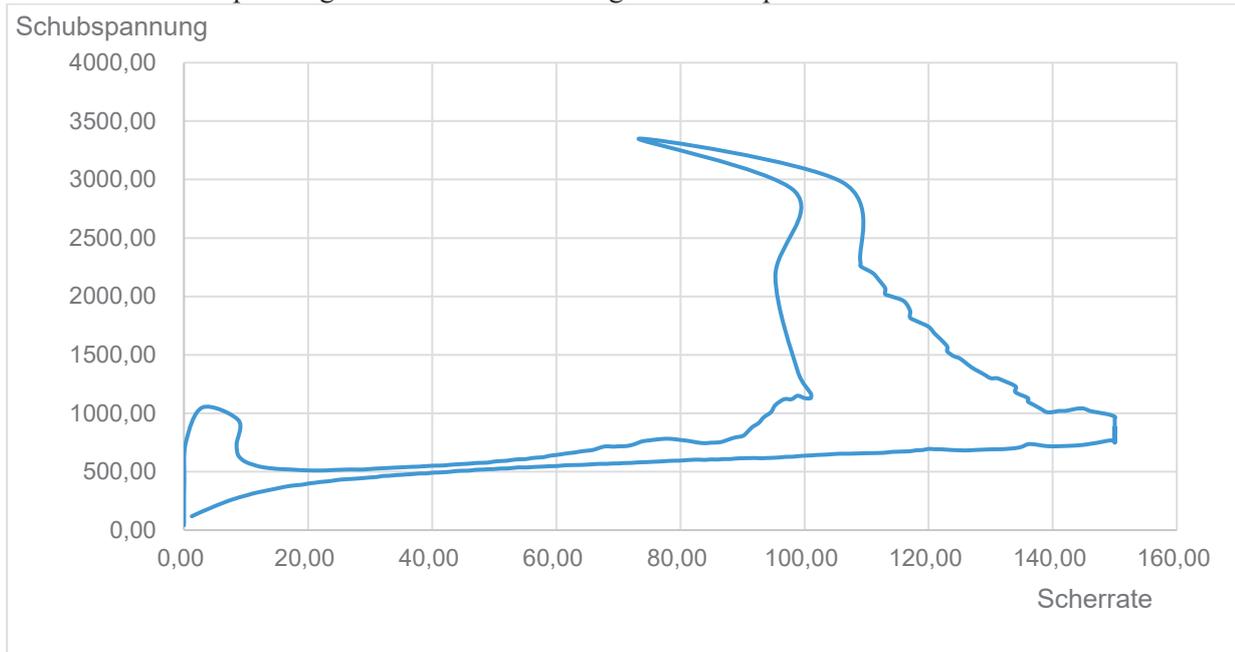
Trotzdem wurde mehr Pulver zugegeben, um den Fettgehalt zu verringern. Die Endprodukte waren nicht so fest. Im Vergleich zu die Standardmascarpone war die Mascarpone mit 65% F.i.Tr. mit MMP und WPC35 weicher. Es war ein positives Ergebnis für die Arbeit.

Tabelle 52: Messwerte der L*a*b-Messung von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.

	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standard- abweichung
Helligkeit L	89,41	89,36	89,33	89,33	±0,08
Farbkoordinate a	0,39	0,38	0,38	0,38	±0,01
Farbkoordinate b	14,04	14,04	14,03	14,03	±0,01

Die Farbmessung ergab, dass die Produkte in 3 Farbbereichen keinen großen Farbunterschied im Vergleich zur Standard-Mascarpone aufwiesen.

Tabelle 53: Schubspannung/Scherrate Beschreibung der Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.



Um den F.i.Tr. -Gehalt auf 65% zu verringern, musste mehr Verdickungsmittelpulver zugegeben werden. Infolgedessen waren die Produkte pastöser und pulveriger. Es erschwerte die Untersuchung der Hysterese fläche. Die Produkte hatten keinen gleichmäßigen Kontakt mit dem Sensor und die Ergebnisse wurden beeinflusst.

4.1.6 Mascarpone mit Gelatine.

Tabelle 54: pH-Messwert der Mascarpone mit 1,5% Gelatine

Stadium	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standard-abweichung
nach der Abfüllung	6,00	5,84	5,91	5,92	±0,08

Die Abweichung war relativ groß im Vergleich zur errechneten Wert. Wenn die Produkte fester, steifer waren und mehr Pulver zugesetzt wurde, ließen sich die pH-Werte schwerer kontrollieren und messen. Insgesamt waren die pH-Werte dieser Produkte in Ordnung.

Tabelle 55: Messwerte der Trockensubstanz von Mascarpone mit 1, 5% Gelatine

Messung	Trockensubstanz [%]	Waassergehalt [%]
1	50,01	49,99
2	49,44	50,56
3	50,60	49,40
Durchschnitt [%]	50,01	49,98
Standardabweichung [%]	±0,58	±0,58

Die gemessenen Werte lagen bei ca.50% höher als der theoretisch errechnete Wert mit 48,5%. Aber die Abweichungen waren nicht so groß.

Tabelle 56: Messwerte des Fettgehalts Mascarpone mit 1, 5% Gelatine

Probe. Nr	Einwaage [g]	Fettgehalt abgelesen [%]	Fettgehalt korrigiert [%]
1	2,9876	38,54	38,7
2	3,0034	/	/
Durchschnitt [%]		38,7	

Während der 2. Messung fiel der Stöpsel von Butyrometer ab, weshalb einige Daten fehlen. Der abgelesene absolute Fettgehalt war ca.1% höher als der errechnete Wert mit 36,52%. Die Abweichungen waren nicht groß. Damit wurde der F.i.Tr. -Gehalt auf 77% berechnet, welcher den erwarteten Wert von 75% fast entsprach.

Tabelle 57: Messwerte an NIR von Mascarpone mit 1, 5% Gelatine

Dateiname	Methode	Komponente	Vorhersage (%)
Standard-Mascarpone	Curds	Dry Matter	45,12
Standard-Mascarpone	Curds	Fat	40,84

Mit den Ergebnissen durch das NIR wurde der Gehalt an F.i.Tr. auf ca.90% berechnet. Die Abweichungen waren groß mit der Kalibration-Quark.

Tabelle 58: Messwerte an Penetrometer von Mascarpone mit 1, 5% Gelatine

Probe. Nr	Eindringtiefe [mm]
1	16,9
2	17,4
3	18,5
Durchschnitt [mm]	17,6
Standardabweichung [mm]	±0,81

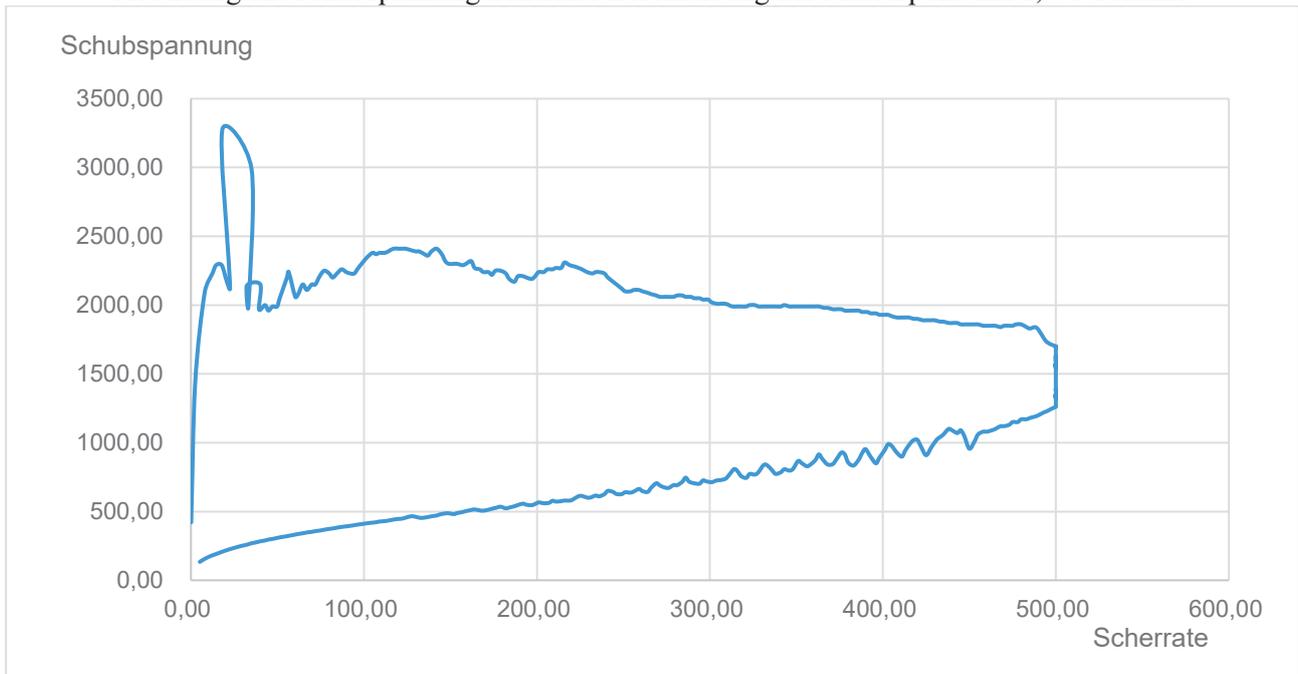
Die Eindringtiefe von Mascarpone mit Gelatine war niedriger als bei der Standardmascarpone. Und es wurde entdeckt, dass die Mascarpone mit Gelatine schneller schmolz als die Mascarpone ohne Gelatine. nachdem sie aus dem Kühlraum genommen wurde, die Tempertur beeinflusste die Festigkeit der Produkte stark. Die sensorische Überprüfung ergab im Urteil, dass die Produkte elastisch wie „Puding“ waren. Es veränderte die Fließeigenschaft.

Tabelle 59: Messwerte der L*a*b-Messung von Mascarpone mit 1, 5% Gelatine

	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standard- abweichung
Helligkeit L	88,62	87,72	88,91	88,48	0,66
Farbkoordinate a	0,48	0,66	0,50	0,55	0,10
Farbkoordinate b	13,96	14,99	13,14	14,03	0,93

Die Gelatine besteht aus reichlich Protein. Sie könnte die Farbekomponent der Produkte verändern. Aber den Ergebnissen zufolge wurde gezeigt, dass die Gelatine-Mascarpone ähnlich zu der Standardmascarpone war.

Abbildung 12: Schubspannung/Scherrate Beschreibung der Mascarpone mit 1,5% Gelatine



Die Fließgrenze ist schwer zu beschreiben. Die Kurve zeigt keine deutliche Auf- und Abwärtskurve. Die Mascarpone mit Gelatine war relativ pastös. Bei pastösen Proben können Luftblasen eingeschlossen werden. Ursache für die gezackte Kurve könnten die eingeschlossenen Luftblasen gewesen sein.

Während der Herstellung dieser Gelatine-Mascarpone hat mein Kolleg die Gelatine irrtümlicherweise zu früh zugegeben. Durch die zu lange Erhitzung veränderten sich die Eigenschaften der Gelatine, und folglich der Charakter der Produkte.

Tabelle 60: pH-Messwerte der Mascarpone mit 1,0% Gelatine

Stadium	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Durchschnitt	Standardabweichung
nach der Abfüllung	5,82	5,81	5,82	5,82	/

Die pH-Werte sollten zwischen 5,8-6,0 liegen, dazu passten die gemessenen pH-Werte sehr gut.

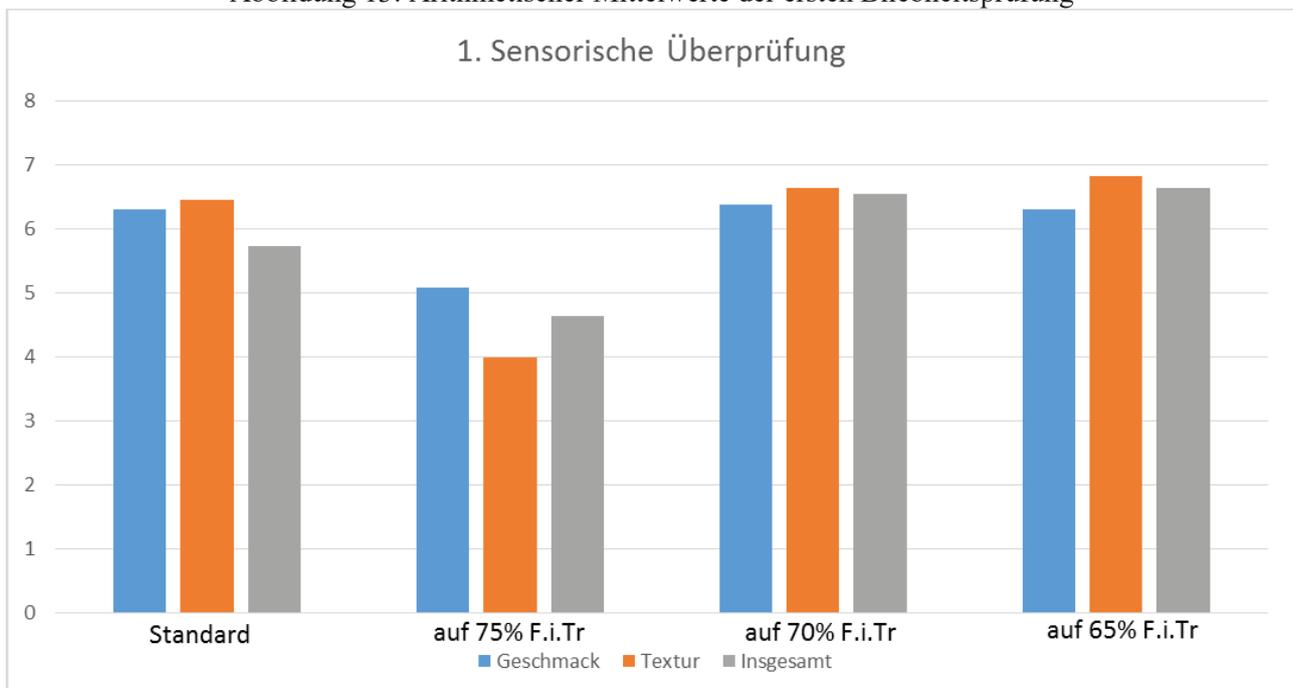
Aufgrund der negativen sensorischen Beurteilung wurden die weiteren chemisch-physikalischen Untersuchungen für diese 1,0% Gelatine-Mascarpone nicht durchgeführt.

4.2 Sensorik

4.2.1 Die erste sensorische Überprüfung

Die erste sensorische Überprüfung war eine Beliebtheitsprüfung. Die vier Proben setzten sich jeweils aus der Standard-Mascarpone als Referenzprobe, Mascarpone mit MMP aus 75% F.i.Tr., Mascarpone mit MMP-MPK35 Gemisch auf 70% F.i.Tr. und Mascarpone mit MMP-MPK35 Gemisch auf 65% F.i.Tr. zusammen. Die Proben wurden auf die 3 Aspekte Geschmack, Textur und Gesamt, beurteilt. Insgesamt haben 11 Leute an dieser sensorischen Prüfung teilgenommen. Die Ergebnisse wurden ausgewertet und in entsprechender Darstellung abgebildet.

Abbildung 13: Arithmetischer Mittelwerte der ersten Beliebtheitsprüfung



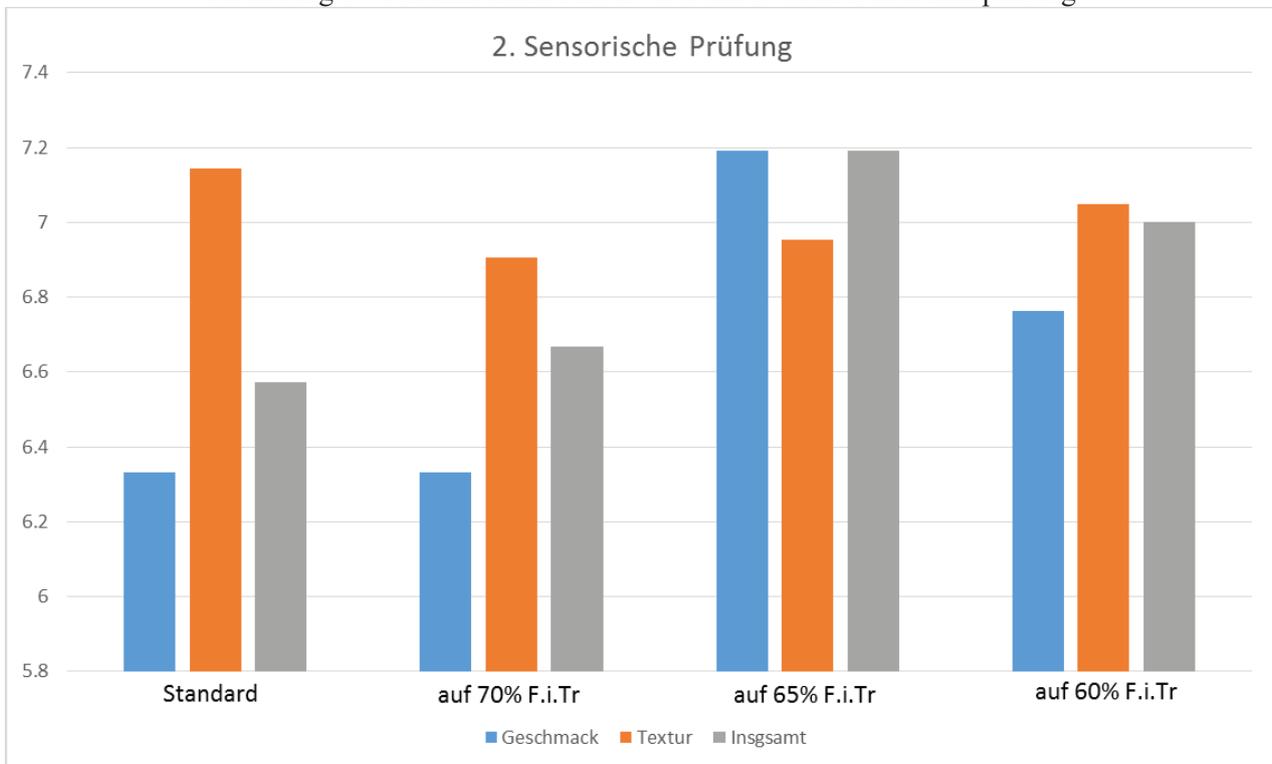
Außer der Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr. wurden die anderen Mascarpone ähnlich in den 3 Aspekten beurteilt. Die Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr. war flüssiger im Vergleich zu den anderen. Diese wurde am schlechtesten beurteilt. Aus der ersten sensorischen Prüfung wurde die Information erhalten, dass der Fettgehalt weiter reduziert werden könnte, aber der TS-Gehalt nicht zu niedrig sein sollte. Wenn die Produkte relativ fest sind, ist die Akzeptanz größer, wenn sie flüssig sind, geringe. Bei den variierten Produkten wurde MMP als Verdickungsmittel zugegeben, welches mehr Lakotose enthielt.

Nach der 1. Sensorischen Überprüfung wurden solche süßlicheren Produkte nicht schlechter als die Standard-Mascarpone beurteilt. Es ist ein Hinweis für weitere Versuche.

4.2.2 Die zweite sensorische Überprüfung

Bei der zweiten sensorischen Überprüfung handelte es sich auch um eine Beliebtheitsprüfung. Die Proben setzten sich jeweils aus der Standard-Mascarpone als Referenzprobe, Mascarpone mit WPC80-MMP Gemisch auf 70% F.i.Tr. , Mascarpone, Mascarpone mit WPC80-MMP Gemisch auf 65% F.i.Tr.. und Mascarpone mit WPC35-MMP auf 60% F.i.Tr. zusammen.

Abbildung 14: Arithmetische Mittelwerte der zweiten Beliebtheitsprüfung



Die Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung zeigten, dass die Mascarpone mit WPC80 auf 65% F.i.Tr. und Mascarpone mit WPC35 auf 60% F.i.Tr. besser als die Standard-Mascarpone beurteilt worden war. Durch den Zusatz der Verdickungsmittel wurden, sowohl der Geschmack, die Textur, als auch der Fettgehalt gut ausgeglichen bewertet.

4.3 Statistische Prüfung der Messwerte

Jegliche Datenreihe wurde mit einem Konfidenzintervall von 95% verglichen. Bei Unterschreitung eines P-Werts von 0,05 sollte daher ein signifikanter Unterschied in den Daten vorliegen. Zunächst wurden hierfür die Trockensubstanz-Daten mit Hilfe von XLSTAT ausgewertet.

Tabelle 61: Varianzanalyse der Trockensubstanz-Messwerte durch Moisture Analyse

Quelle	Summe der Quadratwerte	FG	P	F
Modell	166,107	7	2,82571E-10	2,657
Fehler	6,369	16		
Gesamt Korrigiert	172,476	23		

Die Tabelle liefert die Berechnungen, wobei der P-Wert deutlich geringer als 0.05 war. Es bedeuten signifikante Unterschiede innerhalb der Datenreihe. Die Trockensubstanz der variierten Produkte unterscheidet sich deutlich. Durch Tukey-Test mittels ANOVA wurde der signifikante Unterschied konkret gezeigt. Alle entsprechenden Diagramme der standardisierten Koeffizienten der Messwerte werden im Anhang gezeigt.

Tabelle 62: Standardisierte Koeffizienten von Messwerten der Trockensubstanz durch Moisture Analyse

Source	Value
Typ-1,5% Gelatine auf 75% F.i.Tr.	0,247
Typ-MMP auf 75% F.i.Tr.	0,502
Typ-MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.	0,715
Typ-MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.	0,402
Typ-MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.	1,084
Typ-MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	0,089
Typ-MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.	0,605
Typ-Standard	0,000

Mittels der Prüfung wurden die Mittelwerte der Standard-Mascarpone als Referenz mit den variierten Mascarpone verglichen. Aus der Tabelle kann geschlossen werden, dass der TS-Gehalt zwischen den allen Produkten sehr verschieden ist. Der TS-Gehalt der Mascarpone mit MMP&WPC35 hat den größten Unterschied zur Standard-Mascarpone. Standardisierte Koeffizienten der Mascarpone mit MMP&WPC35 mit 60% F.i.Tr. liegt auf dem 2. Platz mit ca. 0,7. Danach folgt die Mascarpone mit 75% F.i.Tr. mit MMP&WPC35 mit 65% F.i.Tr. Das Produkt mit MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr. hat den niedrigsten standardisierten

Koeffizienten. Die Produkte enthalten unterschiedliche Proteingehalte, und die Denaturierung der Caseine und Molkenproteine ist ein komplizierter Vorgang, und wird durch viele Faktoren stark beeinflusst, z.B. Temperatur, Erhitzungsdauer, pH-Wert. Und der Grad der Denaturierung wirkt der Trockensubstanzgehalt aus. Während der Produktion im Technikum wurden die Produktmischungen in offenen Tonnen erhitzt. Die Erhitzungsdauer war sehr schwer zu kontrollieren. Sie wurde aufgrund vieler Faktoren beeinflusst, z.B. der spezifischen Wärmekapazitäten, die Kondition der Kochplatten, die schwere Kontrolle der Temperaturen der verschiedenen Mischungen. Je länger Erhitzungsprozess dauerte, desto mehr Wasser verdampfte. Es veränderte den TS-Gehalt.

Tabelle 63: Standardisierte Koedizienten von den Messwerten der Trockensubstanz durch NIR

Source	Value
Typ-1.5% Gelatine auf 75% F.i.Tr.	0,302
Typ-MMP auf 75%F.i.Tr.	-0,453
Typ-MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.	0,147
Typ-MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.	0,658
Typ-MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.	0,601
Typ-MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	0,123
Typ-MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.	0,052
Typ-Standard	0,000

Die statistische Überprüfung hat für die TS-Gehalt-Bestimmung mit dem NIR gezeigt, dass die Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr. einen niedrigeren TS-Gehalt als die Standard-Mascarpone aufwies. Die sieht auch flüssiger aus. Die anderen enthielten mehr TS als die Standard-Mascarpone. Die Untersuchung mit dem NIR wurde mit der Kalibration-Käse durchgeführt. Die Abweichungen konnten nicht vermieden werden.

Tabelle 64: Varianzanalyse des Fettgehalts der Messwerte nach Van Gulik

Quelle	Summe der Quadratwerte	FG	P	F
Modell	1208,668	7	2,16987E-13	3,500
Fehler	0,375	8		
Gesamt Korrigiert	1209,043	15		

Der P-Wert lag deutlich geringer als 0,05 ist. Dies deutet auf einen signifikanten Unterschied innerhalb der Datenreihen hin. Die mit einem variierten Anteil von Verdickungsmittel hergestellten Produkte enthielten deutlich verschiedene Fettgehalte.

Tabelle 65: Standardisierte Koeffizienten von der Messwerten des Fettgehalts nach Van Gulik

Source	Value
Typ-1.5% Gelatine auf 75% F.i.Tr.	0,592
Typ-MMP auf 75% F.i.Tr.	0,719
Typ-MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.	0,413
Typ-MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.	0,717
Typ-MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.	0,737
Typ-MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	-0,071
Typ-MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.	0,024
Typ-Standard	0,000

Im oberen Teil wurde schon erklärt, dass die Bestimmung des Fettehalts für Mascarpone nach der Methode van Gulik Käse nicht optimal ist. Der schwer kontrollierbare TS-Gehalt würde den F.i.Tr-Gehalt stark beeinflussen. Die Abweichung wurde durch die standardisierten Koeffizienten konkret gezeigt. Der Fettgehalt von Mascarpone mit MMP und WPC80 auf 65% F.i.Tr. hat einen Minusstandardisierten Koeffizient im Vergleich zur Standard-Mascarpone. Sie hat einen niedrigeren Fettgehalt als die Standard-Mascarpone. Und die Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr. hat einen geringfügig höheren Fettgehalt im Vergleich zur Standard-Mascarpone.

Tabelle 66: Standardisierte Koeffizienten von den Messwerten des Fettgehalts durch NIR

Source	Value
Typ-1.5% Gelatine auf 75% F.i.Tr.	0,285
Typ-MMP auf 75% F.i.Tr.	0,229
Typ-MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.	-0,113
Typ-MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.	0,637
Typ-MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.	0,895
Typ-MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	-0,086
Typ-MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.	0,313
Typ-Standard	0,000

In der Abbildung wird gezeigt, dass die Fettgehalte sehr unterschiedlich durch das NIR gemessen wurden. Mit Ausnahme der Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr. und der Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 60% F.i.Tr. hatte die anderen variierten Mascarpone einen höheren Fettgehalt als die Referenz-Mascarpone. Mit der Kalibration-Käse kommen Abweichungen vor. Generell wurde befunden, dass die Produkte fester und die Messergebnisse wegen der niedrigen Wassergehalt zufriedstellender waren.

Tabelle 67: Varianzanalyse der Festigkeitsmesswerte

Quelle	Summe der Quadratwerte	FG	P	F
Modell	622,646	7	3,03305E-08	2,657
Fehler	44,593	16		
Gesamt Korrigiert	667,240	23		

Der berechnete P-Wert war deutlich niedriger als 0,05. Es geht darum, dass es einem signifikanten Unterschied in der Festigkeit der variierten Produkte gibt. Es wurde weiter mit dem Tukey-Test bestimmt.

Tabelle 68: Standardisierte Koeffizienten von den Messwerten der Festigkeit

Source	Value
Typ-1.5% Gelatine auf 75% F.i.Tr.	-0,446
Typ-MMP auf 75% F.i.Tr.	0,515
Typ-MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.	0,166
Typ-MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.	0,129
Typ-MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.	0,521
Typ-MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	-0,363
Typ-MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.	0,120
Typ-Standard	0,000

Der Tabelle zufolge wurde sichtbar, dass die Mascarpone mit Gelatine und mit MMP und WPC80 auf 65% F.i.Tr. weicher sind als die Standard-Mascarpone. Die anderen varrierten Mascarpone sind fester als die Standard-Mascarpone. Obwohl die Produkte in der Sensorik sehr ähnlich waren, konnte der Unterschied der Fetigkeit zwischen allen Produkten durch den Tukey-Test deutlich ausgewertet werden. Und die relativ feste Textur hatte keinen großen negativen Auswirkungen auf die fettreduzierten Produkte.

Tabelle 69: Varianzanalys der Helligkeit-Messwerte

Quelle	Summe der Quadratwerte	FG	P	F
Modell	9,801	7	8,52424E-08	2,657
Fehler	0,809	16		
Gesamt Korrigiert	10,610	23		

Der P-Wert deutet darauf hin, dass es einen sehr signifikanten Unterschied in der Weißfärbung der Mascarpone-Varianten gibt.

Tabelle 70: Standardisierte Koeffizienten von den Messwerten der Helligkeit

Source	Value
Typ-1.5% Gelatine auf 75% F.i.Tr.	-0,884
Typ-MMP auf 75% F.i.Tr.	-0,465
Typ-MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.	-0,904
Typ-MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.	-1,056
Typ-MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.	-0,805
Typ-MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	-0,439
Typ-MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.	-0,376
Typ-Standard	0,000

Die Mascarpone mit Gelatine und WPC35 sind nicht so hell oder so weiß wie die Standard-Mascarpone. Die Produkte nur mit MMP oder mit WPC35 hatten einen geringen Unterschied in der Helligkeit im Vergleich zur Standard-Mascarpone. Die Eigenfarbe der Verdickungsmittel könnte sich auf die Farbe der Produkte auswirken. Die Gelatine und WPC35 hatten sichtbare Auswirkung auf die Mascarpone.

Tabelle 71: Varianzanalyse der Messwerte der a-Komponente

Quelle	Summe der Quadratwerte	FG	P	F
Modell	0,158	7	1,02672E-05	2,657
Fehler	0,026	16		
Gesamt Korrigiert	0,184	23		

Die Berechnungen zeigten, dass sich die Mascarpone-Varianten in der Rotfärbung deutlich unterschieden.

Tabelle 72: Standardisierte Koeffizienten von den Messwerten der a-Komponente

Source	Value
Typ-1.5% Gelatine auf 75% F.i.Tr.	0,569
Typ-MMP auf 75% F.i.Tr.	-0,081
Typ-MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.	-0,406
Typ-MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.	0,406
Typ-MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.	0,163
Typ-MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	-0,122
Typ-MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.	0,569
Typ-Standard	0,000

Die Mascarpone nur mit MMP und mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr. und mit MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr. hatten einen minusstandardisierten Koeffizienten. Die anderen hatten höhere Werte bei der a-Farbkomponente im Vergleich zur Standard-

Macarphone. Die Grafik zeigt, dass die Verdickungsmittel WPC35 und Gelatine große Auswirkungen auf die a-Farbkomponente hatte.

Tabelle 73: Varianzanalyse der b-Komponente

Quelle	Summe der Quadratwerte	FG	P	F
Modell	473,746	7	9,72237E-18	2,657
Fehler	2,032	16		
Gesamt Korrigiert	475,778	23		

Nach der statistischen Prüfung wurde geschlussfolgert, dass die variierten Mascarpone sehr signifikante Unterschiede bei der Gelb-Farbkomponente hatten.

Tabelle 74: Standardisierte Koeffizienten von den Messwerten der b-Komponente

Source	Value
Typ-1.5% Gelatine auf 75% F.i.Tr.	0,295
Typ-MMP auf 75% F.i.Tr.	-0,626
Typ-MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.	0,052
Typ-MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.	-0,550
Typ-MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.	-0,560
Typ-MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	0,056
Typ-MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.	-0,012
Typ-Standard	0,000

Die gelbe Gelatine hat die varrierte Mascarpone deutlich in der b-Komponente beeinflusst. Die Mascarpone mit Gelatine war deutliche gelber als die Standard-Mascarpone. Die Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr. und auf 70% F.i.Tr. waren weißer als die Standard-Mascarpone. Im Gegensatz dazu war die Mascarpone mit gleichen Verdickungsmittel auf 60% F.i.Tr. gelber als die Standard-Macarpone. Es konnte aufgrund der Mailard-Reaktion zustande kommen. Weil MMP und WPC35 haben beide einen höheren Protein- und Laktosegehalt.

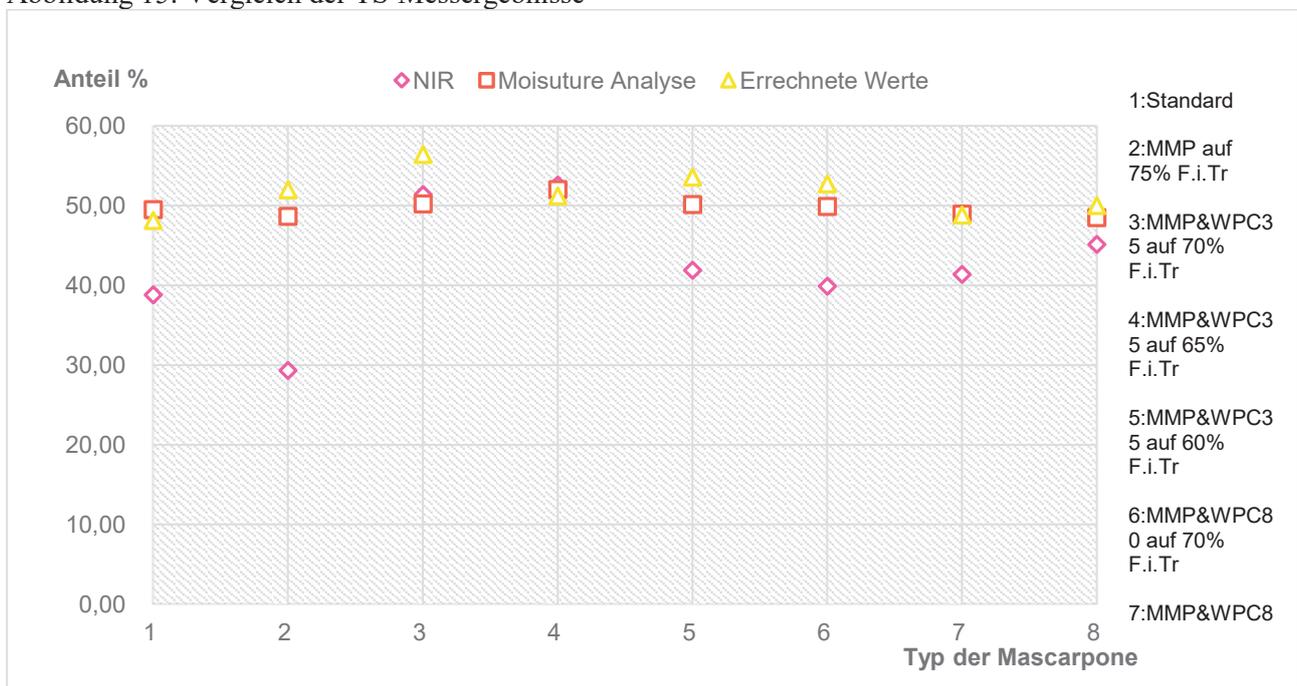
5. Abschlussdiskussionen

5.1 Diskussion der Pufferkapazitäten

Prinzipiell wurde der Anteil an Zitronensäurelösung nicht verändert und immer bei 1,5% gehalten. Die Konzentration an Zitronensäurelösung war für jede Rezeptur anzupassen. Zusammenfassend kann entnommen werden, dass je mehr Verdickungsmittelpulver zugegeben wurde, erhöhte sich die Puffekapazität und Stabilität der Mischung. Um den Ziel-pH Wert zu erreichen, brauchte es eine höhere Konzentration der Zitronensäurelösung. Die Mischung mit hohem TS-Gehalt sollte intensiv gerührt werden.

5.2 Diskussion der NIR-Ergebnisse und der Moisture Analyse- Ergebnisse

Abbildung 15: Vergleich der TS-Messergebnisse

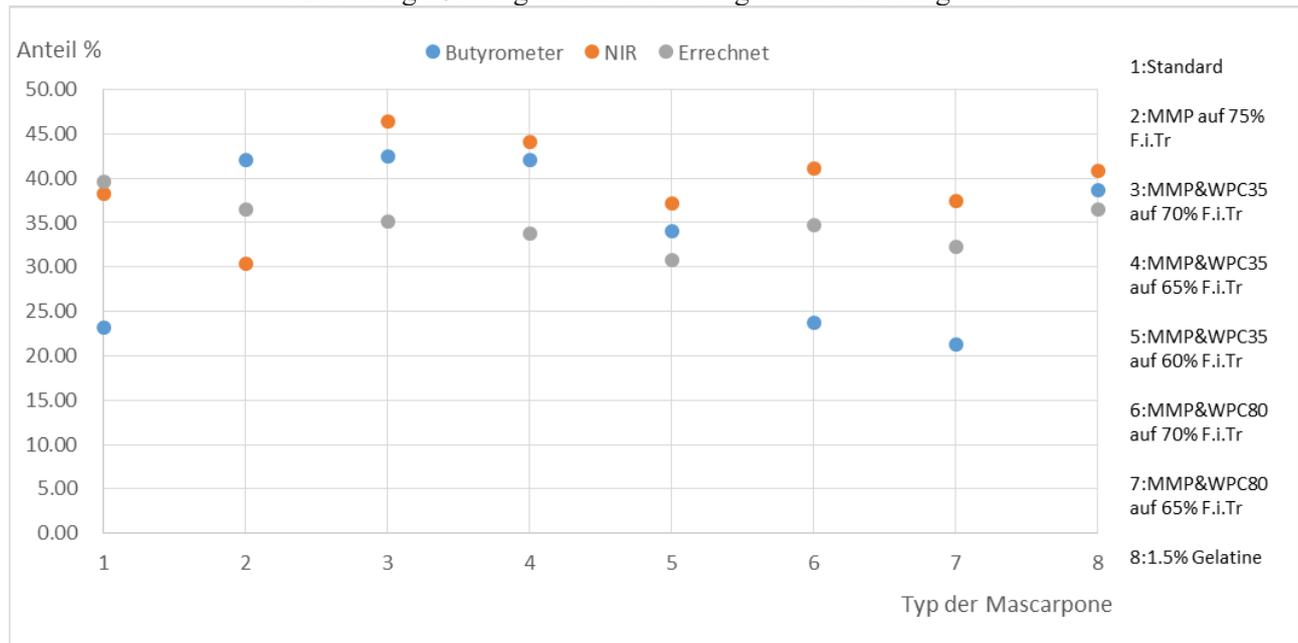


Aus der Darstellung kann zusammengefasst werden, dass die durch die Moisture-Analyse analysierten Ergebnisse sich den errechneten Werten annähern. Trotzdem gibt es noch Abweichungen mit der Moistur-Analyse. Es wurde Synärese bei manchen Produkten beobachtet. Aufgrund der Synärese führte es zu nicht vollständig homogenisierten

Endprodukten. Es wurden die Messwerte des Wassergehalts deutlich beeinflusst. Zur Methode NIR wurde mit Kalibration-Quarks für TS gemessen. Nach dem Forschungsbericht ist NIR eine ideale Methode für die Analyse des Wassergehalts. Der Hauptgrund der Abweichung könnte die unpassende Kalibration sein.

5.3 Diskussion der Butyrometer-Ergebnisse und NIR-Ergebnisse

Abbildung 16: Vergleich der Messergebnisse des Fettgehalts



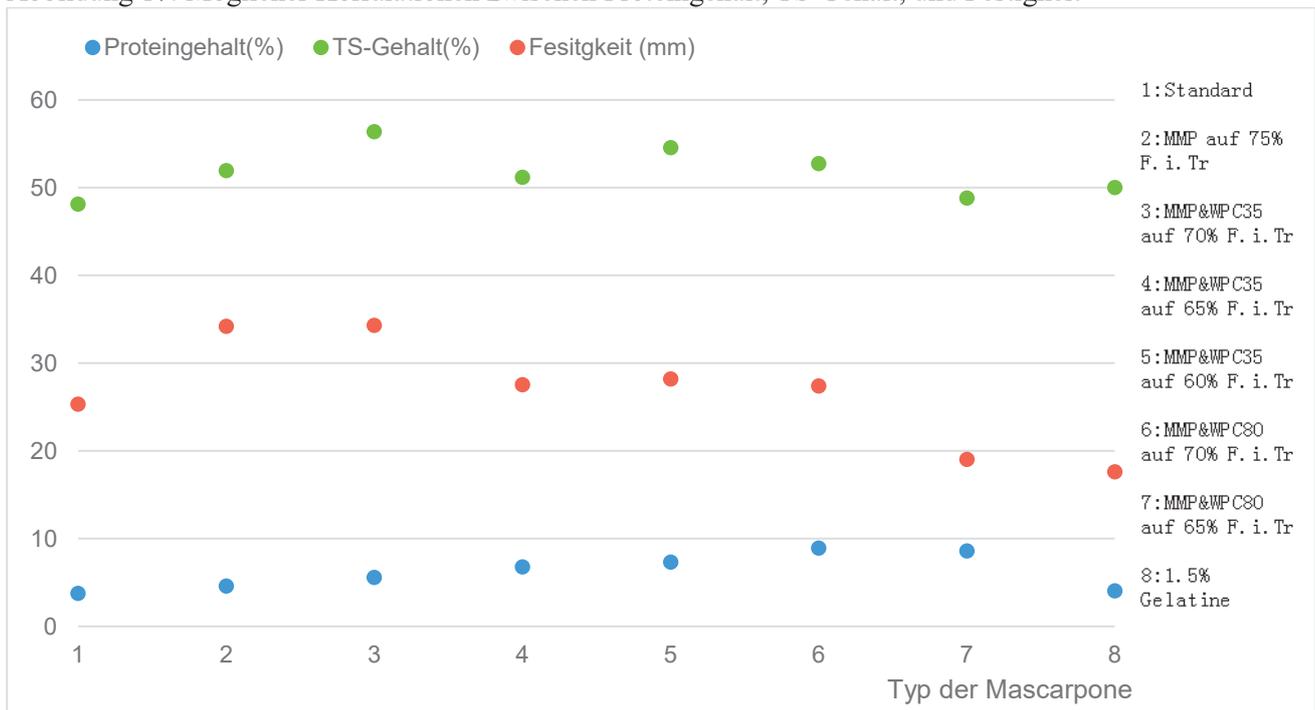
Die Grafik liefert Informationen, dass durch die beiden Methoden keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielt worden. Bei der Methode mit dem Butyrometer wurde mit van Gulik Fettgehaltbestimmung für Käse gearbeitet. Die Ergebnisse haben große Unbeständigkeit. Die Mascarpone enthält hohe Fettgehalte, bei denen mit der Van-Gulik Methode unzufriedene Ergebnisse auftreten konnten. Die Mascarpone ist ein typischer Frischkäse, der eigentlich mehr Wasser als die meisten Käse enthält. Bei den Versuchen wurden unterschiedliche Verdickungsmittel verwendet. Es deutet darauf hin, dass der Wassergehalt der variierten Produkte auch unterschiedlich war. Nach dem van Gulik Verfahren wurde bei der Messung die passenden Konzentration Schwefelsäure zugegeben, um die Protein und Fettkügelchenmembranen aufzulösen, damit richtige Ergebnisse zu erzielen waren. Zu hohe oder zu niedrige Säurekonzentrationen sollte vermieden werden. Zu hohe Konzentrationen an Schwefelsäure könnte bei 65°C den Amylalkohol angreifen und unter Wasserabspaltung Olefine bilden, die das Ergebnis beeinflussen könnten. Zu geringe Konzentrationen an

Schwefelsäure könnte die Oxidationswirkung verringern, wodurch die Zerstörung der Fettkügelchenmembran aber möglicherweise unvollständig ist, und es kann auch zu Klumpenbildung führen, die die Ergebnisse beeinflussen konnten. Während meiner Untersuchungen blieben die Konzentrationen an Schwefelsäure konstant, was für die Fettgehaltbestimmung für Käse geeignet war. Aber der Wassergehalt der variierten Produkte war deutlich unterschiedlich, sodass die Konzentration an Schwefelsäure nicht immer gut passte. Es kann unzureichende Ergebnisse verursachen.

Mit der Methode NIR wurden auch große Abweichungen festgestellt. Anfangs gab es keine Kalibration für Mascarpone, dann wurde die Kalibration mit Quark durchgeführt. Obwohl es Abweichung gab, kann mit den Ergebnissen zukünftig ein Referenzmodell für Mascarpone etabliert werden.

5.4 Diskussionen der Festigkeit von Produkten

Abbildung 17: Möglicher Korrelationen zwischen Proteingehalt, TS-Gehalt, und Festigkeit



Aus der Tabelle kann entnommen werden, dass die Festigkeit der Produkte mit der Trockensubstanz und dem Proteingehalt in Zusammenhang stehen. Der TS-Gehalt und der Proteingehalt sowie die Festigkeit haben fast die gleiche Tendenz. Generell, wenn die Produkte mehr Protein enthalten, konnte sie während des Erhitzungsprozesses denaturiert

werden, wodurch ihre Festigkeit erhöht wurde. Die Zusammenhänge sind wichtig, um die passenden Mengen der unterschiedlichen Verdickungsmittel und den Gehalt an Casein und Protein zu kontrollieren und um den Geschmack beeinflussen zu können. Magermilchpulver enthält einen hohen Caseingehalt und viel Laktose, wenn Magermilchpulver und WPC35, welche auch viel Laktose enthalten, zusammen zugegeben werden, die Produkte können sehr süß werden, wenn kein Magermilchpulver, sondern nur WPC80 zugegeben wird, die Produkten könnten einen schlechten Geschmack haben und sehr fest werden. Es ist notwendig, die vielseitigen Eigenschaften der Produkte zu balancieren. Es sollte auch darauf hingewiesen werden, dass die Mascarpone mit Gelatine schnell schmolz, weshalb die Eindringtiefe groß war.

5.5 Zusammenfassung

Durch eine Reihe von chemischen, physikalischen und sensorischen Überprüfungen für die Produkte konnten einige Folgerungen geschlussfolgert werden. Durch den Zusatz der Verdickungsmittel (MMP, WPC35, WPC80, Gelatine) konnte der Fettgehalt der Mascarpone um einen gewissen Grad reduziert werden. Die Produkte mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr. wurden wegen des niedrigen Fettgehalts und des positiven Geschmacks und der Textur als die bessere Mascarpone beurteilt. Die Mascarpone mit MMP, WPC35 und WPC80 auf 65% F.i.Tr. wurden ebenfalls als gut beurteilt. Den Ergebnissen zufolge wurde geschlussfolgert, wenn nur MPK als Verdickungsmittel zugegeben wurden, wie z.B. die Mascarpone mit MMP oder mit WPC35 auf 47% TS-Gehalt, war die Produkte wegen wenigen denaturierten Proteine zu flüssig. Das Ziel, den TS-Gehalt gleichzeitig zum Fettgehalt zu reduzieren, war eine ungünstige Zielsetzung. Bei der sensorischen Prüfung kam heraus, dass ein zu großer Anteil an MMP in Mascarpone einen negativen süßlichen Geschmack verursachte. Die Mascarpone nur mit MMP auf 75% F.i.Tr. hatte einen süßlichen, Baby-Milchartigen Geschmack, was eine Mascarpone nicht haben sollte.

5.5 Nächste Schritte

Die Arbeit ist eine Grundlage für weitere Forschungen. Mit den Erfahrungen dieser Arbeit könnte vieles weiter optimiert werden. Die Mascarpone mit 60% F.i.Tr. wurde für Geschmack und Textur positiv beurteilt. Daher könnte der Fettgehalt weiter verringert

werden. Die Verdickungsmittel MMP, WPC35 und instant WPC80-Pulver funktionierte gut. Durch den balanzierten Anteil der Verdickungsmittel kann der Geschmack der Mascarpone weiter verbessert und ein mild säuerlich Geschmack erreicht werden, um einer besser schmeckende Mascarpone zu erzeugen. Der Anteil an Gelatine könnte verbessert werden, um eine bessere Textur der Mascarpone zu schaffen. Die anderen Verdickungsmittel könnten auch ausprobiert werden, z.B Carrageenan oder Sodium alginate. Und das Produkt-Portefeuille kann durch Einsatz geschmacksbildender Lebensmittel-Zusätze (Salz, Gewürze...) erweitert werden. Die Produktion im Technikum könnte auch in weiteren Arbeiten verbessert werden, z.B während des Erhitzungsprozesses könnte die Tonnen bedeckt werden, um das Verdampfen des Wassers zu vermeiden. Und der Abfüllprozess kann verbessert werden, um die Mikroorganismendruck zu verringern, um die Haltbarkeit zu verlängern. Die Haltbarkeit könnte durch Heißabfüllung und Auswahl geeigneter Verpackungsmaterialien verlängert werden. Wert kann auf die Untersuchung der Mikrobiologie gelegt werden, um an die Verlängerung der Haltbarkeit weiter zu forschen. Messmethoden könnten für die Kalibration von Mascarpone mit NIR entwickelt und optimiert werden. Damit könnten die Inhaltstoffe möglichst vieler Frischkäse-Sorten zeitsparrender gemessen werden. Die Methoden, die Messprofile und Messgeometrie zur Charakterisierung der Fließeingenschaften mittels Rotationsviskosimeter kann in der Zukunft optimiert werden. Die Auswahl des max. Scherrates könnte mehrmals bedacht werden, welche nicht zu hoch sein sollten. Die Methode zur Bestimmung des Fettgehalts sollte verbessert werden. Es könnte eine andere Methode mit unterschiedlichen Produkten entwickelt werden, um geeignete Konzentrationen von Schwefelsäure zu finden, damit zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden können und kann auch bei Mascarpone mit Butyrmeterische Fettbestimmung für Rahm, welcher mehr Fett enthält, ausprobiert werden.

6. Literaturverzeichnis

1. Ternes, W.: Naturwissenschaftliche Grundlagen der Lebensmittelzubereitung. 2. Auflage. Hamburg: Behrs Verlag, 1994
2. Thomas, Mezger: Das Rheologie Handbuch. Hannover: Vincentz, 2000
3. Wehlen, S: Mascarpone- Fettreduzierung zugunsten von Protein und Wasser 2019
4. Lucas, W. Lena, S: Praktikumprotokoll milchtechnologie Mascarpone, 2019
5. ISO 3433:2009, Cheese-Determination of fat content, ISO, 2008
6. Siegfried, B : Skript Vorlesung Milchtechnologie
7. DIN 10950-2: 2000, Sensorische Prüfung
8. DIN 10479-1:2000, Butyrometrische Bestimmung des Fetthalts von Milch und Milchprodukten
9. <https://de.wikipedia.org/wiki/Gelatine>
10. ISO 6327:1981, International Organization for Standardization, 9 May 2019
11. Josef, Kammerlehner: Käse Technologie,2003
12. Edgar Spreer, Technologir der Milchverarbeitung, 2018
13. Dr. Nils Kaiser, der Urvater der Infrarotspektroskopie in der Medizin, 16. April 2016.
14. DIN 10479-2:2000, Butyrometrische Bestimmung des Fetthalts von Milch und Milchprodukten
15. <https://lebensmittel-warenkunde.de/lebensmittel/milch-milchprodukte/kaese/frischkaese-und-speisequark/mascarpone.html> (Abgerufen 19.11.2019: 17:16 Uhr)

16. <https://www.ernaehrungs-lexikon.ch/proteine/casein-protein-wirkung.html> (Abgerufen 21.11.2019 13:16 Uhr)
17. A. MacDonald, Which formula in cow's milk protein intolerance? , European Journal of Clinical Nutrition, September 1995
18. L. M. Huffman, W. J. Harper: Maximizing the value of milk through separation technologies, Journal of dairy science, Oktober 1999
19. Graal-Müritz, Milchprotein, 11,04,1996
20. Milch und Milcherzeugnisse, Freitag-Ziegler, Gabriela, 2017
21. Käse. Niederauer, Theo, 2009
22. Produktion von Milcherzeugnissen, Sokolov Alesandr, 1980
23. Chemie und Physik der Milch, Töpel Alfred, 2016

7. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Rohstoffe.....	10
Tabelle 2 Übersichtstabelle der Rezepturen.....	11
Tabelle 3: Verwendete Maschinen für die Herstellung im Technikum.....	16
Tabelle 4: Geräte für physikalische analytische Bestimmungen.....	19
Tabelle 5: 1. Versuchsmessprofil mit Zylinder-MS.....	21
Tabelle 6: 2. Versuchsmeeprofil mit Platt/Platt-MS.....	21
Tabelle 7: 3. Versuchsmessprofil mit Zylinder-MS.....	22
Tabelle 8: pH-Messwert der Standard-Mascarpone.....	23
Tabelle 9: Messwerte der Trockensubstanz von Standardmascarpone.....	23
Tabelle 10: Messwerte des Fettgehalts von Standardmascarpone.....	24
Tabelle 11: Messwert an NIR von Standardmascarpone.....	24
Tabelle 12: Messwerte an Penetrometer von Standardmascarpone.....	24
Tabelle 13: Messwerte der L*a*b Messung von Standardmascarpone.....	25
Tabelle 14: pH-Messwert von Macarpone mit MPK auf 75% F.i.Tr.....	29
Tabelle 15: pH-Messwert der Mascarpone mit MPK auf 47% TS.....	29
Tabelle 16: pH-Messwert der Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr.....	30
Tabelle 17: Messwert der Trockensubstanz der Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr.....	30
Tabelle 18: Messwerte des Fettgehalts von Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr.....	31
Tabelle 19: Messwerte an NIR von Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr.....	31
Tabelle 20: Messwerte an Penetrometer von Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr.....	31
Tabelle 21: Messwert der L*a*b-Messung von Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr.....	32
Tabelle 22: pH-Messwert der Mascarpone mit MMP auf 47% TS.....	33
Tabelle 23: pH-Messwert der Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.....	34
Tabelle 24: Messwerte der Trockensubstanz von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.....	34
Tabelle 25: Messwerte des Fettgehalts von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.....	35
Tabelle 26: Messwerte an NIR von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.....	35
Tabelle 27: Messwerte an Penetrometer von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.....	35
Tabelle 28: Messwerte der L*a*b-Messung von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.....	36
Tabelle 29: pH-Messwerte der Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.....	37
Tabelle 30: Messwerte der Trockensubstanz von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.....	38
Tabelle 31: Messwerte des Fettgehalts von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.....	38
Tabelle 32: Messwerte an NIR von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.....	38
Tabelle 33: Messwerte an Penetrometer von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.....	39
Tabelle 34: Messwerte der L*a*b-Messung von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.....	39
Tabelle 35: pH-Messwerte der Mascarpone mit MMP&WPC36 auf 60% F.i.Tr.....	40
Tabelle 36: Messwerte der Trockensubstanz von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.....	41
Tabelle 37: Messwerte des Fettgehalts von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.....	41
Tabelle 38: Messwerte an NIR von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.....	41
Tabelle 39: Messwerte an Penetrometer von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.....	42
Tabelle 40: Messwerte der L*a*b-Messung von Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.....	42
Tabelle 41: pH-Messwert der Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 70% F.i.Tr.....	43
Tabelle 42: Messwerte der Trockensubstanz von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.....	44
Tabelle 43: Messwerte des Fettgehalts von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.....	44
Tabelle 44: Messwerte an NIR von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.....	44
Tabelle 45: Messwerte an Penetrometer von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.....	45

Tabelle 46: Messwerte der L*a*b-Messung von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.	45
Tabelle 47: pH-Messwerte der Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 60% F.i.Tr.	46
Tabelle 48: Messwerte der Trockensubstanz von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 60% F.i.Tr.	47
Tabelle 49: Messwerte des Fettgehalts von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	47
Tabelle 50: Messwerte an NIR von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	47
Tabelle 51: Messwerte an Penetrometer von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	48
Tabelle 52: Messwerte der L*a*b-Messung von Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	48
Tabelle 53: Schubspannung/Scherrate Beschreibung der Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	49
Tabelle 54: pH-Messwert der Mascarpone mit 1,5% Gelatine	49
Tabelle 55: Messwerte der Trockensubstanz von Mascarpone mit 1, 5% Gelatine	50
Tabelle 56: Messwerte des Fettgehalts Mascarpone mit 1, 5% Gelatine	50
Tabelle 57: Messwerte an NIR von Mascarpone mit 1, 5% Gelatine	50
Tabelle 58: Messwerte an Penetrometer von Mascarpone mit 1, 5% Gelatine	51
Tabelle 59: Messwerte der L*a*b-Messung von Mascarpone mit 1, 5% Gelatine	51
Tabelle 60: pH-Messwerte der Mascarpone mit 1, 0% Gelatine	52
Tabelle 61: Varianzanalys der Trockensubstanz-Messwerte durch Moisture Analyse	55
Tabelle 62: Standardisierte Koeffizienten von Messwerten der Trockensubstanz durch Moisture Analyse	55
Tabelle 63: Standardisierte Koeffizienten von den Messwerten der Trockensubstanz durch NIR	56
Tabelle 64: Varianzanalyse des Fettgehalts der Messwerte nach Van Gulik	56
Tabelle 65: Standardisierte Koeffizienten von den Messwerten des Fettgehalts nach Van Gulik	57
Tabelle 66: Standardisierte Koeffizienten von den Messwerten des Fettgehalts durch NIR	57
Tabelle 67: Varianzanalyse der Festigkeitsmesswerte	58
Tabelle 68: Standardisierte Koeffizienten von den Messwerten der Festigkeit	58
Tabelle 69: Varianzanalys der Helligkeit-Messwerte	58
Tabelle 70: Standardisierte Koeffizienten von den Messwerten der Helligkeit	59
Tabelle 71: Varianzanalyse der Messwerte der a-Komponente	59
Tabelle 72: Standardisierte Koeffizienten von den Messwerten der a-Komponente	59
Tabelle 73: Varianzanalys der b-Komponente	60
Tabelle 74: Standardisierte Koeffizienten von den Messwerten der b-Komponente	60
Tabelle 75: Standardmascarpone mit Sahnepulver	71
Tabelle 76: Mascarpone mit MPK auf 75% F.i.Tr.	71
Tabelle 77: Mascarpone mit MPK auf 47% TS	72
Tabelle 78: Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr.	72
Tabelle 79: Mascarpone mit MMP auf 47% TS	73
Tabelle 80: Mascarpone mit MMP&WPC36 auf 70% F.i.Tr	73
Tabelle 81: Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.	74
Tabelle 82: Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.	74
Tabelle 83: Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.	75
Tabelle 84: Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.	75
Tabelle 85: Mascarpone mit 1.5% Gelatine	76
Tabelle 86: Mascarpone mit 1,0% Gelatine	76
Tabelle 87: Standardisierte Koeffiziente von den Messwerten der Trockensubstanz	78
Tabelle 88: Standardisierte Koeffiziente von den Messwerten des Fettgehalts mit Van Gulik	79
Tabelle 89: Standardisierte Koeffiziente mittels NIR	79
Tabelle 90: Standardisierte Koeffiziente von den Messwerten der Festigkeit	80
Tabelle 91: Standardisierte Koeffiziente von den Messwerten von Helligkeit	80
Tabelle 92: Standardisierte Koeffiziente von den Messwerten von a-Komponente	81
Tabelle 93: Standardisierte Koeffiziente von den Messwerte von a-Komponente	81

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Planungsverlauf	9
Abbildung 2: Der generelle Vorversuchsablauf.....	14
Abbildung 3: Der generelle Hauptversuchsablauf im Technikum.....	15
Abbildung 5: Schubspannung/ Scherrate Beschreibung von Standardmascarpone.....	26
Abbildung 6: Schubspannung/Scherrate Beschreibung von Standardmascarpone mit 2. Versuchsmessprofil.....	27
Abbildung 7: Schubspannung/Scherrate Beschreibung von Standardmascarpone mit 3. Versuchsmessprofil.....	28
Abbildung 8: Schubspannung/Scherrate Beschreibung der Mascarpone mit MMP und mit 75% F.i.Tr.....	33
Abbildung 9: Schubspannung/Scherrate Beschreibung der Mascarpone mit MMP&WPC8% auf 70% F.i.Tr.....	37
Abbildung 10: Schubspannung/Scherrate Beschreibung der Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.....	40
Abbildung 11: Schubspannung/Scherrate Beschreibung der Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.	43
Abbildung 12: Schubspannung/Scherrate Beschreibung der Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.....	46
Abbildung 13: Schubspannung/Scherrate Beschreibung der Mascarpone mit 1,5% Gelatine	52
Abbildung 14: Arithmetischer Mittelwerte der ersten Bliebheitsprüfung	53
Abbildung 15: Arithmetische Mittelwerte der zweiten Beliebheitsprüfung.....	54
Abbildung 16: Vergleich der TS-Messergebnisse	61
Abbildung 17: Vergleich der Messergebnisse des Fettgehalts.....	62
Abbildung 18: Möglicher Korrelationen zwischen Proteingehalt, TS-Gehalt, und Festigkeit.....	63

9. Anhang

9.1 Tabellenübersicht

Tabelle 75: Standardmascarpone mit Sahnepulver

Anteile %		Fett %	Laktose %	Casein %	Molkenprotein %	Salze %	Säure %	Wasser %
89,4	Rahm	40	2,88	1,68	0,36	0,42	0	54,66
9,1	Sahne-pulver	42	29,66	17,3	3,71	4,33	0	3
1,5	Zitronensäure 7%	0	0	0	0	0	7	93
100,00	Mascarpone	39,58	5,27	3,08	0,66	0,77	0,11	50,53
				3,74				
	TS %	49,47						
	F.i.Tr. %	80,02						

Tabelle 76: Mascarpone mit MPK auf 75% F.i.Tr.

Anteile %		Fett %	Laktose %	Casein %	Molkenprotein %	Salze %	Säure %	Wasser %
91,00	Rahm	40,00	2,88	1,68	0,36	0,42	0,00	54,66
7,50	WPC35	0,00	53,24	0,00	35,00	7,76	0,00	4,00
1,50	Zitronensäure 9%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	91,00
100,00	Mascarpone	36,40	6,61	1,53	2,95	0,96	0,14	51,41
				4,48				
	TS %	48,59						
	F.i.Tr. %	74,91						

Tabelle 77: Mascarpone mit MPK auf 47% TS

Anteile %		Fett %	Laktose %	Casein %	Molkenprotein %	Salze %	Säure %	Wasser %
93,65	Rahm	40,00	2,88	1,68	0,36	0,42	0,00	54,66
4,85	WPC35	0,00	53,24	0,00	35,00	7,76	0,00	4,00
1,50	Zitronensäure 7%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	93,00
100,00	Mascarpone	37,46	5,28	1,57	2,03	0,77	0,10	52,78
				3,6				
	TS %	47,22						
	F.i.Tr. %	79,33						

Tabelle 78: Mascarpone mit MMP auf 75% F.i.Tr.

Anteile %		Fett %	Laktose %	Casein %	Molkenprotein %	Salze %	Säure %	Wasser %
90,95	Rahm	40,00	2,88	1,68	0,36	0,42	0,00	54,66
7,55	Magermilchpulver	1,00	51,24	29,89	6,40	7,47	0,00	4,00
1,50	Zitronensäure 9%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	91,00
100,00	Mascarpone	36,45	6,49	3,78	0,81	0,95	0,14	51,38
				4,59				
	TS %	48,62						
	F.i.Tr. %	74,98						

Tabelle 79: Mascarpone mit MMP auf 47% TS

Anteile %		Fett %	Laktose %	Casein %	Molkenprotein %	Salze %	Säure %	Wasser %	
94,00	Rahm	40,00	2,88	1,68	0,36	0,42	0,00	54,66	
4,50	Magermilchpulver	1,00	51,24	29,89	6,40	7,47	0,00	4,00	
1,50	Zitronensäure 9%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	91,00	
100,00	Mascarpone	37,65	5,01	2,92	0,63	0,73	0,14	52,93	
				3,55					
	TS %	47,07							
	F.i.Tr. %	79,97							

Tabelle 80: Mascarpone mit MMP&WPC36 auf 70% F.i.Tr

Anteile %		Fett %	Laktose %	Casein %	Molkenprotein %	Salze %	Säure %	Wasser %	
87,85	Rahm	40,00	2,88	1,68	0,36	0,42	0,00	54,66	
3,15	Magermilchpulver	1,00	51,24	29,89	6,40	7,47	0,00	4,00	
7,50	WPC35	0,00	53,24	0,00	35,00	7,76	0,00	4,00	
1,50	Zitronensäure 9%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	91,00	
100,00	Mascarpone	35,18	8,14	2,42	3,14	1,19	0,14	49,81	
				5,56					
	TS %	50,19							
	F.i.Tr. %	70,07							

Tabelle 81: Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 65% F.i.Tr.

Anteile %		Fett %	Laktose %	Casein %	Molkenprotein %	Salze %	Säure %	Wasser %
84,35	Rahm	40,00	2,88	1,68	0,36	0,42	0,00	54,66
5,65	Magermilchpulver	1,00	51,24	29,89	6,40	7,47	0,00	4,00
8,50	WPC35	0,00	53,24	0,00	35,00	7,76	0,00	4,00
1,50	Zitronensäure 11%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00	89,00
100,00	Mascarpone	33,80	9,85	3,11	3,64	1,44	0,17	48,01
				6,75				
	TS %	51,99						
	F.i.Tr. %	65,00						

Tabelle 82: Mascarpone mit MMP&WPC35 auf 60% F.i.Tr.

Anteile %		Fett %	Laktose %	Casein %	Molkenprotein %	Salze %	Säure %	Wasser %
76,0	Rahm	40,00	2,88	1,68	0,36	0,42	0,00	54,66
4,0	Magermilchpulver	1,00	51,24	29,89	6,40	7,47	0,00	4,00
12,0	WPC35	2,98	52,85	0,00	35,96	5,37	0,00	2,84
1,5	Zitronensäure 11%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00	89,00
6,5	Wasser	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100
100,00	Mascarpone	30,80	10,58	2,47	4,84	1,26	0,17	49,88
				7,31				
	TS %	50,12						
	F.i.Tr. %	61,44						

Tabelle 83: Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 70% F.i.Tr.

Anteile %		Fett %	Laktose %	Casein %	Molkenprotein %	Salze %	Säure %	Wasser %
85,5	Rahm	40,00	2,88	1,68	0,36	0,42	0,00	54,66
5,00	Magermilchpulver	1,00	51,24	29,89	6,40	7,47	0,00	4,00
6,50	WPC80	7,42	4,98	0,00	82,67	4,07	0,00	4,95
1,50	Zitronensäure 9%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	91,00
1,50	Wasser	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
100	Mascarpone	34,73	5,35	2,93	6,00	1,00	0,14	50,12
				8,93				
	TS %	49,88						
	F.i.Tr. %	69,63						

Tabelle 84: Mascarpone mit MMP&WPC80 auf 65% F.i.Tr.

Anteile %		Fett %	Laktose %	Casein %	Molkenprotein %	Salze %	Säure %	Wasser %
79,00	Rahm	40,00	2,88	1,68	0,36	0,42	0,00	54,66
9,00	Magermilchpulver	1,00	51,24	29,89	6,40	7,47	0,00	4,00
4,50	WPC80	7,42	4,98	0,00	82,67	4,07	0,00	4,95
1,50	Zitronensäure 11%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00	89,00
6,00	Wasser	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
100,00	Mascarpone	32,02	7,11	4,01	4,58	1,19	0,17	51,10
				8,59				
	TS %	48,90						
	F.i.Tr. %	65,49						

Tabelle 85: Mascarpone mit 1.5% Gelatine

Anteile %		Fett %	Laktose %	Casein %	Molkenprotein %	Salze %	Säure %	Wasser %
91,00	Rahm	40,00	2,88	1,68	0,36	0,42	0,00	54,66
3,00	Magermilchpulver	1,00	51,24	29,89	6,40	7,47	0,00	4,00
3,00	WPC35	2,98	52,85	0,00	35,96	5,37	0,00	2,84
1,50	Zitronensäure 9%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	91,00
1,50	Gelatine	0,10	0,00	84,2		1,70	0,00	14,00
100	Mascarpone	36,53	5,74	2,43	1,60	0,77	0,14	51,52
				4,03				
	TS %	48,48						
	F.i.Tr. %	75,33						

Tabelle 86: Mascarpone mit 1,0% Gelatine

Anteile %		Fett %	Laktose %	Casein %	Molkenprotein %	Salze %	Säure %	Wasser %
91,5	Rahm	40,00	2,88	1,68	0,36	0,42	0,00	54,66
3,00	Magermilchpulver	1,00	51,24	29,89	6,40	7,47	0,00	4,00
3,00	WPC35	2,98	52,85	0,00	35,96	5,37	0,00	2,84
1,50	Zitronensäure 9%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	91,00
1,00	Gelatine	0,1	0,00	84,20		1,70	0,00	14,00
100	Mascarpone	36,72	5,76	2,43	1,60	0,77	0,14	51,72
				4,03				
	TS %	48,28						
	F.i.Tr. %	76,06						

9.2 Sensorische Prüfverfahren

Die Proben sind nacheinander zu verkosten und entsprechend der Prädikatsskala 9- 1 einzuordnen.
Die Beurteilung ist durch Ankreuzen (x) zu kennzeichnen.

1. Wie gefällt Ihnen der Geschmack der Mascarpone?

Note	Prädikat/Prüfungsnummer	Nr	Nr	Nr	Nr
9	Gefällt außerordentlich				
8	Gefällt sehr				
7	Gefällt einigermaßen				
6	Gefällt geringfügig				
5	Weder gefällt/missfällt				
4	Missfällt geringfügig				
3	Missfällt einigermaßen				
2	Missfällt sehr				
1	Missfällt außerordentlich				

2. Wie gefällt Ihnen die Textur der Mascarpone?

Note	Prädikat/Prüfungsnummer	Nr	Nr	Nr	Nr
9	Gefällt außerordentlich				
8	Gefällt sehr				
7	Gefällt einigermaßen				
6	Gefällt geringfügig				
5	Weder gefällt/missfällt				
4	Missfällt geringfügig				
3	Missfällt einigermaßen				
2	Missfällt sehr				
1	Missfällt außerordentlich				

3. Wie gefällt Ihnen die Mascarpone insgesamt?

Note	Prädikat/Prüfungsnummer	Nr	Nr	Nr	Nr
9	Gefällt außerordentlich				
8	Gefällt sehr				
7	Gefällt einigermaßen				
6	Gefällt geringfügig				
5	Weder gefällt/missfällt				
4	Missfällt geringfügig				
3	Missfällt einigermaßen				
2	Missfällt sehr				
1	Missfällt außerordentlich				

9.3 Beschreibung des standardisierten Koeffizienten

Tabelle 87: Standardisierte Koeffiziente von den Messwerten der Trockensubstanz

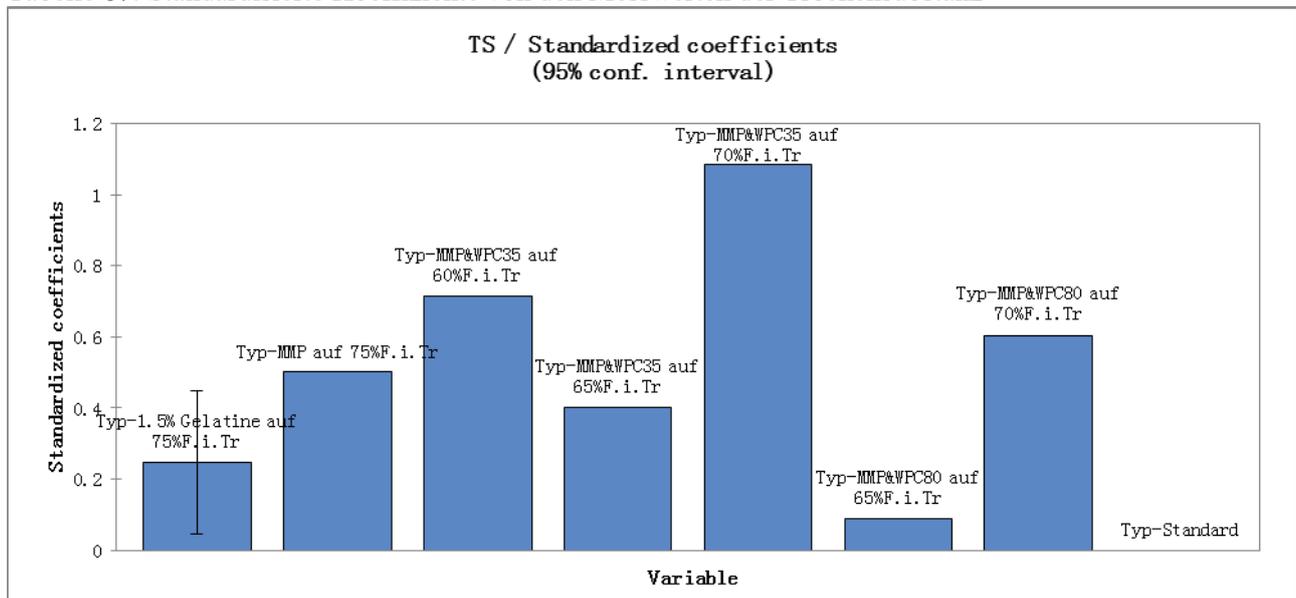


Tabelle 88: Standardisierte Koeffiziente von den Messwerten des Fettgehalts mit Van Gulik

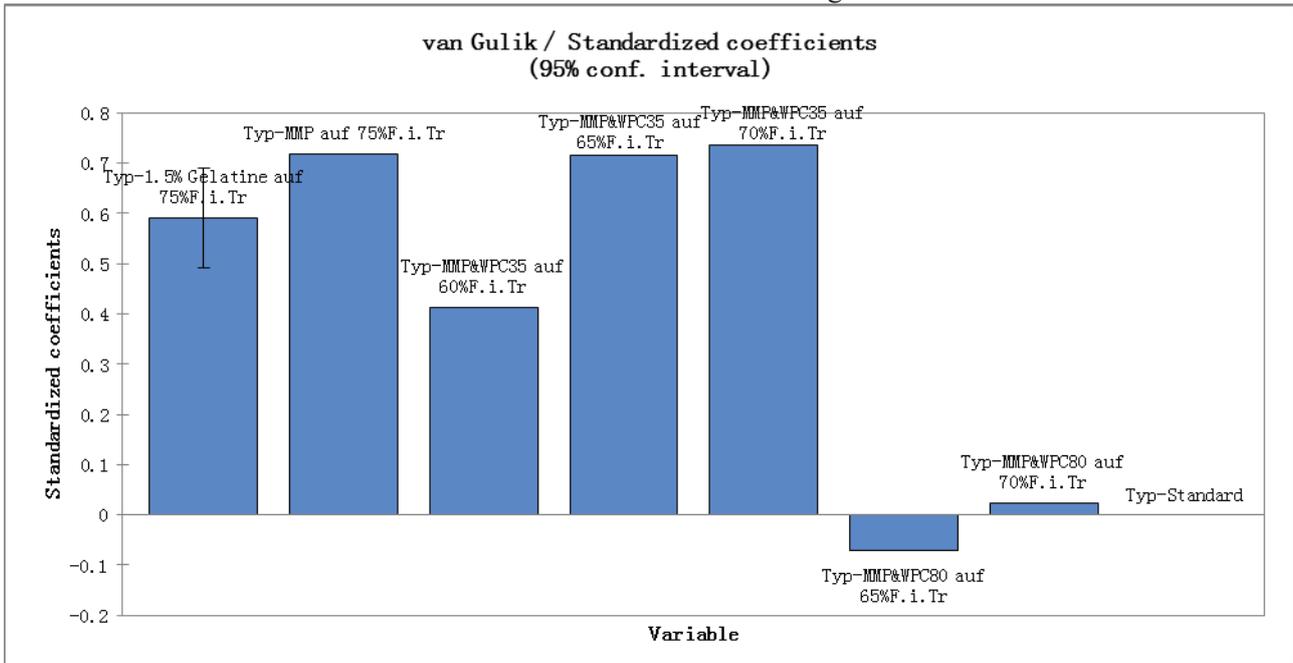


Tabelle 89: Standardisierte Koeffiziente mittels NIR

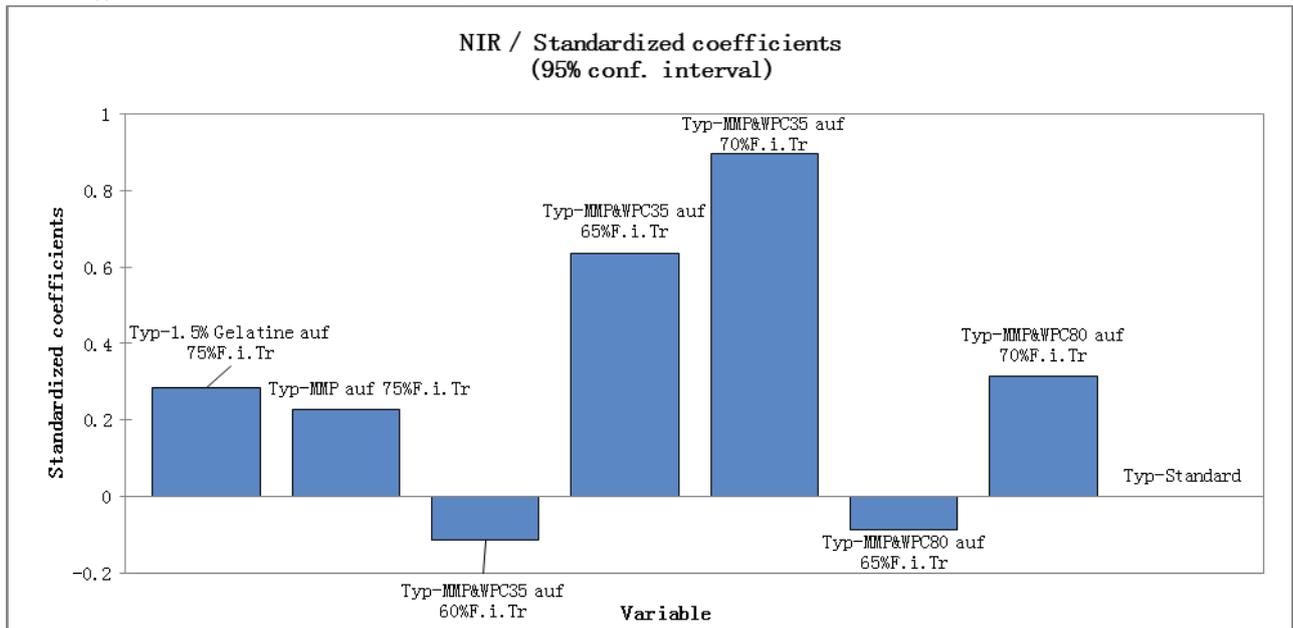


Tabelle 90: Standardisierte Koeffiziente von den Messwerten der Festigkeit

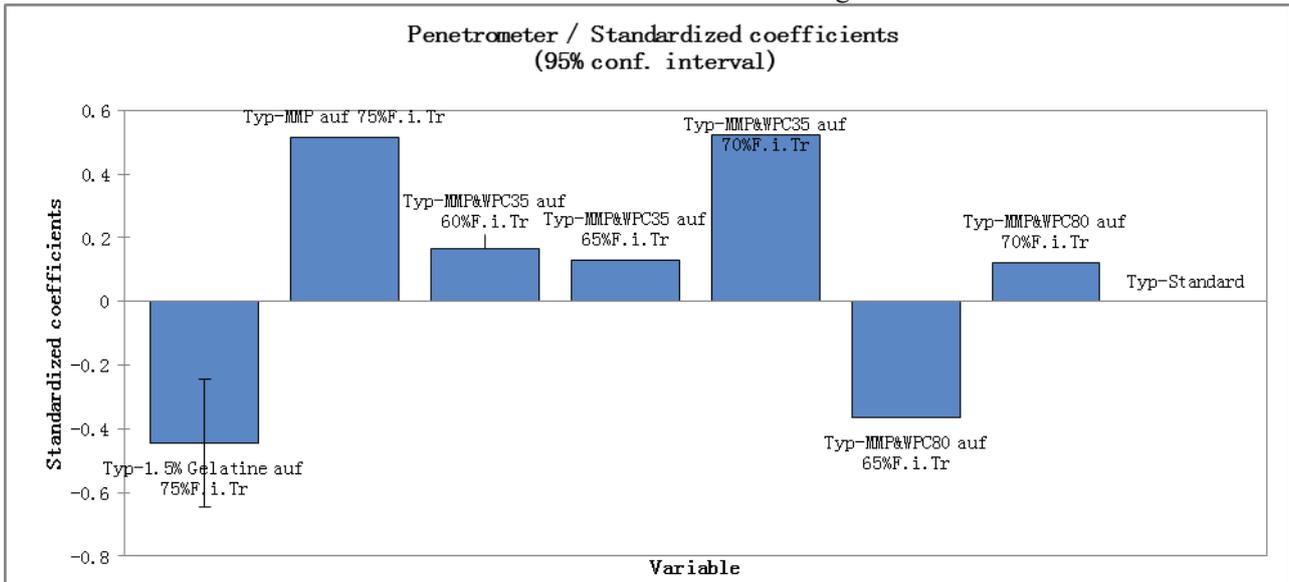


Tabelle 91: Standardisierte Koeffiziente von den Messwerten von Helligkeit

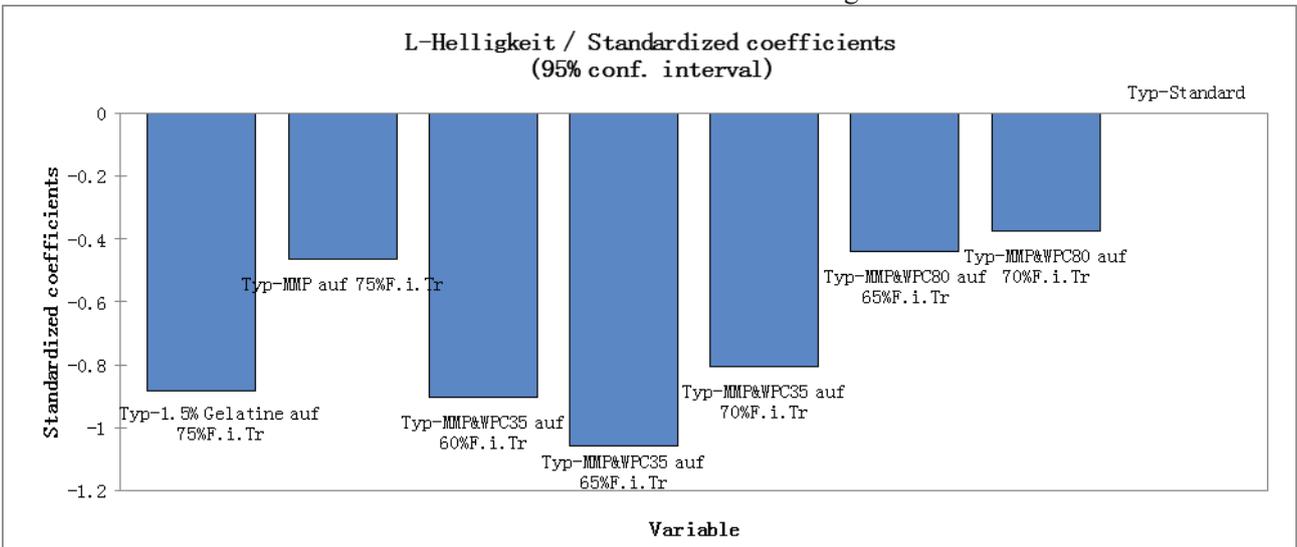


Tabelle 92: Standardisierte Koeffiziente von den Messwerten von a-Komponente

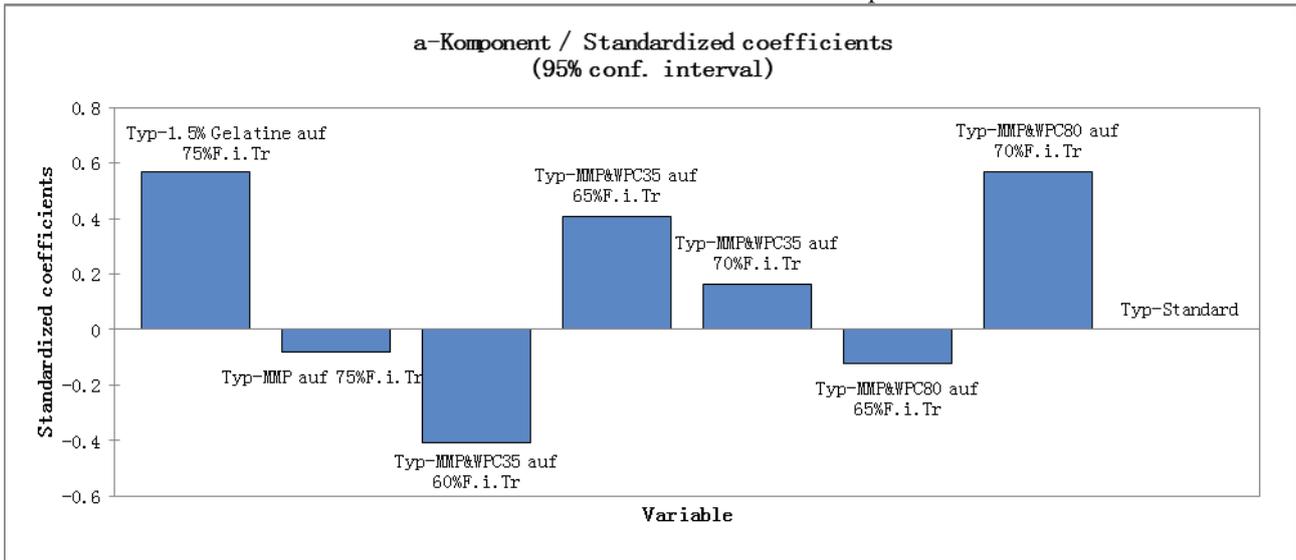
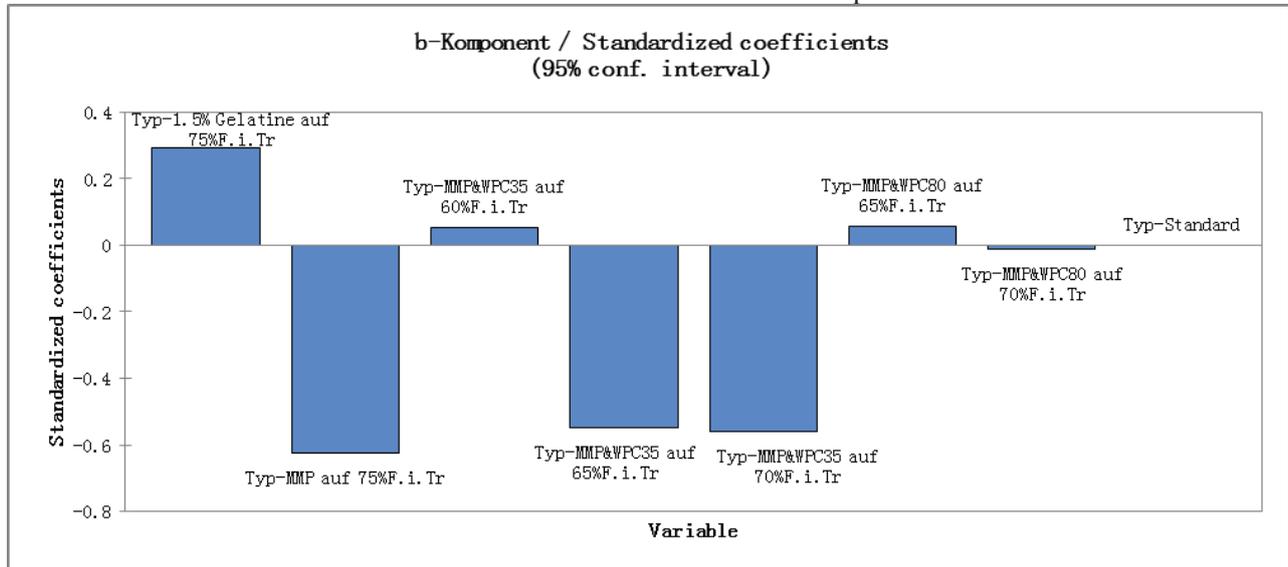


Tabelle 93: Standardisierte Koeffiziente von den Messwerte von a-Komponente



Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbst angefertigt und nur die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel für die Erstellung genutzt habe. Textstellen wurden durch die Benennung der Quelle gekennzeichnet. Ich erkläre weiterhin, dass die abgegebene digitale Version mit der eingereichten schriftlichen Arbeit übereinstimmt.