



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Einsatz von Pflanzenfasern in Lebensmitteln“

verfasst von / submitted by

Tina Ugrinovits, BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree
of

Master of Science (MSc)

Wien, 2016 / Vienna 2016

Studienkennzahl lt. Studienblatt / degree
programme code as it appears on the
student record sheet:

A 066 838

Studienrichtung lt. Studienblatt / degree
programme as it appears on the student
record sheet:

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreut von / Supervisor:

Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Friedrich Bauer

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ausschließlich unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst habe, als auch wörtliche oder sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe. Außerdem bestätige ich, diese Arbeit in keinsten Weise dieser oder einer anderen Prüfungsbehörde bereits vorgelegt zu haben.

Ort, Datum

Unterschrift

VORWORT

Hinter jeder Masterarbeit verbirgt sich nicht nur die Leistung des Einzelnen, sondern es steht ein ganzes Team dahinter. Deshalb möchte ich mich an dieser Stelle bei all jenen herzlich bedanken, die mich im Rahmen dieses Studiums begleitet haben.

Ich danke Herrn Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Friedrich Bauer, der mir bei der Themenfindung behilflich war als auch für die fachlich kompetente Unterstützung während der Bearbeitung.

Ein ganz besonders großer Dank gebührt meinen Eltern, die mir dieses Studium ermöglicht haben, die stets ein offenes Ohr für meine Sorgen hatten und mir in all meinen Entscheidungen bestärkend zur Seite gestanden sind. Egal wie tief das Tal war, ich konnte mich jederzeit auf sie verlassen. Danken möchte ich außerdem meinem Bruder, der in unseren Gesprächen stets die richtigen Worte fand, mich immer wieder motivierte und darüber hinaus mit vielen nützlichen Tipps versorgte.

INHALTSVERZEICHNIS

Tabellenverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
1. Einleitung und Fragestellung.....	1
1.1. Ausgangssituation	1
1.2. Fragestellung	3
1.3. Ziele und Nicht-Ziele	3
1.4. Aufbau der Arbeit.....	4
1.5. Vorgangsweise und Methode	5
2. Ballaststoffe	6
2.1. Rohfaser	6
2.2. Ballaststoffe	6
2.2.1. Arten	7
2.2.2. Vorkommen	8
2.2.3. Struktur	10
2.2.4. Analysemethoden	10
2.2.5. Eigenschaften	11
2.2.6. Physiologische Eigenschaften von Ballaststoffen	13
2.2.7. Empfohlene Zufuhr	16
2.2.8. Aktuelle Zufuhrmenge.....	17
2.2.9. Quellen und Ballaststoffgehalt ausgewählter Lebensmittel.....	18
2.3. Fasern	21
2.3.1. Arten von Fasern	21
2.3.2. Aufbau von Pflanzenfasern	21
2.3.3. Zusammensetzung eines Getreidekorns.....	22
2.3.4. Technologie und Herstellung von Fasern.....	23
2.3.5. Apfelfasern.....	24

2.3.6.	Technologische Zweckmäßigkeit von Nahrungsfasern	26
3.	Anwendung von Fasern in Lebensmitteln	27
3.1.	Fleisch und Fleischerzeugnisse	27
3.1.1.	Rindfleisch	27
3.1.2.	Schweinefleisch und Speck	28
3.1.3.	Formfleisch	28
3.1.4.	Fleischzubereitungen	29
3.1.5.	Faschiertes, Zubereitungen aus Faschiertem	29
3.2.	Fleischerzeugnisse	30
3.2.1.	Einsatz von Fasern in Brühwürsten	35
3.2.2.	Einsatz von Fasern in Fohwürsten	47
3.2.3.	Einsatz von Fasern in Fleischzubereitungen	50
3.3.	Milch und Milchprodukte	56
3.3.1.	Einsatz von Fasern in Milchprodukten	59
3.4.	Backerzeugnisse	64
3.4.1.	Einsatz von Fasern in Backwaren	67
4.	Lebensmittelrechtliche Beurteilung	74
5.	Schlussbetrachtung	77
6.	Zusammenfassung	80
7.	Abstract	81
8.	Literaturverzeichnis	82
9.	Lebenslauf	93

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Ballaststoffe: Gruppen und Vorkommen	9
Tabelle 2: Ballaststoffzusammensetzung ausgewählter Lebensmittel.....	9
Tabelle 3: Ballaststoffgehalt ausgewählter Lebensmittel.....	19
Tabelle 4: durchschnittlicher Fettgehalt in Rindfleisch.....	27
Tabelle 5: durchschnittlicher Fettgehalt in Schweinefleisch und Speck.....	28
Tabelle 6: Fettgehalt von Formfleisch	28
Tabelle 7: Fettgehalt von Fleischzubereitungen	29
Tabelle 8: Fettgehalt von Faschiertem	29
Tabelle 9: Übersicht Fleischerzeugnisse	34
Tabelle 10: Übersicht Fasern in Fleischprodukten	55
Tabelle 11: Fettgehalt Kuhmilch	56
Tabelle 12: Übersicht Milch und Milchprodukte	58
Tabelle 13: Übersicht Fasern in Milchprodukten	63
Tabelle 14: Übersicht Backerzeugnisse	66
Tabelle 15: Übersicht Fasern in Backwaren	73

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Wirkung von Ballaststoffen auf den Verdauungstrakt	14
Abbildung 2: Längsschnitt eines Weizenkorns	22
Abbildung 3: Weizenhalmfasern in 100facher Vergrößerung	24

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ADF	Acid Detergent Fibre
ADL	Acid Detergent Lignin
ALS	Arbeitskreis Lebensmittelchemischer Sachverständiger
ALTS	Arbeitskreis der Lebensmittelhygiene und der vom Tier stammenden Lebensmittel
CAB	Datenbank für Landwirtschaft, Lebensmittel, usw.
D-A-CH	Deutschland – Österreich – Schweiz
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
EG	Europäische Gemeinschaft
E-Nummer	Entwicklungsnummer
EU	Europäische Union
FOSHU	Foods for Specified Health Use
FSTA	Food Science and Technology Abstracts
g	Gramm
HDL	High Density Lipoprotein
HFHS	High Fat and High Starch
kcal	Kilokalorie = 4,186 kJ
KCl	Kaliumchlorid
kJ	Kilojoule = 0,001 MJ
LDL	Low Density Lipoprotein
LFHS	Low Fat and High Starch
LFLS	Low Fat and Low Starch
max	maximal
mind	mindestens
MJ	Megajoule = 1000 kJ
mM	molare Masse
NDF	Neutral Detergent Fibre
PAL	Physical Activity Level
PSFM	Pig Skin and Wheat Fiber Mixture
PYY	Peptide Tyrosine Tyrosine
TDF	Total Dietary Fiber
VO	Verordnung

1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

1.1. Ausgangssituation

Das Gesundheitsbewusstsein der Menschen drängt neben der Sicherheit der Nahrungsmittelversorgung immer mehr in den Vordergrund. Am Beginn des vorigen Jahrhunderts galt weitestgehend noch die Deckung des individuellen Nahrungsmittelbedarfs als oberste Priorität. Mit dem Anstieg des Einkommens und dem Aufschwung der Forschung und Entwicklung im Segment der Ernährung, verlagerte sich der Fokus immer mehr auf die spezifischen Eigenschaften und Funktionen der Lebensmittel und dem zu Folge auch auf die individuellen Auswirkungen der Nährstoffe auf den menschlichen Körper. Der Markt erkannte das steigende Interesse, wodurch sich funktionelle Lebensmittel immer mehr etablierten [WIDHALM, 2005].

Funktionelle Lebensmittel haben ihren Ursprung in Japan. Es wurden dabei spezielle Lebensmittel mit der Bezeichnung FOSHU (Foods for Specified Health Use) in den 1980er-Jahren auf den Markt gebracht. Diese hatten die Eigenschaft, spezifische Körperfunktionen zu protegieren [ELMADFA und LEITZMANN, 2015]. Im Gegensatz zu Japan, wo die Vermarktung von funktionellen Lebensmitteln mit keiner strengen Gesetzgebung konfrontiert ist, sieht die Gesetzeslage in der Europäischen Union deutlich kritischer aus. Aufgrund der immer größeren Produktvielfalt dieser speziellen Nahrungsmittel, ist eine Verschärfung und Eingrenzung der genannten Produkte durch strengere gesetzliche Regelungen notwendig geworden um Verbraucher vor vorsätzlicher Täuschung zu schützen [BALTES und MATISSEK, 2011].

Ballaststoffe zählen neben vielen anderen Nahrungsbestandteilen zu den funktionellen Lebensmittelinhaltsstoffen. Diese haben für den menschlichen Körper mannigfaltig positive ernährungsphysiologische Effekte [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

Pflanzenfasern haben, wie aus ihrem Namen bereits hervor geht, ihren Ursprung in pflanzlichen Lebensmitteln [ELLEUCH et al., 2011]. Unter Fasern werden

Bestandteile pflanzlicher Zellwände verstanden, die unlösliche Nahrungsbestandteile von Ballaststoffen darstellen und für menschliche Verdauungsenzyme unzugänglich sind [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

Pflanzenfasern kommen neben ihrer ernährungsphysiologischen Wirkungskomponente auch auf dem Gebiet der Lebensmittelindustrie zum Einsatz. Dabei spielt die unterschiedliche Faserlänge der unlöslichen Komponenten eine wichtige Rolle [SIEG, 2005b]. Der Einsatz von Pflanzenfasern in Fleischerzeugnissen, Molkereiprodukten, Backwaren und auch Süßwaren zieht eine Reihe lebensmittelrelevanter Funktionen nach sich. Eine solche Anwendung bewirkt eine Verbesserung der Lebensmitteltextur, trägt zu einer verbesserten Wasserbindung bei und führt sogar zu einer Kalorienreduzierung [SCHNEIDER, 2008]. Die Verwendung von unlöslichen Ballaststoffen führt weiters zu einer längeren Frischhaltung von Backwaren, einer positiven Beeinflussung der Struktur und Bruchfestigkeit als auch ihres Mundgefühls [GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER, 2011].

Da Ballaststoffe und damit auch Pflanzenfasern sowohl ernährungsphysiologisch als auch technologisch eingesetzt werden, ist eine lebensmittelrechtliche Einstufung bisher stets kontrovers diskutiert worden. Es bleibt die Frage, ob es sich dabei um einen Zusatzstoff oder Nicht-Zusatzstoff handelt [SIEG, 2005a]. Speziell bei der Anwendung von Weizenhalmfasern ist in jedem Produkt individuell zu überprüfen, ob deren Einsatz zur Erhöhung der Zufuhr von Ballaststoffen im Zuge der Ernährung beiträgt oder ob der technologische Einsatz im Lebensmittel dominiert [GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER, 2011].

1.2. Fragestellung

Der Einsatz von Fasern aus pflanzlichen Nahrungsmitteln stellt ein fortwährend populäreres Einsatzgebiet bei der Herstellung von Lebensmitteln dar.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Beantwortung der Fragestellung, welche Wirkungen Fasern auf die Eigenschaften der Produkte ausüben? Dabei wird insbesondere auf den Einsatz von Fasern in Fleischprodukten, Milchprodukten und Backwaren eingegangen.

1.3. Ziele und Nicht-Ziele

Der gegenwärtige Einsatzbereich von Fasern pflanzlicher Herkunft wird erfasst und beschrieben. Dabei soll sowohl auf ernährungsphysiologische Eigenschaften der Fasern bzw. unlöslichen Ballaststoffe eingegangen werden als auch die technologischen Funktionen ebendieser dokumentiert werden. Die Arbeit soll sich dabei nur auf den Einsatz von Ballaststoffen ohne E-Nummer beziehen. Die Spezialisierung erfolgt auf drei praktische Haupteinsatzbereiche von Fasern, nämlich Fleischprodukte, Milchprodukte und Backwaren. Dabei soll die Auswirkung der eingesetzten Fasern auf die Eigenschaften der Produkte erfasst werden. In Abhängigkeit der technologischen Veränderung des Lebensmittels ergeben sich möglicherweise Änderungen im Lebensmittel. Bei Feststellung dieser Modifikationen sollen diese dokumentiert und charakterisiert werden. Abschließend soll die rechtliche Kennzeichnung von Fasern als Zusatzstoff oder Nicht-Zusatzstoff beschrieben werden.

Keine Ziele dieser Arbeit sind Chemische Fasern, Textilfasern oder Holzfasern. Auch lösliche Ballaststoffe und Ballaststoffe mit einer E-Nummer werden hier nicht behandelt.

1.4. Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der Arbeit zeichnet sich durch allmähliches Heranführen an die wissenschaftliche Thematik, mit darauffolgend umfangreicher und zielgerichteter Beantwortung der dargelegten Forschungsfrage aus.

Um sich dem Hauptthema anzunähern, wird zu Beginn der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit auf die den Fasern zugeordnete Stoffgruppe, nämlich den Ballaststoffen näher eingegangen. Dieser Abschnitt befindet sich in Kapitel 2, wobei zunächst eine Begriffsdefinition der Ballaststoffe erfolgt. Diesem folgend werden Arten, Vorkommen, chemische Struktur, Analysemethoden, physiologische Eigenschaften als auch ernährungswissenschaftlich empfohlene Zufuhrmenge und Quellen der Ballaststoffe genauer erläutert.

Aufbauend auf diese Erkenntnis widmet sich Kapitel 2 des weiteren den unlöslichen Ballaststoffen, speziell den Pflanzenfasern. Es erfolgt eine Beschreibung der Herkunft, Herstellung und Technologie der Fasern, als auch des möglichen und bereits erfolgten Einsatzes in Lebensmitteln.

Auf Grundlage dieser Erläuterung befasst sich Kapitel 3 mit dem Kernthema der vorliegenden Arbeit. Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit den Auswirkungen der eingesetzten Fasern auf die Eigenschaften der daraus resultierenden Produkte. Insbesondere werden hier drei große Themenschwerpunkte für den praktischen Einsatz von Pflanzenfasern zum Ausdruck gebracht, wobei der Fokus auf Fleischprodukte, Milchprodukte und Backwaren gerichtet ist.

Wie Pflanzenfasern im aktuellen Rechtssystem einzuordnen sind und ob es sich dabei um einen Zusatzstoff oder Nicht-Zusatzstoff handelt, wird in Kapitel 4 charakterisiert.

Die wissenschaftliche Arbeit wird durch eine Zusammenfassung abgeschlossen.

1.5. Vorgangsweise und Methode

Die Forschungsfrage soll anhand einer theoretischen Literaturlarbeit erarbeitet werden.

Dabei wird anhand der vorhandenen Fachliteratur der aktuelle Stand der Forschung und Entwicklung in der Anwendung von Pflanzenfasern in Lebensmitteln identifiziert und dokumentiert. Als Fachliteratur dienen Lehrbuchtexte, Buchkapitel in Herausgeberwerken, Monografien, Veröffentlichungen in Fachzeitschriften, Poster, Studien und Überblicksartikel.

Für die Erarbeitung der Literaturlarbeit dienen Datenbanken von FSTA (Food Science and Technology Abstracts) von 1969 bis Juli 2016 als auch CAB von 1973 bis Juli 2016. Bei Fleischerzeugnissen werden dabei die englischen Suchbegriffe fibre, fiber, meat, sausage, frankfurter, ham, salami, patties, chicken nuggets, fat reduction und technology verwendet. Bei Milcherzeugnisse kommen die Suchbegriffe milk, dairy products, milk products, cheese, curd, yoghurt, quarg products, ice cream, fibre, fiber, dietary fibre und fat reduction zum Einsatz. Für Backerzeugnisse werden die Suchbegriffe bread, roll, bun, buscuit, toast, ciabatta, sandwich, donuts, croissants, cake, pie, pastries, bakery products, fibre, fiber, dietary fibre und fat reduction verwendet. Sämtliche Suchanfragen werden darüber hinaus mit "and" bzw. "or" kombiniert.

Aus den ermittelten Ergebnissen der Fachliteratur ergeben sich theoretische Schlussfolgerungen mit dem jeweiligen Bezug auf den praktischen Einsatz der Fasern in Lebensmitteln. Die Resultate der wissenschaftlichen Literaturlarbeit werden vom Autor abschließend zusammenfassend charakterisiert.

2. BALLASTSTOFFE

2.1. Rohfaser

Früher war allgemein von dem Begriff Rohfaser die Rede. Darunter wurden diejenigen nicht löslichen Reste von faserigen Strukturen verstanden, die bei chemischer Analyse nach dem Vorgang der Säureeinwirkung auf Nahrungsmittel zurück blieben. Im Laufe der Zeit erkannte man jedoch die weitreichenden positiven physiologischen Effekte der genannten Rohfasern, wodurch sich deren Definition und Bezeichnung geändert hat. Der Begriff Ballaststoffe ist nun ubiquitär vorhanden [MATISSEK und BALTES, 2016].

2.2. Ballaststoffe

Ballaststoffe werden laut der aktuellen EU-VO 1169/2011 des Europäischen Parlaments vom 25.10.2011 im Anhang I als Kohlenhydratpolymere definiert, welche weder der Verdauung noch der Absorption des menschlichen Dünndarms unterliegen. Es wird dabei zwischen essbaren und essbar synthetischen Kohlenhydratpolymeren unterschieden. Die essbare Form kommt entweder in natürlicher Weise vor oder wird aus Lebensmittelrohstoffen gewonnen. Synthetische aber dennoch essbare Kohlenhydratpolymere besitzen ebenso eine nachweislich positive physiologische Wirkung [VO (EU) 1169/2011].

In wissenschaftlichen Publikationen und Fachzeitschriften werden Ballaststoffe als Bestandteile von Zellwänden pflanzlicher Lebensmittel bezeichnet, die einerseits als Verpackungsmaterial und andererseits als Gerüstsubstanz der Pflanzen fungieren. Im deutschen Sprachraum wird der Begriff Nahrungsfasern verwendet, während man im englischsprachigen Raum von Dietary Fiber spricht. Als überaus neuartige Bezeichnung dient der Ausdruck Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP). Der Mensch ist durch seine Verdauungsenzyme nicht in der Lage, bestimmte Ballaststoffe abzubauen [ELMADFA, 2004].

Entgegen früherer Annahmen, dass Ballaststoffe nicht metabolisiert werden können und unverändert ausgeschieden werden, ist heute bekannt, dass einzelne Ballaststoffe im Kolon als Fermentationssubstanz den Bakterien dienen. Zur Fermentation sind vor allem lösliche Ballaststoffe, nicht metabolisierbare Oligosaccharide und resistente Stärke geeignet. Durch diese mikrobielle Fermentation entstehen kurzkettige Fettsäuren. Nahrungsmittel aus pflanzlicher Herkunft beinhalten des weiteren Bestandteile mit physiologischer Wirkung. Dazu zählt beispielsweise resistente Stärke, deren Verwertung vergleichbare Attribute aufweist wie Ballaststoffe. Bei resistenter Stärke unterscheidet man zwischen drei Typen, nämlich unzugängliche Stärke für Verdauungsenzyme des menschlichen Körpers, native amyloseiche Stärke, die nicht abbaubar ist und beispielsweise in rohen Kartoffeln vorkommt und schließlich die sogenannte retrograde Stärke. Diese entsteht bei Abkühlung durch Kristallbildung nach dem Erhitzen, zum Beispiel in gekochten Kartoffeln oder Brot [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

Als man die positive Wirkung der Ballaststoffe bzw. Rohfasern im Bereich der Tierernährung erkannte, kam es allmählich ebenso zu vermehrter Fütterung von faserreichen Futtermitteln. Fasern stellen sicher, dass die Darmmotorik der Tiere aufrecht erhalten bleibt und so Enddarmbakterien mit fermentierbaren Nährstoffen versorgt werden. In diesem Sinn wird der Begriff „Rohfaser“ durch die Unterteilung in ADL (acid detergent lignin), ADF (acid detergent fibre) und NDF (neutral detergent fibre) ersetzt. Die Bezeichnungen beziehen sich dabei auf die unterschiedlichen Gerüstsubstanzen. NDF umschließt Zellulose, Hemizellulose und Lignin, während ADF nur Zellulose und Lignin umfasst [WEBER, 2011]. Durch die Gliederung in ADF und NDF wird außerdem eine Unterscheidung in säurelösliche und säurestabile Fasern möglich [SWISSGENETICS, 2016].

2.2.1. Arten

Viele physiologische Funktionen von Ballaststoffen sind auf die Wechselwirkung mit Wasser zurückzuführen. Aufgrund dessen werden Ballaststoffe in zwei Gruppen unterteilt, nämlich in wasserlösliche und wasserunlösliche Ballaststoffe. Die in Wasser löslichen Ballaststoffe werden Quellstoffe genannt. Hierzu gehören Pektin als auch Pflanzengummis, welche Gele ausbilden können. Als Füllstoffe

werden wasserunlösliche Ballaststoffe bezeichnet. Bei einem hohen Gehalt an Zellulose können diese Dispersionen bewirken [BALTES und MATISSEK, 2011].

2.2.2. Vorkommen

Quellstoffe sind in der Lage Wasser zu binden, sodass im Magen das Volumen der zugeführten Nahrung erhöht wird und es in Folge dessen zu einer längeren Sättigung, als auch zu einer Anregung der Darmperistaltik kommt. Quellstoffe verlieren nach ihre Verdauung wieder an Volumen. Zellulose, Hemizellulose und Lignin, welche zu den Füllstoffen gezählt werden und in pflanzlichen Zellwänden vorkommen, behalten ihr hohes Volumen und können dadurch in den tiefsten Darmabschnitten, die Verdauungstätigkeit anregen [ELMADFA, 2004].

Die nachfolgende Tabelle 1 stellt einen Überblick über die einzelnen Ballaststoffgruppen und deren Vorkommen dar:

LÖSLICHKEIT	BALLASTSTOFFGRUPPEN	VORKOMMEN
unlösliche Ballaststoffe (Füllstoffe)	Zellulose	pflanzliche Gerüstsubstanz, Obst, Gemüse
	Hemizellulose	Endosperm von Hafer und Gerste, Membranbestandteil in Obst, Gemüse, Kaffee
	Lignin	verholzte Teile pflanzlicher Zellwände
lösliche Ballaststoffe (Quellstoffe)	PFLANZENEXTRAKTE	Extrakte aus Zellwänden in
	• Pektin	Zitrusfrüchten, Apfeltrestern, u.a.
	PFLANZENEXTRUDATE	Exsudate des Stammes von
	• Gummi arabicum	Akazien- bzw. Astragalus-Arten
	• Traganth	
	SAMENSCHLEIME	Endosperm des Samens vom
	• Johannisbrotkernmehl	Johannisbrotkernbaum
	• Guarkernmehl (Guaran)	Endosperm der Guarbohne
	• Leinsamenschleim	Extrakt aus der Samenschale von Leinsamen
	• Psyllium	Samenschale von Plantago-Arten
	MEERESALGENEXTRAKTE	Extrakte aus Zellwänden in
	• Alginsäure	Braunalgen
	• Agar	Rotalgen

LÖSLICHKEIT	BALLASTSTOFFGRUPPEN	VORKOMMEN
lösliche Ballaststoffe (Quellstoffe)	• Carrageen	Rotalgen
	ZELLULOSEDERIVATE	synthetische Hydrokolloide auf Basis der wasserunlöslichen Zellulose
	• Methylzellulose	
	• Karboxymethylzellulose	
	• Ethylzellulose	
	• mikrokristalline Zellulose	

Tabelle 1: Ballaststoffe: Gruppen und Vorkommen (mod. nach [LEITZMANN et al., 2009])

Alle unverarbeiteten pflanzlichen Nahrungsmittel enthalten Ballaststoffe. Der Anteil ist dabei aufgrund klimatischer, als auch biologischer Faktoren individuell unterschiedlich. Sorte und Alter sind hier gleichermaßen abhängig wie die Wachstumsbedingungen in den Böden. Für den Menschen ist das Vorkommen von Zellulose, Hemizellulose, Pektin als auch Lignin am Meisten von Bedeutung. Diese Bestandteile liegen in der Pflanze gebunden vor. Reich an Ballaststoffen sind Lebensmittel wie Gemüse, hier vor allem Kohlarten, Obst und besonders Trockenfrüchte, Vollkorngetreide, Leguminosen und Kartoffeln. Je nach Pflanzenteil und Pflanzenart variiert die Menge der einzelnen Ballaststoffanteile. Getreide enthält im Gegensatz zu Obst und Gemüse einen hohen Anteil an Hemizellulosen und nur sehr geringe Mengen an Pektin. Obst und Gemüse hingegen enthalten viel Zellulose und Pektin, jedoch in Relation zu Getreide sehr wenige Hemizellulosen. Junge grüne Pflanzen enthalten wenig Lignin, welches bei reifen Samen, wie Getreidekörnern enorm ansteigt [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

Die nachfolgende Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die prozentuelle Ballaststoffzusammensetzung einzelner ausgewählter Lebensmittel:

LEBENSMITTEL	LIGNIN (%)	ZELLULOSE (%)	HEMIZELLULOSE (%)	PEKTIN (%)
Roggenkorn	4	10	80	6
Weizenkorn	4	16	74	6
Weißkohl	2	32	29	37
Apfel	---	47	23	30
Erdbeere	19	28	23	30
Johannisbeere	20	24	40	16

Tabelle 2: Ballaststoffzusammensetzung ausgewählter Lebensmittel, bezogen auf 100g Gesamtballaststoffe (mod. nach [ELMADFA und LEITZMANN, 2015])

2.2.3. Struktur

Ballaststoffe bestehen aus Monosacchariden wie Glucose, Arabinose, Fructose und Ribose. Lignin zeichnet sich darüber hinaus durch die Anwesenheit von kohlenhydratunabhängigen Strukturen aus. In der Natur tritt Zellulose am häufigsten auf, welche sich überwiegend aus Glucose zusammensetzt. Die Glucoseeinheiten der Zellulose sind durch eine β -1,4-Bindung verknüpft. Genau diese Verbindung lässt die Ausbildung von langen und geraden Ketten zu, welche den Einsatz als Faserstoff ermöglicht. Säugetiere, wie auch der Mensch sind aufgrund bestimmter fehlender Enzyme, der sogenannten Zellulasen, nicht befähigt Pflanzenfasern und Holz zu verdauen. Wiederkäuer besitzen in ihrem Verdauungstrakt hingegen Bakterien, die in der Lage sind β -1,4-spaltende Enzyme zu bilden. Aufgrund dessen sind diese Tiere auch befähigt Stroh und holzhaltige Pflanzenteile zu verdauen. Weizen- und Roggenballaststoffe bestehen vorwiegend aus Hemizellulosen. Dies sind unlösliche Ballaststoffe, zeichnen sich jedoch durch ihre vergleichsweise kürzeren und verzweigten Ketten, die sowohl in saurem als auch alkalischem Milieu löslich sind, aus [BIESALSKI und GRIMM, 2007a].

Pektine, Schleime und Gummis zählen zu den natürlichen Quellstoffen. Der Hauptbestandteil von Pektin ist Galacturonsäure mit eingebauten Rhamnosegruppen. In den Seitenketten befindet sich sowohl Arabinose als auch Galaktose. Lignin stellt eine Ausnahme dar, da es sich hierbei nicht um ein Kohlenhydrat handelt, sondern um das Kondensationsprodukt des Coniferylalkohols [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

2.2.4. Analysemethoden

Um eine analytische Bestimmung der Ballaststoffe durchzuführen, gibt es zahlreiche Methoden, die angewendet werden können. Analysemethoden für Ballaststoffe können in zwei große Gruppen unterteilt werden, nämlich in chemische und gravimetrische Analysen. Die chemischen Komponentenganalysen stellen dabei eine aufwendigere Methode dar und ermöglichen die Berechnung des Gesamtballaststoffgehalts (total dietary fiber, TDF). Die Menge an Lignin wird

dabei einzeln geschätzt und zum Gesamtballaststoffgehalt addiert. Gravimetrische Analysen werden in der Routinearbeit eingesetzt, da diese Methode einfacher und weniger zeitaufwendig ist. Dabei wird jedoch nur der Gesamtballaststoffgehalt geschätzt, ohne dabei auf die Menge an löslichen und unlöslichen Ballaststoffen einzugehen. Bei der chemischen Analyse, nach *Englyst* oder *Theander und Aman*, wird eine Hydrolyse der Ballaststoffe durch Anwendung einer sehr starken Säure durchgeführt. Desweiteren erfolgt eine mengenmäßige Bestimmung der Monosaccharide. Neutrale Zucker werden über eine Gaschromatografie bestimmt, während saure Zucker kolorimetrisch erfasst werden. Früher galt die *Weender-Analyse* als Anwendung der ersten Wahl unter den gravimetrischen Analysemethoden für die Erhebung des Rohfaseranteils von Nahrungsmitteln. Da hier lediglich ein Teil des tatsächlichen Ballaststoffgehalts angegeben werden kann, ist die ADF-Methode (acid detergent fiber) und eine Variante der NDF-Methode (neutral detergent fiber) für eine Rohfaserbestimmung vorteilhafter. Hier besteht jedoch nur die Möglichkeit für die Ermittlung der Hauptbestandteile, nämlich Hemizellulose, Zellulose und Lignin. Unter den gravimetrischen Analyseverfahren gibt es darüber hinaus noch die Möglichkeit einer enzymatischen Analysemethode. Unverdauliche Bestandteile können anhand dieser Methodik genauere Werte liefern und sind für die Lebensmittelkennzeichnung von exorbitanter Bedeutung. Die Durchführung dieses Verfahrens ist jedoch äußerst aufwendig [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

2.2.5. Eigenschaften

Ballaststoffe verfügen über eine Vielzahl an positiven Wirkungen. Die bedeutendsten Funktionen stellen dabei einerseits ein erhöhtes Sättigungsgefühl, als auch andererseits die Viskosität des Speisebreis dar. Weiters haben Ballaststoffe großen Einfluss auf das Wasserbindungs- und Quellvermögen, das Bindungsvermögen für Gallensäuren und die Bereitschaft der Fermentation [SCHULZE-LOHMANN, 2012].

2.2.5.1. Viskosität

Die Viskosität des Speisebreis ist abhängig von der chemischen Struktur einer Verbindung in Ballaststoffen. Stoffe wie Agar, Pektine oder β -Glucane sind in der Lage hoch viskose Lösungen herzustellen [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

2.2.5.2. Wasserbindungsvermögen

Der Anteil an Polysacchariden in Ballaststoffen ist verantwortlich für die Wasserbindungskapazität als auch für deren Quellfähigkeit. In Anwesenheit von Wasser werden Gele oder kolloidale Lösungen gebildet. Die Kapazität der Wasserbindung ist abhängig davon, ob es sich um lösliche oder unlösliche Ballaststoffe handelt. Zellulose und Lignin, die zu den unlöslichen Ballaststoffen gezählt werden, haben ein weit geringeres Wasserbindungsvermögen als die Gruppe der löslichen Ballaststoffe in die beispielsweise Pektin, bestimmte Hemizellulosen und β -Glucane fallen. Mechanische und physikalische Einflüsse, wie Kochen, Schneiden oder Zerkleinern der Nahrungsmittel führen ebenfalls zu einer Veränderung der Wasserbindungskapazität. Durch die Quellfähigkeit von Ballaststoffen, kommt es zu einer Volumenvergrößerung des Speisebreis [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

2.2.5.3. Bindungsvermögen von Gallensäuren

Früher nahm man an, dass die Bindung von freien Gallensäuren und Ballaststoffen aufgrund des Lignins erfolgte. Heute schreibt man diese Eigenschaft dem Pektin als führende Gruppe zu. Das Bindungsvermögen der Gallensäure sinkt, je basischer der pH-Wert ist und ist begünstigt, je weiter im sauren Bereich der pH-Wert liegt. Diese Bindung macht es möglich, dass Gallensäuren dem enterohepatischen Kreislauf entgehen. Pektin, Lignin und Guar binden am meisten, gefolgt von Weizenkleie, welche jedoch bereits weniger Bindungskapazität besitzt. Das geringste Bindungsvermögen hat demzufolge Zellulose [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

2.2.5.4. Fermentierbarkeit

Ballaststoffe haben die Eigenschaft, von den Verdauungsenzymen des menschlichen Gastrointestinaltrakts nicht abgebaut werden zu können. Im humanen Dickdarm ist eine Bakterienflora angesiedelt, welche in der Lage ist, Ballaststoffe in heterogenem Ausmaß fermentieren zu können. Jene Ballaststoffe, die isoliert, das heißt nicht im Lebensmittelverband vorkommen, werden schneller fermentiert. Einige lösliche Ballaststoffe (wie Xanthan, Methylzellulose, Psyllium) können nicht oder nur unvollständig fermentiert werden. Unlösliche Ballaststoffe (wie Zellulose) werden bakteriell hingegen nahezu nicht abgebaut [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

2.2.6. Physiologische Eigenschaften von Ballaststoffen

Ballaststoffe haben für den menschlichen Körper vielfältige positive Eigenschaften. Sie verfügen über einen hohen Gehalt an Kalium, ungesättigten Fettsäuren und ein hohes Volumen. Ballaststoffreiche Kostformen zeichnen sich außerdem durch eine niedrige Energiedichte, einen geringen Zucker-, als auch Salzgehalt aus. Der Anteil an Cholesterin und gesättigten Fettsäuren bewegt sich ebenso im niedrigen Bereich. Bei der Zufuhr von Ballaststoffen verlängert sich die Kautätigkeit, wobei es gleichzeitig zu einer gesteigerten Speichel- und Magensaftsekretion kommt. In Folge einer längeren Verweildauer der Nahrung im Magen, kommt es zu einem längeren Sättigungsgefühl. Der Darm reagiert mit einer gesteigerten Peristaltik, welche eine verminderte Transitzeit im Dickdarm bewirkt und somit potentielle Kanzerogene viel kürzer auf die Darmschleimhaut einwirken können [ELMADFA, 2004].

Ballaststoffe spielen auch eine bedeutende Rolle bei der Vorbeugung und Behandlung einiger häufig auftretender Erkrankungen des Menschen, wie Diabetes mellitus, Obstipation, Kolonkarzinom, Lipidstoffwechselerkrankungen oder auch Divertikulose [BIESALSKI und GRIMM, 2007a].

Neben den zahlreichen positiven Funktionen, haben Ballaststoffe zugleich auch potentiell negative Eigenschaften. Phytinsäure ist ein Bestandteil der Ballaststoffe.

Diese Säure ist in der Lage Kationen, wie Eisen-, Magnesium- oder Calciumionen zu binden und sie der Absorption zu entziehen. Ein weiterer negativer Aspekt, der bei übermäßiger Ballaststoff- und zugleich niedriger Flüssigkeitszufuhr beachtet werden muss, ist, dass daraus eine negative Flüssigkeitsbilanz mit all seinen gesundheitlichen Folgen resultieren kann [ELMADFA, 2004].

Die nachfolgende Abbildung 1 soll nochmals die Wirkung von Ballaststoffen auf den menschlichen Verdauungstrakt visuell veranschaulichen:

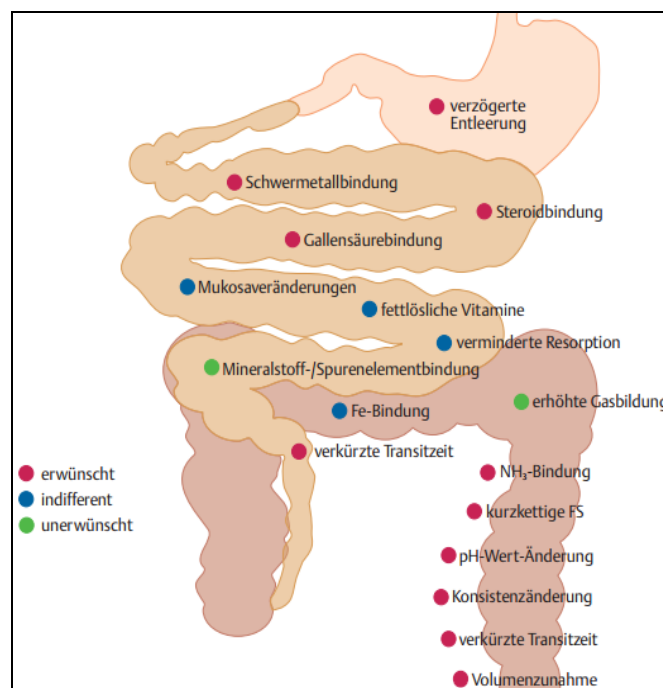


Abbildung 1: Wirkung von Ballaststoffen auf den Verdauungstrakt (mod. nach [BIESALSKI und GRIMM, 2011])

2.2.6.1. Einfluss auf das Sättigungsgefühl

Bei Konsum ballaststoffreicher Lebensmittel ist aufgrund der Faserstruktur ein intensives und längeres Kauen notwendig. Dies führt gleichermaßen zu einer erhöhten Speichelsekretion. Aufgrund der längeren Verweildauer des ballaststoffreichen Nahrungsbreis im Magen, kommt es zu einer verlängerten Einwirkung des Speichels und in Folge dessen zu einer vermehrten Magensaftseznierung. Natürliche Hungersignale werden herabgesetzt und einer übermäßigen Nahrungsaufnahme dadurch entgegen gewirkt. Die Ausschüttung von Ghrelin, Cholezystokinin und PYY (peptide tyrosine tyrosine), welche zu den

gastrointestinalen Hormonen zählen und für das Sättigungsgefühl verantwortlich sind, werden durch Ballaststoffe reguliert [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

2.2.6.2. Einfluss auf den Gastrointestinaltrakt

Die Funktion des Kolons kann durch die Aufnahme von Ballaststoffen mit der Nahrung beeinflusst werden. Es kann dabei zu einer kürzeren Transitzeit, Fäzesverdünnung, Erhöhung des Stuhlgewichts und einer Änderung der Häufigkeit der Ausscheidung kommen. Außerdem können daraus für Darmbakterien günstigere Wachstumsbedingungen resultieren. Die Transitzeit der Fäzes steht in enger Beziehung mit dem Stuhlgewicht. Die Passagezeit verzögert sich umso mehr, je geringer das Stuhlgewicht ausfällt. Da diese Beziehung jedoch nicht linear ist, ist die Zeitspanne bis zur Ausscheidung mit ansteigendem Stuhlgewicht gleichermaßen verringert. Ausschlaggebend für die Erhöhung des Stuhlgewichts sind vor allem unlösliche Ballaststoffe, wie beispielsweise Weizenkleie, welche das Gewicht durch den Anteil an nicht verdaulichem Darminhalt am meisten erhöht. Ein gesteigertes Fäzesgewicht wird weiters mit einer Zunahme der mikrobiellen Zellmasse assoziiert. Obst, Gemüse, Schleimstoffe und Gummis führen vergleichsweise nur zu einem schwachen Anstieg des Stuhlgewichts. Bei Pektin und Leguminosen sind beinahe keine Auswirkungen auf die Fäzesmenge feststellbar. Die gastrointestinale Transitzeit wird auch durch einen sauren pH-Wert und weniger gut absorbierbare kurzkettige Fettsäuren beeinflusst [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

2.2.6.3. Einfluss auf den Cholesterinspiegel

Lösliche Ballaststoffe, die isoliert verabreicht wurden, haben in etlichen klinischen Studien den Plasmacholesterinspiegel nachweislich gesenkt. Ballaststoffreiche Nahrungsmittel, die reich an löslichen Komponenten sind, wie Obst, Gemüse, Haferkleie, Leguminosen und Gerste, haben sogar eine Reduktion des Cholesterinspiegels um 5-10% bewirkt. Vereinzelt wurde sogar eine Verminderung von bis zu 25% erreicht. Der Anteil an HDL-Cholesterin blieb nahezu unverändert, während sich die Reduktion hauptsächlich auf das LDL-Cholesterin bezog. In der Gruppe der unlöslichen Ballaststoffe, wie Weizenkleie, Zellulose und Lignin konnte

kein Einfluss auf den Cholesterinspiegel festgestellt werden. Über die Ursache der Cholesterinreduktion gibt es verschiedene Hypothesen. Eine Theorie geht dabei der Annahme nach, dass eine gesteigerte Umwandlung des Cholesterins in Gallensäure dafür verantwortlich sein kann. Begründet wird dies dadurch, dass aufgrund der Ballaststoffzufuhr, es zu einer höheren Gallensäureausscheidung kommt und dies wiederum eine gesteigerte Gallensäuresynthese bewirkt, welche den Grund der verstärkten Umwandlung von Cholesterin in Gallensäure darstellt. Wenn die Verluste durch die Cholesterinneusynthese nicht ausgeglichen werden können, hat dies eine Reduktion des Cholesterinspiegels zur Folge. Eine weitere Theorie besagt, dass eine hemmende Wirkung von kurzkettigen Fettsäuren auf die hepatische Cholesterinsynthese ausgeht. Außerdem wurde bei Ernährungsformen, die einen hohen Gehalt an komplexen Kohlenhydraten aufwiesen festgestellt, dass dabei die Fettsäuresynthese unterdrückt abläuft [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

2.2.6.4. Einfluss auf Glucose und Insulin

Der Konsum von Lebensmitteln die lösliche Ballaststoffe enthalten, führt zu einer verminderten Glukose- als auch Insulinantwort. Diese Wirkung wurde sowohl bei Diabetikern als auch bei gesunden Personen festgestellt. Der Effekt wird auf eine längere Verweildauer des Nahrungsbreis im Magen, eine verzögerte Stärkeverdauung und Absorption, sowie auf den visköseren Nahrungsbrei zurückgeführt. Ballaststoffreiche Lebensmittel haben dabei einen weitaus höheren Einfluss als eine isolierte Ballaststoffzufuhr mittels Supplementen, da die Verdauungsenzyme die natürliche Barriere der Kleiehüllen und Pflanzenzellwände nicht überwinden können und somit die Verwendbarkeit der Kohlenhydrate herabsetzen [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

2.2.7. Empfohlene Zufuhr

Für die Menge der täglichen Ballaststoffzufuhr wurden als Referenzwerte, sogenannte Richtwerte definiert. Laut DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) ergibt sich dabei für Erwachsene im Alter zwischen 25 – 51 Jahre, bei einer

Tagesenergiezufuhr von 1800kcal (Frauen) bzw. 2300kcal (Männer), eine Mindestballaststoffzufuhr von 30g pro Tag. Bei einem PAL von 1,4 macht dies bei Frauen 3,9g/MJ (=16,7g/1000kcal) bzw. bei Männern in 3,1g/MJ (=13,0g/1000kcal) aus [DGE, 2016].

Viele Zivilisationskrankheiten werden in Verbindung mit ballaststoffarmer Ernährung gebracht. Ein Zuviel an Energie wird heutzutage mit zucker-, protein- und fettreichen Speisen aufgenommen und somit bedeutende Nährstoffe in gleicher Weise dem Körper vorenthalten. Dabei können gerade Ballaststoffe, Erkrankungen wie Karies, Adipositas und Obstipation entgegenwirken. Seit der verminderten Ballaststoffzufuhr durch die Nahrungsaufnahme, ist ein Anstieg von Krankheiten, die das Herzkreislaufsystem betreffen zu bemerken. Auch die Inzidenz von Diabetes, Divertikulose, Gallen- und Nierensteine und Karzinome des Verdauungstraktes ist gestiegen [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

2.2.8. Aktuelle Zufuhrmenge

Laut dem aktuellen Österreichischen Ernährungsbericht 2012, liegt die Ballaststoffaufnahme der österreichischen Bevölkerung weit unter dem Referenzwert. In allen Altersklassen als auch Geschlechtern wird die empfohlene Zufuhr von mindestens 30g Ballaststoffe pro Tag nicht erreicht. Der Referenzwert wurde jedoch nur für Erwachsene definiert. Weiters zeigt sich bei Schulkindern im Alter zwischen 7 – 14 Jahre und auch innerhalb Österreichs ein West-Ost-Gefälle, wobei im Osten Österreichs weniger Ballaststoffe aufgenommen werden. In der Altersklasse der 25 – 50 Jährigen sind zwischen den beiden Geschlechtern ebenso Unterschiede zu bemerken. Frauen nehmen nach dem Österreichischen Ernährungsbericht 2012, demnach 22g/Tag an Ballaststoffen zu sich, während Männer 20g/Tag konsumieren. Sowohl Frauen als auch Männer erreichen somit die minimale Zufuhrmenge an Ballaststoffen nicht. Bei Seniorinnen und Senioren im Alter zwischen 65 – 80 Jahre sieht die Situation ähnlich aus. Seniorinnen kommen dabei auf eine Ballaststoffaufnahme von 19g/Tag, während Senioren 20g Ballaststoffe pro Tag zu sich nehmen. Gerade im fortgeschrittenen Alter ist eine ausreichende Zufuhr an Ballaststoffen von enormer Bedeutung, da es hier des Öfteren zu Verdauungsproblemen kommt. Durch ausreichende Ballaststoffzufuhr

können Darmbeschwerden wie Obstipation verhindert werden [ÖSTERREICHISCHER ERNÄHRUNGSBERICHT, 2012].

Gegenüber dem Österreichischen Ernährungsbericht 2008 ist ein geringfügiger, aber dennoch nicht als signifikant zu bewertender Anstieg der Ballaststoffzufuhr zu bemerken. Demnach werden im aktuellen Ernährungsbericht 2012 in den jeweiligen Altersklassen und Geschlechtern, von um 1g pro Tag bis maximal 2g pro Tag mehr an Ballaststoffen berichtet [ÖSTERREICHISCHER ERNÄHRUNGSBERICHT, 2008].

Da für Säuglinge und Kleinkinder keine Richtwerte für eine ausreichende Ballaststoffzufuhr definiert werden, scheint dennoch eine Aufnahme von 10g/1000kcal, nach Erreichen des 1. Lebensjahres denkbar. Erwachsene können ihren Tagesbedarf an Ballaststoffen bereits mit 200g Vollkornprodukten und 125g Hülsenfrüchten decken [ELMADFA und LEITZMANN, 2015].

2.2.9. Quellen und Ballaststoffgehalt ausgewählter Lebensmittel

Für die menschliche Ernährung sind Ballaststoffe aus pflanzlichen Lebensmitteln von besonderer Bedeutung. Der Gehalt im jeweiligen Nahrungsmittel ist abhängig von der Verarbeitung als auch Alter, Wachstumsphase und Sorte der einzelnen Pflanze. Hauptaufnahmekquellen der Ballaststoffe sind Hülsenfrüchte, Vollkornprodukte und Gemüse. Obst dient ebenso als Ballaststofflieferant, jedoch ist sein Anteil vergleichsweise niedriger zu bewerten. Einige Ballaststoffe wie Carrageen oder Pektin werden in der Lebensmittelherstellung eingesetzt. Damit sollen rheologische Funktionen der Lebensmittel verändert werden. Der mengenmäßige Einsatz von Ballaststoffen in dieser Form stellt jedoch ein so geringes Ausmaß dar, dass dies keine Bedeutung für die Ballaststoffversorgung des menschlichen Körpers offenbart [BALTES und MATISSEK, 2011].

Die nachfolgende Tabelle 3 stellt einen Überblick über den Ballaststoffgehalt ausgewählter Lebensmittel dar:

GEHALT	LEBENSMITTEL	BALLASTSTOFFE (g/100g)
hoch (15-80g/100g)	Weizenkleie	45,4
	Leinsamen	35,0
	Mandeln	15,2
mittel (6-15g/100g)	Zartbitterschokolade	11,8
	Marillen (getrocknet)	11,2
	Vollkornbrot/Roggenvollkornbrot	8,7
	Bohnen (weiß, frisch, gegart)	7,5
niedrig (<6g/100g)	Vollkornkekse	5,8
	Linsen (reif, gegart)	4,1
	Sauerkraut (frisch, gegart)	3,6
	Kohlrabi (frisch)	1,5

Tabelle 3: Ballaststoffgehalt ausgewählter Lebensmittel (mod. nach [LEITZMANN et al., 2009])

2.2.9.1. Mangel

Eine zu geringe Ballaststoffzufuhr in der täglichen Ernährung fördert die Entstehung von diversen Erkrankungen. Üblicherweise kommt es dabei auch zu einer gesteigerten Aufnahme von Fetten und ebenso geringeren Zufuhr an Obst und Gemüse. Dies kann Krankheiten, die den Verdauungstrakt betreffen, wie Darmkrebs oder Divertikulose fördern. Durch eine niedrige Ballaststoffaufnahme kommt es gleichermaßen auch oft zu einer gesteigerten Energiezufuhr, welche Übergewicht und weiters Adipositas fördert. Dies stellt ferner einen zusätzlichen Risikofaktor für Arteriosklerose, Hypertonie und Diabetes mellitus dar [LEITZMANN et al., 2009].

2.2.9.2. Überhöhte Zufuhr

Eine überhöhte Zufuhr an Ballaststoffen kann ebenso wie ein Mangel zu einer Beeinträchtigung der Gesundheit führen. Wird ein Übermaß an isolierten Ballaststoffen konsumiert, besteht bei zeitgleich geringer Flüssigkeitsaufnahme die Gefahr, einen Darmverschluss herbeizuführen. Darüber hinaus kann eine übermäßige Ballaststoffzufuhr die Wirkung von Medikamenten vermindern und die Verfügbarkeit der Mineralstoffe für den menschlichen Körper deutlich verringern [LEITZMANN et al., 2009].

2.2.9.3. Probiotika und Prebiotika

Neben Ballaststoffen können auch sogenannte Probiotika bzw. Prebiotika einen positiven Einfluss auf die menschliche Darmflora ausüben. Unter Probiotika versteht man lebende Keime in Nahrungsmitteln, die auf die Darmflora eine positiv verändernde Wirkung ausüben können. Neben einer gesunden Darmfunktion, können Probiotika vermutlich auch dazu beitragen, eine Lactoseintoleranz zu verbessern, kanzerogene Enzyme zu senken und Diarrhoe zu verkürzen. Prebiotika sind Substanzen in Nahrungsmitteln, die den menschlichen Darmbakterien als Wachstumsfaktor dienen. Hier sind vor allem Fructooligosaccharide und Inulin zu erwähnen. Das Besondere dieser Stoffe ist, dass sie in der Lage sind, den Resorptionsvorgängen im Dünndarm zu entgehen und als intakte Substanz im Dickdarm anzukommen. Damit stellen sie eine fermentierbare Grundlage für Bifidobakterien, Eubakterien und Lactobazillen dar [BIESALSKI und GRIMM, 2007b].

2.2.9.4. Inulin

Inulin zählt zur Gruppe der Polyfructosane. In Nahrungsmitteln ist es in Chicorée, Topinambur, Knoblauch und Rosskartoffeln gegenwärtig. Inulin wird vermehrt als Präbiotikum in Milchprodukten eingesetzt. Die Substanz hat die Eigenschaft, dass sie durch körpereigene Enzyme nicht gespalten wird und unverdaut den Dünndarm passieren kann. Bifidusbakterien, die im Dickdarm vorkommen, verfügen über β -Fructosidasen, welche Inulin zu Acetat, Butyrat und Propionat abbauen können. Außerdem sind Bifidusbakterien in der Lage, bakterizide Stoffe zu bilden, welche gegen bestimmte pathogene Keime wirken. Somit wird eine Ausgewogenheit der Darmflora erzielt [BALTES und MATISSEK, 2011].

2.3. FASERN

2.3.1. Arten von Fasern

Naturfasern werden weitestgehend in zwei große Gruppen eingeteilt, nämlich nach deren Ursprung in organische und anorganische Fasern. Organische Fasern sind entweder tierischer oder pflanzlicher Herkunft, während anorganische Fasern aus mineralischen Quellen hervorgehen. Der bekannteste Vertreter mineralischen Ursprungs ist dabei Asbest [WIDDECKE und MAREK, 2001].

Fasern aus tierischem Ursprung finden ihren Einsatz in der Textilindustrie. Dabei werden Tierhaare verschiedenster Tierarten, wie Schafwolle, Alpakawolle, Mohair, Kaschmirwolle, Lamawolle, Angorawolle, Kamelwolle oder Vikunjawolle genutzt. Nicht nur Wolle, sondern auch Seide nimmt seinen Ausgangspunkt bei Tieren. Seide wird aus Raupen, Muscheln oder auch Spinnen gewonnen [SIEBEL, 1960].

Das natürliche Vorkommen von pflanzlichen Nahrungsfasern erstreckt sich vor allem über Hülsenfrüchte, Obst, Gemüse und Getreideprodukte [ELLEUCH et al., 2011].

2.3.2. Aufbau von Pflanzenfasern

Pflanzenfasern sind im Wesentlichen aus nachfolgenden Bestandteilen aufgebaut:

- Zellulose: Diese hat für die sekundäre Zellwand eine stützende Funktion und es besteht eine Vernetzung der einzelnen Moleküle über Wasserstoffbrücken.
- Hemizellulose: Darunter versteht man Polysaccharide, die den Hauptanteil der primären Zellwand einnehmen. Zusammen mit Pektin stellt Hemizellulose in der Zellwand die klebende Verbindung der Mikrofibrillen sicher.
- Lignin: Dieser Stoff ist dafür zuständig, dass größere Abstände der Fibrillen gefüllt werden. Lignin stellt dabei ein hochmolekulares Polymer dar. Nämlich das, des Coniferylalkohols.

- Pektin: Dieser Bestandteil erfüllt die Aufgabe des Ionenaustauschers und ist aus Glucuronsäure und Galacturonsäure aufgebaut. Pektine agieren in der Zellwand und stellen die Verklebung von Elementarfasern sicher. Außerdem bewegt sich ihr Polymerisationsgrad im mittleren Segment [WIDDECKE und MAREK, 2001].

2.3.3. Zusammensetzung eines Getreidekorns

In Abbildung 2 wird der Längsschnitt durch ein Weizenkorn dargestellt. Hier ist ersichtlich, dass das Getreidekorn von einer Kornschale eingefasst ist. Diese besteht aus einer Samenschale und Fruchtschale bzw. Testa und Pericarp, welche aus Zellulose und Mineralstoffen besteht. Hierauf aufgebaut ist eine wabenförmige Schicht, die sogenannte Aleuronschicht, welche aus Proteinen, Vitaminen und Enzymen besteht. Es handelt sich dabei vor allem um Vitamine der B-Gruppe als auch Mineralstoffe wie Kalium-, Magnesium- und Calciumphosphat. Der Keimling ist reich an Lipiden, Proteinen als auch Mineralstoffen und sitzt seitlich des Nährgewebes. Rund 80% und somit der überwiegende Teil des Getreidekorns entfällt auf den Mehlkörper. Dieser beinhaltet hauptsächlich Kohlenhydrate und Proteine [BALTES und MATISSEK, 2011].

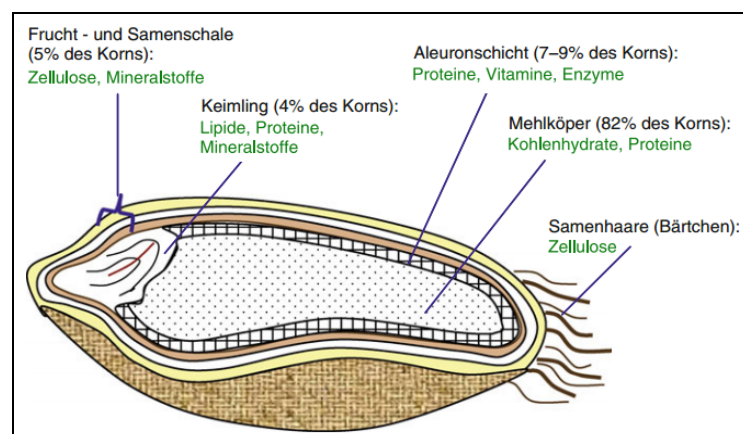


Abbildung 2: Längsschnitt eines Weizenkorns (mod. nach [BALTES und MATISSEK, 2011])

Je nach Anbaugebiet, Sorte, Art und Erntebedingungen der Getreidekörner schwankt seine chemische Zusammensetzung [BALTES und MATISSEK, 2011]:

Stärke und Zucker	rund 70%
Wasser	rund 14%
Ballaststoffe (Zellulose, Hemizellulose, etc.)	10-13%
Rohprotein	8-12%
Fett	1,5-5%
Mineralstoffe	rund 2%

Der bedeutendste Gehalt an Nahrungsfasern in Getreidekörnern befindet sich in den pflanzlichen Zellwänden. Hemizellulosen, Zellulosen als auch Lignin sind dabei die Hauptbestandteile der pflanzlichen Zellwand. Testa und Perikarp des Getreidekorns, die Aleuronschicht und die Zellwände des Endosperms zählen hier zu den nahrungsfaserreichsten Geweben [SHEWRY et al., 2013].

2.3.4. Technologie und Herstellung von Fasern

Für die Herstellung von Weizenfasern werden Weizenhalme verwertet. Um diese Faserstoffe auch als Endprodukt zu gewinnen, wird darüber hinaus auch deren Ährenspindel verarbeitet [SCHNEIDER, 2008]. Anfangs werden die Weizenfasern durch Wassereinfluss aufgeschlossen. Dies soll eine Isolation der Gerüstsubstanzen durch Wasserextraktion bewirken. Sobald dies erfolgt ist, kommt es zu einer Filtration und Waschung der Faserstoffe. Die nun reinen Fasern werden anschließend durch ein Walz- oder Sprühverfahren getrocknet und vermahlen [RATHKE, 1997].

Je nach Anwendungsgebiet und funktioneller Eigenschaften erstreckt sich die notwendige Faserlänge für ihren Einsatz. Deshalb ist der Vermahlungsgrad von entscheidender Bedeutung für den späteren Einsatz des herzustellenden Ballaststoffkonzentrats. Demnach können Fasern einen sehr breiten Grad der Pulverisierung aufweisen. Dieser reicht von sehr feinpulvrig, das heißt eine Faserlänge von 30 µm, bis hin zu 500 µm und damit zu sehr grobfasriger Länge [SEIBEL, 2001]. Tatsächlich handelt es sich bei der Weizenhalmfaser um ein

Strohextrakt, da die Faser aus Halmen des Weizens durch ein Extraktionsverfahren gewonnen wird [ZIPFEL, 2001].

Auf dem nachfolgenden Bild der Abbildung 3 sind einzelne fadenartige Strukturen festzustellen, die in hellblauer bis gelber Farbe dargestellt sind. Dabei handelt es sich um Weizenhalmfasern, die nach der Extraktion aus einer Brühwurst durch Polarisation in 100facher Vergrößerung sichtbar gemacht wurden [GRÜNEWALD, 2014].

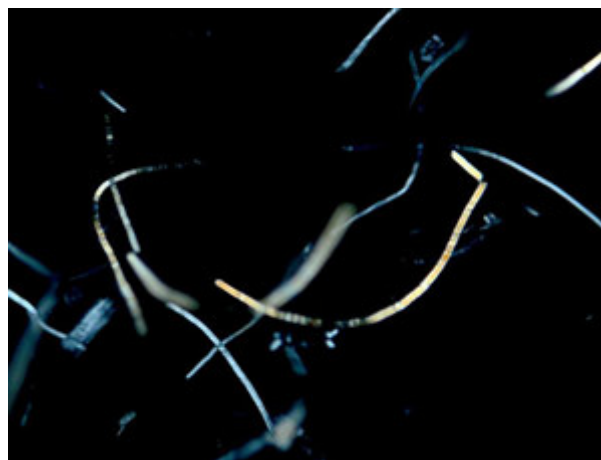


Abbildung 3: Weizenhalmfasern in 100facher Vergrößerung (mod. nach [GRÜNEWALD, 2014])

2.3.5. Apfelfasern

Neben Weizenfasern kommen Fasern von Äpfeln insbesondere bei Backwaren zum Einsatz. Die Apfelfaser hat einen Gesamtfasergehalt von circa 60 Prozent. Davon entfallen rund 45 Prozent auf unlösliche Ballaststoffe wie Zellulosen und Hemizellulosen, welche als Gerüstsubstanz der Zellen und Schalen dienen. Die restlichen 15 Prozent des Gesamtfasergehalts bestehen aus löslichen Fasern, nämlich den nativen Pektinen als auch Hemizellulosen. Eine weitere Eigenschaft der Apfelfaser liegt in ihrem relativ hohen Gehalt an Mineralstoffen und Fructose. Noch dazu ist die Faser frei von Phytinsäure und Gluten. Durch die hohe Wasserbindungskapazität der Apfelfaser, als auch der Quell- und Gefriereeigenschaften des beinhaltenden Pektins, kann die Faser vielseitige technologisch wichtige Funktionen übernehmen [KLUMPP und ZYSSET, 2010].

Die Gewinnung von Apfelfasern kann durch zwei unterschiedliche Methoden erfolgen. Man unterscheidet zwischen der ethanolischen und wässrigen Vorgehensweise. SUN-WATERHOUSE et al. (2008) haben in einer Studie die zwei Gewinnungsarten beschrieben. Die anfänglichen Arbeitsschritte erfolgen dabei stets ident. Für die Untersuchung wurden frische Granny Smith Äpfel verwendet. Diese wurden geschält, entkernt und anschließend durch flüssigen Stickstoff einer Gefrierung unterzogen. Anschließend wurden die Äpfel in einem Mörser mit Stößel gemahlen, wodurch ein grobes Pulver entstand. Für die ethanolische Apfelfasergewinnung wurde das grobe Pulver in 72% Ethanol, bei 4°C gelöst und anschließend filtriert. Durch den Rührvorgang bei 4°C in 72% Ethanol kam es zu einer Faserausspülung, welche abschließend abermals filtriert wurde. Dadurch blieben die gewünschten Apfelfasern übrig, welche für den späteren Einsatz in Lebensmitteln entweder bei -80°C trocken gelagert oder einer Gefriertrocknung unterzogen wurden. Für die Methode der wässrigen Fasergewinnung wurde das grobe Apfelpulver in einem Puffer (20mM, pH-Wert 6,5) suspendiert und anschließend mechanisch durch eine Homogenisierung aufgebrochen. Danach kam das Homogenisat in ein Ringmahlwerk und wurde in Folge dessen abermals filtriert. Dazwischen wurde abermals mit dem genannten Puffer suspensiert. Um die Puffersalze wieder zu entfernen, erfolgte noch eine Auswaschung der Apfelfasern, bevor diese einer Gefriertrocknung unterzogen wurden oder bei -80°C trocken gelagert wurden [SUN-WATERHOUSE et al., 2008].

Durch beide Methoden ist es möglich, Fasern von Granny Smith Äpfeln zu extrahieren. SUN-WATERHOUSE et al. (2008) stellten jedoch fest, dass die Fasergewinnung mittels Wasser zu bevorzugen ist, da diese einen höheren Gehalt an Polysacchariden und eine bessere Kosteneffizienz aufweist. Durch die wässrige Methode ist es ebenso möglich, die natürliche dreidimensionale Zellwandstruktur und die phenolischen Antioxidantien in den Fasern beizubehalten [SUN-WATERHOUSE et al., 2008].

2.3.6. Technologische Zweckmäßigkeit von Nahrungsfasern

Nahrungsfasern sind aus Mikrofibrillen aufgebaut, welche wiederum aus Elementarfibrillen bestehen. In diesen Fibrillen kommen Kapillareffekte zur Wirkung, welche die Eigenschaft haben, die Diffusionsgeschwindigkeit zu steigern und darüber hinaus eine hohe Feuchtigkeitsbindung und –zurückhaltung zu generieren. Flüssigkeiten liegen nicht mehr frei vor, sondern werden über Kapillarkräfte und Wasserstoffbrücken-Bindungen im Fasernetzwerk gebündelt. Dabei spielt weder die Temperatur, noch Druck oder pH-Wert eine Rolle [KLUMPP et al., 2010].

Beim Einsatz von Nahrungsfasern kann durch das 3D-Fasernetzwerk im Endprodukt die Viskosität und das Volumen erhöht werden, als auch eine Stabilisierung der Textur erreicht werden. Der Kapillareffekt der Fasern trägt zur Wasser- und Ölbindung bei und sorgt für eine Aromafixierung und Wasserretention. Ein weiterer Wirkungseffekt von Nahrungsfasern besteht in der so genannten mechanischen Trennung. Dabei wird der Einsatz als Rieselhilfsmittel, Trennmittel und Mittel gegen Verklumpung möglich. Nahrungsfasern finden darüber hinaus Anwendung in der Verbesserung der Textur und Struktur eines Lebensmittels, als Emulgator und Verdickungsmittel und Verbesserung von Trocknungsprozessen. Die zum Einsatz kommenden Fasern sind geschmacks- und geruchsneutral und stehen in enger Verbindung mit verkürzten Produktionszeiten [KLUMPP et al., 2010].

3. ANWENDUNG VON FASERN IN LEBENSMITTELN

3.1. Fleisch und Fleischerzeugnisse

Als **Fleisch** werden laut dem Österreichischen Lebensmittelbuch jene Teile warmblütiger, geschlachteter und erlegter Tieren verstanden, die für den menschlichen Verzehr geeignet und auch genusstauglich sind [ÖLMB, 2015].

Nahrungsfasern werden in Fleischprodukten als Fettersatz und ferner zur Änderung bzw. Verbesserung des Mundgefühls während des Verzehrs des betreffenden Produktes eingesetzt [KERRY und KERRY, 2011]. Je nach Fleischsorte und Fleischteil ergeben sich unterschiedliche Zusammensetzungen bezüglich Makro- und Mikronährstoffe [ÖLMB, 2015].

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die verschiedenen Fleischsorten, Fleischteile und deren Fettgehalt.

3.1.1. Rindfleisch

	Rindfleisch I (mager, grob entseht)	Rindfleisch II (mittelfett, grob entseht)	Rindfleisch III (fett)	Salzstoß
Fett (%)	8,0	17,0	25,0	24,5

Tabelle 4: chemisch analysierter durchschnittlicher Fettgehalt in Rindfleisch (mod. nach [ÖLMB, 2015])

Wie in der obigen Übersicht ersichtlich, wird Rindfleisch in verschiedene Kategorien unterteilt. Rindfleisch I beinhaltet durchschnittlich 8% Fett und besteht aus Beiried, Knöpfel ohne Wadschinken und Dicke Schulter, wobei jeweils grobe Sehnen entfernt wurden. Oder aber es handelt sich um Rindfleisch II, das zugeputzt und gut entseht wurde. Unter Rindfleisch II ist Fleisch zu verstehen, das durchschnittlich 17% Fett aufweist und aus Schulter ohne Wadschinken als auch ohne Dicke Schulter, Rostbraten, Hals und Hinteres Ausgelöstes besteht oder ganze Tiere, die ausgebeint wurden jedoch ohne Ortschwanzel. Es kann sich dabei ebenso um ein ganzes Vorderviertel handeln, nachdem grobe Sehnen

entfernt wurden. Rindfleisch III besteht aus 25% Fett mit bindegewebsreichem Fleisch. Darunter sind Fleischteile wie Brust und Spitz, Wadschinken, Platte, Schlund ohne Schleimhaut, als auch Kopffleisch und Knochenputz zu verstehen. Im Rahmen der Herstellungsrichtlinien werden unter Rindfleisch III ein Gemisch der zuvor genannten Fleischteile erfasst, nach deren Kriterien sie bei der handwerksmäßigen Zerlegung anfallen [ÖLMB, 2015].

3.1.2. Schweinefleisch und Speck

	Schweinefleisch I (mager)	Schweinefleisch II (mittelfett)	Schweinefleisch III (fett)	Speck I (Rückenspeck)	Speck II (Speck ohne Rückenspeck)
Fett (%)	10,0	20,0	30,0	90,0	80,0

Tabelle 5: chemisch analysierter durchschnittlicher Fettgehalt in Schweinefleisch und Speck (mod. nach [ÖLMB, 2015])

Schweinefleisch I hat einen Fettanteil von 10%, welches aus Muskelfleisch von Schulter, Schlägel, Schopfbraten und Karree besteht. Es ist grob entseht und beinhaltet kein Stelzenfleisch. Im Gegensatz dazu umfasst Schweinefleisch II Stelzenfleisch, welches gut entseht ist und außerdem mittelfette Abschnitte aufweist, mit einem durchschnittlichen Fettgehalt von 20%. Unter Schweinefleisch III werden magere Bauchabschnitte als auch fette Abschnitte verstanden, die einen mittleren Fettgehalt von 30% haben. Speck I beinhaltet einen sehr hohen Fettgehalt, nämlich 90%, welcher als Rückenspeck ohne Schwarte definiert ist. Der durchschnittliche Fettgehalt von Speck II beträgt 80%, wobei hier Speck, ohne Schwarte und ohne Rückenspeck verstanden wird [ÖLMB, 2015].

3.1.3. Formfleisch

	Rindfleisch (geformt)	Schweinefleisch (geformt)	Brustfleisch von Geflügel (geformt)	Geflügelfleisch (geformt)
Fett (%)	8	10	4	10

Tabelle 6: Fettgehalt von Formfleisch (mod. nach [ÖLMB, 2015])

Formfleisch wird aus geschnittenem Muskelfleisch erzeugt. Die entsprechenden Fleischstücke werden mit Kochsalz und eventuell auch Gewürzen versetzt, mechanisch vermengt und unter Druckausübung in Formen zu so genanntem Formfleisch geprägt. Danach erfolgt sofort eine Durcherhitzung oder Tiefkühlung. Im Rahmen der Arbeitsschritte kommt es zu keinerlei Zusatz von Brät, Faschiertes oder Separatorenfleisch [ÖLMB, 2015].

3.1.4. Fleischzubereitungen

	Döner Kebab (Döner Kebap), Gyros; Faschiertesdrehspieß nach Döner-Kebab-Art (Döner-Kebap-Art)	Döner Kebab (Döner Kebap) aus Geflügelfleisch
Fett (%)	20	15

Tabelle 7: Fettgehalt von Fleischzubereitungen (mod. nach [ÖLMB, 2015])

Unter dem Begriff Fleischzubereitungen wird frisches Fleisch verstanden, dem Gewürze und Zusatzstoffe zugesetzt wurden oder welches einer Marinierung, Pökellung, Erhitzung oder Trocknung unterzogen wurde. Dies ist ebenso in Kombination mit Reifen und Räuchern zu assoziieren. Jedoch sieht die Regelung für Fleischzubereitungen vor, dass keine Veränderung der Zellstruktur des frischen Fleisches im Kern stattfindet [ÖLMB, 2015].

3.1.5. Faschiertes, Zubereitungen aus Faschiertem

	Mageres Faschiertes	Reines Rinder- Faschiertes	Faschiertes mit Schweinefleischanteil („gemischtes Faschiertes“, „Faschiertes gemischt“)	Faschiertes von anderen Tierarten
Fett (%)	≤7	≤20	≤30	≤25

Tabelle 8: Fettgehalt von Faschiertem (mod. nach [VO (EU) 1169/2011])

Unter Faschiertem wird Fleisch verstanden, das entbeint und anschließend zerkleinert wurde und welches weniger als 1% Salz aufweist. Die Zerkleinerung erfolgt dabei durch hacken bzw. faschieren [VO (EG) 853/2004].

3.2. Fleischerzeugnisse

Unter **Fleischerzeugnissen** werden Produkte verstanden, die aus Fleisch hergestellt werden und einer Bearbeitung oder auch Verarbeitung unterzogen werden. Dabei erfolgt ein Schnitt durch den Kern, wodurch die natürlichen Kennzeichen von frischem Fleisch nicht mehr vorhanden sind und deshalb als Fleischerzeugnisse definiert werden. Dies wäre bei Würsten, Fleisch-Konserven, Pökelwaren und Fleischgerichten der Fall. Ebenso wird zerkleinertes Fleisch mit einem Zusatz von mehr als 1,5% Kochsalz als Fleischerzeugnis verstanden [ÖLMB, 2015].

Die nachfolgende Tabelle 9 stellt einen Überblick über die einzelnen Kategorien der Fleischerzeugnisse nach dem Österreichischen Lebensmittelbuch dar. Brühwürste werden in zwei Kategorien unterteilt, nämlich in Brätwürste und Fleischwürste. Brätwürste werden aus Brät oder unter Verwendung von Brät und einer Hitzezufuhr hergestellt. Die Herstellung des Bräts erfolgt durch eine Zerkleinerung des Fleisches unter gleichzeitiger Zugabe von Wasser oder Eis, als auch Koch- oder Pökelsalz. Des weiteren können ferner Gewürze hinzugesetzt werden. Fleischwürste beinhalten zusätzlich sichtbares Fleisch als auch Speck. Fleischwürste können auch als Dauerwürste erzeugt werden, indem sie weiter abgetrocknet werden, mit der Eigenschaft der längeren Haltbarkeit bei Raumtemperatur. Diese werden getrocknet und gebraten oder werden nach feuchter Erhitzung einer kalten Räucherung und Trocknung unterzogen werden. Die Herstellung erfolgt stets ohne Stärkezusatz. Gebratene Würste unterscheiden sich von Brät- und Fleischwürsten in jener Hinsicht, dass sie trocken erhitzt werden und gleichzeitig auch geräuchert werden. Der Trocknungsgrad ist dabei entscheidend für die Haltbarkeit. Zu den Fleischerzeugnissen zählen ebenso Kochwürste. Diese bestehen aus Zutaten wie Fleisch, Fettgewebe und je nach Wurstart aus Schwarten, Innereien, Blut, Graupen oder Semmeln. Kochwürste werden aus vorgekochtem und auch gepökelttem Fleisch erzeugt. Dabei werden Gewürze und Kochsalz hinzugegeben und abermals feucht erhitzt oder geräuchert. Unter Rohwürsten sind Produktarten zu verstehen, die entweder streichfähig oder schnittfest sind. Rohwürste bestehen aus rohem Fleisch, Speck, Nitritpökelsalz oder Kochsalz mit Salpeter. Des weiteren werden Gewürze, Zucker

und Starterkulturen hinzugegeben. Rohwürste gelangen ohne Erhitzungsvorgang in den Handel. Pökelwaren werden einer Pökellung unterzogen, das heißt es kommt dabei zu einem Einsatz von Nitritpökelsalz oder Kochsalz und gleichzeitig auch Nitrat [ÖLMB, 2015].

Mit der Anwendung von Fasern in Fleischprodukten wie in groben und feinen Würsten, Fleischbrätlingen bzw. Hamburger Patties oder Muskelfleischprodukten, soll vor allem eine Fettreduktion des Fleischerzeugnisses erreicht werden. Dieser Einsatz zieht gleichzeitig spezielle Herausforderungen nach sich, da Fett die Fleischtextur, das Mundgefühl während des Kautvorgangs, die Saftigkeit des Fleisches, als auch den Energiegehalt und letztlich den Geschmack des Produktes beeinflusst. Eine drastische Fettreduktion kann deshalb in einem trockenen Erzeugnis und in Folge dessen in einer schwindenden Nachfrage der Fleischware resultieren [KERRY und KERRY, 2011].

FLEISCHERZEUGNISSE				
KATEGORIE	UNTERKATEGORIE	SORTE 1	SORTE 2	SORTE 3
BRÄTWÜRSTE				
		Frankfurter	Extrawurst im Kranz, Knackwurst, Schübling, etc.	Dürre im Kranz, doppelt geräuchert
		Pariser	Augsburger	Dürre im Kranz, Braunschweiger, Burenwurst, Oberberger, Klobassen
			Schübling+	
			Leberkäse und Fleischkäse, gebacken	
			Münchner Weißwurst	
FLEISCHWÜRSTE				
		Schinkenwurst, Krakauer	Polnische Spezial	Waldviertler, Rauchwurst, etc.
		Göttinger, Bierwurst, Bierkugel	Wiener, Mährische	Dürre in Stangen
		Schweinskrainer, Schinkenwürstel, etc.	Krainer, Hauswürstel, Selchwürstel	Jausenwurst, Braunschweiger und Dürre, alle in Stangen
		Wiener Spezial	Mortadella, Lyoner	
			Fleisch- oder Leberkäse	
			Bratwürste, Grillwürstel, etc.	
			Polnische, Tiroler, Käsewurst	
			Debreziner	
			Cabanossi	
		Speckwurst		
DAUERWÜRSTE				
GEBRATENE WÜRSTE				
KOCHWÜRSTE				
Pasteten		Schnittfeste Pasteten mit/ohne Einlage, Streichfähige Pasteten		
Streichfähige Kochwürste		Kalbsleberstreichwurst, etc.	Leberstreichwurst, etc.	Streichwurst, Zwiebelstreichwurst

KATEGORIE	UNTERKATEGORIE	SORTE 1	SORTE 2	SORTE 3
<i>Schnittfeste Kochwürste</i>	Sulzwürste	Schinkenpresskopf, etc.	Presswurst	Sulz, Haussulz, Geflügelsulz
	Schnittfeste Blut-, Zungen-, Leberwürste	Zungenwurst	Rotwurst, Leberpresssack, etc.	Schnittblutwurst, Sächsische
	Aspik-/Geleeprodukte	Schinken, Zunge, etc. in Aspik oder Gelee	Brät-/Fleischwürste in Aspik oder Gelee	Gemüsesulz mit Fleisch oder Wurst
			Beefblock, Rindfleisch in Aspik oder Gelee	Schnittgulasch etc.
ROHWÜRSTE				
<i>Schnittfeste Rohwürste</i>	Rohwürste mit Belag	Jagdsalami, Edelweißsalami, etc.		
		Haussalami, Heurigensalami		
		Frische Salami		
	Rohwürste ohne Belag	Bauernsalami, Bergsalami	Plockwurst, Jagdwurst, etc.	Landjäger, Almjäger im Kranz
		Debreziner, Pußtawürstel	Knoblauchwurst, Hauswürstel roh	
		Salami, Putensalami	Kantwurst	
		Frische Rohwurst		
<i>Streichfähige Rohwürste</i>		Teewurst, Mettwürste	Mettwurst, Zwiebelmettwurst	
FETTREDUZIERTE FLEISCHERZEUGNISSE				
		Fettreduzierte Brätwürste	Fettreduzierte Brätwürste	
		Fettreduzierte Fleischwürste	Fleischwürste	
	Fettreduzierte Lyoner, Aufschnittwurst, Schinkenleberkäse, Fleisch- oder Leberkäse nach bayrischer Art			
	Fettreduzierte Geflügelbrät und -fleischwürste			
	Fettreduzierte Pasten und Aufstriche			
	Fettreduzierte Geflügelpasteten und Geflügelaufstriche			
PÖKELWAREN				
<i>Kochpökelwaren</i>	Surfleisch	Schlögel, Schulter, Schopf, Karree, Stelze, Bauch, Zunge		
	Kochpökelwaren vom Schlögel	Beinschinken, Schinken aus großen/kleinen Teilen vom Schlögel		

KATEGORIE	UNTERKATEGORIE	SORTE 1	SORTE 2	SORTE 3
	Kochpökelwaren von anderen Teilstücken	Räucherzunge, Frühstücksspeck, Kaiserfleisch, Kümmelbraten, etc.		
	Kochpökelwaren vom Fleisch anderer Tierarten	Räucherzunge, Kochpökelwaren		
<i>Rohpökelwaren</i>	Schinkenspeck, Schulterspeck, Karreespeck, Schopfspeck, Rohschinken, Schinken, Hamburger, Bauchspeck, Osso Collo, Lachsschinken, Bachenspeck, Bündner Fleisch			
GEFLÜGELERZEUGNISSE				
Geflügelbrät- und fleischwürste, Fettreduzierte Geflügelbrät- und fleischwürste, Geflügelpasteten, Geflügelaufstriche, Fettreduzierte Geflügelpasteten, Kochpökelwaren aus Geflügelfleisch				
FLEISCHGERICHTE UND GERICHTE MIT FLEISCH				
Leberknödel, gefüllte Teigwaren				
FLEISCHKONSERVEN				
Corned Beef, Rindfleisch im eigenen Saft, Schweinefleisch im eigenen Saft, Fleischschmalz, Luncheon Meat, Pastetenkonserven, Schinkenpastetenkonserven, Streichfähige Leberwurst, Selchfleisch-, Rauchfleisch-, Pökelfleischaufstrich, Zungenaufstrich, Fettreduzierte Pasteten und Aufstriche				

Tabelle 9: Übersicht Fleischerzeugnisse [ÖLMB, 2015]

3.2.1. Einsatz von Fasern in Brühwürsten

GRIGELMO-MIGUEL et al. (1999) beobachteten die Auswirkungen von zwei verschiedenen Pfirsichfasersuspensionen (17 und 29%) auf fettreduzierte, faserreiche (DF) Frankfurter Würstel (20-5% Fett) im Vergleich zu einer Fleischkontrollfraktion (25% Fett). Dabei wurden Frankfurter mit einem Fettgehalt von 20%, 15%, 10% und 5%, mittels Fasersuspension im Ausmaß von je 17% bzw. 29% versetzt. Je weniger Fett den Brätwürsten hinzugefügt wurde, desto mehr Wasser wurde gleichzeitig bei der Herstellung verwendet. Der Kontrollgruppe, mit einem Fettanteil von 25% wurde dabei keinerlei Fasern zugesetzt und beinhaltete auch den geringsten Wasseranteil bei der Erzeugung. Die Charakteristik bezüglich Viskosität des Bräts von DF Frankfurtern und der Kontrollgruppe wurde durch GRIGELMO-MIGUEL et al. (1999) ermittelt. Dabei stellte heraus, dass je höher die Konzentration der Fasersuspension lag, desto höher war die Viskosität. Der Feuchtigkeitsgehalt der DF Frankfurter stieg linear mit dem beigefügten Wasser in sämtlichen Versuchsgruppen und verhielt sich reziprok proportional zum Fettgehalt. Weiters hatten DF Frankfurter im Gegensatz zu ihrer Kontrollgruppe einen niedrigeren Energiegehalt. Aufgrund der hohen Wasserbindungsfähigkeit der Pfirsichfasern, waren keine Gewichtsverluste während des Kochens zu beobachten. Jedoch kam es bei DF Frankfurtern der fettärmeren Varianten zu Gewichtsverlusten während der Lagerung. Dies war speziell bei Würstel in Kombination von 5-10% Fettgehalt mit 17% Pfirsichfasersuspension zu bemerken. Bei all jenen Versuchsgruppen mit 29% Pfirsichfasersuspension war eine bessere Wasserbindungsfähigkeit festzustellen, wobei sich dies auch positiv auf einen möglichen Gewichtsverlust während der Lagerung auswirkte. Je höher demnach der DF Anteil in Frankfurtern war, desto niedriger war der Gewichtsverlust. Der DF Anteil hatte ebenso Auswirkungen auf die Farbe des Produkts. Wurde mehr Pfirsichfasersuspension zugegeben und somit der Fettgehalt gesenkt, war die Farbe der Würstel gelber aber weniger rot als gewöhnlich. GRIGELMO-MIGUEL et al. (1999) betrachteten in ihrer Studie auch die Textur der getesteten Würstel, verglichen mit der Kontrollgruppe. Für alle Texturparameter, nämlich Härte, Elastizität, Kohäsion, Gummiartigkeit und Kaufähigkeit war sowohl bei 17 prozentiger als auch 29 prozentiger Pfirsichfasersuspension festzustellen, dass je höher die Konzentration der DF

Suspension lag, desto weniger ausgeprägte Texturparameter wurden beobachtet, bei konstantem Fettgehalt. Für diese Studie wurden auch sensorische Eigenschaften der Frankfurter getestet. Dafür wurde ein Panel von 45 nicht geschulten Personen ausgewählt, welche die Frankfurter mittels sensorischer neun-Punkteskala bewerteten. Sämtliche Würstel mit 17% DF Suspension wurden als gleich hart eingestuft wie die Kontrollgruppe. In der Gruppe mit 29% DF Suspension waren nur jene Würstel mit 5% Fettgehalt weniger hart als die Kontrollgruppe. Das ausgewählte Panel bewertete alle Frankfurter als akzeptabel, mit Ausnahme jener mit 5% Fett, wobei die Akzeptanz mit sinkendem Fettgehalt linear abnahm. Würstel mit 29% DF Konzentration hatten dabei höhere Akzeptanzwerte als jene mit 17% Pfirsichfasersuspension. Durch diese Studie wurde festgestellt, dass Frankfurter mit Pfirsichfasersuspensionen keine nachteiligen Kochverlusteffekte nach sich ziehen. Die Textur wurde nur bei drastischer Reduktion des Fettgehalts (5%) und gleichzeitig hoher Faserzugabe (29% Suspension) beeinflusst. Die Ergebnisse zeigten auch, dass eine Faser- und Wasserzugabe für fettreduzierte Frankfurter förderlich, bezüglich der sensorischen Eigenschaften war. Eine drastische Reduktion des Fettgehalts (unter 10%) führte jedoch zu einer Verminderung der sensorischen Qualität des Produkts [GRIGELMO-MIGUEL et al., 1999].

COFRADES et al. (2000) beschäftigten sich mit den Auswirkungen von Haferfasern auf die Konsistenz von fettarmen und fettreichen Frankfurtern. Dafür wurden drei Arten von Frankfurtern hergestellt, nämlich mit einem Fettgehalt von 5%, 12% und 30%. Anschließend wurden jeweils 2% Haferfasern hinzugegeben. Ein Kontrollprodukt ohne Haferfasern wurde ebenso produziert. Das Ergebnis, bezüglich der Anreicherung von Frankfurtern mit 5% Fett mit Haferfasern zeigte keine Auswirkungen auf die Texturparameter. Als Begründung wird der höhere Gehalt an zugefügtem Wasser zu den fettarmen Frankfurtern angenommen. Bei Frankfurtern mit einem Fettgehalt von 12% und der Anreicherung von Haferfasern mit 2%, wurde ein deutlich besserer Härtegrad und Adhäsion der Frankfurter beobachtet. Dennoch blieben diese Produkte weicher als das Kontrollprodukt, dessen Fettgehalt nicht reduziert wurde. Diese Feststellung deckt sich mit den Ergebnissen der Studie von GRIGELMO-MIGUEL et al. (1999), wonach sich der Härtegrad, das Kaugegefühl und die Kohäsion von Frankfurtern mit einem Fettgehalt

von 15% und angereichert mit einer Fasersuspension, erhöht. Dieser Effekt wurde jedoch nicht bei Frankfurtern mit einem Fettanteil von 5% oder 10% festgestellt. COFRADES et al. (2000) beobachteten in ihrer Studie mit dem Einsatz von Haferfasern weiter, dass die Elastizität bei Produkten mit 5% Fettanteil zu denselben Ergebnissen führten wie in der Kontrollprobe. Es gab somit keinen signifikanten Unterschied. Allgemein kamen die Autoren dieser Studie zu dem Schluss, dass der Einsatz von Haferfasern, die Textur fettarmer Frankfurter erhöhen kann, im Vergleich zu Produkten ohne Haferfasern. Des Weiteren wurden für diese Studie Testpersonen herangezogen, um eine sensorische Bewertung der verschiedenen Frankfurterarten abzugeben. Getestet wurden dabei die Härte, Elastizität, Kohäsion, Zähigkeit, Feuchtigkeitsverlust, Klumpigkeit und die Gesamtakzeptanz der Textur. Mit Haferfasern angereicherte Frankfurter, mit einem Fettgehalt von 12%, erreichten ähnliche sensorische Ergebnisse wie fettreiche Frankfurter. Eine Reduktion des Fettanteils auf 5%, mit zusätzlichem Faserzusatz resultierte jedoch in einer signifikant geringeren Produktakzeptanz. Die Würstel wurden als signifikant härter bewertet. Noch dazu wurde die Zähigkeit als viel höher eingestuft. Der Grund dafür lag möglicherweise an der mangelhaften Textur und gleichzeitig hohem Wassergehalt [COFRADES et al., 2000].

CENGIZ und GOKOGLU (2005) reduzierten den Fettgehalt von Frankfurtern von 20% auf 10% bzw. 5%. Zitrusfasern in einem Ausmaß von 2% wurden hinzugesetzt, um als Fettaustauscher zu fungieren. Das Ziel dieser Studie lag in der Beobachtung möglicher Veränderungen der Würstel bezüglich ihres Energie- und Cholesteringehalts. Bei alleiniger Reduzierung des Fettgehalts war eine signifikante Senkung des Energiegehalts festzustellen. Der niedrigste Energiegehalt war bei Frankfurtern mit einem Fettgehalt von 5% zu verzeichnen. Diese Erkenntnis deckt sich mit den Resultaten der Studie von GRIGELMO-MIGUEL et al. (1999). Eine Fettreduktion bei Frankfurtern von 50% bis 75% konnte hier eine Energiereduktion im Ausmaß von 27% bis zu 39% bewirken. Bei dem Zusatz von 2% Zitrusfasern, erhöhte sich jedoch der Energiegehalt der Würstel. Dafür sank der Cholesteringehalt der Frankfurter signifikant mit Reduktion des Fettgehalts. Der höchste Cholesteringehalt war in Frankfurtern mit einem Fettgehalt von 20% festzustellen. Durch die Reduktion des Fettanteils auf 10% bzw. 5% ergab sich eine Cholesterinreduktion von 32% bzw. 46%. Der

Cholesterinanteil der mit Zitrusfasern angereicherten Würstel, reichte von 0,18 bis 0,30g/100g. Zusammengefasst ergab diese Studie, dass Frankfurter mit einem Zusatz von Zitrusfasern einen niedrigeren Cholesteringehalt aufweisen [CENGİZ und GOKOGLU, 2005].

SZCZEPANIAK et al. (2005) untersuchten die Auswirkungen des teilweisen Ersatzes von Fett in Frankfurtern durch Fasern. Dabei wurden jeweils 7,5% und 10% Weizen- bzw. Haferfasern zugesetzt. Eine Kontrollprobe ohne Zusatz von Fasern wurde ebenso angefertigt, welche 24% Fettanteil aufwies. Bei einer Fettreduktion und dem gleichzeitigen Einsatz von Fasern im Ausmaß von 10%, reduzierte sich der Fettgehalt auf 18%. Es stellte sich heraus, dass sich der Wasseranteil mit steigendem Einsatz von Fasern erhöhte. Die Anwendung von Weizenfasern steigerte die Intensität der Geschmacksrichtungen salzig, würzig, fleischig und scharf, als auch die wässrige Textur der Frankfurter. Im Gegensatz dazu führten Haferfasern zu einer geringeren Intensität des Fettgeschmacks als auch des Aromas. Dennoch wurde bei der Anwendung von Haferfasern eine Verbesserung der Farbtintensität der Würstel festgestellt, im Vergleich zur Kontrollprobe. Zwischen dem Einsatz von 7,5% und 10% Weizen- bzw. Haferfasern konnten keine Unterschiede im Bezug auf die sensorischen Eigenschaften der Produkte festgestellt werden. Mit Fasern angereicherte Frankfurter wurden von Probanden bezüglich ihres Geschmacks gleich bewertet wie die Kontrollprobe [SZCZEPANIAK et al., (2005)].

CHOE et al. (2013) befassten sich mit einer Mischung aus Weizenfasern und Schweinehaut (PSFM), welche als Fettaustauscher in Frankfurtern dienen sollte. PSFM wurde aus 20% Weizenfasern, 40% Schweinehaut und 40% Wasser hergestellt. Diese Mischung wurde mit 10%, 15% und 20% in Frankfurtern eingesetzt. Ein unverändertes Produkt diente als Kontrollprobe. Durch den Einsatz von PSFM entstanden bei 75°C, 85°C und 100°C keine Kochverluste. Unterschiede gab es jedoch bezüglich des Feuchtigkeits- und Fettgehalts in sämtlichen Proben. Demnach stieg der Feuchtigkeitsgehalt mit steigender Zugabe von PSFM, wobei gleichzeitig der Fettgehalt sank. Dies wurde von CHOE et al. (2013) damit begründet, dass Weizenfasern einerseits eine hohe Wasserabsorption aufweisen, als auch eine niedrige Kapazität der Fettabsorption.

Der Energiegehalt der Frankfurter war unter Anwendung von PSFM um 19-32% niedriger als die Kontrollprobe ohne PSFM. Die Mischung aus Weizenfasern und Schweinehaut wirkte sich auch auf die Farbe der rohen und gekochten Würstel aus. Demnach führte eine Reduktion des Fettgehalts unter gleichzeitigem Einsatz von PSFM zu einer rötlicheren und dunkleren Farbe des rohen Produkts. Höhere PSFM Konzentrationen führten in dieser Studie zu einer verbesserten Emulsionsstabilität und Viskosität. Dieses Ergebnis konnte jedoch nicht in Frankfurtern mit 20% PSFM beobachtet werden. Hier gab es keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollprobe. Der Einsatz von PSFM erzielte bezüglich der Textur positive Effekte. Die einzige Ausnahme war die Elastizität der Würstel. Hier gab es keinen signifikanten Unterschied zu unbehandelten Würstel. Hinsichtlich der sensorischen Eigenschaften der Frankfurter mit PSFM, war kein signifikanter Unterschied zur Kontrollprobe festzustellen, obwohl die Würstel fettarmer waren als die Kontrollprobe. CHOE et al. (2013) bewerteten den Einsatz von PSFM als eine Chance der Verbesserung der Qualitätsmerkmale von fettarmen Frankfurtern [CHOE et al., 2013].

In der Studie von PETERSSON et al. (2014) wurden Frankfurtern Roggenkleie in einem Ausmaß von 1% zugesetzt, um fettarme Produkte zu erzeugen und gleichzeitig die Auswirkungen der zugesetzten Fasern auf das Produkt zu erforschen. Dafür wurden drei Referenzprodukte von Frankfurtern hergestellt. Das erste Referenzprodukt enthielt einen unveränderten Anteil an Fett und Stärke und war demnach reich an diesen beiden Inhaltsstoffen (HFHS). Das Referenzprodukt Nummer zwei beinhaltete einen reduzierten Fettgehalt und einen unverändert hohen Stärkeanteil (LFHS), während das Referenzprodukt Nummer drei sowohl einen niedrigen Fettgehalt als auch einen niedrigen Stärkegehalt aufwies (LFLS). PETERSSON et al. (2014) stellten fest, dass eine Zugabe von unbehandelter Roggenkleie zu wesentlich höheren Bratverlusten führte als bei den Referenzprodukten. Weiters wurde herausgefunden, dass eine Behandlung der Roggenkleie vorab mit Wasser, eine deutliche Verbesserung der Festigkeit und Bratverluste der Würstel bewirkte. Ein Kollektiv von 16 Personen wurde für diese Studie rekrutiert, um eine Bewertung der sensorischen Attribute der Frankfurter abzugeben. Die Textur der Würstel mit Roggenkleie wurde dabei als deutlich körniger bemessen als die Referenzprodukte LFHS und LFLS. In Bezug auf

Kompaktheit und Fleischgeschmack gab es keine signifikanten Unterschiede. Bei den Attributen Farbe und Fremdgeschmack waren jedoch eindeutige Unterschiede zu resultieren. Die Teilnehmer der Studie zur Charakterisierung der sensorischen Eigenschaften bewerteten die Farbe von Frankfurtern mit Roggenkleie als viel dunkler als auch mit einem höheren Fremdgeschmack behaftet als die Referenzprodukte HFHS, LFHS und LFLS [PETERSSON et al., 2014].

PETERSSON et al. (2014) erweiterten ihre Studie und beobachteten neben Roggenkleie auch die Auswirkungen des Zusatzes von Haferkleie und Gerstenfasern in Frankfurtern. Dafür wurden abermals drei Referenzprodukte hergestellt, nämlich dieselben, welche sich bereits in der ersten Studie von PETERSSON et al. (2014) bewährten: HFHS-, LFHS- und LFLS-Produkte. Die verschiedenen Getreidefasern wurden den Proben der LFLS zugesetzt. Die Ergebnisse dieser Studie zeigten, dass die Prozessverluste bei Würstel mit Zusatz von Roggenkleie als auch ohne Faserzusatz bei rund 1% lagen. Bei Frankfurtern die Haferkleie und Gerstenfasern beinhalteten, waren die Prozessverluste mit 2,8% bzw. 3,8% deutlich höher. Zu signifikanten Bratverlusten kam es ebenfalls bei Würstel mit dem Zusatz von Haferkleie und Gerstenfasern, wobei die Behandlung mit Roggenkleie keine Unterschiede zu den Referenzproben ergab. PETERSSON et al. (2014) testeten ebenso die Festigkeit der verschiedenen Frankfurter. Dabei wurde deutlich, dass eine Zugabe von Haferkleie keine signifikanten Unterschiede zu den Referenzprodukten ergab. Jedoch war bei einer Beifügung von Roggenkleie eine deutliche Senkung der Festigkeit der Würstel festzustellen. Noch drastischer war die Reduktion der Festigkeit bei der Supplementation mit Gerstenfasern nachzuweisen. Für die sensorische Analyse der verschiedenen Produkte wurden 16 ungeschulte Testpersonen herangezogen. Unter denjenigen Würstel die Getreidefasern beinhalteten, wurden jene mit Haferkleie bevorzugt. Diese wurde auch als weicher bzw. weniger körnig eingestuft. Eine niedrige Körnigkeit korreliert demnach mit guten gelbildenden Eigenschaften. Die geringste Festigkeit wiesen laut den Testpersonen Frankfurter mit Gerstenfasern auf. Diese Feststellung korrelierte mit den im Labor ermittelten Analysewerten. Die Gesamtbeurteilung der Würstel bezüglich der Intensität des Fleischgeschmacks und des Fremdgeschmacks, deckte sich mit den Ergebnissen der ersten Studie von PETERSSON et al. (2014). Das Testpanel bewertete

außerdem die Farbe der Würstel mit Roggenkleie als auch mit Gerstenfasern als dunkler als die Referenzprodukte, wobei die Farbe der Würstel mit Haferkleie keine signifikanten Unterschiede zu den Referenzproben ergab. In dieser Studie wurde Haferkleie aufgrund seiner Gelierfähigkeit beim Erhitzen im Gegensatz zu Roggenkleie und Gerstenfasern als am besten für die Zugabe zu fettarmen Würstel bewertet. Frankfurter mit Haferkleie ergaben niedrige Brat- und Prozessverluste, eine hohe Festigkeit und auch eine hohe sensorische Akzeptanz der Testpersonen [PETERSSON et al., 2014].

In einer Studie von COLMENERO et al. (2005), wurden die physikochemischen Eigenschaften von salzarmen Frankfurtern mit Zusatz von Walnüssen untersucht. Gleichzeitig wurden auch die Auswirkungen des Salzersatzes der Kombinationen von Transglutaminase mit Kaseinat, KCl und Nahrungsfasern beobachtet [COLMENERO et al., 2005]. Transglutaminase wird in der Lebensmittelindustrie aus dem Bakterium *Streptomyces mobaraensis* verwendet. Diese Transglutaminase gewährleistet eine Quervernetzung der Proteine des Produkts, wodurch es zu einer stabileren Textur des Fleischerzeugnisses kommt [BAYERISCHES LANDESamt FÜR GESUNDHEIT UND LEBENSMITTELSICHERHEIT, 2012]. Die getesteten Frankfurter bestanden alle aus 700g Fleisch, 200g Walnuss, 150g Wasser, welche die Grundzutaten darstellten. Die Kontrollprobe enthielt neben den Grundzutaten, ebenso 25g Kochsalz, jedoch keine Transglutaminase. Probe Nummer 1 enthielt die Grundzutaten und 7g Transglutaminase, während Probe Nummer 2 neben den Grundzutaten 7g Transglutaminase und 20g Kaseinate beinhaltete. Probe Nummer 3 enthielt 7g Transglutaminase und 10g KCl als auch die dokumentierten Grundzutaten. Probe Nummer 4 umfasste schlussendlich 7g Transglutaminase und 20g Weizenfasern als auch die erwähnten Grundzutaten. Die Analyse der Ergebnisse bei Zugabe von Fasern zeigte einen signifikant höheren Gesamtflüssigkeitsverlust als die Kontrollprobe. Jedoch einen doppelt so hohen Flüssigkeitsverlust hatte Probe 1 zu verzeichnen. In Bezug auf Kochverluste, hatten Würstel mit einem Faserzusatz wenig an Kochverlusten einzubüßen. COLMENERO et al. (2005) begründeten dies mit den guten Eigenschaften der Wasserbindung als auch Fettabsorptionskapazität von Fasern. Dies ist auch förderlich für eine Reduktion der Kochverluste und um die Emulsionsstabilität zu

erhöhen. Frankfurter mit Weizenfasern waren außerdem signifikant weicher als die Kontrollprobe, wie auch als Probe 2 und 3. Probe 1 wurde hier als nur halb so hart eingestuft als die Kontrollprobe. Die Elastizität der Würstel war annähernd gleich, wobei jene Proben, angereichert mit Fasern, als auch nur mit Transglutaminase versetzt, hier weniger elastisch waren. Im Rahmen der Kohäsion wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Proben bzw. der Kontrollprobe festgestellt. Sehr signifikant waren jedoch die Resultate bezüglich der Zähigkeit. Hier wurden Frankfurter mit Weizenfasern als nur halb so zäh eingestuft wie die Kontrollprobe. Alle Proben waren signifikant weniger zäh als die Kontrollprobe. Mit Fasern versetzte Frankfurter wurden außerdem als weniger rot eingestuft. Trotz der technologischen Vorteile von Fasern, wurde in dieser Studie der Einsatz von Fasern in Kombination mit Transglutaminase negativ bewertet. Diese Zusammensetzung führte zu Gel- bzw. Emulsionsstrukturen, welche schlechtere physikalisch-chemische Funktionen aufwiesen als die Kontrollprobe. Eine Reihung bezüglich der Effizienz der Zutaten in Kombination mit Transglutaminase ergab, dass Kaseinate vor KCl lagen. Als am wenigsten Effizient stuften die Autoren die verwendeten Weizenfasern ein [COLMENERO et al., 2005].

COFRADES et al. (2000) beobachteten die Auswirkungen von Sojafasern und Plasmaproteinen auf Lyoner. Desweiteren erforschten sie, wie die Eigenschaften der Wurst durch den unterschiedlichen Fettgehalt beeinflusst werden. Sojafasern wurden im Ausmaß von 0-5% hinzugegeben, Plasmaprotein ebenfalls in einem Ausmaß von 0-5% und der Fettgehalt lag zwischen 8-25%. Für diese Studie wurden 20 Kombinationen mittels der 3 Variablen hergestellt. Die Analyse ergab, dass je höher der Sojafasereinsatz war, desto geringer war der Gewichtsverlust der Lyoner nach dem Kochvorgang. Dieser Effekt wurde mehr durch die Anwesenheit von Fett beeinflusst als durch Plasmaproteine. Wie bereits von GRIGELMO-MIGUEL et al. (1999) dokumentiert, ist dies durch die hohen Wasserbindungseigenschaften und Fettabsorptionskapazitäten von Fasern zu begründen. Unlösliche Polysaccharide können Wasser durch ionische Bindungen, Wasserstoffbindungen oder hydrophobe Wechselwirkungen binden. Das Wasser kann ebenso durch die Oberflächenspannung in den Poren der Matrix gebunden werden. Der Einsatz von Sojafasern hatte in der Studie von COFRADES et al. (2000) einen signifikanten Einfluss auf eine gelblichere Färbung der Lyoner. Der

Anteil an eingesetzten Fasern beeinflusste ebenso die Textur der getesteten Würste. Demnach war ein höherer Sojafasereinsatz mit einer härteren, wie auch zäheren Textur assoziiert. Gleichzeitig kam es zu einer Reduktion der Kohäsionseigenschaften. Eine Begründung dafür liegt darin, dass unlösliche Fasern durch ihr unlösliches dreidimensionales Netzwerk die Konsistenz von Fleischprodukten verbessern können. Je höher der Fettgehalt war, desto höher war die Zähigkeit als auch der Härtegrad der Lyoner mit zugesetzten Fasern. In dieser Studie stellte sich heraus, dass der Einsatz von Plasmaproteinen einen höheren Einfluss auf die Textureigenschaften und Bindungsfähigkeit der Lyoner hat als Sojafasern. Zur Verminderung des Fettgehalts erschienen Plasmaproteine als die geeignetere Wahl [COFRADES et al., 2000].

FERNÁNDEZ-GINÉS et al. (2004) beschäftigten sich mit den Auswirkungen des Einsatzes von Limonen-Albedo in Lyoner. Das Mesokarp von Zitrusfrüchten, oder auch Albedo genannt, stellt ein weißes, schwammartiges Zellulosegewebe dar, welches der Hauptbestandteil von Zitruschalen ist. In dieser Studie wurde einerseits rohes, andererseits gekochtes Albedo als Zusatz in fünf unterschiedlichen Konzentrationen getestet, nämlich 0%, 2,5%, 5%, 7,5% und 10%. Es stellte sich heraus, dass rohes Albedo den Wassergehalt erhöhte. Dieser Effekt war noch deutlicher bei niedrigen Konzentrationen, das heißt bei 2,5% und 5% des Limonen-Albedos festzustellen. Durch den Einsatz von Albedo in Lyoner war ebenso eine Reduktion des Fettgehalts zu beobachten. Diese Auswirkung war bei Einsatz von rohem Albedo höher als mit gekochtem Albedo. Es waren jedoch keine Unterschiede zwischen den einzelnen Konzentrationen des eingesetzten Albedos zu bemerken. Eine wichtige Erkenntnis, die FERNÁNDEZ-GINÉS et al. (2004) machten, war, dass der Einsatz von Limonen-Albedo signifikante Auswirkungen auf den Nitritgehalt der Lyoner Würste hatte. Je höher die Konzentration des Albedo, desto niedriger beliefen sich die Nitritwerte. Dieser Effekt war bei rohem Limonen-Albedo abermals deutlicher zu erkennen als bei gekochtem Albedo. Die Forscher dieser Studie begründeten dies mit dem Ablauf einer chemischen Reaktion des Albedos mit Nitrit. Ein niedrigerer Nitritgehalt stellt einen positiven Effekt für die Gesundheit des Menschen dar, da es die Möglichkeit einer schädlichen Nitrosaminbildung herabsetzt. Durch den Einsatz von rohem Albedo kam es ebenso zu einer Beeinflussung der Farbe der Lyoner. Dabei war

eine Steigerung der Helligkeit zu bemerken. Gleichzeitig sank die Intensität der Rotfärbung. Ein Panel aus 30 ungeschulten Teilnehmern wurde für die sensorische Evaluierung der Lyoner mit unterschiedlichen Limonen-Albedo-Konzentrationen rekrutiert. Die Auswertung ergab bei Anwendung von rohem Albedo einen höheren Härtegrad bezüglich der Struktur, wobei es bei Geruch und Geschmack zu keinen signifikanten Unterschieden kam. Ebenso führte rohes Limonen-Albedo laut den Einschätzungen des Panels, ohne dabei auf die einzelnen Konzentrationen einzugehen, zu einer niedrigeren Saftigkeit des Produkts. FERNÁNDEZ-GINÉS et al. (2004) begründeten dies mit der proportionalen Reduktion des Fettgehalts und den damit verbundenen Ersatz von Limonen-Albedo. Das Panel bewertete die Farbe der Lyoner mit Albedo außerdem als heller und leuchtender. Dies deckte sich mit den zuvor ermittelten Messungen. Bezüglich der Produktakzeptanz wurden Lyoner bis zu einer Konzentration von 5% an rohem Albedo mit einer hohen Qualität bewertet. Dem gegenüber wurde den Proben bis zu einem Zusatz von 7,5% an gekochtem Albedo eine hohe Produktqualität attestiert. FERNÁNDEZ-GINÉS et al. (2004) bewerteten Limonen-Albedo als eine gute Quelle für den Einsatz als Nahrungsfaser in Fleischprodukten. Vor allem wurde hier der positive Effekt bezüglich des Vorhandenseins von bioaktiven Komponenten, welche den Nitritgehalt in Würsten senken können, hervorgehoben [FERNÁNDEZ-GINÉS et al., 2004].

PIETRASIK und JANZ (2010) erforschten die Auswirkungen des Einsatzes von Erbsenmehl, Stärke und Fasern in fettreduzierter Lyoner Wurst. Dabei wurden je 4% Erbsenmehl, Erbsenfasern, Erbsenstärke und Weizenmehl eingesetzt. Eine Anwendung ebendieser führte zu einer Erhöhung der Kochausbeute. Im Gegensatz dazu stellten COFRADES et al. (2000) in seiner Studie fest, dass sich die Gewichtsverluste von Lyonern nach dem Kochvorgang reduzierten, je höher der Einsatz von Sojafasern war. PIETRASIK und JANZ (2010) kamen weiters zu dem Ergebnis, dass die Verluste bei der Anwendung von Erbsenmehl in Kombination einer längeren Lagerzeit am höchsten waren. Deshalb war die Verwendung von Weizenmehl, das als Binder fungierte, notwendig. Durch den Einsatz von Erbsenfasern war die Textur der fettarmen Würste härter, zäher aber auch gleichzeitig elastischer als Würste mit herkömmlichem Fettgehalt. Außerdem wurden diese fettarmen Lyoner in ihrer Farbtintensität als dunkler bewertet. Es gab

somit eine Assoziation des Fettgehalts mit der Helligkeit. Der Zusatz von Erbsenfasern hatte nur einen sehr minimalen Farbeffekt, welcher nicht signifikant erschien. Die Analyse der Verbraucherakzeptanz ergab, bei Fokussierung auf den Einsatz von Erbsenfasern, dass es keinen signifikanten Unterschied zu Lyonern mit herkömmlichem Fettanteil gab. Merkmale wie Geschmack, Aussehen, Feuchtigkeit und Festigkeit ergaben keine gegenteiligen Effekte. 47,3% der Testpersonen gaben an, die Wurst, angereichert mit Erbsenfasern wahrscheinlich zu kaufen [PIETRASIK und JANZ, 2010].

In einer Studie von VIUDA-MARTOS et al. (2010) wurden die Auswirkungen des Einsatzes von Zitrusfasern in Mortadella erfasst. Dabei wurden Nahrungsfasern aus Orangen in einem Ausmaß von 1% zugesetzt. Für die Herstellung der Mortadella wurde Schweinefleisch verwendet. Das Ergebnis dieser Studie zeigte eine deutliche Reduktion des Wasser- und Fettgehalts der getesteten Produkte. Die Textur der Mortadella ergab eine Erhöhung des Härtegrades als auch gleichzeitig eine Reduktion der Elastizität. Bei Analyse der Farbe zeigte sich in den Proben mit Faserzusatz außerdem eine Steigerung der Helligkeit als auch der Gelbfärbung, im Gegensatz zu den Kontrollproben. Auf eine Änderung der Rotfärbung hatte der Zitrusfasereinsatz keinen signifikanten Unterschied ergeben [VIUDA-MARTOS et al., 2010].

Das Forscherteam KTARI et al. (2014) beobachtete die technologischen Funktionen, chemische Zusammensetzung, sensorische Eigenschaften als auch die Auswirkungen dreier Nahrungsfasern auf die Qualität von tunesischen Würstel, hergestellt aus Rindfleisch. Zellulosepulver, Gersten-beta-Glucan-Konzentrat und Kartoffelfasern wurden in einem Ausmaß von je 0,5% zugesetzt. Eine Kontrollprobe ohne Fasern diente dem Vergleich. Es stellte sich heraus, dass es signifikante Unterschiede bezüglich des Wasserbindungsvermögens durch den Einsatz der verschiedenen Faserarten gab. Dies wirkte sich auf eine Änderung der Viskosität und Textur aus. Das Wasserbindungsvermögen des zusätzlich zugesetzten Wassers war bei Einsatz von Kartoffelfasern am höchsten mit einem Wert von 18,21%, gefolgt von Zellulosepulver mit 14,63%. Die geringste Wasserbindungskapazität wies das Gersten-beta-Glucan-Konzentrat auf, welches sich auf 13,57% belief. Dennoch war eine höhere Wasserbindung durch den

Einsatz von Fasern zu erkennen als in der Kontrollprobe ohne Faserzusatz, die sich auf 10,08% belief. Die Kochverluste der Proben waren im Vergleich zur Kontrolle signifikant niedriger. Der Einsatz von Kartoffelfasern in Tunesischen Rinderwürsten erzielte hierbei den besten Effekt. Im Rahmen dieser Studie ergab die Messung der getesteten Würste mit einem Zusatz von Fasern außerdem eine geringere Härte, Elastizität, Adhäsion, Zähigkeit und Kohäsion im Vergleich zur Kontrollprobe. Diese Beobachtung war vor allem bei Kartoffelfasern zu bemerken. Ein ausgewähltes Panel bewertete die sensorischen Eigenschaften der Tunesischen Rinderwürste. Es zeigte sich, dass die Gesamtakzeptanz der Würste mit Faserzusatz höher war als die Kontrolle. Den höchsten Wert erzielten Würste mit Zellulosepulver. Der Zusatz der drei Faserarten verursachte keine negativen Effekte in Bezug auf die Textur und den Geschmack der Würste. KTARI et al. (2014) beobachteten, dass speziell Zellulosepulver die Kocheigenschaften von Tunesischen Rinderwürsten erhöhen konnten. Dies wird vor allem auf die hohe Ölbindungskapazität von Zellulosepulver zurückgeführt [KTARI et al., 2014].

BARRETTO et al. (2015) beobachteten die Effekte von fettarmen Lyoner, welche mit Weizenfasern und Schweinefett versetzt wurden. Dabei beinhalteten Lyoner bereits in ihrer Grundrezeptur einen konstanten Anteil an Inulin von 5% als auch Haferfasern in einem Ausmaß von 1%. Für diese Studie wurden 12 Proben hergestellt als auch eine Referenzprobe. Die Proben beinhalteten unterschiedliche Konzentrationen an Weizenfasern (0-4%) und Schweinefett (0-10%). Das Ergebnis zeigte, dass der Feuchtigkeitsgehalt in den Proben höher war als in der Kontrollprobe ohne Faserzugabe. Es gab eine Korrelation zwischen dem Feuchtigkeitsanteil und der verwendeten Menge an Wasser bei der Zubereitung der Lyoner. BARRETTO et al. (2015) stellten fest, dass je höher der Anteil an zugegebenen Weizenfasern war, desto härter waren die Würste. Eine höhere Konzentration von Weizenfasern bewirkte außerdem eine niedrigere Kohäsion und verursachten einen weniger guten Gesamteindruck der Wurst. Jene Lyoner Wurst, mit einem Gesamtfaseranteil von 6,58% (1% Haferfaser, 5% Inulin, 0,58% Weizenfaser) und 11,45% Fett (10% Fett, 1,45% Schweinefett) war aufgrund der Parameter Härte, Kohäsion und Gesamteindruck mit der Kontrollprobe (20% Schweinefett, ohne Faserzugabe) vergleichbar. Somit wurde resultiert, dass eine

teilweiser Ersatz von Fett durch Fasern zu Lyoner möglich ist [BARRETTO et al., 2015].

3.2.2. Einsatz von Fasern in Rohwürsten

GARCÍA et al. (2002) erforschten die sensorischen Auswirkungen des Einsatzes von Getreide- und Fruchtfasern von fettreduzierten trockenen Rohwürsten. Dabei wurden Rohwürste mit 6% bzw. 10% Schweinefett produziert, die mit 1,5% bzw. 3% Fasern versetzt wurden. Während es sich bei Getreidefasern um Weizen- und Haferfasern handelte, stammten Fruchtfasern aus Pfirsichen, Äpfeln und Orangen. GARCÍA et al. (2002) stellten fest, dass der Wassergehalt in den Proben mit Fruchtfasern, mit 2-4% etwas höher war als im Kontrollprodukt. Dieser Effekt beruhte vermutlich auf der höheren Wasserretentionskapazität der Fasern. In dieser Studie wurden Rohwürste einer Fettreduktion von 60% unterzogen. Daraus folgte eine Reduktion des Energiewertes von etwa 35%. Durch diese Fettreduktion ergab die sensorische Analyse eine negative Korrelation mit der Textur. Diese wurde weniger gut bewertet als die Kontrollprobe. Rohwürste mit einem Faserzusatz von 3% wurden am schlechtesten bewertet. Hier war die Gesamtakzeptanz signifikant niedriger als bei den restlichen Proben. Bei Rohwürsten mit unterschiedlicher Konzentration an Getreidefaserzusatz ergaben sich die größten Abweichungen bezüglich der Textur. Ein hoher Getreidefaserzusatz von 3% bewirkte eine schlechte Konsistenz, während ein Getreidefaserzusatz von 1,5% die Textur im Vergleich zur Kontrollprobe kaum veränderte. In den Proben mit einem Fruchtfaserzusatz gab es die größten Abweichungen bei den Geschmackseigenschaften. Genauer waren hier signifikante Abweichungen bei dem Einsatz von 1,5% und 3% Pfirsichfasern zu bemerken. Ein höherer Pfirsichfaserzusatz bewirkte einen weniger guten Geschmack. Ein höherer Getreidefasereinsatz führte zu einer Erhöhung des Härtegrades, während ein höherer Fruchtfasereinsatz zu einer Reduzierung des Härtegrades führte. Dies war mit Ausnahme von Apfelfasern (1,5%) bei allen Fruchtfasern festzustellen. Dieser Effekt wurde von GARCÍA et al. (2002) dadurch erklärt, dass Fruchtfasern in der Lage sind, Wasserverluste während der Reifung der Rohwürste zu reduzieren und dies sich im Endprodukt auf eine geringere

Härte auswirkt. Die besten sensorischen Ergebnisse wurden innerhalb dieser Studie mit Fruchtfasern, genauer mit Orangenfasern erzielt [GARCÍA et al., 2002].

EIM et al. (2008) beschäftigten sich mit den Auswirkungen des Zusatzes von Karottenfasern auf den Reifungsprozess einer trockenen Rohwurst, nämlich Sobrassada. Dafür wurden unterschiedliche Konzentrationen (3%, 6%, 9%, 12%) der Karottenfasern zugesetzt. Mit höherem Karottenfasereinsatz wurde eine kontinuierliche Reduktion des Fettgehalts möglich. Der Feuchtigkeitsgehalt verminderte sich in allen Proben mit Fortschritt des Reifungsprozesses. Die Kontrollprobe hatte anfangs einen Feuchtigkeitsgehalt von 30,3%, während sich dieser Wert nach 50 Tagen auf 20,9% änderte. Im Vergleich dazu hatten die einzelnen Proben Anfangswerte von 29,7%, 29,1%, 28,5% und 27,9%, wobei sich die Endwerte auf 19,3%, 18,2%, 17,62% und 17,0% beliefen. Ähnlich war die Verlaufskurve bezüglich der Wasseraktivität. Hier wurde nach 50 Tagen ebenso eine deutliche Reduktion der Wasseraktivität in sämtlichen Proben beobachtet. Hervorzuheben ist, dass je höher die Konzentration der Fasern war, desto niedriger war die Wasseraktivität. EIM et al. (2008) stellten fest, dass der pH-Wert der Sobrassada in der Kontrollprobe nach 50 Tagen, von anfangs 5,76 auf 4,85 signifikant fiel. Dieser Effekt konnte ebenso bei einer Faserkonzentration von 3% beobachtet werden. Bei allen übrigen Proben wurde keine signifikante Reduktion des pH-Wertes festgestellt. EIM et al. (2008) beobachteten in ihrer Studie ebenso ablaufende Farbveränderungen im Laufe der Reifezeit. Es kam zu einer signifikanten Abnahme der Helligkeit in allen Proben mit Faserzusatz. Mit Erhöhung des Karottenfaseranteils kam es gleichzeitig zu einem signifikanten Anstieg des Härtegrades. Lediglich Sobrassada mit einem Faserzusatz von 3% war bezüglich der Härte ähnlich der Kontrollprobe. Nach 50 Tagen waren somit Rohwürste mit 6%, 9% und 12% Faserzusatz deutlich härter als die Kontrollprobe. Der Anteil an freien Fettsäuren stieg kontinuierlich mit fortschreitender Reifezeit und erreichte seinen Höhepunkt nach 28 Tagen. Danach begann sich der Wert der freien Fettsäuren zu stabilisieren. Nach 50 Tagen waren sowohl bei den Proben als auch der Kontrolle ähnliche Profile der freien Fettsäuren zu beobachten. EIM et al. (2008) wiesen darauf hin, dass ein Faserzusatz von bis zu 9% keine signifikanten Auswirkungen auf die Lipolyse zeigte. Die sensorische Analyse von 10 geschulten Teilnehmern ergab, dass Sobrassada mit 3%

Karottenfasern am besten und ähnlich der Kontrollprobe bewertet wurden. Kriterien wie Geruch, Geschmack, Aroma, Aussehen, Textur und Gesamtakzeptanz erreichten hier Werte von nahezu 100%. Proben mit 6% Faserzusatz erreichten bei der Eigenschaft bezüglich Gesamtakzeptanz nur einen Wert von 79%, während Proben mit 12% Faserzusatz nur 9% erlangten. Generell erreichten Sobrassada mit 12% Karottenfaserzusatz in keinen der getesteten sensorischen Parameter mehr als 12% Zustimmung. Somit resultierten EIM et al. (2008), dass ein Zusatz von 3% Karottenfasern annähernd ähnliche physikochemische und sensorische Eigenschaften aufwiesen wie die Kontrollprobe. Eine Erhöhung der Faserzugabe führte zu Einbußen der sensorischen Qualität [EIM et al., 2008].

MÜLLER et al. (2009) beschäftigten sich mit den funktionellen Auswirkungen von Weizenhalmfasern und Phosphat in schnittfester Rohwurst. Dafür wurden die Fasern mit einer Konzentration von 2,5% und 4,8% mit einer Faserlänge von 250µm (WF600) eingesetzt. Des Weiteren kamen ebenso Fasern mit einer Konzentration von 2,5% und einer Faserlänge von 80µm (WF200) zum Einsatz. MÜLLER et al. (2009) stellten fest, dass Rohwürste mit Weizenhalmfasern im Verlauf der Reifung eine beschleunigte Senkung des pH-Wertes verursachten. Das Minimum wurde hier bereits nach nur 3 bis 5 Tagen erlangt. Dieser Effekt wurde mit der gesteigerten Stoffwechselaktivität von Starterkulturen begründet. Jene Proben, die einen höheren Fasergehalt aufwiesen, hatten eine signifikant niedrigere Wasseraktivität. Ähnliche Ergebnisse konnten bei der Überprüfung der Festigkeit diagnostiziert werden. Hier waren die Proben mit Verlauf der Reifung deutlich schnittfester als die Kontrolle, wobei es zwischen den eingesetzten Faserkonzentrationen zu keinen signifikanten Unterschieden kam. Die sensorische Untersuchung durch ein geschultes Panel ergab eine deutliche Bevorzugung der Rohwürste mit Weizenhalmfasern. Möglicherweise resultiert dies aufgrund der höheren Festigkeit. Am 17. Tag des Reifungsverlaufs verursachten die Rohwürste mit 4,8% WF600 ein raueres Mundgefühl als auch eine bröckeligere Konsistenz. Das Mundgefühl wurde überdies hinaus bei Proben mit 2,5% WF200 als deutlich rauer empfunden als mit WF600. Würste mit Fasern erweckten einen helleren Farbeindruck als die Kontrollprobe. Je höher dabei die Konzentration der Fasern war, desto heller waren die Rohwürste. Die Bewertung

des optischen Eindrucks ergab, dass Proben mit WF600 den geringsten Trockenrand aufwiesen. Bei jenen Proben mit einem Faserzusatz von 2,5% WF200, als auch der Kontrollprobe wurde eine starke Ausprägung des Trockenrandes beobachtet. MÜLLER et al. (2009) resultierten aufgrund dieser Studie, dass der Einsatz von Weizenhalmfasern des Typs WF600 in schnittfesten Rohwürsten als besser geeignet erschiene, wie Weizenhalmfasern des Typs WF200. Vor allem machte sich dies im Rahmen der Konsistenzanalyse bemerkbar [MÜLLER et al., 2009].

SÁNCHEZ-ZAPATA et al. (2013) beschäftigten sich mit den Auswirkungen des Zusatzes von Tigernussfasern (0%, 5%, 7,5%) auf die Qualität einer typisch spanischen Schweinswurst „Chorizo“, während eines 28 tägigen, trockenen Reifungsprozesses. Die Analyse ergab, dass die Reifezeit einen großen Einfluss auf die Wasseraktivität ausübte. Nach 28 Tagen war die Wasseraktivität in den Proben mit Faserzusatz höher als in der Kontrollprobe. Je höher die Faserkonzentration, desto höher war auch der Wert der Wasseraktivität. Dies wurde mit der höheren Wasserbindungskapazität der Fasern begründet. Chorizo mit Tigernussfasern war in ihrem Aussehen deutlich heller als die Kontrolle. Dies wurde auf die Wasserbindungskapazität der Fasern zurückgeführt, welche eine höhere Lichtreflexion bewirkte. Zwischen den einzelnen Faserkonzentrationen kam es dabei zu keinen Unterschieden. Nach der Reifezeit von 28 Tagen war nur in den Proben mit einer höheren Faserkonzentration von 7,5% eine deutlichere Gelbfärbung zu bemerken. Die Analyse der Textureigenschaften ergab, dass je höher der Fasereinsatz war, desto härter, kohäsiver, gummiartiger, elastischer und zäher war die Chorizo Rohwurst. Auch im Vergleich zur Kontrolle ergaben sich höhere Werte [SÁNCHEZ-ZAPATA et al., 2013].

3.2.3. Einsatz von Fasern in Fleischzubereitungen

BESBES et al. (2008) erforschten die chemischen und sensorischen Auswirkungen des teilweisen Ersatzes von Fleisch in Rindfleischburger durch Weizen- und Erbsenfasern. Dabei wurden drei Proben und eine Kontrollprobe hergestellt. Die Proben wurden konstant mit je 0,5% Erbsenfasern versetzt,

während Weizenfasern in einem Ausmaß von 0,5%, 1% und 1,5% zugesetzt wurden. Durch die Verwendung der Fasern wurde das Ziel verfolgt, Produktionskosten einzusparen und Ernährungs- und Kocheigenschaften von Rindfleischburger zu verbessern. Bezüglich der Wasserbindungskapazität war allgemein kein Unterschied zwischen den Fasern festzustellen. Jedoch zeigte sich, dass je höher der Weizenfaseranteil war, desto höher war die prozentuelle Wasserbindung. Erbsenfasern wiesen eine deutlich niedrigere Fettbindungskapazität auf. Des Weiteren stellten BESBES et al. (2008) fest, dass die Kochverluste umso geringer ausfielen, je höher der Weizenfaseranteil war. Fasern sind in der Lage, aufgrund ihrer hohen Wasser- und Fettbindeeigenschaften, Kochverluste zu reduzieren. Die Kontrollprobe ergab aufgrund des Fehlens des Faserzusatzes deshalb einen höheren Kochverlust. Im Rahmen der sensorischen Prüfung der Rindfleischburger waren in sämtlichen Proben keine negativen Effekte zu beobachten. Der Geschmack und die Textur des Fleisches wurden durch den Weizen- und Erbsenfaserzusatz nicht beeinflusst. BESBES et al. (2008) kamen in ihrer Studie zu dem Schluss, dass Weizen- und Erbsenfasern als Fleischersatz eingesetzt werden können, ohne die sensorischen Eigenschaften des Produktes zu beeinflussen, mit gleichzeitiger Verringerung der Produktionskosten [BESBES et al., 2008].

HU und YU (2015) befassten sich mit dem Einsatz von Hemizellulose B (RBHB) und Reiskleie (RBDF) in Fleischbällchen. Sie analysierten die funktionellen Eigenschaften des Fasereinsatzes in fettreduzierten Fleischarten nach der Erhitzung. Dabei produzierten sie Produktproben mit Konzentrationen von jeweils 2%, 4% und 6% RBHB bzw. RBDF, als auch eine Kontrollprobe ohne Faserzusatz. HU und YU (2015) stellten fest, dass die Festigkeit in den Proben, gegenüber der Kontrolle höher war. Auch war ein Anstieg der Festigkeit mit steigender Faserzugabe zu bemerken. Zwischen dem Einsatz von RBHB und RBDF war ebenso ein signifikanter Unterschied zu beobachten. Demnach waren die Proben mit RBDF härter als jene mit RBHB. Die Analyse der sensorischen Eigenschaften der Fleischbällchen mit Hemizellulose B ergab keine signifikanten Unterschiede zur Kontrolle. Ein differenziertes Ergebnis konnte bei der Analyse der Fleischprodukte, angereichert mit Reiskleie erzielt werden. Demnach waren in sämtlichen getesteten, sensorischen Parametern signifikante Unterschiede zur

Kontrolle zu bemerken. Je höher der Faseranteil war, desto dunkler war die Farbe, desto weniger gut wurde der Geruch und Geschmack bewertet und desto weniger ausgeprägt war die Gesamtakzeptanz des Produktes. Insgesamt wurde festgestellt, dass Fleischbällchen mit RBHB einen niedrigeren Gesamtfett- als auch Transfettanteil aufwiesen als die Kontrollprobe [HU und YU, 2015].

KIM et al. (2016) verfolgten in ihrer Studie das Ziel, chemische und sensorische Eigenschaften von Rindfleisch-Patties mit Faser- und Pektinzusatz zu erforschen. Dabei wurde 1% des mageren Rindfleisches durch 1% Sojafasern, extrahiert aus deren Schale eingesetzt. Eine Kontrollprobe ohne Fasereinsatz diente dem Vergleich. Die Analyse der frischen Patties zeigte in den Proben einen höheren Kochertrag als auch einen geringeren Gewichtsverlust gegenüber der Kontrolle. In gefrorenen Rindfleisch Patties waren die Auftauverluste in den Proben mit Sojafasern deutlich geringer als in der Kontrolle. Des Weiteren gab es in den Proben einen signifikant höheren Kochertrag. Sowohl in frischen als auch in gefrorenen Patties führte der Faserzusatz zu einer Erhöhung der Wasserbindungskapazität. Im Hinblick auf die Textureigenschaften der Rindfleisch Patties konnten in den frischen Proben keine Unterschiede zur Kontrollprobe festgestellt werden. Jedoch zeigten sich bei der Analyse der gefrorenen Patties signifikante Unterschiede. Demnach waren die Proben mit Sojafasern weniger hart, weniger gummiartig und hatten auch eine geringere Zähigkeit. Einzig die Kohäsion der Textur war etwas höher als das Kontrollprodukt. Im Rahmen der Farbanalyse war nach fünf Tagen eine Abnahme der Rotfärbung zu erkennen. Am deutlichsten war dies bei frischen Pattieproben festzustellen. Der Farbverlust bei gefrorenen Patties war zwar ebenso gegeben, jedoch war die Reduktion der Rotfärbung nicht in einem auffallend großen Ausmaß [KIM et al., 2016].

Tabelle 10 stellt eine Übersicht der beschriebenen Studien, samt Ergebnisse dar. Dabei werden sämtliche Probenergebnisse mit den jeweiligen fettarmen Kontrollproben verglichen. Die getesteten Parameter der Proben verhalten sich entweder gleich (=) der Kontrollprobe oder haben sich in ihren Eigenschaften verbessert (↑) bzw. verschlechtert (↓). Ist ein Parameter kein Gegenstand der jeweiligen Studie, wird dies hier als freibleibendes Feld (□) angezeigt.

FASERART	EINSATZ	ERGEBNIS																		LITERATUR			
		Wasserbindung	Gewichtsverlust	Kochverluste	Feuchtigkeit	Farbe			Textur						Sensorik								
						Helligkeit	rot	gelb	Härte	Elastizität	Kohäsion	Adhäsion	Gummiartigkeit	Zähigkeit	Klumpigkeit	Festigkeit	Saftigkeit	Geschmack	Geruch	Aussehen	Gesamtakzeptanz		
BRÜHWÜRSTE																							
Pfirsichfaser-suspension	17%		↑↑		↑↑		↓	↑	↓	=	=		↓	↓↓		↑↑	↓↓					↓↓	GRIGELMO-MIGUEL et al. (1999)
	29%		↑		↑		↑↑	↑↑	↓↓	↓	↓		↓↓	↓↓		↑	↑					↓↓	
Haferfaser	2%				↓				↑	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↑					↓	COFRADES et al. (2000)
Zitrusfaser	2%				↓																	CENGIZ und GOKOGLU (2005)	
Weizenfaser	7,5%					=			↓	↑	↓							=				↓	SZCZEPANIAK et al. (2005)
	10%					↑			↓	↑	=							=				↓	
Haferfaser	7,5%					↑			↑	↑	↓							=				=	
	10%					↑			↓	↑	↓							=				↓	
Weizenfaser	20%			↓	↑	↓	↑	↑	↑↑	↓↓	↑		↑↑	↑↑			↑	↓				↓	CHOE et al. (2013)
Roggenkleie	1%						↑		↓						↑	↑		↑				↓	PETERSSON et al. (2014)
Roggenkleie	1%						↑↑		↓↓						↑	↑		=				↓	PETERSSON et al. (2014)
Haferkleie	1%						↑		↓						↓	↑		↑			↑		
Gerstenfaser	1%						↑↑		↓↓						=	↓		↑				↓	
Weizenfaser	20g		↑	↑↑	=	=	↓	↑	↓↓	↓	↓			↓↓								COLMENERO et al. (2005)	
Sojafaser	5%		↓					↑	↑		↓			↑								COFRADES et al. (2000)	
Limonen-Albedo (roh)	2,5%				↑↑	↑↑	↓↓	↑↑								↑	↓		=			=	FERNÁNDEZ-GINÉS et al. (2004)
	5%				↑↑	↑↑	↓↓	↑↑								↑	↓↓		=			=	
	7,5%				↑	↑	↓	↑								↑↑	↓↓		=			↓	
	10%				↑	↑↑	↓	↑↑								↑↑	↓↓		↑			↓↓	
Erbsenfaser	4%			↓	↓	↑	=	↑	↑↑	↑	↑			↑↑		↑	↑	=		↑	↑	PIETRASIK und JANZ (2010)	
Orangenfaser	1%	=			↓	↑	↓	↑	↑↑	↓↓	↑			↑↑		↑↑	↓↓		↓			=	VIUDA-MARTOS et al. (2010)
Kartoffelfaser	0,5%	↑↑		↓					↓↓	↓↓	↓	↓↓		↓↓		↓		↓				↑	KTARI et al. (2014)
Weizenfaser	0,58%				↑				↑		=											=	BARRETTO et al. (2015)
	2%				↑				↑		↓											↓	
	4%				↑				↑↑		↓↓											↓↓	

FASERART	EINSATZ	ERGEBNIS																		LITERATUR		
		Wasserbindung	Gewichtsverlust	Kochverluste	Feuchtigkeit	Farbe			Textur					Sensorik								
						Helligkeit	rot	gelb	Härte	Elastizität	Kohäsion	Adhäsion	Gummiartigkeit	Zähigkeit	Klumpigkeit	Festigkeit	Saftigkeit	Geschmack	Geruch	Aussehen	Gesamtakzeptanz	
ROHWÜRSTE																						
Weizenfaser	1,5%								↑	=	↑	↓	↑↑	↑↑				↓	↑		↓	GARCÍA et al. (2002)
	3%								↑↑	↓↓	↑↑	↓↓	↑↑	↑				↓	↓		↓↓	
Haferfaser	1,5%								↑	↓	↑	↓	↑↑	↑↑				↓	↑		↓	
	3%								↑↑	↓↓	↑↑	↓↓	↑↑	↑				↓	↓		↓↓	
Pfirsichfaser	1,5%								↑↑	↑	↑↑	↓	↑↑	↑↑				↓	↑		↓	
	3%								↑↑	=	↑	↓↓	↑↑	↑↑				↓↓	↓		↓↓	
Apfelfaser	1,5%								↑↑	↓	↑↑	↓↓	↑↑	↑				↓↓	↑		↓↓	
Orangenfaser	1,5%								↑	↓	↓↓	↓	↑	=				↓	↓		↓	
Karottenfaser	3%	↑			↓				↓									=	↓	↑	↓	EIM et al. (2008)
	6%	↑			↓				=									↓	↓	↓	↓	
	9%	↑↑			↓↓				↑↑									↓↓	↓↓	↓↓	↓↓	
	12%	↑↑			↓↓				↑↑									↓↓	↓↓	↓↓	↓↓	
Weizenfaser	2,5%	↑	↓			↑			↑					↑	↑						↑	MÜLLER et al. (2009)
	4,8%	↑↑	↓			↑↑			↑↑						↑↑						↑	
Tigernussfaser	5%				↑	↑	↑	↑	↑↑	↑	↑		↑	↑			↑		↑		↑	SÁNCHEZ-ZAPATA et al. (2013)
	7,5%				↑	↑	↑	↑↑	↑↑	↑	↑		↑↑	↑↑			↓		↑↑		↑↑	
FLEISCHZUBEREITUNGEN (Hamburger Patties)																						
Weizenfaser	0,5%	↑		↓														↑				BESBES et al. (2008)
	1%	↑↑		↓↓														↓				
	1,5%	↑↑		↓↓														↓↓				

FASERART	EINSATZ	ERGEBNIS																			LITERATUR	
		Wasserbindung	Gewichtsverlust	Kochverluste	Feuchtigkeit	Farbe			Textur						Sensorik							
						Helligkeit	rot	gelb	Härte	Elastizität	Kohäsion	Adhäsion	Gummiartigkeit	Zähigkeit	Klumpigkeit	Festigkeit	Saftigkeit	Geschmack	Geruch	Aussehen	Gesamtakzeptanz	
Reiskleie	2%								↑					↓↓		↑↑		↓↓	↓↓		↓	HU und YU (2015)
	4%								↑↑					↓↓		↑↑		↓↓	↓↓		↓↓	
	6%									↑↑				↓↓		↑↑		↓↓	↓↓		↓↓	
Hemizellulose B	2%								↑				↑		↓		↓	↓		↓		
	4%								↑				↓		↑		↓	↓		↓		
	6%								↑				↓		↑↑		↓	↓		↓		
Sojafaser (Produkt frisch)	1%		↑	↓			↓↓		↓	↓	=		↑	↓							KIM et al. (2016)	
Sojafaser (Produkt gefroren)	1%			↓			↓		↓	↑	↑		↓	↓								

Tabelle 10: Übersicht Fasern in Fleischprodukten

3.3. Milch und Milchprodukte

Unter **Milch** wird nach dem Österreichischen Lebensmittelcodex jenes Produkt verstanden, das ein unverändertes, durchmisches Gesamtgemelk eines Milchtieres bzw. von mehreren Milchtieren darstellt. Ist keine Artenbezeichnung der Milch angegeben, wird die Milch als Kuhmilch verstanden. Bei Angabe der Tierart, handelt es sich demgemäß beispielsweise um Ziegenmilch, Schafmilch, Büffelmilch und dergleichen [ÖLMB, 2015].

Kuhmilch wird nach ihrem Fettgehalt eingeteilt. Dabei unterscheidet man, wie in Tabelle 11 dargestellt, zwischen fünf verschiedenen Kategorien:

	Vollmilch Extra	mit natürlichem Fettgehalt	Vollmilch	Fettarme Milch/ Teilentrahmte Milch	Mager- milch
Fett (%)	mind. 4,5	mind. 3,5	mind. 3,5 (Referenzfettgehalt)	1,5 – 1,8	max. 0,5

Tabelle 11: Fettgehalt Kuhmilch (mod. nach [ÖLMB, 2015])

Als **Milchprodukte** werden sämtliche Erzeugnisse aus Milch verstanden. Darunter fallen Produkte wie Butter, Käse, Topfencremen, Milchmischerzeugnisse, fermentierte Milcherzeugnisse, flüssige Molkeerzeugnisse und auch Dauermilchprodukte mit jeweils unterschiedlichen Fettgehalt und Zusammensetzung [ÖLMB, 2015]. Die nachfolgende Tabelle 12 gibt eine Übersicht ebendieser Produkte.

MILCH UND MILCHPRODUKTE		
KATEGORIE	UNTERKATEGORIE	SORTE
MILCH		
	Rohe Konsummilch	
	Wärmebehandelte Konsummilch	
	Rahm/Obers	
MILCHPRODUKTE		
BUTTER		
	Buttererzeugnisse	Butterschmalz, Wasserfreies MilCHFett, Fraktioniertes Butter-Reinfett
	Zusammengesetzte Erzeugnisse mit Butter	Butter mit geschmacksgebenden Zutaten, Butterzubereitungen
	Milchstreichfette	Dreiviertelfettbutter, Halbfettbutter, Milchstreifett X%
KÄSE		
	Gereifte Käse aus Kuhmilch	Hartkäse, Schnittkäse, Weichkäse, Molkeneiweißkäse
	Friskäse und ungereifte Käse aus Kuhmilch	Friskäse, Industrietopfen, Wärmebehandelte Friskäse, Zubereitungen aus Friskäse, Mozzarella, Schotten
	Schaf-, Ziegen- und Mischkäsesorten	Lab-Friskäse, Friskäse in Öl mit Kräutern und Gewürzen, Ungereifte Weichkäse, Weichkäse mit Weißschimmelreifung oder Rotkultur, Blau- und Grünschimmelkäse und Doppelschimmelkäse, Ungereifte Schnittkäse, Foliengereifte Schnittkäse, Schnittkäse mit Rotkultur
	Schmelzkäse	
TOPFENCREMEN		
MILCHMISCHERZEUGNISSE		
	Aus nicht fermentierter Milch bzw. Rahm	Kakao-, Schokolade-, Kaffee-, Vanille-, Karamel-, Malz-, Honig-, Frucht-, Gemüsemilch, Rahmzubereitungen
	Aus fermentierter Milch bzw. Rahm	Fruchtjogurt, Fruchtsauermilch, Fruchtbuttermilch, Gemüsejogurt, Sauermilch, Buttermilch usw. mit Konfitüre bzw. Fruchtmark oder Fruchtsaft, Jogurtmilch
	Fruchtzubereitungen und sonstige Zubereitungen für Milcherzeugnisse	
FERMENTIERTE MILCHERZEUGNISSE		
	Fermentierte Produkte	Sauer-, Acidophilus-, Bifidusmilch, Jogurt, Rahmjogurt, Sauerrahm, etc.

MILCH UND MILCHPRODUKTE		
KATEGORIE	UNTERKATEGORIE	SORTE
FLÜSSIGE MOLKEERZEUGNISSE		
	Molke	Süßmolke, Sauermolke
	Trinkmolke	
	Molkemischerzeugnisse	Mit Früchten, Fruchtzubereitungen, Zucker, Süßungsmitteln, Gewürzen
DAUERMILCHPRODUKTE		
	Milcheiweißprodukte	Kasein, Kaseinate, Magermilch
	Eingedickte Milch	Kondensmilch, Kondensmagermilch, Milchkonzentrat
	Trockenmilch	Div. Milchpulverarten

Tabelle 12: Übersicht Milch und Milchprodukte [ÖLMB, 2015]

3.3.1. Einsatz von Fasern in Milchprodukten

SOUKOULIS et al. (2009) beobachteten die Auswirkungen des Einsatzes von Fasern auf die rheologischen Eigenschaften sowie die Kristallisation von Eiscreme. Dabei verwendeten sie Haferfasern, Weizenfasern und Apfelfasern, jeweils in einem Ausmaß von 2% und 4%. Die Analyse der Proben zeigte eine Verbesserung der Konsistenz im Vergleich zur Kontrolle ohne Faserzusatz. Die Konsistenz war umso besser, je mehr Fasern zugesetzt wurden. Am deutlichsten war die Änderung bei Apfelfasern zu bemerken, speziell bei einer Zugabe von 4%. Im Bezug auf die Rheologie kam es nur bei Eiscreme, mit Zusatz von 2% Haferfasern zu einer Steigerung dieser Eigenschaften. Bei sämtlichen übrigen Proben nahm die Fließeigenschaft der Eiscreme, mit Zunahme des Faserzusatzes ab. SOUKOULIS et al. (2009) stellten in ihrer Studie auch Analysen bezüglich der Viskosität an. Mit Erhöhung der Faserkonzentration war dabei eine deutliche Steigerung der Viskosität zu bemerken. Speziell bei Apfelfasern mit einem Zusatz von 4% gab es eine signifikante Erhöhung der Viskosität zu verzeichnen. Dieser Effekt ist auf die Anwesenheit der unlöslichen Fasern zurückzuführen, die eine Zunahme der Gesamtfeststoffe, aufgrund ihrer dreidimensionalen Struktur bewirken. SOUKOULIS et al. (2009) beobachteten in ihrer Studie desweiteren die Temperatur des Gefrierpunkts der Eiscreme. Diese lag bei der Kontrollprobe bei $-2,42^{\circ}\text{C}$. Auffallend war hier, dass Proben mit einem Hafer- bzw. Weizenfaseranteil von 2%, einen signifikant niedrigeren Gefrierpunkt von $-4,31^{\circ}\text{C}$ bzw. $-4,27$ hatten als einerseits die Kontrollprobe, als auch andererseits Proben, mit einem Faseranteil von 4% ($-2,96^{\circ}\text{C}$ bzw. $-2,94^{\circ}\text{C}$). Bei dem Einsatz von Apfelfasern wurden signifikant höhere Gefrierpunkte ermittelt. Demnach lag der Gefrierpunkt bei einer Zugabe von 2% Apfelfasern bei $-2,31^{\circ}\text{C}$ und bei 4% Apfelfaserzugabe bei $-1,89^{\circ}\text{C}$. Im Falle von Hafer- und Weizenfasern wurde der niedrigere Gefrierpunkt durch die höhere Serumkonzentration, weiters durch die höhere Wasserbindungskapazität und den niedrigeren Anteil an löslichen Fasern konkludiert. Die Anreicherung von Eiscreme mit Getreide- und Fruchtfasern stellt laut SOUKOULIS et al. (2009) eine wirksame Methode dar, um ernährungsphysiologische Eigenschaften des Produktes zu verbessern und thermische als auch rheologische Eigenschaften von Eiscreme individuell beeinflussen zu können [SOUKOULIS et al., 2009].

STAFFOLO et al. (2004) setzten Apfel- Weizen- und Bambusfasern in einem Ausmaß von 1,3% ihren Joghurtproben zu und beobachteten anschließend die sensorischen als auch rheologischen Eigenschaften des Produkts, im Vergleich zur Kontrollprobe ohne Faserzusatz. Die Analyse zeigte eine deutliche Verbesserung der Konsistenz der Proben mit Apfelfasern. Eine Zugabe von Weizen- und Bambusfasern führte hingegen zu einer schlechteren Konsistenz des Joghurts. Eine Untersuchung bezüglich der Viskosität kam zu demselben Ergebnis, wobei nach einer Lagerungszeit des Joghurts von 21 Tagen, eine deutliche Verschlechterung der Konsistenz zu verzeichnen war. Am signifikantesten war die Reduktion der Viskosität bei Proben mit Apfelfasern zu bemerken. STAFFOLO et al. (2004) stellten fest, dass je länger die Lagerzeit andauerte, desto eher neigten Joghurts mit Bambus- und Weizenfasern den Eigenschaften eines Gels. Proben mit Apfelfasern zeigten mit Zunahme der Lagerzeit eine höhere Braunfärbung und geringere Helligkeit, im Gegensatz zu sämtlichen anderen Proben. Ein Kollektiv aus 25 Teilnehmern bewertete die sensorischen Eigenschaften der Produkte. Bezüglich der Farbe und Textur wurden Proben mit Weizenfasern deutlich besser bewertet als die Kontrollprobe. Bei dem Einsatz von Bambusfasern gab es ebenso eine positive Assoziation, jedoch war der Einfluss nicht signifikant. Joghurts mit einem Apfelfaserzusatz waren nicht Gegenstand der sensorischen Überprüfung. Das Aroma des Joghurts mit Faserzusatz zeigte keinen signifikanten Unterschied zur Kontrolle. Die Prüfung des Geschmacks ergab bei einem Einsatz von Weizen- und Bambusfasern eine bessere Bewertung als die Kontrollprobe [STAFFOLO et al., 2004].

SANZ et al. (2008) analysierten den Einsatz von Spargelfasern (1%) in Joghurt. Darüber hinaus wurde in der Studie die Extraktionsmethode der Fasern (Ethanol oder Wasser), als auch die anschließende Trocknung (Gefriertrocknung oder Backofen) berücksichtigt. Sämtliche Joghurtproben ergaben einen signifikant geringeren pH-Wert als die Kontrollprobe. Bezüglich der Farbhelligkeit war ebenso eine klare Abnahme zu bemerken. Am deutlichsten konnte dies bei Spargelfasern, welche mit Wasser extrahiert wurden, beobachtet werden. Der Einsatz von Spargelfasern ergab in der Analyse der Farbparameter auch eine höhere Rot- als auch Gelbfärbung. Die Konsistenz und Viskosität der Proben waren signifikant besser als jene der Kontrolle. Dies konnte vor allem bei Fasern, die einer

Gefriertrocknung unterzogen wurden festgestellt werden. Konsumenten, welche die verschiedenen Joghurts testeten, bewerteten jene Proben als neutraler bezüglich des Geschmacks, bei welchen die Fasern mit Wasser extrahiert und im Ofen getrocknet wurden. Bezüglich der Farbe des Produktes bekamen jedoch jene Proben den Vorzug, deren Fasern mit Ethanol extrahiert und gefriergetrocknet wurden. Begründet wurde dies mit einer weniger ausgeprägten Färbung der Joghurtprobe [SANZ et al., 2008].

SENDRA et al. (2010) erforschten in ihrer Studie die viskoelastischen Auswirkungen des Einsatzes von Orangenfasern in Joghurt. Den Proben wurden Fasern in einer Konzentration von 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 und 1g/100ml zugegeben. Eine Kontrollprobe ohne Faserzusatz diente dem Vergleich. Weiters differenzierten SENDRA et al. (2010) zwischen vier verschiedenen Partikelgrößen der Fasern, als auch zwischen dem Faserzusatz vor oder nach der Pasteurisation. Durch die Erhöhung der Orangenfaserkonzentration kam es dabei zu keiner signifikanten Veränderung des pH-Wertes. Im Gegensatz dazu war mit steigendem Faserzusatz eine Erhöhung der Elastizität als auch Viskosität der Joghurtproben zu analysieren. Dieser Effekt wurde jedoch nur bei Proben mit gleichzeitiger Pasteurisierung der Fasern mit dem Joghurt festgestellt. Wurden die Fasern nämlich nach der Pasteurisierung des Joghurts hinzugegeben, kam es zu keiner signifikanten Änderung der Elastizität und Viskosität. In Bezug auf die Partikelgröße der Fasern, konnte bei steigender Größe eine höhere Viskosität beobachtet werden [SENDRA et al., 2010].

TSENG und ZHAO (2013) versetzten Joghurt mit Weintraubentrester (1%, 2%, 3%). Dieser diente als antioxidativer Faserzusatz und sollte eine Verbesserung des Nährwertes als auch Lagerfähigkeit der Produkte bewirken. In den Proben kam es zu einem signifikanten Verlust der Helligkeit, je höher der Faseranteil war. Nach einer Lagerzeit von 21 Tagen war eine Reduktion des pH-Wertes der Proben von anfangs 4,78 auf 4,47-4,60 zu bemerken. Der pH-Wert der Kontrollprobe war während der Lagerzeit stets höher als jener der Proben. Hinsichtlich der Viskosität der Proben fiel auf, dass diese zu Beginn der Studie mit steigender Faserkonzentration abnahm. Die Messung der Proben nach einer Lagerzeit von 21 Tagen ergab hierbei jedoch, dass mit steigendem Fasereinsatz

die Viskosität anstieg. Allgemein war die Viskosität der jeweiligen Proben niedriger als jene der Kontrolle. TSENG und ZHAO (2013) stellten darüber hinaus eine Verzögerung der Lipidoxidation der Proben während der Kühlagerung, hervorgerufen durch den Einsatz des Weintraubentresters fest [TSENG und ZHAO, 2013].

SAH et al. (2016) erforschten in ihrer Studie die physikochemischen Auswirkungen eines Joghurts mit dem Zusatz von 1% Ananasfasern während der Kühlagerung von 4°C. Dabei wurden die Fasern aus deren Schale der Ananas gewonnen. Die Joghurts der Kontrollproben enthielten eine probiotische Bakterienkultur (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. paracasei*). Für die Produktproben wurde dem Joghurt zusätzlich 1% Ananasfasern hinzugefügt. Durch den Faserzusatz wurde eine kürzere Produktionszeit bzw. Fermentationszeit möglich. Diese betrug bei den Proben 5,67 Stunden und bei der Kontrolle 7,17 Stunden. Dadurch könnten einerseits Produktionskosten eingespart werden, andererseits könnte sich dies auch negativ auf sensorische und physikochemische Eigenschaften des Joghurts auswirken. Die Analyse des pH-Wertes der Proben ergab keine signifikanten Unterschiede zur Kontrolle. Jedoch wiesen die Proben mit Ananasfasern eine deutlich geringere Festigkeit auf. Nach einer Kühlagerung von 28 Tagen war eine Zunahme der Festigkeit festzustellen, wobei diese in der Kontrollprobe viel klarer zum Vorschein kam als in den Proben. Zudem kam es nach 14 tägiger Lagerzeit in den Joghurtproben zu einer weiteren Abnahme der Festigkeit, bevor dieser Parameterwert bis zum 28. Tag wieder zu steigen begann. Die Viskosität der Proben war signifikant niedriger als die Kontrollprobe, wobei der Anstieg der Viskosität nach 28 Tagen deutlich höher war als jener der Kontrolle. Bezüglich der Helligkeit war eine deutlich geringere Werte bei den Joghurtproben zu verzeichnen [SAH et al., 2016].

Die nachfolgende Tabelle 13 beinhaltet eine Übersicht der beschriebenen Studien. Die angezeigten Probenergebnisse beziehen sich auf den Vergleich mit der jeweiligen Kontrollprobe ohne Faserzusatz.

FASERART	EINSATZ	ERGEBNIS											LITERATUR
		pH-Wert	Farbe			Textur			Sensorik				
			Helligkeit	rot	gelb	Konsistenz	Elastizität	Zähigkeit	Konsistenz	Farbe	Aroma	Geschmack	
EISCREME													
Haferfaser	2%					=		↑					SOUKOULIS et al. (2009)
	4%					↑		↑↑					
Weizenfaser	2%					↑		↑					
	4%					↑↑		↑↑					
Apfelfaser	2%					↑		↑↑					
	4%					↑↑		↑↑					
JOGHURT													
Apfelfaser	1,3%	↓				↑↑		↑↑					STAFFOLO et al. (2004)
Weizenfaser	1,3%	↓				↓		↓	↑↑	↑↑	=	↑↑	
Bambusfaser	1,3%	↓				↓		↓	↑	↑	=	↑	
Spargelfaser	1%	↓	↓	↑	↑	↑		↑					SANZ et al. (2008)
Orangenfaser	1%	=					↑	↑					SENDRA et al. (2010)
Weintraubenfaser	1%	↓	↓					↓↓					TSENG und ZHAO (2013)
	2%	↓	↓					↓					
	3%	↓	↓↓					↓					
Ananasfaser	1%	=	↓			↑		↓					SAH et al. (2016)

Tabelle 13: Übersicht Fasern in Milchprodukten („↑“ Verbesserung, „↓“ Verschlechterung, „=“ gleich bleibend, „□“ nicht getestet)

3.4. Backerzeugnisse

Nach dem Österreichischen Lebensmittelbuch werden Backerzeugnisse in drei Kategorien eingeteilt, nämlich in Brot, Gebäck und Feinen Backwaren. Die Herstellung der Backerzeugnisse erfolgt aus Massen bzw. Teigen, die aus diversen Kombinationen von Schäl- und Mahlprodukten, Milch, Trinkwasser, Eiern bzw. Eiprodukten und Zucker bestehen. Außerdem findet anschließend ein Backprozess statt, dem die Röstung und Trocknung des Produkts folgt. Zur Brotherstellung wird zwecks Lockerung des Teiges meist Backhefe oder Sauerteig angewendet. Gebäck oder auch Kleingebäck genannt, wird ebenso aus Teigmassen, jedoch in kleinerer Formung als Brot hergestellt. Dabei beläuft sich das Ausbackgewicht auf maximal 250g. Die Produktion feiner Backwaren erfolgt durch das Frittieren, Backen oder Trocknen der zuvor hergestellten Massen oder Teigen. Dazu bestehen feinen Backwaren aus Füllungen, die bereits mitgebacken werden, oder nach dem Backvorgang durch Einspritzen in die Backwaren eingebracht wird. Bei Konditor- und Feinbackwaren ist es auch üblich, dass die Produkte darüber hinaus noch garniert, belegt oder glasiert werden [ÖLMB, 2015].

Die nachfolgende Tabelle 14 gibt eine Übersicht über die einzelnen Backerzeugnisse der drei Kategorien laut Österreichischem Lebensmittelbuch.

BACKERZEUGNISSE		
KATEGORIE	UNTERKATEGORIE	SORTE
BROT		
	Roggenbrot	Roggenbrot, Roggentoast
	Weizenbrot	Weißbrot, Ciabatta, Sandwichswecken, Baguette, Toastbrot, Tramezzinibrot
	Mischbrot	Schwarzbrot, Hausbrot, Michtoastbrot
	Andere Brotsorten	Land-, Bauern-, Graham, Dinkel, Keimlingsbrot, Brot mit Hinweis auf fettreiche Samen, Molkenbrot, Brote mit Hinweis auf Erdäpfel, Schrot-, Vollkorn-, Knäckeibrot, Pumpernickel, Früchte-, Kletzen-, Vorschuss-, Mehrkornbrot, Brot mit Hinweis auf Butter bzw. sonst. Zutaten, Holzofen-, Steinofenbrot, Brot mit Hinweis auf Mahl- und Schälprodukte
GEBÄCK		
	Weißgebäck	Semmeln, Weckerl, Stangerl, Kipferl
	Mürbgebäck	Mürbes Kleingebäck
	Gebäcksorten mit besonderer Bezeichnung	Laugenstangerl, Mohnstriezerl, Salzstangerl, Sonnenblumenweckerl, Wachauer, Vintschgerl, etc.
	Semmelbrösel, -würfel	Brösel, Paniermehl, Knödelbrot
FEINE BACKWAREN		
	Feine Hefeteigbackwaren	Strudel, Striezel, Brioche, Buchteln, Stollen, Gugelhupf, Pogatschen, etc.
	Fettbackwaren	Krapfen, Spritzkrapfen, Schneeballen
	Butterkrapfen	Butterkrapfen
	Plundergebäck	Croissants, Butterkipferl
	Blätterteigbackwaren	Butterblätterteig
	Strudelteigbackwaren	Backwaren mit Füllungen wie Obst, Gemüse, Fleisch, etc.
	Mürbteigbackwaren	Linzertorte, Linzerschnitte, Vanillepipferl, Linzer Augen, Spitzbuben
	Biskuit-, Wiener Masse und Sandmassebackwaren	Gugelhupf, Marmorkuchen, Bischofsbrot, Tortenböden, Sandkuchen, Biskotten
	Makronenmassen	Erdnussmakronen, Kokosbusserl
	Teegebäck	Teebäckerei
	Kräcker	Fetthaltige Gebäckstücke mit blättriger Struktur
	Knabbergebäck	Salztangen

BACKERZEUGNISSE		
KATEGORIE	UNTERKATEGORIE	SORTE
	Lebkuchen	Elisenlebkuchen
	Makronen	Erdnussmakronen, Kokosbusserl
	Biskotten	Löffelbiskuit
	Oblaten	Sehr dünne, flache Blätter
	Waffel- und Waffelwaren	Eiswaffeln, Neapolitaner
	Hohlhippen	Röhrenförmige Backwaren
	Zwieback	Trockene Backware
	Backwaren aus Schaummasse	Windbäckerei

Tabelle 14: Übersicht Backerzeugnisse [ÖLMB, 2015]

3.4.1. Einsatz von Fasern in Backwaren

SREENATH et al. (1996) erforschten die Charakteristika des Fasereinsatzes in Sandkuchen. Die Kontrollprobe ohne Faserzusatz wurde aus Universalmehl hergestellt. Den Proben wurden Weizen- und Ananasfasern in einer Konzentration von 5% zugesetzt. Durch den Einsatz der Fasern kam es zu einer Reduktion des pH-Wertes des Kuchenteiges, der Kruste und der Krume. Das Volumen des Teiges war speziell bei Ananasfasern deutlich verringert. Beide Faserzusätze führten auch zu einer Abnahme der Feuchtigkeit des Kuchens. 11-14 Teilnehmer bewerteten die sensorischen Eigenschaften der Proben. Dabei wurde eine deutliche Farbsteigerung der Kruste bei Ananasfaserzugabe festgestellt, als auch ein Farbanstieg der Krume durch den Einsatz von Weizenfasern. Mit der Anwendung von Ananasfasern sank jedoch die Zartheit der Sandkuchenprobe enorm. Des weiteren verlor der Kuchen an Süße, Festigkeit und Geschmack im Vergleich zur Kontrolle ohne Fasern. Die Saftigkeit blieb dennoch erhalten. Durch den Einsatz von Weizenfasern kam es zu einer Erhöhung der Festigkeit als auch des Geschmacks. Die Süße, Saftigkeit und Zartheit der Kuchenprobe nahm jedoch im Vergleich zur Kontrollprobe ab. Obwohl es zu einem Einsatz von Fasern in der Probe kam, erhöhte dies nicht proportional den Fasergehalt im Endprodukt. Dieser Effekt könnte möglicherweise durch den Erhitzungsprozess erklärbar sein, welcher dafür maßgeblich ist, den unlöslichen Fasergehalt in Nahrungsmitteln nach einer Hitzebehandlung zu reduzieren [SREENATH et al., 1996].

Der Einsatz von Apfelfasern in einem Lebensmittel von 2 bis 4 Prozent ist ausreichend, um einen weitreichenden Anteil am Gesamtfasergehalt von Backwaren zu erzielen. Die hohe Wasserbindungsfähigkeit der Apfelfaser macht es möglich, einen höheren Ertrag des Teiges bei Broten zu erlangen. Durch die Zelluloseanteile der Apfelfasern kommt es in Backwaren nach der Lagerung zu einer retardierten Retrogradation und die Krumenfeuchtigkeit bleibt weitgehend erhalten. Die Apfelfaser besitzt eine rot-braune Färbung. Dadurch soll ein Intensivieren der Krustenfarbe möglich werden [KLUMPP und ZYSSET, 2010].

SUDHA et al. (2007) ersetzten bei der Kuchenzubereitung einen Teil des Weizenmehls durch Fasern aus Apfeltrester. Dabei wurden die Fasern in einer

Konzentration von 0%, 10%, 20% und 30% eingesetzt. Anschließend beobachteten sie die rheologischen Auswirkungen der Proben und verglichen diese mit der Kontrolle, welche ohne Faserzusatz zubereitet wurde. Mit Erhöhung des Fasereinsatzes war eine kontinuierliche Reduktion des Volumens festzustellen. Das Gewicht verringerte sich ebenso, wobei das geringste Gewicht bei einer Faserkonzentration von 10% festzustellen war. Im Vergleich zur Kontrolle war bei Proben mit steigendem Faserzusatz eine Verbesserung der Konsistenz zu beobachten. Die Krusten- als auch Krumenfarbe der Proben nahm mit ansteigender Faserkonzentration deutlich ab. Derselbe Effekt konnte im Rahmen der sensorischen Überprüfung der Krume bezüglich Körnigkeit, Textur, Verzehrsqualität und Gesamteindruck beobachtet werden. Ein Apfelfaserzusatz von 30% hatte demnach signifikant nachteilige sensorische Auswirkungen auf die Qualität des Kuchens. SUDHA et al. (2007) resultierten in ihrer Studie, dass Apfeltrester, eingesetzt als Faserzusatz in Mehl, die Wasserbindungskapazität erhöhen konnte. Apfeltrester hat außerdem einen hohen Faseranteil, welche als wertvolle Quelle von Ballaststoffen in der Kuchenproduktion eingesetzt werden kann [SUDHA et al., 2007].

VERGARA-VALENCIA et al. (2007) beobachteten die antioxidativen Eigenschaften des Fasereinsatzes von Mangos als Zutat in Backwaren. Dabei erstellten sie zwei Produktproben mit jeweils einer Kontrollproben. Für die Produktion der Kekse verwendeten sie 75g Mangofasern pro 25g Weizenmehl und für Brot nahmen sie 40g Mangofasern pro 60g Weizenmehl. Die Kontrollproben waren jeweils frei von Fasern und enthielten stattdessen 75g bzw. 40g Weizenkeime. Beide Proben zeigten gute Wasserbindungseigenschaften, die auch in anderen, vorangegangenen Studien mit Fruchtfasern zu bemerken waren. Die Ölbindungskapazität war hingegen niedriger als die der Kontrollprobe. Mit steigender Temperatur, von 40°C auf 80°C war auch ein Anstieg der Wasserbindungskapazität zu verzeichnen. Die Messung der Feuchtigkeit des Backproduktes ergab bei Brot mit Mangofasern einen deutlich niedrigeren Gehalt als die Kontrolle. Dafür hatte das Probeprodukt auch einen niedrigeren Fettgehalt. Sowohl Kekse als auch Brot mit Faserzusatz hatten in ihrem verzehrsfertigen Zustand einen höheren Gesamtballaststoffgehalt und gleichzeitig einen niedrigeren vorhergesagten glykämischen Index als die jeweilige Kontrollprobe.

Produkte mit dem Zusatz von Manogfasern stellen somit eine alternative Lebensmittelauswahl für Personen mit speziellen Bedürfnissen dar. Außerdem konnte durch den Einsatz von Manogfasern, antioxidative Eigenschaften und die Möglichkeit als Radikalfänger zu fungieren beobachtet werden [VERGARA-VALENCIA et al., 2007].

In einer Studie von AJILA et al. (2008) wurden die Auswirkungen der Anwendung von Fruchtfasern aus einer Mangoschale zur Herstellung von Keksen untersucht. Dabei wurden dem Mehl während der Produktion der Produktproben, Mangofasern in einer Konzentration von 2,5%, 5%, 7,5% bzw. 10% zugesetzt. Gegenüber des Teiges der Kontrollprobe ohne Faserzusatz, konnte eine deutliche höhere Wasserabsorption der Proben mit steigender Faserkonzentration festgestellt werden. Jedoch nahm dabei auch die Herstellungszeit kontinuierlich zu, während die Teigstabilität vice versa abnahm. Mit zunehmendem Fasereinsatz änderte sich auch die Farbe der Kekse. Demnach kam es zu einer signifikanten Reduzierung der Helligkeit. Die Bewertung der Krusten- und Krumenfarbe des Teiges durch ein ausgewähltes Panel, kam zu demselben Ergebnis, dass nämlich die Farbe mit zunehmender Faseranwendung abnahm. Dies war ebenso im Rahmen der Textur-, Geschmacks- und Gesamtqualität zu resultieren. AJILA et al. (2008) stellten in ihrer Studie fest, dass Mangofasern zugleich eine bedeutende Quelle für Carotinoide und Polyphenole darstellen, welche durch ihren antioxidativen Charakter eine positive Wirkung auf die menschliche Gesundheit ausübt [AJILA et al., 2008].

SABANIS et al. (2009) erforschten die Auswirkungen von Fasern auf die Eigenschaften in glutenfreiem Brot. Das Kontrollprodukt wurde aus Maisstärke und Reismehl hergestellt, während für die Proben jeweils 3g, 6g und 9g/100g durch die jeweiligen Fasern (Weizen, Mais, Hafer, Gerste) ersetzt wurden. Der Einsatz von Fasern aus Mais und Hafer in glutenfreiem Brot verursachte ein deutlich höheres Volumen als die Kontrollprobe. Bei Weizenfasern kam es zu einer Volumenreduktion. Außerdem wurde festgestellt, dass es in sämtlichen Proben zu einer Erhöhung der Feuchtigkeit kam. Speziell war dies bei Weizenfasern mit 9g/100g zu bemerken. Die Helligkeit der Krume nahm bei einem Einsatz von Fasern gegenüber der Kontrollprobe ab. In Bezug auf die Helligkeit der Kruste war

zu beobachten, dass es bei der Anwendung von Weizen- und Haferfasern zu einer Erhöhung und bei Mais- und Gerstenfasern zu einer deutlichen Verringerung der Helligkeit kam. Die Konsistenz bezüglich Krumenfestigkeit der Proben war, mit Ausnahme von Gerstenfasern mit 6g/100g und 9g/100g signifikant besser als die Kontrollprobe. Ein rekrutiertes Panel beurteilte die sensorischen Eigenschaften sämtlicher Proben, wobei sich herausstellte, dass glutenfreies Brot mit 6g/100g Maisfasern geschmacklich am besten abschnitt. Ein Zusatz von Weizenfasern wurde hier hingegen als weniger gut eingestuft im Vergleich zur Kontrolle. Außerdem war der visuelle Eindruck des glutenfreien Brotes mit Maisfasern für das Panel am meisten ansprechend. Insgesamt konnten Maisfasern mit einer Konzentration von 3g/100g, in Hinblick auf die Gesamtakzeptanz des Produktes die höchste Zustimmung erzielen [SABANIS et al, 2009].

CHAREONTHAIKIJ et al. (2016) untersuchten die Auswirkungen von Ananasfasern, gewonnen aus Ananastrester, auf die physikochemischen Eigenschaften von Weizenbrot. Für die Proben wurden Ananasfasern mit einer Konzentration von 5% und 10% zugesetzt. Eine Weizenbrotprobe ohne Faserzusatz diente als Kontrolle. Durch den Anstieg der Faserkonzentration war eine deutliche Abnahme des Volumens zu bemerken. Gleichzeitig erhöhte sich allerdings die Wasserbindungskapazität. Durch den Zusatz der Fasern, wies das Mehl eine signifikant bessere Wasserbindungs- und Ölbindungskapazität auf. Dadurch konnte auch die Wasserabsorption des Teiges gesteigert werden. Weizenbrot mit Ananasfasern hatte eine höhere Feuchtigkeit aufzuweisen, als auch eine niedrigere Helligkeit in der Farbintensität. Im Vergleich zur Kontrollprobe hatte Weizenbrot mit einem Faserzusatz von 5% eine schlechtere Konsistenz, wohingegen es bei einem Faserzusatz von 10% zu einer deutlichen Verbesserung der Konsistenz kam. Mit steigender Faserkonzentration war eine Reduktion der Zähigkeit des Brotes festzustellen. Die sensorische Beurteilung eines ausgewählten Kollektivs ergab eine mit zunehmender Faserkonzentration, Reduzierung der Zartheit, des Geschmacks und des Aussehens. Insgesamt war die Gesamtakzeptanz der Kontrollprobe besser als jene der Proben. In Hinblick auf die Bereitschaft der Konsumenten das Weizenbrot mit Faserzusatz zu kaufen, wurde ermittelt, dass die Kennzeichnung der Information bezüglich des

gesundheitlichen Nutzens kaufentscheidender war, als die Absicht ein Brot mit Faserzusatz zu kaufen [CHAREONTHAIKIJ et al., 2016].

CURTI et al. (2016) beschäftigten sich mit dem Einsatz von Kartoffelfasern in Weizenbrot, um eine Verbesserung der physikochemischen Eigenschaften während einer Lagerzeit von 7 Tagen zu erforschen. Dafür wurden Kartoffelfasern in einem Ausmaß von 0,4g/100g Mehl eingesetzt. Die Kontrollprobe enthielt keinen Faserzusatz. Die Analyse ergab sowohl bei der Kruste als auch der Krume eine geringere Wasseraktivität als die Kontrolle. Nach einer Lagerzeit von 7 Tagen war eine kontinuierliche Erhöhung der Wasseraktivität zu bemerken. Der Feuchtigkeitsgehalt der Krume nahm, sowohl in der Brotprobe als auch in der Kontrolle mit zunehmender Lagerzeit ab, wobei das Brot mit Faserzusatz einen niedrigeren Feuchtigkeitsgehalt aufwies. Bei der Brotkruste kam es mit fortschreitender Lagerzeit zu einer Feuchtigkeitszunahme, wohingegen die Probe gegen Ende der Lagerzeit wieder an Feuchtigkeit verlor. Exakt derselbe Effekt konnte bei der Analyse des Härtegrades des Brotes festgestellt werden. Bezüglich der Festigkeit war eine deutliche Reduktion nach einer Lagerzeit von 3 Tagen zu bemerken, welche bis zum 7. Tag noch weiter abnahm. Im Vergleich zur Kontrolle war das Brot mit Kartoffelfaserzusatz jedoch stets fester als die Kontrolle [CURTI et al., 2016].

Die nachfolgende Tabelle 15 zeigt eine Übersicht der vorangegangenen Studien in Bezug auf die Anwendung von Fasern in Backwaren. Dabei werden die ermittelten Probenergebnisse mit den jeweiligen Kontrollproben, die ohne Faserzusatz hergestellt wurden verglichen.

FASERART	EINSATZ	ERGEBNIS																				LITERATUR		
		pH-Wert	Volumen	Gewicht	Wasserbindung	Feuchtigkeit	Farbe			Textur					Sensorik									
							Helligkeit	Kruste	Krume	Konsistenz	Elastizität	Kohäsion	Adhäsion	Zähigkeit	Körnigkeit	Festigkeit	Saftigkeit	Zartheit	Geschmack	Süße	Aussehen	Farbe	Gesamtakzeptanz	
SANDKUCHEN																								
Weizenfaser	5%	↓	↓			↓		↑	↑↑							↑	↓	↓	↑	↓				SREENATH et al. (1996)
Ananasfaser	5%	↓↓	↓↓			↓		↑↑	↑							↓	=	↓↓	↓	↓				
Apfeltrester	10%		↓	↓↓	↑			↓	↓	↑					=	=							↓	SUDHA et al. (2007)
	20%		↓	↓↓	↑			↓	↓↓	↑↑				↓	↓							↓		
	30%		↓↓	↓	↑			↓↓	↓↓	↑↑				↓↓	↓↓								↓↓	
KEKSE																								
Mangofaser	75g/25g				↑	=																		VERGARA-VALENCIA et al. (2007)
Mangofaser	2,5%						↓	↓	↓							↓			↓				↓	AJILA et al. (2008)
	5%						↓	↓	↓							↓			↓				↓	
	7,5%						↓	↓↓	↓↓							↓↓			↓				↓	
	10%						↓↓	↓↓	↓↓							↓↓			↓				↓↓	
BROT																								
Mangofaser	40g/60g				↑	↓																		VERGARA-VALENCIA et al. (2007)
Weizenfaser	3g/100g		↓			↑		↑	↓	↑				↑↑		↑			↓		↑	↓	↑	SABANIS et al. (2009)
	6g/100g		↓			↑		↑↑	↓	↑↑				↑		↓			↓		↓	↓↓	=	
	9g/100g		↓			↑↑		↑↑	=	↑				↓		↓			↓		↓↓	↓↓	↓	
Maisfaser	3g/100g		↑			↑		↓	↓	↑↑				↑		↑↑			↑		↑↑	↑	↑↑	
	6g/100g		↑↑			↑		↓↓	↓↓	↑				↑↑		↑			↑↑		↑↑	↑↑	↑↑	
	9g/100g		↑			↑		↓↓	↓↓	↑				↑		↑			↑		↑	↑	↑	
Haferfaser	3g/100g		↑↑			=		↑	↓	↑				↑↑		↑↑			=		=	↓	↑	
	6g/100g		↑↑			↑		↑↑	↓	↑↑				↑↑		↑↑			=		↓	↓	↑	
	9g/100g		↑↑			↑		↑↑	↓	↑				↑↑		↑			↓		↓	↓↓	↑	

FASERART	EINSATZ	ERGEBNIS																				LITERATUR		
		pH-Wert	Volumen	Gewicht	Wasserbindung	Feuchtigkeit	Farbe			Textur					Sensorik									
							Helligkeit	Kruste	Krume	Konsistenz	Elastizität	Kohäsion	Adhäsion	Zähigkeit	Körnigkeit	Festigkeit	Saftigkeit	Zartheit	Geschmack	Süße	Aussehen	Farbe	Gesamtakzeptanz	
Gerstenfaser	3g/100g		↑			↑		↑	=	↓				↑↑		=			↑		=	↑	↑	SABANIS et al. (2009)
	6g/100g		↑↑			↑		↓	↓	↓				↑↑		↑			=		↓	↑↑	↑	
	9g/100g		↓			↑		↓↓	↓	↑				↓↓		=			↓		↓	↑	↓	
Ananasfaser	5%		↓		↑	↑	↓			↓	↓		↓	↓				↓	↓		↓		↓	CHAREONTHAIKIJ et al. (2016)
	10%		↓↓		↑↑	↑	↓			↑↑	=		↑	↓↓				↓↓	↓		↓↓		↓↓	
Kartoffelfaser	0,4g/100g									↑		↑						↑						CURTI et al. (2016)

Tabelle 15: Übersicht Fasern in Backwaren („↑“ Verbesserung, „↓“ Verschlechterung, „=“ gleich bleibend, „□“ nicht getestet)

4. LEBENSMITTELRECHTLICHE BEURTEILUNG

Sämtliche Mitgliedsstaaten der Europäischen Union sind dazu verpflichtet, sich den europäischen Rechtsvorschriften zu unterstellen. Dabei herrscht der Grundsatz des Vorrangs, wodurch nationales Recht nachgestellt wird und EU-Rechtsakte eine verbindliche Wirkung erhalten. Verordnungen der Europäischen Union sind unmittelbar gültig als auch anzuwenden, während Richtlinien in nationales Recht umzusetzen sind. Besteht dabei ein Widerspruch zu nationalem Recht, so sind die Mitgliedstaaten dazu verpflichtet, die EU-Rechtsvorschriften vorzuziehen und die nationalen Rechtsvorschriften demzufolge auszusetzen [EUR-LEX, 2010].

Lange Zeit herrschte Uneinigkeit unter den Wissenschaftlern, ob es sich bei Fasern um einen Zusatzstoff oder doch um ein Lebensmittel handle. Bezüglich der Rechtslage bewegte man sich innerhalb einer Grauzone. Die Tatsache, dass die Lebensmitteltechnologie stetig mit Innovationen voranschreitet, es dadurch immer öfter zu einer Fraktionierung von Nahrungsmitteln und Rohstoffen kommt und somit neue Lebensmittel bzw. Stoffe aus Rohstoffen entstehen, macht eine spezielle Definition des Begriffs „Fasern“ und eine eindeutige Auslegung der Rechtslage unerlässlich [BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT, 2010].

Das Europäische Parlament und der Rat haben am 28. Januar 2002 die VO (EG) 178/2002 erlassen, in welcher der Begriff Lebensmittel eindeutig definiert wurde. Demnach sind Lebensmittel, laut Kapitel 1, Artikel 2 jene Erzeugnisse oder Stoffe, welche dazu dienen bzw. davon ausgegangen werden kann, dass diese in unverarbeitetem, teilweise verarbeitetem oder verarbeitetem Zustand dem Menschen zugeführt werden. In die Kategorie der Lebensmittel fallen ebenso Substanzen, welche dem Lebensmittel bei seiner Produktion, Be- oder Verarbeitung bewusst beigefügt werden. Dies betrifft ebenfalls Getränke, Kaugummi als auch Wasser. Den Lebensmitteln ausgeschlossen sind Futtermittel, Pflanzen vor der Ernte, lebende Tiere, kosmetische Mittel laut der Richtlinie 76/768/EWG, Arzneimittel laut der Richtlinie 65/65/EWG bzw. 92/73/EWG, psychotrope Stoffe und Betäubungsmittel, Tabak und deren Erzeugnisse laut

Richtlinie 89/622/EWG, sowie Kontaminanten und Rückstände [VO (EG) 178/2002].

Durch die VO (EG) 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates wurde der Begriff Zusatzstoffe für alle Mitgliedstaaten einheitlich definiert. Dabei handelt es sich um Stoffe, welche nicht explizit als Lebensmittel konsumiert werden, sondern aufgrund technologischer Funktionen beigefügt werden. Zusatzstoffe können beispielsweise der Konservierung von Lebensmitteln dienen. Weiters führt die VO (EG) 1333/2008 aus, dass Stoffe, die zu geschmacksgebenden, aromatisierenden oder ernährungsphysiologischen Zwecken hinzugefügt werden, nicht als Lebensmittelzusatzstoffe betitelt werden sollten [VO (EG) 1333/2008].

Zusatzstoffe unterliegen dem Verbotsprinzip mit Erlaubnisvorbehalt. Dies bedeutet, dass jeder Zusatzstoff einem grundsätzlichen Verbot unterliegt mit Ausnahme einer ausdrücklichen Zulassung ihres Einsatzes in Lebensmitteln. Jene Zusatzstoffe, die einer positiven Zulassung unterliegen, werden in sogenannten Positivlisten geführt. Die Zulassung erfolgt nur insofern, dass der Zusatzstoff für die Gesundheit unbedenklich ist, der technologische Einsatz unabdingbar ist und keine Irreführung des Verbrauchers stattfindet. Außerdem muss ein Nachweis für den Vorteil seitens des Verbrauchers vorgelegt werden [WKO, 2015].

Ballaststoffe werden in der VO (EU) 1169/2011 (Anhang I, Artikel 2 Absatz 4) für alle Mitgliedsstaaten der EU genau definiert. Es handelt sich dabei um Kohlenhydratpolymere, welche aus drei bzw. mehreren Monomereinheiten bestehen, welche weder der Verdauung noch der Absorption des menschlichen Dünndarms unterliegen. Es werden dabei drei Klassen unterschieden, nämlich in Lebensmitteln natürlich vorkommende essbare Kohlenhydratpolymere, essbare Kohlenhydratpolymere mit positiven physiologischen Effekte, und schließlich synthetische, aber essbare Kohlenhydratpolymere, die ebenso eine positive Wirkung auf den menschlichen Körper bewirken [VO (EU) 1169/2011]. Die Auslobung eines Lebensmittels als Ballaststoffquelle ist laut des Anhangs über Nährwertbezogene Angaben der VO (EG) 1924/2006 nur dann zulässig, wenn das Lebensmittel, bei festen Produkten einen Mindestgehalt von 3g Ballaststoffe pro

100g aufweist oder bei flüssigen Produkten einen Gehalt von mindestens 1,5g Ballaststoffe pro 100kcal gewährleistet [VO (EG) 1924/2006].

Enthält ein Produkt weniger Ballaststoffe als die genannte Konzentration, muss in jedem Einzelfall geprüft werden, ob ihr Konsum einen bedeutenden Anteil an der empfohlenen Tages-Ballaststoffzufuhr, laut D-A-CH-Referenzwerten leistet oder nicht. Ein Mindestmaß von 10% der D-A-CH-Empfehlung von 30g Ballaststoffen pro Tag müsste demnach erreicht werden. Andernfalls ist davon auszugehen, dass es sich bei dem Zusatz um den Einsatz von großteils technologischer Zweckmäßigkeit handelt. Dieser wäre somit als Zusatzstoff einzuordnen und bedarf einer Zulassung. Diese Stellungnahme wurde vom Arbeitskreis der lebensmittelchemischen Sachverständigen (ALS) und des Arbeitskreises der Sachverständigen für Lebensmittelhygiene und für tierische Lebensmittel (ALTS) gemeinsam herausgegeben [ALS – STELLUNGNAHME, 2010].

Eine Fachgruppe der Gesellschaft Deutscher Chemiker beschäftigte sich ebenso mit der Interpretation des geltenden Rechtes. Demnach werden Weizenfasern aus Weizenstroh, speziell aus 26% Hemizellulosen und 74% Zellulose hergestellt. Das Erzeugnis wird einerseits als unlöslicher Ballaststoff und andererseits als Füllstoff mit einer Vielzahl an technologischen Funktionen angeboten. Die Fachgruppe deutet darauf hin, dass die Bezeichnung „Weizenfaser“ keine gebührende Beschreibung darstellt, welche das Produkt mit der Herstellung aus Ährenspindeln und Stroh, anstatt aus Weizenkörnern assoziieren lässt. Weiters wird in der Stellungnahme ausgeführt, dass Weizenhalmfasern nicht zulassungspflichtig sind, wenn sie durch den Ballaststoffgehalt einen ernährungsphysiologischen Beitrag leisten. Besteht jedoch ein überwiegend technologischer Einsatz der Weizenhalmfasern, ist die Tatsache eines zulassungspflichtigen Zusatzstoffes gegeben. Dies ist darüber hinaus auch gegeben, wenn der Zusatzstoff mit der Definition der „Ballaststoffquelle“ übereinstimmen würde. Bei Weizenhalmfasern ist deshalb bei jedem beabsichtigten Einsatz stets separat zu prüfen, ob es sich nun um einen ernährungsphysiologischen oder technologischen Zweck handelt [GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER, 2011].

5. SCHLUSSBETRACHTUNG

Das fortwährend steigende Gesundheitsbewusstsein der Menschen macht es für Produzenten von Lebensmitteln notwendig, ihre Produkte mit Hilfe natürlich vorkommender Nährstoffe, gewonnen durch technologische Innovationen zu modifizieren. Durch den Einsatz von Fasern aus Getreidepflanzen und Früchten wird es möglich, ernährungsphysiologische und sensorische Eigenschaften, als auch die Haltbarkeit von Lebensmitteln bis zu einem bestimmten Grad zu beeinflussen. Dabei handelt es sich bei Fasern um einen natürlichen Nahrungsbestandteil, welcher für einen gesunden menschlichen Körper keinerlei gefährliche Charakteristika initiiert. Genau hier soll die vorliegende Arbeit ansetzen. Sie beschreibt die Anwendung von Fasern in verschiedenen Lebensmittelgruppen und deren Auswirkungen auf die Eigenschaften der untersuchten Produkte.

In der gegenständlichen Arbeit konnte gezeigt werden, dass der Einsatz von Fasern in den unterschiedlichen Produktgruppen, nämlich Fleischprodukte, Milchprodukte und Backerzeugnissen differenzierte Ergebnisse hervorbrachte. Innerhalb der Kategorie Fleischprodukte wurden Fasern mannigfaltig angewendet. So ermöglichte deren Einsatz in Brühwürsten, genauer in Frankfurter Würstel die Herstellung von fettarmen Produkten. Zugleich kam es jedoch zu einem höheren Gewichtsverlust der Erzeugnisse, sowie einer helleren Farbe der Produkte. Die Analyse der Textur ergab einen geringeren Härtegrad und eine Abnahme der Zähigkeit. Für die sensorischen Eigenschaften der Würstel mit Faserzusatz wurde jeweils ein Panel an Probanden rekrutiert. Dieses stellte eine überwiegend zunehmende Festigkeit der Frankfurter Würstel fest, wobei der Geschmack entweder gleich dem Kontrollprodukt ohne Faserzusatz bewertet wurde oder vereinzelt sogar etwas besser. Insgesamt wurden Frankfurter Würstel mit Faserzusatz weniger gut angenommen als die jeweiligen Kontrollproben. Die Anwendung der Fasern in Lyoner und Mortadella, zeigte eine deutliche Erhöhung der Feuchtigkeit als auch des Härtegrades. Dabei stieg der Härtegrad mit steigender Faserkonzentration. Es kam zu einer signifikanten Zunahme der Helligkeit, wobei das Produkt an roter Farbe verlor und gelblicher wirkte. Außerdem nahm die Zähigkeit zu, was auch durch eine sensorische Überprüfung

durch eine Erhöhung der Festigkeit bestätigt wurde. Die Testpersonen bekräftigten jedoch eine geringere Saftigkeit der getesteten Produkte. Dennoch erzielten Lyoner bzw. Mortadella, mit dem Einsatz von Fasern bezüglich der Gesamtakzeptanz der Verbraucher weder eine überzeugende Zu- bzw. Abneigung. Fasern wurden ferner in Rohwürsten eingesetzt. Hier fiel auf, dass es mit steigender Faserkonzentration zu einer höheren Wasserbindung kam. Im Vergleich zum Kontrollprodukt waren Rohwürste mit Faserzusatz härter und hatten eine höhere Kohäsion. Im Gegensatz dazu sank die Adhäsion mit steigender Faserkonzentration. Die Textur der Rohwürste war ebenso deutlich zäher und gummiartiger. Eine sensorische Analyse ergab einen geringeren Geschmack als auch Geruch der Proben. Hier war jedoch auffällig, dass bei geringer Faserkonzentration das Aroma teilweise besser bewertet wurde als die Kontrollprobe. Insgesamt kam es bei Rohwürsten mit Faserzusatz dennoch zu einer Ablehnung des Produktes. Setzte man Fasern in Fleischzubereitungen, wie Hamburger Patties ein, so war eine signifikant höhere Wasserbindung erkennbar und zugleich eine Verringerung der Kochverluste festzustellen. Die Patties hatten eine deutlich geringere rote Farbe und waren außerdem weniger zäh. Ein Panel, welches die sensorischen Eigenschaften bewertete, kam überwiegend zu dem Schluss, dass die Hamburger Patties eine höhere Festigkeit aufwiesen und die Attribute bezüglich Geschmack, Geruch und Gesamtakzeptanz weniger gute Eigenschaften zeigten als das jeweilige Kontrollprodukt. Getreide- und Fruchtfasern fanden weiters ihren Einsatz in Milchprodukten. Dies erfolgte bisher vorwiegend in Joghurts. Durch die positiven technologischen Eigenschaften der Fasern findet die Anwendung darüber hinaus auch vielfältig bereits in Eiscremen statt. Dadurch konnte mit steigender Konzentration des Faserzusatzes eine Verbesserung der Konsistenz als auch Zähigkeit der Eiscreme festgestellt werden. In Joghurts sank durch ihren Einsatz der pH-Wert und es kam zu einer Reduktion der Farbhelligkeit. Die Konsistenz des Joghurts unterlag einer Optimierung, wobei es im Gegensatz zu Eiscreme, zu einer Verringerung der Zähigkeit kam. Eine sensorische Überprüfung ergab eine deutlich positive Bewertung der Konsistenz, der Farbe und des Geschmacks des Joghurts mit Faserzusatz. Durch die Kühlagerung war außerdem durch den Faserzusatz eine längere Haltbarkeit aufgrund der verzögerten Lipidoxidation zu resultieren. Schließlich befasste sich die vorliegende Arbeit darüber hinaus auch mit dem Einsatz von Fasern in

Backerzeugnissen wie Sandkuchen, Kekse und Brot. In Sandkuchen kam es durch den Fasereinsatz zu einer Reduzierung des Volumens und demnach auch des Gewichts. In Brot war dieses Ergebnis weniger eindeutig, sodass die Analyse des Volumens in den verschiedenen Studien sowohl eine Reduzierung als auch eine Steigerung ergab. Die Wasserbindung unterlag in sämtlichen Backwarenproben einer Erhöhung, während die Feuchtigkeit des Sandkuchens abnahm und jene des Brotes deutlich zunahm. Bei Sandkuchen und Keksen kam es zu signifikanten Verlusten der Krusten- und Krumenfarbe. In Brotproben war ebenso eine Verringerung der Krumenfarbe gegenüber der Kontrollprobe festzustellen. In Hinblick auf die Krustenfarbe war die Herkunft der Fasern ausschlaggebend. Dabei verringerte sich die Intensität der Krustenfarbe bei einem Einsatz von Mais- und Gerstenfasern, während sich die Farbtintensität der Kruste bei Weizen- und Haferfasern erhöhte. Durch den Einsatz von Fasern erhielten Backwaren eine bessere Konsistenz und speziell bei Brot war eine gesteigerte Zähigkeit festzustellen. Die Beurteilung der sensorischen Eigenschaften ergab eine Reduzierung der Festigkeit von Sandkuchen und Keksen, jedoch eine überwiegende Steigerung ebendieser in Brot. Geschmacklich wurden Sandkuchen und Kekse als weniger köstlich empfunden, während es bei Brot wiederum auf die Herkunft der Fasern ankam. Der Einsatz von Weizen-, Gersten- und Ananasfasern in Brot führte zu einer geschmacklichen Ablehnung des Produktes, während es bei Maisfasern zu einer Bevorzugung der Proben gegenüber der Kontrollprobe kam. Genau dasselbe Ergebnis lieferte die sensorische Analyse bezüglich des Aussehens des Brotes. Dennoch war die Gesamtakzeptanz des Brotes mit sämtlichen Fasern unterschiedlichster Herkunft deutlich positiver als die jeweilige Kontrollprobe. Bei Sandkuchen und Keksen dominierte allerdings die Kontrollprobe, hier wurde das Probeerzeugnis deutlich weniger angenommen.

Der Einsatz von Fasern ermöglicht die Herstellung von fett- und energiereduzierten Produkten. Sie dienen als natürlicher Ersatz von Emulgatoren und Verdickungsmittel und haben die Eigenschaft, die Konsistenz und Festigkeit von Lebensmitteln positiv zu beeinflussen. Außerdem können Fasern die Haltbarkeit durch verzögerte Lipidperoxidation verlängern.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Fasern aus Getreidepflanzen und Früchten kommen in Lebensmitteln immer öfter und ebenso in unterschiedlichen Konzentrationen zum Einsatz. Nahrungsfasern stellen unlösliche Bestandteile von Ballaststoffen dar, welche zahlreiche technologische, als auch ernährungsphysiologisch wirksame Funktionen ausüben. Diese Entwicklung wird durch verstärkte Forschung und Publikationen unterstützt.

Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit ist es, die zahlreich zum aktuellen Einsatzbereich vorhandenen und zugänglichen Publikationen von Fasern pflanzlichen Ursprungs wissenschaftlich zu erfassen und zu dokumentieren als auch die Veränderung der Eigenschaften zu beschreiben. Dabei fokussiert sich die Beobachtung auf die Gebiete der Fleisch-, Milch- und Backerzeugnisse. Die rechtliche Einordnung der Fasern wird ebenso diskutiert.

Die Methodik dieser theoretischen Literaturarbeit stützt sich auf die Identifikation und Dokumentation vorhandener, einschlägiger und aktueller Fachliteratur.

Das Ergebnis zeigt ein breites Einsatzgebiet der Fasern. Fleischprodukte neigen zu erhöhter Wasserbindung und Verringerung der Kochverluste. Die Produkte sind deutlich heller, härter und gummiartiger. Milchprodukte weisen einen niedrigeren pH-Wert auf und sind weniger zähflüssig, während die Konsistenz zunimmt. In Backwaren, speziell in Brot bewirkt der Einsatz von Fasern eine Erhöhung der Feuchtigkeit und es kommt dabei zu Farbverlusten. Die sensorische Überprüfung der Lebensmittel ergibt allgemein eine Steigerung der Konsistenz, jedoch werden diese als weniger wohlschmeckend empfunden. Produkte mit einem Gehalt von über 3g Ballaststoffen pro 100g werden als Ballaststoff deklariert, wohingegen ein geringerer Gehalt einer Zulassung als Zusatzstoff bedarf.

Zusammenfassend ermöglicht die Erfassung aller derzeit zugänglichen Einzelstudien einen breiten Überblick über das Einsatzgebiet von Fasern unterschiedlicher Herkunft als auch die daraus folgenden ernährungsphysiologischen wie auch sensorischen Auswirkungen auf Lebensmittel.

7. ABSTRACT

Fibre from cereals and fruits are increasingly utilized in food products, thus at different concentrations. Dietary fibres provide insoluble components of roughage. These have numerous functions concerning technology and nutrition. To support the initially mentioned trend, research and publications are enhanced.

The aim of this study is to determine the current area of application of fibres of plant origin, to document the outcomes and also to describe several changes of characteristics. The monitoring focuses on meat products, dairy products and baked goods. The legal classification of the fibres is discussed in addition.

The method of this theoretical literature work is based on the identification and documentation of existing, relevant and current literature accessible.

The results show a wide range of applications of fibres. Meat products tend to increase water retention and reduce cooking losses. These products are significantly brighter, harder and have a higher gumminess texture. Milk products such as yoghurts, show a lower pH value and are less viscous, while an increase in consistency can be detected. For baked goods, predominantly occurring for bread with varying fibre content, the use of fibre causes an increase of moisture. Further, a visible deficiency of colour can be determined as opposed to an improving consistency of product conditions. The sensory examination of foods generally results in an increase of consistency. However, this impact is considered to be less delicious according to a recruited panel. Products with a fibre content of more than 3g of fibre per 100g are classified as roughage, whereas lower fibre content needs to be declared as an additive.

This outcome of the scientific collection of all currently and available publications offers a broad overview of the range of natural fibres of different origins and the nutritional and sensory impact of foods examined.

8. LITERATURVERZEICHNIS

AJILA CM, LEELAVATHI K, PRASADA RAO UJS. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. Journal of Cereal Science, 2008; (48):319-326.

ALS – STELLUNGNAHME. Ballaststoffe in Fleischerzeugnissen und anderen Lebensmitteln (2010/55). Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 2010; (5):479-480.

BALTES W, MATISSEK R. Lebensmittel und Ernährung. Lebensmittelchemie. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2011; 12-13.

BALTES W, MATISSEK R. Kohlenhydrate. Lebensmittelchemie. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2011; 157-158.

BALTES W, MATISSEK R. Kohlenhydratreiche Lebensmittel. Lebensmittelchemie. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2011; 455-457.

BALTES W, MATISSEK R. Das europäische Lebensmittelrecht. Lebensmittelchemie. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2011; 576.

BARRETTO ACS, PACHECO MTB, POLLONIO MAR. Effect of the addition of wheat fiber and partial pork back fat on the chemical composition, texture and sensory property of low-fat bologna sausage containing inulin and oat fiber. Food Science and Technology, Campinas, 2015; 35(1):100-107.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR GESUNDHEIT UND LEBENSMITTELSICHERHEIT. Transglutaminase in Rohschinken. Internet: https://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/warengruppen/wc_07_fleischerzeugnisse/et_transglutaminase_schinken.htm (Stand: 04.07.2016).

BESBES S, ATTIA H, DEROANNE C, MAKNI S, BLECKER C. Partial replacement of meat by pea fiber and wheat fiber: effect on the chemical composition, cooking characteristics and sensory properties of beef burgers. *Journal of Food Quality*, 2008; (31):480-489.

BIESALSKI HK, GRIMM P. Die Nährstoffe. Taschenatlas Ernährung. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 2011; 57.

BIESALSKI HK, GRIMM P. Kohlenhydrate. Taschenatlas Ernährung. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 2007a; 76-78.

BIESALSKI HK, GRIMM P. Lebensmittelsicherheit. Taschenatlas Ernährung. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 2007b; 296.

BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT, Sektion II. Zusatzstoffe, Aromen und Enzyme in der Lebensmittelindustrie. Wien, 2010; 3.

CENGIZ E, GOKOGLU N. Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter-type sausages with fat reduction and fat replacer addition. *Food Chemistry*, 2005; (91):443-447.

CHAREONTHAIKIJ P, UAN-ON T, PRINYAWIWATKUL W. Effects of pineapple pomace fibre on physicochemical properties of composite flour and dough, and consumer acceptance of fibre-enriched wheat bread. *International Journal of Food Science and Technology*, 2016; (51):1120-1129.

CHOE JH, KIM HY, LEE JM, KIM YJ, KIM CJ. Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. *Meat Science*, 2013; (93):849-854.

COFRADES S, GUERRA MA, CARBALLO J, FERNÁNDEZ-MARTÍN F, COLMENERO FJ. Plasma protein and soy fiber content effect on bologna sausage properties as influenced by fat level. *Journal of Food Science*, 2000; Vol. 65, (2):281-287.

COFRADES S, HUGHES E, TROY DJ. Effects of oat fibre and carrageenan on the texture of frankfurters formulated with low and high fat. *European Food Research and Technology*, 2000; (211):19-26.

COMENERO FJ, AYO MJ, CARBALLO J. Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. *Meat Science*, 2005; (69):781-788.

CURTI E, CARINI E, DIANTOM A, VITTADINI E. The use of potato fibre to improve bread physic-chemical properties during storage. *Food Chemistry*, 2016; (195):64-70.

DGE – DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG E.V.: Kohlenhydrate, Ballaststoffe. Internet: <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/kohlenhydrate-ballaststoffe/> (Stand: 06.04.2016).

EIM VS, SIMAL S, ROSSELLÓ C, FEMENIA A. Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada). *Meat Science*, 2008; (80)173-182.

ELLEUCH M, BEDIGIAN D, ROISEUX O, BESBES S, BLECKER C, ATTIA H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications. *Food Chemistry*, 2011; 124:411-421.

ELMADFA I. Ballaststoffe. *Ernährungslehre*. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart, 2004; 77-79.

ELMADFA I, FREISLING H, NOWAK V, HOFSTÄDTER D, HASENEGGER V, FERGE M, FRÖHLER M, FRITZ K, MEYER AL, PUTZ P, RUST P, GROSSGUT R, MISCHKEK D, KIEFER I, SCHÄTZER M, SPANBLÖCHEL J, STURTZEL B, WAGNER KH, ZILBERSZAC A, VOJIR F, PLSEK K. Ernährungssituation der

österreichischen Bevölkerung. Österreichischer Ernährungsbericht 2008. 1.Auflage, Wien, März 2009; 15-59.

ELMADFA I, HASENEGGER V, WAGNER K, PUTZ P, WEIDL NM, WOTTAWA D, KUEN T, SEIRINGER G, MEYER AL, STURTZEL B, KIEFER I, ZILBERSZAC A, SGARABOTTOLO V, MEIDLINGER B, RIEDER A. Ernährungszustand der Bevölkerung, Schulkinder. Österreichischer Ernährungsbericht 2012. 1.Auflage, Wien, September 2012; 39-215.

ELMADFA I, LEITZMANN C. Ballaststoffe. Ernährung des Menschen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2015; 201-210.

ELMADFA I, LEITZMANN C. Ernährungswissenschaftliche Aspekte der Lebensmittelqualität. Ernährung des Menschen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2015; 586.

EUR-LEX: Der Zugang zum EU-Recht. Der Vorrang des EU-Rechts. Internet: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv%3A14548> (Stand: 18.07.2016).

FERNÁNDEZ-GINÉS JM, FERNÁNDEZ-LÓPEZ J, SAYAS-BARBERÁ E, SENDRA E, PÉREZ-ÁLVEREZ JA. Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. Meat Science, 2004; (67):7-13.

GARCÍA ML, DOMINGUEZ R, GALVEZ MD, CASAS C, SELGAS MD. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. Meat Science, 2002; (60):227-236.

GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER. Stellungnahme zu Weizenhalmfaser („Weizenfaser“). Internet: https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Netzwerk_und_Strukturen/Fachgruppen/Lebensmittelchemiker/Arbeitsgruppen/getreide/weizenfaser1.pdf (Stand: 06.04.2016).

GRIGUELMO-MIGUEL N, ABADIAS-SEROS MI, MARTIN-BELLOSO O. Characterisation of low-fat high-dietary fibre frankfurters. Meat Science, 1999; (52):247-256.

GRÜNEWALD T. Histologische Untersuchung von Wurstwaren und Fleischerzeugnissen. Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit. Internet: https://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/warengruppen/wc_08_wurstwaren/et_histologie.htm (Stand: 28.04.2016).

HU G, YU W. Effect of hemicelluloses from rice bran on low fat meatballs chemical and functional properties. Food Chemistry, 2015; (186):239-243.

KERRY JP, KERRY JF. Reducing fats in processed meat products. Processed meats – Improving safety, nutrition and quality. Woodhead Publishing Limited, Oxford, Cambridge, Philadelphia, New Delhi, 2001; 346-366.

KIM HW, MILLER DK, LEE YJ, KIM YHB. Effects of soy hull pectin and insoluble fiber on physicochemical and oxidative characteristics of fresh and frozen/thawed beef patties. Meat Science, 2016; (117):63-67.

KLUMPP E, ARNOLD O, EGLIN T, JAPPIE C, ZYSSET HJ. Technologischer und wirtschaftlicher Nutzen von Nahrungsfasern. Nutricare Spezial, 2010; 4.

KLUMPP E, ZYSSET HJ. Ballaststoffanreicherung in Brot und Backwaren. Lebensmittel-Technologie, 05/2010; 41.

KTARI N, SMAOUI S, TRABELSI I, NASRI M, SALAH RB. Chemical composition, techno-functional and sensory properties and effects of three dietary fibers on the quality characteristics of Tunisian beef sausage. Meat Science, 2014; (96):521-525.

LEITZMANN C, MÜLLER C, MICHEL P, BREHMER U, TRIEBEL T, HAHN A, LAUBE H. Ballaststoffe. Ernährung in Prävention und Therapie. Hippokrates Verlag, Stuttgart, 2009; 40-43.

MATISSEK R, BALTES W. Kohlenhydrate. Lebensmittelchemie. Springer-Verlag GmbH, Berlin Heidelberg, 2016; 171.

MÜLLER T, NACHTIGALL A, STIEBING A, DEDERER I, MÜLLER WD. Einfluss von Phosphat und Weizenhalmfasern auf die funktionellen Eigenschaften von schnittfester Rohwurst. Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach 48, 2009; (186):189-199.

ÖLMB – ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH. Codexkapitel/B18/Backerzeugnisse. Österreichisches Lebensmittelbuch, Codex Alimentarius Austriacus, IV. Auflage. Bundesministerium für Gesundheit (Hrsg.), Wien, 2015; S. 6-20. Internet: https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/buch/codex/B_18_Backerzeugnisse.pdf?5dfh1g (Stand: 19.05.2016).

ÖLMB – ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH. Codexkapitel/B14/Fleisch und Fleischerzeugnisse. Österreichisches Lebensmittelbuch, Codex Alimentarius Austriacus, IV. Auflage. Bundesministerium für Gesundheit (Hrsg.), Wien, 2015; S. 9-102. Internet: https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/buch/codex/B_14_Fleisch_und_Fleischerzeugnisse_3.pdf?59iux6 (Stand: 06.05.2016).

ÖLMB – ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH. Codexkapitel/B32/Milch und Milchprodukte. Österreichisches Lebensmittelbuch, Codex Alimentarius Austriacus, IV. Auflage. Bundesministerium für Gesundheit (Hrsg.), Wien, 2015; S. 7-85. Internet: https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/buch/codex/B_32_Milch_und_Milchprodukte_2016.pdf?59ivmj (Stand: 18.05.2016).

PETERSSON K, GODARD O, ELIASSON AC, TORNBERG E. The effects of cereal additives in low-fat sausages and meatballs. Part 1: Untreated and enzyme-treated rye bran. Meat Science, 2014; (96):423-428.

PETERSSON K, GODARD O, ELIASSON AC, TORNBERG E. The effects of cereal additives in low-fat sausages and meatballs. Part 2: Rye bran, oat bran and barley fibre. Meat Science, 2014; (96):503-508.

PIETRASIK Z, JANZ JAM. Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. Food Research International, 2010; (43):602-608.

RATHKE, KD. Gutachtliche Stellungnahme zur Frage der Zulässigkeit einer Verwendung von Weizenfasern als Zutat in Fleischerzeugnissen. Deutsche Lebensmittel Rundschau, 1997, 93. Jahrgang; (9):288-291.

SABANIS D, LEBESI D, TZIA C. Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. LWT – Food Science and Technology, 2009; (42):1380-1389.

SAH BNP, VASILJEVIC T, MCKECHNIE S, DONKOR ON. Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. LWT – Food Science and Technology, 2016; (65):978-986.

SÁNCHEZ-ZAPATA E, ZUNINO V, PÉREZ-ALVAREZ JA, FERNÁNDEZ-LÓPEZ J. Effect of tiger nut fibre addition on the quality and safety of a dry-cured pork sausage (“Chorizo”) during the dry-curing process. Meat Science, 2013; (95):562-568.

SANZ T, SALVADOR A, JIMÉNEZ A, FISZMAN SM. Yogurt enrichment with functional asparagus fibre. Effect of fibre extraction method on rheological properties, colour, and sensory acceptance. European Food Research and Technology, 2008; (227):1515-1521.

SCHNEIDER R. Fasern und kein Ende. Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Karlsruhe. Internet: http://www.ua-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=2&Thema_ID=2&ID=820&Pdf=No (Stand: 19.04.2016).

SCHULZE-LOHMANN P. Ballaststoffe. Ernährungs Umschau, 2012; (7):408.

SEIBEL W. Faserstoffe: Verwendung und lebensmittelrechtliche Beurteilung bei der Herstellung von Backwaren. Getreide, Mehl und Brot, 2001, 55. Jahrgang; (6):359-362.

SENDRA E, KURI V, FERNÁNDEZ-LÓPEZ J, SAYAS-BARBERÁ E, NAVARRO C, PÉREZ-ALVAREZ JA. Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment. LWT – Food Science and Technology, 2010; (43):708-714.

SHEWRY PR, HAWKESFORD MJ, PIIRONEN V, LAMPI AM, GEBRUERS K, BOROS D, ANDERSSON AA, AMAN P, RAKSZEGI M, BEDO Z, WARD JL. Natural variation in grain composition of wheat and related cereals. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013; 61(35):8295-303.

SIEBEL E. Mikroskopie der Faserstoffe. Handbuch der Werkstoffprüfung. Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1960; 183-195.

SIEG J. Angereichert mit Ballaststoffen. Fleischwirtschaft 04, 2005a; 60.

SIEG J. Produktideen noch nicht ausgeschöpft. Fleischwirtschaft 07, 2005b; 57.

SOUKOULIS C, LEBESI D, TZIA C. Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties ice crystallisation and glass transition phenomena. Food Chemistry, 2009; (115):665-671.

SREENATH HK, SUDARSHANAKRISHNA KR, PRASAD NN, SANTHANAM K. Characteristics of some fiber incorporated cake preparations and their dietary fiber content. Starch/Stärke, 1996; 48(2):72-76.

STAFFOLO MD, BERTOLA N, MARTINO M, BEVILACQUA YA. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. International Dairy Journal, 2004; (14):263-268.

SUDHA ML, BASKARAN V, LEELAVATHI K. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry*, 2007; (104):686-692.

SUN-WATERHOUSE D, FARR J, WIBISON R, SALEH Z. Fruit-based functional foods I: production of food-grade apple fibre ingredients. *International Journal of Food Science and Technology*, 2008; (43):2113-2122.

SWISSGENETICS. Futtermittelbeschreibung. Die fruchtbare Kuh. Internet: <http://www.die-fruchtbare-kuh.ch/Futtermittelbeschreibung.196.0.html?&L=0> (Stand: 04.05.2016).

SZCZEPANIAK B, PIOTROWSKA E, DOLATA W, ZAWIRSKA-WOJTASIAK R. Effect of partial fat substitution with dietary fiber on sensory properties of finely comminuted sausages part I. wheat and oat fiber. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2005; Vol. 14/55 (3):309-314.

TSENG A, ZHAO Y. Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food Chemistry*, 2013; (138):356-365.

VERGARA-VALENCIA N, GRANADOS-PÉREZ E, AGAMA-ACEVEDO E, TOVAR J, RUALES J, BELLO-PÉREZ LA. Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. *LWT – Food Science and Technology*, 2007; (40):722-729.

VIUDA-MARTOS M, RUIZ-NAVAJAS Y, FERNÁNDEZ-LÓPEZ J, PÉREZ-ÀLVEREZ JA. Effect of added citrus fibre and spice essential oils on quality characteristics and shelf-life of mortadella. *Meat Science*, 2010; (85):568-576.

WEBER M. Faserfuttermittel stärken den Darm von Sauen. Veredelungsproduktion Proteinmarkt. Internet: http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Versuchsberichte/Fachartikel_Faserfuttermittel_fu%CC%88r_Sauen-WEB.pdf (Stand: 04.05.2016).

WIDDECKE H, MAREK A. Herstellung von Polypropylen-Naturfasercomposites. 3. Internationales Symposium Werkstoffe aus Nachwachsenden Rohstoffen, Erfurt, 2001; 3.

WIDHALM K. Nahrungsbestandteile. Ernährungsmedizin. Verlagshaus der Ärzte GmbH, Wien, 2005; 227.

WKO – WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH, Nahrungs- und Genussmittelindustrie (Lebensmittelindustrie), Fachverband. Zusatzstoffe, Enzyme und Aromen. Internet: https://www.wko.at/Content.Node/branchen/oe/Nahrungs--und-Genussmittelindustrie--Lebensmittelindustrie-/Zusatzstoffe__Enzyme_und_Aromen.html#Lebensmittelzusatzstoffe (Stand: 18.07.2016).

ZIPFEL K. Lebensmittelrechtliche Beurteilung von Weizenfaserstoffen. Getreide, Mehl und Brot, 2001, 55. Jahrgang; (1):57-59.

RECHTSQUELLEN:

VO (EG) 178/2002 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit. Fassung vom 28. Januar 2002. Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2002R0178:20060428:DE:PDF> (Stand: 18.07.2016).

VO (EG) 853/2004 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs. Amtsblatt der Europäischen Union. Fassung vom 29. April 2004. Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:139:0055:0205:DE:PDF> (Stand: 02.09.2016)

VO (EG) 1333/2008 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über Lebensmittelzusatzstoffe. Amtsblatt der Europäischen Union. Fassung vom 16. Dezember 2008. Internet: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex:32008R1333> (Stand: 18.07.2016).

VO (EG) 1924/2006 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel. Fassung vom 20. Dezember 2006. Internet: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex:32006R1924> (Stand: 18.07.2016).

VO (EU) 1169/2011 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1924/2006 und (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Richtlinie 87/250/EWG der Kommission, der Richtlinie 90/496/EWG des Rates, der Richtlinie 1999/10/EG der Kommission, der Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinie 2002/67/EG und 2008/5/EG der Kommission und der Verordnung (EG) Nr. 608/2004 der Kommission. Fassung vom 25. Oktober 2011. Internet: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32011R1169> (Stand: 18.07.2016).

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.