

Gesamt-Bachelorarbeit

Die Verträglichkeit von Sauerteigbrot bei Reizdarmsyndrom und Weizensensitivität und deren Einfluss auf den Brotkauf

Aktuelle medizinische Studienlage sowie Wissen, Einschätzung und Kaufentscheidung von BrotkonsumentInnen

Ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades einer/eines

Bachelor of Science in Health Studies

am Fachhochschul-Bachelorstudiengang Diätologie St. Pölten

ausgeführt von

Mag. Sonja Burtscher

di 161002

Betreut und begutachtet von:

FH-Prof. Daniela Wewerka-Kreimel, MBA

FH-Prof. Mag. Dr. Jutta Möseneder

eingereicht am 31.5.2019

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, dass

- ich diese Bachelorarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe,
- ich dieses Bachelorarbeitsthema bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter/einer Begutachterin zu Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Diese Arbeit stimmt mit der von der Begutachterin beurteilten Arbeit überein.

Wien, 31.5.2019

.....

Ort, Datum



.....

Unterschrift

Kurzfassung

Das Reizdarmsyndrom (RDS) und die Nicht-Zöliakie-Nicht-Weizenallergie-Weizensensitivität (NZWS) sind im Ansteigen begriffene Erkrankungen, die Beschwerden innerhalb und teils außerhalb des Darms verursachen. Sie sind unscharf definiert und mangels standardisierter Biomarker nicht eindeutig diagnostizierbar. Bei beiden Krankheitsbildern ist eine Ernährungsumstellung bis hin zur Eliminationsdiät für die Betroffenen impliziert. Der hermeneutische Teil dieser Arbeit gibt einen Überblick über beide Krankheitsbilder und die Rolle einzelner Triggerfaktoren in Getreide, beschreibt den Einfluss der Sauerteigführung auf diese Bestandteile und beleuchtet Studien zu dessen Verträglichkeit bei der genannten PatientInnengruppe.

Ziel des empirischen Teils der Arbeit ist es, das Wissen von BrotkonsumentInnen zu Eigenschaften und Verträglichkeit von Sauerteigbrot und dessen Einfluss auf den Konsum zu eruieren. Im Rahmen einer retrospektiven, nicht repräsentativen Fragebogenerhebung wurden volljährige KundInnen einer namhaften Filialbäckerei in St. Pölten im April 2019 dazu befragt. Die statistische Auswertung der Daten zur Stichprobe (n=117) ergab, dass für Sauerteigbrot-KonsumentInnen (SBK) - wie bei den übrigen KundInnen - in erster Linie der Geschmack und die Textur bei der Auswahl von Brot zählt. Auch gesundheitliche Aspekte sind bei der Auswahl wichtig, allen voran die Abwesenheit von chemischen Zusätzen und der Einsatz von Natursauerteig. Natursauerteigbrot wird in puncto Verträglichkeit im Vergleich zu industriell gefertigtem Brot von SBK häufiger (51 %, n= 27) „besser“ eingeschätzt als von Nicht-Sauerteigbrot-KonsumentInnen (NSBK), doch besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang. Ebenso hängt die Häufigkeit der Informationsbeschaffung zu Inhaltsstoffen von Brot nicht signifikant mit dem Konsum von Sauerteigbrot zusammen. Beim Wissen um gesundheitliche Vorzüge von Sauerteigbrot konnte hingegen ein signifikanter, wenngleich schwacher Zusammenhang mit dessen Konsum nachgewiesen werden (p=0,034, V=0,291). 37 % der SBK verfügen über Basiswissen, während bei den NSBK dieser Anteil deutlich geringer ausfällt (13 %). Der relative Anteil an „Nichtwissenden“ ist bei den NSBK mit 71 % viel höher als bei den SBK (48 %).

Die lange Teigruhe als Schlüsselfaktor für Verträglichkeit von Brot spielt als Auswahlkriterium eine untergeordnete Rolle und nur 10 % aller Befragten (n=11, davon 10

SBK) interessieren sich dafür ($p=0,045$, $\Phi=0,228$). Gezielte Medienberichte und Aufklärung durch Ernährungsfachkräfte könnte das Wissen von BrotkonsumentInnen allgemein und speziell von RDS-Betroffenen erweitern und ihnen helfen, zu einem verträglichen Brotgenuss zurückzufinden.

Brot / FODMAP / Gluten / Reizdarm / Sauerteig / Teigführung / Weizensensitivität

Abstract

Irritable bowel syndrome (IBS) and non-celiac wheat sensitivity (NCWS) are disorders increasing in prevalence which cause distress within and sometimes outside the gut. However, they are defined vaguely and cannot be clearly diagnosed due to the lack of standardized biomarkers. Both disorders imply a change in diet for those affected. The aim of the hermeneutic literary work is to give an overview of the two clinical pictures and to describe the role of the individual trigger factors in cereals. Furthermore, the influence of sourdough fermentation on the triggering components in grain and its compatibility with the above-mentioned patient group will be investigated.

The aim of the empirical part of the work is to determine the knowledge of bread consumers about the properties and tolerability of sourdough bread and its influence on consumption. A retrospective, non-representative questionnaire survey was conducted with adult customers of a well-known branch bakery in St. Pölten in April 2019. The statistical analysis of the sample data (n=117) showed that for sourdough bread consumers (SBC) - as with the other customers - the taste and the texture are decisive in the selection of bread. Also, health aspects are important in the selection, especially the absence of chemical additives and the use of natural sourdough. Natural sourdough bread is rated "better" in terms of tolerability compared to industrially produced bread more frequently by SBC (51%, n=27) than by non-sourdough bread consumers (NSBC), but there is no statistically significant correlation.

Likewise, the frequency of obtaining information on ingredients of bread does not significantly correlate with the consumption of sourdough bread. By contrast, knowledge of the health benefits of sourdough bread showed a significant, albeit weak correlation with its consumption ($p=0.034$, $V=0.291$). 37% of the SBK have basic knowledge, while the NSBK has a much lower share (13%). The relative share of "no knowledge" is much higher for the NSBK (71%) than for the SBK (48%).

The long dough rest as a key factor for tolerability of bread plays a subordinate role as a selection criterion and only 10% of all respondents (n=11, of which 10 SBK) are interested in it ($p=0.045$, $\Phi=0.228$). Targeted media reports and education by dietitians

could broaden the knowledge of bread consumers in general and especially of those affected by RDS and help them to find their way back to a tolerable bread consumption.

bread / FODMAP / gluten / irritable bowel / leavening process / sourdough / wheat sensitivity

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Literaturüberblick (Bac 1)	3
2.1	Reizdarmsyndrom (RDS)	3
2.2	Nicht-Zöliakie-Nicht-Weizenallergie-Weizensensitivität.....	4
2.2.1	Eine Ausschlussdiagnose	4
2.2.2	Von Gluten- oder Weizensensitivität zu ATI-Sensitivität	5
2.2.3	Überlappung von Symptomen und Auslösern mit RDS	6
2.3	Ursachen und Auslöser für getreidebedingte Erkrankungen	7
2.3.1	Triggerfaktoren in Brot und Getreideprodukten	7
2.3.1.1	Gluten	8
2.3.1.2	FODMAP	9
2.3.1.3	Amylase/Trypsin-Inhibitoren (ATI).....	10
2.3.1.4	Weizenkeimagglutinin (WKA).....	11
2.3.2	Moderne Verarbeitungsmethoden	12
2.4	Sauerteig.....	13
2.4.1	Sauerteigführung allgemein.....	13
2.4.2	Sauerteigbrot laut dem Österreichischen Lebensmittelbuch.....	15
2.4.3	Effekte der Sauerteigführung auf Getreidebestandteile	16
2.4.3.1	Gluten und ATI	16
2.4.3.2	FODMAP	17
2.5	Effekte der Sauerteigführung auf die Verträglichkeit	19
2.5.1	Verträglichkeit gastrointestinal	19
2.5.2	Verträglichkeit extraintestinal	23

3	Übergang (Bac 2).....	24
4	Methodik (Bac 2).....	27
4.1	Studiendesign und StudienteilnehmerInnen.....	27
4.2	Untersuchungsmethode.....	27
4.3	Praktische Durchführung.....	28
4.4	Datenauswertung.....	28
5	Ergebnisse (Bac 2).....	31
5.1	Soziodemographische Daten.....	31
5.2	Häufigkeit des Brotkonsums und bevorzugte Getreidesorte.....	31
5.3	Die Relevanz verschiedener Kriterien bei der Auswahl von Brot.....	32
5.3.1	Sauerteig/Hefeteig als Auswahlkriterium - analytisch betrachtet.....	33
5.3.2	Die Gruppe der Sauerteigbrot-KonsumentInnen (SBK).....	34
5.4	Natursauerteigbrot versus industriell gefertigtes Brot.....	35
5.5	Wissen um gesundheitsfördernde Eigenschaften.....	37
5.6	Informationseinholung vor dem Broteinkauf.....	39
5.7	Gewünschte Informationen zu Brot und Art der Kommunikation.....	40
5.8	Prüfung der Haupthypothesen.....	41
5.8.1	Hypothese I.....	41
5.8.2	Hypothese II.....	42
5.8.3	Hypothese III.....	43
6	Diskussion (Bac 2).....	45
6.1	Auswahlkriterien und Konsumverhalten.....	45
6.2	Verträglichkeit von Natursauerteigbrot und Assoziationen.....	46
6.3	Was wissen die Brot-KonsumentInnen?.....	47
6.4	Was wollen sie wissen?.....	48

7	Schlussfolgerungen und Ausblick (Bac 2)	50
8	Literaturverzeichnis	52
9	Anhang.....	56

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: grafische Darstellung der Qualitätseinschätzung von Natursauerteigbrot (im Vergleich zu industriell erzeugtem Brot)	36
Abb. 2: Aufteilung der Wissenslevels der Befragten inklusive aller "Nichtwissenden" (n=117).....	38
Abb. 3: Häufigkeiten (in %) zu Informationseinholung (n=114) gesamt und getrennt nach Geschlecht.....	39
Abb. 4: Einschätzung der Verträglichkeit von Natursauerteigbrot gemessen an der Zahl der SBK/NSBK (n=90)	41
Abb. 5: Häufigkeit der Informationseinholung von SBK/NSBK sowie im Verhältnis zu „Natursauerteig“=Ja/Nein	43
Abb. 6: Wissen um gesundheitsförderl. Eigenschaften von Sauerteigbrot je nach Gruppe SBK/NSBK	44

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Wichtigkeit verschiedener Kriterien bei der Brotauswahl in % der Befragten	32
Tab. 2: Häufigkeit gesundheitlicher Aspekte bei allen Befragten und jenen mit Sauerteig/Hefeteig als wichtiges Hauptkriterium	34
Tab. 3: relative Häufigkeiten der Qualitätseinschätzung von Natursauerteigbrot gegenüber industriell erzeugtem Brot.....	36
Tab. 4: Häufigkeitsverteilung Wissenslevels zu gesundheitlichen Eigenschaften	37
Tab. 5: gewünschte Informationen zu Brot in % der Befragten (n=108)	40

Abkürzungsverzeichnis

ATI.....	Amylase/Trypsin-Inhibitoren
HC	Hefe-Croissant
CED.....	Chronisch-entzündliche Darmerkrankungen
FODMAP	Fermentierbare Oligo-, Di- und Monosaccharide und Polyole
FOS.....	Frukto-Oligosaccharide
GFD.....	glutenfreie Diät
GOS	Galakto-Oligosaccharide
IBS	irritable bowel syndrome
IBS-SSS	IBS-Symptom Severity Score System
LAB	Milchsäurebakterien (engl. Lactic Acid Bacteria)
NCGS.....	non-celiac gluten sensitivity
NCWS	non-celiac wheat sensitivity
NCG/WS.....	non-celiac gluten/wheat sensitivity
NSBC	non sourdough bread consumers
NSBK	Nicht-Sauerteigbrot-KonsumentInnen
NZWS.....	Nicht-Zöliakie-Weizensensitivität (kurz: Weizensensitivität)
RCT	randomisierte, placebo-kontrollierte Studie (engl. Randomized Controlled Trial)
RDS.....	Reizdarmsyndrom
SBC.....	sourdough bread consumers
SBK.....	Sauerteigbrot-KonsumentInnen
SC	Sauerteig-Croissant
SCFA.....	kurzkettige Fettsäuren (engl. Short Chain Fatty Acids)
TLR4	Toll-like Rezeptor 4
VAS	Visuelle Analogskala
WGA.....	wheat germ agglutinin
WKA.....	Weizenkeimagglutinin

1 Einleitung

Brot ist ein traditionelles Grundnahrungsmittel und spielt in der westlichen Ernährung eine zentrale Rolle. Immer mehr Menschen ziehen es jedoch vor, sich gluten- bzw. weizenfrei zu ernähren, weil sie unter verschiedensten Verdauungs- oder auch anderen Beschwerden leiden. Nach Ausschluss von Zöliakie und einer typischen Weizenallergie kommen das Reizdarmsyndrom (RDS) oder die Nicht-Zöliakie-Nicht-Weizenallergie-Weizensensitivität (NZWS) als vorherrschende Krankheitsbilder der Betroffenen in Frage. Eine eindeutige Zuordnung ist nicht immer möglich, da sich die Symptome in Bezug auf den Verdauungstrakt bei den genannten Störungen zum Großteil überschneiden. Obwohl für deren Diagnose auch standardisierte Biomarker fehlen, wird in den letzten Jahren über eine stetige Zunahme der Zahl dieser PatientInnen berichtet. In der Literatur genannte Prävalenzen variieren zwischen 6 – 20 % der westlichen Bevölkerung (C. Catassi et al., 2017). Doch nicht immer ist Gluten der Auslöser für die Beschwerden. Durch dessen Elimination aus dem Speiseplan werden auch andere potenziell schädigende Bestandteile wie Amylase/Trypsin-Inhibitoren, Weizenkeimlektine und Galacto-Oligosaccharide oder Fruktane aus der Nahrung verbannt oder zumindest reduziert (Dale, Biesiekierski & Lied, 2018).

Traditionelles Sauerteigbrot ist in diesem Kontext ein Produkt mit großem Potenzial. Bereits hinlänglich bekannt ist, dass sauer- oder fermentiertes Brot eine bessere Textur, aromatischeren Geschmack und längere Frischhaltung gegenüber kurz geführtem, industriell hergestelltem Brot aufweist. Jüngere Forschung in Bezug auf die Sauerteigtechnologie bezieht sich v.a. auf den niedrigeren glykämischen Index mit positivem Effekt auf postprandiale Blutzucker- und Insulinspiegel und der weit höheren Mineralstoffverfügbarkeit durch den Abbau von Phytaten im Sauerteig (Gobbetti et al., 2018).

Der hermeneutische Teil dieser Arbeit gibt eine Übersicht zu den oft mit Getreide assoziierten Krankheitsbildern RDS und NZWS, den möglichen Triggerfaktoren in Getreideprodukten und den Effekten der Sauerteiggärung auf diese Bestandteile im Brot. Kapitel 2.5 befasst sich mit der aktuellen Studienlage zur Verträglichkeit von Sauerteigbrot bei der PatientInnengruppe und soll insgesamt vermitteln, inwiefern Sauerteigbrot eine verträgliche und gesunde Alternative für diese Zielgruppe darstellen kann.

In den letzten Jahren lässt sich in der Bäckerbranche ein Trend in Richtung naturbelebtere Produkte und Rückbesinnung auf traditionelles Backhandwerk beobachten. Der empirische Teil der Arbeit hat zum Ziel, KonsumentInnen zum Brotkonsum an diesem Punkt abzuholen und das Wissen zu und den Stellenwert von Sauerteigbrot bei der Kaufentscheidung zu ergründen. Zu diesem Zweck wurde eine retrospektive, nicht repräsentativen Querschnittsstudie anhand eines Selbstausfüller-Fragebogens mit KundInnen einer namhaften Filialbäckerei in Niederösterreich durchgeführt. Die erhobenen Daten wurden anschließend mittels SPSS statistisch ausgewertet, Zusammenhänge mittels Kreuztabellen überprüft und je nach Skalenniveau der Variablen Vierfelderkorrelation bzw. Spearman-Rangkorrelation berechnet. Anhand der Ergebnisse der Untersuchung sollen folgende Fragestellung und Hypothesen beantwortet werden:

Wie steht es um das Wissen von Brot-KonsumentInnen in Bezug auf die Eigenschaften und Verträglichkeit von Sauerteigbrot und inwiefern beeinflusst dieses Wissen das Konsumverhalten?

Hypothese I: Zusammenhangshypothese

H₀: Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Konsum von Natursauerteigbrot und der Einschätzung seiner Verträglichkeit im Vergleich zu industriell erzeugtem Brot.

H₁: Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Konsum von Natursauerteigbrot und der Einschätzung seiner Verträglichkeit im Vergleich zu industriell erzeugtem Brot.

Hypothese II: Zusammenhangshypothese

H₀: Die Beschäftigung der KonsumentInnen mit den Inhaltsstoffen von Brot hat keinen Einfluss auf den Konsum von Sauerteigbrot.

H₁: KonsumentInnen, die sich vor/beim Brotkauf Informationen zu den Inhaltsstoffen einholen, konsumieren eher Sauerteigbrot als KundInnen ohne diese Information.

Hypothese III: Zusammenhangshypothese

H₀: Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Wissen zu den gesundheitlichen Wirkungen von Sauerteigbrot und dem Konsum von Sauerteigbrot.

H₁: Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Wissen zu den gesundheitlichen Wirkungen von Sauerteigbrot und dem Konsum von Sauerteigbrot.

2 Literaturüberblick (Bac 1)

2.1 Reizdarmsyndrom (RDS)

Unter dem Begriff „Reizdarmsyndrom“ lassen sich Beschwerden zusammenfassen, die vom Dün- und vor allem vom Dickdarm ausgehen. Symptome wie Obstipation, Diarrhö, Bauchschmerzen und Blähungen – je nach Subtyp des Reizdarmsyndroms – stehen im Vordergrund. Das RDS zählt zu den gastrointestinalen Störungen, denen entweder einzeln oder in Kombination eine gestörte Motilität, Sekretion, viszerale Empfindlichkeit, Schleimhautbarriere, veränderte Darmflora und/oder veränderte Verarbeitung im Zentralnervensystem zugrunde liegt. Genetische Prädisposition sowie der Einfluss psychischer, Umwelt- und Stressfaktoren werden ebenfalls diskutiert. Von PatientInnen werden häufig Unverträglichkeiten verschiedener Nahrungsmittel genannt, darunter auch Weizen. Immunologische Ursachen für diese Unverträglichkeiten wie auch der Nachweis von biochemischen und strukturellen Normabweichungen mittels Biomarker fehlen. Trotzdem oder gerade deswegen gilt der Reizdarm als am häufigsten „diagnostizierte“ gastroenterologische Erkrankung weltweit. Epidemiologische Daten sind Mangels einer standardisierten Definition begrenzt (Kasper, 2014, S. 215f; Ledochowski, 2010, S. 181).

Zur Diagnostik dieses uneinheitlichen Beschwerdebilds (nach Ausschluss organischer, metabolischer, infektiöser oder struktureller Ursachen im Rahmen der Differentialdiagnose) dienen aktuell die sogenannten Rome-IV-Kriterien aus 2016, die in die S-3-Leitlinie zum Reizdarmsyndrom 2011, die zur Zeit überarbeitet werden, noch nicht Eingang gefunden haben (Health Union, LLC, 2016; Lacy & Patel, 2017).

Aufgrund der Heterogenität des Reizdarmsyndroms existiert kein Standardtherapiekonzept. Die Ernährungsempfehlungen orientieren sich vielmehr an den individuellen Symptomen. Kohlenhydratmalabsorption (abgesehen von einer mittels H₂-Atemtest nachweisbaren Laktoseintoleranz oder Fruktose-Malabsorption) ist ein häufiges Phänomen bei RDS-PatientInnen. Je nach Ernährungsanamnese können gezielte Eliminationsdiäten Symptomlinderung bringen. Das Konzept der FODMAP (Fermentierbare Oligo-, Di- und Monosaccharide und Polyole – siehe Kapitel 2.3.1.2) - armen Diät der

Monash Universität in Australien hat hierbei große Bedeutung (Layer et al., 2011; Zhan, Zhan & Dai, 2018).

2.2 Nicht-Zöliakie-Nicht-Weizenallergie-Weizensensitivität

2.2.1 Eine Ausschlussdiagnose

Der Begriff der Nicht-Zöliakie-Nicht-Weizenallergie-Weizensensitivität lässt bereits auf das Vorliegen einer Ausschlussdiagnose schließen. Während Zöliakie mittels Bluttest auf Antikörper gegen Transglutaminase und gegebenenfalls durch Biopsie der oberen Dünndarmschleimhaut diagnostiziert wird, ist eine Weizenallergie häufig über IgE-Antikörper gegen verschiedene Weizenproteine, auch gegen Gluten im Blut nachweisbar. Einige PatientInnen, aber nicht alle, reagieren zusätzlich im sogenannten Haut-Prick-Test auf Weizen oder Gluten. Hinzu kommt bei einer klassischen Weizenallergie das klinische Bild einer Sofortreaktion innerhalb weniger Minuten bis zu einer Stunde wie z.B. Niesen, Rötungen oder Juckreiz der Haut oder Schleimhäute oder auch diffuse, eher mildere gastrointestinale Beschwerden wie Bauchschmerzen und Durchfälle. Auch das Bäckerasthma und die weizenabhängige, anstrengungsinduzierte Anaphylaxie sind hier einzuordnen (Dale et al., 2018).

Schwieriger wird die Diagnose bei atypisch (nicht IgE-vermittelt) immunologischen z.T. zellvermittelten Nahrungsmittelallergien, die erst mit einer Verzögerung von einigen Stunden symptomatisch werden – nämlich vorwiegend im Magen-Darmtrakt, meist ausgelöst durch Allergene wie Soja, Hefe, Milch und eben auch Weizen. Da diese Allergien bislang nur mit noch nicht allgemein verfügbaren, endoskopischen Spezialverfahren diagnostizierbar und die Symptome von PatientInnen nur schwer mit der Ursache in Verbindung zu bringen sind, führt dies häufig zur Verlegenheitsdiagnose „Reizdarmsyndrom“ (siehe Kapitel 2.1). Schuppan (2018) geht davon aus, dass die verzögerte Allergie auf Weizen (IgE-negativ) sogar häufiger auftritt als die klassische Form der Weizenallergie, allerdings eben sehr oft unerkannt bleibt (C. Catassi et al., 2017; Schuppan & Gisbert-Schuppan, 2018, S. 4).

2.2.2 Von Gluten- oder Weizensensitivität zu ATI-Sensitivität

Die Nicht-Zöliakie-Nicht-Weizenallergie-Weizensensitivität (kurz: Weizensensitivität oder NZWS) ist ein in der S2k-Leitlinie Zöliakie 2014 etablierter Begriff, für den im englischsprachigen Raum immer noch meist der Ausdruck „non-celiac gluten sensitivity“ (kurz: Glutensensitivität oder NCGS) verwendet wird. Damit ist ein in den letzten Jahren häufig zunehmendes Beschwerdebild abseits von Zöliakie oder Weizenallergie mit reizdarmähnlichen Symptomen gemeint, welches sich unter glutenfreier Diät (GFD) bessert. Die Beschwerden treten zwischen ein paar Stunden bis wenige Tage nach Aufnahme von Gluten bzw. Weizenproteinen auf. Es wird vermutet, dass die Ursache dafür nicht das Gluten selbst, sondern die mit glutenhaltigen Produkten assoziierten Amylase-Trypsin-Inhibitoren (ATI) sind (siehe Kapitel 2.3.1.3). Diese stimulieren ausschließlich die Zellen des angeborenen Immunsystems im Gegensatz zur Allergie oder Zöliakie, die T-Zell-vermittelt sind und eine Reaktion des erworbenen Immunsystems hervorrufen. Neben Darmbeschwerden gehören auch extraintestinale Symptome wie Lethargie und Erschöpfung, Konzentrationsschwäche, Benommenheit, Kopf-, Glieder- und Muskelschmerzen zu diesem unscharf definierten Krankheitsbild. Selbst neuropsychiatrische Störungen wie Ängstlichkeit, Schlafstörungen, Depression, Ataxie, Hyperaktivität, Halluzinationen, etc. werden in Zusammenhang mit einer beeinträchtigten Darmbarriere und der Darm-Hirnachse vage diskutiert. Die Entstehung ist noch völlig ungeklärt (C. Catassi et al., 2017; Felber et al., 2014, S. 19; Schuppan & Gisbert-Schuppan, 2018, S. 62f).

ATI sind eine Familie von elf untereinander verwandten Nicht-Gluten-Weizenproteinen, die Monozyten, Makrophagen und dendritische Zellen aktivieren, indem sie an den wichtigsten Rezeptor des angeborenen Immunsystems – den Toll-like-Rezeptor (TLR4) - binden. Dies führt zu einer leicht entzündlichen Reaktion durch eine leicht erhöhte Zahl dieser Entzündungszellen in der Darmwand, die durch Standarddiagnostik aber nicht nachweisbar ist. In Forschungsuntersuchungen mit Mäusen stellte sich heraus, dass die Immunaktivierung in den Lymphknoten wesentlich stärker ausfällt. Denn die ATI-aktivierten Zellen wandern vom Darm in die umliegenden Lymphknoten aus und verstärken dort die Reaktion zirkulierender T-Zellen, die aus Organen stammen, welche möglicherweise von einer chronischen Entzündung wie z.B. Rheuma, multiple Sklerose, Sklerodermie oder chronisch entzündlicher Darmerkrankung (CED)

betroffen sind. ATI aus der Nahrung sind so in der Lage, bereits laufende Autoimmun- oder Stoffwechselerkrankungen einschließlich der Fettgewebsentzündung zu verschlechtern. Für Gesunde ist die Wirkung der ATI völlig unproblematisch (Schuppan & Gisbert-Schuppan, 2018, S. 63ff).

ATI kommen in allen glutenhaltigen Getreiden vor, Gluten selbst - wie etliche Studien belegen - scheint aber nicht die Ursache der NCGS/NZWS zu sein. Der Begriff Glutensensitivität erscheint deshalb unzutreffend. Schuppan hält aber auch den Begriff der Weizensensitivität für unpräzise, da andere ATI-haltige Getreide wie Gerste und Roggen nicht inbegriffen sind. Er postuliert den Begriff „ATI-Sensitivität“ (C. Catassi et al., 2015; Dale et al., 2018; Schuppan & Gisbert-Schuppan, 2018, S. 67f).

2.2.3 Überlappung von Symptomen und Auslösern mit RDS

Andere WissenschaftlerInnen und StudienautorInnen - je nachdem, ob vorwiegend gastrointestinale Symptome im Blickfeld sind und Weizen generell als ursächlich für Verdauungs- und andere Beschwerden betrachtet wird - führen im Zusammenhang mit NCG/WS neben Gluten und ATI auch andere Bestandteile des Weizens als mögliche Übeltäter an. Dazu zählen das Weizenkeim-Agglutinin (WKA) als weitere Proteinfraction oder Fruktane und Galaktane im Kohlenhydratanteil (zu den FODMAP zugehörig – siehe Kapitel 2.3.1.2). Die Symptome in Bezug auf den Darm decken sich überwiegend mit jenen des RDS und PatientInnen mit NCG/WS erfüllen auch häufig die RDS-Diagnosekriterien (C. Catassi et al., 2017; O'Dwyer, 2017) .

Für Autoren wie Zevallos et al. (2017) oder Schuppan (2018) ist die Verschlechterung von vorbestehenden chronischen Darmentzündungen oder extraintestinalen entzündlichen Erkrankungen charakteristisch für NCG/WS. An dieser Stelle ist auch erwähnenswert, dass FODMAP im Gegensatz zu Proteinbestandteilen keine Trigger extraintestinaler Symptome z.B. neurologischer oder fibromyalgischer Natur – wie sie bei NCG/WS für gewöhnlich beobachtet werden - sein können. Catassi et al. (2017) verweist in seinem Review auch auf diverse AutorInnen, die NCGS wiederum mit einer nicht IgE-vermittelten Weizenallergie in Verbindung bringen.

Mangels exakter Diagnosekriterien, spezifischer Biomarker und des Gesamtverständnisses für die Krankheitsmechanismen beruht die Diagnose der NCG/WS noch immer

auf einer klinischen Begutachtung und der Symptomantwort nach GFD mit anschließender Gluten-Wiedereinführung (Volta, Caio, Karunaratne, Alaedini & De Giorgio, 2017) (C. Catassi et al., 2015). Der prominente Nocebo-Effekt¹ von Gluten bei ProbandInnen wie auch additive Symptome von Gluten in Kombination mit anderen Trigger-Bestandteilen von Weizen verschleiern jedoch zusätzlich die Sicht auf dieses Krankheitsbild (Priyanka, Gayam & Kupec, 2018).

Infolge derartiger Unschärfen der Beschwerdebilder, des Mangels an etablierten Biomarkern für die Diagnose, in Kombination mit uneinheitlicher Begriffsverwendung in der wissenschaftlichen Literatur, werden die für diese Arbeit relevanten Studien aus sämtlichen oben genannten Teilbereichen zusammengezogen - so wie es sehr häufig auch in den zitierten Reviews oder in randomisierten kontrollierten Studien (RCTs) selbst gehandhabt wird, wenn es z.B. um Rekrutierung von ProbandInnen und/oder die Auswertung von Symptomen geht.

2.3 Ursachen und Auslöser für getreidebedingte Erkrankungen

2.3.1 Triggerfaktoren in Brot und Getreideprodukten

Mehrere Bestandteile von Weizen sind potenziell schädlich für PatientInnen mit RDS oder NCG/WS. Hierzu zählen Glutenproteine, Amylase/Trypsin-Inhibitoren (ATI), Weizenkeimagglutinin (WKA) und fermentierbare Oligo-, Di-, und Monosaccharide und Polyole (FODMAP), die im Folgenden näher erläutert werden.

Die heute modernen Weizensorten entstanden ursprünglich aus der Urform des Weizens – dem Einkorn – ein Wildweizen mit diploidem Chromosomensatz, der durch Einkreuzen zum tetraploiden Emmer weiterentwickelt wurde. Die Frühform des daraus vor etwa 3.000 Jahren durch weitere Kreuzung entstandenen hexaploiden Weizens ist der Dinkel. Heute gibt es eine Vielzahl hexaploider Weizensorten (Brotweizen), die auf Wetterfestigkeit, Genügsamkeit bei kargen Bodenverhältnissen und Resistenz gegen Schädlinge gezüchtet wurden. Innerhalb des Tribus „Triticeae“ sind auch Roggen und

¹ Nocebo-Effekt bezeichnet das Auftreten von Symptomen aufgrund negativer Erwartungen gegenüber einer Substanz, nicht aufgrund der Substanz per se (entnommen aus Muir, Varney, Ajamian & Gibson, 2018)

Gerste mit dem Weizen verwandt (Kucek, Veenstra, Amnuaycheewa & Sorrells, 2015; Schuppan & Gisbert-Schuppan, 2018, S. 6ff).

2.3.1.1 Gluten

Glutenproteine sind die Hauptspeicherproteine von Weizen, Roggen und Gerste, aber auch anderen Getreidearten. Sie machen etwa 70-90 % des gesamten Proteins im Korn aus (zwischen 8 – 10 % des Mehl-Trockengewichts) und befinden sich ausschließlich im Mehlkörper zwischen den Stärkekörnchen. Während die Stärke als Energielieferant dient, der bei Bedarf in den Brennstoff Glukose umgewandelt wird, stellen die Proteine und insbesondere das Gluten Eiweißbausteine bei der Keimung des Korns dar (Kucek et al., 2015; Schuppan & Gisbert-Schuppan, 2018, S. 9f).

Gluten kann in die wasserunlöslichen Proteinfractionen Prolamine und Gluteline (bei Weizen z.B. Gliadin und Glutenin genannt) unterteilt werden. Beide Fractionen tragen zu guten Backeigenschaften bei, indem sie miteinander hochmolekulare Strukturen ausbilden, welche dem Teig und den fertigen Backwaren die gewünschte Textur und lockere Struktur verleihen. Diese ungewöhnliche Proteinstruktur führt aber auch dazu, dass die menschlichen Verdauungsenzyme Gluten nicht vollständig in die einzelnen Aminosäuren abbauen können und ein Teil des verzehrten Glutens in Form von Proteinbruchstücken (Glutenpeptide) zurückbleibt. Bei ZöliakiepatientInnen können diese Glutenpeptide über eine permeablere Epithelschicht zweifellos Immunzellen in der Darmschleimhaut aktivieren. Laut Catassi et al. (2017) könnten bestimmte Sequenzen von Gluten (z.B. N-terminale Peptide von α -Gliadin) auch bei NCGS eine Rolle spielen. Bei Gesunden bleibt diese krankmachende Wirkung aus (Catassi et al., 2017; Schuppan & Gisbert-Schuppan, 2018, S. 9ff) (Kucek et al., 2015).

Die Zusammensetzung einzelner Bestandteile im Getreide und der Gesamtproteingehalt können je nach Spezies und Anbaubedingungen (Boden, Düngung, klimatische Verhältnisse) und anschließender Verarbeitung relativ stark variieren (C. Catassi et al., 2017).

2.3.1.2 FODMAP

Das Akronym FODMAP bezeichnet eine Gruppe heterogener Substanzen, nämlich Fermentierbare Oligosaccharide (Fruktane, Frukto-Oligosaccharide = FOS, Galakto-Oligosaccharide = GOS), Disaccharide (Laktose), Monosaccharide (Fruktose) und Polyole (Sorbitol, Mannitol, Maltidol, Xylitol, Polydextrose und Isomalt). FODMAP haben untereinander gemeinsam, dass sie im Dünndarm schlecht oder gar nicht resorbierbar sind und im Dickdarm sehr rasch teilweise oder gänzlich durch Darmbakterien verstoffwechselt werden können, nämlich zu kurzkettigen Fettsäuren, Methan, Kohlendioxid und Wasserstoff. Die Gasbildung kann zu Blähungen und Völlegefühl führen, das sich bis zu erhöhtem Druck auf die Darmschleimhaut und Bauchschmerzen steigern kann. Die nicht resorbierten Saccharide führen auch zu vermehrtem Wassereinstrom ins Ileum und Kolon und gesteigerter Darmmotilität. Die Symptome sind für Betroffene unangenehm, aber nicht krankheitswertig (Gibson & Shepherd, 2010; Schuppan & Gisbert-Schuppan, 2018, S. 61).

Die durch die Darmbakterien entstandenen Stoffwechselprodukte wie z.B. kurzkettige Fettsäuren (Azetat, Propionat und Butyrat) sind eine wichtige Energiequelle für die Darmzellen und üben generell einen günstigen, ja sogar entzündungshemmenden Effekt auf die Darmschleimhaut aus und schützen vor Dickdarmkrebs. Sie stimulieren das Wachstum manch nützlicher Mikroben wie Bifidobakterien im Dickdarm und wirken demnach präbiotisch. Weitere wichtige physiologische Wirkungen der FODMAP beziehen sich - wie bei Ballaststoffen generell - auf die Vergrößerung des Stuhlvolumens, die Verbesserung der Calcium-Aufnahme, die Verringerung des Serum-Cholesterinspiegels, u.s.w.. Eine FODMAP-arme Diät bringt also nicht nur Vorteile für die Betroffenen, denn günstige und nachteilige Wirkung sind miteinander verbunden. (C. Catassi et al., 2017; G. Catassi, Lionetti, Gatti & Catassi, 2017; Loponen & Gänzle, 2018).

FODMAP sind aber nicht nur in Getreide, sondern in einer ganzen Reihe von Lebensmitteln (Obst, Gemüse, Hülsenfrüchte, Milchprodukte, etc.) enthalten. Im Getreide und Brot sind dies hauptsächlich Fruktane, in geringerer Menge auch GOS (i.e. Raffinose) sowie Spuren von Mannitol (als Nebenprodukt bei Sauerteiggärung) (Muir, Varney, Ajamian & Gibson, 2018).

FODMAP im Getreide machen es gegenüber Kälte und Dürre, indem sie als Energiereserve dienen. Allen voran hat Roggen den höchsten Gehalt an Fruktanen (4,3 – 5 % Trockengewicht). Moderner Weizen hat einen höheren Gehalt an Fruktanen als alte Sorten wie z.B. Dinkel. In Weißmehl ist vergleichsweise weniger davon enthalten als in Kleie (1,5 % im Vergleich zu 3,7 %), kann aber durch den geringeren Polymerisierungsgrad der Fruktane im Vergleich zur dem der Kleie-Fruktane im Darm allerdings leichter vergärt werden (Gibson, Muir & Newnham, 2015; Lopenen & Gänzle, 2018).

Der FODMAP-Gehalt von Brot hängt also von der Beschaffenheit des Getreideprodukts, aber auch und vor allem von dessen Weiterverarbeitung ab (siehe Kapitel 2.4.3.2). Brot als eine Hauptquelle für die tägliche Kohlenhydratzufuhr macht seinen Gehalt an FODMAP durchaus relevant für RDS- und NCG/WS-Betroffene (Menezes et al., 2018).

2.3.1.3 Amylase/Trypsin-Inhibitoren (ATI)

ATI gehören zu einer Gruppe von elf strukturell ähnlichen, kleinen und kompakten (Nicht-Gluten)-Albumin-Proteinen (ca. 3 % des Weizenproteins), die im Mehlkörper von Pflanzensamen als Mono-, Di- oder Tetramere vorliegen. Sie spielen eine Rolle bei der natürlichen Abwehr gegen Parasiten und Insekten und bei der Keimreife, indem sie die Aktivität des Enzyms Amylase und proteinspaltender Enzyme mit trypsin-ähnlicher Aktivität hemmen und so den vorzeitigen Abbau der Speicherkohlenhydrate und des Speicherproteins verhindern (C. Catassi et al., 2017; Zevallos et al., 2017).

Die Verdauungsenzyme im menschlichen Organismus werden durch die ATI aus der Nahrung nicht beeinflusst. Doch sind ATI aus Weizen und verwandten glutenhaltigen Getreiden wie Roggen und Gerste die einzigen bekannten Proteine in der Nahrung, die den zentralen TLR4 auf myeloiden Zellen der Darmschleimhaut und der Mesenterial-Lymphknoten zu aktivieren vermögen, wodurch pro-inflammatorische Zytokine freigesetzt und eine leichtgradige Entzündung erzeugt wird. Durch ihre kompakte Struktur und ihren besonderen Molekülaufbau sind sie gegenüber enzymatischem Abbau im Magen-Darm-Trakt nahezu resistent und wirken somit über die gesamte Darmlänge – vorwiegend aber im Kolon (Schuppan & Gisbert-Schuppan, 2018, S. 64ff; Zevallos et al., 2017). Dass die durch ATI stimulierten angeborenen Immunzellen

sekundär das bereits durch eine andere Erkrankung aktivierte, erworbene Immunsystem ansprechen, wodurch Erkrankungen v.a. außerhalb des Magen-Darm-Trakts verschlechtert werden können, wurde bereits in Kapitel 2.2.2 erläutert.

Der bioaktive Gehalt der ATI in Weizen ist abhängig von Sorte und Anbau und ist generell höher in den meisten, modernen hexaploiden Brotweizen und vergleichsweise zwischen 30 – 70 % geringer in Dinkel (als alte hexaploide Weizen-Frühform), Durum-Hartweizen und Emmer (tetraploid) und Einkorn (diploid) (C. Catassi et al., 2017).

Kommerzielles Gluten („Vitalgluten“) enthält bis zu 5 % ATI. Die Wirkung der ATI auf das Immunsystem ist dosisabhängig und Studien wären gefragt, die den Nutzen einer ATI-freien Diät für NCG/WS-PatientInnen definieren und auch untersuchen, mit welchen Maßnahmen überschüssige ATI aus Weizen-, Roggen- und Gersteprodukten entfernt werden können. Mit einer GFD geht jedenfalls auch die Elimination der ATI aus der Nahrung einher (Schuppan & Gisbert-Schuppan, 2018, S. 11) (Zevallos et al., 2017).

2.3.1.4 Weizenkeimagglutinin (WKA)

Lektine werden u.a. von Pflanzen gebildet, um auf natürliche Weise Fraßfeinde abzuwehren. Lektinaktivität wurde in Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais und Reis nachgewiesen. Weizenkeimagglutinin ist unter den Getreidelektinen aber am besten untersucht und im Weizenkeim befindet sich auch die höchste Konzentration dieser Eiweißfraktion (de Punder & Pruimboom, 2013).

Während die toxische Wirkung der Lektine z.B. in Leguminosen durch Kochen zerstört wird, sind WKA – ähnlich wie ATI - relativ stabil gegenüber Hitze und Proteolyse. Wegen der Hitzestabilität bleiben WKA auch im Weizenbrot erhalten – unabhängig ob aus Weiß- oder Vollkornmehl (hier jedoch in weit größeren Mengen). Gemäß Ledochowski (2011, S. 71) steht es im Verdacht, bei der Entstehung von entzündlichen Darmerkrankungen, Zöliakie und Nahrungsmittelallergien eine Rolle zu spielen. Symptome einer WKA-Unverträglichkeit sind Bauchschmerzen, laute Darmgeräusche (Gluckern), ev. Durchfälle und Übelkeit, Sodbrennen bis hin zu Gastritis bzw. bei Dünndarmbiopsie eine zöliakieähnliche Zottenatrophie bei Fehlen spezifischer Antikörper. Die

Beschwerden können sehr wechselhaft ausfallen. Reines Roggenbrot verursacht angeblich keine Probleme (Ledochowski, 2011, S. 70f).

Als Anti-Nährstoffe binden WKA an Glykokonjugate, vornehmlich an die N-Acetylneuraminsäure an der Oberfläche von Zellmembranen verschiedener Organe inklusive jenen der Darmepithelien, durchdringen diese und können durch die Freisetzung von Zytokinen pro-entzündlich wirken und die Integrität der Darmschleimhaut stören (C. Catassi et al., 2017). Ernstzunehmende Studien haben sich aber bisher auf Zellen im Reagenzglas und in vivo auf Tierversuche beschränkt und die pathogene Rolle beim Menschen ist noch weitgehend unerforscht (de Punder & Pruimboom, 2013; Gibson et al., 2015). In Bezug auf Vollkornweizen wären auch Studien interessant, die untersuchen, welche Rolle die Verarbeitungs- und Zubereitungsform für den Lektin Gehalt spielt (Harlfinger, 2016).

2.3.2 Moderne Verarbeitungsmethoden

Verarbeitungsmethoden können die Beschaffenheit reaktiver Bestandteile in Getreideprodukten beeinflussen. Es gibt keine epidemiologischen Studien, die die Auswirkung der Weizenverarbeitung auf die Prävalenz der Weizensensitivität untersucht haben (Kucek et al., 2015). Die steigende Prävalenz der NCG/WS in den vergangenen zehn Jahren wird in der Literatur aber vorwiegend parallel zum Einsatz moderner, drastischerer Verarbeitungsprozesse und vermehrtem Zusatz von exogenem Vitalkleber in immer mehr Produkten der Lebensmittelindustrie gesehen. Vitalkleber wird von Gluten aus Pflanzensamen extrahiert und als Zusatz in der Backindustrie verwendet, um mehr Elastizität und Stabilität im Teig zu erzielen (Rej, Aziz & Sanders, 2018).

Isoliertes Weizenprotein agiert auch als Bindemittel und Proteinbooster in verarbeitetem Fleisch, Meeresfrüchten und vegetarischem Fleischersatz. Überhaupt sind in etwa knapp 30 % aller Supermarktprodukte Weizenbestandteile zu finden. Doch weder Vitalgluten noch isoliertes Weizenprotein enthalten ausreichend endogene Weizenenzyme, um den Abbau der Prolamine zu unterstützen. Isoliertes Weizenprotein steht im Verdacht, de novo Allergene zu erzeugen. Die Lebensmittel-Industrie hat in den letzten 30 Jahren auch den Einsatz von Fruktose in Form des High-Fructose-Corn (HFC)-Syrops massiv erhöht und die Verwendung von Fruktanen des Inulin-Typs in

diversen Getreideprodukten (um z.B. in glutenfreiem Brot Farbe, Struktur, Geschmack sowie Ballaststoffgehalt zu verbessern) gesteigert. In moderaten Zufuhrmengen kann dies KonsumentInnen nützen, aber Inulin kann auch die Symptome einer Fruktose-Malabsorption, RDS und NZWS verschlimmern (Kucek et al., 2015).

Intensive Raffination von Getreide führt zu Verlusten von Antioxidantien und Ballaststoffen, die potenziell antientzündliche Wirkung haben. Doch auch Vollkornprodukten wird häufig Gluten zugesetzt, um die negativen Effekte des vermahlenden vollen Korns auf das Brotvolumen zu kompensieren. Neue Weizensorten mit hohen Backeigenschaften enthalten relativ viel hochmolekulares Gluten, das schwer verdaulich ist und durch intensive Knetvorgänge in seiner Verdauungsresistenz gegenüber Pankreasenzymen noch verstärkt wird (Fardet, 2015).

Die Menge an reaktivem Gluten könnte sich mit dem Grad der Mehilverfeinerung verändern. Die meiste Endopeptidasen-Aktivität befindet sich in der Kleie. Da die Kleie bei der Erzeugung von Weißmehl entfernt wird, haben daraus verarbeitete Produkte weniger Enzyme zum Prolamin-Abbau zur Verfügung (Kucek et al., 2015).

Traditionelle Herstellungsverfahren hingegen zeichnen sich durch Verwendung von gekeimtem Getreide und langer Sauerteigführung aus. Die Senkung des pH-Werts führt zu Hydrolyse von reaktiven Proteinen und zum Abbau von Prolaminen durch Aktivierung der Proteaseaktivität von Mikroorganismen im Teig oder des Getreidekorns selbst (siehe auch Kapitel 2.4.3.1). Bei kurz geführter Hefe-Gärung ist dies nicht der Fall, weshalb solche Backprodukte eine höhere Konzentration von Glutenpeptiden aufweisen (Fardet, 2015).

2.4 Sauerteig

2.4.1 Sauerteigführung allgemein

Die Anwendung der Sauerteigführung geht hauptsächlich auf die geringere Backfähigkeit von Roggen- im Vergleich zu Weizenmehl zurück. Das Verfahren der Sauerteigführung zählt zu den biologischen bzw. natürlichen Teiglockerungsarten, bei denen Lockerung durch Quellung und Gärung von Mehlbestandteilen entsteht. Bei den

biologischen Prozessen im Sauerteig sind zwei Vorgänge vorherrschend – zum einen die Säure- und Aromabildung und zum anderen die Hefegärung.

Für die Säure- und Aromabildung sind Milchsäurebakterien verantwortlich. Man unterscheidet homofermentative Milchsäurebildner, die aus einem Teil der Zuckerstoffe im Mehl vorwiegend Milchsäure bilden und heterofermentative Milchsäurebakterien, die neben Milchsäure auch Ethanol, Essigsäure sowie Spuren von Propionsäure und Ameisensäure in wechselnder Menge produzieren. Beide Gruppen kommen zu unterschiedlichen Prozentsätzen mit jeweils variierenden Bakterienstämmen des Genus *Lactobacillus* (LAB) im Sauerteig vor. Durch ihre Stoffwechselprodukte ermöglichen sie zunächst die Quellung der Mehlbestandteile - insbesondere der Pentosane² - die für die Backfähigkeit des Roggenteigs erforderlich sind. Das Eiweiß und die Pentosane des Roggens gewinnen durch die Säureeinwirkung v.a. der Milchsäure mehr an Zusammenhang, wodurch der Teig plastischer und lockerungsfähiger wird. Zudem unterdrückt die Milchsäure die Entwicklung schädlicher Bakterien. Darüber hinaus wirken sich Säuren, hier v.a. die Essigsäure, günstig auf den Geschmack des Brotes aus. Essigsäure beugt auch der Schimmelbildung im Brot vor (Doose, 1982, S. 13ff).

Für die Lockerung des Sauerteigs ist die Hefegärung ausschlaggebend, obwohl auch von den Säurebildnern Kohlensäure erzeugt wird. Die Hefen im Sauerteig entwickeln sich selbstständig und ziehen als Nahrung Maltose und Glucose im Teig heran, welche sie mithilfe eigener Enzyme (Zymasen) in Kohlendioxid und Alkohol verstoffwechseln. Neben den Bäckerheferassen (*Saccharomyces cerevisiae*) sind auch Wildhefen im Sauerteig zu finden, die sich durch geringe Empfindlichkeit gegenüber dem sauren Milieu auszeichnen. Bei der Herstellung von Roggenbrotteigen im Rahmen einer mehrstufigen Sauerteigführung ist es nicht notwendig und auch nicht üblich, zusätzlich Presshefe hinzuzufügen, da sich während dieser Zeit ein triebkräftiger Teig entwickelt. Bei der einstufigen Kurzsauerführung erfolgt eine solche Zugabe nicht bei der Herstellung des Sauerteigs, sondern bei der Teigbereitung (Doose, 1982, S. 38ff).

² Aus Pentosen aufgebaute Polysaccharide, z.B. Arabane, Xylane; P. sind im Pflanzenreich weit verbreitete Zellwand- und Speichersubstanzen und wirken in der Nahrung als Ballaststoffe (Albus (Albus et al., 2018).

Die Beta-Amylase baut im Teig Stärke zu der für die Hefegärung notwendigen Maltose ab. Roggenmahlerzeugnisse weisen im Vergleich zu Weizen naturgemäß einen höheren Anteil an vergärbaren Zuckern auf (1,5 – 2 %) (Doose, 1982, S. 16f).

Die Wasserdampfbildung während des Backvorgangs trägt darüber hinaus stark zur Lockerung bei. Roggenbrote werden mit (Natur-)Sauerteig und/oder Säuerungsmitteln unter Zusatz von Hefe hergestellt. Die Lockerung von Mischbroten erfolgt mit Sauerteig und Hefe und/oder mit Säuerungsmitteln und Hefe (Doose, 1982, S. 44ff).

Grundsätzlich können alle ausreichend stärkehaltigen Getreidesorten für Sauerteige verwendet werden. Während im deutschsprachigen Raum Sauerteigbrot vorwiegend aus Roggen verarbeitet und vermarktet wird, sind bekannte Vertreter des generell milderen Weizensauerteigs z.B. das italienische Ciabatta oder das französische Baguette (Siepmann, Ripari, Waszczyński & Spier, 2018).

2.4.2 Sauerteigbrot laut dem Österreichischen Lebensmittelbuch

Im Österreichischen Lebensmittelbuch ist Sauerteig als ein „aus Mahl- und Schälprodukten, Anstellgut und Trinkwasser, gegebenenfalls unter Zusatz von Restbrot, vorwiegend durch milchsäure Gärung hergestellter Teig“ definiert.

„Das Anstellgut wird durch Abnahme vom reifen Sauerteig oder durch Verwendung einer Starterkultur von säurebildenden Bakterien und/oder Sauerteighefen (Reinzucht, Reinkultur) oder selten durch Spontangärung gewonnen. „Naturesauerteig“ wird nur ein Sauerteig genannt, der mit Anstellgut, welches durch Abnahme vom reifen Sauerteig gewonnen wurde, hergestellt wird. Wenn der reife Sauerteig ursprünglich ein Reinzuchtsauer(teig) ist, dann muss Anstellgut mehrmals hintereinander abgenommen worden sein, damit die Bezeichnung „Naturesauerteig“ zulässig ist.

Wird in der Aufmachung eines Brotes zusätzlich zur Bezeichnung auf „Naturesauer“ hingewiesen, wird ausschließlich Naturesauerteig verwendet. Säuerungsmittel werden nicht zugesetzt. Wird in der Aufmachung eines Brotes zusätzlich zur Bezeichnung auf „Sauerteig“ hingewiesen, wird überwiegend durch Sauerteig gesäuert. Als allfällige Säuerungsmittel werden nur Milchsäure und Essigsäure zugesetzt“ (Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz, 2010) .

2.4.3 Effekte der Sauerteigführung auf Getreidebestandteile

2.4.3.1 Gluten und ATI

Weizen, Roggen und Gerste-Körner besitzen eigene Enzyme, die schwer verdauliche Proteine abbauen können. Nimmt der Samen Wasser auf, spalten Proteasen im Samen ATI in Peptide und Aminosäuren auf, um diese für das Wachstum des Sämlings zu nutzen. Folglich werden ATI nach der Keimung rasch abgebaut. Ebenso werden während der Keimung die Speicherproteine Gliadin und Glutenin durch Endoproteasen in für das Sämlingswachstum verfügbare Aminosäuren gespalten (Kucek et al., 2015).

Kucek et al. (2015) verweisen in ihrem Review auf verschiedene Studien, so z.B. jener von Loponen et al. aus 2007 und 2009 mit gekeimtem und fermentierten Roggen- und Weizensauerteig, der Prolamine zu 99,5 % bzw. 95 % effektiv abbauen konnte. Der Gehalt an freien Aminosäuren als Gradmesser für die Protein-Aufspaltung war in gekeimtem Weizen-Sauerteig zehn Mal höher als in nicht gekeimtem Sauerteig. Nur sechs Stunden Gehzeit wurden benötigt, um beinahe alle Prolamine im gekeimten Sauerteig abzubauen. Im ungekeimten Sauerteig waren diese nach 24 Stunden noch nicht abgebaut (Kucek et al., 2015).

Die industrielle Verwendung von intensiv gekeimtem Getreide wäre allerdings herausfordernd, nicht zuletzt, weil auch die Haltbarkeit von derartigen Produkten stark eingeschränkt ist. Das in besagter Studie von Loponen 2009 nachgewiesene bessere Geschmackserlebnis von Sauerteig aus gekeimtem Roggen ist hier zweitrangig. Auch Pentosane im Roggen als wichtiger Bestandteil für seine Backfähigkeit sind unter Umständen von der Hydrolyse im gekeimten Sauerteig betroffen (Kucek et al., 2015).

Mikroorganismen im Zusammenhang mit traditioneller Sauerteigführung können ganz allgemein zur Hydrolyse reaktiver Proteine beitragen. Für einen hochprozentigen Abbau der problematischen Glutenpeptide ist jedoch eine Selektion bzw. vielfältige Kombination bestimmter Stämme von Milchsäurebakterien (LAB) notwendig. Der wichtigste Beitrag der Sauerteigführung ist aber nicht die Proteaseaktivität der Mikroben, sondern die Senkung des pH-Werts auf für die Endoproteasenaktivität optimale Levels. So arbeiten z.B. Cysteinproteasen in einem pH-Bereich von 3-6, für eine optimale Gliadinhydrolyse bei 4,25. Sauerteigfermentation liefert in einer Reihe von Studien vielversprechende Ergebnisse in puncto Verringerung der Immunreaktivität bei

Zöliakiebetreffenden, doch reichen die Ergebnisse für die Freigabe solcher Produkte für diese PatientInnengruppe nicht aus. Auch spielt die Balance zwischen dem erwünschten Abbau des Glutens und dessen Erhalt für bessere Backeigenschaften eine Rolle (Kucek et al., 2015).

Möglicherweise ist nach speziellen biotechnologischen Verfahren erzeugtes Sauerteigbrot mit reduziertem Glutengehalt eine Option für PatientInnen mit RDS und/oder NZGS, da es für diese Zielgruppe keine konkreten Vorgaben für die maximale Aufnahme von Gluten oder ATI gibt. Eine jüngst durchgeführte Studie von Calasso et al. (2018) liefert dafür Hinweise (siehe Kapitel 2.5.1). Als Nebenresultat konnte darin gezeigt werden, dass auch die ATI-Konzentration durch Sauerteiggärung (unabhängig von den zum Einsatz kommenden Mikroorganismen) gegenüber jener im Mehl um ca. 25% reduziert werden kann. So auch in der Studie von Laatikainen et al. (2017), wo es für eine Reduktion des ATI-Gehalts gegenüber Mehl keinen erheblichen Unterschied zu machen scheint, ob Weizen in Form von Sauerteig oder kurz geführtem Hefeteig verarbeitet wird. Konkrete Angaben dazu fehlen. Bei dieser Studie wurde jedoch die monomere Form der ATI durch Sauerteigführung intensiver hervorgebracht (Reijo Laatikainen et al., 2017). Die klinische Relevanz der Ergebnisse ist nicht bekannt.

2.4.3.2 FODMAP

Der Effekt von Sauerteigführung auf den FODMAP-Gehalt hängt stark von den Fermentierungsbedingungen und -organismen ab (Loponen & Gänzle, 2018). In einer Pilotstudie von Laatikainen et al. (2017) ergab sich beim Weizen-Sauerteigbrot mit über 12h-Teigreifezeit im Vergleich zu kommerziellem Hefebrot mit kurzer Gehzeit (insgesamt zwei Stunden Zubereitungszeit) ein Unterschied im Fruktan-Gehalt von 74 %. Laatikainen et al. (2016) konnten in ihrer Studie mit finnischem Vollkornroggen-Sauerteigbrot zeigen, dass durch gezielten Einsatz von LAB-Spezies mit speziell Fruktan- und Mannitol-fermentierender Kapazität der FODMAP-Gehalt um bis zu 90 % gesenkt werden kann.

Ziegler et al. (2016) haben in ihrer Studie in Deutschland Vollkornmehle aus verschiedenen Brotweizensorten, Dinkel, Durum, Emmer und Einkorn untersucht. Speziell von Interesse war der Einfluss unterschiedlicher Teigbereitungszeiten auf den FODMAP-

Gehalt in Hefe-Vollkorn-Semmeln aus Weizen bzw. Dinkel. Aus der Reihe der FODMAP enthielten alle fünf Getreidesorten wesentliche Mengen an Fruktanen sowie Raffinose (GOS). Einkorn als alte Weizensorte enthielt die meisten FODMAP im Mehl.

Wesentlich bedeutsamer ist der Einfluss der Verarbeitung beim Brotbacken. Während bei nur 1-stündiger-Gehzeit der Gesamtgehalt an FODMAP im Vergleich zum Mehl nahezu gleichbleibt, steigt der Fruktosegehalt wegen der fast vollständigen Hydrolyse der Saccharose und des bis dahin nur teilweisen enzymatischen Abbaus der Fruktane stark an. Da sich die Fruktose nun im Überschuss zur Glucose befindet, zählt der Überschuss zu den FODMAP. Jedoch nach bereits 2,5-stündiger-Gehzeit sinkt die FODMAP-Konzentration (Fruktose, Fruktane und Raffinose) bei Weizen und Dinkel auf zwischen 29-33 % ihres ursprünglichen Gehalts und nach 4,5 Stunden sogar noch weiter auf zwischen 10-23 % ab. Die Aktivität der Hefe während der Teigreifezeit spielt hier eine entscheidende Rolle, während endogenen Invertase- und Insulinase-Enzymen im Getreide eine untergeordnete Bedeutung zukommt. Kürzere Reifezeiten könnten bei RDS-PatientInnen Symptome also verschlimmern (Ziegler et al., 2016).

Dass Dinkelprodukte oft verträglicher sind, mag weniger an dem nur unbedeutend geringeren FODMAP-Gehalt im Mehl, sondern an der traditionelleren Rezepten mit üblicherweise längeren Reifezeiten liegen, um die schwächere Backfähigkeit des Dinkels zu kompensieren (Ziegler et al., 2016).

Struyf et al. (2017) haben eine effiziente Hefe-basierte Strategie entwickelt, indem sie in ihrer Studie zur Brotbereitung einen Insulinase-sekretierenden *Kluyveromyces marxianus*-Stamm einsetzten, der in nur 2,5-stündiger Teigruhe mehr als 90 % der Fruktane bei Weizenvollkornbrot abbauen konnte (Struyf, Laurent, Verspreet, Verstrepen & Courtin, 2017). Die Kombination mit dem Bäckerhefe-Stamm der *Saccharomyces cerevisiae* sorgte für eine adäquate Teiglockerung. In Österreich beschäftigen sich Wissenschaftler der Universität für Bodenkultur mit dem Potenzial speziell Sauerteig-relevanter Hefestämme zur Senkung des Fruktan-Gehalts (siehe Fraberger, Call, Domig & D'Amico, 2018).

Abhängig von der Länge der Teigführung können also sowohl Hefe als auch Milchsäurebakterien FODMAP im Hefe- bzw. Sauerteig abbauen. Effektive Reduktion der Fruktane wird während der Sauerteigführung erreicht, da LAB den Fruktan-Abbau

begünstigen, indem sie säurehaltige und damit förderliche Bedingungen für die Hefe-Enzym-Aktivität schaffen. Außerdem verbessert die verlängerte Reifezeit beim Sauerteig den Beitrag der mehleigenen Enzyme zum Abbau von Bestandteilen (Kucek et al., 2015).

Für die Lebensmitteltechnologie ergibt sich hier ein breites Feld hinsichtlich Food-Design durch optimale Kombination der Enzymaktivität von LAB und Hefen, um Brot für spezifische Bedürfnisse zu kreieren. Eine vollständige Entfernung der FODMAP ist aber wegen ihrer gesundheitsförderlichen (präbiotischen) Eigenschaften bei Gesunden nicht wünschenswert (Muir et al., 2018).

2.5 Effekte der Sauerteigführung auf die Verträglichkeit

Es gibt nur wenige doppelblinde, randomisierte und placebo-kontrollierte Studien (RCTs), die die Wirkung von Sauerteigbrot auf die Verträglichkeit bei RDS und NCG/WS untersucht haben. Details zu den einzelnen RCTs sind in der Review-Tabelle im Anhang ersichtlich.

2.5.1 Verträglichkeit gastrointestinal

Als Ausgangsstudie sei jene von Polese et al. (2018) genannt, die in einem doppelblinden, randomisierten Cross-Over-Design die Auswirkung von Sauerteig-Croissants (SC) im Vergleich zu Hefe-Croissants (HC) auf die Magenentleerung als vorrangigen Endpunkt und Gärung im Darm sowie daraus resultierende Symptome bei Gesunden beschreibt. Das Magenvolumen wurde zu 16 Messzeitpunkten während drei Stunden nach Croissant-Aufnahme mittels Magnetresonanz-Imaging verfolgt, während H₂-Atemtests die Wasserstoff-Produktion zu sieben Messzeitpunkten (zwischen 45 und 240 Minuten) ermittelten (Polese et al., 2018).

Die Ergebnisse fielen zugunsten des Verzehrs von Croissants aus Sauerteig aus. Das Gesamtmagenvolumen während drei Stunden nach dem Verzehr von SC war im Vergleich zu HC um 11% verringert ($p=0,02$). H₂-Produktion während des 4-Stunden-Zeitraums war nach den SC um 30 % niedriger als nach HC ($p=0,03$). Der allgemeine Schweregrad der Symptome war während der vier Stunden nach Aufnahme der SC im Vergleich um 36 % niedriger ($p=0,05$), hauptsächlich in Bezug auf Unwohlsein,

Blähungen und Übelkeit. Nebenbei wurden die SC mehr als doppelt so schmackhaft eingestuft als HC ($p < 0,001$) (Polese et al., 2018).

Polese et al. (2018) schließen daraus, dass Sauerteigprodukte bei gesunden Erwachsenen positive Effekte auf die Verdauungsfunktion ausüben (Polese et al., 2018). Ob das Blinding bei dieser Studie gelungen ist, ist anzuzweifeln, nicht zuletzt, weil die SC bei den ProbandInnen besser angekommen sind, was die Symptomwahrnehmung beeinflussen haben könnte. Zu beachten ist auch, dass die Untersuchung auf nur einer einmaligen Gabe von Sauerteig-Croissants beruht und somit keine Langzeiteffekte analysiert werden konnten – schon gar nicht bei PatientInnen mit RDS oder NCG/WS.

Die Studie von Costabile et al. (2014) wurde zwar nur mithilfe von In-vitro-Ansatz-Kulturen von Stuhlproben durchgeführt, aber sie untersucht die Auswirkung von Brot unterschiedlicher Herstellungsprozesse auf das Darm-Mikrobiom anhand der Fäzes von jeweils drei gesunden und drei RDS-SpenderInnen. Im Rahmen der Entwicklung des RDS ist die Rolle eines möglicherweise veränderten Darm-Mikrobioms und gestörter Gärung im Dickdarm von besonderem Interesse.

Als Rohzutrat für die zu testenden Brote wurde Weizenmehl mit 85%-Ausmahlungsgrad verwendet. Brot A bestand aus kurz geführtem Hefeteig gemäß dem „Chorleywood-Breadmaking Process“, der in der industriellen Broterzeugung in Großbritannien angewandt wird. Brot B war aus Hefeteig mit 16 Stunden Reifezeit und Brot C war mit 30% Sauerteiganteil und 9-stündiger Gesamtreifezeit zubereitet.

Die Analyse der Stuhlproben ergab, dass die Zahl der Bifidobakterien im Stuhl gesunder SpenderInnen größer als bei jenen mit RDS war. Zudem fand bei den Kontroll-Fäzes-Kulturen nach 8-stündiger Bebrütung mit den jeweiligen (vorverdauten) Testbroten ein signifikanter ($p < 0,005$) Anstieg der Bifidobakterien-Population im Falle des Sauerteig-Brots (C) im Vergleich zu Brot (A) und auch Brot (B) statt. Gleichzeitig nahmen δ -Proteobakterien und die meisten Gemmatimonadetes-Spezies (Sulfat-reduzierende Mikroorganismen) sowohl bei gesunden als auch RDS-SpenderInnen-Fäzes-Kulturen infolge einer 24-stündigen-Exposition gegenüber Sauerteigbrot signifikant ab. Dies schreiben Costabile et al. (2014) der Fähigkeit von Sauerteigbrot zu, Wachstum von günstigen anstelle von schädlichen Bakterien zu fördern.

Kurzkettige Fettsäuren (SCFA) als das Hauptendprodukt des Darmbakterienstoffwechsels stiegen in allen Substraten signifikant an. Beim Sauerteig-Brot war dies v.a. Butyrat nach 8-stündiger-Fermentation des Substrats sowohl bei Gesunden als auch RDS-PatientInnen. (Costabile verweist auf eine Studie von Valeur et al. aus 2010, die Butyrat als schützend wirkende SCFA beschreibt, die dosisabhängig Bauchschmerzen lindern kann.) RDS-SpenderInnen-Mikrobiota zeigten zwar generell mehr Gasproduktion, beim Sauerteigbrot kam es durch einen langsameren Gärungsprozess nach 15 Stunden insgesamt aber zu einer geringeren Gasakkumulation als bei allen anderen Substraten (Costabile et al., 2014).

Zusammenfassend schließen die StudienautorInnen daraus, dass lang geführtes und traditionelles Sauerteigbrot weniger wahrscheinlich zu Beschwerden bei RDS-Betroffenen führt als industriell erzeugtes Brot (Costabile et al., 2014). Sauerteigbrot scheint sich vergleichsweise positiv auf die Bakterienzusammensetzung im Dickdarm auszuwirken, dies bei Gesunden aber in größerem Ausmaß.

Die einzige vorhandene Studie zu Sauerteigbrot mit Roggen ist jene von Laatikainen et al. (2016), die sich primär dem Vergleich der Verträglichkeit von herkömmlichem Roggensauerteigbrot mit einem speziell für die Studie zubereiteten Roggensauerteigbrot mit geringem FODMAP-Gehalt bei RDS-PatientInnen widmet. Roggenvollkornbrot leistet in Finnland wegen seines hohen Ballaststoffgehalts (11-14 %, v.a. Arabinoxylane und Fruktane) einen wichtigen Beitrag zur täglichen Ballaststoffaufnahme (nämlich 28-35 % bei berufstätigen Erwachsenen) (Laatikainen et al., 2016).

Die Studie von Laatikainen et al. (2016) zielte darauf ab herauszufinden, ob der alleinige Austausch von Roggenbrot gegen eine FODMAP-arme Variante ohne andere begleitende Ernährungsumstellung eine Symptomkontrolle und Verbesserung der Lebensqualität bei RDS-PatientInnen bringen könnte. Die Auswirkungen wurden in einer randomisierten, doppel-blinden Cross-Over-Studie an letztendlich 73 Testpersonen mit je zwei 4-wöchigen Behandlungsphasen überprüft. Das FODMAP-arme Brot wurde mit einem nicht näher erläuterten Lactobacillus-Stamm erzeugt, der effektiv Fruktane konsumiert und Mannitol-Akkumulation während der Gehzeit verhindert, während das zweite Brot mit traditionellem Sauerteig zubereitet wurde. Das reguläre Roggenbrot enthielt mehr als drei Mal so viel Fruktane im Vergleich zur Spezialvariante. Die

tägliche Zufuhr der FODMAP (Fruktane und Mannitol) unterschied sich zwischen den Studienbrotten um durchschnittlich 1,5 g/d (davon 1,2 g Fruktane). Schlussendlich konnte diese bisher größte Studie zur Verträglichkeit mit Sauerteig bei RDS-PatientInnen zeigen, dass das FODMAP-arme Sauerteigbrot im Vergleich signifikant weniger Bauchschmerzen und -krämpfe, Blähungen und auch weniger Magenrumpeln hervorrief. H₂-Atemtests bestätigten die geringere Rate der Gärung und Gasakkumulation im Dickdarm. Trotzdem konnte kein signifikanter Unterschied bei der eigentlichen Primärvariable des IBS-SSS (Symptom Severity Score System nach Francis et al.) und der Variablengruppe „Lebensqualität“ zwischen den beiden Studienbrotten ermittelt werden. Als Ursache dafür nennen die Autoren u.a. die fehlende Kontrolle der über das Studienbrot hinaus zugeführten Lebensmittel. Von den Testpersonen wurde lediglich verlangt, sich an ihre bisher gewohnte Ernährungsweise zu halten. Diese könnte die tatsächlichen Effekte des FODMAP-armen Brotes zu dessen Nachteil verwässert haben. Der alleinige Austausch von Brot in der Ernährung reichte für die meisten PatientInnen offensichtlich nicht aus, um die Studienhypothese zu untermauern (Laatikainen et al., 2016).

Interessant ist jedenfalls, dass sich die Ballaststoffaufnahme bei den ProbandInnen von 22 g vor Studienbeginn auf 27 g beim FODMAP-armen Brot und auf 29 g pro Tag beim normalen Sauerteigbrot erhöhte. Das FODMAP-arme Sauerteigbrot wurde von den ProbandInnen sehr gut angenommen und stellt eine schmackhafte Alternative dar, um bei RDS-PatientInnen die täglich empfohlene Ballaststoffaufnahme aufrecht zu erhalten (Laatikainen et al., 2016).

Das RCT von Calasso et al. (2018) widmet sich der Veränderung der Beschwerden nach der Aufnahme von glutenreduziertem Sauerteigbrot und Pasta im Vergleich zu normal glutenhaltigen Produkten bei 20 RDS-PatientInnen. Die Reduktion des Glutens unter 50 % vom Gehalt in Standardprodukten wurde durch den Einsatz zehn ausgewählter LAB mit hoher Peptidaseaktivität in Kombination mit zugesetzten Pilzproteasen im Rahmen einer 8-stündigen Gärungszeit erzielt, woraus anschließend hydrolysiertes Mehl für die Weiterverarbeitung zu Brot erzeugt wurde. Bei zwar um 25 % reduziertem ATI-Gehalt gegenüber Mehl bei beiden Testbrotten, aber gleichgebliebenem FODMAP-Gehalt führten die glutenreduzierten Testprodukte innerhalb von zwei Wochen zu einer signifikanten Abnahme des VAS-Scores für individuelle Symptome

($p=0,042$) - vor allem bei jüngeren PatientInnen. Jedoch ergaben sich keine Unterschiede zwischen der normalen und der glutenreduzierten Diät in Bezug auf den IBS-SSS, den Hospital Anxiety and Depression Scale und die Beurteilung der Lebensqualität. Fraglich ist, inwiefern der FODMAP-Gehalt der Produkte das Ergebnis beeinflusst hat (Calasso et al., 2018).

2.5.2 Verträglichkeit extraintestinal

Die für dieses Kapitel umfassendsten Ergebnisse liefert die zweite (Pilot-)Studie aus Finnland vom selben Autorenteam (Laatikainen et al., 2017), da diese neben den FODMAP auch den ATI-Gehalt der Testbrote vergleicht und in Beziehung zu den Symptomen der ProbandInnen mit RDS setzt. Zudem gaben alle 26 ProbandInnen eine subjektive Unverträglichkeit gegenüber Weizen an. Während der 7-tägigen Intervention erhielt die Hälfte der ProbandInnen pro Tag 150 g handgefertigtes Weizensauerteigbrot mit über 12-stündiger Teigreifezeit, während die andere Gruppe dieselbe Menge Hefeweizenbrot mit insgesamt 2-stündiger Zubereitungszeit verzehrte. Dem Hefebrot waren außerdem Weizengluten (2 % des Mehlgewichts) und Backhilfsmittel wie z.B. Emulgatoren und Sorbinsäure zugesetzt. Trotz des nachweislich reduzierten Gehalts an FODMAP und ATI im Sauerteigbrot im Vergleich zum Hefebrot konnte diese Studie keine signifikanten Unterschiede in puncto Verträglichkeit im Verdauungstrakt und Entzündungsmarker zwischen den beiden Testbroten feststellen. Hinsichtlich mancher extraintestinaler Symptome (Müdigkeit, Gelenksschmerzen und herabgesetzte Aufmerksamkeit) schnitt das Sauerteigbrot bei den ProbandInnen sogar signifikant schlechter ab ($p < 0,03$) (Laatikainen et al., 2017).

Diese Studienergebnisse konterkarieren die zu Beginn aufgestellte Hypothese von Laatikainen et al., dass Sauerteigbrot besser vertragen wird. Die Autorengruppe gibt ein paar Einschränkungen zu ihrem RCT an, so z.B. das kleine Sample, die kurze Studiendauer oder geringfügige Unterschiede der beiden Studiengruppen in Bezug auf Weizenintoleranz. Zudem argumentieren die Autoren mit dem Nocebo-Effekt, da die TeilnehmerInnen nachteilige Auswirkungen durch die Weizenprodukte erwartet haben könnten. Die FODMAP-Einsparung blieb trotz des um 74% geringeren Gehalts im Sauerteigbrot bei der moderaten Verzehrsmenge in Relation zum Gesamtspeiseplan möglicherweise unter einem bedeutsamen Wert von 1,5 g/d (Laatikainen et al., 2017).

3 Übergang (Bac 2)

RDS und NZWS werfen in Bezug auf die Beschreibung des Krankheitsbilds, der Diagnose und der Verträglichkeit bestimmter Getreidebestandteile in der Medizin und Diätologie noch viele Fragen auf. Moderne Anbau- und Lebensmittelverarbeitungsprozesse haben die Exposition der VerbraucherInnen gegenüber immunreaktiven Bestandteilen in der Nahrung - so auch in Brot und Getreideprodukten - erhöht, doch fehlen epidemiologischen Studien, die diesen Zusammenhang belegen (Fardet, 2015).

Auf Ebene der Getreidebestandteile ist es häufig das Gluten (bzw. Vitalgluten), dem die Schuld an Beschwerden des Verdauungsapparates oder auch anderer Systeme zugesprochen wird. Der Nocebo-Effekt im Rahmen von Studien zu den Auswirkungen von Gluten, die zudem wegen Produktabweichungen schwer zu verblinden sind, hat einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Ergebnisse (Loponen & Gänzle, 2018). Hinzu kommt, dass sich in glutenhaltigen Produkten auch andere Triggerfaktoren für die genannten Erkrankungen befinden, allen voran Fruktane aus der Reihe der FODMAP, aber auch ATI und WKA. Wenn also Gluten aus der Nahrung eliminiert wird, verschwinden damit ATI und teilweise auch Fruktane aus dem Speiseplan. Eine eindeutige Zuordnung des verantwortlichen Triggers zu den Beschwerden ist so kaum möglich. Wird gleichzeitig eine FODMAP-arme Diät gehalten, scheinen viele PatientInnen zusätzlich zu profitieren (Priyanka et al., 2018). Überhaupt werden FODMAP in der Literatur beim RDS und zunehmend auch bei NZWS als die vorrangigen Trigger im Vergleich zu Gluten diskutiert. Allerdings verschwinden mit einer FODMAP-armen Diät auch wertvolle präbiotisch wirkende Ballaststoffe aus der Ernährung, was in Bezug auf die Vielfalt des Darm-Mikrobioms nicht erstrebenswert ist (Muir et al., 2018).

Weniger die Spezies des Getreides selbst, sondern eben vielmehr die Verarbeitung hat Einfluss auf die Verträglichkeit von Brot. Backhefe-gelockertes Brot ist üblicherweise kurzen Teigbereitungszeiten unterworfen, was eine relativ geringe Hydrolyse der Getreideproteine und FODMAP nach sich zieht (Menezes et al., 2018).

Sauerteigführung kann hier einen wertvollen Beitrag leisten, indem eine langsam heranreifende, vielfältige LAB-Kultur in Zusammenarbeit mit natürlich enthaltenen Hefen den FODMAP-Gehalt im Brot zu einem beträchtlichen Teil abbauen kann. Dies geschieht unter entsprechend langer Teigbereitungszeit von über vier Stunden auch im

Hefebrot (Ziegler et al., 2016). Soll über diesen Gehalt hinaus noch weiter abgebaut werden, sind dazu ausgewählte, spezielle LAB- oder auch Hefen-Spezies notwendig, die in Versuchen jeweils einzeln oder auch in Kombination optimale Ergebnisse in Bezug auf das Produkt erzielen (siehe Laatikainen et al., 2016; Struyf et al., 2017). Doch kommen beim Sauerteigbrot zusätzlich die Vorteile des Geschmacksaromas, Textur, Sensorik und Haltbarkeit zum Tragen.

In Bezug auf den Abbau des Glutens mittels Sauerteigtechnologie ist der Spagat zwischen Backeigenschaft des Brotes und einer effektiven Gluten-/ATI-Reduktion viel schwerer zu schaffen (siehe Calasso et al., 2018). Bei den von dieser Arbeit mitbetrachteten Studien, die einen hochgradigen Abbau von Gluten/FODMAP im Brot zum Ziel hatten (und auch die Auswirkungen mit meist sehr wenigen ProbandInnen lediglich mituntersuchten), steht die Machbarkeit in Bezug auf das Endprodukt im Vordergrund. Deshalb sind sie vermutlich in Bezug auf die Ergebnisse bei den ProbandInnen mit Vorsicht zu beurteilen.

Ganz generell standen für diese Arbeit nur sehr wenige Verträglichkeitsstudien zu Sauerteigbrot bei RDS-PatientInnen zur Verfügung und nur eine einzige schloss auch NZWS mit ein. Die Studien sind derart verschieden in Bezug auf Testpersonen, Art und Qualität des Sauerteigbrots, Testmethoden, Interventionsdauer und primäre Endpunkte der Untersuchung, dass sie nicht miteinander verglichen werden können. An interessanten Einzelergebnissen sind aber der positive Einfluss von Sauerteigbrot auf das Darmmikrobiom vor allem bei Gesunden und die durchgängig verringerte Gasansammlung im Dickdarm und dadurch verbesserte Symptomkontrolle von Blähungen, unabhängig davon, ob mit spezieller LAB-Kultur gearbeitet worden ist oder nicht, hervorzuheben.

Erwähnenswert ist jedenfalls auch die allgemein sehr gute Akzeptanz von Sauerteigbrot bei den ProbandInnen. Sauerteigbrot allein wird die Beschwerden von RDS- und NCG/WS-Betroffenen nicht verschwinden lassen können, da die Krankheitsbilder multifaktoriell bedingt sind und durch die restliche Ernährung mitbeeinflusst werden. Doch kann es einen wertvollen Beitrag zu gesunder und schmackhafter Ernährung bei dieser Zielgruppe leisten. Besonders vielversprechend erscheint die Möglichkeit, durch Sauerteiggärung den Fruktan-Gehalt im Brot abzubauen, ohne dabei auf eine aus-

reichende Ballaststoffzufuhr verzichten zu müssen (siehe Laatikainen et al., 2016). Hinsichtlich WKA konnten keine Studien zum Einfluss der Verarbeitung bzw. Auswirkung auf Verträglichkeit identifiziert werden. Weiterführende Studien sind notwendig, um diese Krankheitsbilder besser verstehen und das verträglichkeitsfördernde Potenzial von Sauerteigbrot bei diesen PatientInnen näher beschreiben zu können.

Angesichts der eingangs erwähnten steigenden Zahl (selbst diagnostizierter) Betroffener und des Trends seitens der Bäckerbranche in Richtung naturbelassenerer Brotprodukte und traditionell längere Teigführung liegt es nahe zu überprüfen, ob derlei verträglichkeitssteigernde Produktadaptionen bei den KonsumentInnen auch entsprechend ankommen bzw. angenommen werden. Daraus ergibt sich für den empirischen Teil der Bachelorarbeit folgende Fragestellung: **Wie steht es um das Wissen von Brot-KonsumentInnen in Bezug auf die Eigenschaften und Verträglichkeit von Sauerteigbrot und inwiefern beeinflusst dieses Wissen das Konsumverhalten?**

Daraus wurden folgende Hypothesen abgeleitet:

Hypothese I: Zusammenhangshypothese

H₀: Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Konsum von Natursauerteigbrot und der Einschätzung seiner Verträglichkeit im Vergleich zu industriell erzeugtem Brot.

H₁: Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Konsum von Natursauerteigbrot und der Einschätzung seiner Verträglichkeit im Vergleich zu industriell erzeugtem Brot.

Hypothese II: Zusammenhangshypothese

H₀: Die Beschäftigung der KonsumentInnen mit den Inhaltsstoffen von Brot hat keinen Einfluss auf den Konsum von Sauerteigbrot.

H₁: KonsumentInnen, die sich vor/beim Brotkauf Informationen zu den Inhaltsstoffen einholen, konsumieren eher Sauerteigbrot als KundInnen ohne diese Information.

Hypothese III: Zusammenhangshypothese

H₀: Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Wissen zu den gesundheitlichen Wirkungen von Sauerteigbrot und dem Konsum von Sauerteigbrot.

H₁: Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Wissen zu den gesundheitlichen Wirkungen von Sauerteigbrot und dem Konsum von Sauerteigbrot.

4 Methodik (Bac 2)

4.1 Studiendesign und StudienteilnehmerInnen

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde von der Autorin in Zusammenarbeit mit einer Studienkollegin der Fachhochschule St. Pölten eine empirische Querschnittstudie durchgeführt. Es handelt sich dabei um einen quantitativen, retrospektiven Forschungsansatz in Form einer nicht repräsentativen schriftlichen Fragebogenerhebung zu verschiedenen allgemeinen und gesundheitsfördernden Gütekriterien von Brot und deren Einfluss auf die Konsumententscheidung. Die Befragten stammen aus dem Kundenstock einer namhaften Filialbäckerei mit Sitz in St. Pölten. Dementsprechend sind die erhobenen Daten für BrotkonsumentInnen im gesamten Bundesgebiet nicht repräsentativ. Ob die Stichprobe in Bezug auf den Kundenstock der kooperierenden Bäckerei repräsentativ ist, wurde nicht untersucht, ist aber jedenfalls möglich. KundInnen unter 18 Jahre waren grundsätzlich von der Befragung ausgeschlossen.

4.2 Untersuchungsmethode

Als Erhebungsinstrument wurde ein gemeinsamer Fragebogen erstellt, der die Datengrundlage für zwei verschiedene Bachelor-Arbeiten zum Thema Brot schaffen sollte (siehe Muster Fragebogen in Anhang D). Er besteht aus insgesamt elf, größtenteils geschlossenen Fragen und einem kurzen soziodemographischen Teil und nimmt zwischen fünf und zehn Minuten für die vollständige Beantwortung in Anspruch. Die Fragen 1, 4 und 11 leiten das Thema beim Befragten ein, runden es ab oder dienen dem speziellen Interesse der Bäckerei. Die Frage 2 zur Wichtigkeit der einzelnen Auswahlkriterien beim Brotkauf ist das Kernstück der Datenerhebung und wesentlicher Bestandteil der Hypothesen beider darauf basierender Bachelor-Arbeiten. Während die Fragen 3, 5, 6 und 10 ausschließlich dem Studienzweck der gegenständlichen Arbeit zum Thema Sauerteigbrot dienen, decken die Fragen 7-9 den Forschungszweck der separaten Bachelor-Arbeit von Nicole Stark (Titel: „Ermittlung des Verkaufspotenzials von mit Beta-Glukan angereichertem Brot“) ab.

Die Erhebung der Daten erfolgte anonym und die gesammelten Daten lassen keinen Rückschluss auf die Identität der Befragten zu. Der Fragebogen ist so gestaltet, dass

er in Eigenregie ohne externe Anleitung befüllt werden kann. Vor dem Einsatz wurde der Fragebogen an unterschiedlichsten Personen (inklusive der Belegschaft in der Zentrale der Bäckerei) auf Verständlichkeit und Praktikabilität getestet und hinsichtlich Formulierung und Layout optimiert.

4.3 Praktische Durchführung

Die Verteilung der Fragebögen fand Anfang April 2019 statt und ging von den drei größten Filialstandorten der Bäckerei in St. Pölten aus. 300 Stück Fragebögen wurden dabei vom Verkaufspersonal an StammkundInnen anlässlich ihres Einkaufs ausgegeben mit der Bitte, diese innerhalb von zwei Wochen ausgefüllt in der Filiale zu retournieren. Die Teilnahme an der Befragung war freiwillig. Als Anreiz zur Retournierung wurde vom Verkaufspersonal ein Gutschein für einen vergünstigten Kaffee ausgelobt. Die Rücklaufquote betrug während insgesamt 3-wöchiger Rücklaufzeit 17,3 %, das sind 53 retournierte Fragebögen.

Um den Rücklauf an ausgefüllten Fragebögen weiter zu steigern, waren die beiden Autorinnen abwechselnd am Samstag, den 6.4. bzw. 13.4.2019 zwischen 9 und 12:30 Uhr in je einer Filiale persönlich anwesend, um Laufkundschaft wie auch BesucherInnen des in die Bäckerei-Filiale integrierten Cafés zur Teilnahme an der Befragung zu animieren. Auf diese Bemühungen sind insgesamt weitere 75 Stück direkt vor Ort ausgefüllte Fragebögen zurückzuführen. Letztendlich nahmen insgesamt 127 Personen an der Befragung teil.

4.4 Datenauswertung

Die erhobenen Daten wurden mit dem Programm IBM® SPSS® Statistics Version 24 (Armonk, New York, USA) ausgewertet. Tabellen und Diagramme wurden teilweise auch mit Hilfe von Microsoft® Office 365® Excel (Redmond, Washington, USA) erstellt.

Die deskriptive Beschreibung der untersuchten Stichprobe erfolgte je nach Skalenniveau der Daten anhand der relativen Häufigkeit bei den nominalen Variablen („gesundheitliche Aspekte“, „bevorzugte Getreidesorte“, „bekannte gesundheitsförderliche Eigenschaften von Sauerteigbrot“, „Art“ und „Form der gewünschten Informationen“, Geschlecht, Wohnort), ebenso anhand der relativen Häufigkeit und - wo sinnvoll – anhand

des Lagemaßes Median bei ordinal skalierten Variablen (Häufigkeit Brotkonsum, Wichtigkeit Auswahlkriterien, Beurteilung Natursauerteigbrot, Häufigkeit der Informationseinholung, höchster Bildungsabschluss), sowie anhand des arithmetischen Mittelwertes und der Standardabweichung (SD) im Falle der normal verteilten metrischen Variable „Alter“.

Die Prüfung auf Normalverteilung der metrischen Variable „Alter“ wurde mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test bzw. visuell mittels Q-Q-Plot vorgenommen, wodurch die Normalverteilung bestätigt werden kann ($p=0,199$). Parametrische Testverfahren kommen allerdings in der Auswertung nicht zur Anwendung.

Um aus der Frage 2 zu den Kriterien bei der Brotauswahl die Wichtigkeit bzw. den Konsum von (Natur-)Sauerteigbrot bei den Befragten abzuleiten und Sauerteigbrot-KonsumentInnen (SBK) zu identifizieren, wurde eine neue Indexvariable gebildet (siehe Kapitel 5.3.2). Die bei Frage 3 freitextliche Angabe zum Grund, warum das angegebene Brot am häufigsten gekauft wird, konnte nach manueller Begutachtung in zwei Kategorien (Geschmack, gesundheitliche Gründe) eingeteilt werden, woraus zwei dichotome Variable für weitere Auswertungen entstanden.

Die bipolare Ratingskala beim Vergleich von Natursauerteigbrot mit industriell erzeugtem Brot (Frage 5) wird zur Vereinfachung der Auswertung/Ergebnisdarstellung in eine unipolare in Bezug zum Natursauerteigbrot umgewandelt (Natursauerteigbrot ist „besser“, „gleich“ oder „schlechter“ als industriell erzeugtes Brot). Um Wissen in Bezug auf die gesundheitsförderlichen Eigenschaften von Sauerteigbrot zu definieren (Frage 6), wurde je nach Anzahl der richtig bzw. falsch beantworteten Variablenausprägungen vier verschiedene Wissenskategorien (kein Wissen, Basiswissen, erweitertes sowie Expertenwissen) konstruiert. Durch diese Verknüpfung wird die nominalskalierte Variable dieser Frage zur ordinalskalierten Variable in vier verschiedenen Ausprägungen. Details dazu sind im Kapitel 5.5 erläutert.

Die erhobenen Daten zu den einzelnen Fragen werden grundsätzlich immer über die gültige Grundgesamt, also über alle Befragten ausgewertet und dargestellt. Wo es interessant und sinnvoll erschien, wurde die Datenauswertung zusätzlich auf die Zielgruppe der SBK (oder auch auf Basis anderer Details) eingeschränkt, um Vergleiche mit der Grundgesamtheit anstellen zu können.

Zusammenhänge zwischen den nominal bzw. ordinal skalierten Variablen der Hypothesen I bis III wurden mittels Kreuztabellen überprüft und dem Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest (nach Pearson) bzw. Fisher's exact Test unterzogen. Sofern Zellen eine erwartete Häufigkeit < 5 aufwiesen, wurde zur Steigerung der Zuverlässigkeit das Ergebnis eines exakten Tests vorgezogen (vgl. Janssen & Laatz, 2013, S. 782). Als Zusammenhangsmaß wurde je nach Größe der Kreuztabelle entweder der Kontingenzkoeffizient (bzw. Cramers V) bei Mehrfeldertafeln oder der phi-Koeffizient (Φ) für Vierfeldertafeln herangezogen, für die auch die p-Werte bei der Hypothesentestung angegeben sind (Janssen & Laatz, 2013, S. 43, 266f, 779ff).

Im Rahmen von Nebenergebnissen wurden auch Zusammenhänge zwischen der normalverteilten metrischen Variable Alter und verschiedenen nominal/ordinal skalierten Daten überprüft, wofür die Spearman Rangkorrelation herangezogen wurde (vgl. Raab-Steiner & Benesch, 2012, S. 140ff). Bezüglich Häufigkeit der Informationseinkholung zu den Inhaltstoffen von Brot wurden Unterschiede zwischen den Geschlechtern unter Verwendung des U-Tests nach Mann und Whitney für unabhängige Stichproben auf statistische Signifikanz getestet (vgl. Raab-Steiner & Benesch, 2012, S. 127ff).

Für alle verwendeten statistischen Testverfahren wurde ein Signifikanzniveau von 5 % festgelegt, d.h. die Nullhypothese H_0 wurde bei $p < 0,05$ zurückgewiesen.

Die Ergebnisse wurden zur leichteren Lesbarkeit und Erfassung auf ganz Zahlen gerundet und wesentliche Fallzahlen in Klammer angegeben (n-Werte).

5 Ergebnisse (Bac 2)

Insgesamt wurden im Rahmen der Erhebung 127 Fragebögen retourniert. Davon wurden 6 Fragebögen nicht in die Auswertung miteinbezogen, da nur die Vorderseite des Fragebogens befüllt war. Außerdem waren 4 Befragte minderjährig, was vorweg als Ausschlusskriterium definiert war. Die Nettostichprobe umfasst folglich 117 Befragte. Bei den einzelnen Fragenstellungen kann die Grundgesamtheit aufgrund fehlender Werte allerdings von der Nettostichprobe abweichen. Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse dieser Befragung dargestellt.

5.1 Soziodemographische Daten

Die Stichprobe (n=117) setzt sich zu 41 % aus Männern (n=48) und 57 % aus Frauen (n=67) zusammen. Von zwei Umfrage-TeilnehmerInnen fehlt die Angabe zum Geschlecht wie auch zum Wohnort. 66 % der Befragten gaben die Stadt und 34 % den ländlichen Raum als Wohnort an. Von den 113 TeilnehmerInnen, die eine Angabe zu ihrem Bildungsniveau machten, haben 37 % einen Lehrabschluss, 24 % eine Schulbildung ohne Matura, knapp 20 % einen Akademie-/FH-/Universitätsabschluss, 14 % eine allgemein oder berufsbildende höhere Schule (AHS/BHS) mit Matura und rund 5 % einen Pflichtschulabschluss als höchsten Bildungsgrad angegeben (Median Lehrabschluss).

Das Alter liegt im arithmetischen Mittel bei 51 Jahren - mit einer Standardabweichung von ± 15 Jahren. Die jüngste befragte Person war 20 Jahre alt und das maximale Alter betrug 88 Jahre, womit sich eine Spannweite von 68 Jahren ergibt.

5.2 Häufigkeit des Brotkonsums und bevorzugte Getreidesorte

Insgesamt essen 57 % der Befragten täglich (39 %, n= 45) oder auch mehrmals täglich (18 %, n=21) Brot. Rund 36 % (n=41) greifen zwar nicht täglich, aber zumindest mehrmals wöchentlich zu Brot. Bei 7 % (n=8) der Befragten wird Brot seltener als wöchentlich verzehrt.

Bei Frage 4 zur bevorzugten Getreidesorte kam es bei etwa 30 % der Befragten zu Mehrfachnennung trotz Hinweis, dass nur eine Antwort angekreuzt werden soll. Von

den 116 gültigen Fällen wurden 151 Antworten getätigt. Bezieht man die Häufigkeit der Nennung der Getreidesorte auf die Gesamtheit der Antworten, so ist Roggen pur/Roggenmischbrot mit 47 % (n=71) das am häufigsten angekreuzte Brotgetreide. An zweiter Stelle in der Beliebtheit rangiert Dinkel mit 25 % (n=38), gefolgt von Weizen-/Weizenmischbrot mit 23 % (n=35). 5 % (n=7) entfallen auf eine Freitextangabe zur bevorzugten Getreidesorte, z.B. 2-fach-Nennung von Hanf.

5.3 Die Relevanz verschiedener Kriterien bei der Auswahl von Brot

Mit Frage 2 wurden neun verschiedene Hauptkriterien auf ihre Wichtigkeit („sehr wichtig“, „eher wichtig“, „nicht wichtig“) bei der Auswahl von Brot abgefragt – darunter auch das Kriterium des Teiglockerungsverfahrens „Hefeteig/Sauerteig“. Zudem bestand die Möglichkeit, durch Freitext ein sonstiges Kriterium selbst zu definieren, was aber nicht genutzt wurde. Tabelle 1 bietet einen Überblick über die Wichtigkeit der einzelnen Kriterien bei den Befragten.

Tab. 1: Wichtigkeit verschiedener Kriterien bei der Brotauswahl in % der Befragten

Hauptkriterien beim Brotkauf	wichtig			nicht	Median	gültig
	sehr	eher	kumuliert	wichtig		
Getreide	48%	38%	86%	14%	eher wichtig	111
Geruch/Geschmack	88%	12%	100%	0%	sehr wichtig	113
Kruste/Krume	69%	25%	94%	6%	sehr wichtig	108
Körner/Samen/Nüsse	19%	46%	65%	36%	eher wichtig	107
Sauerteig/Hefeteig	30%	44%	74%	26%	eher wichtig	107
Haltbarkeit/Frischhaltung	50%	36%	86%	15%	eher wichtig	107
Handarbeit	35%	46%	81%	19%	eher wichtig	109
Preis	21%	47%	68%	32%	eher wichtig	108
gesundheitliche Aspekte	52%	42%	94%	6%	sehr wichtig	96

Sensorik und Textur eines Brotes sind deutlich führend, was die Relevanz als Auswahlkriterium bei den BäckerkundInnen betrifft. Gesundheitliche Aspekte spielen ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Kaufentscheidung – welche Aspekte genau, konnte im Rahmen einer Nebenliste mit dichotomen Variablen detailliert angegeben werden (siehe Tabelle 2). Die Kriterien Haltbarkeit/Frischhaltung und die Getreidesorte werden von nahezu gleich viel Befragten als wichtig beurteilt, wobei die Haltbarkeit/Frischhaltung etwas öfter als „sehr wichtig“ beurteilt wird als die Getreidesorte,

nämlich bei 50 % im Vergleich zu 48 %. Handarbeit wird bei 35 % der TeilnehmerInnen als sehr wichtig und bei 46 % als eher wichtig eingestuft. Der Preis wird von den wenigsten KundInnen als wichtig betrachtet.

5.3.1 Sauerteig/Hefeteig als Auswahlkriterium - analytisch betrachtet

30 % der Befragten stufen „Sauerteig/Hefeteig“ als sehr wichtiges und 44 % als eher wichtiges Auswahlkriterium ein, während es für 26 % der Befragten nicht wichtig ist. Der Median liegt bei 1 (= eher wichtig). An diesem Punkt ist aber noch unklar, ob die KundInnen auf „Sauerteig/Hefeteig“ beim Brotkauf achten, weil sie vorrangig Backhefe als (zugesetztes) Teiglockerungsmittel vermeiden wollen (obwohl auch beim Sauerteigbrot Hefen am Werk sind - siehe Kapitel 2.4.1) oder ob es dabei um die speziellen Vorzüge von Sauerteigbrot geht. Da aber insgesamt nur 4 Personen, denen Sauerteig/Hefeteig als ein Hauptauswahlkriterium eher oder sehr wichtig ist, auch „hefefrei“ als wichtiges gesundheitliches Detailkriterium in der Nebenfrage angekreuzt haben, scheint die Motivation zur Vermeidung von Hefe keinen wesentlichen Einfluss auf die Auswahl von Sauerteig auszuüben ($p=1$, $\Phi=0,007$).

Hingegen haben 52 % der Befragten, die Sauerteig/Hefeteig als eher oder sehr wichtiges Hauptkriterium angekreuzt haben, zugleich „Natursauerteig“ als Detailkriterium zu den gesundheitlichen Aspekten angekreuzt. Es stellt bei dieser Gruppe das zweithäufigste Gesundheitskriterium dar. Am häufigsten wurde von dieser Gruppe „ohne chemische Zusätze“ - nämlich zu 73 % - angekreuzt. Dazu zeigt sich statistisch allerdings kein signifikanter Zusammenhang.

Umgekehrt ist aber für jene Befragten, für die Natursauerteig ein relevanter, also angekreuzter Gesundheitsaspekt ist, Sauerteig/Hefeteig nahezu immer ein wichtiges Hauptkriterium (bei 38 von 39 Personen, $p=0$). Dieser Zusammenhang ist gemäß dem Chi-Quadrat-Test bzw. Fisher's exaktem Test statistisch höchst signifikant, in der Wirkung jedoch gering ($\Phi=0,385$). Tabelle 2 stellt den Vergleich der angekreuzten gesundheitlichen Detailspekte in der Grundgesamtheit ($n=101$) – also unabhängig von den ausgewählten Hauptkriterien - zur Häufigkeit der angekreuzten gesundheitlichen Aspekte bei der Gruppe der Personen dar, die Sauer-/Hefeteig als eher oder sehr wichtiges Kriterium gewählt haben. Die Signifikanz und die Stärke des

Zusammenhangs zwischen dem Sauerteig/Hefeteig-Kriterium und den einzelnen gesundheitlichen Detailaspekten gibt, ist ebenfalls aufgelistet.

Tab. 2: Häufigkeit gesundheitlicher Aspekte bei allen Befragten und jenen mit Sauerteig/Hefeteig als wichtiges Hauptkriterium

Gesundheitl. Aspekte	Grund-gesamt-heit n=101	Sauerteig wichtig n=73	Chi-Quadrat-Tests			
			Signifikanz		Kontingenzmaß	
ohne chem. Zusätze	67%	73%	keine			
Bio-Qualität	49%	48%	keine			
Vollkorn-Anteil	46%	41%	0,051	Pearson	0,201	Cramers V
Natursauerteig	39%	52%	0,000	Fishers exact	0,385	phi
alte Getreide	25%	29%	0,036	Fishers exact	0,226	phi
lange Teigruhe	18%	22%	keine			
weizenfrei	12%	15%	keine			
glutenfrei	9%	11%	keine			
low carb	6%	7%	keine			
hefefrei	5%	6%	keine			
vegan	4%	3%	keine			

Betrachtet man generell die Häufigkeit der angekreuzten gesundheitlich relevanten Aspekte in der Grundgesamtheit, so steht „ohne chemische Zusätze“ mit 67 % ebenso an erster Stelle, gefolgt von den Kriterien „Bio-Qualität“ (49 %), „hoher Ballaststoffanteil/Vollkorn“ (46 %) und „Natursauerteig“ (39 %). Wie bereits erwähnt verschiebt sich die Reihenfolge der am häufigsten angekreuzten gesundheitlichen Aspekten bei jenen Personen, bei denen Sauerteig/Hefeteig eine wichtige Rolle bei der Brotauswahl spielt. „Natursauerteig“ überholt hier die beiden Aspekte „Bio-Qualität“ und „Vollkornanteil“. Auch „alte/alternative Getreide“ werden nun häufiger genannt, nämlich von 29 % anstelle von 25 % in der Grundgesamtheit. Auch dieser Zusammenhang ist statistisch signifikant, der Stärke des Zusammenhangs wiederum gering ($p=0,036$; $\Phi=0,226$). „Lange Teigruhe“ wird von der Sauerteig/Hefeteig-Gruppe mit 22 % auch etwas häufiger angekreuzt als von allen KundInnen zusammen (18 %).

5.3.2 Die Gruppe der Sauerteigbrot-KonsumentInnen (SBK)

Um aus der Frage 2 zu den Kriterien bei der Brotauswahl die Wichtigkeit und folglich den Konsum von (Natur-)Sauerteigbrot bei den Befragten abzuleiten, wurde eine neue, dichotome Indexvariable (Konsum Sauerteigbrot - Ja/Nein) gebildet. Sie setzt sich aus der Einstufung von „Sauerteig/Hefeteig“ als „sehr wichtig“ und/oder der unter den

gesundheitlichen Detailaspekten angekreuzten Variable „Natursauerteig“=Ja und/oder „lange Teigruhezeiten“=Ja und/oder „hefefrei“=Ja als Synonyme für Sauerteigbrot zusammen.

Dementsprechend haben auf Basis einer gültigen Grundgesamtheit von 97 Personen 38 Befragte (39 %) kein spezielles Interesse an Sauerteigbrot, während von den verbleibenden 59 Personen (61 %) angenommen werden kann, dass sie bei der Auswahl von Brot besonderes Augenmerk auf (Natur-)Sauerteig legen. Sie werden im Folgenden auch als **Sauerteigbrot-KonsumentInnen (SBK)** bezeichnet.

Die Gruppe der SBK setzt sich aus 53 % Frauen und 47 % Männer zusammen. Hinsichtlich Geschlecht kann kein signifikanter Zusammenhang zum Konsum/Nicht-Konsum nachgewiesen werden ($p=0,144$). Auch zwischen Bildungsniveau und Konsum/Nicht-Konsum gibt es bei der vorliegenden Gruppe keinen signifikanten Zusammenhang ($p=0,827$). Der Median liegt in beiden Gruppen bei „Lehre“ als höchsten Bildungsabschluss, auch die Streuungsmaße sind gleich. Es zeigt sich allerdings eine signifikante (wenn auch schwache) positive Korrelation zwischen Alter und dem Konsum von Sauerteigbrot ($p=0,028$; $r=0,227$). Während das mittlere Alter der SBK bei 54 Jahren ($SD \pm 15$ Jahre) liegt, beträgt es bei den Nicht-Sauerteigbrot-KonsumentInnen (NSBK) 47 Jahre ($SD \pm 14$ Jahre). Ob ein/e KundIn Stadt- oder LandbewohnerIn ist, scheint den Konsum von Sauerteigbrot ebenfalls signifikant, wenngleich gering zu beeinflussen ($p=0,026$; $\Phi=0,228$). Bei den SBK stammen 72 % aus St. Pölten oder einer anderen Stadt, während es bei den NSBK nur 50 % sind.

5.4 Natursauerteigbrot versus industriell gefertigtes Brot

Bei Frage 5 wurden die FilialkundInnen dazu angehalten, die Qualität von Natursauerteigbrot im Vergleich zu industriell erzeugtem Brot einzuschätzen. Die Qualitätskriterien bezogen sich auf die Saftigkeit der Krume, den aromatischen Geschmack, die Dauer der Haltbarkeit bzw. Frische sowie die Verträglichkeit. Die Antwortkategorien boten „Natursauerteigbrot besser“, „industriell erzeugtes Brot besser“, „beide gleich gut“ und auch „weiß nicht“ zum Ankreuzen an.

Die Antwortmöglichkeit „weiß nicht“ nahmen die Befragten zu zwischen 16 % (bei Geschmack) und 24 % (bei Verträglichkeit) in Anspruch. Auch die Anzahl der fehlenden

Werte ist bei dieser Frage teilweise recht hoch – am höchsten wiederum in Bezug auf Verträglichkeit (fehlend = 11).

Tabelle 3 fasst die prozentuellen Häufigkeiten der Einschätzung von Natursauerteigbrot gegenüber industriell erzeugtem Brot in einer Kreuztabelle mit unipolarer Ratingskala zusammen und gibt den Median der ordinal skalierten Einschätzung pro untersuchtem Qualitätskriterium an.

Tab. 3: relative Häufigkeiten der Qualitätseinschätzung von Natursauerteigbrot gegenüber industriell erzeugtem Brot

Qualitätskriterien Natursauerteigbrot	besser	gleich	schlechter	weiß nicht	Median	gültig n
Saftigkeit der Krume	68%	13%	1%	18%	besser	107
aromat. Geschmack	73%	11%	0%	16%	besser	107
Haltbarkeit/Frische	41%	26%	14%	19%	gleich	109
Verträglichkeit	42%	34%	0%	24%	gleich	106

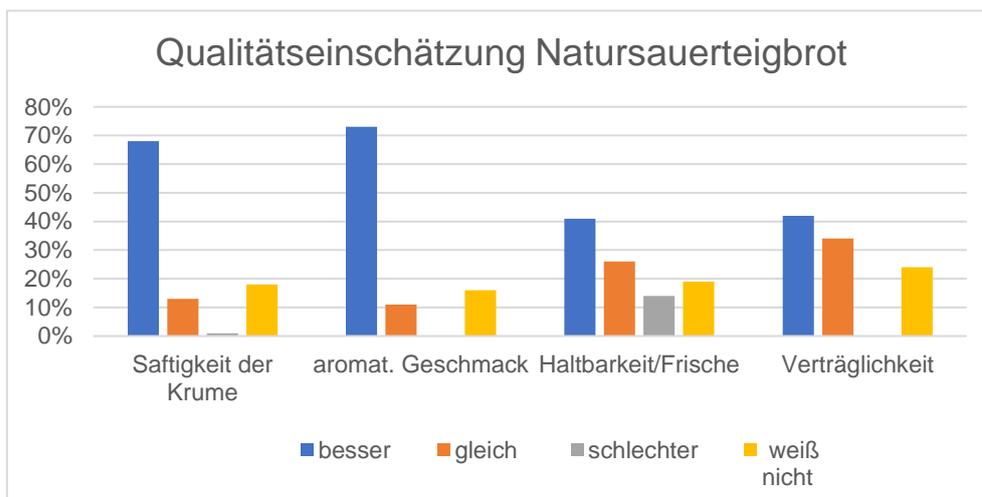


Abb. 1: grafische Darstellung der Qualitätseinschätzung von Natursauerteigbrot (im Vergleich zu industriell erzeugtem Brot)

Das Balkendiagramm zu den einzelnen Qualitätskriterien in Abbildung 1 veranschaulicht die relativen Häufigkeiten der Qualitätseinschätzung durch die Befragten. Bei der Beurteilung hinsichtlich Saftigkeit und Geschmack schneidet Natursauerteigbrot bei der Mehrheit der Befragten eindeutig „besser“ ab als industriell erzeugtes Brot. Vergleichsweise schlechter wird Natursauerteigbrot von einem kleinen Teil der Befragten nur in Bezug auf die Haltbarkeit beurteilt (14 %, n=15).

5.5 Wissen um gesundheitsfördernde Eigenschaften

Um den Wissensstand der Befragten in Bezug auf gesundheitsförderliche Vorzüge von Sauerteigbrot zu eruieren, wurden bei Frage 6 fünf mögliche Antworten angeboten, von denen zwei fachlich unzutreffend sind. Als sechste Antwortmöglichkeit konnte „Nichts davon ist mir bekannt“ ausgewählt werden. Beim Auswerten wurden für jede angekreuzte, zutreffende Antwort 2 Punkte vergeben. Für jede unzutreffende Antwort, die nicht angekreuzt wurde (und somit zumindest passiv richtig beantwortet ist) wurde jeweils 1 Punkt vergeben. Für jede falsche Antwort (d.h. zutreffende Antwortmöglichkeit nicht angekreuzt oder unzutreffende angekreuzt) gab es jeweils 0 Punkte. Anhand der erreichten Punktesumme wurden vier verschiedene Wissenslevels definiert:

< 4 Punkte: kein Wissen	6 - 7 Punkte: erweitertes Wissen
4 - 5 Punkte: Basiswissen	8 Punkte: Expertenwissen

Tab. 4: Häufigkeitsverteilung Wissenslevels zu gesundheitlichen Eigenschaften

		Häufigkeit	Prozent	Gültige %	Kumulierte %
Gültig	kein Wissen	12	10,3	11,3	11,3
	Basiswissen	29	24,8	27,4	38,7
	erweitertes Wissen	13	11,1	12,3	50,9
	Expertenwissen	3	2,6	2,8	53,8
	nichts bekannt	49	41,9	46,2	100,0
	Gesamt	106	90,6	100,0	
Fehlend	System	11	9,4		
Gesamt		117	100,0		

Eine eigene Kategorie bilden jene Befragten, die „Nichts davon ist mir bekannt“ angegeben haben. 11 Personen von der insgesamt 117 Personen umfassenden Stichprobe haben zu dieser Frage gar keine Angaben gemacht und können theoretisch zu den „Nichtwissenden“ gezählt werden. Tabelle 4 gibt einen Überblick zur Häufigkeitsverteilung der einzelnen Wissenslevels.

Zieht man nun die Personen zusammen, die aufgrund des Punkteschlüssels kein Wissen haben mit jenen, die sich explizit dazu bekannt oder die Frage ignoriert haben, ergibt sich graphisch folgende Aufteilung der Wissenslevels (Abbildung 2):

6. Sind Ihnen gesundheitsförderliche Eigenschaften von Sauerteigbrot bekannt? Wenn ja, welche?

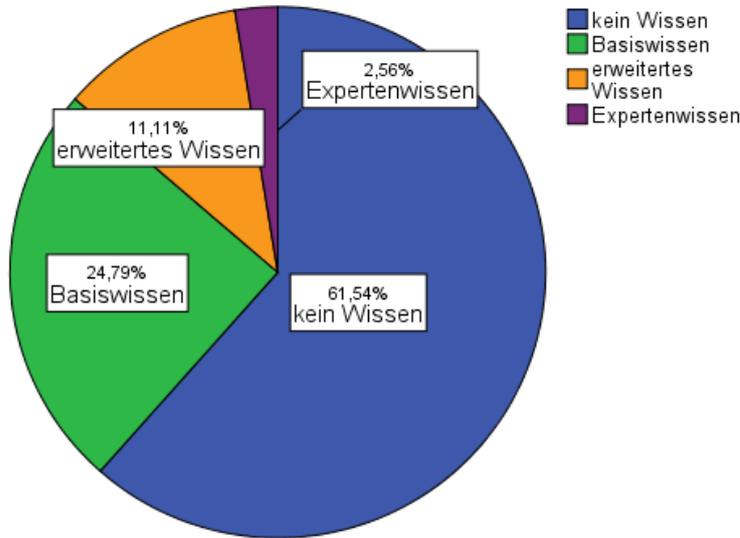


Abb. 2: Aufteilung der Wissenslevels der Befragten inklusive aller "Nichtwissenden" (n=117)

Da rund 62 % der Befragten (n=72) über kein Wissen verfügt, liegt der Median entsprechend bei „kein Wissen“. Unter allen Befragten zusammen scheint die Eigenschaft der leichteren Verdaulichkeit von Sauerteigbrot am geläufigsten zu sein – konkret bei 34 % bzw. 40 Personen. Der höhere Gehalt an verfügbaren Mineralstoffen durch Abbau der Phytinsäure ist etwa 23 % bzw. 27 befragten Personen bekannt, während 13 % oder 15 Personen dem Sauerteigbrot eine bessere Blutzuckerkontrolle nach dem Verzehr zuschreiben.

Es gibt relativ gesehen mehr wissende Frauen als Männer – und zwar auf jedem Wissenslevel. Unter den Frauen gibt es 55 % Nichtwissende im Vergleich zu 71 % bei den Männern. Die drei ermittelten Personen mit Expertenwissen sind weiblichen Geschlechts. Doch gibt es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Geschlecht und Wissenslevel (n=115; p=0,191). Ebenso hängt weder das Alter noch das Bildungsniveau mit dem ermittelten Wissenslevel der Befragten signifikant zusammen (p=0,543 bzw. 0,811; r=0,058 bzw. 0,023).

5.6 Informationseinholung vor dem Broteinkauf

Abbildung 3 zeigt, wie viel Prozent der Befragten wie häufig Informationen über die Inhaltsstoffe von Brot vor dem Einkauf einholen (n=114). Die Häufigkeit der Antworten ist über die vier verschiedenen Antwortkategorien relativ gleichmäßig verteilt. Die Anzahl der Personen, die „gelegentlich“ Information zum Produkt einholen, ist mit 30 % relativ gesehen am höchsten. Der Median pendelt sich bei „gelegentlich“ ein. Marginal am geringsten ist die Gruppe an Personen, die sich nie Informationen zu Brot vor dem Kauf beschafft, nämlich 24 %.

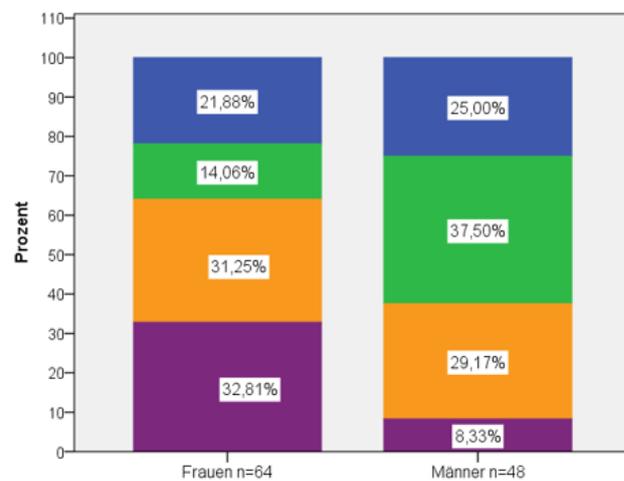
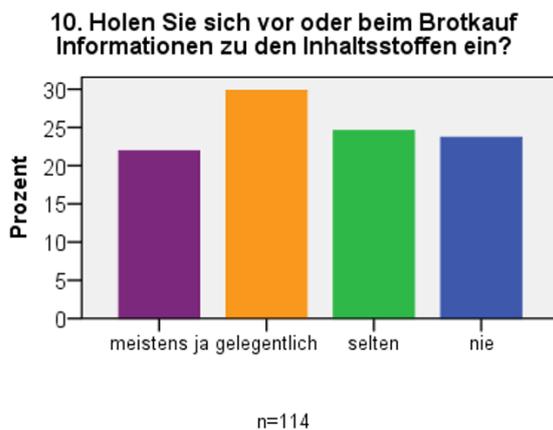


Abb. 3: Häufigkeiten (in %) zu Informationseinholung (n=114) gesamt und getrennt nach Geschlecht

Getrennt nach Geschlecht betrachtet informieren sich Frauen häufiger übers Brot, bevor sie es kaufen als Männer. Im Detail tun dies die befragten Frauen „meistens“ zu rund 33 % und Männer nur zu etwa 8 %. Der Zusammenhang zwischen Geschlecht und Häufigkeit der Informationseinholung ist gemäß Chi-Quadrat-Test nach Pearson insbesondere in Bezug auf die Kategorien „selten“ und „meistens“ (aufgrund der standardisierten Residuen um den Wert 2) als signifikant zu betrachten ($p=0,003$). Die Stärke des Zusammenhangs ist wiederum gering (Kontingenzkoeffizient = 0,331). Einen signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen in der Häufigkeit der Informationseinholung belegt auch das Ergebnis des Mann-Whitney-U-Tests ($p=0,007$; mittlerer Rang bei Frauen 63,42, bei Männern 47,27). Zwischen dem Bildungsniveau und der Häufigkeit der Informationseinholung konnte bei der Stichprobe weder eine wesentliche, noch signifikante Korrelation nachgewiesen werden ($p=0,365$; $r=0,087$).

5.7 Gewünschte Informationen zu Brot und Art der Kommunikation

Frage 11 widmete sich den Wünschen der FilialkundInnen zu Informationen über die angebotenen Brotprodukte sowohl inhaltlicher Natur als auch zur Art und Weise, wie diese seitens der Bäckerei vermittelt werden sollen. Von den 108 Personen, die diese Frage bearbeitet haben, wünschen sich 66 % die verwendeten Zutaten, gefolgt von der Angabe zum Ballaststoffanteil des Produkts zu 47 %. Bereits am dritthäufigsten (zu 44 %) wünschen sich KundInnen Information zum verwendeten Teiglockerungsverfahren – also Sauerteig/Hefeteig. Auf die Gruppe der SBK beschränkt legen 62 % (n=34) Wert auf diese Information ($p=0,005$, $\Phi=0,296$).

Etwa ein Drittel der Befragten würde sich auch Informationen zu den gesundheitsförderlichen Eigenschaften von Brot wünschen. Für die Teigruhedauer interessieren sich aber nur 10 % (n=11) aller Befragten und ist somit am wenigsten von Interesse. Von diesen 11 Personen gehören immerhin 10 zur Gruppe der SBK (signifikanter Zusammenhang: $p=0,045$, $\Phi=0,228$).

Tabelle 5 fasst die Häufigkeit der gewünschten Informationen in Prozent der Befragten zusammen.

Was die Form betrifft, in der die Informationen geliefert werden sollen (Mehrfachantworten möglich), so wollen ca. 68 % der Befragten, dass das Verkaufspersonal den KundInnen die gewünschte Information auf Nachfrage bereitstellt. 45 % der Befragten können sich die Informationsvermittlung auch „mittels moderner Medien“ im Geschäft vorstellen. Mit Infos auf der Homepage sind 24 % der Befragten einverstanden. An Informationsveranstaltungen sind nur 6 Personen interessiert.

Tab. 5: gewünschte Informationen zu Brot in % der Befragten (n=108)

Informationen zu Brot	gewünscht von ... % der Befragten
Zutaten (inkl. Zusatzstoffe)	66%
Vollkorn-/Ballaststoffanteil	47%
Sauer-/Hefeteig	44%
voraussichtliche Haltbarkeit	39%
gesundheitsförderliche Eigenschaften	32%
Nährwertangaben	31%
Beschreibung Geschmack	16%
Beschreibung Kruste/Krume	15%
Teigruhedauer	10%

5.8 Prüfung der Haupthypothesen

Im folgenden Abschnitt werden die für die Forschungsfrage wesentlichen Haupthypothesen wiederholt und auf Signifikanz überprüft.

5.8.1 Hypothese I

H_0 : Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Konsum von Natursauerteigbrot und der Einschätzung seiner Verträglichkeit im Vergleich zu industriell erzeugtem Brot.

H_1 : Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Konsum von Natursauerteigbrot und der Einschätzung seiner Verträglichkeit im Vergleich zu industriell erzeugtem Brot.

Von den 90 für diese Hypothese relevanten BefragungsteilnehmerInnen entsprechen 53 Personen (59 %) den Kriterien für den Konsum von Sauerteigbrot (Indexvariable, siehe Kapitel 5.3.2), während 37 Personen (41 %) Sauerteigbrot nicht auf der Einkaufsliste haben. Tendenziell schätzen hier die SBK die Verträglichkeit von Natursauerteigbrot besser ein als die NSBK. Abbildung 5 macht dies deutlich.

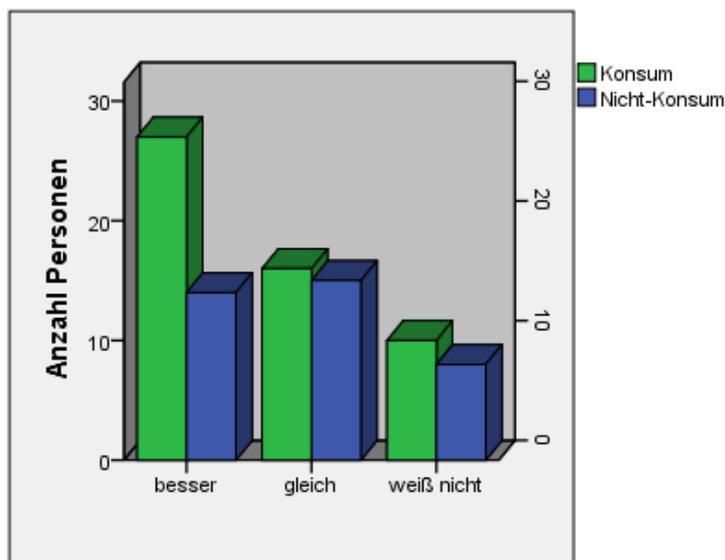


Abb. 4: Einschätzung der Verträglichkeit von Natursauerteigbrot gemessen an der Zahl der SBK/NSBK (n=90)

Konkret finden von den SBK 51 % (n=27) Natursauerteigbrot besser verträglich als industriell erzeugtes Brot. 30 % (n=16) schätzen die Verträglichkeit der beiden Brote gleich ein und 19 % (n=10) wissen es nicht. Von den NSBK schätzen 38 % (n=14) Natursauerteigbrot besser ein. Die relative Mehrheit (41 %, n=15) finden Natursauer-

teigbrot und industriell erzeugtes Brot von der Verträglichkeit her gleich. Niemand von den Befragten schätzt Natursauerteigbrot schlechter verträglich als industriell gefertigtes Brot ein. Der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest zeigt für die aufgezeigten Zusammenhänge keine statistische Signifikanz ($p=0,502$). Selbst wenn nur auf die Variable „Natursauerteig“ unter den gesundheitlichen Aspekten als Kaufkriterium fokussiert und der Variable „Einschätzung der Verträglichkeit“ in einer Kreuztabelle gegenübergestellt wird ($n=93$), lässt sich kein signifikanter statistischer Zusammenhang zwischen Konsum/Nicht-Konsum von Natursauerteig und der Beurteilung der Verträglichkeit ableiten ($p=0,159$). Die Nullhypothese wird deshalb beibehalten.

5.8.2 Hypothese II

H_0 : Die Beschäftigung der KonsumentInnen mit den Inhaltsstoffen von Brot hat keinen Einfluss auf den Konsum von Sauerteigbrot.

H_1 : KonsumentInnen, die sich vor/beim Brotkauf Informationen zu den Inhaltsstoffen einholen, konsumieren eher Sauerteigbrot als KundInnen ohne diese Information.

Die Auswertung zeigt ein diffuses Bild in Bezug auf die Häufigkeit der Informationseinholung zu den Inhaltsstoffen beim Vergleich der SBK mit den NSBK. Beide Gruppen holen relativ gesehen am häufigsten „gelegentlich“ Informationen zu den Inhaltsstoffen ein, nämlich 34 % der NSBK und 29 % der SBK. Insgesamt gesehen holen im Rahmen dieser Erhebung sogar mehr NSBK Informationen vor/beim Broteinkauf ein (87 %) als die SBK (75 %).

Wird allerdings wiederum nur das Kriterium des Natursauerteigs=Ja/Nein ($n=98$, ja=36, nein=62) herangezogen, drehen sich die Verhältnisse in die gegenteilige Richtung. Die relativen Anteile der Natursauerteig-KonsumentInnen steigen mit der Häufigkeit der Informationseinholung. Den größten Anteil (39 %, $n=14$) machen folglich jene aus, die „meistens“ Informationen einholen oder sie diese beim Brotkauf schon wissen. Bei jenen, die Natursauerteig nicht angekreuzt haben, sind dies nur rund 18 % ($n=11$) und unter diesen die anteilmäßig kleinste Gruppe.

Abbildung 5 verdeutlicht diesen Vergleich.

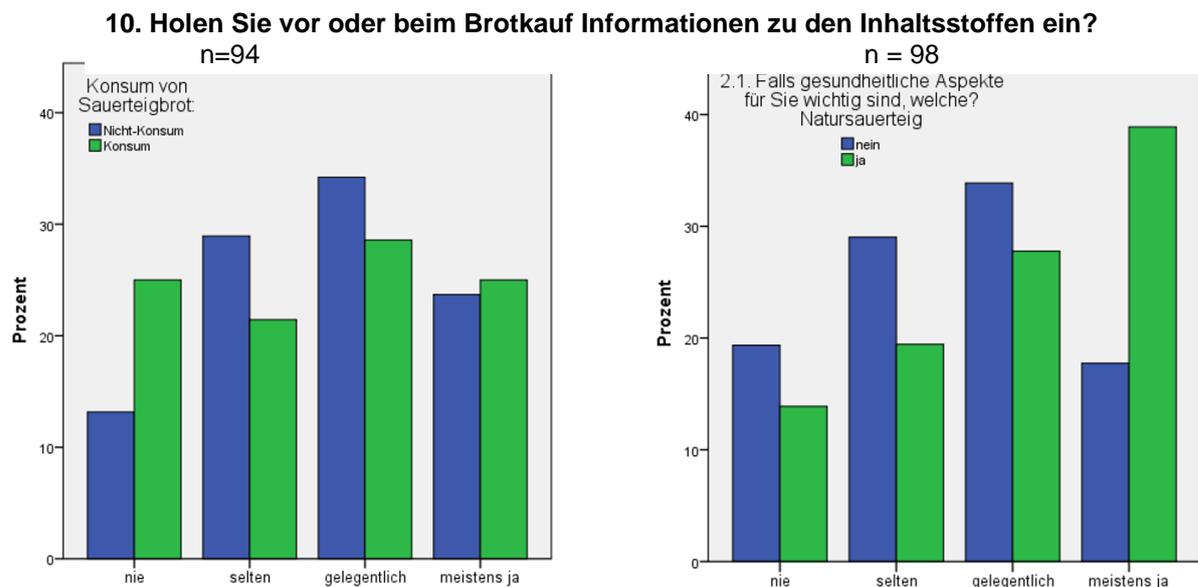


Abb. 5: Häufigkeit der Informationseinholung von SBK/NSBK sowie im Verhältnis zu „Natursauerteig“=Ja/Nein

Der mit den beiden Kreuztabellen mitgelieferte Chi-Quadrat-Test nach Pearson zeigt allerdings in beiden Fällen kein signifikantes Ergebnis ($p=0,504$ bzw. $p=0,140$). Die Nullhypothese, dass kein Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Informationseinholung und dem Konsum von Sauerteigbrot besteht, wird deshalb beibehalten.

5.8.3 Hypothese III

H_0 : Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Wissen zu den gesundheitlichen Wirkungen von Sauerteigbrot und dem Konsum von Sauerteigbrot.

H_1 : Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Wissen zu den gesundheitlichen Wirkungen von Sauerteigbrot und dem Konsum von Sauerteigbrot.

Die Kreuztabelle mit der Index-Variable Konsum/Nicht-Konsum von Sauerteigbrot und dem ermittelten Wissenslevel ergab eine Grundgesamtheit von 97 Personen ($n=97$). Auffällig ist, dass sich unter den SBK ($n=59$) eine weit größere Anzahl an Personen mit Basiswissen (37 %) oder erweitertem Wissen (14 %) im Vergleich zu den NSBK ($n=38$) mit 13 % Basiswissen bzw. 11 % erweitertes Wissen befindet. Der relative Anteil an Nichtwissenden ist bei den NSBK mit 71 % viel höher als bei den SBK mit rund 48 %. Darin enthalten sind jeweils auch die Personen, die aufgrund zu vieler falscher Antworten zu den Nichtwissenden zählen, nämlich 8 % bei den SBK und 16 % bei der

Kontrollgruppe. Das Balkendiagramm (Abbildung 6) soll die Wissensunterschiede der beiden Gruppen näher veranschaulichen.

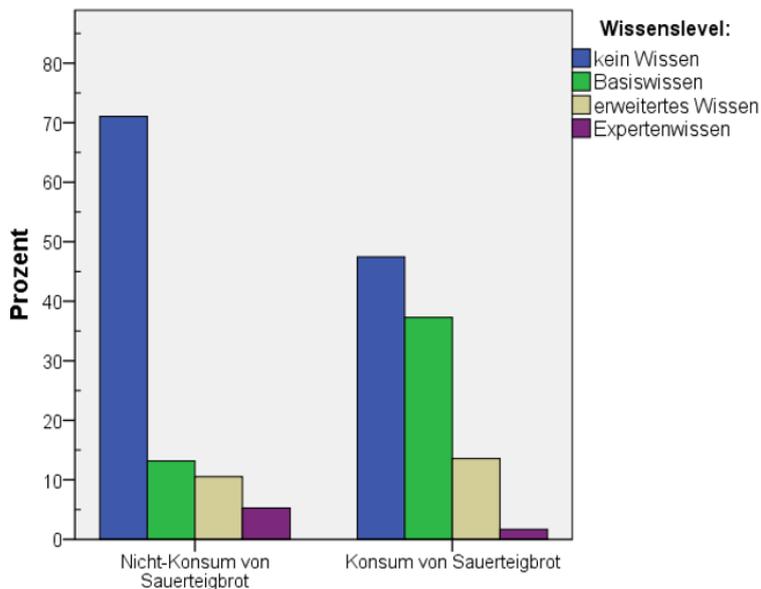


Abb. 6: Wissen um gesundheitsförderl. Eigenschaften von Sauerteigbrot je nach Gruppe SBK/NSBK

Von den 3 Expertinnen unter den Befragten gehört allerdings nur 1 Person der Gruppe der SBK an. Es fällt auf, dass die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen mit dem Anstieg des Wissenslevels geringer werden. Zur Überprüfung der Unabhängigkeit des Konsums vom Wissenslevel wird der Chi-Quadrat-Test mit exakter Signifikanz herangezogen. Es wird ein signifikanter Zusammenhang ($p=0,034$) zwischen dem Wissenslevel und dem Konsum/Nicht-Konsum von Sauerteigbrot für die gesamte Tabelle ausgegeben. Der von SPSS angebotene z-Test gibt mittels tiefgestellter Buchstaben in der Kreuztabelle Auskunft darüber, für welche Tabellenzellen genau sich signifikante Abweichungen auf 5 %-Niveau der beobachteten Häufigkeiten von den bei Geltung von H_0 erwarteten Häufigkeiten ergeben (Janssen & Laatz, 2013, S. 263f).

Signifikante Zusammenhänge zwischen Wissenslevel und Konsum/Nicht-Konsum sind demzufolge in Bezug auf die beiden Wissenslevels „kein Wissen“ und „Basiswissen“ anzunehmen. Die Stärke ist allerdings gering ($V=0,291$). Die Alternativhypothese, dass ein Zusammenhang zwischen Konsum von Sauerteigbrot und Wissen zu seinen gesundheitsfördernden Eigenschaften besteht, kann angenommen werden.

6 Diskussion (Bac 2)

Auf Basis der statistischen Auswertung der erhobenen Daten und Prüfung der drei Hauptthesen sollen die Ergebnisse in diesem Kapitel zusammengefasst, interpretiert und die Forschungsfrage „Wie steht es um das Wissen von Brot-KonsumentInnen in Bezug auf die Eigenschaften und Verträglichkeit von Sauerteigbrot und inwiefern beeinflusst dieses Wissen das Konsumverhalten?“ beantwortet werden.

Diesem Kapitel ist vorzuschicken, dass die gewonnenen Resultate aufgrund der geringen Stichprobengröße ($n=117$) von BrotkonsumentInnen aus dem Kundenstock einer einzigen Bäckerei nicht aussagekräftig genug sind, um einen repräsentativen Rückschluss auf die Bevölkerung im gesamten Bundesgebiet zuzulassen. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die Stichprobe. Für die Klientel der besagten Bäckerei mag die Stichprobe durchaus repräsentativ gewesen sein, wurde aber nicht überprüft.

6.1 Auswahlkriterien und Konsumverhalten

Die befragten KonsumentInnen kaufen Brot vor allem aufgrund sensorischer Aspekte – zu 100 % wegen Geruch und Geschmack und 94 % wegen Kruste und Krume. Auch gesundheitliche Aspekte spielen bei 94 % der Befragten beim Kauf von Brot eine wichtige, bei 52 % sogar eine sehr wichtige Rolle. Sie scheinen gegenüber dem Geschmack aber nur zweitrangig zu sein. Diese Schlussfolgerung ergibt sich aus den Ergebnissen der Frage 3, bei welcher der Name des am häufigsten gekauften Brotes und die Gründe dafür freitextlich einzutragen waren. Bei 72 % ($n=63$) ist es der Geschmack, der das Lieblingsbrot auszeichnet. Bei ca. 26 % ($n=23$) wird die Auswahl meist mit „weil es gesünder ist“ oder „wegen besserer Verträglichkeit“ begründet. Es gibt sie also – die Menschen – die sich beim Brot Gedanken über dessen Verdaulichkeit machen, dabei aber nicht vorrangig Gluten vermeiden. (Anmerkung: Personen, die sich glutenfrei ernähren, sind üblicherweise eher nicht in einer Bäckerei anzutreffen). Ob diese Personen zur PatientInnengruppe mit RDS oder NCG/WS zählen, konnte im Rahmen der vorliegenden Studie nicht erfragt werden.

Für 74 % der Befragten ist auch Sauerteig/Hefeteig ein wichtiges Kriterium beim Brot (für 30 % sehr wichtig, für 44 % eher wichtig) und dies nicht etwa, weil sie zugesetzte Hefe als Backtriebmittel vermeiden wollen. Diese Gruppe hat mit der Grundgesamtheit

gemeinsam, dass sie bei den gesundheitlichen Detailaspekten auf „ohne chemische Zusätze“ am häufigsten Wert legt (73 % versus 67 %). Sie unterscheiden sich dahingehend, dass die Sauerteig/Hefeteig-Gruppe höchst signifikant mehr Wert auf Natursauerteig (52 % statt 39 %; $p=0$, $\Phi=0,385$) legt und signifikant häufiger alte/alternative Getreide auswählen (29 % statt 25 %; $p=0,036$, $\Phi=0,226$), wenngleich die Stärke des Zusammenhangs jeweils gering ist. „Lange Teigruhe“ wird auch öfter angekreuzt als von den übrigen KundInnen (22 % zu 18 %), allerdings nicht signifikant.

6.2 Verträglichkeit von Natursauerteigbrot und Assoziationen

Die oben genannten Kriterien und gesundheitlichen Aspekte sprechen für langzeitgeführtes Natursauerteigbrot. Hinsichtlich des aromatischen Geschmacks und der Saftigkeit der Krume wird es im Vergleich zu industriell erzeugtem Brot von 73 % bzw. 68 % der Befragten als „besser“ eingestuft. Die Haltbarkeit/Frischhaltung von Natursauerteigbrot und dessen Verträglichkeit werden jeweils „gleich gut“ (Median) wie bei seinem Industrie-Counterpart eingeschätzt. Allein in Bezug auf die Haltbarkeit/Frischhaltung und nur von einem kleinen Teil der Befragten (14 %) wird Natursauerteigbrot schlechter beurteilt. Um die BefragungsteilnehmerInnen zum Sinn und Zweck der Frage rasch einzuführen, war ein Kurztexthorizont vorangestellt, der durch seine tendenziöse Formulierung eventuell zu einem verzerrten Urteil der ProbandInnen geführt und das Ergebnis somit verfälscht haben kann (siehe Raab-Steiner & Benesch, 2012, S. 61ff). Mit „Natur“-Sauerteigbrot werden vermutlich automatisch positivere Aspekte assoziiert als mit „industriell“ erzeugtem Brot. Es ist davon auszugehen, dass nur ein beschränkter Anteil der Befragten bei der Einschätzung der Unterschiede auf bewusst wahrgenommene Erfahrungen zurückgreifen kann. Dies spiegelt sich v.a. bezüglich der Einschätzung der Verträglichkeit in der von 24 % ($n=25$) gewählten Antwort „weiß nicht“ bzw. der Anzahl fehlender Werte ($n=11$) wider.

In der vorliegenden Erhebung schätzen Personen, die aufgrund der Indexvariable zu den Sauerteigbrot-KonsumentInnen (SBK) gezählt werden, Natursauerteigbrot zwar häufiger als „besser“ ein verglichen mit den NSBK (51 % zu 38 %). Es besteht zwischen den beiden Variablen (**Hauptthese I**) allerdings kein signifikanter Zusammenhang. Natursauerteigbrot wird offenbar nicht wegen der besseren Verträglichkeit

gekauft. Argumente wie „natürliche Zutaten“, „ohne chemische Zusätze“, „bio“, etc. scheinen bei den KundInnen ganz allgemeine Wertetreiber zu sein.

6.3 Was wissen die Brot-KonsumentInnen?

In der Frage zum Wissen über gesundheitsfördernde Eigenschaften von Sauerteigbrot stellt sich bei 62 % (n=72) der Befragten „kein Wissen“ heraus, während rund 25 % (n=29) über ein Basiswissen verfügen und weitere 11 % (n=13) auf erweitertes Wissen hinsichtlich Sauerteigbrot zurückgreifen können. 3 Personen haben mit 100 % richtigen Antworten „Expertenlevel“ erreicht. Somit haben zumindest 38 % (n=45) der Befragten ein Wissen zu den gesundheitsrelevanten Vorzügen von Sauerteigbrot. Dass die Eigenschaft der leichteren Verdaulichkeit am geläufigsten ist, könnte aber auch am Lerneffekt liegen, der durch die vorhergehende Frage zur Einschätzung der Verträglichkeit möglicherweise erzielt wurde.

In einer in Schweden durchgeführten Studie von Sandvik et al. (2018) zur gesundheitsbezogenen Wahrnehmung von Brot bei KonsumentInnen nannten etwa 14 % der TeilnehmerInnen bei der Frage nach gesundheitlich relevanten Inhaltsstoffen von Brot den Sauerteig und erklärten dessen positive Wirkung größtenteils mit den günstigen glykämischen Eigenschaften. Dies wurde teilweise auf den in Schweden vorangegangenen Medienfokus zum glykämischen Index zurückgeführt. Diese positive Eigenschaft ist bei der vorliegenden Erhebung bei etwa 13 % der Befragten bekannt. Ob diese Eigenschaft von den Befragten ebenso freihändig ohne textliche Unterstützung mit Sauerteigbrot assoziiert werden könnte wie in der Studie in Schweden, ist fraglich und würde eine andere Dimension von Wissen darstellen, welche hier nicht untersucht wurde.

Alter, Geschlecht oder Bildungsniveau spielen jedenfalls keine signifikante Rolle beim Wissenslevel. Frauen in der Stichprobe wissen zwar eindeutig mehr als Männer, allerdings nicht signifikant. Jedoch hängen Wissen um die gesundheitlichen Vorzüge von Sauerteigbrot mit dem Konsum desselben sehr wohl signifikant zusammen, was in der **Hauptthese III** zu zeigen war ($p=0,034$; $V=0,291$). Der relative Anteil an Nichtwissenden ist bei den NSBK mit 71 % viel höher als bei den SBK (48 %). Basiswissen gibt es bei den SBK zu 37 %, während es bei den NSBK nur zu 13 % vorherrscht. Mit weiterem Anstieg der Wissenslevels nehmen die Unterschiede ab.

Wenn es darum geht, sich vor dem Kauf über die Inhaltsstoffe von Brot zu informieren, liegen Frauen in der Häufigkeit der Informationsbeschaffung ebenfalls vorne. Es konnten statistisch signifikante Unterschiede auf Ebene der Kategorie „meistens ja“ (Frauen zu 33%, Männer zu 8 %) und „selten“ (Frauen zu 14 %, Männer zu 38 %) nachgewiesen werden ($p=0,007$). Insgesamt holen mehr als die Hälfte aller Befragten mindestens „gelegentlich“ Informationen zu den Inhaltsstoffen ein. Personen, die Natursauerteig als Kriterium angekreuzt haben, tun dies wesentlich häufiger, am häufigsten sogar „meistens“ (39 %, $n=14$). Doch gibt es letztendlich keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Häufigkeit der Informationseinholung und dem Konsum von Sauerteigbrot (**Hauptthese II**).

6.4 Was wollen sie wissen?

66 % wünschen sich von der Bäckerei Informationen zu den Zutaten gefolgt vom Vollkorn-/Ballaststoffanteil zu 47 %. Bereits am dritthäufigsten (zu 44 %) wünschen sie sich Information zum Teiglockerungsverfahren Sauerteig/Hefeteig und dies signifikant häufiger bei den SBK (62 %, $n=34$; $p=0,005$, $\Phi=0,296$). Ein knappes Drittel (32 %) aller Befragten interessiert sich für Informationen zu den gesundheitsfördernden Eigenschaften von Brot – unabhängig davon ob sie zu den SBK zählen oder nicht. In Anbetracht der Wichtigkeit gesundheitlicher Aspekte bei der Kaufentscheidung ist dieser Prozentsatz doch eher gering. Vermutlich wollen KonsumentInnen vorwiegend auf Basis der Zutaten (inkl. Zusatzstoffe) sowie des Vollkorn-/Ballaststoffanteils ihre Schlüsse ziehen – ähnlich wie in der Studie von Sandvik et al. (2018). Die ProbandInnen assoziierten hinsichtlich der Inhaltsstoffe in erster Linie Ballaststoffe und Vollkorn mit gesundem Brot. Sauerteig mit der Assoziation zu niedrigem glykämischen Index folgte an dritter Stelle.

Für die Teigruhedauer - der Schlüsselfaktor für bessere Verträglichkeit - interessieren sich überhaupt nur 10 % ($n=11$) aller Befragten und ist somit am wenigsten von Interesse. Von diesen 11 Personen gehören immerhin 10 zur Gruppe der SBK (signifikanter Zusammenhang: $p=0,045$, $\Phi=0,228$). Das sind aber dennoch nur etwa 18 % aller SBK. Über den Zusammenhang von Teigruhezeit und Verträglichkeit von Brot wissen die Befragten offenbar sehr wenig. Genauso wie Brot generell wird auch lang geführtes Natursauerteigbrot vermutlich wegen des aromatischeren Geschmacks und der

Assoziation mit natürlichen Zutaten ohne chemische Zusätze gekauft. Der Schluss liegt nahe, dass so ein Brot auch gesünder und verträglicher sein muss. Zudem sind derzeit im Trend liegende alte Getreidesorten vorwiegend mit Sauerteig zu Brot verarbeitet. Die Auseinandersetzung mit Brot findet vordergründig auf Ebene der Zutaten und Zusätze statt. Die Vorteile einer längeren Teigführung beim Abbau nachteilig wirkender Getreidekomponenten sind in diesem Kontext sehr wenig bekannt. Das Wissen darum würde wahrscheinlich einen geringen Anteil der zugrundeliegenden Stichprobe vermehrt zum Kauf von traditionellem Sauerteigbrot anregen, bei denen Verträglichkeit von Brot eine Rolle spielt. Der aromatische Geschmack und die Saftigkeit der Krume sind ja rundum akzeptiert.

7 Schlussfolgerungen und Ausblick (Bac 2)

In aktuellen Studien wird hinsichtlich verträglichkeitsfördernder Beschaffenheit von Brot für PatientInnen mit RDS, aber auch mit NZWS vorrangig ein geringer FODMAP-Gehalt diskutiert. Die Getreideverarbeitung und Dauer der Teigführung sind entscheidend, wenn es darum geht, den Gehalt an schwer verdaulichen Bestandteilen zu verringern. Dieser Mechanismus scheint den wenigsten Befragten unter den SBK bekannt zu sein, auch wenn sie Natursauerteigbrot mit einer knappen Mehrheit verträglicher einschätzen als kurz geführtes industriell erzeugtes Brot. Auf den Konsum wirkt sich die Einschätzung der Verträglichkeit nämlich nicht aus bzw. spielt die Verträglichkeit bei nur einem geringen Anteil der Befragten eine Rolle. Um die Zielgruppe der RDS/NZWS-PatientInnen zu erreichen, ist eine Bäckerei aber sicherlich nicht der geeignetste Ort. Jedoch weder zeitlich noch organisatorisch wäre ein anderes Setting für diese Untersuchung möglich gewesen.

Nicht ganz evident ist, ob aufgrund der Auswahlkriterien die richtigen Schlüsse in Bezug auf den Konsum gezogen wurden, speziell was die Indexvariable zur Ermittlung der SBK betrifft. Damit konnten 59 Personen als klassische SBK identifiziert werden (61 % der gültigen Fälle). Die Schwierigkeit war, dass Menschen nicht einfach gefragt werden können, ob sie Sauerteigbrot konsumieren, da viele sich dessen wahrscheinlich nicht bewusst sind. Das Brot wird im Handel nicht immer entsprechend bezeichnet bzw. hängt die Bezeichnung vom (Natur-)Sauerteiganteil ab. Die gesundheitliche Wirkung ist ebenfalls anteilsabhängig, ist in der Literatur jedoch sehr uneinheitlich untersucht und beschrieben. Zudem war der Fragebogen durch die zweifache Aufgabenstellung eher umfangreich und komplexer gestaltet, was – ersichtlich an den fehlenden Werten - die TeilnehmerInnen eventuell zum Teil überfordert haben könnte. Dennoch konnte ein recht plausibles Profil der Befragten entwickelt werden.

Was bei der Kaufentscheidung nämlich zieht, sind abgesehen von Sensorik und Textur allgemeine Wertetreiber wie „ohne chemische Zusätze“, „natürliche Zutaten und Verarbeitung“ oder „Bio-Qualität“ – bei den SBK noch mehr als den NSBK. Da kommt der von der Bäckerei so propagierte Natursauerteig gerade recht bzw. wurde umgekehrt durch die Imagekampagne die Nachfrage entsprechend beeinflusst. Das Wissen um gesundheitsfördernde Vorzüge fällt bei der Stichprobe insgesamt eher bescheiden

aus. Allerdings ist der Zusammenhang zwischen Wissen und Konsum von Sauerteigbrot sehr wohl signifikant, wenngleich mit geringer Stärke. Auch wenn eine offene Fragestellung zur Ermittlung des Wissens der KonsumentInnen über positive Wirkungen von Sauerteig interessant gewesen wäre, wurde davon abgesehen. Es hätte die Teilnahme womöglich erschwert und kein auswertbares Ergebnis gebracht.

An Informationen sind für KonsumentInnen derzeit vorrangig Zutaten und Ballaststoff-/Vollkornanteil von Interesse, bei den SBK zudem Sauerteig/Hefeteig. Informationen werden insgesamt zumindest „gelegentlich“, von Frauen sogar „meistens“ eingeholt, doch die Häufigkeit der Informationseinholung hängt mit dem Konsum von Sauerteigbrot nicht zusammen.

Mit gezielten Medienberichten und professioneller Aufklärung durch Ernährungsfachkräfte könnte das Wissen der KonsumentInnen erweitert und der Konsum dahingehend beeinflusst werden, dass RDS-Betroffene ihren möglicherweise sehr eingeschränkten Speiseplan wieder erweitern und zu einem verträglichen Brotgenuss zurückfinden, ohne dabei auf Ballaststoffe verzichten zu müssen.

Abschließend sei nochmals darauf hingewiesen, dass die Untersuchung aufgrund der kleinen Stichprobe und des Settings nicht als repräsentativ angesehen werden kann und die Ergebnisse sich ausschließlich auf diese Arbeit beziehen.

8 Literaturverzeichnis

- Albus, C., Alexy, U., Anastassiades, A., Biesalski, H. K., Brombach, C., Bub, A. & Daniel, H. (2018). Lexikon der Ernährung. Abgerufen am 3. November 2018, von <https://www.spektrum.de/lexikon/ernaehrung/>
- Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz. Österreichisches Lebensmittelbuch, Pub. L. No. BMG-75210/0011-II/B/7/2009 (2010). Abgerufen am 16. November 2018 von <http://www.lebensmittelbuch.at/>
- Calasso, M., Francavilla, R., Cristofori, F., De Angelis, M. & Gobetti, M. (2018). New Protocol for Production of Reduced-Gluten Wheat Bread and Pasta and Clinical Effect in Patients with Irritable Bowel Syndrome: A randomised, Double-Blind, Cross-Over Study. *Nutrients*, 10(12), 1873. <http://doi.org/10.3390/nu10121873>
- Catassi, C., Alaedini, A., Bojarski, C., Bonaz, B., Bouma, G., Carroccio, A., ... Sanders, D. S. (2017). The Overlapping Area of Non-Celiac Gluten Sensitivity (NCGS) and Wheat-Sensitive Irritable Bowel Syndrome (IBS): An Update. *Nutrients*, 9(11). <http://doi.org/10.3390/nu9111268>
- Catassi, C., Elli, L., Bonaz, B., Bouma, G., Carroccio, A., Castillejo, G., ... Fasano, A. (2015). Diagnosis of Non-Celiac Gluten Sensitivity (NCGS): The Salerno Experts' Criteria. *Nutrients*, 7(6), 4966–4977. <http://doi.org/10.3390/nu7064966>
- Catassi, G., Lionetti, E., Gatti, S. & Catassi, C. (2017). The Low FODMAP Diet: Many Question Marks for a Catchy Acronym. *Nutrients*, 9(3). <http://doi.org/10.3390/nu9030292>
- Costabile, A., Santarelli, S., Claus, S. P., Sanderson, J., Hudspith, B. N., Brostoff, J., ... Gibson, G. R. (2014). Effect of Breadmaking Process on In Vitro Gut Microbiota Parameters in Irritable Bowel Syndrome. *PLOS ONE*, 9(10), e111225. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0111225>
- Dale, H. F., Biesiekierski, J. R. & Lied, G. A. (2018). Non-coeliac gluten sensitivity and the spectrum of gluten-related disorders: an updated overview. *Nutrition Research Reviews*, 1–10. <http://doi.org/10.1017/S095442241800015X>
- de Punder, K. & Pruimboom, L. (2013). The Dietary Intake of Wheat and other Cereal Grains and Their Role in Inflammation. *Nutrients*, 5(3), 771–787. <http://doi.org/10.3390/nu5030771>
- Doose, O. (1982). *Verfahrenstechnik Bäckerei* (6. Auflage). Alfeld (Leine): Gildefachverlag Alfeld.
- Fardet, A. (2015). Wheat-based foods and non celiac gluten/wheat sensitivity: Is drastic processing the main key issue? *Medical Hypotheses*, 85(6), 934–939. <http://doi.org/10.1016/j.mehy.2015.09.007>
- Felber, J., Aust, D., Baas, S., Bläker, H., Daum, S., Koletzko, S., ... Schuppan, D. (2014). Ergebnisse einer S2k-Konsensuskonferenz der Deutschen Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselerkrankungen (DGVS) gemeinsam mit der Deutschen Zöliakie-Gesellschaft (DZG e. V.) zur Zöliakie, Weizenallergie und Weizensensitivität. *AWMF-Register-Nr.: 021/021*, 96.
- Fraberger, V., Call, L.-M., Domig, K. J. & D'Amico, S. (2018). Applicability of Yeast Fermentation to Reduce Fructans and Other FODMAPs. *Nutrients*, 10(9). <http://doi.org/10.3390/nu10091247>

- Gibson, P. R., Muir, J. G. & Newnham, E. D. (2015). Other Dietary Confounders: FODMAPS et al. *Digestive Diseases*, 33(2), 269–276. <http://doi.org/10.1159/000371401>
- Gibson, P. R. & Shepherd, S. J. (2010). Evidence-based dietary management of functional gastrointestinal symptoms: The FODMAP approach. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 25(2), 252–258. <http://doi.org/10.1111/j.1440-1746.2009.06149.x>
- Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R., Calasso, M., Archetti, G. & Rizzello, C. G. (2018). Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation. *International Journal of Food Microbiology*. <http://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.05.018>
- Harlfinger, J. (2016, Oktober 27). Macht Weizenlektin krank? » Medizin transparent. Abgerufen am 29. Dezember 2018 von <https://www.medizin-transparent.at/weizenlektin>
- Health Union, LLC. (2016, Dezember 13). Rome IV Criteria for IBS | Diagnosing Irritable Bowel Syndrome. Abgerufen am 24. November 2018, von <https://irritablebowelsyndrome.net/clinical/new-rome-iv-diagnostic-criteria/>
- Janssen, J. & Laatz, W. (2013). *Statistische Datenanalyse mit SPSS* (8. Auflage). Hamburg: Springer Gabler.
- Kasper, H. (2014). *Ernährungsmedizin und Diätetik* (12. Auflage). München: Elsevier.
- Kucek, L. K., Veenstra, L. D., Amnuaycheewa, P. & Sorrells, M. E. (2015). A Grounded Guide to Gluten: How Modern Genotypes and Processing Impact Wheat Sensitivity. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(3), 285–302. <http://doi.org/10.1111/1541-4337.12129>
- Laatikainen, R., Koskenpato, J., Hongisto, S.-M., Loponen, J., Poussa, T., Hillilä, M. & Korpela, R. (2016). Randomised clinical trial: low-FODMAP rye bread vs. regular rye bread to relieve the symptoms of irritable bowel syndrome. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 44(5), 460–470. <http://doi.org/10.1111/apt.13726>
- Laatikainen, Reijo, Koskenpato, J., Hongisto, S.-M., Loponen, J., Poussa, T., Huang, X., ... Korpela, R. (2017). Pilot Study: Comparison of Sourdough Wheat Bread and Yeast-Fermented Wheat Bread in Individuals with Wheat Sensitivity and Irritable Bowel Syndrome. *Nutrients*, 9(11). <http://doi.org/10.3390/nu9111215>
- Lacy, B. E. & Patel, N. K. (2017). Rome Criteria and a Diagnostic Approach to Irritable Bowel Syndrome. *Journal of Clinical Medicine*, 6(11). <http://doi.org/10.3390/jcm6110099>
- Layer, P., Andresen, V., Pehl, C., Allescher, H., Bischoff, S. C., Claßen, M., ... Holtmann, G. (2011). S3-Leitlinie Reizdarmsyndrom: Definition, Pathophysiologie, Diagnostik und Therapie. Gemeinsame Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten (DGVS) und der Deutschen Gesellschaft für Neurogastroenterologie und Motilität (DGNM). *Zeitschrift für Gastroenterologie*, 49(02), 237–293.
- Ledochowski, M. (Hrsg.). (2010). *Klinische Ernährungsmedizin*. Wien: Springer-Verlag.
- Ledochowski, M. (2011). *Wenn Brot & Getreide krank machen: Gluten-Intoleranz, Zöliakie - oder was sonst?* Georg Thieme Verlag.
- Loponen, J. & Gänzle, M. G. (2018). Use of Sourdough in Low FODMAP Baking. *Foods (Basel, Switzerland)*, 7(7). <http://doi.org/10.3390/foods7070096>
- Menezes, L. A. A., Minervini, F., Filannino, P., Sardaro, M. L. S., Gatti, M. & Lindner, J. D. D. (2018). Effects of Sourdough on FODMAPs in Bread and Potential Outcomes on Irritable Bowel Syndrome Patients and Healthy Subjects. *Frontiers in Microbiology*, 9. <http://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01972>

- Muir, J. G., Varney, J. E., Ajamian, M. & Gibson, P. R. (2018). Gluten-free and low-FODMAP sourdoughs for patients with coeliac disease and irritable bowel syndrome: A clinical perspective. *International Journal of Food Microbiology*, 290, 237–246. <http://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.10.016>
- O'Dwyer, D. (2017). Non-coeliac gluten sensitivity is an emerging spectrum of gluten intolerance. *Stephen F. Austin State University*. Abgerufen am 11. November 2018 von <https://scholarworks.sfasu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1009&context=soar>
- Polese, B., Nicolai, E., Genovese, D., Verlezza, V., La Sala, C. N., Aiello, M., ... Cuomo, R. (2018). Postprandial Gastrointestinal Function Differs after Acute Administration of Sourdough Compared with Brewer's Yeast Bakery Products in Healthy Adults. *The Journal of Nutrition*, 148(2), 202–208. <http://doi.org/10.1093/jn/nxx049>
- Priyanka, P., Gayam, S. & Kupec, J. T. (2018). The Role of a Low Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides, and Polyol Diet in Nonceliac Gluten Sensitivity. *Gastroenterology Research and Practice*, 2018, 1561476. <http://doi.org/10.1155/2018/1561476>
- Raab-Steiner, E. & Benesch, M. (2012). *Der Fragebogen* (3. Auflage). Wien: Facultas Verlags- und Buchhandels AG.
- Rej, A., Aziz, I. & Sanders, D. S. (2018). Breaking bread! *The Proceedings of the Nutrition Society*, 1–8. <http://doi.org/10.1017/S0029665118002549>
- Sandvik, P., Nydahl, M., Kihlberg, I. & Marklinder, I. (2018). Consumers' health-related perceptions of bread - Implications for labeling and health communication. *Appetite*, 121, 285–293. <http://doi.org/10.1016/j.appet.2017.11.092>
- Schuppan, D. & Gisbert-Schuppan, K. (2018). *Tägliches Brot: Krank durch Weizen, Gluten und AT1*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Siepmann, F. B., Ripari, V., Waszczynskyj, N. & Spier, M. R. (2018). Overview of Sourdough Technology: from Production to Marketing. *Food and Bioprocess Technology*, 11(2), 242–270. <http://doi.org/10.1007/s11947-017-1968-2>
- Struyf, N., Laurent, J., Verspreet, J., Verstrepen, K. J. & Courtin, C. M. (2017). *Saccharomyces cerevisiae* and *Kluyveromyces marxianus* Cocultures Allow Reduction of Fermentable Oligo-, Di-, and Monosaccharides and Polyols Levels in Whole Wheat Bread. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(39), 8704–8713. <http://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b02793>
- Volta, U., Caio, G., Karunaratne, T. B., Alaedini, A. & De Giorgio, R. (2017). Non-coeliac gluten/wheat sensitivity: advances in knowledge and relevant questions. *Expert Review of Gastroenterology & Hepatology*, 11(1), 9–18. <http://doi.org/10.1080/17474124.2017.1260003>
- Zevallos, V. F., Raker, V., Tenzer, S., Jimenez-Calvente, C., Ashfaq-Khan, M., Rüssel, N., ... Schuppan, D. (2017). Nutritional Wheat Amylase-Trypsin Inhibitors Promote Intestinal Inflammation via Activation of Myeloid Cells. *Gastroenterology*, 152(5), 1100–1113.e12. <http://doi.org/10.1053/j.gastro.2016.12.006>
- Zhan, Y., Zhan, Y. & Dai, S. (2018). Is a low FODMAP diet beneficial for patients with inflammatory bowel disease? A meta-analysis and systematic review. *Clinical Nutrition*, 37(1), 123–129. <http://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.05.019>
- Ziegler, J. U., Steiner, D., Longin, C. F. H., Würschum, T., Schweiggert, R. M. & Carle, R. (2016). Wheat and the irritable bowel syndrome – FODMAP levels of modern and

ancient species and their retention during bread making. *Journal of Functional Foods*, 25, 257–266. <http://doi.org/10.1016/j.jff.2016.05.019>

9 Anhang

Anhang A: Systematische Literaturrecherche auf Basis des PICO-Systems

	Population/ Problem	Intervention/ Exposure	(Comparison)	Outcome
Oberbegriff	Patienten mit Reizdarmsyndrom ODER Glutensensitivität	Sauerteigbrot	(Hefebrot)	Verträglichkeit
Aspekt	Amylase/Trypsin-Inhibitoren (ATI) FODMAP	Milchsäurebakterien	(Bäckerhefe, Backhefe)	Symptome
Synonyme	Nicht-Zöliakie-Nicht-Weizenallergie-Weizensensitivität (Fruktane) (Gluten)	Indirekte Teigführung Sauerteigführung Laktobazillen	(Direkte Teigführung) (Kurzzeit-Fermentation) (Saccharomyces cerevisiae)	Bauchschmerzen Obstipation Durchfall Blähungen Völlegefühl
Englische Übersetzung	irritable bowel syndrome (IBS) wheat sensitivity (NCWS) gluten sensitivity (NCGS) amylase/trypsin inhibitors gastrointestinal disorders FODMAPs fructans	Sourdough bread (traditional) long fermentation Lactic acid bacteria	(yeast fermentation) (straight dough) (no-time fermentation)	tolerance health benefits gastrointestinal symptoms abdominal pain bloating distension flatulence fulness diarrhea constipation

Anhang B: Dokumentation der Suchstrategie

Die **fett** hervorgehobenen Publikationen wurden in der Arbeit zitiert.

Suchbegriffe	Quelle/Datenbank	Datum	Anzahl Resultate	Relevante Publikationen	Anmerkung
-	Handrecherche	7.9.2018	1	Schuppan D., 2018	Buchkauf bei medizin. Verlag Facultas Wien (maudrich)
sourdough AND bread	Pubmed	24.9.2018	414	-	Erster Versuch zum Überblick brachte zu viele unspezifische Ergebnisse zu unterschiedlichsten ernährungsphysiolog. Aspekten (anlässlich Arbeitsauftrag Journal Club)
Sourdough AND bread AND health	Pubmed	24.9.2018	44	Menezes et al., 2018 Raninen et al., 2017 Laatikainen et al., 2017 Costabile et al., 2014 (Coda et al., 2014) (Pepe et al., 2013) (Poutanen et al., 2009) (Rollán et al., 2005)	Jahr einschränken? (Artikel beziehen sich nur auf nutritional aspects)
sourdough AND amylase trypsin inhibitor	Pubmed	24.9.2018	1	Laatikainen et al., 2017	

sourdough AND wheat sensitivity	Pubmed	24.9.2018	12	Muir et al., 2018 Fraberger et al., 2018 Laatikainen et al., 2017	Einschränkung anhand von fehlendem Zusammenhang mit Krankheitsbild bzw. Symptomen
	Hand-recherche	3.10.2018	1	Gruber K., 2018	Artikel im Jem, von Fr. Prof. Wewerka Quellenverweis auf Zevallos et al, 2017
	Hand-recherche	3.10.2018	1	Zevallos et al., 2017	
sourdough AND gastro*	Pubmed	10.10.2018	0		
long fermentation	Pubmed	10.10.2018	2265		Diese Suche ergab nur unspezifische Ergebnisse, Liste wurde nicht durchgesehen
long fermentation AND irritable bowel	Pubmed	10.10.2018	24	Laatikainen et al., 2017 Costabile et al., 2014 Gibson et al., 2015	Ansonsten allgemeine Ergebnisse zu FOD-MAP-Diät und RDS ohne spezifischen Bezug zu Sauerteig
sourdough AND irritable bowel OR gluten sensitivity	Pubmed	10.10.2018	1717		Zu viele Ergebnisse ohne schnell ersichtlichen Bezug zu Sauerteigbrot → Einschränkung auf letzte 5 Jahre
sourdough AND irritable bowel OR gluten sensitivity AND ("last 5 years"[PDat])	Pubmed	10.10.2018	607	Muir et al., 2018 Rej et al., 2018	Noch immer zu viele Ergebnisse; nur die ersten 20 Ergebnisse durchgesehen → Änderung der Suchbegriffe
-	Hand-recherche	11.10.2018	1	Doose O., 1982	Termin bei Bäckerei Hager, Leihgabe Zum Verständnis der Herstellung von Sauerteig und enzymatische/mikrobiolog. Vorgänge

Sauerteig	Ernährung im Fokus - Zeitschriftenarchiv Onlineresource der FH STP Bibliothek	13.10.2018	20	Icking J., 2018 Maschowksi G., Lobitz R., 2018 Rösch, R. 2016 Rösch R., Lobitz R., 2018 Maschowksi G., Rempe C., 2018	Grundlegende Informationen zu Sauerteig Hinweis auf Forum der-sauerteig.com Hinweis auf Bäckerlexikon www.baeckerlatein.de
sourdough AND fermentation AND gastro AND ("last 5 years"[PDat])	Pubmed	13.10.2018	2	Polese et al., 2018	
sourdough AND IBS	Pubmed	13.10.2018	9	Muir et al., 2018 Fraberger et al., 2018 Menezes et al., 2018 Laatikainen et al., 2017 Costabile et al., 2014 Loponen et al., 2018 Gobbetti et al., 2018	
Ziegler Longin Würschum FODMAP	Google scholar	13.10.2018	23	Ziegler et al., 2016 Struyf et al., 2017 Struyf et al., 2018 Kucek at al., 2015 Calasso et al., 2018	Hinweis auf Ziegler et al., 2016 gefunden im Quellenverzeichnis von Gobbetti et al., 2018

				Geisslitz et al., 2018	
sourdough AND irritable bowel syndrome OR amylase trypsin inhibitors	Google scholar	18.10.2018	211		Einschränkung auf „seit 2014“
sourdough AND irritable bowel syndrome OR amylase trypsin inhibitors seit 2014	Google scholar	18.10.2018	108	(Varney et al., 2017) Fardet A., 2015 Lara-Hidalgo et al., 2017 Laatikainen R., 2018 Grace-Farfaglia P., 2014 Devi et al., 2017 Pophaly et al., 2018 Rallabhandi et al., 2015 Zhenchuk A., 2014	Genauer überprüfen Laatikainen R. 2018 ist Dissertation, die Studienergebnisse wiedergibt → es werden Studien verwendet
sourdough AND FOD-MAP	Pubmed	18.10.2018	5	Muir et al., 2018 Fraberger et al., 2018 Laatikainen et al., 2017 Loponen et al., 2018 (Gänzle et al., 2018)	Bereits bekannte Autoren bzw. Gänzle mit relevanter Publikation zu Sauerteig allgemein

amylase trypsin inhibitors AND irritable bowel syndrome	Pubmed	22.10.2018	11	Dale et al., 2018 Catassi et al., 11/2017 Gibson et al., 2017 Volta et al., 2016 Raithel et al., 2016 Aziz et al., 2016 De Giorgio et al., 2016	Ergänzende Literatur zu RDS und NCGS/NZWS (ohne spezifischen Bezug zu Sauerteigbrot) Einschränkung auf Zeitraum der Publikation ab 2016 Einschränkung auf kostenfrei verfügbare Volltextversionen
amylase trypsin inhibitors AND non-celiac sensitivity	Pubmed	22.10.2018	12	Wieser, Scherf, 2018 Priyanka et al., 2018	Ergänzende Literatur zu RDS und NCGS/NZWS (ohne spezifischen Bezug zu Sauerteigbrot)
FODMAP AND non-celiac sensitivity	Pubmed	22.10.2018	12	Priyanka et al., 2018 Harper L, Bold J., 2018 Dieterich et al., 2018 Schnedl et al., 2018 Skodje et al., 2018 Catassi G. et al., 03/2017	Ergänzende Literatur zu NCGS zum Verständnis der Überlappung/Abgrenzung mit RDS bzw. Einfluss von FODMAP bzw. Gluten Einschränkung auf Zeitraum der Publikation ab 2016
Lexikon der Ernährung	www.spektrum.de	3.11.2018	-	-	Zur Erläuterung Begriff „Pentosane“

sourdough AND "gluten sensitivity" OR "irritable bowel syndrome" seit 2014	Google scholar	11.11.2018	332	Laatikainen et al., 2017 Muir et al., 2018 Etc.	Auf den ersten zwei Seiten tauchen längst bekannte Treffer auf → weitere Einschränkung auf „seit 2017“
sourdough AND "gluten sensitivity" OR "irritable bowel syndrome" seit 2014	Google scholar	11.11.2018	137	O'Dwyer D., 2017 Boukid et al., 2017	Alle Artikel durchgesehen (vorwiegend zu glutenfreien Diäten im Zusammenhang mit CD), sehr viele bereits bekannte Autoren, nur die neuen Autoren mit relevanten Artikeln herausnotiert Artikel von Boukid et al. mit Verweisen zu Autoren, die sich im Zusammenhang mit Abbau von Gluten für CD mit Sauerteig beschäftigt haben z.B. Gobbetti, Gänzle, etc.
Gobbetti 2007	Google scholar	11.11.2018	321	Rizzello et al., 2007	Ev. ergänzend zum besseren Verständnis des Glutenabbaus durch Laktobazillen
Gänzle AND Sauerteig	Google scholar	11.11.2018	20	Siepmann et al., 2018	Sauerteig-Technologie, Vermarktung
Lebensmittelkodex	Google	16.11.2018	-	BMin f. Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz	Definiton Sauerteigbrot lt. Österr. Lebensmittelbuch
	Hand-recherche	17.11.2018	1	Kasper Ernährungsmedizin und Diätetik	Definition RDS
	Hand-recherche	17.11.2018	1	Ledochowski Klinische Ernährungsmedizin	Definition RDS
Leitlinie Reizdarmsyndrom	AWMF online	17.11.2018	1	DGVS und DGNM - S-3 Leitlinie-	Definition RDS

				Reizdarmsyndrom 2011	
Shepherd FODMAP	Google scholar	17.11.2018	248	Gibson P.R., Shepherd S.J., 2010 Struyf et al., 2018 Zhan et al., 2018	Abgesehen von Gibson und Shepherd 2010 → Einschränkung auf Artikel aus 2018
Leitlinie Zöliakie	AWMF online	17.11.2018	1	S2k-Leitlinie Zöliakie, 2014	Zur Definition Begriff Nicht-Zöliakie-Nicht-Weizenallergie-Weizensensitivität
	Handrecherche	24.11.2018	-	Drossmann D. A., 2016	Im Quellenverzeichnis von Catassi et al. 11/2017 gefunden zum Thema Rome IV Kriterien
ROME IV AND IBS	Google	24.11.2018	ca. 2 Mio	Health Union, LLC, & 2016	Zur ersten Orientierung bezügl. Rome IV Kriterien für RDS
(ROME [Title]) AND Irritable bowel[Title] Seit 2017	Pubmed	24.11.2018	17	Lacy BE, Patel NK, 2017	Lacy stellt den Unterschied hinsichtlich Diagnose von IBS zwischen ROM III und IV am deutlichsten dar
Volta, U.; Caio, G.; Karunaratne, T.B.; Alaedini, A.; De Giorgio, R. Non-coeliac gluten/wheat sensitivity	Google	24.11.2018	-	Volta et al., 2017	Im Quellenverzeichnis von Catassi et al. 11/2017 gefunden bezügl. NCG/WS
functional gastrointestinal disorder AND sourdough	Pubmed	24.11.2018	19	Costabile et al., 2014 Raninen et al., 2017 etc.	Bereits bekannte Studien oder nur solche, die Sauerteigfermentation in Zusammenhang mit glutenfreiem Brot für Zöliakie-Patienten behandeln
functional bowel disorder AND sourdough	Pubmed	24.11.2018	1	Arendt et al., 2014	Bezieht sich auf Verbesserung der Qualität von GF-Brot durch Sauerteig -> nicht relevant

Catassi Salerno Experts Criteria	Google	24.11.2018		Catassi et al., 2015	Hinweis darauf im Quellenverzeichnis des Reviews von Dale et al. 2018 gefunden
	Hand-recherche	28.12.2018		Ledochowski M., 2013	Zu Weizenkeimlektin
Weizenkeimagglutinin	www.medi-zin-transparent.at	29.12.2018	1	Harlfinger J., 2016	Zur Überprüfung widersprüchlicher Studien bzw. Ledochowski
	Hand-recherche	29.12.2018	1	De Punder & Pruimboom, 2013	Über Artikel auf Medizin-Transparent zu WKA gestoßen
https://doi.org/10.1094/CFW-62-3-0098	Google	29.12.2018	1	Brouns et al., 2017	Hinweis darauf im Quellenverzeichnis von Catassi et al. 11/2017
Laatikainen 2016	Google	4.1.2019	1	Laatikainen et al., 2016	Hinweis darauf aus Quellenverzeichnis von Menezes et al., 2018
Bender D'Amico Fraberger https://forschung.boku.ac.at/fis/	Forschungsinformationssystem der Universität für Bodenkultur Wien	4.1.2019	diverse	relevante Publikationen aus 2018 zu Fruktanen/ATI in Österr. Weizensorten	(Hinweis darauf aus Fraberger et al., 2018 bzw. JEM-Artikel) Nicht öffentlich zugänglich
wheat germ AND sourdough	Pubmed	5.1.2019	4	Gobbetti et al. 2014	Wurde durchgelesen, enthielt aber keine relevante Information zu WKA
germ AND agglutinin AND sourdough	Pubmed	5.1.2019	0	-	
sourdough bread AND wheat germ agglutinin	Google scholar	5.1.2019	96	Gibson et al. 2015	Erste 20 Artikel durchgesehen; keine relevanten Ergebnisse in Bezug Effekte von Sauer Teig hinsichtl. krankmachender Wirkung der WKA

Anhang C: Reviewtabellen

Übersicht über Studien zur Verträglichkeit

Autor, Publikationsjahr, Titel	StudienteilnehmerInnen, Einschlusskriterien	Art und Dauer der Intervention, Methodik	Ziele, Inhalte, wichtigste Ergebnisse
<p>Calasso, M., Francavilla, R., Cristofori, F., De Angelis, M. & Gobetti, M. (2018). New Protocol for Production of Reduced-Gluten Wheat Bread and Pasta and Clinical Effect in Patients with Irritable Bowel Syndrome: A randomised, Double-Blind, Cross-Over Study.</p>	<p>24 TeilnehmerInnen, vollständige Daten nur für 20 TeilnehmerInnen (83%)</p> <p>Einschlusskriterien: (1) Alter über 18 Jahre (2) Darmsymptome auf RDS lt. Rome III hindeutend (veränderte Darmgewohnheiten, Schmerzen im Unterleib, Blähungen oder Dehnung)</p>	<p>Randomized, controlled double-blind Crossover Trial</p> <p>3 Phasen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Gewohnte Ernährung zur Überwachung des Schweregrads der RDS-Symptome 2) Run-In-Periode mit offener glutenfreier Diät (GFD) 3) Je 2 Wochen entweder Diät mit normalem (NGD) oder reduziertem Glutengehalt (RGD, < 50 %) mit 1-wöchiger Wash-out-Periode dazwischen <p>Verwendet wurden handelsübliche Triticum Aestivum und Triticum Durum-Mehle für Brot bzw. Teigwaren; Glutenhydrolyse erfolgte durch Sauerteiggärung wie von Rizello et al. (2014) beschrieben, mit geringfügigen Änderungen. Weizenmehl wurde mit Pilzproteasen (üblicherweise als Backhilfsmittel in der Backindustrie</p>	<p><u>Ziel:</u> Definition eines Verfahrensprotokolls für die Herstellung von Brot und Teigwaren mit reduziertem Glutengehalt (<50% von Standardprodukten) und Bewertung der Wirksamkeit und Sicherheit bei PatientInnen mit RDS</p> <p><u>Ergebnisse:</u> Aufgrund der speziell für das Experiment ausgewählten Biotechnologie für die Glutenhydrolyse und der kurzen Fermentationszeit wurden FODMAP während der Teigruhe nicht abgebaut, während eine Teilhydrolyse der ATI erreicht werden konnte. Verglichen mit der Kontrolle zeigte Brot mit reduziertem Glutengehalt den gleichen FODMAP-Gehalt von etwa 0,9% (p = 0,182). Im Vergleich zu Mehl nahm die Konzentration der ATI von ca. 2,3 bis 1,7 mg/g während der 8 Stunden Fermentation bei 30 ° C ab, aber ohne statistische Unterschiede zwischen den Teigen. Die Intensität der tetrameren, dimeren und monomeren ATI war zwischen Brot und Teigwaren mit normalem Glutengehalt und reduziertem Gluten ähnlich. Die Struktur und Aussehen von Brot und</p>

		<p>eingesetzt) und 10 ausgewählten Sauerteig-Lactobazillen mit hoher Peptidase-Aktivität bei 30 ° C für 8 Stunden fermentiert. Mit dem daraus nach Trocknung und Mahlen entstandenem hydrolysierten Mehl wurde unter Zusatz von Wasser und 2 % Bäckerhefe Brot gebacken (Gehzeit 1,5 h) und mit herkömmlichem Sauerteigbrot verglichen.</p> <p>RGD = GFD plus 100 g glutenreduzierte Teigwaren + 200 g reduziertes glutenhaltiges Brot/Tag NGD: 100 g normale Teigwaren + 200 g normales Brot/Tag</p> <p>Weizen-ATI aus Teigen, Brot und Nudelproben wurden gemäß Zevallos et al. extrahiert. FODMAP wurden bestimmt.</p> <p>Primärer Endpunkt = RDS-Schweregrad, gemessen anhand von RDS Severity Score (RDS-SS, bestehend aus 5 Fragen zu je max. 100 erzielbaren Punkten unter Verwendung visueller Analogskalen (VAS). Bewertungen von 75 bis 175, 175 bis 300 und > 300 wurden als mild, mäßig bzw. schwer klassifiziert. VAS ist eine Skala von Beschreibungen des Schweregrads von fehlend über mild und mäßig bis hin zu stark und sehr stark, wobei 0</p>	<p>Pasta war durch das hydrolysierte Mehl leicht beeinträchtigt.</p> <p>Mit der Gabe von Brot/Nudeln mit normalem Glutengehalt ($p = 0.000$) nahmen Symptome bei allen RDS-PatientInnen im Vergleich zur offenen GFD zu. Im Vergleich zu NGD führte RGD zu einer Abnahme des VAS-Scores ($p = 0,042$), während es keine Unterschiede im IBS-SS, HDAS und IBS-QoL gab. 10 PatientInnen (50%) hatten eine Verbesserung von mindestens 30% der VAS und/oder des IBS-SS und wurden als Responder definiert. Responder waren signifikant jünger (31.28 ± 1.5 vs 38.3 ± 2.5; $p = 0.046$) und weniger schwerwiegend symptomatisch als Nicht-Responder.</p> <p><u>Limitationen (vonseiten der Autoren genannt):</u> Kleines Sample, relativ kurze Interventionsdauer Geringe Produktauswahl Einfluss des RDS-Subtyps?</p> <p><u>Sonstige:</u> Keine Details zu den Ergebnissen der Linderung einzelner Symptome in der verfügbaren online Version Keine Informationen zum Kontrollsauerteigbrot Unterschiedliches Aussehen, Geruch, Geschmack der Testbrote – Blinding? Unerwünschte Beeinflussung durch FODMAP-Gehalt?</p>
--	--	--	--

		keine und 10 maximale Schmerzen bedeuten. Sekundäre Endpunkte (i) gesundheitsbezogene Lebensqualität gemessen anhand der Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) und (ii) RDS-Lebensqualität (IBS-QoL).	
Costabile, A., Santarelli, S., Claus, S. P., Sanderson, J., Hudspith, B. N., Brostoff, J., ... Gibson, G. R. (2014). Effect of Breadmaking Process on In Vitro Gut Microbiota Parameters in Irritable Bowel Syndrome.	keine TeilnehmerInnen, sondern in vitro Batch-Kulturen mit Fäzes von 3 gesunden (2 männlich, 1 weiblich; zw. 30 - 38 Jahre, BMI zw. 18,5 - 25 kg/m ²); RDS-SpenderInnen lt. Rome-Kriterien (vorwiegend Obstipations-Typen)	Basis: Weizenmehl mit 85 % Ausmahlungsgrad, drei Brote A: konventioneller Hefe-Teig (ohne Stockgare) gemäß dem CBP-(Chorleywood Breadmaking Process) B: konventionelle Bäckerhefe-16-hours-sponge-and-dough (Vorteig) C: 30 % Sauerteig, mittels Starter-Kultur, 4-stündiges Anfrischen, 5-stündige Stückgare Die vorherrschenden Bakteriengruppen der Fäzes-Mikroben vor und nach der Bebrütung mit den verdauten Brotproben wurden durch 16S rRNA-Analysen bestimmt (FISH); metabol. Effekte der Brote auf die Physiologie der Mikroben wurden mittels high-resolution NMR-based metabolic profiling bestimmt. In vitro-Gasproduktion wurde separat „in non-pH-kontrollierten 36h- faecal static batch cultures“ bestimmt.	<u>Ziel:</u> Untersuchung der Auswirkung von vorverdauten Brotproben unterschiedlicher Teigführung auf das Kolon-Mikrobiom (bzw. die mikrobielle Fermentation im Darm) <u>Ergebnisse:</u> Die Zahl der Bifidobakterien war in Fäzes gesunder SpenderInnen größer als bei jenen mit RDS. Zudem fand bei den gesunden Fäzes-Kulturen ein signifikanter ($p < 0,005$) Anstieg der Bifidobakterien-Population nach 8h-Gärung von Sauerteig-Brot (C) im Vergleich zu Brot (A) und Brot (B) statt. (Bifidobakterien sind getestet für ihre positiven Effekte bei RDS, sie produzieren keine Gase.) Signifikante Abnahme der Deltaproteobakterien und der meisten Gemmatimonadetes Spezies (Sulfat-reduzierende Mikroorganismen) sowohl bei gesunden als auch RDS-SpenderInnen-Fäzes-Bakterienpopulationen infolge 24-h-Exposition gegenüber Sauerteigbrot. Kurzkettige Fettsäuren als das Hauptprodukt des Darmbakterienmetabolismus stiegen in allen Substraten signifikant an, beim Sauerteig-Brot war dies v.a. Butyrat nach 8-h-Fermentation des Substrats sowohl bei Gesunden als auch RDS-

			<p>PatientInnen. [Butyrat wird als protektiv und dosisabhängig Bauchschmerz reduzierend in vivo beschrieben.] Essigsäure war die dominante SCFA nach 24-h-Fermentation in allen Substraten. RDS-SpenderInnen-Fäzes zeigten generell mehr Gasproduktion; aber nahezu ident in Bezug auf Brot A und B und auch im Vergleich mit Kontrollgruppe. Bei Sauerteigbrot war die Gasproduktionsrate und auch die Gesamtgasakkumulation bei RDS-SpenderInnen-Mikrobiota geringer als in allen anderen Substraten.</p> <p><u>Limitationen:</u></p> <p><i>In-vitro Fäzes-Kultur-Ergebnisse auf Menschen übertragbar? Kleines Sample</i></p> <p><i>Interpretation der Daten im Text zur Gasproduktion Brot C widerspricht der Grafik.</i></p>
<p>Laatikainen, R., Koskenpato, J., Hongisto, S.-M., Loponen, J., Poussa, T., Huang, X., ... Korpela, R. (2017).</p> <p>Pilot Study: Comparison of Sourdough Wheat Bread and Yeast-Fermented Wheat Bread in Individuals with Wheat Sensitivity and Irritable Bowel Syndrome.</p>	<p>26 Teilnehmer, davon 25 Frauen</p> <p>BMI-Median 25 kg/m² (zw. 19,6 - 37,7 kg/m²)</p> <p>alle mit RDS nach Rom-III-Kriterien und subjektiver Weizenintoleranz (überprüft durch Frage: Haben Sie häufig Symptome nach dem Verzehr von Weizenprodukten und sind diese unangenehm?)</p>	<p>Pilotstudie: randomised, double-blinded, parallel group study</p> <p>1 week run-in period</p> <p>1 week treatment period</p> <p>1 Gruppe mit 150 g Weizen-Sauerteig-Brot pro Tag</p> <p>1 Gruppe mit 150 g Hefe-fermentiertem Weizentoastbrot</p> <p>beide Brote vom selben Mehl, einerseits mit > 12-h-Sauerteig-Gärung, andererseits 2-h-direkte Hefe-Teigführung inkl. Zusatzstoffe wie Gluten</p> <p>darüber hinaus glutenfreie Diät</p> <p>Ernährungsprotokoll</p>	<p><u>Ziel:</u></p> <p>Überprüfung, ob Weizensauerteigbrot im Vergleich zu kommerziellem Hefebrot die Symptome subjektiver NZWS und geringgradiger Entzündung bei RDS-PatientInnen lindern kann</p> <p>Bestimmung von ATI- und FODMAP-Gehalt in den Broten</p> <p><u>Ergebnisse:</u></p> <p>Fruktane im Sauerteig-Brot gegenüber Hefebrot um 74 % geringer (Fruktane 0,23 g/100 g im Hefebrot bzw. 0,06 g/100 g im Sauerteigbrot)</p> <p>geringerer ATI-Gehalt beider Brote gegenüber Mehl, im Sauerteig noch geringer als im Hefebrot, aber keine konkreten Mengenangaben</p>

	zwischen 21 und 64 Jahren	Nährwertanalyse der Brote (Fruktane, Ballaststoffgehalt, resistente Stärke, ATI-dominate Form) Entzündungsmarker-Bestimmung (IL6, 8, LBP) baseline und danach Erhebung von 17 Symptomen (gastrointestinale und andere) bezogen auf RDS mittels Fragebogen (VAS)	geringerer Polymerisierungsgrad der ATI (überwiegend monomerisch) durch Sauerteigführung keine signifikanten Unterschiede bezügl. Entzündungsmarker zwischen Brotsorten und auch zwischen Baseline und nach Intervention (adäquate Biomarker?) keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich GIT-Verträglichkeit oder geringgradiger Entzündung bei Sauerteig und Hefe-fermentiertem Brot im Vergleich bei PatientInnen mit RDS und subjektiver Intoleranz gegenüber Weizen ABER: bei Sauerteigbrot signifikanter Anstieg der nicht-GIT-bezogenen Symptome wie Müdigkeit, Gelenksymptome, herabgesetzte Aufmerksamkeit, etc. <u>Limitationen:</u> Kleines Sample, kurze Studiendauer, geringfügige Unterschiede hinsichtlich gelegentlichen Konsums von Weizenbrot vor der Studie, potenzieller Nocebo-Effekt
Laatikainen, R., Koskenpato, J., Hongisto, S.-M., Loponen, J., Poussa, T., Hillilä, M. & Korpela, R. (2016). Randomised clinical trial: low-FODMAP rye bread vs. regular rye bread to relieve the symptoms of irritable bowel syndrome.	87 PatientInnen, davon 91,3 % Frauen, zwischen 21-64 Jahren (mittleres Alter: 42,9 Jahre) Mittlerer BMI von 23.4 (zwischen 17.3–36.6) kg/m ² mit RDS (lt. Rome III)	randomised, double blind, 2 x 2 cross-over study 1-wöchige „Run-in“-Periode (gewohnte Diät) zwei Interventionsphasen zu je 4 Wochen Ernährungstagebuch PatientInnen erhielten entweder FODMAP-armes Roggenbrot oder herkömmliches Roggenbrot (7-8	<u>Ziel:</u> Untersuchung, ob FODMAP-armes Roggensauerteigbrot (LFB) bei PatientInnen mit RDS besser vertragen wird als herkömmliches Roggensauerteigbrot (RFB). <u>Ergebnisse:</u> Die Ballaststoffzufuhr erhöhte sich im Vergleich zum Ausgangswert in beiden Interventionsphasen.

	<p>14 Personen stiegen aus der Studie aus. Baseline-Konsum von Brot pro Tag bei ca. 3 Scheiben (Median); regelmäßiger Roggenbrot-Konsum bei 62,5% der PatientInnen</p> <p>Mittlerer Baseline-IBS-SSS Score von 228 (80–430)</p>	<p>Scheiben pro Tag je nach Energiebedarf), dazwischen ≥ 4-wöchige „Wash-out“-Perioden.</p> <p>Beide Studienbrote enthielten gleiche Menge an Roggenvollkornmehl, Weizenmehl und andere Zutaten. Das Kontrollbrot (RFB) war aus traditionellem Sauerteig, das FODMAP-arme Brot (LFB) aus Sauerteig mit einem speziellen (nicht näher erläuterten) LAB-Stamm, der effizient Fruktane konsumiert und Mannitol-Akkumulation während Reifezeit verhindert (Fruktan- und Mannitol-Gehalt von 1,1 und 0,3 g/100 g im Vergleich zu 0,3 und 0,1 g/100 g).</p> <p>Symptommessung mittels Symptom Severity Scoring System (IBS-SSS), Visual Analogue Scale (VAS) Assessments für individuelle Symptome</p> <p>Monitoring der Lebensqualität</p> <p>H₂-Atemtest (Baseline und 12 Mal in 30min-Intervall während 6 Stunden nach dem Verzehr)</p>	<p>Symptome wie Blähungen, Bauchschmerzen, Krämpfe und Magenrumpeln beim LFB signifikant milder (p-Werte: 0,04; 0,049; 0,01 und 0,001). Der Mittelwert der VAS-Messungen sprach für LFB, jedoch keine Unterschiede in IBS-SSS (als Primärvariable) oder Lebensqualität.</p> <p>Die H₂-Atemwerte waren mit LFB signifikant niedriger (Median 52,9 zu 72,6; p= 0,01). Steigerung Ballaststoffzufuhr pro Tag Baseline von 22 g auf 27 g beim LFB und auf 29 g beim RFB</p> <p>LFB ist praktisch umsetzbar und wird von PatientInnen gut akzeptiert.</p> <p><u>Limitationen (von Autoren genannt):</u> Der alleinige Austausch von normalen gegen LFB ohne umfassendere Ernährungsumstellung reicht für eine klinisch relevante Symptomverbesserung wahrscheinlich nicht aus.</p> <p><u>Sonstige:</u> Studien-Co-Autoren Loponen und Hongisto sind Mitarbeiter von Fazer Bakeries; Laatikainen betreibt als Eigentümer Fa. Boston Ltd, die „dietetic services“ für RDS-PatientInnen, Gesundheitsberufe und Organisationen anbietet. Poussa erhielt Beratungshonorar von Fa. Boston Ltd.</p>
<p>Polese, B., Nicolai, E., Genovese, D., Verlezza, V., La Sala, C. N., Aiello, M., ... Cuomo, R. (2018).</p>	<p>17 gesunde Erwachsene, davon 9 Frauen; Alter zwischen 18 - 40 Jahre, BMI zwischen 18-24 kg/m²</p>	<p>double-blind, randomized cross-over Studie</p> <p>Wash-out periods von ≥ 1 Woche zwischen den Studientagen</p>	<p><u>Ziel:</u> Evaluierung der Auswirkung einer einzelnen Gabe von Sauerteigprodukten auf die postprandiale, gastrointestinale Funktion bei gesunden Erwachsenen. Der vorrangige Endpunkt war die Abklärung der Auswirkung auf die Magenentleerung, 2. Endpunkt</p>

<p>Postprandial Gastrointestinal Function Differs after Acute Administration of Sourdough Compared with Brewer's Yeast Bakery Products in Healthy Adults.</p>		<p>Vor den Studientagen 7-Tages-Standard-Diätplan (FODMAP-Gehalt unter 25 g pro Tag)</p> <p>Tag 8: nach 8-stündiger nächtlicher Fastenperiode entweder zwei 100g-Sauerteig-Croissants (SC) oder zwei 100-g-Bäckerhefe-Croissants (BC) als Mahlzeit (ca. 700 kcal), jeweils aus Weizenmehl</p> <p>Unmittelbar danach Befragung zu Bekömmlichkeit/Schmackhaftigkeit (mittels VAS). Das Magenvolumen wurde mittels MRI erhoben, um die Magenentleerungsrate (als primärer Endpunkt) nach Croissant-Aufnahme im 3-h-Zeitraum (16 Messzeitpunkte) zu messen.</p> <p>2. Endpunkt - gastrointestinale Fermentation: H₂-Atemtest mit 7 Messzeitpunkten zwischen 45 min und 240 min nach Croissant-Aufnahme, ebenso Messungen des Bauchumfangs.</p> <p>Die Fläche unter der Konzentrations-Zeit-Kurve (AUC) wurde verwendet, um die gesamtheitlichen Effekte aller Variablen der Verträglichkeit und postprandialen gastrointestinalen Symptome (Unwohlsein, Übelkeit, Völlegefühl, Blähungen) auszudrücken. Die Wahrnehmung zu den Variablen (Hunger, Appetit, Sättigung,</p>	<p>waren die Effekte auf intestinale Gärungsprozesse, zudem die Auswirkungen auf GIT-Symptome und deren Wahrnehmung, Bauchumfang und glykämisches Profil.</p> <p><u>Ergebnisse:</u></p> <p>Das Gesamt-Magenvolumen ist während 3 Stunden nach dem Verzehr von SC um 11 % verringert im Vergleich zu BC (p=0,02). H₂-Produktion während des 4-h-Zeitraums nach Nahrungsaufnahme war bei SC um 30 % niedriger als nach BC (p = 0,03). SC wurden mehr als 2 x schmackhafter eingestuft als BC (p < 0,001). Der allgemeine Schweregrad postprandialer Symptome war um 36 % niedriger während 4 Stunden nach Aufnahme der SC im Vergleich (p = 0,05), v.a. in Bezug auf Unwohlsein, Blähungen, Übelkeit. Auch die AUC in Bezug auf Wahrnehmung der Symptome schnitt im Falle von SC besser bei Hungergefühl (signifikant weniger), Appetit, Sättigungsgefühl (signifikant höher), gastrointestinales Wohlbefinden ab.</p> <p>Qualitative Analyse beider Croissants ergab einen etwas geringeren Anteil von Oligosacchariden (Lactose, Maltose, Saccharose) und höhere Mengen von Monosacchariden wie Glucose und Fruktose bei SC im Vergleich zu BC.</p> <p><u>Limitationen:</u></p> <p>Kleines Sample, Gesunde statt RDS- oder NCGS-PatientInnen, keine Details zum Sauerteig-Testprodukt (vermutlich Trockensauer), nur eine einzelne Gabe und keine Langzeitanwendung untersucht, Blinding in Bezug auf Produktunterschiede fragwürdig</p>
---	--	--	--

		gastrointestinales Wohlbefinden) sowie zu den o.a. Symptomen wurde mittels 100 mm-VAS beurteilt.	
--	--	--	--

Übersicht über weitere Literatur- und Informations-Quellen

Autor, Publikationsjahr, Titel	Art der Literatur-/ Informationsquelle	Relevante Kapitel, relevante Inhalte
Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz. Österreichisches Lebensmittelbuch, Pub. L. No. BMG-75210/0011-II/B/7/2009 (2010).	Codex Alimentarius Austriacus	B18 Backerzeugnisse Kapitel 2.1. Brot 2.1.1 – Definition Sauerteigbrot
Catassi, C., Elli, L., Bonaz, B., Bouma, G., Carroccio, A., Castillejo, G., ... Fasano, A. (2015). Diagnosis of Non-Celiac Gluten Sensitivity (NCGS): The Salerno Experts' Criteria.	Fachartikel	<ul style="list-style-type: none"> - Diskussion Terminologie und klinische Manifestation von NCGS - Nähere Beleuchtung extraintestinaler Symptome (v.a. neuropsychiatrische Symptome) in Zusammenhang mit erhöhter intestinaler Permeabilität und Darm-Hirnnachse, aber wissenschaftlich noch völlig ungeklärt. - Behandlung von NCGS basiert aktuell auf GFD mit Fragezeichen hinsichtlich Strenge der Durchführung - NCGS sollte nicht nur eine Ausschlussdiagnose sein. Ruf nach Standardisierung des Prozesses zur Bestätigung des Verdachts auf NCGS, bevor mit Behandlung begonnen wird. Behandlung (=GFD) kann aber auch als Test herangezogen werden, um Diagnose zu bestätigen. - 3. Int. Expertentreffen für glutenbezogene Störungen in Salerno im Oktober 2014: Konsens, dass in Ermangelung sensitiver, spezifischer Biomarker eine genaue und standardisierte Überwachung des Patienten während der Eliminierung und Wiedereinführung von Gluten der

		spezifischste diagnostische Ansatz ist (inkl. Empfehlungen zur Durchführung des Diagnoseprozesses).
Catassi, C., Alaedini, A., Bojarski, C., Bonaz, B., Bouma, G., Carroccio, A., ... Sanders, D. S. (2017). The Overlapping Area of Non-Celiac Gluten Sensitivity (NCGS) and Wheat-Sensitive Irritable Bowel Syndrome (IBS): An Update.	Review	<ul style="list-style-type: none"> - Begrenzte Daten zu den Überschneidungen zwischen NCGS- und RDS-Symptomen (Bevölkerungsumfrage mit 1002 Erwachsenen in Großbritannien ergab, dass Personen mit NCGS im Vergleich zu PatientInnen ohne NCGS eine erhöhte Prävalenz der Rom III-Kriterien für RDS hatte (20% vs. 3,89%, Odds Ratio 6,23, p <0,0001). - Tabellarische Übersicht über Studien zu Prävalenz von Personen, die glutenhaltige Lebensmittel vermeiden - Erläuterung der Hypothese, dass NCGS eine Nicht-IgE-vermittelte Weizenallergie sein könnte (weitere Studien erforderlich). Tatsächlich werden gastrointestinale Nahrungsmittelallergien häufig durch IgE-unabhängige Mechanismen vermittelt, an denen Mastzellen, Eosinophile und andere Immunzellen beteiligt sind. Im Allgemeinen zeigten die meisten Studien zu NZGS, dass etwa die Hälfte der PatientInnen einen erhöhten IEL-Wert von > 25 100 Enterozyten aufweist. - Zusammenfassung der Eigenschaften und potenziell schädigenden Wirkung einzelner Weizenbestandteile (Gluten, ATI, WKA, FODMAP) - Zusammenfassung von Studien zur Rolle von Gluten und Weizen beim RDS
Catassi, G., Lionetti, E., Gatti, S. & Catassi, C. (2017). The Low FODMAP Diet: Many Question Marks for a Catchy Acronym.	Review	<ul style="list-style-type: none"> - Zusammenfassung physiologischer, klinischer und nährwertrelevanter Aspekte von FODMAP – kritische Haltung: - Kriterien für die Aufnahme in die Liste der FODMAP sind nicht vollständig definiert. - Suboptimale Evidenz der Studien zur Besserung der Symptome bei RDS aufgrund häufiger methodischer Fehler (Fehlen einer geeigneten Kontrollgruppe/Verblindung/Vergleich mit herkömmlichen RDS-Diäten).

		<ul style="list-style-type: none"> - Drastische FODMAP-Reduktion hat Konsequenzen für Mikrobiom und Kolonozyten-Stoffwechsel (noch unverstanden). - PatientInnen riskieren eine eingeschränkte Zufuhr von Ballaststoffen, Ca, Fe, Zn, Folsäure, Vit B und D und natürliche Antioxidantien.
<p>Dale, H. F., Biesiekierski, J. R., & Lied, G. A. (2018). Non-coeliac gluten sensitivity and the spectrum of gluten-related disorders: an updated overview.</p>	Review	<p>Übersicht und Vergleich Gluten-assoziiierter Störungen (Pathophysiologie, Symptome, Diagnose und Behandlung, Nocebo-Effekte in Studien zu NZGS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zöliakie - Weizenallergie - Nicht-Zöliakie-Gluten-Sensitivität (NCGS) - Reizdarmsyndrom (RDS)
<p>de Punder, K. & Pruimboom, L. (2013). The Dietary Intake of Wheat and other Cereal Grains and Their Role in Inflammation.</p>	Review	<p>Getreidekörner enthalten Anti-Nährstoffe wie Gluten und Weizenlektin, die beim Menschen Dysfunktion und Erkrankung hervorrufen können. Zusammenfassung der Evidenz von In-Vitro-, In-Vivo- und Interventionsstudien beim Menschen zur Beschreibung, wie deren Konsum zur Manifestation chronischer Entzündungen und Autoimmunerkrankungen beitragen kann.</p> <p>Lektine gibt es in unterschiedlichen Pflanzen (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais und Reis), v.a. in Samen als Abwehr gegen andere Pflanzen und Pilze (höchste Konzentration im Weizenkeim, bis zu 0,5 g/kg). Sie sind in der Lage, an nahezu alle Zelltypen zu binden und Organe zu schädigen. Die meisten Lektine sind resistent gegen Hitze und Verdauungsenzyme. Unverarbeitete Weizenkeime enthalten weit höhere Mengen an aktivem WKA, aber zeigen sich auch in einigen verarbeiteten Frühstückscerealien. Evidenz in Tierversuchen zu Hypertrophie von Dünndarm, Pankreas sowie Thymus-Atrophie. WKA binden an Glykokonjugate von Zelloberflächen. WKA induzieren Entzündung durch Immunzellen. WKA wirken sich auf die Enterozytenpermeabilität aus.</p>

<p>Doose, O. (1982). Verfahrenstechnik Bäckerei (6. Auflage).</p>	<p>Fachbuch</p>	<p>Teiglockerung durch Gärung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hefe - Hefenahrung – Gärung – Enzyme <p>Sauerteig – Roggenbackeigenschaften</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spontane Gärung - Kleinlebewesen - Pentosane und Schleimstoffe - Anstellsauer – die Starterkultur <p>Roggen- und Mischbrot-Teiglockerung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Saueranteil - Dreistufige Sauerteigführung <p>Zusammenfassung biochemischer Vorgänge bei der Sauerteiggärung (Mikroorganismen, Enzyme, etc.) Vorstellung einzelner Sauerteigführungsstufen/-varianten Dreistufige Sauerteigführung braucht im Allgemeinen 16 - 24 h. Die einzelnen Stufen "Anfrischsauer", "Grundsauer" und "Vollsauer" werden (in ihrer Größe je nach Abstehtzeit bestimmt). 2 Arten der mehrstufigen Führung - "Vollsauer über Nacht", wenn der Arbeitstag mit Brotherstellung beginnt oder "Grundsauer über Nacht". Definition Anstellgut, Anfrischsauer (= 1. Stufe, kräftige Hefevermehrung bei etwa 25-26 Grad, 4-5 h, kräftiges Schlagen, TA 200), Grundsauer (kräftige Säurebildung bei 24-29 Grad 5 - 8 h, TA 160-180), Vollsauer (zur höchsten Leistungssteigerung der Mikroorganismen, für milden Brotgeschmack häufig warme und weiche Führung, kurze Reifezeit, schwache Essigsäurebildung, bei Grundsauer über Nacht 28-32 Grad, 2 1/2 bis 3 h, TA 190-200) etc. Erklärung der Parameter und Verfahren zur Bestimmung der Backeigenschaften von Roggenmehlen (z.B. Fallzahl, Amylogramm, Maltosezahl, etc., Brotfehler, Brotsorten, etc.</p>
<p>Fardet, A. (2015).</p>	<p>Review</p>	<p>Steigende Prävalenz von NCG/WFS wird parallel zum Einsatz von drastischen Verarbeitungsprozessen hinsichtl. Weizenkorn und Rekombination mit</p>

Wheat-based foods and non celiac gluten/wheat sensitivity: Is drastic processing the main key issue?

zugesetztem Salz, Zucker und Fett als Trigger für chronische „low-grade inflammation“ gesehen, ebenso die vermehrte Verwendung von exogenem Vitalgluten als Zusatzstoff.

intensives Kneten, Auswahl von Getreidesorten mit hohen Backeigenschaften → Gluten weniger verdaulich (auch durch Zugabe von Vit C und Oxidationsentwicklung während Mischvorgang sowie Zugabe von Vital Gluten trägt zu zähem, klebrigem Gluten-Netzwerk bei).

Verschiebung der Verdauung von pankreatischen zu intestinalen Proteasen; Interaktion des schlechter verdaulichen Glutens mit der Mikroflora --> Inflammation.

Elimination von anti-inflammatorischen und antioxidativen Begleitballaststoffen durch Verarbeitung.

Moderne Verarbeitung unterscheidet sich von traditioneller durch Verwendung von ungekeimtem Korn, Ersatz von langer und vielfältiger Fermentation durch schnell-agierende Bäckerhefe, Verwendung von nicht-säuerlichem Teig, Zugabe von extrahiertem Weizenproteinen und Inulin, Fokus auf Weißmehl.

Traditionelle Sauerteigführung führt zu weniger immunreaktiven Peptiden, zur Hydrolyse von reaktiven Proteinen, Prolaminabbau durch Aktivierung von Proteaseaktivität durch Mikroorganismen oder des Getreidekorns.

Theoretisch dürften die Proteasen des Teigs während der Fermentation das Gluten zu hydrolysieren beginnen, aber dieses Schneiden erfordert eine erhebliche Senkung des pH-Wertes, welche es bei herkömmlicher Hefe-Gärung nicht gibt.

Vergleich auch zwischen Brot und Pasta aus Durum (hat wenig hochmolekular-gewichtiges Glutentin).

Etliche Studien belegen, dass Proteolyse ein interessanter Weg ist, um Brot und neue Backprodukte für Glutenintolerante zu erzeugen. Sauerteig mit seinen LAB ist auch an der Zerstörung der beteiligt FODMAP (aber Achtung: präbiotischer Effekt mancher FODMAP).

<p>Felber, J., Aust, D., Baas, S., Bläker, H., Daum, S., Koletzko, S., ... Schuppan, D. (2014). Ergebnisse einer S2k-Konsensuskonferenz der Deutschen Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselerkrankungen (DGVS) gemeinsam mit der Deutschen Zöliakie-Gesellschaft (DZG e. V.) zur Zöliakie, Weizenallergie und Weizensensitivität.</p>	<p>S2k-Leitlinie zur Zöliakie, Weizenallergie und Weizensensitivität</p>	<p>Nicht-Zöliakie-Nicht-Weizenallergie-Weizensensitivität</p> <ul style="list-style-type: none"> - Klinisches Bild - Mögliche Triggerfaktoren (ATI, FODMAPs) - Symptome – gastrointestinal, extraintestinal - Besserung unter (gelockerter) glutenfreier Diät
<p>Fraberger, V., Call, L.-M., Domig, K. J. & D'Amico, S. (2018). Applicability of Yeast Fermentation to Reduce Fructans and Other FODMAPs.</p>	<p>Experimentelle Studie</p>	<p>Evaluierung der Auswirkung von 13 Sauerteig-bezogenen Hefestämmen auf den Abbau von FODMAP, v.a. Fruktane: Saccharomyces cerevisiae (aus traditionellem Sauerteig in Österreich isoliert) zeigte insgesamt den höchsten Grad an Gesamt-Fruktan-Abbau (im Rahmen des Modellsystems während 6-stündiger Inkubation 18 %, nach 72 Stunden 54 % Fruktanabbau) und die höchste Gasbildungskapazität (zur Teiglockerung), gefolgt von Torulaspora delbrueckii. Weitere Studien zur Erforschung synergetischer Effekte zwischen LAB und Hefen im Sauerteig sind von Interesse.</p>
<p>Gibson, P. R., Muir, J. G., & Newnham, E. D. (2015). Other Dietary Confounders: FODMAPS et al.</p>	<p>Review</p>	<p>Untersuchung der Bestandteile von Weizen u.a. im Hinblick auf krankmachendes Potenzial abseits von Zöliakie (Proteine wie Gluten, ATI, WKA, lang- und kurzkettige, verdauliche und unverdauliche Kohlenhydrate, davon v.a. unverdauliche Oligosaccharide, nämlich Fruktane und zu geringerem Ausmaß auch Galacto-Oligosaccharide als natürliche Präbiotika) Fruktane sind eine Energiereservequelle für Weizen in Zeiten von Trockenheit; moderne Weizenzüchtungen enthalten mehr davon als alte Weizensorten oder Dinkel. Exorphine (bioaktive Peptide mit Opioid-antagonistischer Aktivität - von Gluten während Verdauung freigesetzt), Phytate</p>

		<p>Grafik mit Aufspaltung der Proteinfractionen; Tabelle mit sämtlichen Bestandteilen von Weizen, Anteile, Lokalisation und Funktion sowie Assoziation mit Erkrankungen bzw. biochemische Effekte</p> <p>Die Co-Existenz von Gluten und FODMAP in Getreide hat zu Verwirrung geführt, wenn Tests auf der Aufnahme von Weizenbrot basierten, um eine NCGS zu diagnostizieren.</p> <p>FODMAP spielen auch eine Rolle bei NCGS, da sich Symptome durch Verzicht auf FODMAP in Gemüse und Hülsenfrüchten weiter verbessern.</p> <p>Problematik der Terminologie hinsichtlich NCGS oder NZWS wird angesprochen.</p>
<p>Gibson, P. R., & Shepherd, S. J. (2010). Evidence-based dietary management of functional gastrointestinal symptoms: The FODMAP approach.</p>	Review	<ul style="list-style-type: none"> - FODMAP-Definition bzw. Erklärung Akronym - Eigenschaften der FODMAP - Symptomherbeiführung - Ergebnisse von klinischen Studien - Praktische Umsetzung einer FODMAP-Diät
<p>Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R., Calasso, M., Archetti, G., & Rizzello, C. G. (2018). Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation.</p>	Review	<p>Überblick über die bereits erwiesenen positiven Effekte von Sauerteig hinsichtlich Senkung des Glyk. Index (durch Herabsetzung der Verdaulichkeit von Stärke, v.a. durch die Bildung organ. Säuren und anderer ergänzender Mechanismen), Steigerung der Mineralstoff-Bioverfügbarkeit (Reduktion des Phytatgehalts um mehr als die Hälfte in Vollkornbrot, v.a. durch Senkung des pH-Werts, der günstige Bedingungen für Getreide-endogene Phytase-Aktivität schafft --> Abbau der Phytinsäure steigert die Mineralstoff-, freie AS und Proteinverfügbarkeit) und Reduktion des Glutengehalts (Verweis des Autors auf eigene Studie aus 2014 mit Weizengebäck, dessen Gehalt an Gluten komplett hydrolysiert wurde durch Sauerteigfermentation) .</p> <p>Darstellung der neueren Aspekte wie Salzreduktion, Management des RDS, Synthese/Freisetzung von bioaktiven Substanzen (v.a. Phenole) und Potenzialausbeutung nicht-konventioneller Mehle (Hülsenfrüchte, Pseudo-Cerealien) sowie Nebenprodukte beim Mahlen von Getreide (Kleie und Keimling) mittels Sauerteigfermentation.</p>

		<p>RDS-Management: RDS wird v.a. mit Gluten assoziiert; Verweis auf eigene Publikation --> Experimentbrot mit reduziertem Glutengehalt (70 %) zeigte Abwesenheit einer Toxizität gegenüber K 562 und T84 human cell lines sowie Verweis auf Studie von Calasso mit Testversuch bei RDS-Patienten innerhalb von 6 Wochen (VAS zeigte signifikante Verbesserung des allg. RDS Symptom-Schweregrads); allerdings Interference mit low-FODMAP-Gehalt dieser Produkte! <-- verlängerte Sauerteigfermentation verringert FODMAP-Levels um bis zu 90 % (Ziegler et al 2016); Verweis auf Laatikainen --> >12h-Fermentation senkt ATIs und v.a. FODMAPs</p> <p>Auch wenn sogar der Großteil der Fruktane abgebaut wird, ist die Akkumulation der Fruktose immer noch ein Risiko für RDS-Patienten. Ein neuer biotechnologischer Prozess, der auf einem Konsortium von fructophilen FLAB-Stämmen basiert und gezielte kommerzielle Enzyme (siehe Auflistung) bauten Weizen FODMAPs während Fermentation (4h zu 30 Grad) ab. (Di Cagno et al, 2018) Lactobacillus kunkeii B231, PLA21 und PF16 werden hauptsächlich aus Früchten, Blüten-basierten fermentierten Lebensmitteln, aus dem Gastrointestinaltrakt von Honigbienen isoliert. Aber auch Saccharomyces cerevisiae Invertase im Sauerteig kann Fruktane abbauen (bis zu 80%). Insulinase-sekretierende Klyveromyces marxianus Stämme senkten Fruktane um 90 % (siehe Struyf et al 2017)</p>
<p>Harlfinger, J. (2016, Oktober 27). Macht Weizenlektin krank? » Medizin transparent.</p>	<p>evidenzbasierte, journalistisch aufbereitete Informationsplattform „Medizin Transparent“</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ernstzunehmende Studien, die Pathomechanismus von WKA beim Menschen untersuchen, fehlen - weiterhin uneingeschränkte Empfehlung zum Verzehr von Vollkornprodukten - Untersuchung zur Beeinflussung des Lektinergehalts bei Vollkorn-Produkten durch diverse Verarbeitungsmethoden wäre interessant
<p>Health Union, LLC. (2016). Rome IV Criteria for IBS – Diagnosing Irritable Bowel Syndrome.</p>	<p>Website</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Beschreibung der Rome-IV-Kriterien aus 2016 bzw. was seit Rome-III daran verändert wurde - Beschreibung der RDS-Subtypen

Kasper, H. (2014). Ernährungsmedizin und Diätetik (12.).	Fachbuch	Reizdarmsyndrom <ul style="list-style-type: none"> - Ätiologie - Klinik - Diagnostik
Kucek, L. K., Veenstra, L. D., Amnuaycheewa, P. & Sorrells, M. E. (2015). A Grounded Guide to Gluten: How Modern Genotypes and Processing Impact Wheat Sensitivity.	Review	<ul style="list-style-type: none"> - Aufstellung einzelner Weizen-Bestandteile, Unterschiede je nach Spezies und Genotyp und ihre Rolle bei diversen Weizen-Unverträglichkeiten inklusive Verweis auf dahinterliegende Studien - ausführliches Kapitel über den Einfluss von Lebensmittelverarbeitung auf reaktive Komponenten bzw. Weizen-Sensitivität: <u>Mälzen und Keimungsenzyme</u> <ul style="list-style-type: none"> - Proteasen in Weizen, Roggen und Gerste zum Abbau schwer verdaulicher Proteine und Einfluss auf ATI - Abbau der Prolamine durch gekeimten und fermentierten Roggen- und Weizensauerteig (Loponen et al. 2007/2009) - fehlende Produkt-Sicherheit für Zöliakie-PatientInnen - Herausforderung von stark gekeimtem Getreide für Backindustrie (Haltbarkeit, Geschmack) - In Bezug auf Fruktane ist die Auswirkung der Keimung unklar. <u>Gärung und Mikrobensenzyme:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Beitrag traditioneller Sauerteigführung zur Hydrolyse von reaktiven Proteinen durch Selektion und Kombination bestimmter Stämme von LAB - Trade-off zwischen Abbau von reaktivem Gluten und Retention von Gluten für Grundbäckereigenschaften (Loponen et al, 2009). - vielfältige Sauerteig-Roggenkultur für effizienten Abbau von Fruktanen im Vergleich zu nur durch Hefe gelockertes Brot (säurehaltigen Bedingungen für die Enzymaktivität der Hefe, die Insulinase und Invertase-Enzyme produziert, um Fruktose des Weizens abzubauen). <u>Säuregehalt:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Sauerteigführung führt zu Senkung des ph-Werts für optimale Weizenendoproteaseaktivität <u>Industrielle Lebensmittel:</u>

		<ul style="list-style-type: none"> - Gewinnung und Rolle von "Vitalgluten" zur Verbesserung der Backeigenschaften Isoliertes Weizenprotein als Bindemittel und Proteinbooster in verarbeiteten Lebensmitteln - Starker Anstieg des High-Fructose-Corn-Syrups um 61 % in 30 Jahren und Verwendung von Fruktanen des Inulin-Typs in Getreideprodukten (Schaden und Nutzen) <p><u>Mehlverarbeitung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pilzenzyme als Zusatz zu Weizenmehl für Backeigenschaften (Allergien) - Grad der Mehlfineinigung (Weißmehl) und Auswirkung auf Endopeptidaseaktivität in der Kleie - Zöliakie-reaktive Alpha-Gliadine in der Subaleuronschicht - Gamma-Gliadine und die HMW-Glutene im Mehlkörper fehlende Studien zur Auswirkung auf Immunreaktivität bei Zöliakie - Höherer Gesamtanteil an Fruktanen (mit wahrscheinlich höherem PG) im Vollkornmehl im Vergleich zu Weißmehl - Auswirkung auf Abbau durch Hefen bzw. RDS-Symptomverschlimmerung <p><u>Schlussfolgerung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorteil von Produkten aus gekeimtem Getreide und mikrobiell fermentierten Produkten hinsichtlich Immunreaktivität (Gehalt an freien Aminosäuren als Gradmesser für die Protein-Aufspaltung – - Vermeidung von Produkten mit zugesetztem Vitalkleber, isoliertem Weizenprotein bzw. ev. auch Inulin - Ursache der gestiegenen Prävalenz der Weizensensitivität unbekannt - fehlende epidemiologischen Studien zur Auswirkung der Weizenverarbeitung auf die Prävalenz der Weizensensitivität
Lacy, B. E., & Patel, N. K. (2017). Rome Criteria and a Diagnostic Approach to Irritable Bowel Syndrome.	Fallstudie	ROME IV Kriterien zu RDS und Veränderungen gegenüber ROME III Kriterien werden übersichtlich erklärt (inkl. Tabelle mit Kriterien)

<p>Layer, P., Andresen, V., Pehl, C., Allescher, H., Bischoff, S. C., Cla's sen, M., ... Holtmann, G. (2011). S3-Leitlinie Reizdarmsyndrom: Definition, Pathophysiologie, Diagnostik und Therapie. Gemeinsame Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten (DGVS) und der Deutschen Gesellschaft für Neurogastroenterologie und Motilität (DGNM).</p>	<p>S3-Leitlinie Reizdarmsyndrom</p>	<p>Beschreibung des zu erwartenden Paradigmenwechsels in der Definition des RDS, wonach das Krankheitsbild nicht ausschließlich anhand von Symptomkonstellationen und Ausschluss anderer Erkrankungen, sondern nach pathophysiologischen Veränderungen wie subklinische Entzündung, Störung des Darmnervensystems oder Störung im Bereich der Darm-Hirn-Achse definiert wird. Auch die Rolle der Ernährung in der Pathophysiologie des RDS muss neu definiert werden.</p>
<p>Ledochowski, M. (Hrsg.). (2010). Klinische Ernährungsmedizin.</p>	<p>Fachbuch</p>	<p>Kapitel 12.4. Reizdarmsyndrom:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definition - Epidemiologie - Ätiologie und Pathogenese - Viszerale Hyperalgesie - Gestörte Motilität - Dysregulationen von Neurotransmittern - Klinik - Die Rolle der Ernährung - Diagnose - Differentialdiagnose
<p>Ledochowski, M. (2011). Wenn Brot & Getreide krank machen: Gluten-Intoleranz, Zöliakie - oder was sonst?</p>	<p>Fachbuch</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kapitel "Und wenn es nicht Gluten ist?" - Unverträglichkeit von Weizenkeimlektin als mögliche Differenzialdiagnose zu Glutenunverträglichkeit - Steckbrief Weizenkeimlektin-Unverträglichkeit - mögliche Symptome - Behandlung

<p>Loponen, J., & Gänzle, M. G. (2018). Use of Sourdough in Low FODMAP Baking.</p>	<p>Review</p>	<p>Der Nachteil einer FODMAP-Diät ist die reduzierte Zufuhr von Ballaststoffen.</p> <p>Metabolismus von FODMAP in herkömmlichem Sauerteig ist sehr ausführlich erklärt sowie auch Konzepte in Zusammenhang mit Fruktan- und Mannitol-Stoffwechsel, die die Entwicklung von Sauerteigbrot mit geringem FODMAP-Gehalt ermöglichen. Positive Studienergebnisse mit Tests von Roggensauerteigbrot mit geringem FODMAP, aber hohem Ballaststoffgehalt gegenüber herkömmlichem Roggenbrot sind ebenso zusammengefasst.</p> <p>Gesundheitsförderliche bzw. präbiotische Effekte von Oligosacchariden (v.a. oligomerer Fruktane) betreffen deren bakterielle Umwandlung in kurzkettige Fettsäuren (SCFA). Nachteilige und günstige Effekte von FODMAP sind miteinander verbunden und beziehen sich teilweise auf denselben Mechanismus - nämlich bakterielle Fermentation. Die Reduktion von negativen Symptomen bei RDS Patienten gehen mit einer Erhöhung des luminalen pH-Werts und reduziertem Vorkommen von Bifidobakterien und Butyratproduzierenden Dickdarm-Bakterien einher. Während der Begriff FODMAP alle Oligosaccharide umfasst, verursachen nicht alle davon dieselben Beschwerden, sondern der Austausch einer Art gegen eine andere kann Symptome verbessern ohne die negativen Effekte einer ballaststoffarmen Diät.</p> <p>Nicht-Zöliakie-Weizensensitivität überschneidet sich signifikant mit RDS. Sie wird auch als Nicht-Glutensensitivität bezeichnet, da Gluten nicht der Hauptauslöser für die Symptome zu sein scheint. Die Rolle der FODMAP bei der NZWS ist nicht gut dokumentiert, aber werden gemeinsam mit den ATI als wahrscheinliche Auslöser gehandelt. Auch Roggen und Gerste als Triticeae-Getreide enthalten ebenfalls Fruktane und ATI und gelten ebenfalls als Auslöser für NCWS.</p> <p>Fruktane in Getreidekörnern sind Graminan-Fruktane und sind bei Weizen und Roggen in den äußeren Schichten des Getreidekorns konzentriert (durchschnittl. PG von 5-6). Neben den Polysacchariden und FODMAP im Getreide werden Poly- und Oligosaccharide sowie auch Polyole von</p>
--	---------------	--

		<p>Bakterien während der Sauerteiggärung produziert. (Tabelle zu Gehalt an Oligo- und Nicht-Stärke-Polysacchariden im Weizen- und Roggengetreide) Abbildung zu komplexem FODMAP-Metabolismus während Sauerteigführung. Hefe (nämlich ihr Enzym Invertase) spielt beim Abbau von Fruktanen bis zu einem bestimmten Grad ebenfalls eine Rolle. Der Einschluss von LAB erweitert die Stoffwechsellkapazität der Fermentationsmikrobiota und die ausgedehnte Fermentationszeit verstärkt den Beitrag der Mehlenzyme bei der Umwandlung und dem Abbau der Komponenten. siehe auch Details zu Direktteig- und versch. Sauerteigstufen.</p> <p>Insgesamt führt konventionelle Teiggärung inkl. Sauerteiggärung zu verringerten FODMAP-Levels, aber kann auch FODMAP aus verdaulichen KH Sachharose und Fruktose herstellen. Deshalb bedarf es ganz bestimmter Vorgehensweisen, die v.a. auch Fruktan- und Mannitol-(aus Fruktose) abbauende Organismen miteinbeziehen (siehe Experiment-Brote mit nur Hefestämmen sowie Konzepte zu für LOW-FODMAP-Sauerteig-Backen, denn extrazelluläre Glycosyl-Hydrolasen zum Abbau von Fruktanen mit einem PG >4 gibt es nur in Lactobazillen).</p> <p>Bezüglich NZWS: es gibt anekdotische Evidenz hinsichtlich Sauerteig und gesteigerter Toleranz gegenüber Weizen; ATIs sind highly Disulfide-bonded Proteine; die Reduktion der Disulfid-Brücken verringert die Bioaktivität und beschleunigt proteolytische Verdauung. Sauerteigfermentation schafft reduzierende Bedingungen und unterstützt die Reduktion und Hydrolyse von highly Disulfide-bonded Proteinen. --> aber Hinweis auf Pilotstudie von Laatikainen; Schwierigkeiten, den protektiven Effekt der Sauerteigführung bei NZWS nachzuweisen, beruhen auf den wenig definierten und wahrscheinlich multifaktoriellen Triggern einer (selbst-diagnostizierten) NZWS und den inhärenten Problemen bezüglich "blindem" Konsum von Weizen oder Weizensauerteigprodukten in klinischen Studien.</p>
<p>Menezes, L. A. A., Minervini, F., Filanino, P., Sardaro, M. L. S., Gatti, M., & Lindner, J. D. D. (2018).</p>	<p>Review</p>	<p>- Übersicht über gastrointestinale Wirkung verschiedener FODMAP-Subgruppen bei RDS-PatientInnen</p>

Effects of Sourdough on FODMAPs in Bread and Potential Outcomes on Irritable Bowel Syndrome Patients and Healthy Subjects.

- Ausführliche Erklärung zu heterogenen FODMAP-Arten und der Enzyme, die sie spalten
- FODMAP-Diät-Erfolge bei RDS-PatientInnen und ihre Schwächen

Fruktane (in recht hohen Konzentrationen) und FOS sind vorherrschende FODMAP in Produkten auf Weizenbasis. Weizenprodukte machen den Großteil der täglich verzehrten FODMAP aus. Es fehlen Studien über Quantifizierung von FODMAP im Brot, aber versch. Konzentrationen von Fruktanen (0,1 - 1,7 % vom Trockengewicht) in Roggen, Dinkel und Weizenbrot, auch FOS (0,05-0,15 %) sowie Spuren von Sorbitol und Mannitol wurden gefunden.

GOS und potentielle prebiotische Aktivität (auch Inulin-Typ-Fruktane) werden vermehrt als präbiotische Zusätze in der Lebensmittel-Industrie eingesetzt.

FODMAP sind einerseits assoziiert mit dem Auslösen bzw. Verschlechterung von Symptomen bei RDS-Patienten (inkl. viszeraler Hypersensitivität) und anderen funktionellen Darmstörungen, andererseits teilweise erwiesene präbiotische Wirkung auf Unterhaltung der Darmmikrobiota.

Mit Beginn des 20. Jh. industrielle Produktion und Einsatz von Bäckerhefe
Umfassende Darstellung der Abbauvorgänge der einzelnen Nährstoffe im Brot während Fermentation durch Bakterien und Hefen

Insgesamt werden alle fermentierbaren Kohlenhydrate (Saccharose, Maltose, Glucose und Fructose) während der ersten Stunden rasch abgebaut, während KH mit einer höherem Polymerisationsgrad wie Fruktane später gebraucht werden.

Invertase, die von *S. cerevisiae* (Bäckerhefe) produziert wird, kann auch teilweise Fruktane zu Glucose und Fructose abbauen bzw. Raffinose (relative lange Fermentation von 4,5 h); unterschiedliche Bakterienstämme werden in Bezug auf Abbau unterschiedl. FODMAP angeführt

Problem: Info über FODMAP Konzentrationen in LM ist sehr beschränkt, nicht zuletzt wegen nicht-standardisierter Bestimmungsmethoden; weitere Studien erforderlich zu den verschiedenen Abbauwegen der FODMAP und Auswirkung auf Darmmikrobiom, Forschung hinsichtlich Kombination der

		<p>enzymat. Aktivität von LAB und Hefen; FODMAP-Abbau entsteht durch partielle Hydrolyse von Fruktanen.</p> <p>Fructose und Glucose, die von versch. Bakterien genutzt werden könnten um Exopolysaccharide (EPS) herzustellen, die Textur und Frischhaltung von Brot positiv beeinflussen und teilweise präbiotisch sind; die produzierten EPS könnten aber auch aus Fruktose zusammengesetzt sein und deren Abbau während der Teigzubereitung könnte wiederum eine Erhöhung der Fructose-Konzentration zur Folge haben, was wiederum schlecht für RDS-Patienten ist; manche LAB reduzieren auch Fructose zu Mannitol --> Austausch von einem FODMAP gegen ein anderes --> der Effekt von Sauerteig-Führung auf den FODMAP-Gehalt hängt stark von den Fermentierungsbedingungen und der LAB Spezies ab --> Fooddesign für spezifische Bedürfnisse (RDS, aber auch erhöhte Zufuhr bei Gesunden)</p>
<p>Muir, J. G., Varney, J. E., Ajamian, M. & Gibson, P. R. (2018). Gluten-free and low-FODMAP sourdoughs for patients with coeliac disease and irritable bowel syndrome: A clinical perspective.</p>	<p>Fachartikel</p>	<p>Der Inhalt des Artikels konzentriert sich gemäß Forschung an der Monash Universität auf FODMAP als vermeintlichen Hauptauslöser für RDS und auch bei NCGS und deren Abbau durch Sauerteigfermentation. FODMAP werden sehr detailliert erklärt, deren Gehalt in diversen Lebensmitteln aufgelistet und verglichen, ebenso das Konzept der Low-FODMAP Diät.</p> <p>In Zukunft gibt es für die Lebensmittelindustrie große Chancen, für diese Gruppe Produkte mit niedrigem FODMAP-Gehalt zu entwickeln, da die Auswahl der Getreidesorte und die Art der Lebensmittelverarbeitungstechnik den FODMAP-Gehalt in Lebensmitteln stark reduzieren können. Es wurde gezeigt, dass die Verwendung von Sauerteigkulturen bei der Brotherstellung die Menge an FODMAP (hauptsächlich Fruktane) verringert, was zu Brotprodukten führt, die von Patienten mit RDS gut vertragen werden. Eine stärkere Interaktion zwischen Biomedizin- und Lebensmittelwissenschaftlern ist gefordert, um das Verständnis für die klinischen Probleme, mit denen viele Verbraucher konfrontiert sind, zu verbessern und Nahrungsmitteln zu entwickeln, die von dieser Gruppe besser vertragen werden.</p>

		Artikel weist auf Studien, die Symptomlinderung unter GFD nachweisen, aber es bleibt unklar, ob es am Gluten oder anderen Bestandteilen glutenhaltigen Lebensmittel liegt (GOS und Fruktane in Weizen, Roggen und Gerste oder Hafer).
O'Dwyer, D. (2017). Non-celiac gluten sensitivity is an emerging spectrum of gluten intolerance.	Fachartikel	Kompakte Zusammenfassung zum Stand der Wissenschaft hinsichtlich NZGS <ul style="list-style-type: none"> - Mögliche Ursachen für vermehrtes Auftreten (Weizenzüchtungen mit hoher Zahl von Glutenpeptiden, verkürzte Teigführung, vermehrte Aufnahme glutenhaltiger Produkte...) - Liste von Symptomen gastrointestinal und extra-intestinal auf Basis einer Studie von Volta et al. (2014) sowie dazugehörige Prävalenz - Komponenten, die Symptome verursachen sind mehrere Bestandteile von Weizen/Gluten (unverdaute Glutenpeptide v.a. Gliadin-Peptide, ATI, Weizenkeim-Agglutinin, Kohlenhydrate, die Fruktane und Galaktane enthalten (FODMAP) - Produkte aus Roggen und Weizen enthalten viel Fruktane und Galakto-Oligosaccharide - Vorschlag Begriff Nicht-Zöliakie-Weizen-Sensitivität anstatt NCGS - Marker zur Diagnose werden aktuell erforscht - Lebensmittel-Challenge ist noch immer sinnvoll - ein Teil der PatientInnen mit NZWS haben multiple Lebensmittel-Hypersensitivitäten
Priyanka, P., Gayam, S. & Kupec, J. T. (2018). The Role of a Low Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides, and Polyol Diet in Non-celiac Gluten Sensitivity.	Review	Überblick über Studien von FODMAP-armen Diäten und deren Ergebnisse bei PatientInnen mit (selbstdiagnostizierter) NCGS: <ul style="list-style-type: none"> - Signifikante Überlappung gastrointestinaler Symptome bei NCGS und RDS - Gluten ruft nur bei etwa 16-30 % der Patienten mit NCGS Symptome hervor - FODMAP sind mit gastrointestinalen und extraintestinalen Symptomen bei NCGS assoziiert.

		<ul style="list-style-type: none"> - Die Rolle doppelblinder, placebokontrollierter Challenge (DBPCC) als Goldstandard zur Diagnose von NCGS wird wegen des hohen Nocebo-Effekts in Bezug auf klinische Relevanz der Ergebnisse in Frage gestellt. - Der Effekt von Gluten gemeinsam mit Fruktanen und anderen Weizenbestandteilen auf Symptome könnte additiv oder sogar synergetisch sein. - Mehrwert durch gleichzeitige Einhaltung einer GFD und FODMAP-armen Diät - Diskussion zu Terminologie in Richtung NZWS
<p>Rej, A., Aziz, I., & Sanders, D. S. (2018). Breaking bread!</p>	<p>Review</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Erklärung zu Gluten und Historie zu Getreidezucht, industrielle Extraktion von Gluten aus Pflanzensamen und Verwendung als Zusatz in der Backindustrie für mehr Elastizität und Stabilität oder als Protein-Supplement in Low-Protein-Lebensmitteln. - Es wird der Begriff NCGS verwendet und Ursache im Zusammenhang mit Gluten gesehen. Bis zu 50 % der Patienten mit NCGS weisen Antigliadin-AK und auch eine Erhöhung der duodenalen, intraepithelialen Lymphozyten auf (korrespondiert mit Marsh-Oberhuber histologic classification). Die Prävalenz scheint höher bei Verwandten 1. Grades von Zöliakiepatienten und Trägern des HLA-DQ2 und/oder DQ8. RDS (Symptome treten bald nach Nahrungsaufnahme auf) wird hingegen mit Weizensensitivität, ATI-Sensitivität, Gluten und WKA in Verbindung gebracht. - Übersicht über Studien zu GFD und FODMAP-armen Diät und deren Auswirkungen auf Patienten mit RDS in einer Tabelle - Steigende Anzahl von Menschen, die freiwillig auf Gluten verzichten als ein Lifestyle-Faktor, was negative Konsequenzen hinsichtlich Nährstoffversorgung (v.a. bei GFD) und auf die Zusammensetzung des Darmmikrobioms (v.a. bei FODMAP-Diät) haben kann (Reduktion der gesamten Bakterienreichhaltigkeit, signifikante Reduktion der luminalen Bifidobakterien nach 4 Wochen, etc.); Probiotika (Nahrungsergänzungsmittel) wirken dem entgegen.

<p>Sandvik, P., Nydahl, M., Kihlberg, I. & Marklinder, I. (2018). Consumers' health-related perceptions of bread - Implications for labeling and health communication. <i>Appetite</i>, 121, 285–293.</p>	<p>Studie zur Untersuchung gesundheitsbezogener Wahrnehmungen von Brot bei KonsumentInnen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Überblick über Gesundheitsbezogene Qualitätseigenschaften, die KonsumentInnen mit Brot assoziieren (n=1134) - Offene Fragen, freitextliche Verbalisierung von gesundheitl. Assoziationen ohne vorformulierte Antwortmöglichkeiten - Bezüglich Aussehen von Brot wird „körnig“, „dunkel“ als gesund angesehen - In Bezug auf Inhaltsstoffe: Ballaststoffe, Vollkorn, Sauerteig (von 14 % der Befragten, v.a. von Frauen), Roggen, Samen, Körner - Sauerteig wird hinsichtl. gesundheitl. Wirkung vorwiegend mit glykämischen Eigenschaften verbunden - Unterschiede hinsichtlich Alter, Geschlecht, Bildungsgrad - Irreführung von KonsumentInnen durch vermutete positive Wirkung aufgrund Nennung Sauerteig oder Roggen auf Verpackung, obwohl Gehalt äußerst gering ist
<p>Schuppan, D. & Gisbert-Schuppan, K. (2018). <i>Tägliches Brot: Krank durch Weizen, Gluten und ATI.</i></p>	<p>Fachbuch</p>	<p>Weizen, Gluten und ATI - eine Einführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geschichte des Weizens - Was ist Gluten? - Was sind ATI? <p>ATI-Sensitivität:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Weizensensitivität und Glutensensitivität: Gibt es so etwas? - Differenzialdiagnosen zur ATI-Sensitivität - Atypische Weizenallergie - FODMAP - Wie wird Weizensensitivität gemeinhin definiert? - ATI stimulieren das angeborene Immunsystem - Zellen des angeborenen Immunsystems wandern aus: die T-Zellaktivierung - Bedeutung der ATI in der Ernährung - Glutenfrei bedeutet nahezu ATI-frei - Weizen- bzw. Glutensensitivität bedeutet eigentlich ATI-Sensitivität - Entdeckung der ATI als Immunstimulatoren: ein Paradigmenwechsel

		<p>Klassische und atypische Nahrungsmittelallergien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Symptome von Nahrungsmittelallergien - Allergietests: Nahrungsmittelallergien sind schwierig zu diagnostizieren - Nahrungsmittelallergien bleiben meist unentdeckt: atypische Allergien - Was sind atypische Nahrungsmittelallergien? - Diagnostik der atypischen Nahrungsmittelallergie
<p>Siepmann, F. B., Ripari, V., Waszczyński, N. & Spier, M. R. (2018). Overview of Sourdough Technology: from Production to Marketing.</p>	<p>Fachartikel</p>	<p>Detaillierte Darstellung der Mikrobenaktivität während Sauerteiggärung Arten der Sauerteigführung Typ I – Spontansäuerung Typ II – Gärung durch Impfung mit Starterkultur Typ III - Typ II Sauerteig getrocknet Typ IV - Mischung aus Typ I und Typ II Sauerteig (Labormaßstab) Mit dem Wachstum von LAB während der Fermentation sinkt der pH-Wert mit nachfolgender Hydrolyse von Stärke und Protein, wodurch das Wachstum von Hefen begünstigt wird. Die Hefe wiederum setzt während der Autolyse Aminosäuren frei, die zum Wachstum von LAB beitragen. Aufgrund dieses synergistischen Wachstums von LAB und Hefen zeigen die aus Sauerteig gewonnenen Produkte eine höhere Aromakonzentration, mehr elastischen Teig und eine längere Haltbarkeit als nur durch Hefe fermentiertes Brot. Verwendung von Sauerteig gibt es nur in einigen Ländern, in denen es auch möglich ist, Sauerteigstarter für den häuslichen Gebrauch in lokalen Supermärkten zu erhalten. Informationen zur Herstellung von Sauerteig, den wichtigsten Faktoren, die diesen komplexen Prozess beeinflussen, sowie die Vorteile der Verwendung von Sauerteig für Backwaren und die weltweit im Handel erhältlichen Sorten von Trocken-Sauer (ausführliche Liste) werden dargestellt.</p>
<p>Struyf, N., Laurent, J., Verspreet, J., Verstrepen, K. J. & Courtin, C. M. (2017).</p>	<p>Studie zur Untersuchung unterschiedlicher Hefe-Kulturen, um ein FODMAP-armes</p>	<p>Weizen enthält relativ viel Fruktane und ist daher eine der Hauptquellen von FODMAP in unserer Ernährung. In dieser Studie wurde eine auf Hefe basierende Strategie entwickelt, um den FODMAP-Gehalt in Vollkornbrot zu senken.</p>

<p>Saccharomyces cerevisiae and Kluyveromyces marxianus Cocultures Allow Reduction of Fermentable Oligo-, Di-, and Monosaccharides and Polyols Levels in Whole Wheat Bread.</p>	<p>Vollkornbrot zu erzeugen</p>	<p>Versuch mit Teigführung mit Inulinase-ausscheidenden Stamm Kluyveromyces marxianus (mit extrazellulärer Fructanase Aktivität) Saccharomyces Cerevisiae (herkömmliche Bäckerhefe) exprimiert Fructanase nicht extrazellulär, aber Fruktane mit einem Polymerisierungsgrad von mehr als 4 können die Zellwand kaum passieren und müssen extrazellulär hydrolysiert werden. Invertase, die von Kluyveromyces marxianus produziert wird, ließ den Fruktan-Gehalt im Endprodukt um mehr als 90% sinken, während bei Verwendung eines Kontrollstamms aus S. cerevisiae nur eine Verringerung von 56% erreicht wurde. Um eine ausreichende CO₂-Produktion sicherzustellen, wurden Co-Kulturen von S. cerevisiae und K. marxianus hergestellt. Daraus entstand Brot mit einem Fruktan-Gehalt von $\leq 0,2\%$ v. Trockengewicht und ein Volumen, das mit dem von Kontrollbrot vergleichbar war.</p>
<p>Volta, U., Caio, G., Karunaratne, T. B., Alaedini, A., & De Giorgio, R. (2017). Non-coeliac gluten/wheat sensitivity: advances in knowledge and relevant questions.</p>	<p>Review</p>	<p>Übersicht über jüngste wissenschaftliche Erkenntnisse zu NCG/WS (Pathomechanismen, klinisches Bild, Symptombewertung, Biomarker, doppelblinde placebo-kontrollierte Studien zur Diagnose und Behandlung).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mangels Biomarker sind Zahlen zur Prävalenz nicht verfügbar (vagen Schätzungen zufolge zwischen 0,6 – 6 %). - Subjektive Verbesserung nach Gluten-/Weizenelimination mag am Placebo-Effekt durch die Diät bei manchen PatientInnen liegen. - Auflistung möglicher Gründe für den Anstieg dieser Erkrankung
<p>Zevallos, V. F., Raker, V., Tenzer, S., Jimenez-Calvente, C., Ashfaq-Khan, M., Rüssel, N., ... Schuppan, D. (2017). Nutritional Wheat Amylase-Trypsin Inhibitors Promote Intestinal Inflammation via Activation of Myeloid Cells.</p>	<p>Studie zur Charakterisierung biologischer Aktivität von ATI in verschiedenen Lebensmitteln und Auswirkung auf intestinale Entzündung bei Mäusen</p>	<p>38 Lebensmittel, darunter glutenhaltige (Weizen, Roggen, Gerste) und glutenfreie (Quinoa, Amaranth, Soja, Linsen, Reis), nicht verarbeitet oder verarbeitet (Pizza, Pasta, Brot, Kekse) wurden ausgewählt, ATI extrahiert und ihre Aktivität in TLR4-responsiven Mäusen bzw. solchen mit induzierter Kolitis untersucht. ATI im Mehlkörper von Pflanzensamen agieren als natürliche Abwehr gegen Parasiten und Insekten und zur Regulierung des Stärke-Metabolismus während der Pflanzentwicklung und Keimung.</p>

		<p>Aufgrund ihrer allgemeinen in Vivo-TLR4-stimulierenden Aktivität und ihres Widerstands gegenüber gastrointestinale Proteolyse sind ATI nicht nur lang-gesuchter nahrungsbedingter Trigger des angeborenen Immunsystems bei Zöliakie, sondern im Verdacht eine viel weitreichendere pathogene Rolle bei NZWS, v.a. in klassischen entzündlichen, metabolischen und autoimmunen Erkrankungen zu spielen. Beim modernen hexaploiden Weizen wurden 10 ATI-Subtypen identifiziert (0,19 und CM3 machen > 50 % aller ATI aus). Unterschiede in TLR4-stimulierender Bioaktivität je nach Getreidesorte - am höchsten im modernen hexaploiden Weizen, Roggen und Gerste, weniger in alten Getreidesorten inklusive Dinkel, eindeutig reduziert in Einkorn.</p> <p>Verarbeitete Lebensmittel (Brot, Couscous, Kekse, ...) haben zwischen 30-50 % weniger Bioaktivität, Pasta wenn in Salzwasser gekocht minus 70 %. ATI in glutenfreien Lebensmitteln (in Buchweizen, Teff, Hirse und Soja bis zu 20% der Aktivität von modernem Weizen) erscheinen aber empfindlicher gegenüber Pepsin/Trypsin-Proteasen im Magen/-Darm-Trakt, was eine geringe TLR4-stimulierende Aktivität zur Folge hat.</p> <p>TLR4-stimulierender Effekt wirkt sich auf alle Darmabschnitte aus. Bei bereits vorherrschender intestinaler Entzündung (bei Unterbrechung intestinaler Homöostase und Barriere-Funktion) haben Nahrungs-ATI einen adjuvanten Effekt bzw. fördern die Entwicklung der angeborenen Entzündung und folglich erworbener Immunreaktion durch größere Anzahl an Makrophagen und dendritischen Zellen in allen Darmabschnitten. NZWS sollte eher als Verschlechterung von bereits bestehender chronischer intestinaler Inflammation oder von extra-intestinalen entzündlichen Erkrankungen charakterisiert werden.</p> <p>Studien notwendig zur Bestimmung der sicheren Schwelle des ATI-Verzehrs, da angeborene ATI-Effekte dosisabhängig sind (im Gegensatz zu Gluten bei Zöliakie oder Weizenallergie). Welche Maßnahmen können getroffen werden, um überschüssige ATI aus Weizen-, Roggen- und Gerstebasierten Produkten zu entfernen?</p>
--	--	--

<p>Ziegler, J. U., Steiner, D., Longin, C. F. H., Würschum, T., Schweiggert, R. M. & Carle, R. (2016). Wheat and the irritable bowel syndrome – FODMAP levels of modern and ancient species and their retention during bread making.</p>	<p>Experimentelle Studie in Kombination mit Review</p>	<p>FODMAP Levels wurde in Vollkornmehl von Brotweizen, Dinkel, Durum, Emmer und Einkorn an jeweils vier verschiedenen Anbauorten in Deutschland mittels High Performance Anionenaustausch-Chromatographie untersucht. Ebenso auch der Gehalt in mittels Hefe zubereitetem Brot aus diesen Mehlen (bei Weizen und Dinkel die typischen Sorten "Tobak" bzw. "Zollernspelz") und unterschiedlichen Teig-Reifezeiten zwischen 1 h, 2,5 h und 4,5 h. Vollkornmehl wurde verwendet, da Kleie wesentlich höhere FODMAP-Gehalte aufweist (v.a. Fruktane). NON-FODMAP-Inhaltstoffe von Weizenmehl: Glucose, Saccharose und Maltose und Spuren von Mannitol, kein Sorbitol, keine Laktose, keine Stachyose <u>Andere Weizen-Spezies:</u> Saccharose war das dominierende Saccharid in allen Weizenspezies; zudem waren die Glucose-Levels durchgängig höher als jene der Fruktose (also keine "Excess-Fruktose", da nur diese wegen möglicher Malabsorption zu den FODMAP zählen würde). Das Galatosyl-Oligosaccharid Raffinose wurde in allen Arten gefunden, keine großen Gehaltsunterschiede; alle fünf untersuchten Getreidesorten enthielten wesentliche Gehalte an Gesamt-Fruktanen. Fruktane und Raffinose sind also die einzigen FODMAP, die im Mehl gefunden wurden. Gibson und Shepherd (2010) empfehlen Dinkelprodukte wegen des geringeren FODMAP-Gehalts, dieser ist aber nicht bedeutend geringer im Mehl (Tobak: 2,45 g/100 g bzw. Zollerspelz 1,53 g/100 g Trockenmasse). Einkorn als alte Weizensorte enthält sogar die meisten FODMAP im Mehl. <u>Einfluss der Verarbeitung beim Brotbacken:</u> Während bei nur 1h-Reifezeit der Gehalt an FODMAP im Vergleich zum Mehl nahezu gleich ist, steigt der Fruktosegehalt wegen der nahezu vollständigen Hydrolyse der Saccharose und auch wegen des teilweisen enzymatischen Abbaus der Fruktane stark an. Da sich die Fruktose nun im Überschuss zur Glucose befindet, zählt der Überschuss zu den FODMAPs. Nach bereits 2,5 h Fermentation sinkt der Fruktose-Überschuss und Fruktan-Konzentration bei Tobak auf 0,42 bzw. 0,40 g/100 g Trockengewicht und sogar noch weiter auf 0,05 bzw. 0,19 g/100 g nach 4,5 h</p>
--	--	--

		<p>Fermentation. Ähnliche Levels bei Zollerspelz erreicht. Insgesamt also eine Abnahme des FODMAP-Gehalts (Fruktose, Fruktane und Raffinose) auf zwischen 29-33 % ihres ursprünglichen Gehalts nach 2,5 h und zwischen 10-23 % nach 4,5 h Reifezeit (FODMAP in frischen Broten mit nur 1h-Teiglockerung enthielten 1,63 g/100 g Frischgewicht bei Brotweizen und 0,93/100 g bei Dinkel) und nach 4,5 h nur noch 0,16 bzw. 0,23 g/100 g) . Die Aktivität der Hefe während der Reifezeit wird für die Reduktion um 40-80 % verantwortlich gemacht (endogene Invertase und Insulinase-Aktivität spielt im Getreide eine geringere Rolle.) Gibson & Shepherd (2010) propagieren verträgliche excess fructose levels in Nahrung und Getränken für IBS-Patienten von weniger als 0,5 g/100 Frischgewicht. Bei nur 1h-Reifezeit enthält ein Weizenbrot excess fructose-levels von 1,01 g/100 g FG. Unabhängig von der verwendeten Weizensorte können mit längeren Reifezeiten > 4 h bei Hefe-basierten Teigen FODMAP-arme Backprodukte erzeugt werden. Diese dürften für IBS-Patienten verträglicher sein, ob dies auch für NZWS zutrifft, ist noch unklar. Akzeptable Aufnahmemengen an FODMAP wurden bisher nicht eindeutig definiert und deshalb basiert der Konsum von kurz oder lang Hefe-gelockertem Brot auf der individuellen Verträglichkeit. Dass Dinkelprodukte oft besser verträglich sind, mag an den traditionellen Rezepten mit üblicherweise längeren Reifezeiten liegen, auch um die schwächere technologische Performance des Dinkels zu kompensieren.</p>
<p>Zhan, Y., Zhan, Y., & Dai, S. (2018). Is a low FODMAP diet beneficial for patients with inflammatory bowel disease? A meta-analysis and systematic review.</p>	<p>Meta-Analyse und systematisches Review</p>	<p>Diverse Belege (2 RCTs und 4 Vorher/Nachher-Studien mit insgesamt 310 PatientInnen), die die nützliche Wirkung einer FODMAP-armen Diät auf gastrointestinale Symptome bei PatientInnen mit RDS unterstützen.</p>

Abkürzungen:

ATI	Amylase/Trypsin-Inhibitoren
AUC	area under the curve
BC	Backhefe-Croissant
DBPCC	double blind placebo controlled challenge
EPS	Exopolysaccharide
FODMAP	Fermentierbare Oligo-, Di- und Monosaccharide und Polyole
FOS	Frukto-Oligosaccharide
GFD	Glutenfreie Diät
GIT	Gastrointestinaltrakt
GOS	Galakto-Oligosaccharide
IBS-SSS	IBS-Symptom Severity Score
NCGS	non-celiac gluten sensitivity
NCG/WS	Nicht-Zöliakie-Gluten/Weizensensitivität
NGD	normal gluten diet

NZWS	Nicht-Zöliakie-(Nicht Weizenallergie)-Weizensensitivität
HMW	high molecular weight
LAB	Laktobazillen
LFB	low FODMAP bread
MRI	Magnetresonanz-Imaging
PG	Polymerisierungsgrad
RCT	randomized controlled trial
RDS	Reizdarmsyndrom
RFB	regular FODMAP bread
RGD	reduced gluten diet
SC	Sauerteig-Croissant
TA	Teigausbeute
TLR4	Toll-like-Rezeptor4
VAS	Visuelle Analogskala
WKA	Weizenkeimagglutinin

Anhang D: Fragebogen

Liebe Kundin, lieber Kunde,

im Rahmen unseres Diätologie-Studiums an der FH St. Pölten möchten wir die Wichtigkeit von gesundheitsfördernden Gütekriterien beim Kauf von Brot untersuchen. Darauf aufbauend können Ansätze für gezieltere Produktinformation entwickelt werden. Die Erhebung der Daten erfolgt völlig anonym und dient rein zu Studienzwecken.



Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung! Sonja Burtscher & Nicole Stark

1) Wie häufig essen Sie Brot?

mehrmals täglich täglich mehrmals wöchentlich seltener als wöchentlich

2) Bitte bewerten Sie die nachfolgenden Kriterien je nach Wichtigkeit für Ihre Brotauswahl:

	sehr wichtig	eher wichtig	nicht wichtig	:	Falls gesundheitliche Aspekte wichtig für Sie sind, welche? (Mehrfachnennung möglich)
Getreidesorte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	⋮	<input type="radio"/> Bio-Qualität
Geschmack/Geruch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	⋮	<input type="radio"/> hoher Ballaststoffanteil/Vollkorn
Beschaffenheit der Kruste/Krume	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	⋮	<input type="radio"/> alte/alternative Getreidesorten
Sichtbare Körner/Samen/Nüsse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	⋮	<input type="radio"/> Natursauerteig
Sauerteig/Hefeteig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	⋮	<input type="radio"/> lange Teigruhezeiten
Haltbarkeit/Frischhaltung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	⋮	<input type="radio"/> ohne chemische Zusätze
Handarbeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	⋮	<input type="radio"/> weizenfrei
Preis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	⋮	<input type="radio"/> hefefrei
Gesundheitliche Aspekte (siehe rechte Spalte)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	⋮	<input type="radio"/> glutenfrei
Sonstige	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	⋮	<input type="radio"/> „low carb“ (Eiweißbrot)
				⋮	<input type="radio"/> vegan
				⋮	<input type="radio"/> sonstige

3) Welches Brot kaufen oder backen Sie am häufigsten und warum genau dieses Brot?

Name oder Beschreibung des Brotes:

Warum?

.....

.....

4) Welche Getreidesorte bevorzugen Sie grundsätzlich bei Brot? (bitte nur eine Antwort ankreuzen)

Roggen Pur/Roggenmischbrot Weizen-/Weizenmischbrot Dinkel sonstige

5) Die Bäckerei Hager stellt Brote auf Basis von langzeitgeführtem Natursauerteig handwerklich her - im Gegensatz zu industriell, teilweise mit Teigsäuerungsmitteln gefertigtem Brot (z.B. aus Selbstbedienung im Supermarkt, Backshops, etc.).

Welches finden Sie besser in Bezug auf...

	Natursauerteigbrot	industriell erzeugtes Brot		weiß nicht
	besser	gleich gut	besser	
... Saftigkeit der Krume	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... aromatischen Geschmack	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Dauer der Haltbarkeit/Frische	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Verträglichkeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

