



UNSER TÄGLICH KORN

Vielfältig. Wertvoll. Schmackhaft.

Impressum

Herausgeber: Kompetenzzentrum für Ernährung (KErn)
an der Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Am Gereuth 4, 85354 Freising
Hofer Straße 20, 95326 Kulmbach
Internet: www.kern.bayern.de

Redaktion: Bereich Ernährungsinformation und Wissenstransfer
Sirka Spreidler, Ingrid Pawellek und Birgit Distler
E-Mail: poststelle@KErn.bayern.de

Unterstützt durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

1. Auflage, August 2017

Fotos: **fotolia, GMF/VDM, DZG, KErn**

© KErn 2017

Bilderverzeichnis:

Titelblatt	fotolia (Composition of various breads © thodonal #96071815)
S. 10	GMF/VDM
S. 36	DZG (glutenfrei-Symbol DE 123-123)
Rezepte	© KErn/Distler

Die mit „© KErn“ gekennzeichneten Fotos können von den Multiplikatoren bzw. Referenten/Innen in stets widerruflicher Weise zeitlich und sachlich beschränkt für Zwecke der Information/Schulung verwendet werden. Die Nutzung darf nur für diese Zwecke und nur nicht-kommerziell erfolgen. Eine Weitergabe an Dritte ist nicht zulässig. Ebenso unzulässig ist jede Form der Um- bzw. Bearbeitung. Die Nutzung darf nur so erfolgen, dass keine Rechte Dritter verletzt werden.

Bei der Nutzung ist stets eine Quellenangabe nach folgendem Muster anzufügen: „Quelle: KErn“

Kompendium: Unser täglich Brot

Vielfältig. Wertvoll. Schmackhaft

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	6
2	ALLGEMEINES	7
2.1	Empfehlungen der DGE zu Kohlenhydraten und Getreideprodukten.....	7
2.2	Getreide in verschiedenen Lebenslagen.....	7
2.3	Getreideproduktion und tatsächlicher Verzehr.....	8
2.4	Definitionen	9
3	WARENKUNDE	10
3.1	Getreide	10
3.1.1	Weizen und Dinkel.....	11
3.1.2	Roggen	12
3.1.3	Hafer	12
3.2	Pseudogetreide	13
3.2.1	Amaranth.....	13
3.2.2	Quinoa	13
3.2.3	Buchweizen.....	14
3.3	Urgetreide.....	14
3.3.1	Einkorn.....	14
3.3.2	Emmer	15
4	QUALITÄT VON GETREIDE(-ERZEUGNISSEN)	16
4.1	Nährwert.....	16
4.1.1	Kohlenhydrate	16
4.1.2	Eiweiß (Protein)	17
4.1.3	Fett.....	18
4.1.4	Ballaststoffe	18
4.1.5	Mikronährstoffe.....	18
4.1.6	Vergleich der einzelnen Getreidearten	18
4.2	Gesundheitswert.....	19
4.2.1	Ballaststoffverzehr und Gesundheit	19
4.2.2	Unverträglichkeiten von Weizen und anderen Getreidearten.....	22
4.2.3	Sekundäre Pflanzenstoffe.....	23
4.2.4	Mykotoxine und andere Umweltkontaminanten.....	24

4.3	Gebrauchswert	26
4.3.1	Verwendungsmöglichkeiten von Getreide	26
4.3.2	Backeigenschaften	28
4.3.3	Mehltypen	30
4.3.4	Brotherstellung	32
4.3.5	Brotsorten	33
4.4	Genusswert	34
4.4.1	Geschmack und Geruch	34
4.4.2	Farbe und äußere Beschaffenheit	34
4.4.3	Textur	35
5	EINKAUF UND LAGERUNG	36
5.1	Kennzeichnung von Weizen und Gluten	36
5.2	Bayerische Spezialitäten aus Getreide (EU-Herkunftszeichen)	38
5.3	Geprüfte Qualität	39
5.4	Bayerisches Bio-Siegel	41
5.5	Lagerung	42
5.5.1	Lagerung von Mehl	42
5.5.2	Lagerung von Brot	42
6	FRAGEN UND ANTWORTEN	44
6.1	Macht Weizen wirklich dick?	44
6.2	Haben gesunde Menschen Vorteile von einer glutenfreien Ernährung?	44
6.3	Kann man mit der Low-Carb-Diät abnehmen?	44
6.4	Ist eine Ernährung nach dem Low-Carb-Prinzip als dauerhafte Ernährung geeignet?	45
6.5	Was steckt hinter der Paleokost (=Steinzeiter Ernährung)?	46
6.6	Welche Getreideprodukte enthalten viel Acrylamid?	47
6.7	Überschreiten die Aluminiumgehalte in Brezen die Höchstmenge?	47
7	REZEPTE	51
8	ZUSAMMENFASSUNG	68
9	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	69
10	LITERATURVERZEICHNIS	71

1 EINLEITUNG

Seit circa 10.000 Jahren werden die ältesten Getreidearten in Vorderasien angebaut und zur Herstellung von Nahrungsmitteln genutzt. Bevor die technischen Möglichkeiten bestanden, Keimling und Randschichten auszusieben, wurden alle Bestandteile des Kornes verwendet, was den heutigen Vollkornprodukten entspricht. Anfangs wurde das Getreide wahrscheinlich von Jägern und Sammlern roh, getrocknet oder am Feuer geröstet verzehrt. Nach gewisser Zeit – d.h. im Anschluss an die Sesshaftwerdung – wurden die Körner auch zerstoßen und zu Brei oder Fladenbrot verarbeitet. Die ältesten Zeugnisse des Brotbackens gehen auf die Hochkultur der Ägypter zurück. Um 2500 v. Chr. kannten die Ägypter bereits die Funktionsweise von Sauerteig, entwickelten Backöfen und stellten mindestens 16 verschiedene Sorten Brot her. Der Anbau von Emmer, einer bespelzten Weizenart, kann bereits bis ins 5. Jahrhundert v. Chr. zurückverfolgt werden.

Die Kunst des Brotbackens gelangte über die Israeliten nach Griechenland und von dort ins Römische Reich. Da der Weizen aufgrund der feuchtkalten, klimatischen Gegebenheiten dort nicht so gut gedieh, wurde der Roggen, der bisher als unkrautartige Wildpflanze galt, für die Brotherstellung entdeckt. Im frühen Mittelalter bildete Getreide bereits die Hauptnahrung. Da Backen teuer war, aß die breite Bevölkerung Brei. Der „Beck“ (kurz für „becker“) oder „Pfister“ (vom lateinischen „pistor“), welcher als freier Bäcker die Arbeit der Leibeigenen oder Klosterknechte im 10. Jahrhundert fortsetzte, buk in der Regel in stadteigenen Öfen. Lange Zeit waren helle Brotsorten aus feinem Mehl ein Statussymbol der Oberschicht während die normale Bevölkerung grobes, dunkles Brot verzehrte. Durch die Weiterentwicklung der Zünfte, wie z.B. der sogenannten „Weiß- oder Schwarzbäcker“, „Lebküchner“ sowie „Hartbäcker“ (=Bäcker von Schiffszwieback in den Hansestädten) vergrößerte sich das Sortiment an Brot und anderen Getreideerzeugnissen immer stärker. Inzwischen sind 3.201 Brotspezialitäten im Brotregister registriert, welche die Bedeutung von Brot als immaterielles Kulturerbe der UNESCO deutlich macht (Hirschfelder, 2005; Zentralverband des Deutschen Bäckerhandwerks e. V. (a), o.J.).

Abgesehen von diesen Backwaren erfreuen sich Getreideerzeugnisse wie Flocken, Dunst, Mehl, etc. auch großer Beliebtheit, wodurch die Rolle von Getreide in der menschlichen Ernährung deutlich wird. Auch in der Ernährungsempfehlung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) stellt die Lebensmittelgruppe Getreide und Erzeugnisse daraus den Hauptanteil dar (DGE (a), 2015).

Doch nicht nur der quantitative Aspekt von Getreide bzw. -erzeugnissen spielt eine wesentliche Rolle in der Ernährung, sondern auch der qualitative Wert. Daher beleuchtet das vorliegende Kompendium Getreide im Hinblick auf den Nähr-, Gesundheits-, Gebrauchs- und Genusswert sowie Einflussfaktoren darauf entlang der Wertschöpfungskette. Der Schwerpunkt liegt dabei auf heimischen Getreidearten, wobei auch Unterschiede zu Pseudogetreide und Urgetreide erläutert werden. Des Weiteren wird das Erzeugnis Brot – aufgrund seines hohen Stellenwertes in Bayern – in seinen verschiedenen Facetten, d.h. Herstellung, Kennzeichnung, Lagerung sowie aktuellen Verbraucherfragen, wie Gluten- und Weizensensitivitäten, behandelt. Abgerundet wird das Kompendium durch einen Rezeptteil, in dem auch Nährwert-Berechnungen und Tipps für die Praxis enthalten sind.

2 ALLGEMEINES

2.1 Empfehlungen der DGE zu Kohlenhydraten und Getreideprodukten

Kohlenhydrate spielen neben den Fetten die wichtigste Rolle zur Deckung des Energiebedarfs in der Ernährung des Menschen und sollten *> 50 % der Energie* liefern, mit einem Schwerpunkt auf komplexen Kohlenhydraten. Insbesondere zugesetzte Zucker sollten nur einen geringen Teil der Kohlenhydrataufnahme ausmachen (DGE (b), 2015).

Im Ernährungskreis der DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) fallen Getreide und Getreideprodukte aufgrund ihrer ähnlichen Zusammensetzung in ein Segment mit Kartoffeln und Kartoffelprodukte. Dieses Segment macht die Basis einer vollwertigen Ernährung aus. Als Orientierungswerte für Erwachsene gelten täglich:

- 4-6 Scheiben (200-300 g) Brot oder
3-5 Scheiben (150-250 g) Brot und 50-60 g Getreideflocken
und
- 1 Portion (200-250 g) Kartoffeln (gegart) oder
1 Portion (200-250 g) Nudeln (gegart) oder
1 Portion (150-180 g) Reis (gegart).

Dabei sollen Produkte aus Vollkorn bevorzugt werden (DGE (a), 2015).

2.2 Getreide in verschiedenen Lebenslagen

Getreide bildet in allen Altersstufen nach den ersten sechs Monaten die Basis einer ausgewogenen Ernährung. Die Lebensmittelauswahl in Schwangerschaft und Stillzeit sollte sich an den Empfehlungen der DGE für gesunde Erwachsene richten. Um den in dieser Zeit gestiegenen Bedarf an Mikronährstoffen bei etwas erhöhtem Energiebedarf gerecht zu werden, sollten Vollkorngetreideprodukte bevorzugt werden.

Nach der Zeit der ausschließlichen Ernährung mit Muttermilch oder Säuglingsmilchnahrung folgen mit der Beikosteinführung auch die ersten Getreidemahlzeiten. Da ein Meiden von häufigen Allergieauslösern (z.B. Weizen) bei allergiegefährdeten Babies im ersten Lebensjahr keinen Schutz vor Allergien bietet, kann glutenhaltiges Getreide bereits mit dem ersten Brei (im 5.-7. Monat) eingeführt werden. Somit ist die vegetarische Alternative zum Gemüse-Kartoffel-Fleisch-Brei in Form eines Gemüse-Kartoffel-Getreide-Breis – am besten in Kombination mit einem Vitamin-C-reichen Saft – möglich. Kleinkinder und Kinder sollten reichlich pflanzliche Lebensmittel aufnehmen. Der Verzehr von Gemüse, Brot und Kartoffeln liegt jedoch bei Kleinkindern und Kindern unterhalb der Empfehlungen. Die Optimierte Mischkost empfiehlt bei Kindern eine Aufnahme von $\geq 50\%$ Vollkornprodukte, die in der Realität nicht erreicht wird (Koletzko, B., et al., 2013; Koletzko, Bauer & Cierpka, 2016; Alexy, Clausen & Kersting, 2008; IN FORM, o.J.; Ernährungskommission der DGKJ, 2014).

Die wichtigste Veränderung des Stoffwechsels im Alter ist die Abnahme des Energiebedarfs. Daher sollten in dieser Zeit besonders Lebensmittel mit höherer Nährstoffdichte wie Gemüse, Obst und Vollkornprodukte bevorzugt werden. Wenn grobe Vollkornprodukte nicht mehr so gut vertragen werden, können Brote aus feingemahlenem Vollkornmehl oder Gerichte aus feinen Getreideflocken als Alternative verwendet werden (DGE (a), 2014).

2.3 Getreideproduktion und tatsächlicher Verzehr

Im Jahr 2015 wurden in Bayern 8.436.000 t Getreide (inkl. Körnermais) geerntet, gut die Hälfte (4.460.000 t) entfiel davon auf Brotgetreide (Weizen und Roggen). Der Selbstversorgungsgrad in Bayern lag im Wirtschaftsjahr 2013/14 für Getreide bei 109 %, für Brotgetreide bei 119 % (LEL & LfL, 2016).

Kohlenhydrate sind die quantitativ wichtigste Energiequelle für den Menschen. Die DGE empfiehlt gesunden Erwachsenen mindestens 50 % ihrer täglichen Energiezufuhr in Form von Kohlenhydraten aufzunehmen. Im Median nehmen Frauen 49 % der Energiezufuhr über Kohlenhydrate auf, Männer 45 %. Beide Geschlechter verfehlen damit die Empfehlungen knapp. Auch werden weniger Lebensmittel auf Getreidebasis verzehrt als von der DGE empfohlen. In allen Bevölkerungsgruppen ist Brot die Hauptquelle für Kohlenhydrate (MRI, 2008). Dies zeigt sich auch darin, dass Brot innerhalb der Lebensmittel auf Getreidebasis die größte Gruppe ausmacht (siehe) (DGE (a), 2015; MRI, 2008).

Tabelle 1: Verzehr von Lebensmitteln auf Getreidebasis in Deutschland sowie Vergleich mit Empfehlung des Kohlenhydratanteils bezogen auf den Energiebedarf (MRI, 2008)

Lebensmittel auf Getreidebasis (g/Tag)	Männer	Frauen
Brot	178	133
Gerichte auf Basis von Brot¹	2	1
Backwaren²	46	33
Getreide und Getreideerzeugnisse³	36	33
Gerichte auf Basis von Getreide und Getreideprodukten⁴	50	40
Gesamter Verzehr	312	240
Verzehrter Kohlenhydratanteil (Median, % der Energie)	45	49
Empfohlener Kohlenhydratanteil (% der Energie)	>50	> 50

¹ z.B. Serviettenkloß

² z.B. Kuchen, Torten, Kekse, Teilchen, pikante Backwaren (Pizza, Zwiebelkuchen)

³ z.B. Getreide und Mehle, Reis, Cerealien (verarbeitet), Müsli (trocken), Teigwaren, Sonstiges (Bulgur, Hirse)

⁴ z. B. Nudelgerichte, Reisgerichte, Klöße, Bratlinge

2.4 Definitionen

Alle **Getreidearten** gehören botanisch gesehen zur Familie der Süßgräser (Poaceae). Bei Quinoa, Amaranth und Buchweizen spricht man von **Pseudogetreide**, da die Samen zwar ähnlich zusammengesetzt sind und verwendet werden wie „echtes Getreide“, die Pflanzen jedoch keine Süßgräser sind (Aufhammer, 2000).

Nach den Leitsätzen für Brot und Kleingebäck gehören zu Getreide die Brotgetreidearten Weizen und Roggen (auch Dinkel) sowie die anderen Getreidearten: Buchweizen, Gerste, Hafer, Hirse, Mais, Reis und Triticale.

Getreideerzeugnisse sind sämtliche Erzeugnisse aus gereinigtem Getreide, welches weiterverarbeitet wurde (z. B. durch Zerkleinern, Quetschen, Fraktionieren, Erhitzen): z. B. Mehl, Backschrot, Vollkornmehl, Vollkornschrot, Grieß und Dunst, Keime, Flocken, Speisekleie.

Getreide-Vollkornenerzeugnisse wie Vollkornmehl und Vollkornschrot enthalten die gesamten Bestandteile der gereinigten Körner einschließlich des Keimlings. Die Körner können jedoch von der äußeren Fruchtschale befreit sein.

Brot wird ganz oder teilweise aus Getreide und / oder Getreideerzeugnissen, meist nach Zugabe von Flüssigkeit, sowie von anderen Lebensmitteln (z. B. Leguminosen-, Kartoffelerzeugnisse) in der Regel durch Kneten, Formen, Lockern, Backen oder Heißextrudieren des Brotteiges hergestellt.

Kleingebäck entspricht i.d.R. den Anforderungen an Brot, wobei das Gewicht des Einzelstücks nicht über 250 g liegt.

Nach der Nationalen Verzehrsstudie nehmen die Deutschen durchschnittlich zwischen 10 und 20 % der Gesamtenergie pro Tag aus **Brot** auf, weshalb dieses Grundnahrungsmittel im Kompendium näher betrachtet wird.

Nach den Leitsätzen für Brot und Kleingebäck wird Brot ganz oder teilweise aus Getreide und/oder Getreideerzeugnissen, meist nach Zugabe von Flüssigkeit sowie von anderen Lebensmitteln (z.B. Leguminosen-, Kartoffelerzeugnisse) in der Regel durch Kneten, Formen, Lockern, Backen oder Heißextrudieren des Brotteiges hergestellt. Brot enthält weniger als 10 Gewichtsteile Fett und/oder Zuckerarten auf 90 Gewichtsteile Getreide und/oder Getreideerzeugnisse. Der Anteil an Getreide und/oder Getreideerzeugnisse muss also mindestens 90 % im Brot ausmachen (Leitsätze für Brot und Kleingebäck, 2005; Verband Deutscher Mühlen, 2013).

3 WARENKUNDE

3.1 Getreide

Der Sammelbegriff Getreide umfasst diejenigen Nutzpflanzen aus der Familie der Süßgräser, die sich durch große Körner auszeichnen. Körner sind einsamige Schließfrüchte, bei denen Samen- und Fruchtwand fest miteinander verwachsen sind. Diese Früchte befinden sich auf den Halmen in Ähren, Rispen oder Kolben. Sofern die Spelze, welche das Korn umgibt, bereits beim Dreschen abfällt, handelt es sich um Nacktgetreide. Im Gegensatz dazu müssen beim Spelzgetreide die Spelzen durch einen separaten Schälvorgang entfernt werden (Ternes, 2008).

Exkurs: Aufbau des Getreidekorns

Jedes Getreidekorn besteht im Prinzip aus drei Teilen:

- **Schale:** Ganz außen ist die Fruchtschale, die mittlere Schicht nennt man Samenschale, und ganz innen am Mehlkörper ist die Aleuronschicht zu finden. Die Schale ist reich an Ballast- und Mineralstoffen.
- **Keimling:** Der Keimling ist relativ fettreich und enthält die Anlage für die neue Pflanze.
- **Mehlkörper:** Dieser enthält vor allem Stärke und Protein. Der Mehlkörper (= Endosperm bei Getreide) ist der größte Teil des Getreidekorns und Bestandteil aller Mehle. Je höher die Mehltpe (s. Kapitel 4.3.3), desto mehr Schalenanteile sind mitvermahlen. Vollkornmehl und Vollkornschrot enthalten das gesamte Getreidekorn (GMF, 2009).

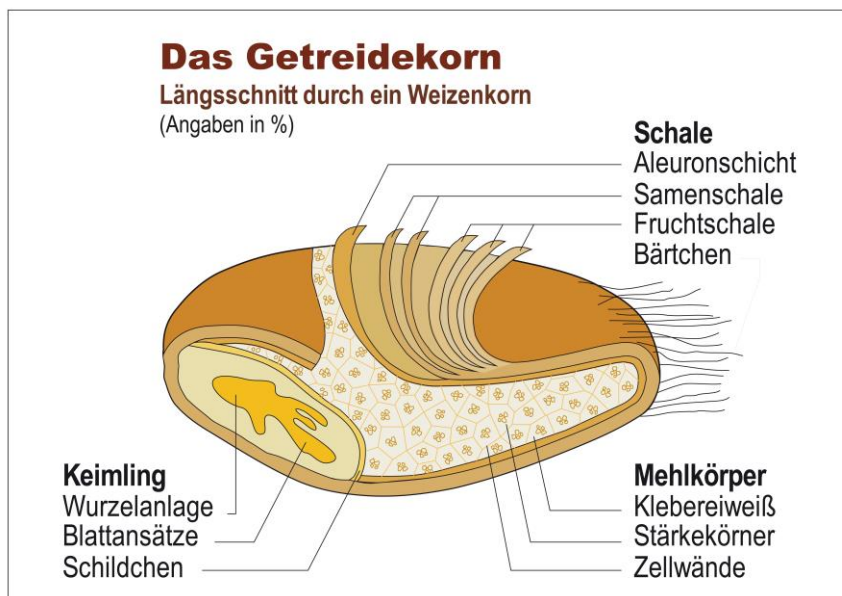


Abbildung 1: Längsschnitt durch ein Getreidekorn

3.1.1 Weizen und Dinkel

Weizen ist die wichtigste Getreideart in Bayern, Deutschland und der Europäischen Union. Die Unterarten des Weizens (botanisch „Triticum“) werden nach der Anzahl ihres Chromosomensatzes eingeteilt. Er liegt bei der Einkornreihe zweifach, bei der Emmerreihe (zu der Hartweizen gehört), vierfach und bei der Dinkelreihe (zu der Weichweizen und Dinkel) gehören, sechsfach vor.

Die ersten Weizensorten im Vorderen Orient waren die Wildformen *Einkorn* und *Emmer* (siehe Kapitel 3.3), welche derzeit eine Art „Renaissance“ erleben. In Deutschland wurde Weizen ab dem Mittelalter nach und nach heimisch, davor war Roggen das vorherrschende Brotgetreide. *Weichweizen* wird überwiegend zur Herstellung von Brot und Backwaren verwendet. Aus *Hartweizen* werden Teigwaren hergestellt.

Weiterhin unterscheidet man zwischen Sommerweizen, der im Frühjahr gesät wird und Winterweizen, dessen Aussaat bereits im Herbst erfolgt. Winterweizen dominiert bei uns den Anbau (95 % Winterweizen zu 5 % Sommerweizen) und bringt deutlich höhere Erträge.

Der Erfolg des Weizens als wichtigstes Brotgetreide lässt sich folgendermaßen begründen:

- Gute Backeigenschaften (Allein-Backfähigkeit)
- Freidrusch: Körner fallen beim Dreschen aus den Spelzen heraus, d.h. es ist kein zusätzlicher Schritt in der Mühle erforderlich.
- Genetische Stabilität: Weizen ist ein Selbstbefruchter, daher bleiben die Sorten im Anbau über Jahre hinweg rein und behalten ihre jeweils typischen Eigenschaften.

(Verband Deutscher Mühlen, 2013; GMF, 2004)

Ebenfalls eine Weizenart ist der *Dinkel*, der seit den 1970er Jahren, insbesondere in der biologischen Landwirtschaft, wieder angebaut wird. Nachteile gegenüber dem Weichweizen sind, dass die Körner fest mit den Spelzen verbunden sind, und daher in der Mühle ein weiterer Arbeitsschritt (Gerbgang) notwendig ist. Dinkel hat zwar einen höheren Proteingehalt als Weichweizen, aber eine schlechtere Kleberqualität und damit weniger gute Backeigenschaften. Die Gehalte an Carotinoiden, Zink und Selen sind etwas höher als im Weichweizen. Im Anbau zeichnet sich Dinkel durch eine gute Winterhärte aus, die Krankheitsanfälligkeit ist ähnlich dem Weichweizen. Konventionell angebaute Dinkel bringt etwas geringere Erträge im Vergleich zu konventionellem Weichweizen. Im ökologischen Landbau ist das Ertragsniveau bei Dinkel ähnlich dem bei Weichweizen. Dinkel wird nicht nur in Brot und Kleingebäck verbacken, sondern auch in Frühstückscerealien, Teigwaren, als gekochte Beilage oder zum Bierbrauen verwendet. Eine Spezialität aus Dinkel ist der Grünkern, welcher vor allem als Bratling oder Suppeneinlage den Speiseplan erweitert. Dazu werden die Dinkelnkörner ca. 2-3 Wochen vor dem Erntezeitpunkt unreif geerntet und gedörnt. Dadurch wird Feuchtigkeit entzogen und die Enzymaktivität gesenkt (Bayerischer Müllerbund (a), o.J.; Miedaner & Longin, 2012).

3.1.2 Roggen

Die ältesten archäologischen Roggenfunde in Deutschland stammen aus dem ersten vorchristlichen Jahrhundert. Im Mittelalter und noch bis in die 1930er Jahre war Roggen das in Deutschland vorherrschende Brotgetreide, erst dann wurde er vom Weizen überflügelt. Weltweit entfällt weniger als 1 % der Getreideerzeugung auf den Roggen, in Deutschland ist er jedoch ein wichtiges Brotgetreide, ohne das die deutsche Brotvielfalt nicht möglich wäre. Im Gegensatz zu Weizen ist Roggen ein Fremdbefruchter und weist damit eine geringere genetische Stabilität auf. Während er gegen die meisten Pilze und Schädlinge relativ unempfindlich ist, kommt ein Befall mit Mutterkorn (s. Kapitel 4.2.4.4) häufiger vor als bei Weizen. Roggen gedeiht besonders gut auf wasser- und nährstoffärmeren Böden, er ist jedoch relativ empfindlich gegenüber Feuchtigkeit vor oder während der Ernte. Durch Aktivierung der Amylase infolge der Feuchtigkeit beginnt sich die Stärke im Korn bereits abzubauen (Auswuchs), was zu einer schlechteren Mehl- und Backqualität führt. Ein weiterer Unterschied gegenüber dem Weizen ist, dass zwar Kleberproteine vorhanden sind, diese durch Anwesenheit von Pentosanen (Schleimstoffen) aber kein Klebergerüst aufbauen können. Die Backfähigkeit von Roggen beruht somit vorwiegend auf den Pentosanen, die zur optimalen Wasserbindungsfähigkeit ein saures Milieu benötigen. Deshalb und um die Aktivität der Amylasen zu reduzieren, ist bei einem Roggenanteil ab 30 % eine Sauerteigführung notwendig. Vorteile des Roggens gegenüber dem Weizen sind neben seiner anspruchslosigkeit der kräftige Geschmack und der z.T. höhere Mineralstoff- und Vitamingehalt (siehe auch Tabelle 14) (GMF, 2004; Bayerischer Müllerbund (b), o.J.).

3.1.3 Hafer

Das wohl auffälligste Merkmal des Hafers ist sein Fruchtstand, der im Gegensatz zu den anderen Getreidearten keine Ähre sondern eine verzweigte Rispe darstellt. Hafer wird fast ausschließlich als Sommergetreide in Mittel-, Ost- und Nordeuropa angebaut. Er ist relativ krankheitsresistent und wenig anspruchsvoll an den Boden. Aufgrund seiner im Vergleich zu Weizen und Roggen geringen Erträge, den schlechten Backeigenschaften und dem zusätzlich notwendigen Arbeitsschritt zum Entfernen der Spelzen spielt sein Anbau eine untergeordnete Rolle. Hafer findet hauptsächlich Verwendung als Viehfutter, ist aber in der menschlichen Ernährung zumeist in Form von Flokken eine Bereicherung. Hafer ist relativ fettreich mit einem hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren, enthält B-Vitamine und ist reich an Magnesium, Calcium, Eisen und Zink (siehe Tabelle 14 auf der Seite 48). Das Protein ist leicht verdaulich und hat durch den hohen Lysingehalt eine hohe biologische Wertigkeit. Der hohe Anteil an löslichen Ballaststoffen (v. a. die sogenannten β -Glucane) in Hafer erhöht zusätzlich den Gesundheitswert dieser Getreideart (siehe auch Kapitel 4.2.1). Hafer ist aufgrund dieser schleimbildenden Ballaststoffe als Kranken- und Schonkost bekannt und beliebt (GMF, 2004).

3.2 Pseudogetreide

Als Pseudogetreide bezeichnet man stärkereiche Samen von Pflanzenarten, die nicht wie das echte Getreide zu den Süßgräsern zählen, sondern zu verschiedenen Pflanzenfamilien. Allen gemeinsam ist, dass sie kein Gluten enthalten, weshalb sie für Patienten mit Zöliakie oder Weizensensitivität geeignet sind, die Backfähigkeit jedoch bisher einschränkt ist. Aufgrund der hohen Nährstoffgehalte sind Pseudogetreidearten ernährungsphysiologisch gesehen wertvoll.

3.2.1 Amaranth

Amaranth zählt zu den ältesten Nutzpflanzen der Menschheit. Seine Heimat ist Zentral- und Südamerika, dort galt er bei den Inkas, Azteken und Mayas als heilig. Amaranth gehört zur Familie der Fuchsschwanzgewächse. Er ist eine einjährige Kulturpflanze, dessen Blütenstände als Rispen bezeichnet werden. Sowohl die Blüten als auch die Körner können unterschiedlich gefärbt sein. Die winzig kleinen Samen können geröstet, gepoppt oder zu Flocken, Müsli, Suppen und Süßspeisen (weiter-)verarbeitet werden. Zum Backen eignet sich Amaranthmehl aufgrund des fehlenden Kleberproteins nur begrenzt, eine Beimischung von bis zu 20 Prozent in Weizenmehl erhöht das Wasserhaltevermögen im Brot.

Aus Sicht der Nährstoffe ist das Protein mit hoher biologischer Wirksamkeit, der hohe Anteil an ungesättigten Fettsäuren, Mineralstoffen (insbesondere von Calcium und Magnesium) und Spurenelementen (v.a. Eisen) hervorzuheben (siehe auch Tabelle 14 auf der Seite 48). Allerdings ist Amaranth auch reich an antinutritiven Stoffen (z.B. Gerbstoffe, Saponine, Oxalate und Phytate). Durch technologische Verfahren während der Reinigung sowie durch Erhitzung wird der Gehalt dieser Stoffe reduziert. (Miedaner & Longin, 2012; DGE (a), 2016).

3.2.2 Quinoa

Quinoa – auch Reismelde genannt – ist ein Gänsefußgewächs (Unterfamilie der Fuchsschwanzgewächse). Dieses Pseudogetreide gedeiht auf über 4000 m in den Anden genauso wie in Europa. Die Samen sind etwas größer als bei Amaranth und bieten ähnliche Verwendungsmöglichkeiten wie letztgenanntes Pseudogetreide. Quinoa ist reich an Calcium, Magnesium, Eisen und Zink, enthält verschiedene Vitamine der B-Gruppe und Vitamin E. Das enthaltene Protein ist durch den hohen Lysingehalt von hoher biologischer Wertigkeit, außerdem enthält Quinoa viele ungesättigte Fettsäuren (siehe Tabelle 14 auf der Seite 48). An antinutritiven Inhaltsstoffen spielen in Quinoa vor allem die Saponine eine Rolle, die sich jedoch durch gründliches Wässern oder Polieren der Körner stark reduzieren lassen. Dennoch wurde von der FAO (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen) und WHO (Weltgesundheitsorganisation) vereinbart, einen internationalen Standard zu erarbeiten so dass künftig nur Produkte, deren Saponingehalt unter einem definierten Grenzwert liegt, gehandelt werden dürfen (DGE (a), 2016; Miedaner & Longin, 2012).

3.2.3 Buchweizen

Buchweizen stammt ursprünglich aus Asien und gehört zur Familie der Knöterichgewächse. Aufgrund seiner geringen Ansprüche an Boden und Klima gedeiht er auch bei uns problemlos. Der Name kommt von der dreieckigen Form, die an Bucheckern erinnert. Auch das Protein des Buchweizens hat eine hohe biologische Wertigkeit und enthält kein Gluten. Buchweizen ist reich an B-Vitaminen und den Spurenelementen Eisen und Zink (siehe auch Tabelle 14 , S. 48**Fehler! Textmarke nicht definiert.**). Erwähnenswert ist auch der Gehalt an Polyphenolen und Flavonoiden (Rutin), welche antioxidativ und antibakteriell wirken.

Buchweizen wird vorwiegend als Mehl zum Beispiel zur Herstellung von Pfannkuchen oder Beimischung zu Brot verwendet, er eignet sich aber auch für Bratlinge, Brei oder Grütze. Das Pseudogetreide wurde im Codex-Standard für Getreidebreikost der Codex Alimentarius Kommission der WHO und FAO zugelassen. Der Gehalt an antinutritiven Inhaltsstoffen ist gering. (TFZ, 2011; DGE (a), 2016; Miedaner & Longin, 2012).

3.3 Urgetreide

Als Urgetreide werden hauptsächlich die beiden Weizenvorfahren Emmer und Einkorn bezeichnet, teilweise wird auch Dinkel dazugezählt. Allen gemeinsam ist, dass sie aus ernährungsphysiologischer Sicht gegenüber dem Weizen gewisse Vorteile aufweisen können und daher in den letzten Jahren wieder verstärkt angebaut werden. Die Verarbeitungseigenschaften, insbesondere die Backfähigkeit, bleiben jedoch weit hinter dem Weizen zurück.

In den nächsten Jahren könnten bisher unbekanntere Getreidearten, wie z.B. Hirse, Staudenroggen, mehrjähriges Weizenras, bunte Weizenformen oder auch Kamut, auf Grund von ernährungsphysiologischen Vorteilen, der Biodiversität oder neuer Marktpotenziale wichtiger werden (Miedaner & Longin, 2012).

3.3.1 Einkorn

Einkorn ist ein züchterisch wenig bearbeiteter Vorfahre des Weizens. Das Spelzgetreide wird vor allem auf Flächen, auf welchen nur eine extensive Bewirtschaftung möglich ist, angebaut. Obwohl es das Kleberprotein Gluten enthält, ist die Backfähigkeit deutlich schlechter als bei Weizen, Dinkel und Emmer. Einkorn enthält hohe Mineralstoff- und Vitamingehalte sowie sekundäre Pflanzenstoffe. Besonders zu erwähnen ist der hohe Gehalt an Zink, Selen und Tocopherolen. Ein hoher Carotinoidanteil (v.a. von Lutein, das eine wichtige Rolle bei der Verhinderung der altersbedingten Netzhautdegeneration spielt) verleiht Einkorngebäck eine gelbliche Farbe. Einkorn hat einen intensiv nussigen Geschmack und wird vorwiegend als Beimischung zu Brot oder Teigwaren verwendet, um diese geschmacklich, farblich und ernährungsphysiologisch aufzuwerten (Köhler & Andersen, 2016; Miedaner & Longin, 2012).

3.3.2 Emmer

Emmer ist ein züchterisch kaum bearbeiteter Vorfahre des Weizens. Im Vergleich zu Weizen sind die Erträge, aber auch die Ansprüche an Klima und Boden geringer. Dadurch kann das Spelzgetreide eine Alternative für den biologischen Anbau oder den Anbau auf extensiv bewirtschafteten Flächen darstellen. Emmer hat einen hohen Proteingehalt und weist je nach Sorte ähnliche bzw. bessere Backeigenschaften als Dinkel auf. Er ist ebenfalls wie Einkorn reich an Selen, Tocopherolen und Carotinoiden. Emmer wird aufgrund seiner Backeigenschaften zur Brot- und Teigwarenherstellung genutzt und bietet durch seine würzige Note neue Geschmackserlebnisse (Köhler & Andersen, 2016; Miedaner & Longin, 2012).

4 QUALITÄT VON GETREIDE(-ERZEUGNISSEN)

4.1 Nährwert

4.1.1 Kohlenhydrate

Die Gruppe der Kohlenhydrate setzt sich aus verschiedenen Substanzklassen zusammen: Mono-saccharide (Glucose, Fructose und Galactose), Disaccharide (Saccharose, Lactose, Maltose) und Polysaccharide (komplexe Kohlenhydrate, z.B. Amylose, Amylopektin). Getreide und Getreideprodukte liefern hauptsächlich Polysaccharide (Stärke).

Die Getreidestärke ist im Endosperm in Form von Stärkekörnern eingelagert und besteht aus ca. 20-40 % Amylose (lineare Stärke) und 60-80 % Amylopektin (verzweigt-kettige Stärke) (Rimbach, Nagursky & Erbersdobler, 2015), bei Weizen beispielsweise 25 % Amylose und 75 % Amylopektin (Arendt & Zannini, 2013). [Neben den Speicherkohlenhydraten ist im Endosperm der Getreidekörner auch Protein enthalten. Das Endosperm stellt somit das Nährgewebe der Samen dar, das den Keimling umgibt und wird bei den Getreidepflanzen auch als Mehlkörper bezeichnet.]

Die Hauptquelle für komplexe Kohlenhydrate bei Männern und Frauen stellt Brot dar; weitere Quellen sind Getreideerzeugnisse und Kartoffeln (MRI, 2008). Eine hohe Kohlenhydratzufuhr verbunden mit einer niedrigen Zufuhr von gesättigten Fettsäuren bzw. Gesamtfett führt einerseits zu einer Senkung der Konzentration des Gesamt-, LDL (low density lipoprotein)- sowie des HDL (high density lipoprotein)-Cholesterols. Andererseits erhöht diese Ernährungsweise – unabhängig von der Qualität der Fettsäuren – die Triglyceridkonzentration. Eine hohe Kohlenhydratzufuhr zu Lasten von mehrfach ungesättigten Fettsäuren bewirkt eine Steigerung des Gesamt- und LDL-Cholesterols sowie eine Senkung des HDL-Cholesterols. Für weitere Zusammenhänge zwischen der Gesamtkohlenhydratzufuhr und dem Risiko ernährungsmitbedingter Krankheiten gibt es derzeit keine ausreichende Evidenz oder es wurden keine Zusammenhänge festgestellt (DGE (a), 2011).

Exkurs: Glykämischer Index (GI)

Der *glykämische Index (GI)* eines kohlenhydrathaltigen Lebensmittels beschreibt dessen blutzuckersteigernde Wirkung, wobei diese Wirkung stark von weiteren Faktoren, wie z.B. der Zusammensetzung der Mahlzeit oder der Zubereitung des Lebensmittels abhängt. Der GI ist definiert als Maß des Blutzuckeranstiegs nach Verzehr von 50 g verwertbaren Kohlenhydraten eines Lebensmittels im Verhältnis zum Blutzuckeranstieg nach Verzehr von 50 g Glukose (GI= 100 als Referenzwert). Als *glykämische Last (GL)* wird das Produkt des GI und der Grammmenge der verfügbaren Kohlenhydrate pro Lebensmittelportion, dividiert durch 100, definiert. Somit berücksichtigt die GL nicht nur die Qualität der Kohlenhydrate, sondern auch die Lebensmittelportion.

Der Zusammenhang zwischen GI bzw. GL und der Entwicklung ernährungsmitbedingter Krankheiten kann aus wissenschaftlicher Sicht bisher nicht eindeutig belegt werden (Hauner, 2006).

4.1.2 Eiweiß (Protein)

Obwohl in Getreide nur rund 10 % Eiweiß enthalten sind, decken Getreideprodukte aufgrund der hohen Verzehrsmenge einen beachtlichen Teil des Proteinbedarfs des Menschen ab. Insbesondere aus Brot werden fast 15 % der täglichen Proteinzufuhr aufgenommen (MRI, 2008). Getreideproteine umfassen einerseits sogenannte metabolische Proteine (Albumine und Globuline), die Funktionen während der Kornentwicklung innehaben und sich deshalb im Keimling und in den Aleuronzellen befinden. Andererseits gehören zu ihnen die Speicherproteine (Prolamine und Gluteline), die rund 70-80 % des Kornproteins ausmachen und im Endosperm vorkommen. Insbesondere das Gluten, das Kleberprotein des Weizens, spielt in der Backtechnologie und aktuell auch in der Diskussion um die gesundheitliche Wirkung des Weizens eine zentrale Rolle (Scherf & Köhler, 2016). Die biologische Wertigkeit der Proteine wird für Weizen mit 59, für Mais mit 72 und für Reis mit 82 angegeben. Damit liegt sie deutlich unter vielen tierischen Produkten (z.B. Vollei 100) (Biesalski, 2010).

Die limitierende Aminosäure in Getreideprodukten ist Lysin, auch der Gehalt an Threonin ist sehr gering. Durch Kombination mit Hülsenfrüchten, die zumeist hohe Lysingehalte aufweisen, lässt sich die biologische Wertigkeit verbessern (siehe Tabelle 2: Gehalte an essentiellen Aminosäuren in Getreide).

Tabelle 2: Gehalte an essentiellen Aminosäuren in Getreide (Souci, Fachmann, Kraut, 2016)

	Weizen	Dinkel	Roggen	Hafer	Linzen
Essentielle Aminosäuren (mg/100 g)					
Lysin	380	449	400	495	1890
Methionin	220	318	140	190	220
Threonin	430	609	360	424	1120
Isoleucin	540	683	390	468	1190
Valin	620	844	530	642	1390
Leucin	920	1234	670	870	2110
Phenylalanin	640	939	470	605	1400
Tryptophan	150	k.A.*	110	190	250
Histidin	280	444	190	225	710
Bedingt essentielle Aminosäuren (mg/100 g)					
Tyrosin	410	586	230	424	840
Cystein	290	414	190	323	250

k.A.=keine Angaben

Hinweis: Durch gezielte Kombination der „proteinärmeren“ Getreidearten mit den „proteinreicheren“ Hülsenfrüchten kann die Biologische Wertigkeit verbessert werden. „Proteinärmer“ bezieht sich sowohl auf den gesamten Eiweißgehalt als auch auf die Gehalte an (bedingt) essentiellen Aminosäuren.

4.1.3 Fett

Der Fettgehalt von Getreide ist – mit Ausnahme des Hafers – eher gering. Die Fette befinden sich hauptsächlich im Keimling und in den Aleuronzellen, gebunden an Kohlenhydrate und Proteine. Den höchsten Anteil haben die Linol- und die Ölsäure. Neben Triglyceriden enthalten Getreidekörner auch Phospho- und Glykolipide und Sterole (Rimbach, Nagursky, & Erbersdobler, 2015).

4.1.4 Ballaststoffe

Ballaststoffe werden nach ihrer Löslichkeit in Wasser in unlösliche (Zellulose, Hemizellulose und Lignin) und lösliche Ballaststoffe (z.B. Pektine, Beta-Glukane, Meeresalgenextrakte [z.B. Carrageen], Samenschleime [z.B. Johannisbrotkernmehl], Pflanzenexsudate [z.B. Gummi arabicum]) eingeteilt. Während in den Randschichten des Getreidekorns solche Ballaststoffe zu finden sind, die sich nicht in Wasser lösen, überwiegen im Endosperm lösliche Ballaststoffe. Das Endosperm von Getreidekörnern ist der sogenannte „Mehlkörper“ (Schulze-Lohman, 2012). Tabelle 14 auf der Seite 48 zeigt, dass Weizen und Roggen besonders ballaststoffreich sind, während Reis einen geringen Ballaststoffgehalt aufweist. Hafer und Gerste beinhalten einen hohen Gehalt an Beta-Glukan, dessen Wert für die Gesundheit in Kapitel 4.2.1 näher erläutert wird (UGB, 2005).

Aufgrund der überwiegend präventiven Wirkungen empfiehlt die DGE eine Ballaststoffaufnahme von 30 g/Tag (DGE (b), 2015). Etwa 68 % der Männer und 75 % der Frauen in Deutschland erreichen diese Empfehlungen nicht. Brot macht für beide Geschlechter mit über 30 % die Hauptquelle für Ballaststoffe aus (MRI, 2008).

4.1.5 Mikronährstoffe

An Vitaminen findet man in Getreide hauptsächlich B-Vitamine, Vitamin E und das Provitamin A (β -Carotin) (siehe auch Tabelle 14 auf der Seite 48). Bei den Mineralstoffen dominiert Kalium, der Gesamtgehalt liegt zwischen 1,5 und 4 %, abhängig von der Getreideart, der Korngröße und der Düngung. Die Mikronährstoffe sind überwiegend im Keimling und in den Aleuronzellen gespeichert, weshalb Vollkornprodukte höhere Gehalte an diesen Nährstoffen aufweisen. Der Vitamin Gehalt vermindert sich unter optimalen Lagerbedingungen nur geringfügig, steigt jedoch durch Ankeimen zum Teil beträchtlich (siehe 4.3.1.3) (Seibel, 2005).

4.1.6 Vergleich der einzelnen Getreidearten

Ein Blick auf Tabelle 14 auf der Seite 48 zeigt, dass bei allen Getreidearten Kohlenhydrate und Eiweiß bei den Hauptnährstoffen dominieren. Einen relativ hohen Fettgehalt hat Hafer, gefolgt von Mais und Hirse. Von den Pseudogetreidearten sind Amaranth und Quinoa relativ fettreich. Der Ballaststoffgehalt liegt bei allen Getreidearten zwischen 6,9 und 13,4 g/100 g; nur Reis hat mit 2,2 g/100 g einen geringeren Fasergehalt. Hohe Gehalte an B-Vitaminen kann Hafer aufweisen, die fettlöslichen Vitamine A (in Form von β -Carotin) und E finden sich vor allem in Mais. Kaliumreich ist insbesondere Roggen, während der höchste Magnesiumgehalt in Dinkel zu finden ist.

Eisenreich sind Hafer, Hirse und Amaranth, wobei generell die schlechtere Bioverfügbarkeit von Eisen aus pflanzlichen Lebensmitteln zu beachten ist.

Da Mehl und Getreideprodukte wichtige Grundnahrungsmittel in den meisten Ländern der Erde darstellen, bieten sie sich zur Anreicherung mit „kritischen Nährstoffen“ (d.h. Nährstoffe, deren Aufnahme innerhalb der Bevölkerung häufig ungenügend ist) an. In den USA sowie in vielen weiteren Ländern ist die Anreicherung von standardisierten Mehlen beispielsweise mit Folsäure und Eisen verpflichtend und führte dort zu einem signifikanten Rückgang der Neuralrohrdefekte (offener Rücken von Neugeborenen) und des Homocysteinspiegels sowie der Sterblichkeit durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Auch die Häufigkeit der Eisenmangelanämie bei Frauen und Kindern sind niedriger als in Deutschland (FFI, 2016).

Bei der Betrachtung von Folsäure ist zu bedenken, dass durch eine Anreicherung von Mehl und dem damit einhergehenden besseren Versorgungsstatus ein Vitamin-B12-Mangel vor allem bei älteren Personen verschleiert werden könnte sowie bei reichlicher Aufnahme anderer Folsäureangereicherter Lebensmittel auch eine Überdosierung möglich ist. Im Falle von Eisen ist unklar, ob durch eine Mehlanreicherung die Bevölkerungsgruppen „Kinder“ und „junge Frauen“, in denen die Aufnahme des letztgenannten Nährstoffes eher unzureichend ist, ausreichend versorgt werden könnten, ohne anderen Bevölkerungsgruppen zu viel Eisen zuzuführen (Großklaus, 2010). Die verpflichtende oder freiwillige Anreicherung von Mehl wird deshalb in Deutschland (noch) nicht praktiziert.

4.2 Gesundheitswert

4.2.1 Ballaststoffverzehr und Gesundheit

4.2.1.1 Gesundheitswirkungen von Ballaststoffen

Ballaststoffe sind Bestandteile pflanzlicher Lebensmittel, die vom menschlichen Enzymsystem nicht abgebaut werden können. Wasserunlösliche Ballaststoffe, welche im Getreide überwiegen, wirken vorzugsweise als Quell- und Füllstoffe im Darm. Sie sorgen damit für eine erhöhte Viskosität des Speisebreis, ein längeres Sättigungsgefühl, eine Erhöhung des Stuhlolumens und eine zügige Darmentleerung. Die wasserlöslichen Ballaststoffe dienen nach Fermentation durch Dickdarmbakterien der Energieversorgung in den Dickdarmschleimhautzellen (Energiegehalt: etwa 2 kcal/g). Dabei werden Butyrat und andere kurzkettige Fettsäuren gebildet. Bei einem Mangel an Butyrat im Dickdarm erhöht sich der Übertritt von Bakterien und Giftstoffen vom Darmlumen ins Blut, wodurch das Krebsrisiko steigt. Eine weitere positive Gesundheitswirkung, die Ballaststoffen zugeschrieben werden, ist die Bindung und damit die Ausscheidung von Gallensäuren. Um Gallensäuren erneut zu bilden, wird Cholesterin verwendet, wodurch die Blutcholesterinkonzentration sinkt. Ferner werden die Cholesterinabsorption im Darm und die Cholesterinsynthese in der Leber gehemmt. Des Weiteren binden Ballaststoffe Ammoniak, das bei einem hohen Eiweißverzehr gebildet wird, weshalb mehr Stickstoff über den Darm ausgeschieden wird. Dadurch können Leber und Niere entlastet werden (Schulze-Lohman, 2012).

Durch eine hohe Aufnahme von Ballaststoffen im Allgemeinen bzw. durch den Verzehr von ballaststoffreichen Vollkornprodukten im Speziellen, kann somit das Risiko insbesondere für Adipositas, Bluthochdruck und koronare Herzkrankheit reduziert werden. Während für die Lebensmittelgruppe Brot und Brötchen kaum Studien zum Zusammenhang mit ernährungsmitbedingten Krankheiten existieren, stuft die DGE aufgrund der Studienergebnisse Vollkorngetreide als risikosenkend ein. Für Krebskrankheiten und kardiovaskuläre Krankheiten senkt der Verzehr von Vollkorngetreide wahrscheinlich das Risiko. Mit überzeugender Evidenz, d.h. mit empirisch erbrachtem Nachweis, verringert sich das Risiko für Diabetes mellitus Typ II durch die Aufnahme von Vollkorngetreide (DGE (a), 2011; DGE (b), 2016).

Bei einer hohen Ballaststoffaufnahme vermindert sich einerseits die Resorption wichtiger Mikronährstoffe (z.B. Calcium, Eisen), andererseits sind Lebensmittel mit einem hohen Ballaststoffgehalt auch reich an Mineralstoffen und Spurenelementen, so dass sich die verminderte Resorption wieder ausgleicht. Sofern der Ballaststoffgehalt in der Nahrung – beispielsweise infolge einer Ernährungsumstellung – deutlich erhöht wird, kann es vorübergehend zu erhöhter Gasbildung (Völlegefühl, Blähungen) kommen. Dies lässt sich durch eine allmähliche Steigerung der verzehrten Ballaststoffmenge vermeiden bzw. verbessern (Schulze-Lohman, 2012).

Um die Ballaststoffgehalte in Lebensmitteln besser einschätzen bzw. vergleichen zu können, erlaubt die Health-Claims-Verordnung folgende Angaben (Verordnung (EG) Nr. 1924/2006, 2006):

- Die Angabe, ein Lebensmittel sei eine *Ballaststoffquelle*, sowie jegliche Angabe, die für den Verbraucher voraussichtlich dieselbe Bedeutung hat, ist nur zulässig, wenn das Produkt mindestens 3 g Ballaststoffe pro 100 g oder mindestens 1,5 g Ballaststoffe pro 100 kcal enthält.
- Die Angabe, ein *Lebensmittel habe einen hohen Ballaststoffgehalt*, sowie jegliche Angabe, die für den Verbraucher voraussichtlich dieselbe Bedeutung hat, ist nur zulässig, wenn das Produkt im Fall von festen Lebensmitteln mindestens 6 g Ballaststoffe pro 100 g oder im Fall von flüssigen Lebensmitteln mindestens 3 g Ballaststoffe pro 100 kcal enthält.

Des Weiteren erlaubt die Health-Claims-Verordnung (EU-Verordnung 1924/2006) unter bestimmten Bedingungen gesundheitsbezogene Aussagen für den wasserlöslichen Ballaststoff *β-Glucan*, der vor allem in Hafer und Gerste vorkommt. *β-Glucane* binden auf der einen Seite Gallensäuren im Dünndarm und fördern somit ihre Ausscheidung und Neubildung. Da Gallensäuren Cholesterin enthalten, wird durch die Aufnahme von *β-Glucanen* der Blutcholesterinspiegel gesenkt. Dies darf nach der Health-Claims-Verordnung auf den entsprechenden Lebensmitteln folgendermaßen beworben werden: „*β-Glucane* tragen zur Aufrechterhaltung eines normalen Cholesterinspiegels im Blut bei“. Die Auslobung darf nur für Lebensmittel gelten, die mindestens 1 g *β-Glucan* aus Hafer, Gerste, Hafer- oder Gerstenkleie bzw. aus Gemischen dieser Getreideerzeugnisse je angegebene Portion enthalten. Zusätzlich muss der Verbraucher unterrichtet werden, dass sich die positive Wirkung bei einer täglichen Aufnahme von 3 g *β-Glucan* aus Hafer einstellt.

Auf der anderen Seite darf auch der Effekt der *β-Glucane* auf den Blutzuckerspiegel nach der Health-Claims-Verordnung auf den entsprechenden Lebensmitteln wie folgt angegeben werden: „Die Aufnahme von *β-Glucanen* aus Hafer oder Gerste als Bestandteil einer Mahlzeit trägt dazu bei, dass der Blutzuckerspiegel nach der Mahlzeit weniger stark ansteigt.“ Diese Angabe darf nur

für Lebensmittel verwendet werden, die mindestens 4 g β -Glucan je 30 g verfügbarer Kohlenhydrate in einer angegebenen Portion als Bestandteil einer Mahlzeit enthalten (Verordnung (EU) Nr. 432/2012, 2012; EFSA, 2009; EFSA, 2011).

4.2.1.2 Ballaststoffverzehr in der Praxis

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung empfiehlt eine Ballaststoffaufnahme von ≥ 30 g pro Tag. Da die einzelnen Ballaststoffkomponenten unterschiedliche Wirkungen im Organismus haben, sollten sowohl Ballaststoffe aus Vollkorngetreide (überwiegend unlöslich) als auch aus Gemüse, Obst und Kartoffeln (überwiegend löslich) aufgenommen werden (DGE (b), 2015). Laut NVS (Nationale Verzehrsstudie) II wird der D-A-CH-Referenzwert von 75 % der Frauen und 68 % der Männer nicht erreicht (MRI, 2008). [Der Begriff „D-A-CH“ steht für die drei Länder Deutschland (D), Österreich(A) und Schweiz (CH), deren Fachgesellschaften die Referenzwerte gemeinsam herausgeben]. Eine Erhöhung des Ballaststoffanteils in der Ernährung ist deshalb in jedem Falle anzustreben. Da Vollkornprodukte sowie Nüsse, Trockenfrüchte und Hülsenfrüchte im Vergleich zu Weißmehlprodukten, vielen Obst- und Gemüsearten sowie Kartoffeln einen deutlich höheren Ballaststoffgehalt aufweisen, kann durch geschickte Lebensmittelauswahl im Allgemeinen sowie Verwendung der Vollkorn-Variante bei Getreideprodukten im Speziellen die Ballaststoffaufnahme deutlich gesteigert werden. Auf diese Weise können die D-A-CH-Referenzwerte erreicht bzw. überschritten werden (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Gezielter Austausch bestimmter Lebensmittel zur Erhöhung des Ballaststoffgehalts (beispielhafter Tagesplan (verändert nach (DGE, 2012); Prodi 6.6)

Mahlzeit	Lebensmittel mit	Bst. [g]	Lebensmittel-Alternative mit	Bst. [g]
Frühstück	2 Scheiben Toastbrot à 25 g	1,5	1 Scheibe Vollkornbrot à 50 g	4,1
	1 kleiner Apfel (100 g)	2,0	Heidelbeeren (100 g)	4,9
Snack	100 g Weintrauben	1,6	1 Birne (100 g)	2,8
Mittagessen	150 g Fleisch	0	150 g Fleisch	0
	200 g Blumenkohl	5,8	200 g Rosenkohl	7,8
	200 g Nudeln	3,8	200 g Vollkornnudeln	10,2
	1 Schälchen Götterspeise (150 g)	0	1 Schälchen rote Grütze (150 g)	2,5
Snack	Butterkekse (30 g)	1	Vollkornkekse (30 g)	2,3
Abendessen	2 Scheiben Mischbrot à 50 g	4,3	2 Scheiben Vollkornbrot à 50 g	8,1
	2 Gewürzgurken à 50 g	0,8	½ Paprika (100 g)	3,6
„TV-Snack“	50 g Kartoffelchips	2,1	50 g Haselnüsse	3,8
Summe		23,0		50,2

4.2.2 Unverträglichkeiten von Weizen und anderen Getreidearten

Die *Zöliakie* ist eine lebenslange chronisch-entzündliche Darmerkrankung, die *rund 1 %* der Bevölkerung betrifft. Sie ist die Folge einer Reaktion des Immunsystems auf Gluten und verwandte Proteine, die in Weizen, aber auch in anderen Getreidearten, wie Roggen, Gerste und Hafer, vorkommen. Es kommt zu entzündlichen Veränderungen im Dünndarm und teilweise zu Komplikationen außerhalb des Magen-Darmtrakts (z.B. Hautausschlag). Die Schädigung der Dünndarmzellen kann zu einer verminderten Nährstoffabsorption mit entsprechenden Folgeerkrankungen führen.

Die *Weizenallergie* ist genauso wie die Zöliakie eine Immunreaktion. Sie tritt ebenfalls bei *rund 1 %* der Bevölkerung auf und richtet sich gegen verschiedene Weizenproteine, nicht nur gegen Gluten. Die Symptome können sich im Bereich des Mundes, der Nase, der Augen oder des Rachens durch Schwellung, Jucken oder Kratzgefühl äußern. Des Weiteren können Hautausschläge, Atemnot oder Asthma und Probleme im Bereich des Magen-Darm-Trakts auftreten. In seltenen Fällen können lebensbedrohliche anaphylaktische Schocks ausgelöst werden. Verwandte Proteine in Roggen, Gerste und Hafer können ebenfalls ähnliche Immunreaktionen hervorrufen. Das Haferprotein Avenin enthält das weniger zöliakie-wirksame Prolamin als Gluten. Für die meisten Zöliakiepatienten sind bis zu 50 g Hafer pro Tag deshalb unproblematisch, vorausgesetzt es handelt sich um separat angebauten, nicht verunreinigten Hafer (DGVS, 2014; Scherf, Koehler, & Wieser, 2016).

Die *Weizensensitivität* – kurz für „Nicht-Zöliakie-Nicht-Weizenallergie-Weizensensitivität“ – ist in letzter Zeit stark in den Fokus der öffentlichen Aufmerksamkeit geraten. Hierbei handelt es sich um ein nicht genau abgegrenztes Krankheitsbild, das bei *bis zu 6 %* der Bevölkerung auftreten kann. Ursache hierfür ist eine Unverträglichkeit gegenüber verschiedenen Weizenbestandteilen. Möglicherweise sind jedoch nicht nur das im Weizen enthaltene Gluten, sondern auch die mit glutenhaltigen Produkten assoziierten Amylase-Trypsin-Inhibitoren (ATIs), die zu einer Aktivierung des angeborenen Immunsystems führen, ursächlich. Des Weiteren spielen möglicherweise sogenannte FODMAPs (Fermentierbare Oligo-, Di- und Monosaccharide und Polyole) eine Rolle. Dabei handelt es sich um nicht oder nur langsam resorbierbare Kohlenhydrate, die natürlicherweise in Getreide vorkommen. Neben gastrointestinalen Beschwerden können auch zahlreiche Symptome außerhalb des Darmbereiches, wie z.B. Kopfschmerzen oder Aufmerksamkeitsstörungen sowie Muskel-, Knochen- und Gelenkschmerzen auftreten. Weiterer Forschungsbedarf ist erforderlich, um die genauen Ursache-Wirkungszusammenhänge zu ermitteln. Betroffenen wird eine glutenfreie Diät geraten, die jedoch in der Regel weniger strikt als bei Zöliakie durchgeführt werden kann (DGVS, 2014; Scherf, Koehler, & Wieser, 2016).

Von der überwiegenden Mehrheit der Bevölkerung wird Gluten sehr gut vertragen. Jedoch verbinden Verbraucher, bei denen keine Weizenunverträglichkeit durch den Arzt diagnostiziert wurde, die Umstellung auf eine glutenfreie Diät häufig mit gesundheitlichen Vorteilen, wie z.B. einer Gewichtsreduktion, wofür es jedoch bisher keine wissenschaftlichen Erkenntnisse gibt. „Glutenfrei“ bedeutet hier nicht nur der Verzicht auf Weizenarten, sondern auch auf Getreidearten, welche Gluten-verwandtes Protein beinhalten (siehe Kapitel 5.1). Anzumerken ist in diesem Zusammen-

hang, dass einige glutenfreie Lebensmittel einerseits einen höheren Fettgehalt und somit eine hohe Energiedichte enthalten. Andererseits ist der Gehalt an Nährstoffen sowie Ballaststoffen geringer als bei ähnlichen glutenhaltigen Produkten. Abgesehen von dieser ungünstigeren Nährstoffbilanz wird eine glutenfreie Ernährung mit negativen Effekten auf die Darmgesundheit von Personen ohne Zöliakie und Weizensensitivität in Beziehung gebracht. Sofern keine Vollkornprodukte verzehrt werden, können des Weiteren die präventiven Effekte im Hinblick auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen und der Entstehung bestimmter Krebsarten laut aktuellem Ernährungsbericht nicht genutzt werden (DGE (b), 2016).

4.2.3 Sekundäre Pflanzenstoffe

Unter dem Begriff „Sekundäre Pflanzenstoffe“ werden Substanzen sehr unterschiedlicher Struktur zusammengefasst, die zwar nach bisherigen Erkenntnissen für den Menschen nicht essenziell sind, aber Einfluss auf viele Stoffwechselprozesse haben.

Eine hohe Aufnahme pflanzlicher Lebensmittel geht mit einer Risikominderung u. a. für Krebs und Herz-Kreislauf-Erkrankungen einher. Dies gilt sowohl für Obst und Gemüse als auch für Vollkornprodukte, Hülsenfrüchte und Nüsse. In Getreide findet man verschiedene sekundäre Pflanzenstoffe, die sich positiv auf die Gesundheit auswirken (DGE (b), 2014). Von einigen Substanzen werden allerdings auch negative Wirkungen diskutiert, weshalb diese teilweise auch als „Anti-Nährstoffe“ bezeichnet werden. Dazu zählen beispielsweise die Phytinsäure oder Lektine. Tabelle 4 liefert einen Überblick über die in Getreide vorkommenden sekundären Pflanzenstoffe.

Tabelle 4: Gesicherte Wirkungen und Vorkommen von sekundären Pflanzenstoffen in Getreide (DGE (b), 2014)

Sekundärer Pflanzenstoff	Wirkungen	Vorkommen in Getreide
Phenolsäuren	antioxidativ, verringertes Risiko für bestimmte Krebserkrankungen	Vollkornprodukte
Carotinoide	antioxidativ immunmodulierend entzündungshemmend verringertes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen altersbedingte Augenkrankheiten	Mais
Phytoöstrogene	antioxidativ immunmodulierend verbessern Blutgefäßfunktion und Blutdruck	Vollkornprodukte
Phytosterole	cholesterolsenkend	Vollkornprodukte
Saponine	antikanzerogen antibiotisch	Hafer
Phytinsäure	blutzuckerregulierend cholesterolsenkend Risikominderung von Darmkrebs Komplexbildung mit Fe, Ca, Mg, Cu, Zn, Mg => Absorptionshemmung	Vollkornprodukte
Lektine	In hohen Dosen Schädigung der Darmwand	Vollkornprodukte

Lektine sind Proteine oder Glykoproteine, die vor allem in pflanzlichen Lebensmitteln vorkommen und der Pflanze als Abwehrstoff dienen. Getreidekritiker schreiben Lektinen, insbesondere dem in Weizenkeimen, und damit in entsprechenden Vollkornprodukten, vorkommenden WGA (wheat germ agglutinin), eine schädigende Wirkung auf die Darmwand zu. Diese wurden jedoch bisher nicht bei Studien an Menschen und nicht in den mit normaler Ernährung aufgenommenen Mengen nachgewiesen. Zudem wird zumindest ein Teil der Lektine bei der Verarbeitung zerstört. Aus Sicht einer aktuellen Übersichtsarbeit besteht kein Anlass, von Vollkornprodukten abzuraten. Im Gegenteil – der Verzehr von WGA-haltigen Lebensmitteln, wie Vollkornprodukte, wird mit einem reduzierten Risiko für Diabetes mellitus Typ II, Herz-Kreislaufkrankungen, manche Krebsarten und einem besseren Gewichtsmanagement in Zusammenhang gebracht (van Buul & Brouns, 2014).

Phytinsäure, die sich hauptsächlich in den Randschichten des Getreidekorns befindet, bildet mit Mineralstoffen wie Eisen, Calcium oder Magnesium sowie Spurenelementen, wie Kupfer, Zink oder Mangan sogenannte Phytate und vermindert dadurch deren Resorption. Anzumerken ist, dass Vollkornprodukte im Vergleich zu Weißmehlprodukten höhere Gehalte an Mineralstoffen und Spurenelementen aufweisen, so dass trotzdem eine bessere Versorgung durch Vollkorn gegeben ist. Durch küchentechnische Verfahren, wie Einweichen, Keimen oder Teigzubereitung, wird der Phytatgehalt zudem vermindert (siehe auch Kapitel 4.3.1.3). Bei Roggenvollkornbrot beispielsweise ist die Phytinsäure vollständig, in Weizenvollkornbrot aus Hefeteig immerhin zur Hälfte abgebaut. Die Phytinsäure zeigt gleichzeitig auch gesundheitliche Vorteile: Sie wirkt sich regulierend auf den Blutzuckerspiegel aus und scheint eine günstige Rolle bei erhöhtem Blutfettspiegel zu spielen. Darüber hinaus senkt eine hohe Phytatzufuhr außerdem das Risiko für Dickdarmkrebs (Franz & Martin, 2014).

4.2.4 Mykotoxine und andere Umweltkontaminanten

Die bedeutendsten Mykotoxine (Gifte von niederen Pilzen), die bei Getreide gefunden werden, sind Fusarientoxine und Mutterkornalkaloide, die durch einen Befall auf dem Feld gebildet werden, sowie Ochratoxine und Aflatoxine, die vorwiegend während der Lagerung entstehen.

Bei der Diskussion um Mykotoxine kommt immer wieder die Frage auf, ob Lebensmittel aus ökologischem Anbau weniger stark oder stärker belastet sind. Eine systematische Literaturliteraturauswertung aus Österreich ergab, dass die Mykotoxinbelastung bei ökologisch erzeugten Produkten geringer ist, da in ökologisch bewirtschafteten Böden die natürliche Mikroflora stärker ausgeprägt und damit fähig ist, schädliche Schimmelpilze in Schach zu halten (Velimirov & Müller, 2003). Eine Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2010 ergab dagegen für ökologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel ähnliche Werte hinsichtlich der Mykotoxinbelastung (Lairon, 2010). Somit ist weiterer Forschungsbedarf erforderlich, um die Zusammenhänge zwischen Art der Erzeugung von Getreide und Gehalten an Mykotoxinen eindeutig zu beantworten. In jedem Fall gelten für beide Erzeugungsverfahren Höchstmengen, die in den allermeisten Fällen eingehalten werden. Abgesehen von der Überprüfung der Mykotoxinbelastung findet eine Kontrolle der Pestizidrückstände statt.

4.2.4.1 Deoxynivalenol (DON)

Deoxynivalenol (DON) ist das mengenmäßig bedeutendste Fusarientoxin. Der Höchstgehalt für DON für Brot, Kleingebäck, feine Backwaren, Kekse und Frühstückscerealien liegt bei 500 µg/kg, für zum unmittelbaren menschlichen Verzehr bestimmtes Getreide und Getreidemehl bei 750 µg/kg. Bei einmaliger hoher Aufnahme (akute Referenzdosis 8 µg/kg Körpergewicht) kann DON Übelkeit, Erbrechen, Schwindel und Bauchschmerzen auslösen, eine langfristig erhöhte Aufnahme (tolerierbare Tagesaufnahme (TDI) liegt bei 1µg/kg Körpergewicht) wirkt sich vor allem auf das Immunsystem aus. Während bei Erwachsenen die durchschnittliche Aufnahme deutlich unter dem TDI liegt, könnte der TDI-Wert von Kindern erreicht oder überschritten werden (Seibel, 2005; BfR, 2012; LGL (a), 2012).

4.2.4.2 Ochratoxin A

Ochratoxin A wirkt leber- und nierenschädigend und wurde in Tierversuchen als krebserregend eingestuft. Eine der Hauptquellen für dieses Toxin sind Getreide und Getreideprodukte, die während der Lagerung von Pilzen der Gattung *Penicillium* befallen werden. Die maximal tolerierbare Menge pro Woche liegt bei 120 ng/kg Körpergewicht. Diese wird von Erwachsenen im Durchschnitt nicht erreicht. Bei Kindern ist die Situation aufgrund des geringeren Körpergewichts anders, weshalb eine weitere Reduktion dieses Mykotoxins angestrebt werden sollte. Für die Herstellung von Getreidebreikost und diätetischen Lebensmitteln darf ein Höchstgehalt von 0,5 µg/kg nicht überschritten werden (Rohgetreide 5 µg/kg, Getreideerzeugnisse und Getreidekörner zum direkten Verzehr 3 µg/kg) (LGL, 2014).

4.2.4.3 Aflatoxine

Aflatoxine sind Stoffwechselprodukte verschiedener Schimmelpilze der Gattung *Aspergillus*. Diese Schimmelpilze kommen weltweit vor. Aufgrund des Temperaturoptimums für Wachstum und Toxinbildung, das bei 25-40 °C liegt, gelten Aflatoxine aber als „importierte Toxine“. Hauptsächlich betroffene Getreidearten sind Mais aus den USA, Südamerika und einigen tropischen Ländern Afrikas, wo der Pilz schon auf dem Feld die Körner befällt. Weitere betroffene Getreidearten sind Reis und Hirse. Insbesondere Aflatoxin B1 besitzt eine hohe Toxizität: es ist stark leberschädigend und krebserregend, eine chronische Zufuhr kann das Immunsystem schwächen und das Erbgut schädigen. Da Aflatoxine hitzestabil sind, werden sie beim Kochen oder Backen nur zu einem geringen Teil zerstört (Seibel, 2005; LGL, 2013).

4.2.4.4 Mutterkornalkaloide

An Mutterkornvergiftung starben im Mittelalter Hunderttausende, heute stehen verschiedene landwirtschaftliche und mühlentechnische Maßnahmen zur Verfügung, Mutterkorn in Konsumgetreide zu eliminieren. Trotzdem kommen immer wieder Roggenprodukte in den Handel, die erhöhte Gehalte an Mutterkornalkaloiden aufweisen.

Mutterkorn ist die Überwinterungsform des Pflanzenparasiten *Claviceps purpurea*. Bei Befall entsteht ein zumeist dunkelgefärbtes Mutterkorn, das aus der Ähre herausragt und die giftigen Mut-

terkornalkaloide enthält. Von den Getreidearten werden vor allem Roggen, seltener Weizen befallen. Die Anzeichen einer akuten Mutterkornvergiftung sind Übelkeit, Kopfschmerzen, Krämpfe, Gefühlslosigkeit von Armen und Beinen. 5-10 g Mutterkorn kann bei entsprechendem Alkaloidgehalt für Erwachsene tödlich sein. Chronische Mutterkornvergiftung führt über Kribbeln der Haut zu starken Muskelkrämpfen oder zu brennenden Schmerzen einzelner Gliedmaßen, die später gefühllos werden und absterben.

Aus Gründen des gesundheitlichen Verbraucherschutzes sollen daher alle verfügbaren technologischen Möglichkeiten genutzt werden, damit nur Getreide, das weitgehend mutterkornfrei ist (Höchstwert 0,05 % Mutterkorn in Konsumgetreide), an den Verbraucher gelangt (LGL (b), 2012).

4.2.4.5 Pestizidrückstände

Neben den erwähnten Mykotoxinen können Getreidekörner und Getreideprodukte auch noch mit Pestizidrückständen belastet sein. In Untersuchungen des LGL (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit) im Jahre 2015 wurden im Falle von Produkten aus konventionell angebautem Getreide bei 14 von 17 Produkten Pestizidrückstände unterhalb der Höchstgrenzen gefunden, drei Produkte waren rückstandsfrei. Im Falle von Produkten aus biologisch angebautem Getreide waren 20 rückstandsfrei und bei einem Produkt wurden Rückstände unterhalb der Höchstgrenzen gefunden (LGL (a), 2016).

Glyphosat ist ein häufig eingesetztes Breitbandherbizid, das durch die Einstufung des IARC (International Agency for Research on Cancer) als „für den Menschen wahrscheinlich krebserregend“ stark in den Fokus öffentlicher Diskussion gerückt ist (IARC, 2016). Der Ausschuss für Risikobeurteilung (RAC) der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) stellte am 15. März 2017 hingegen fest, dass der Wirkstoff Glyphosat nach dem EU-Chemikalienrecht nicht als krebserregend einzustufen ist (BMEL, 2017). In den allermeisten durch das LGL untersuchten Lebensmittel, die risikoorientiert ausgewählt werden, werden keine Rückstände von Glyphosat gefunden, in ganz seltenen Fällen werden Rückstände unterhalb der zulässigen Höchstmenge ermittelt (LGL (b), 2016).

4.3 Gebrauchswert

4.3.1 Verwendungsmöglichkeiten von Getreide

Außer in Form von Brot und Backwaren, welche ab Kapitel 0 behandelt werden, kann Getreide beispielsweise auch gekocht, gekeimt oder in Form von Flocken verzehrt werden.

4.3.1.1 Herstellung von Flocken

Insbesondere Haferkörner eignen sich zur Herstellung von Flocken, da sie relativ weich sind. Nach dem Entspelzen werden die Körner zunächst gedämpft und dann auf einen Wassergehalt von ca. 5 % gedarrt. Dabei werden die fettsplattend Enzyme deaktiviert, was die Haltbarkeit der Haferflocken verlängert. Weiterhin wird die Haferstärke teilweise aufgeschlossen, wodurch sich die Verdaulichkeit verbessert. Das typisch nussige Aroma bildet sich ebenfalls bei diesem Erhitzungsschritt. Anschließend werden die Haferkörner zwischen zwei Walzen zu Flocken gepresst. Für

kleinblättrige Flocken (zarte Haferflocken) werden die Körner vorher in kleine Stücke geschnitten, für großblättrige Flocken (kernige Haferflocken) bleiben die Körner ganz. Lösliche Haferflocken (Instantflocken) werden aus gepresstem Hafermehl hergestellt. Bei allen Verfahren bleiben die Randschichten und der Keim weitgehend erhalten, so dass es sich immer um ein Vollkornprodukt handelt (GMF, 2004).

4.3.1.2 Gekochtes Getreide

Während das Kochen von Reis jeder kennt und praktiziert, ist es weniger verbreitet, andere Getreidearten zu kochen und als Beilage zu servieren oder zu Getreidepfannen, Eintöpfen, oder Salaten weiterzuverarbeiten. Die Garzeit ist abhängig von der Härte der Schale. Es wird zwischen Kurz-, Mittel- und Langgarern unterschieden. Kleine Körner wie Hirse und Pseudogetreide benötigen kürzere Garzeiten. Reis, Hafer und Grünkern zählen zu den Mittelgarern, während Dinkel, Gerste, Roggen und Wildreis zu den Langgarern gehören. Um die Garzeit zu verkürzen, empfiehlt sich bei den Mittel- und Langgarern ein vorheriges Einweichen (Fromme, 2004).

Mit Hilfe von neuen Produkten, bei welchen ähnlich dem parboiled-Verfahren bei Reis, die Getreidekörner vorbehandelt werden, lässt sich die Garzeit verringern. Allerdings handelt es sich dabei meist nicht mehr um das volle Korn, somit können Ballaststoff- und Mineralstoffgehalte geringer sein (UGB, 2011).

4.3.1.3 Getreidesprossen

Durch Keimvorgänge verändern sich die Inhaltsstoffe des Getreidekorns. Die Gehalte an wertgebenden Inhaltsstoffen, insbesondere Vitamin B1 und B2 erhöhen sich. Höhere Folsäure- und Lysingehalte lassen sich erst nach längerer Keimdauer (> 72 Stunden) nachweisen. Der Gehalt an löslichen Ballaststoffen steigt deutlich nach einer Keimdauer von mindestens vier Tagen. Im Gegensatz dazu sinkt beim Keimen der Gehalt an unlöslichen Ballaststoffen, sodass sich der Gesamtballaststoffgehalt wenig verändert. Weiterhin sorgt der Abbau der Phytinsäure für eine bessere Mineralstoffverfügbarkeit, vor allem von Eisen und Zink. Die Aktivierung von Amylasen und Peptidasen führt zum Stärke- und Eiweißabbau und damit im Falle des Weizenkorns auch zum Angriff des Kleberproteins. Dies bewirkt einerseits eine bessere Verdaulichkeit der Getreidekörner, andererseits eine Abnahme der Backfähigkeit. Dennoch sind Brote mit einem Anteil an gekeimten Getreide auf dem Markt, meist liegt das gekeimte Getreide allerdings in Form von ganzen Körnern vor. Die soeben beschriebenen Abbauvorgänge sowie das dabei vorhandene feucht-warme Klima stellen ideale Bedingungen für Mikroorganismen dar. Daher sollte auf nicht zu hohe Temperaturen, regelmäßiges Spülen und ausreichende Belüftung geachtet werden (FiBL, 2010; Köhler P. , 2007; Wieser, Hartmann, & Köhler, 2006).

4.3.2 Backeigenschaften

Für die Vorgänge während der Teigbereitung und des Backens sind maßgeblich die zwei Getreideinhaltsstoffe (Kleber-)Protein und Stärke verantwortlich. Beim Roggen übernehmen Pentosane die Aufgabe des Kleberproteins. Pentosane werden auch als Schleimstoffe bezeichnet. Sie gehören zu den Polysacchariden und weisen eine überaus hohe Wasserbindungsfähigkeit auf.

In der Teigphase binden Kleberprotein (Weizen) bzw. Protein und Pentosane (Roggen) Wasser oder andere Schüttflüssigkeit. Die unverzweigten Stärkefraktionen (Amylose) und die verzweigt-kettigen Stärkefraktionen (Amylopektin) sind beide in kaltem Wasser nicht quellfähig. Die Kleberproteine bilden ein dreidimensionales Netzwerk, das die Stärkekörner umhüllt und Wasser und Gas binden kann. Die Proteine der Gliadine und Glutenine bilden bei Weizen das Klebergeüst aus. Durch die Wärmezufuhr während des Backens werden die Stärkekörner wasserdurchlässig und die Stärke quillt auf, indem das vom Kleber gebundene Wasser an die Stärke abgegeben wird. Diesen Vorgang bezeichnet man als Stärkeverkleisterung. Er beginnt bei Roggen bei ca. 50 °C und bei Weizen bei ca. 60 °C. Die Amylose beginnt rascher zu quellen und ist am Ende des Verkleisterungsprozesses (Roggen ~75 °C, Weizen ~90°C) vollständig gelöst.

Die Vorgänge während der Teigbereitung und des Backens unterscheiden sich zwischen Roggen und Weizen insbesondere aufgrund zweier Tatsachen: Roggenproteine können keine Kleberstruktur bilden, die Wasserbindung wird deshalb von Pentosanen übernommen und Roggen tendiert zu einer höheren Enzymaktivität (Auswuchsfähigkeit), was die Qualität und Quantität der Stärke beeinflussen kann (Lindhauer, 2010; Belitz, 2001). In Tabelle 5 sind die Unterschiede zwischen Weizen und Roggen hinsichtlich der Backfähigkeit noch einmal dargestellt.

Tabelle 5: Unterschiede in der Backfähigkeit zwischen Weizen und Roggen (Freund, 2016)

	Weizen	Roggen
Quellstoffe	Kleber (Protein) 7-13 % Pentosane 6-7 %	Kleber (Protein) 7-13 % Pentosane 7-9 %
Wasserbindung der Quellstoffe	ca. 2-fach (Protein)	ca. 6-8-fach (Pentosane)
Lösliche Stoffe	Wenig: 7-9 %	Viel: 13-16 %
Stärkeverkleisterung	später: 60-88 °C	früher: 56-68 °C
Enzymatische Aktivität zum Abbau der Inhaltsstoffe	Gering, bei normalen Wachstumsbedingungen	Hoch, bei den älteren Roggensorten; bei den neueren Sorten ist die enzymatische Aktivität deutlich geringer

In der Mühle und in der Großbäckerei werden standardmäßig verschiedene Tests durchgeführt, um die Backeigenschaften vorherzusagen. Der Gesamtproteingehalt kann mittels der *NIT*- bzw. *NIR* (Nah-Infrarot-Transmissions bzw. Reflektions)-Analyse bestimmt werden. Bei diesem Verfahren, das das ganze bzw. das gemahlene Korn untersucht, kann gleichzeitig der Wassergehalt mitbestimmt werden. Für offizielle Zwecke, z.B. zur Sortenklassifizierung, sind die aufwendigeren, klassischen Proteinbestimmungsmethoden nach Kjeldahl oder Dumas vorgeschrieben. Spezifischer zur Analyse der Kleberproteinfraktion dient der *Sedimentationswert*. Nach Aufschlännen einer definierten Menge Getreideschrot mit Wasser und einem Lösungsmittel wird das Gemisch stehengelassen und nach einer definierten Zeit die Höhe des Sediments abgelesen. Ein hoher Sedimentationswert kann durch einen hohen Klebergehalt und/oder eine gute Kleberqualität erreicht werden.

Neben dem Protein spielt die Stärke eine große Rolle in der Beurteilung der Backqualität. In den Randschichten des Getreides befinden sich Amylasen, die die Stärke in kleinere Einheiten (Dextrine, Einzelzucker) abbauen. Diese Enzyme sind während der Lagerung unter kühlen und trockenen Bedingungen gehemmt, werden aber durch die Feuchtigkeit und Wärme beim Teigbereitungs- und Backprozess aktiviert. Auswuchs geschädigtes Getreide besitzt schon vor der Lagerung eine hohe Enzymaktivität. Des Weiteren wirken die von Natur aus vorhandenen Amylasen in den Randschichten der Körner, welche beim Vollkornmehl noch enthalten sind, ebenfalls vermehrt stärkespaltend. Vor allem zwei Verfahren messen die Verkleisterungsfähigkeit der Stärke. Zur Analyse der *Fallzahl* wird eine definierte Menge Mehl mit Wasser gemischt, mit einem Rührstab versehen und auf 100 °C erhitzt. Die Fallzahl ist schließlich die Zeit, die der Rührstab braucht, um durch den entstandenen „Getreidebrei“ zu fallen. Das *Amylogramm* ergänzt die Fallzahl, da hier auch noch der Einfluss der Einwirkzeit und der Temperatur auf die Stärkeverkleisterung mit einbezogen wird. Eine zu hohe Enzymaktivität führt zu einer schlechten Backqualität. Allerdings kann eine zu niedrige Enzymaktivität (manchmal bei weißen Mehlen) das Backergebnis auch beeinflussen, da in diesem Falle Dextrine/Zucker für die Hefe fehlen.

Praxisnäher sind die Verfahren des Farinogramms und des Extensogramms. In beiden Fällen wird ein Teig hergestellt. Beim *Farinogramm* wird der Teig geknetet und ermittelt, wieviel Widerstand der Teig dem Knetwerkzeug entgegensetzt. Daraus kann die Teigentwicklungszeit, die Teigstabilität (=Knettoleranz) und die Teigerweichung (=Maß für die Anfälligkeit des Teiges bei Überknetung) abgeleitet werden. Zusätzlich misst der Farinograph noch, wie hoch die Wasseraufnahmefähigkeit des Mehls ist. Für ein Extensogramm wird zunächst ein Teig mit definierter Konsistenz im Farinographen hergestellt und nach verschiedenen Ruhezeiten gedehnt. Dabei werden die Kraft, die dem Dehnhaken entgegenwirkt sowie die maximale Dehnbarkeit gemessen.

Mit dem *Rapid-Mix-Test (RMT)* steht ein standardisierter Backversuch zur Verfügung, der die Backqualität des verwendeten Mehls am besten zu beurteilen vermag, allerdings aufwendig ist. Neben der Volumenausbeute werden hier auch Teigeigenschaften wie Geschmack, Bräunung, Rösche, Krume und vieles mehr beurteilt (GMF, 2004; GMF, 2009). Alle in Deutschland zugelassenen Weizensorten werden vom Bundessortenamt nach den Werten in oben genannten Analysen sowie nach weiteren Kriterien in Qualitätsklassen eingestuft (Tabelle 6).

Tabelle 6: Qualitätsklassen der in Deutschland angebauten Weizensorten (Bundessortenamt, 2016), (Krauß, 2015)

Qualitätsgruppe	Beschreibung
E-Gruppe	Eliteweizen
A-Gruppe	Qualitätsweizen
B-Gruppe	Brotweizen
C-Gruppe	Sonstiger Weizen ¹⁾
EU-Sorten	In anderen EU-Ländern zugelassen, dürfen auch in Deutschland angebaut werden

¹⁾ hauptsächlich als Futterweizen verwendet; Vertreter dieser Weizenqualitätsgruppe haben zu meist relativ niedrige Protein- und Sedimentationswerte, die kein gutes Backverhalten erwarten lassen (sogenannter „Keksweizen“)

Ergänzung: Weizensorten, die eine besondere Eignung für die Flachwaffel- und Hartkeksherstellung aufweisen, werden mit dem Index ‚K‘ an der Qualitätsgruppe gekennzeichnet.

4.3.3 Mehltypen

Die Brotgetreidearten Weizen, Roggen und Dinkel werden zum weit überwiegenden Teil in den Mühlen zu Mahlerzeugnissen weiterverarbeitet. Die Mehltypen werden in der DIN 10355 geregelt. Mehl der Type 405 hat einen durchschnittlichen Mineralstoffgehalt von 405 mg/100g Mehl und enthält nur den Mehlkörper. Die Mehltypen geben somit den Mineralstoffgehalt des Mehls, d.h. den Ausmahlungsgrad wieder und ermöglichen keine Auskunft über die Partikelgröße (Bayerischer Müllerbund (c), o.J.).

Die Partikelgröße kann grob wie folgt eingeteilt werden, unterscheidet sich jedoch von Mühle zu Mühle:

- Mehl < 200 µm
- Dunst 200-300 µm
- Grieß 300-400 µm
- Schrot > 400 µm.

Tabelle 7 auf der Seite 31 gibt einen Überblick über Mehltypen sowie weitere Mahlerzeugnisse und deren typische Verwendung (Bayerischer Müllerbund (c), o.J.). In Tabelle 15 auf der Seite 49 ist die Nährstoffzusammensetzung verschiedener Mehltypen aus Weizen, Roggen und Dinkel gegenübergestellt.

Tabelle 7: Mehltypen nach DIN 10355 und weitere Mahlerzeugnisse

Mehltypen	Verwendung und Eigenschaften
Weizen	
405	Klassisches Haushalts- bzw. Kuchenmehl Beste Backeigenschaften, hohes Bindevmögen
550	Traditionelles Vielzweckmehl für Profizwecke und Haushalte Ergibt feinporig, lockere Teige, für helle Brotsorten, Brötchen und Kleingebäcke mit goldbrauner Kruste.
812	Speziell für Profizwecke und für helle Mischbrote
1050	Für Haushalt und Profizwecke Dunklere Mischbrote und herzhaft Backwaren
1600	Speziell für Profizwecke und für dunkle Mischbrote
Backschrot 1700	Speziell für Profizwecke Für dunkle Misch- und Schrotbrote
Vollkornmehl	Bestandteile des vollen Korns, mehlfein vermahlen. Für Vollkorngebäcke mit lockerer Krume.
Vollkornschrot:	Bestandteile des vollen Korns, grob zerkleinert. Für Weizenvollkornbrot. Wird auch gemeinsam mit hellen Mehlen verwendet.
Grieß:	Rundliche Teilstückchen des Korns, für Breie, Pudding, Klößchen oder Knödel
Dunst:	Zwischenprodukt von Mehl und Grieß, für Spätzle und Serviettenknödel
Roggen	
Type 815	Feines Roggenmehl für Kleingebäcke mit heller Krume
Type 997 und 1150	Mehl für Roggen- und Roggenmischbrote, im Lebensmittelhandel erhältlich Gemischt mit Weizenmehlen werden daraus Teige für herzhaft Mischbrote.
Type 1370 und 1740	Speziell für Profizwecke, typische Bäckermehle Regional unterschiedlich verwendetes Mehl für Roggen- und Roggenmischbrote
Type 1800	Backschrot mit gröberer Körnung für dunkle Misch-, Schrot- und Schwarzbrote
Vollkornmehl	Bestandteile des vollen Korns, mehlfein vermahlen, für dunkle Vollkornbrote
Vollkornschrot	Bestandteile des vollen Korns, grob zerkleinert, für dunkle Vollkornbrote
Dinkel	
Type 630	Vielseitiges, helles Haushaltsmehl für Brot, Kuchen, Kleingebäcke
Type 812	Herzhaftere Mehlsorte, meist zum Brotbacken verwendet
Type 1050	Dunkleres Mehl für Herzhaftes und Pikantes
Vollkornmehl	Bestandteile des ganzen Korns, mehlfein vermahlen, für dunkle Vollkornbrote und Brötchen
Vollkornschrot	Bestandteile des ganzen Korns, grob zerkleinert, für dunkle Brote
Grieß	Kleinkörnig gemahlene Partikel des Korns, für Teigwaren, Breie und Aufläufe
Dunst	Zwischenprodukt von Mehl und Grieß, für Spätzle und Strudel

Als Spezialmehle seien hier noch kurz das Spätzlemehl und Instantmehl erwähnt: *Spätzlemehl* entspricht Dunst und eignet sich gut für kochfeste Teige (z.B. Spätzle, Nudeln, Knödel). Bei diesem gröber gemahlene Produkt sind die Stärkekörner weniger beschädigt. Dadurch können Flüssigkeiten gleichmäßiger und langsamer aufgenommen werden und die Stärke wird nicht so ausgewaschen. Doppelgriffiges Mehl wird auch als *Instant-Mehl* verkauft. Beim Instant-Mehl bilden sich durch ein spezielles Herstellungsverfahren kleine, mit Hohlräumen durchsetzte Granulate aus Mehlpartikeln. In die Hohlräume kann Flüssigkeit sehr leicht eindringen und das Mehl verteilt sich gut bevor die Stärke verkleistert; dadurch eignet sich dieses besonders zum Binden von Suppen und Soßen oder auch zur Herstellung von Pfannkuchenteig (Teubner, 2011). International werden andere Bezeichnungen für die Mehltypen verwendet. Teilweise sind diese Produkte bei uns erhältlich. Eine kleine Orientierungshilfe kann Tabelle 8 geben.

Tabelle 8: Internationale Bezeichnungen für verschiedene Mehltypen (SGE, 2015)

Deutschland (Mehltype)	Frankreich (Type)	Italien (Tipo)	Schweiz
405	40	00	Weissmehl (Type 400)
550	55	0	
812	80	1	Halbweissmehl (Type 720)
1100	110	2	Ruchmehl (Type 1050)
1600	150	Farina integrale di grano tenero	Vollkornmehl Type 1900

4.3.4 Brotherstellung

Die Herstellung von Brot erfolgt im Prinzip in vier Phasen. Zunächst wird aus den Grundzutaten Mehl, Trinkwasser, Salz und einem Lockerungsmittel (Brote mit Roggenanteilen: Sauerteig (+ Hefe)/ Weizenbrote: Hefe) sowie gegebenenfalls weiteren Zutaten (Geschmackszutaten und/oder Backmittel) ein Teig hergestellt. Während der Teigruhe finden Quell- und Gärungsvorgänge statt: Ein Teil der Stärke wird zu Kohlendioxid (CO₂) und Wasser abgebaut. Das gasförmige CO₂ lässt den Teig aufgehen. Anschließend werden die Brote geformt und nach der Stückgare gebacken.

Sauerteig und Backhefen

Mit Hilfe von *Sauerteig* kommt es vor allem zu einer biologischen Lockerung des Teiges. Eine Säuerung ist bei Roggenteigen immer erforderlich, um sie backfähig zu machen. Durch aktive oder reaktivierbare Milchsäurebakterien oder Sauerteighefen wird ebenfalls der Säuregehalt bzw. der Geschmack des Brotes beeinflusst. Je nach Laktobazillusstamm entstehen entweder überwiegend Milchsäure (homofermentativ) oder ein Gemisch aus Essig- und Milchsäure (heterofermentativ), wodurch der Geschmack kräftiger wird. Im Gegensatz dazu wird bei der Stoffwechselfähigkeit der Hefen aus Glucose das Lockerungsgas Kohlendioxid sowie Alkohol gebildet, der sich mit den gebildeten Säuren zu Estern, einer weiteren wichtigen Aromastoffklasse, verbinden kann. Grundsätzlich ist eine 1-, 2-, oder 3-stufige Sauerteigführung möglich, wodurch auf den Verlauf der Gärung eingewirkt und somit das Aromaspektrum beeinflusst werden kann. Auch durch die Teigfes-

tigkeit (Mischverhältnis zwischen Mehl und Wasser), Abstehtzeiten und Temperatur kann die gewünschte Geschmacksrichtung beeinflusst werden (Kirsch, 2008; Leitsätze für Brot und Kleingebäck, 2005).

Im Gegensatz zu der gezielten Säuerung bei Roggenbrot mit Sauerteig können sogenannte *Backhefen* bei der Vorteigtechnologie von Weizenbroten zum Einsatz kommen, um mikrobiologische Gärungen zu induzieren. Diese Verfahren werden beispielsweise bei der Herstellung von Baguette oder Ciabatta genutzt. Jedoch stehen bei dieser Teigführung nicht die Aktivierung bzw. Vermehrung der Backhefe, sondern die Verbesserung der Teig- und späteren Krumeneigenschaften der Backwaren im Mittelpunkt. Die Auswirkungen auf das Aroma sind gemäß Untersuchungen des MRI (Max-Rubner-Institut; Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide) nicht so ausgeprägt, können aber durch längere Teigreifezeiten intensiviert werden (GMF, 2007).

4.3.5 Brotsorten

Deutschland ist bekannt für seine Vielfalt an Brotsorten. Im deutschen Brotregister, das vom Zentralverband des Deutschen Bäckerhandwerks ins Leben gerufen wurde, sind derzeit 3201 verschiedene Brotspezialitäten eingetragen (Zentralverband des Deutschen Bäckerhandwerks e.V.(b), o.J.). Die beliebtesten Brotsorten der Deutschen sind in Tabelle 9 näher erläutert. Tabelle 16 auf der Seite 50 betrachtet die häufigsten Brotsorten unter dem Aspekt der Nährstoffzusammensetzung.

Tabelle 9: Beliebteste Brotsorten der Deutschen und ihre Definitionen (gemäß (Leitsätze für Brot und Kleingebäck, 2005; Zentralverband des Deutschen Bäckerhandwerks e.V., 2016))

Brotbezeichnung	Beschreibung	Anteil am gesamten Brotverzehr
Weizenbrot (Weißbrot)	≥ 90 % Weizenmehl	5,2 %
Mischbrot		32,8 %
Weizenmischbrot	50 < x < 90 % Weizenmehl	
Roggenmischbrot	50 < x < 90 % Roggenmehl	
Roggenbrot	≥ 90 % Roggenmehl	5,2 %
Vollkornbrot	≥ 90 % Vollkornmehl oder -schrot	10,5 %
Toastbrot		20,3 %
Toastbrot	≥ 90 % Weizenmehl	
Weizenmischtoast	50 < x < 90 % Weizenmehl	
Roggenmischtoast	50 < x < 90 % Roggenmehl	
Weizenvollkorntoast	≥ 90 % Weizenvollkornерzeugnis	
Vollkorntoast	≥ 90 % Roggen-/Weizenvollkornерzeugnis in beliebigem Verhältnis	
Brote mit Körnern & Saaten		15,2 %
Sonstige Brotsorten		10,8 %

4.4 Genusswert

Einen weiteren Qualitätsparameter von Lebensmitteln stellt der Genusswert dar. Da in diesem Kompendium der Fokus auf Brot liegt, wird nachfolgend dieses Getreideerzeugnis sensorisch genauer betrachtet.

4.4.1 Geschmack und Geruch

Bei der Teigbereitung bzw. zu Beginn des Backprozesses werden verschiedene Aromavorstufen durch enzymatische Einwirkung gebildet. Dabei entstehen u.a. organische Säuren (vor allem Essig-, Milch- oder Propionsäure), Alkohole, Ester und Amine. Das Spektrum der Aromastoffe ist abhängig von der Teigführung, d.h. den Temperaturen und den Ruhezeiten sowie dem Mischungsverhältnis von Mehl und Wasser. Danach schließt sich eine nichtenzymatische Bräunung in der Kruste ab etwa 110-140 °C an. Durch Hitzeeinwirkung reagieren Zucker und Aminosäuren miteinander. Bei dieser sogenannten Maillard-Reaktion entsteht bei Weizenbrot unter anderem der Aromastoff 2-Acetyl-1-pyrollin. Abgesehen von backtypischen Aromen werden während dieser Phase des Backprozesses auch viele Farbstoffe gebildet. Bei Temperaturen um 140-150 °C kommt es zu Karamellisierungsreaktionen. Ab etwa 150 °C entsteht das typische Röstaroma, welches im Wesentlichen durch Aldehyde, Ketone, schwefelhaltige Verbindungen sowie Pyrazine und Pyrrole hervorgerufen wird (Ternes, 2008).

4.4.2 Farbe und äußere Beschaffenheit

Bei der sensorischen Untersuchung werden zunächst Aussehen, Form bzw. Wölbung des Brotlaibes sowie Krustenbeschaffenheit bewertet. Des Weiteren wird nach Anschnitt die Beschaffenheit der Krume in Augenschein genommen. Die Merkmale Porengleichmäßigkeit, Krumenelastizität sowie Bräunung werden dabei genauer bewertet (Kirsch, 2008).

Während des Brotbackens kommt es aufgrund von Maillardreaktionen zur Bräunung. Dieser Vorgang kann durch die Verwendung von Malz intensiviert werden. Laut Leitsätzen für Brot und Kleingebäck darf Malz im Brot enthalten sein, weil es sich um ein Getreideerzeugnis handelt. Da Malz ferner den süßlichen Geschmack im Brot mitbedingt und zugleich nur eine färbende Nebenwirkung aufweist, handelt es sich um eine geschmacksgebende Zutat und nicht um einen Zusatzstoff (Verordnung (EG) Nr. 1333/2008). Deshalb ist eine spezielle Auslobung im Hinblick auf die Verwendung bei bestimmten Lebensmitteln nicht erforderlich. Anhand der charakteristischen Farbe des Malzes („Gelbstich“) kann der Verbraucher erkennen, dass es ein Malzbrot und nicht ein Vollkornbrot ist.

Brot oder Kleingebäck aus Vollkornmehl ist durch die Vermahlung aller Kornbestandteile dunkler als jene Backwaren aus Auszugsmehl. Allerdings darf nur ein echtes Vollkornbrot auch so genannt werden: Vollkornbrot oder Vollkornbrötchen müssen mindestens 90 % Vollkornmehl oder -schrot enthalten (Leitsätze für Brot und Kleingebäck, 2005).

4.4.3 Textur

Grundsätzlich bewirken hohe Temperaturen beim Backprozess, dass Protein gerinnt und Stärke quillt. Im Inneren des Brotes (Krume) bilden sich bei diesen Vernetzungsvorgängen Poren. An der Oberfläche entsteht zunächst eine Teighaut, die das für die Verkleisterungsvorgänge benötigte Wasser und die Gärgase zurückhält. Im weiteren Verlauf des Ausbackens verfestigt sie sich zur Kruste. Je nach Backverfahren, d.h. ausgewähltem Temperatur-Zeitverlauf ist der ausgebildete Krustenanteil unterschiedlich. *Freigeschobene Brote* bilden eine Kruste rundherum aus, da die Teiglinge beispielsweise des Land- und Bauernbrotes im Ofen frei nebeneinanderliegen und teilweise sehr heiß (etwa 350 °C) und sehr kurz (1-2 Minuten) an- oder vorgebacken werden. Im Gegensatz dazu weisen *Angeschobene Brote* (wie z. B. beim Paderborner Brot, bei dem die Teiglinge eng aneinander im Ofen liegen) an den Seiten, die sich berühren keine Kruste auf. Auch *Kastenbrote* (d.h. in Backformen gebacken Broten, wie z. B. das Toastbrot) weisen einen geringen Krustenanteil auf. Bei den *Dampfkammerbroten* (wie z. B. dem Pumpernickel) handelt es sich um krustenlose Spezialitäten, welche in Dampfkammern oder Backröhren bei mäßiger Hitze besonders lang gebacken werden.

Die sensorische Vielfalt kann des Weiteren durch Spezialbrote zusätzlich erweitert werden. Das Mundgefühl bzw. das Aroma sind beispielsweise beeinflussbar durch:

- Nutzung spezieller Backverfahren (z.B. Trockenflachbrote wie Knäcke)
Anmerkung zu Knäcke: Trockenflachbrot, das nicht durch Heißextrusion hergestellt wird (Restfeuchte ≤ 10 %)
- Zugabe von Zutaten tierischer oder pflanzlicher Herkunft (z.B. Buttermilchbrot oder Brote mit Ölsamen)
Anmerkungen: Bei Broten mit Leinsamen, Sesam, Sonnenblumenkernen, Nüssen, Mohn und anderen Ölsaaten werden mindestens 8 kg nicht entfettete Ölsaaten auf 100 kg Getreideerzeugnis zugegeben
Bei „Buttermilchbrot“ sind mind. 15 l Buttermilch oder entsprechende Menge an Trockenerzeugnis auf 100 kg Getreidemahlerzeugnisse erlaubt (ähnliches gilt für Joghurt- oder Kefirbrot) (Leitsätze für Brot und Kleingebäck, 2005)
- Verwendung von Nichtbrotgetreideerzeugnissen (z.B. Mehrkornbrote, Haferbrot)
Anmerkung: „Mehrkornbrot“ enthält mindestens eine Brotgetreideart und mindestens eine andere Getreideart [=Nichtbrotgetreide], wobei jede Getreideart mit mind. 5% enthalten ist.
Bei „Hafer-, Gerste-, Reis-, Mais-, Hirse-, Buchweizenbrot“ beträgt der Anteil der namensgebenden anderen Getreideart mindestens 20 % (Leitsätze für Brot und Kleingebäck, 2005)
- Veränderung der Oberfläche (z.B. bemehlt, geschnitten, gekerbt)
- Veränderte Inhaltsstoffe (z.B. proteinangereichertes Brot) (Leitsätze für Brot und Kleingebäck, 2005; Steffen, 2011)
Anmerkung zu speziellen Nährstoffangaben, wie z.B.:
„Proteinhaltiges Brot“ (bzw. Proteinquelle = source of protein) mit Proteinanteil von mind. 12 % des gesamten Brennwertes des Brotes
„Proteinangereichertes Brot“ (bzw. hoher Proteingehalt = high protein) mit Proteinanteil von mind. 20 % des gesamten Brennwertes des Brotes
„Ballaststoffhaltiges Brot“: > 3 g Ballaststoffe pro 100 g Brot
„Ballaststoffreiches Brot“: > 6 g Ballaststoffe pro 100 g Brot
„natriumarmes Brot“: < 120 mg Na in 100 g Brot
„strenge natriumarmes Brot“: < 40 mg Na in 100 g Brot
sind als sogenannte „Nutrition Claims“ geregelt (Verordnung über nährwertbezogene Angaben bei Lebensmitteln, 2009)

5 EINKAUF UND LAGERUNG

5.1 Kennzeichnung von Weizen und Gluten

Die Lebensmittelinformationsverordnung (LMIV) listet in Anhang II 14 Lebensmittelinhaltsstoffe auf, die Allergien oder Unverträglichkeiten auslösen können, darunter:

glutenhaltiges Getreide, namentlich Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Dinkel, Kamut oder Hybridstämme davon, sowie daraus hergestellte Erzeugnisse*.

Diese müssen in der Zutatenliste verpackter Ware hervorgehoben und auch bei loser Ware gekennzeichnet sein. Ist kein Zutatenverzeichnis vorgesehen, so umfasst die Angabe das Wort „Enthält“, gefolgt von der in der LMIV aufgeführten Bezeichnung des Stoffs (Verordnung (EU) Nr. 1169/2011, 2011). Weiterhin ist eine freiwillige Angabe des Herstellers „kann Spuren von... enthalten“ möglich. Als „glutenfrei“ dürfen Produkte bezeichnet werden, die einen Glutengehalt von höchstens 20 mg/kg aufweisen (vgl. Symbol der durchgestrichenen Ähre, siehe Abbildung 2). Produkte mit der Auslobung „sehr geringer Glutengehalt“ dürfen höchstens 100 mg/kg enthalten (Durchführungsverordnung (EU) Nr. 828/2014, 2014). Menschen mit einer Glutenunverträglichkeit vertragen unter Umständen geringe – individuell unterschiedliche – Glutenmengen, weshalb die Auswahl an Lebensmitteln abhängig von ihrer Empfindlichkeitsgrenze unter Umständen nicht so strikt erfolgen muss wie bei Zöliakie-Patienten (DZG, 2016).



DE-123-123

Abbildung 2: Glutenfrei-Symbol der DZG

Die Deutsche Zöliakie-Gesellschaft (DZG) führt das Glutenfrei-Symbol als eingetragenes Warenzeichen und vergibt es im Rahmen eines Lizenzvertrages an nationale Hersteller und Vertriebe glutenfreier Lebensmittel. Lizenziert werden ausschließlich Produkte, für die der DZG eine Glutenganalyse eines akkreditierten Labors vorgelegt wird, die nicht älter als drei Monate ist. (Schriftliche Information der DGZ vom 08.05.2017)

Gegebenenfalls ist das Symbol der durchgestrichenen Ähre durch den Hinweis „oats“ (englischer Begriff für „Hafer“) ergänzt. Diese Deklaration bedeutet, dass es sich bei dem vorliegenden Haferprodukt um ein lizenziertes, glutenfreies Lebensmittel handelt, das nicht verunreinigten Hafer enthält. Haferprodukte dürfen als glutenfrei ausgelobt werden, wenn der Glutengehalt $\leq 20\text{mg/kg}$ beträgt (DZG, 2016). „Herkömmlicher Hafer“ ist für Menschen mit einer Zöliakie häufig zu stark durch Weizen, Gerste oder Roggen verunreinigt.

* ausgenommen a) Glukosesirupe auf Weizenbasis einschließlich Dextrose; b) Maltodextrine auf Weizenbasis; c) Glukosesirupe auf Gerstenbasis; d) Getreide zur Herstellung von alkoholischen Destillaten einschließlich Ethylalkohol landwirtschaftlichen Ursprungs

In Tabelle 10 sind die Glutengehalte der Körner von verschiedenen Getreidearten dargestellt. Bei der Weiterverarbeitung zu Mehl oder anderen Getreideerzeugnissen verringern sich die Glutengehalte. Je größer der Anteil an Weizen bzw. Dinkel im Produkt ist, desto höher ist der Glutengehalt. Durch alkoholische Gärung bei der Bierherstellung sinken die Glutengehalte - mit Ausnahme von Weizenbier (Weißbier: 2740 mg/kg Lebensmittel) - auf Werte zwischen < 20 mg und 80 mg/kg. Dies ist bei der Lebensmittelauswahl bei Menschen mit Weizensensitivität zu berücksichtigen. Für Zöliakiebetreffende sind ausschließlich als glutenfrei ausgelobte Produkte (siehe Symbol der durchgestrichenen Ähre) geeignet (Andersen & Köhler, 2015).

Tabelle 10: Glutengehalte in Getreidekörnern (Auszug aus der Tabelle nach Andersen & Köhler, 2015)

Getreideart als ganzes Korn	Mittelwert des Glutengehaltes in mg/kg Getreide
Weizen	77.000
Dinkel	98.940
Roggen	31.170
Gerste	56.240
Hafer *)	45.570
Grünkern	71.000

*) Avenin in Hafer gehört lebensmittelrechtlich zu den Glutenproteinen. Laut klinischen Studien wird der gesondert für Zöliakie-Betroffene angebaute und verarbeitete Hafer (sogenannter „nicht-kontaminierter Hafer“), von der Mehrheit der Betroffenen vertragen. Mengenmäßig liegt die Eiweißfraktion Avenin des Hafers, welche mit den Glutenfraktionen in Weizen verwandt ist, unter dem Gehalt des letztgenannten Weizenproteins. Bei einem sehr kleinen Anteil an Zöliakiebetreffenden konnte durch einige dieser Eiweiße aus dem Hafer eine Aktivierung der weißen Blutkörperchen als Reaktion beobachtet werden. Eine damit einhergehende Schädigung der Schleimhaut ergibt sich daraus jedoch nicht. Daher hat die Deutsche Zöliakiegesellschaft im Mai 2016 Hafer, der nicht mit anderen glutenhaltigen Getreidearten verunreinigt ist, in der Ernährung Zöliakiebetreffender zugelassen. In einigen Ländern (Finnland, England) wurde jedoch eine Mengengrenzung von 50 g pro Tag für Erwachsene und 25 g für Kinder empfohlen (DZG, 2016).

5.2 Bayerische Spezialitäten aus Getreide (EU-Herkunftszeichen)

Verschiedene bayerische Produkte auf Getreidebasis sind durch das seit 1992 auf EU-Ebene bestehende Schutzsystem vor Rufausbeutung, Nachahmung und Irreführung geschützt. Man unterscheidet:

g.U. => geschützte Ursprungsbezeichnung: Produkte mit dieser Bezeichnung verdanken ihre Güte oder Eigenschaften überwiegend oder ausschließlich den spezifischen geographischen Verhältnissen. Alle drei Produktionsschritte (Erzeugung, Aufbereitung und Verarbeitung) müssen in dem eingegrenzten Gebiet erfolgen.

g.g.A. => geschützte geographische Angabe: Diese Bezeichnung erhalten Produkte, deren Qualität, Ansehen oder eine andere Eigenschaft wesentlich auf diesen geografischen Ursprung zurückzuführen ist. Bei dieser Auszeichnung sollten möglichst viele, aber mindestens einer der Produktionsschritte in dem abgegrenzten geographischen Gebiet erfolgen.

Die bayerischen Produkte auf Getreidebasis, die das EU-Herkunftszeichen tragen, sind in Tabelle 11 aufgeführt (Europäische Kommission (a), o.J.).

Tabelle 11: Bayerische Produkte auf Getreidebasis mit EU-Herkunftszeichen (Europäische Kommission (b), o.J.)

Produkt	EU-Gütezeichen
Bayerische Breze	g.g.A.
Bamberger Hörnchen	g.g.A.
Fränkischer Grünkern	g.U.
Nürnberger Lebkuchen	g.g.A.
Schwäbische Spätzle	g.g.A.
Schwäbische Maultaschen	g.g.A.
Bayerisches Bier	g.g.A.
Münchner Bier	g.g.A.
Münchner Oktoberfestbier	g.g.A. beantragt*

* Antrag bei der EU auf Eintragung als geschützte geografische Angabe (g.g.A.) gemäß der Verordnung (EG) 1151/2012 (StMELF (a), o.J.)

Bayerische Breze (Bayerische Brezn, Bayerische Brez'n, Bayerische Brezel)

Beispielhaft für die bayerischen Produkte auf Getreidebasis mit EU-Herkunftszeichen sei hier die Bayerische Breze näher vorgestellt.

Als Rohstoffe werden zur Herstellung von Bayerischen Brezen neben Weizenmehl noch Wasser, Hefe, evtl. Backmittel mit Malzanteil, Kochsalz, Natrium-Carbonat und Fett benötigt. Der gesamte Prozess der Herstellung der verkaufsfertigen Brezen oder der Tiefkühlteiglinge muss im Freistaat Bayern erfolgen. Die Form entstand aus dem römischen Ringbrot, das in Klöstern zu Festtagen gebacken wurde, und in einer Abwandlung eher wie eine 6 aussah. Die heutige Breze ist aus zwei aneinandergelegten und verbundenen Ringbroten entstanden und symbolisiert zum Beten verschränkte Arme (lateinisch Brachiatellium = Ärmchen). Sie ist in Süddeutschland besonders verbreitet, da es hier besonders viele Klöster gab. Die Laugenbreze entstand 1839 durch eine Verwechslung von Natronlauge, die eigentlich zum Reinigen der Bleche bestimmt war, mit Zuckerwasser an der königlichen Hofbäckerei.

Folgende Unterschiede der bayerischen zur schwäbischen Breze lassen sich ausmachen:

- Die Ärmchen sind dicker.
- In der dicken Mitte ist sie nicht längs eingeschnitten, charakteristisch ist jedoch eine wild gerissene Oberfläche.
- Sie enthält weniger Fett (1,5-4 %) [schwäbische Laugenbrezeln 4-8 %].
- Die Rösche ist besonders ausgeprägt.
- Sie ist gleichmäßig ausgebacken.
- Der Ansatz der Ärmchen liegt höher, so dass drei gleichmäßig große Felder entstehen (Verordnung (EG) Nr. 510/2006, 2013).

5.3 Geprüfte Qualität

Bei dem Siegel „Geprüfte Qualität – Bayern“ (GQ) handelt es sich um ein Qualitäts- und Herkunftssicherungssystem, dessen Träger der Freistaat Bayern ist, vertreten durch das Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF). GQ-Produkte bestehen zu 100 % aus bayerischer Rohware, in zusammengesetzten Produkten ist der Anteil der GQ-Zutaten genau angegeben.

Insgesamt findet der Verbraucher aktuell Erzeugnisse aus 19 Produktkategorien mit dem Siegel „Geprüfte Qualität – Bayern“, unter anderem auch für "Brotgetreide" und "Mehl und andere Mahlerzeugnisse" sowie die daraus hergestellten Produkte wie "Brot und Kleingebäck" und "Nudeln". [Anmerkung: Begriff "Mehl und andere Mahlerzeugnisse" ändert sich 2017 in "Mehl und Mühlenerzeugnisse" (Information von Dr. Helmut Frank (LfL) vom 26.07.17)].



Abbildung 3: Siegel „Geprüfte Qualität – Bayern“

„Geprüfte Qualität Bayern“ - für Getreide und Getreideprodukte - am Beispiel erläutert

Bei diesem Länderzeichen werden Brotgetreide und Mehl (z.B. Weizen, Dinkel und Roggen) zu 100 % in Bayern erzeugt, gereinigt, gelagert und verarbeitet, wobei auf eine Trennung von Nicht-GQ-Bayern-Ware geachtet wird. Dabei darf GQ-Mehl nur aus Getreide hergestellt werden, das die Anforderungen an GQ-Brotgetreide erfüllt.

Um einen lückenlosen Herkunftsnachweis zu garantieren, existiert ein Kontrollsystem von der Erzeugung über die Verarbeitung bis hin zum Handel. Durch ausgewählte Qualitätskriterien, die über den gesetzlichen Rahmen hinausgehen (z.B. Verbot der Klärschlammausbringung, Mindestanforderungen an die Backqualität), wird eine hohe Produktqualität gewährleistet. Weitere spezielle Qualitätsparameter für GQ-Mehl, die über den gesetzlichen Standards liegen sind in Tabelle 12 auf der Seite 40 dargestellt.

Tabelle 12: Qualitätsbestimmungen für Weizen- und Roggenmehl (StMELF, 2008)

Qualitätsbestimmungen	
<i>festgelegte Mindestwerte bei Weizenmehl</i>	<i>festgelegte Mindestwerte bei Roggenmehl</i>
Fallzahl: 230	Amyloeinheiten: 250
	Verkleisterungstemperatur: 63 °C
	Mutterkornanteil max. 0,05 %.

Hinweise: Erläuterungen bezüglich der verschiedenen Parameter zur Beurteilung der Mehlqualität befinden sich im Kapitel 0.

Qualitätsbestimmungen für Brot und Kleingebäck (GQ-Backwaren)

Die GQ-Backwaren müssen dabei entsprechend dem festgelegten Prüfschema der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG), welches u.a. Struktur und Geschmack bewertet, mindestens mit der Kennzahl 4,0 sensorisch beurteilt werden.

Hinweise: Damit Semmeln, Brezen, Brote, etc. als GQ-Backware bezeichnet werden dürfen, müssen Brot und Kleingebäck nachfolgende Kriterien erfüllen:

- Hauptbestandteile der Rohstoffe, wie Mehl und Mahlerzeugnisse, wurden vollständig in Bayern erzeugt und von Nicht-GQ-Bayern Ware getrennt
- Andere Zutaten, wie Hilfsmittel, Gewürze, Salz und Zucker, etc. sind von der regionalen Herkunft ausgenommen; die Produktkennzeichnung muss genaue Angaben über den Anteil der GQ-Zutaten enthalten.
- Verarbeitung und Abpacken von Brot und Kleingebäck erfolgt nur in Bayern (StMELF, 2008, 2015).

Qualitätsbestimmungen für Nudeln (GQ-Nudeln)

GQ-Nudeln zeichnen sich dadurch aus, dass einerseits zu 100% in Bayern erzeugtes Mehl als Hauptzutat verwendet wurde. Andererseits finden die Herstellung, die Verarbeitung und das Abpacken der Nudeln ebenfalls vollständig in Bayern statt. Andere Zutaten in Nudeln, wie Hilfsmittel, Gewürze, Salz und Zucker, etc. sind von der regionalen Herkunft ausgenommen. Auf die Einhaltung der Trennung von Nicht-/ und GQ-Bayern-Ware wird geachtet. Bei GQ-Nudeln gibt es ebenfalls spezielle Anforderungen im Hinblick auf sensorische sowie chemische bzw. physikalische Eigenschaften, wie:

- Aussehen: Gelbe Teigwaren
- Geschmack, Geruch: Arteigen, frei von Fremdgeruch oder -geschmack
- Besatz: frei von Vorratsschädlingen und Verunreinigungen
- Mindestens 30 % Feuchtkleber im Hartweizen (StMELF, 2017).

Dreistufiges Kontrollsystem

Die Einhaltung dieser Qualitäts- und Prüfbestimmungen wird auf jeder Ebene der Produktions-, Verarbeitungs- und Handelskette dreistufig kontrolliert. An die *Eigenkontrolle des Erzeugers*, mit Aufzeichnung der Betriebsabläufe, schließt eine Überprüfung durch *unabhängige Zertifizierungs-*

stellen an. Um die Neutralität und Objektivität der Programmorganisation und der Kontrollen zu gewährleisten, werden die Lizenznehmer und die Zertifizierungsstellen von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) als neutrale Behörde überwacht (*staatliche Systemkontrolle*) (StMELF, 2008).

5.4 Bayerisches Bio-Siegel

Das bayerische Bio-Siegel wurde im Herbst 2015 eingeführt. Auch hier ist der Freistaat Bayern, vertreten durch das StMELF, der Zeichenträger. Das Siegel ermöglicht dem Verbraucher eine einfache und schnelle Identifikation von Bio-Produkten mit höherer Qualität sowie nachvollziehbarer Herkunft der Rohstoffe und deren Verarbeitung. Die Qualitätskriterien orientieren sich an den höheren Standards der Ökoverbände in Bayern (Biokreis, Bioland, Demeter und Naturland) und liegen deutlich über den gesetzlichen Anforderungen der EG-Öko-Verordnung („EG-Öko-VO“ bzw. VO (EG) Nr. 834/2007). Erzeuger müssen ihren gesamten landwirtschaftlichen Betrieb auf Grundlage der EG-Öko-VO bewirtschaften. Darüber hinaus gelten folgende zusätzliche höhere Qualitätsanforderungen, um die Idee der Kreislaufwirtschaft zu unterstützen bzw. um die Bodenfruchtbarkeit und die biologische Aktivität zu fördern:

- Auf den Ackerflächen müssen mindestens 20 % Leguminosen in der Fruchtfolge angebaut werden.
- Keine Verwendung von frischem, getrocknetem oder kompostiertem Geflügelmist und kein Zukauf von flüssigen tierischen Exkrementen (Gülle, Jauche, etc.) aus konventioneller Erzeugung.
- Verwendung von kompostierten oder fermentierten Haushaltsabfällen nur bei Vorlage zusätzlicher Öko-Gütesicherungskriterien.
- Keine Verwendung von Produkten oder Nebenprodukten tierischen Ursprungs in der Düngung mit Ausnahme von Huf-, Haar- und Hornmehl.
- Zukauf von organischen Düngern – mit Ausnahme für Gartenbau und Dauerkulturen – auf max. 40 kg N/ha beschränkt (StMELF (b), o.J.).

Anmerkung: Des Weiteren gibt es eine besondere Grenze für den Einsatz von Kupferpräparaten im Hopfenanbau sowie einen Ausschluss von erdenlosen Kulturverfahren im Gemüseanbau mit Ausnahme der Sprossenerzeugung. Auch bei landwirtschaftlichen Betrieben, die Tiere halten, gelten darüber hinaus spezielle Bestimmungen im Hinblick auf die Auswahl an Futtermittel, wie z.B. einen obligatorischen Grünfutteranteil im Grundfutter von Wiederkäuern. Ferner müssen mindestens 50 % der Futtermittel auf dem eigenen Betrieb oder in festen Futter-Mistkooperationen erzeugt werden (Ausnahme für Kleinerzeuger). Bei der Erzeugung von Schweinen und Geflügel sind zusätzliche Tierbesatz-Obergrenzen/ha einzuhalten (StMELF (b), o.J.).

5.5 Lagerung

Bereits entlang der Wertschöpfungskette werden verschiedene Maßnahmen durchgeführt, um die Lagerungsfähigkeit von Getreide bzw. Getreideerzeugnissen zu erhöhen. Auch der Verbraucher kann die Haltbarkeit dieser Lebensmittelgruppe beeinflussen.

5.5.1 Lagerung von Mehl

Grundsätzlich lässt sich Mehl gut aufbewahren, es ist aber trotzdem ein sensibles Lebensmittel. Bei der Lagerung von Mehl sollten trockene und kühle (< 20 °C) Bedingungen herrschen, da Feuchtigkeit und Wärme Enzyme aktivieren und somit den Verderb begünstigen würden. Des Weiteren soll Mehl in geschlossenen Behältern luftig gelagert werden, um es vor direkter Sonneneinstrahlung, Schädlingen und Fehlgerüchen zu schützen. Vollkornmehl ist durch den enthaltenen Keimling aufgrund des schneller einsetzenden Fettverderbs nicht so lange haltbar wie Mehle mit geringer Ausmahlung. Selbst gemahlene Mehle sind ebenfalls leichter anfällig für sensorische Qualitätsverluste, da beim Vermahlen in der kleinen Getreidemühle höhere Temperaturen entstehen (BMEL, o.J.).

5.5.2 Lagerung von Brot

Je größer der Anteil an Roggen, Schrot oder Sauerteig im Brot ist, desto haltbarer ist es bei Raumtemperatur. Für kurzzeitige Lagerung empfiehlt sich eine luftige Lagerung in der Bäckertüte, damit das Brot knusprig bleibt. Unverpacktes Brot trocknet weniger schnell in Kunststoffbeuteln aus, wodurch jedoch die Brotkrume weich wird. Andernfalls sollte es in Stein- und Keramiktöpfen aufbewahrt werden.

Beim „**Altbacken werden**“ handelt es sich um einen Vorgang, bei dem die Stärke bestrebt ist, ihre kristalline Struktur wieder anzunehmen (Retrogradation). Dabei wird ein Teil des gebundenen Wassers wieder frei (Entquellung) und wandert zur Kruste. Dadurch treten verschiedene sensorische Veränderungen im gesamten Brotlaib auf. Einerseits verliert die Kruste an Glanz und wird zäh. Andererseits wird die Krume fester und trockener. Insgesamt lässt auch das Aroma (d.h. Geruch und Geschmack der Backware) nach.

Diese unerwünschten Prozesse können bereits in der Bäckerei durch entsprechende Rezeptgestaltung (wie z.B. der Verwendung von Backmitteln in Form von Quellstoffen oder Enzymen), eine lange, weiche und kühle Teigführung, Einhalten der gebäckspezifischen Backtemperaturen und Backzeiten reduziert werden. Da bei 0-10 °C die stärkste Retrogradation auftritt, sollte Brot nicht im Kühlschrank aufbewahrt werden. Dies gilt vor allem für roggenhaltige Brotsorten, da letztgenannte schneller altbacken werden. Tiefgefrieren kann das Altbackenwerden am effektivsten verzögern. Sowohl frisches Brot als auch Semmeln lassen sich gut einfrieren und sind im gut verschlossenen Tiefkühlbeutel etwa 3 Monate haltbar. Genauere Lagerzeiten verschiedener Brotsorten bei Raumtemperatur können Tabelle 13 entnommen werden (Ternes, 2008; BMEL, 2013).

Tabelle 13: Lagerdauer von unterschiedlichen Brotsorten (BMEL, 2013)

Lagerdauer von unterschiedlichen Brotsorten	
Verpacktes Brot	Lagerdauer
Weißbrot	1 - 3 Tage
Weizenmischbrot	3 - 5 Tage
Roggenmischbrot	5 - 7 Tage
Roggenbrot	6 - 10 Tage
Weizenschrot- und Vollkornbrot	ca. 4 Tage
Roggenschrot- und Vollkornbrot	7 - 9 Tage
Toastbrot, originalverpackt	< 7 Tage
Knäckebrot/Zwieback	ca. 1 Jahr

Sofern altes Brot – trotz bewusstem Einkauf und richtiger Lagerung – vorhanden ist, kann es zu Semmelbröseln, Brotcroûtons für Salate oder Suppen, Brotchips, etc. weiterverarbeitet werden. Bei Schimmelbefall ist jedoch das ganze Brot zu entsorgen. Um Schimmelbefall zu vermeiden, sind Kühlschränke und Brotkasten in regelmäßigen Abständen mit Essigwasser zu reinigen (BMEL, 2013).

Schimmelpilzwachstum kommt des Weiteren häufig bei verpacktem Schnittbrot vor, weil in der feuchtwarmen Luft unter der Verpackung ideale Wachstumsbedingungen herrschen. Um das Schimmelpilzwachstum und das Fadenziehen (ausgelöst durch *Bacillus mesentericus*, welcher den Backprozess übersteht) zu verhindern, dürfen gemäß der Gemeinschaftsliste der für die Verwendung in Lebensmitteln zugelassenen Lebensmittelzusatzstoffe und ihrer Verwendungsbedingungen [siehe Anhang II der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008, welche in der Zusatzstoff-Zulassungsverordnung in nationales Recht umgesetzt wurden] unter anderem abgepacktes und geschnittenes Brot und Roggenbrot: 2000 mg/kg Sorbinsäure bzw. deren Salze (siehe E 200, E202 und E 203) sowie Propionsäure bzw. deren Salze (siehe E 280, E281, E282 und E 283) als Konservierungsmittel aufweisen (Kirsch, 2008; Europäische Kommission, 2017).

6 FRAGEN UND ANTWORTEN

6.1 Macht Weizen wirklich dick?

Weizen enthält, wie andere Getreidearten auch, Ballaststoffe, welche sich auf die Entwicklung von Übergewicht und einigen ernährungsmitbedingten Krankheiten präventiv auswirken (siehe auch Kapitel 4.2.1.1). Deshalb stellen die Getreideprodukte zusammen mit Kartoffeln, Gemüse und Obst auch die Basis einer vollwertigen Ernährung dar (DGE (a), 2015). Nach der NVS II entfällt aber innerhalb der Getreideprodukte ein großer Teil auf Backwaren wie Kuchen, Torten, Pizza, Teilchen (MRI, 2008). Diese Produkte haben oft einen hohen Fett- und/oder Zuckeranteil und eine hohe Energiedichte. Somit können sie zu einer erhöhten Energieaufnahme beitragen und Übergewicht fördern. Die aktuelle Leitlinie zur Prävention und Therapie von Adipositas empfiehlt u.a. zur Prävention von Adipositas

- den Verzehr von Lebensmitteln mit hoher Energiedichte zu senken (tierische Fette, andere Lebensmittel mit hohem Fettanteil, Süßigkeiten) und den Verzehr von Lebensmitteln mit niedriger Energiedichte (Vollkornprodukte, Getreide, Gemüse, Obst) zu erhöhen
- den Verzehr von Fast Food Produkten (z.B. Pizza, Burger) zu senken (DAG, DDG, DGE, DGEM, 2014).

Zusammenfassend ist daher festzuhalten, dass aus Weizen sowohl Produkte hergestellt werden können, die auf die Entwicklung von Übergewicht präventiv wirken (z.B. Vollkornprodukte) als auch Produkte, die die Entwicklung von Übergewicht fördern (z.B. Kuchen, Pizza).

6.2 Haben gesunde Menschen Vorteile von einer glutenfreien Ernährung?

Gluten ist ein Bestandteil des Weizenproteins, das für die Backfähigkeit eine entscheidende Rolle spielt. Bei insgesamt rund 5 % der Bevölkerung ist eine gluten- bzw. weizenfreie Ernährung notwendig und sinnvoll, da sie an glutenabhängigen Hypersensitivitäten leiden (z.B. Zöliakie oder Weizensensitivität) (siehe auch Kapitel 4.2.2). Bei dem weit überwiegenden Teil der Bevölkerung gibt es aber nach Abwägung aller aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse keinen Grund, auf Weizen, Roggen und andere glutenhaltige Getreidearten zu verzichten (Scherf & Köhler, 2016).

6.3 Kann man mit der Low-Carb-Diät abnehmen?

Grundsätzlich ist anzumerken, dass es bisher keine klaren Definitionen von kohlenhydratarmen Diäten – sogenannte „Low carb-Diäten“ – gibt. Bei der Atkins-Diät beispielsweise werden 5-10 % der Gesamtenergie (E%) aus Kohlenhydraten zugeführt, was etwa 20-60 g Kohlenhydraten pro Tag entspricht. Dies führt zur Bildung von Ketonkörpern, welche im Urin nachgewiesen werden können (siehe ketogene Diät, bei der insbesondere zu Beginn der Diät hohe Gewichtsabnahmen beobachtet wurden). Die meisten kohlenhydratarmen Diäten basieren auf einer täglichen Kohlenhydrataufnahme von 50-150 g/Tag, was etwa 10-30 E% der Gesamtenergiezufuhr entspricht.

Bei diesen moderaten Diäten sind keine Ketonkörper im Urin nachweisbar, weshalb sie als nicht ketogen bezeichnet werden. Inzwischen gibt es Hinweise, dass diese beiden Diätformen vergleichbar sind im Hinblick auf die Wirkungen im Stoffwechsel, weshalb nachfolgend kein Unterschied bei den beiden kohlenhydratarmen Diäten bzw. Low Carb-Diäten gemacht wird (Johnston, et al., 2006; Mack & Hauner, 2007).

Low-Carb-Diäten (LC) werden häufig zur Behandlung von Adipositas eingesetzt. Bei einer Meta-Analyse zeigten LC-Diäten ohne Kalorienbeschränkung einen hohen anfänglichen Gewichtsverlust, nach einem Jahr sind jedoch keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen LC- und Low-Fat-Diäten (LF) (mit Kalorienbeschränkung) zu erkennen (Nordmann, et al., 2006). Eine Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2014 vergleicht vier populäre Reduktionsdiäten miteinander, darunter die oben beschriebene Atkins-Diät. Dabei zeigte sich, dass der anfängliche Gewichtsverlust bei allen vier Diäten ähnlich hoch ist, nach 12 Monaten jedoch zeigten sich nur bei der Weight-Watchers-Diät noch entsprechende Ergebnisse. Hinsichtlich der Anteile der Hauptnährstoffe bei der Energieaufnahme ist diese relativ ähnlich den Empfehlungen der DGE (20-25 E% aus Eiweiß, 45-55 E% aus Kohlenhydraten, 20-35 E% aus Fett, mit Kalorienbeschränkung). Nach 24 Monaten zeigte sich bei allen Diätformen, dass anfängliche Gewichtsverluste wieder teilweise zugenommen wurden (Atallah, et al., 2014). Entscheidend ist aber, ob der Gewichtsverlust dauerhaft gehalten werden kann. Laut der DIOGENES-Studie hingegen gelingt eine Gewichtsstabilität leichter bei einer Diät mit niedrigem Glykämischen Index und hoher Proteinzufuhr (Larsen, et al., 2010). Neben dem reinen Gewichtsverlust ist auch meist eine Verbesserung der kardiovaskulären Risikofaktoren das Ziel einer Reduktionsdiät. Sowohl die Lipidprofile im Blut als auch Blutdruck und Blutzuckerspiegel bessern sich unter verschiedenen Reduktionsdiäten, so dass hieraus keine eindeutigen Empfehlungen abgeleitet werden können (Hu & Bazzano, 2014; Atallah, et al., 2014). Wird unter kohlenhydratarmen Diäten der Anteil der gesättigten Fettsäuren stark erhöht, kann dies eine Erhöhung des LDL-Cholesterols zur Folge haben (Liebmann, 2014). Generell kann man festhalten, dass sich verschiedene Reduktionsdiäten eignen, um Gewicht zu verlieren, dass aber aus wissenschaftlicher Sicht sowohl hinsichtlich des Gewichtsverlustes und der Gewichtsstabilität als auch hinsichtlich der Verbesserung der kardiovaskulären Risikofaktoren die Datenlage noch nicht eindeutig und zu gering ist, um eine abschließende Bewertung vorzunehmen.

6.4 Ist eine Ernährung nach dem Low-Carb-Prinzip als dauerhafte Ernährung geeignet?

Eine dauerhafte Ernährung nach dem Low-Carb-Prinzip bedeutet, langfristig nur einen geringen Teil der täglichen Energiezufuhr über Kohlenhydrate abzudecken (Empfehlung der DGE > 50 E% aus Kohlenhydraten). Dadurch steigt der Anteil der anderen energieliefernden Nährstoffe, insbesondere des Fetts (9 kcal/g) und des Proteins (4 kcal/g), an. Bedeutsame Lieferanten von Fett und Eiweiß sind Fleisch und Fleischprodukte, deren erhöhter Verzehr aber wiederum mit einem erhöhten Risiko für Dickdarmkrebs, koronare Herzkrankheiten, Bluthochdruck und Diabetes II in Zusammenhang gebracht wird. Die einzelnen Kohlenhydrate (Mono-, Di-, und Polysaccharide sowie lösliche und unlösliche Ballaststoffe) und Fettsäuren (gesättigte, einfach ungesättigte und mehr-

fach ungesättigte) haben über die Deckung des Energiebedarfs hinaus noch ernährungsphysiologische Wirkungen, die es bei der Wahl der Dauer-Kostform zu berücksichtigen gilt. Die von der DGE empfohlenen 30 E% aus Fett haben zum Ziel, die Energiezufuhr und -dichte zu beschränken, die Aufnahme gesättigter Fettsäuren zu begrenzen und eine ausreichend hohe Zufuhr pflanzlicher Lebensmittel als Lieferanten für Ballaststoffe und sekundäre Pflanzenstoffe zu gewährleisten. Die DGE hält eine Unterschreitung der empfohlenen 50 E% aus Kohlenhydraten für möglich, wenn

- eine Versorgung mit allen unentbehrlichen Nährstoffen gewährleistet ist,
- die Getreideballaststoffe einen wesentlichen Anteil an der Gesamtballaststoffzufuhr haben,
- es nicht zu einer erhöhten Zufuhr von gesättigten und trans-Fettsäuren kommt,
- die zusätzliche Proteinzufuhr aus pflanzlichen Lebensmitteln und nicht aus einem gesteigerten Verzehr von Fleisch, insbesondere rotem Fleisch, stammt (DGE (b), 2011).

Ferner gilt es noch zwei Dinge zu bedenken: Es gibt keine belastbaren Daten über die langfristigen gesundheitlichen Auswirkungen einer Low-Carb-Ernährung. Die Lebensmittelauswahl sowie die geschmackliche Vielfalt sind ferner bei einer dauerhaften Reduzierung der Kohlenhydrate stark eingeschränkt und dadurch auch schwer beizubehalten.

6.5 Was steckt hinter der Paleokost (=Steinzeiter Ernährung)?

Im Zuge von Diskussionen um eine weizenfreie Ernährung, die durch pseudowissenschaftliche Veröffentlichungen angestoßen wurde, wird die sogenannte Steinzeiter Ernährung als alternative Ernährungsform ins Gespräch gebracht. Ein wesentliches Kennzeichen dieser Kost ist ein kompletter Verzicht auf Getreide und Erzeugnisse daraus. Ferner fehlen Milchprodukte, Leguminosen sowie Speiseöle und -salz, isolierte Zucker und verarbeitete Erzeugnisse ebenso wie alkoholhaltige Getränke, da diese erst nach der Sesshaftwerdung des Menschen Einzug in den Speiseplan erhalten haben. Die moderne Steinzeiter Ernährung, wie sie in Industrieländern empfohlen und praktiziert wird, bezieht einen hohen Anteil an Energie aus Fleisch (27,5 %) und Meeresfrüchten (27,5 %), ergänzt um Gemüse (15 %), Obst (15 %) und Nüsse und Sesam (15 %). Dabei gilt es zu bedenken: es gibt nicht *die* eine Steinzeiter Ernährung, da sich diese regional unterschieden und die Lebensbedingungen in der über zwei Millionen Jahre dauernden Altsteinzeit auch mehrfach verändert haben (Ströhle, Behrendt, Behrendt, & Hahn, 2016).

Aus ernährungsphysiologischer Sicht positiv zu bewerten ist, dass die Steinzeiter Ernährung viele sekundäre Pflanzenstoffe liefert und mit Ausnahme von Calcium eine hohe Mikronährstoffdichte aufweist, negativ ist allerdings der hohe Fleisch- und damit Fett- und Proteinanteil zu bewerten (Ströhle, Behrendt, Behrendt, & Hahn, 2016).

Nach einer Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2015 lassen sich unter der Paleokost im Vergleich zu den gängigen Ernährungsempfehlungen größere oder ähnliche kurzfristige Erfolge im Hinblick auf die Verbesserung von Parametern des metabolischen Syndroms erzielen. Daten zur langfristigen Auswirkung dieser Ernährungsform gibt es jedoch nicht, wobei auch die Steinzeiter Ernährung langfristig schwer durchzuhalten sein dürfte (Manheimer, van Zuuren, Fedorowicz, & Pijl, 2015).

6.6 Welche Getreideprodukte enthalten viel Acrylamid?

Acrylamid entsteht beim Backen, Braten, Grillen und Frittieren aus der Aminosäure Asparagin in Gegenwart von reduzierenden Zuckern (Glucose, Fructose) als Nebenprodukt der Bräunungsreaktionen, zum Beispiel bei der Herstellung von Pommes Frites, Chips, Knäckebrot und Keksen.

Aufgrund von Tierversuchen wird Acrylamid als möglicherweise krebserregend und erbgutschädigend angesehen. Eine Grenzwertfestsetzung ist aufgrund der noch unzureichenden Datenlage derzeit noch nicht möglich. Seit 2011 gibt es von der EU-Kommission europaweit geltende Empfehlungswerte für die einzelnen Lebensmittelkategorien, die sich bei guter Herstellungspraxis einhalten lassen.

Zu Hause sollte man beim Braten, Backen und Frittieren auf möglichst niedrige Temperaturen, kurze Garzeiten sowie eine nicht zu starke Bräunung achten. Da sich Acrylamid besonders an der Oberfläche des Lebensmittels bildet sollten besser größere Pommes frites und dickere Knäckebrotsscheiben verwendet werden. Generell gilt, dass in trockenen Lebensmitteln, wie beispielsweise Keksen die Gehalte an Acrylamid höher sind. Für die Gesamtaufnahme sind – abgesehen von dem Gehalt – auch die Verzehrsmengen zu beachten (LGL (c), 2016).

6.7 Überschreiten die Aluminiumgehalte in Brezen die Höchstmenge?

Aluminium kommt natürlicherweise in Lebensmitteln, so auch in Getreide, vor. Meist liegen die Aluminium-Gehalte $< 5\text{mg/kg}$. Bei der Herstellung von Laugengebäck kann es technologisch bedingt zu einer Anreicherung des Aluminiums bis auf das Zehnfache des natürlichen Gehalts kommen. Die Natronlauge löst beim Backprozess Aluminium aus Alublechen, insbesondere, wenn die Bleche mit den Teiglingen in Natronlauge getaucht werden. Die Aluminium-Aufnahme aus Laugengebäck gilt als nicht gesundheitsgefährdend, da selbst bei hohem Verzehr die Grenzwerte nicht erreicht werden; die Gesamt-Aluminium-Aufnahme erhöht sich jedoch dadurch beträchtlich. Das BfR empfiehlt, den Übergang von Aluminium auf Laugengebäck auf technisch unvermeidbare Werte zu reduzieren und die Verfahren, die einen erhöhten Übergang von Aluminium auf das Backgut bewirken, zu vermeiden. In der Praxis bedeutet dies die Verwendung von Edelstahlblechen bzw. der Einsatz von Backtrennfolie. Bayern hat als einziges Bundesland einen Verwaltungsvollzugs-Höchstwert in Höhe von 10 mg/kg Frischgewicht für Laugengebäck festgesetzt, dessen Überschreitung beanstandet und geahndet wird (BfR, 2002; LGL (d), 2016).

Tabelle 14: Nährstoffzusammensetzung (pro 100 g) unterschiedlicher Getreide- und Pseudogetreidearten im Vergleich zur Kartoffel

	E (kJ)	EW (g)	F (g)	KH (g)	GFS (g)	EUFS (g)	MUFS (g)	Bst (g)	B1 (mg)	B2 (mg)	B6 (mg)	Fols (µg)	RÄ (µg)	E (mg)	K (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	
Getreide																					
Weizen	1381	11	2	60	0,3	0,2	0,8	13	0,46	0,09	0,27	87	3,0	1,0	380	33	97	342	3,2	2,6	
Roggen	1364	10	2	61	0,3	0,5	0,8	13	0,37	0,17	0,23	143	2,0	1,4	510	37	91	340	2,8	2,8	
Mais	1440	9	4	64	0,6	1,1	1,7	8	0,36	0,20	0,40	26	154,0	1,5	270	8	91	213	1,5	1,5	
Hafer	1468	11	7	56	1,5	2,5	2,9	10	0,67	0,17	0,96	33	0,0	0,5	355	80	129	342	5,8	3,2	
Gerste	1415	11	2	63	0,5	0,3	1,3	9	0,43	0,18	0,56	65	0,0	0,3	444	38	114	342	2,8	2,3	
Reis	1490	8	2	74	0,6	0,6	0,8	2	0,41	0,09	0,28	22	0,0	0,6	260	16	110	282	3,2	2,0	
Hirse	1525	11	4	69	1,0	0,9	1,9	4	0,43	0,11	0,52	20	0,0	0,1	173	10	123	275	6,9	2,9	
Dinkel	1457	17	2	60	0,2	0,2	0,8	10	0,30	0,16	0,30	50	0,0	0,2	415	25	136	422	4,3	3,7	
Pseudogetreide																					
Buchweizen	1548	12	2	71	0,3	0,5	0,6	10	0,60	0,15	0,60	35	3,0	0,3	400	75	130	290	3,1	4,0	
Amaranth	1686	14	7	66	1,7	1,5	2,9	9	0,08	0,21	0,22	49	0,0	0,1	366	214	266	455	7,6	3,2	
Quinoa	1543	12	6	62	0,5	1,3	2,6	7	0,46	0,05	0,14	49	0,0	0,1	562	25	198	592	2,9	2,2	
Kartoffeln																					
Kartoffel	317	2	0	16	0,0	0,0	0,0	1	0,08	0,01	0,16	15	1,0	0,1	381	9	22	31	0,9	0	

E=Energie, kJ=Kilojoule, KH=Kohlenhydrate, EW=Eiweiß, F=Fett, GFS=gesättigte Fettsäuren, EUFS=einfach ungesättigte Fettsäuren, MUFS=mehrfach ungesättigte Fettsäuren, Bst=Ballaststoffe, B1=Vitamin B1 (Thiamin), B2=Vitamin B2 (Riboflavin), B6=Vitamin B6 (Pyridoxin), Fols=Folsäure, RÄ=Retinoläquivalent, E=Vitamin E, K=Kalium, Ca=Calcium, Mg=Magnesium, P=Phosphor, Fe=Eisen, Zn=Zink

Hinweis: Nährstoffgehalte – pro 100 g verzehrbares Lebensmittel – können schwanken je nach Sorte, Anbaubereich und klimatischen Verhältnissen

Tabelle 15: Nährstoffzusammensetzung (pro 100 g) verschiedener Mehltypen

	kJ	KH (g)	EW (g)	F (g)	Bst (g)	B1 (mg)	B2 (mg)	B6 (mg)	Fols (µg)	RÄ (µg)	E (mg)	K (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	
Weizen																		
Weizen Vollkornmehl	1373	60	11,4	2	10,0	0,47	0,17	0,46	50	2,0	1,4	337	32	124	345	3,4	3,4	
Weizen Mehl Type 1700	1392	61	12,1	2	9,2	0,47	0,17	0,46	50	1,0	1,6	390	26	130	350	5,0	3,4	
Weizen Mehl Type 1600	1454	65	12,7	2	6,4	0,46	0,12	0,37	36	0,0	0,4	305	19	60	271	4,4	2,6	
Weizen Mehl Type 1050	1454	67	12,1	2	5,2	0,43	0,07	0,24	22	0,0	0,4	203	24	54	212	2,2	1,9	
Weizen Mehl Type 812	1437	67	12,7	1	4,8	0,26	0,06	0,28	22	0,0	0,4	190	17	53	180	2,4	1,7	
Weizen Mehl Type 550	1474	72	10,6	1	3,5	0,11	0,08	0,10	16	0,0	0,2	150	17	23	107	1,0	0,8	
Weizen Mehl Type 405	1459	72	10,0	1	2,8	0,10	0,01	0,04	10	0,0	0,2	168	5	14	62	0,6	0,5	
Roggen																		
Roggen Vollkornmehl	1364	61	9,5	2	13,4	0,37	0,17	0,23	143	2,0	1,4	510	37	91	340	2,8	2,8	
Roggen Mehl Type 1740	1364	63	9,0	1	10,7	0,37	0,22	0,35	70	0,0	0,9	387	26	82	339	3,2	3,5	
Roggen Mehl Type 1370	1410	67	8,9	1	9,0	0,30	0,13	0,35	70	0,0	0,7	303	31	47	170	2,6	2,9	
Roggen Mehl Type 1150	1415	68	9,0	1	7,7	0,22	0,10	0,35	37	0,0	0,6	297	28	50	196	2,1	2,1	
Roggen Mehl Type 997	1378	68	7,4	1	6,9	0,19	0,11	0,20	33	0,0	0,9	290	25	46	189	1,9	1,6	
Roggen Mehl Type 815	1416	71	6,9	1	6,5	0,18	0,09	0,11	15	0,0	0,3	170	22	26	128	2,0	1,5	
Dinkel																		
Dinkelmehl Type 630	1460	69	12,4	1	3,7	0,30	0,10	0,30	50	0,0	0,3	135	8	31	116	1,2	1	

KJ=Kilojoule, KH=Kohlenhydrate, EW=Eiweiß, F=Fett, GFS=gesättigte Fettsäuren, EUFS=einfach ungesättigte Fettsäuren, MUFS=mehrfach ungesättigte Fettsäuren, Bst=Ballaststoffe, B1=Vitamin B1 (Thiamin), B2=Vitamin B2 (Riboflavin), B6=Vitamin B6 (Pyridoxin), Fols=Folsäure, RÄ=Retinoläquivalent, E=Vitamin E, K=Kalium, Ca=Calcium, Mg=Magnesium, P=Phosphor, Fe=Eisen, Zn=Zink

Hinweis: Nährstoffgehalte – pro 100 g verzehrbare Lebensmittel – können schwanken je nach Sorte, Anbaubereich und klimatischen Verhältnissen

Tabelle 16: Nährstoffzusammensetzung (pro 100 g) verschiedener Brotsorten

	KJ	KH (g)	EW (g)	F (g)	GFS (g)	EUFS (g)	MUFS (g)	Bst (g)	B1 (mg)	B2 (mg)	B6 (mg)	Fols (µg)	RÄ (µg)	E (mg)	K (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)
Weizenbrot	1040	49	8,2	1	0,3	0,3	0,4	3,2	0,09	0,06	0,02	22	3,0	0,4	132	58	24	88	0,7	0,7
Weizentoastbrot	1117	48	8,3	4	2,2	0,8	0,4	3,2	0,16	0,07	0,10	19	3,0	0,2	133	16	19	89	0,9	0,7
Weizenmischbrot	1024	46	8,6	2	0,1	0,2	0,3	4,3	0,21	0,04	0,08	27	0,0	0,4	125	21	32	112	1,4	1,2
Weizenmischbrot mit Sonnenblumenkernen	1100	45	9,9	3	0,4	0,8	1,7	4,4	0,33	0,06	0,17	34	0,0	3,2	174	26	54	155	1,7	1,5
Mehrkornbrot	1069	49	7,9	1	0,3	0,4	0,6	6,2	0,22	0,09	0,22	28	0,0	0,5	230	30	49	160	1,8	1,4
Roggenmischbrot	990	46	7,4	1	0,3	0,3	0,4	6,1	0,18	0,08	0,13	26	0,0	0,5	208	29	33	128	1,2	1,1
Roggenbrot	888	41	5,4	1	0,1	0,1	0,2	7,2	0,18	0,05	0,08	16	0,0	0,7	171	23	46	138	1,6	1,5
Roggenvollkornbrot	893	39	7,3	1	0,2	0,1	0,6	8,1	0,18	0,15	0,15	14	1,0	0,8	291	37	55	201	2,0	1,5
Weizenvollkornbrot	911	41	7,6	1	0,1	0,1	0,4	7,4	0,25	0,15	0,08	29	0,0	0,6	210	31	60	204	2,0	1,5
Dinkelbrot	1014	39	10,4	4	0,4	0,8	2,0	4,4	0,38	0,18	0,22	84	0,0	3,6	282	23	76	216	4,2	2,1
Kartoffelbrot	1037	49	8,0	1	0,5	0,3	0,3	2,6	0,13	0,13	0,10	55	6,0	0,1	290	34	25	96	1,2	0,7
Knäckebrötchen	1465	66	10,1	1	0,4	0,3	0,5	14,6	0,20	0,18	0,30	88	4,0	0,6	436	55	68	303	4,7	3,1
Hirsebrot glutenfrei	1144	54	5,2	2	0,3	0,6	1,1	6,7	0,19	0,08	0,17	17	11,0	0,9	162	35	56	153	2,4	1,6
Sojabrot	1805	6	37,0	24	3,3	5,2	13,7	23,0	0,10	0,14	0,30	226	20,0	0,8	1470	138	173	363	4,4	3,6

KJ=Kilojoule, KH=Kohlenhydrate, EW=Eiweiß, F=Fett, GFS=gesättigte Fettsäuren, EUFS=einfach ungesättigte Fettsäuren, MUFS=mehrfach ungesättigte Fettsäuren, Bst=Ballaststoffe, B1=Vitamin B1 (Thiamin), B2=Vitamin B2 (Riboflavin), B6=Vitamin B6 (Pyridoxin), Fols=Folsäure, RÄ=Retinoläquivalent, E=Vitamin E, K=Kalium, Ca=Calcium, Mg=Magnesium, P=Phosphor, Fe=Eisen, Zn=Zink

Hinweis: Nährstoffgehalte – pro 100 g verzehrbare Lebensmittel – können schwanken je nach Sorte, Anbaubereich, klimatischen Verhältnissen und Backtechnologie

7 REZEPTE

Zutaten und Zubereitung

Die Auswahl der diesjährigen Rezepte fokussiert auf heimisches Getreide und Brot, da diese Themenkomplexe auch im Theorieteil im Vordergrund stehen.

Die durchschnittliche tägliche Aufnahme an Ballaststoffen liegt unter den von der DGE empfohlenen 30 g/Tag und kann effektiv durch die Verwendung von Vollkorngetreideprodukten und Vollkornmehl gesteigert werden. Aus Gründen des Geschmacks und der Verarbeitungseigenschaften wird jedoch nicht in allen Rezepten reines Vollkornmehl verwendet. Häufig ist auch eine Mischung oder die Verwendung eines Mehls mit einer größeren Typenzahl (z.B. Type 1050 bei Weizen) möglich, wodurch sich der Ballaststoffanteil erhöhen lässt.

Generell ist zu beachten, dass Getreideprodukte ein Naturprodukt sind und so die Aufnahme der Schüttflüssigkeit variieren kann. Die in den Rezepten angegebene Menge an Wasser oder anderer Flüssigkeit ist somit immer ein Richtwert. Wird der Teig zu feucht und klebrig, kann löffelweise Mehl zugegeben werden, wird er zu trocken oder bröselig, kann vorsichtig Flüssigkeit zugegeben werden. Bei Verwendung von Vollkorn muss generell mehr Feuchtigkeit zugegeben werden.

Bei der Zubereitung von Hefeteig ist folgendes zu erwähnen:

Generell ist die Zubereitung von Hefeteig einfach und es ergeben sich viele Möglichkeiten bei der Auswahl an Geschmackszutaten und der weiteren Verarbeitung. Hefeteig ist anspruchslos, auch in der Menge von Fett, Ei und Zucker. Soll der Hefeteig zügig aufgehen, braucht er Wärme (ca. 25-35 °C). Kälte verzögert entsprechend ein Aufgehen. Durch niedrige Temperaturen beispielsweise bei der Zubereitung von Pizzateig wird der Teig feinporiger, wodurch er sich sehr gut weiterverarbeiten lässt.

Die unmittelbare Berührung von Hefezellen mit Salz wirken hemmend auf die Gärtätigkeit. Auch hohe Fett- und/oder Zuckermengen verzögern das Aufgehen. Ein Vorteig (Teiglein) beschleunigt den Prozess und lässt gerade auch „schwere“ Teige (gekennzeichnet durch hohe Fett- und Zuckermengen) gut gehen.

Alle Rezepte wurden auf einem Elektroherd zubereitet. Bei Verwendung eines anderen Herdsystems können die Garzeiten leicht variieren.

Einige Rezepturen ermöglichen es auch, weitere Zutaten je nach Verfügbarkeit und Vorlieben auszutauschen. Generell können Weizenmehle durch entsprechende Dinkelmehle ersetzt werden. Auf diese Weise können leicht eigene Kreationen von Gerichten entstehen.

Nährwertangaben

Für jedes Gericht wird der Gehalt an Energie, Hauptnährstoffen und eine Auswahl an weiteren Inhaltsstoffen aufgezeigt.

Tabelle 17: Zufuhrempfehlungen der ausgewählten Nährstoffe und prozentualer Anteil des Rezepts (berechnet mit Prodi 6.6; bezogen auf eine erwachsene Person, weiblich, 25 bis unter 51 Jahre, PAL¹ (physical activity level) von 1,4)

E	E	EW	F	KH	Bst.	Vit. B ₁	Vit. B ₂	Vit. B ₆	Folat	K	Mg	Fe	Zn
kcal	kJ	g	g	g	g	mg	mg	mg	µg	mg	mg	mg	mg
1800	7536	48	58	252	30	1,0	1,1	1,2	300	4000	300	15	7
100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

E = Energie, kcal = Kilokalorien, kJ = Kilojoule, EW = Eiweiß, F=Fett, KH = Kohlenhydrate, Bst. = Ballaststoffe, Vit. B₁ = Vitamin B₁ (Thiamin), Vit. B₂ = Vitamin B₂ (Riboflavin), Vit. B₆ = Vitamin B₆ (Pyridoxin), Folat = Folat (Folsäure gesamt), K = Kalium, Mg = Magnesium, Fe = Eisen, Zn = Zink

¹ Der PAL-Wert ist das Maß für die körperliche Aktivität; ein PAL-Wert von 1,4 entspricht einer leichten Bürotätigkeit.

Hinweis: Prodi 6.6 bezieht sich noch auf den alten Referenzwert von 2000 mg Kalium/Tag, daher wurden die prozentualen Anteile händisch berechnet (DGE (b), 2015).

Neben den neuen Rezepten finden sich auch in den vorhergehenden Kompendien Rezepte auf der Basis von Getreide. Tabelle 18 bietet hierzu einen Überblick.

Tabelle 18: Übersicht über Rezepte mit Getreideprodukten in den Kompendien Milch, Käse & Co; Kräuter und Gewürze sowie Mediterran-regional-genial!

Rezept	Enthaltene Getreideprodukt	Kategorie
Milch, Käse & Co.		
Käsefladen mit Bergkäse	Roggenmehl Type 1150 Dinkelvollkornmehl	Hauptgericht oder Snack
Orientalischer Milchreis*	Milchreis	Süßspeise
Quarkspätzle	Mehl (Type 405) oder doppelgriffiges Spätzlemehl	Hauptgericht oder Beilage
Spinat-Rucola-Quiche im Quark-Pastetenteig	Dinkelvollkornmehl	Hauptgericht oder als Snack
Süße Lasagne*	Lasagnenudeln	Süßspeise
Topfenockerl	Semmeln Weizenvollkorn Grieß Semmelbrösel	Süßspeise
Würzige Käsetorte mit Ap-penzeller	Dinkelmehl Type 630	Hauptgericht oder als Snack
Kräuter und Gewürze		
Gewürzbrötchen	Dinkelvollkornmehl	Beilage
Kräuter-Knoblauch-Muffins	Vollkornmehl	Snack
Kräuter-Feta-Quiche	Vollkornmehl (Weizen oder Dinkel)	Hauptgericht oder als Snack
Kräuterklößchen mit Parmesan	Vollkorntoast oder Vollkornbrötchen	Beilage

Rezept	Enthaltenes Getreideprodukt	Kategorie
Kräuter-Schinkenbrötchen	Weizenvollkornmehl	Beilage
Mangoldröllchen mit Lammhack	Vollkornsemmelmehl	Hauptgericht
Paprika-Zucchini-Curry mit Koriander-Hirse*	Hirse	Hauptgericht
Printen	Weizenvollkornmehl	Gebäck
Schnelle Kräutersuppe mit Sahnehaube	Feines Gerstenschrot	Vorspeise
Schoko-Gewürz-Kuchen	Dinkelvollkornmehl	Gebäck
Zitronen-Basilikum-Kuchen	Dinkelvollkornmehl	Gebäck
Mediterran-regional-genial!		
Griechischer Nudelsalat mit weißen Bohnen*	Kritharaki (griechische Nudelspezialität aus Hartweizengrieß)	Snack
Hefe-Nussbrot	Weizenvollkornmehl Roggenmehl (Type 1150)	Beilage
Kartoffelgnocchi	Mehl Type 550	Beilage
Malfatti Käse-Mangold-Nocken	Maisgrieß (oder Hartweizengrieß) Mehl Type 550	Beilage oder Hauptgericht
Mediterrane Brötchen	Dinkelmehl Type 1050	Beilage
Mediterraner Nudelsalat*	Nudeln (z.B. Muschelnudeln)	
Nusstarte mit Lavendel	Mehl Type 550	Gebäck
Pfannbrot	Weizenvollkornmehl	Beilage
Polenta e pasticciata (Polentaauflauf)*	Maisgrieß	Hauptgericht
Rhabarber-Baiser-Törtchen/Torte	Vollkornmehl Maismehl	Gebäck
Schnelle Salbei-Walnussnudeln*	Rote Muschelnudeln	Hauptgericht
Süße Polenta-Mohnnockerl*	Maisgrieß	Süßspeise
Türkisches Fladenbrot	Weizenvollkornmehl	Beilage
Walnusscrostini mit feinem Forellenfilet	Vollkornwalnussbaguette	Snack/Vorspeise
Würzige Frühlingsquiche	Maismehl Vollkornmehl	Hauptgericht oder als Snack
Würziges Kräuterbrot mit Karotten und Oliven	Weizenmehl Type 1050 Roggenmehl Type 1150	Beilage

*Der Fokus dieses Kompendiums liegt auf den heimischen Getreidearten und auf Brot. Die Rezepte aus anderen Getreidearten und Nudeln wurden der Vollständigkeit halber hier aufgenommen.

REZEPTE



© KERN/DISTLER

- 7.1 BUCHWEIZEN-AUFSTRICH
- 7.2 BURGERSEMELN AUS WEIZENMEHL
- 7.3 BUTTERMILCH-BANANENBROT
- 7.4 DINKELBUCHTEIN MIT RHABARBER
- 7.5 DINKEL-ROGGENBROT MIT KARTOFFELN
- 7.6 EMMERRISOTTO
- 7.7 FRUCHTIGER HAFERSALAT MIT CURRY
- 7.8 FRÜHLINGSSALAT MIT GETREIDESPROSSEN
- 7.9 GEMÜSEAUFLAUF MIT ROGGEN
- 7.10 GETREIDEBREI MIT OBST DER SAISON
- 7.11 GRÜNKERNNOCKERL IN FEINER GEMÜSEBRÜHE
- 7.12 HIRSE-KÄSE-PUFFER
- 7.13 HIRSE-KAPEREN-AUFSTRICH



© Ken/Distler

BUCHWEIZEN- AUFSTRICH



© Ken/Distler

ZUTATEN:

FÜR DAS GETREIDE:

60 g Buchweizenschrot
130 ml Gemüsebrühe

FÜR DAS GEMÜSE:

50 g Butter	1 TL Currypulver
1 EL Rapsöl	Schwarzer Pfeffer aus der Mühle
50 g Karotten	
50 g Zwiebeln	½ Bund Blatt Petersilie
1 kleine Zehe Knoblauch	

ZUBEREITUNG:

Die kräftig abgeschmeckte Gemüsebrühe mit dem Buchweizenschrot in einen Topf geben, 2 Minuten kochen lassen und mit geschlossenem Deckel auf der ausgeschalteten Herdplatte 15 Minuten nachgaren.

In der Zwischenzeit die Karotten raspeln, Zwiebeln schälen und würfeln und den Knoblauch klein schneiden. Die Butter und das Rapsöl in einer kleinen Pfanne vorsichtig erhitzen. Die Karotten und die Zwiebeln mit dem Knoblauch anschwitzen, anschließend abkühlen lassen.

Den Buchweizen mit dem Gemüse vermischen. Mit dem Currypulver würzen. Die Blatt Petersilie hacken und unter den Aufstrich mischen. Mit Pfeffer abschmecken. Der Buchweizen aufstrich darf stärker gewürzt werden, da er noch durchzieht und sonst leicht fad schmeckt.

Im Kühlschrank aufbewahrt hält sich der Aufstrich bis zu 3 Tage.

NÄHRWERTE PRO PORTION (ERGIBT 4 PORTIONEN):

E kcal	E	EW g	F g	KH g	Bst. g	Vit B ₁ mg	Vit B ₂ mg	Vit B ₆ mg	Folat µg	K mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg
187	779	2	14	13	1	0,11	0,04	0,06	8	100	5	0,5	0,1
10 %	10 %	5 %	24 %	5 %	3 %	11 %	4 %	5 %	3 %	3 %	2 %	4 %	2 %

Nährwertangaben beziehen sich auf eine erwachsene, weibliche Person mit einem Tagesbedarf von 1800 kcal.

- Der Buchweizenschrot zieht unter Umständen etwas mehr Wasser. Nach Bedarf 2-3 EL mehr Flüssigkeit zugeben.

- Dieser Aufstrich ist glutenfrei.



© KErn/Distler

BURGERSEMMELN AUS WEIZENMEHL



© KErn/Distler

ZUTATEN:

FÜR DEN TEIG:

- 500 g Weizenmehl Type 550
- 1 TL Salz
- 220 ml Milch 1,5 % Fett
- 40 g Butter
- 1 TL Zucker
- 1 Ei
- 1 Eiweiß
- 1 Würfel (40 g) Hefe

ZUM BESTREICHEN/TAUCHEN:

- 1 EL Rapsöl
- 1 Eigelb
- 80 g Sesam

NÄHRWERTE PRO STÜCK (ERGIBT 12 STÜCK):

E	E	EW	F	KH	Bst.	Vit B ₁	Vit B ₂	Vit B ₆	Folat	K	Mg	Fe	Zn
kcal	kJ	g	g	g	g	mg	mg	mg	µg	mg	mg	mg	mg
240	1012	8	9	32	3	0,16	0,15	0,13	31	153	37	1,4	1,2
13 %	13 %	17 %	15 %	13 %	9 %	16 %	14 %	11 %	10 %	4 %	12 %	9 %	17 %

Nährwertangaben beziehen sich auf eine erwachsene, weibliche Person mit einem Tagesbedarf von 1800 kcal.

ZUBEREITUNG:

Die Milch und die Butter rechtzeitig aus dem Kühlschrank nehmen oder handwarm auf etwa 25-35 °C erwärmen. Das Mehl und die Prise Salz in eine große Schüssel geben und in der Mitte eine Mulde formen. Etwas Milch in die Mulde schütten, die Hefe hineinbröseln und den Zucker zugeben. Mit etwas Mehl verrühren und den Vorteig zugedeckt an einem warmen Ort etwa 15 Minuten gehen lassen.

Danach die restliche Milch, das Ei, das Eiweiß und die Butter unterrühren und zu einem mittelfesten Teig kneten. Er sollte sich leicht von der Schüssel lösen und kleine Blasen aufwerfen. Der Teig darf nicht mehr kleben, bei Bedarf noch etwas Mehl unterkneten.

Den Teig zugedeckt an einem warmen Ort gehen lassen bis sich die Teigmenge verdoppelt hat.

Die Arbeitsfläche mit etwas Mehl bestäuben und aus dem Teig eine lange Rolle formen und in 12 gleichgroße Brötchen zerteilen. Zwei Backbleche mit Backpapier auslegen. Den Sesam in eine kleine Schüssel füllen.

Das Eigelb mit dem Rapsöl verquirlen, die Semmeln damit gleichmäßig bestreichen und in die Sesamseed tauchen. Die Teiglinge auf die Backbleche setzen und im Backofen bei Heißluft ca. 35 Minuten bei 170 °C goldgelb backen.

- Die Semmeln können auch in Mohn, Leinsamen, Haferflocken oder Sonnenblumenkerne getaucht werden. Sie können nach Belieben mit Salat, Tomaten, Gurken, Joghurtsauce etc gefüllt werden.

- Die Burgersemmeln lassen sich sehr gut einfrieren.



© Ken/Distler

BUTTERMILCH-BANANENBROT MIT WEIZENMEHL



© Ken/Distler

ZUTATEN:

500 g Weizenmehl Type 550
 10 g (¼ Würfel) Hefe
 1 gestrichener TL Salz
 350 ml Buttermilch
 120 g (1 Stück) sehr reife Banane
 100 g Cranberries oder Rosinen
 50 g Kokospäne

ZUBEREITUNG:

Die Buttermilch rechtzeitig aus dem Kühlschrank nehmen oder auf etwa 25-35 °C erwärmen.
 Das Mehl und das Salz in eine große Schüssel oder Küchenmaschine geben. Die Banane pürieren und mit der Buttermilch, den Cranberries, den Kokospänen und der zerbröselten Hefe zum Mehl geben.
 Den Teig gut kneten bis er sich von der Schüssel löst und nicht mehr klebt.
 Zugedeckt an einem warmen Ort 30 Minuten gehen lassen. Noch einmal kneten und für weitere 30 Minuten ruhen lassen.
 Den Ofen auf 230 °C Ober-/Unterhitze vorheizen und gleichzeitig einen kleinen Topf Wasser im Backraum erhitzen. Der Wasserdampf unterstützt das Aufgehen und die Bräunung des Brotes.
 Zwei Laibe formen und auf ein mit Backpapier belegtes Backblech geben. Sobald die Temperatur im Backofen erreicht ist, das Wasser vorsichtig rausnehmen, die Brotlaibe in die mittlere Backschiene schieben und für 35 Minuten goldbraun backen. Klingen die Laibe beim Klopfen hohl, sind sie gar.

NÄHRWERTE PRO PORTION (ERGIBT CA. 10 PORTIONEN À 100 G):

E kcal	E	EW	F	KH	Bst.	Vit B ₁	Vit B ₂	Vit B ₆	Folat	K	Mg	Fe	Zn
	kJ	g	g	g	g	mg	mg	mg	µg	mg	mg	mg	mg
266	1123	8	4	48	4	0,10	0,11	0,15	52	263	31	1,0	0,6
15 %	15 %	15 %	7 %	19 %	12 %	10 %	10 %	12 %	17 %	7 %	10 %	6 %	8 %

Nährwertangaben beziehen sich auf eine erwachsene, weibliche Person mit einem Tagesbedarf von 1800 kcal.

- Für eine süßere Variante kann die Bananemenge erhöht werden. Damit das Brot schön aufgeht, empfiehlt es sich, dann auch etwas mehr Hefe zu verwenden.
- Das saftige Brot kommt ohne zusätzlichen Zucker aus und schmeckt besonders gut zu kräftigen Bergkäsesorten.



© KErn/Distler

DINKELBUCHTELN MIT RHABARBER

ZUTATEN:

FÜR DEN TEIG:

300 g	Dinkelmehl Type 1050
20 g (½ Würfel)	Hefe
40 g	Butter
2	Eier
50 g	Zucker
100 ml	Buttermilch
120 g	gekochte abgekühlte Pellkartoffeln, gepresst
1 EL	Rapsöl

FÜR DIE FÜLLUNG:

60 g	Rhabarber (oder ein anderes Obst wie z.B. Kirschen)
1 Päckchen	Vanillezucker

FÜR DIE AUFLAUFFORM:

1 EL	weiche Butter
------	---------------

ZUBEREITUNG:

Die Buttermilch und die Butter rechtzeitig aus dem Kühlschrank nehmen oder auf etwa 25-35 °C erwärmen.
 Das Dinkelmehl in eine große Schüssel oder Küchenmaschine geben. Die Hefe zerbröseln und mit der Butter, den Eiern, dem Zucker, der Buttermilch und den durchgepressten zimmerwarmen Kartoffeln vermengen.
 Alle Zutaten gut kneten bis sich der Teig von der Schüssel löst und nicht mehr klebt. Mit dem Rapsöl bestreichen und zugedeckt an einem warmen Ort mindestens 30 Minuten bis zur doppelten Menge gehen lassen.
 Eine Auflaufform mit der Butter auf fetten.
 Den Rhabarber nach dem Schälen klein schneiden und mit dem Vanillezucker mischen.
 Den Teig in 6 gleich große Stücke teilen und die einzelnen Teile auf einer bemehlten Fläche zu runden Buchteln (Kugeln) formen. In jede Buchtel eine kleine Grube formen und ca. 1 EL von der Rhabarbermischung einfüllen, zusammendrücken und noch einmal nachformen bis die Buchtel schön glatt ist.
 Die gefüllten Teigstücke in die gefettete Auflaufform setzen und kurz gehen lassen. Im Ofen bei 180 °C Ober-/Unterhitze für 40 Minuten backen, bis die Buchteln eine goldgelbe Farbe haben.

NÄHRWERTE PRO PORTION (ERGIBT 6 PORTIONEN):

E	E	EW	F	KH	Bst.	Vit B ₁	Vit B ₂	Vit B ₆	Folat	K	Mg	Fe	Zn
kcal	kJ	g	g	g	g	mg	mg	mg	µg	mg	mg	mg	mg
345	1450	10	11	48	4	0,13	0,26	0,15	151	229	18	1,1	0,6
19 %	19 %	21 %	19 %	19 %	13 %	13 %	24 %	13 %	50 %	6 %	6 %	8 %	9 %

Nährwertangaben beziehen sich auf eine erwachsene, weibliche Person mit einem Tagesbedarf von 1800 kcal.

- Die Kartoffeln können auch vom Vortag sein. Durch die Kartoffeln bleiben die gebackenen Buchteln schön saftig. Fehlt es an Kartoffeln, kann die gleiche Menge Mehl zugefügt werden.
- Dazu schmeckt eine Vanillesoße oder ein Kompott aus z. B. Erdbeeren und Rhabarber.



© Kern/Distler



© Kern/Distler

DINKEL-ROGGENBROT MIT KARTOFFELN



© Kern/Distler

ZUTATEN:

- 500 g Dinkelmehl Type 1050
- 400 g Roggenmehl Type 1150
- 1 Würfel (40 g) Hefe
- 100 g Sauerteig
- ½ TL Zucker
- 500 ml Wasser
- 100 ml Buttermilch
- 100 g Pellkartoffeln, gepresst
- 3 TL Salz
- 3 TL Brotgewürz

ZUBEREITUNG:

Das Mehl in eine große Schüssel geben, in die Mitte eine Mulde drücken. Die Hefe mit dem Zucker und etwas handwarmen Wasser zu einem weichen Brei vermengen. Zugedeckt etwas gehen lassen.

Danach die gepressten Kartoffeln, den Sauerteig, die Gewürze, das Salz und die restliche Flüssigkeit zufügen. Das Ganze zu einem weichen Teig kneten und zugedeckt für mindestens eine Stunde gehen lassen.

Den Teig noch einmal gut durchkneten und in eine bemehlte Form geben, wieder gehen lassen, bis sich der Brotteig fast verdoppelt hat.

Den Backofen auf 250 °C Ober-/Unterhitze vorheizen und einen kleinen Topf mit heißem Wasser in den Ofen stellen. Der Wasserdampf unterstützt das Aufgehen und die Bräunung des Brotes.

Ein Backblech mit Backpapier belegen und das Brot vorsichtig auf das Blech stürzen. Sobald die Temperatur im Ofen erreicht ist, den Topf entfernen. Das Brot für 10 Minuten auf 250 °C backen, danach bei 180 °C für 45 Minuten weiter backen. Das fertige Brot klingt beim Klopfen hohl. Auf einem Gitter auskühlen lassen.

NÄHRWERTE PRO PORTION (ERGIBT 17 PORTIONEN À 100 G):

E	E	EW	F	KH	Bst.	Vit B ₁	Vit B ₂	Vit B ₆	Folat	K	Mg	Fe	Zn
kcal	kJ	g	g	g	g	mg	mg	mg	µg	mg	mg	mg	mg
204	863	7	1	40	5	0,13	0,15	0,07	96	176	24	1,1	1,0
11 %	11 %	14 %	2 %	16 %	15 %	13 %	14 %	6 %	32 %	4 %	8 %	8 %	13 %

Nährwertangaben beziehen sich auf eine erwachsene, weibliche Person mit einem Tagesbedarf von 1800 kcal.

■ Durch die Kartoffeln bleibt das Brot auch bei längerer Lagerung schön saftig.



© KErn/Distler

EMMERRISOTTO

ZUTATEN:

100 g	Emmer		
200 ml	Wasser		
100 ml	Gemüsebrühe		
1	Lorbeerblatt		
1 EL	Rapsöl	100 g	Radieschen
200 g	Karotten	80 g	Parmesan
100 g	rote Paprika		
80 g	Zwiebel	1 Handvoll	Basilikumblätter
1 Zehe	Knoblauch		
3 TL	Tomatenmark		
1 Dose (400 g)	Tomatenstücke		
	Salz, Pfeffer aus der Mühle		

ZUBEREITUNG:

Den Emmer und das Wasser in einen Topf füllen, zudecken und kühl über Nacht einweichen.
 Am nächsten Tag den Emmer mit dem Einweichwasser, der kräftig abgeschmeckten Gemüsebrühe und dem Lorbeerblatt zum Kochen bringen. Für 40 Minuten bei geschlossenem Topf köcheln lassen.
 In der Zwischenzeit die Karotten und die Paprika in kleine Würfel schneiden. Die Zwiebel und den Knoblauch fein hacken. In einer Pfanne das Rapsöl erhitzen und das Gemüse anschwitzen.
 Das angeschwitzte Gemüse, das Tomatenmark und die Tomatenstücke aus der Dose zum Getreide geben, mit Salz und Pfeffer würzen und für mindestens weitere 15 Minuten köcheln lassen.
 Die Radieschen würfeln und zum Emmerrisotto geben, kurz aufkochen lassen und den Parmesankäse unterrühren.
 Das Basilikum in Streifen schneiden und erst kurz vor dem Anrichten dazugeben.

NÄHRWERTE PRO PORTION (ERGIBT 4 PORTIONEN):

E	E	EW	F	KH	Bst.	Vit B ₁	Vit B ₂	Vit B ₆	Folat	K	Mg	Fe	Zn
kcal	kJ	g	g	g	g	mg	mg	mg	µg	mg	mg	mg	mg
255	1073	14	9	37	7	0,22	0,25	0,37	59	765	71	2,2	3,0
14 %	14 %	30 %	15 %	11 %	22 %	22 %	22 %	31 %	20 %	19 %	24 %	15 %	38 %

■ Auch andere Getreidearten, wie z. B. Weizen oder Dinkel, eignen sich für dieses Rezept.

■ Dazu passt ein Blattsalat.

Nährwertangaben beziehen sich auf eine erwachsene, weibliche Person mit einem Tagesbedarf von 1800 kcal.



© Ken/Distler

FRUCHTIGER HAFERSALAT MIT CURRY



© Ken/Distler

ZUTATEN:

FÜR DEN SALAT:

150 g	Nackthafer
¼	Zitronenschale einer Biozitrone
350 ml	Wasser
1 Dose	Ananas in Stücke
1	Apfel
1	Banane
1 EL	Rosinen (oder Cranberries)
50 g	gestiftelte Mandeln (alternativ: Cashewkerne oder Sonnenblumenkerne)

FÜR DIE MARINADE:

150 g	Sahne
1 TL	Honig oder Apfeldicksaft
1 TL	Curry

ZUBEREITUNG:

Die Biozitrone gut waschen, abreiben und etwa ¼ der Schale dünn abschälen. Den Hafer, die Zitronenschale und das Wasser in einen Topf füllen und zum Kochen bringen. 10 Minuten kochen, dann auf der ausgeschalteten Herdplatte 20 Minuten mit geschlossenem Deckel nachgaren. In der Zwischenzeit die Dose Ananas öffnen, den Saft auffangen, die Ananasstücke fein schneiden und in eine Schüssel füllen. Die Hälfte des aufgefangenen Saftes zum gegarten Hafer hinzugeben. Den Apfel mit Schale fein hobeln und unter die Ananasstücke mengen. Die Banane in feine Scheiben schneiden und unter das Obst mischen. Die gestiftelten Mandeln in einer Pfanne trocken anrösten, abkühlen lassen und mit den Rosinen unter das Obst mischen. Sobald der gare Hafer abgekühlt ist, kann er zum Obst gegeben werden. Für die Marinade wird die Sahne so lange aufgeschlagen, bis sie noch nicht ganz steif ist. Im Anschluss mit Honig oder Apfeldicksaft süßen und mit Curry abschmecken. Die Marinade unter den Salat mischen und mindestens 10 Minuten durchziehen lassen.

NÄHRWERTE PRO PORTION (ERGIBT 6 PORTIONEN):

E kcal	E kJ	EW g	F g	KH g	Bst. g	Vit B ₁ mg	Vit B ₂ mg	Vit B ₆ mg	Folat µg	K mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg
296	1238	6	14	33	5	0,25	0,12	0,37	21	343	71	2,0	1,2
16 %	16 %	12 %	25 %	13 %	16 %	25 %	11 %	31 %	7 %	9 %	24 %	13 %	18 %

- Der Hafersalat schmeckt auch Kindern sehr gut.
- Er eignet sich als Zwischenmahlzeit oder als Frühstück.
- Den restlichen Ananassaft als Schorle zum Hafersalat servieren.

Nährwertangaben beziehen sich auf eine erwachsene, weibliche Person mit einem Tagesbedarf von 1800 kcal.

FRÜHLINGSSALAT MIT GETREIDESPROSSEN



© KERN/Distler

ZUTATEN:

FÜR DEN SALAT:		FÜR DIE MARINADE:	
80 g	Getreidesprossen z.B. Emmer, Weizen, Roggen	2-3 EL	milden Essig
250 g	Zuckerschoten	1-2 TL	Feigensenf
150 g	Lauchzwiebeln	1 TL	Kräutersalz
			Pfeffer aus der Mühle
2-3 EL	Rapsöl		
1 TL	Zucker		
150 g	Radieschen		
3-4 Stängel	Minze		
6-8 Blätter	Kopfsalat		

ZUBEREITUNG:

Die Getreidesprossen gut spülen und abtropfen lassen. Die Zuckerschoten und die Lauchzwiebeln in Rauten schneiden. Die Radieschen in Scheiben, die Minze - bis auf ein paar Blätter zur Dekoration - in Streifen schneiden. In einer Pfanne das Rapsöl erhitzen und die Zuckerschoten mit den Lauchzwiebeln glasig dünsten. Die Radieschenscheiben und den Zucker zugeben, karamellisieren und anschließend abkühlen lassen. Aus dem Essig, dem Senf, dem Kräutersalz und dem Pfeffer eine würzige Marinade herstellen und über das Gemüse geben. Kräftig abschmecken, die Getreidesprossen und die klein geschnittene Minze zugeben. Eine Salatplatte mit den Blättern des Kopfsalates belegen und den Frühlingssalat darauf anrichten. Zum Schluss mit etwas Minze dekorieren.

NÄHRWERTE PRO PORTION (ERGIBT 4 PORTIONEN):

E	E	EW	F	KH	Bst.	Vit B ₁	Vit B ₂	Vit B ₆	Folat	K	Mg	Fe	Zn
kcal	kJ	g	g	g	g	mg	mg	mg	µg	mg	mg	mg	mg
147	617	4	6	14	5	0,16	0,13	0,21	39	395	45	2,0	0,6
8 %	8 %	9 %	12 %	6 %	16 %	16 %	12 %	18 %	13 %	10 %	15 %	13 %	9 %

- Auch eine Marinade aus Zitronensaft und Joghurt rundet diesen Frühlingssalat ab.

Nährwertangaben beziehen sich auf eine erwachsene, weibliche Person mit einem Tagesbedarf von 1800 kcal.



© Ken/Distler

GEMÜSEAUFLAUF MIT ROGGEN

ZUTATEN:

FÜR DAS GETREIDE:

100 g Roggen
250 ml Wasser
1 Zweig Liebstöckel

4 Eier
80 g Gouda, gerieben
200 g Saure Sahne
100 g Süße Sahne
½ Bund Petersilie

FÜR DAS GEMÜSE:

1 EL Rapsöl
150 g Zwiebeln
400 g Karotten
300 g Kartoffeln
20 g Kürbiskerne
20 g Sonnenblumenkerne

FÜR DIE EIERSAHNE:

Butter für die Auflaufform
geriebener Käse zum Überbacken
Pfeffer aus der Mühle
Muskat
Kräutersalz

ZUBEREITUNG:

Den Roggen und das Wasser in einen Topf füllen, zudecken und kühl über Nacht einweichen.

Am nächsten Tag den Roggen mit dem Einweichwasser und dem Liebstöckel zum Kochen bringen, kräftig würzen und für eine Stunde köcheln lassen. Eventuell muss noch etwas Wasser nachgefüllt werden. Nach dem Garen etwas abkühlen und nachziehen lassen. Es sollte kein Kochwasser mehr vorhanden sein.

In der Zwischenzeit die Zwiebeln fein würfeln, die Kartoffeln grob und die Karotten fein raspeln. Das Gemüse zusammen mit den Kernen in einer Pfanne mit Rapsöl so lange dünsten, bis keine Flüssigkeit mehr vorhanden ist. Anschließend abkühlen lassen.

Die Petersilie klein schneiden.

Die Eier mit der Sahne, der Petersilie, den Gewürzen und dem Kräutersalz vermenenblumenkernen unter die abgekühlte Gemüsemischung rühren.

Eine Auflaufform mit Butter ausfetten und abwechselnd die gegarten Roggenkörner und die Kartoffel-Karottenmischung einfüllen.

Mit geriebenem Käse bestreuen und bei 170 °C Heißluft 50-55 Minuten lang backen.

NÄHRWERTE PRO PORTION (ERGIBT 6 PORTIONEN):

E kcal	E kJ	EW g	F g	KH g	Bst. g	Vit B ₁ mg	Vit B ₂ mg	Vit B ₆ mg	Folat µg	K mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg
334	1399	15	20	21	5	0,30	0,35	0,41	77	721	64	1,8	2,4
19 %	19 %	32 %	34 %	8 %	16 %	30 %	31 %	34 %	26 %	18 %	21 %	12 %	34 %

■ Eine Tomatensoße und ein Blattsalat ergänzen den Auflauf.

■ Die Karotten können auch durch anderes Wurzelgemüse wie Sellerie und/oder Petersilienwurzel ersetzt oder ergänzt werden.

Nährwertangaben beziehen sich auf eine erwachsene, weibliche Person mit einem Tagesbedarf von 1800 kcal.



© KErn/Distler

GETREIDEBREI MIT OBST DER SAISON



© KErn/Distler

ZUTATEN:

25 g Dinkelvollkornschrot, grob
(oder Weizen- oder Haferschrot)
5 g Leinsamenschrot
5-6 EL Wasser
 $\frac{1}{4}$ Banane
 $\frac{1}{4}$ Orange
 $\frac{1}{4}$ Apfel
50 g Joghurt 1,5 % Fett

NACH GESCHMACK:

Honig
Nüsse, Kokospäne, Kerne

ZUBEREITUNG:

Den Getreideschrot mit dem Wasser vermengen und etwa 2 Stunden quellen lassen. Wenn Einweichwasser übrig ist, nie wegschütten, sondern einfach mitverwenden. Vor dem Verzehr das frische Obst klein schneiden, die Banane mit einer Gabel fein zerdrücken. Je feiner die Banane zerkleinert wird, umso mehr süßt sie das Gericht. Auf zusätzliche Süßungsmittel kann so verzichtet werden. Das Obst und den Joghurt unter den Brei rühren.
Je nach Geschmack können auch Nüsse, Kokospäne oder Kerne verwendet werden. Für ein noch intensiveres Geschmackserlebnis werden die Nüsse und/oder Kerne vorher in einer Pfanne trocken angeröstet.

NÄHRWERTE PRO PORTION (ERGIBT 1 PORTION):

E	E	EW	F	KH	Bst.	Vit B ₁	Vit B ₂	Vit B ₆	Folat	K	Mg	Fe	Zn
kcal	kJ	g	g	g	g	mg	mg	mg	µg	mg	mg	mg	mg
228	957	8	3	37	6	0,18	0,18	0,34	45	503	77	1,8	1,4
13 %	13 %	17 %	6 %	15 %	21 %	18 %	16 %	28 %	15 %	13 %	26 %	12 %	20 %

Nährwertangaben beziehen sich auf eine erwachsene, weibliche Person mit einem Tagesbedarf von 1800 kcal.

- Als pffiffige Variante kann man auch gerösteten Buchweizen verwenden, der anschließend gemahlen wird. Das gröber gemahlene Buchweizenmehl mit 100 ml kochendem Wasser übergießen und 4-5 Minuten quellen lassen.
- Beides eignet sich sehr gut für eine Mahlzeit am Arbeitsplatz. Das eingeweichte Getreide kurz vor dem Verzehr mit frischem Obst und Joghurt mischen.
- Je nach Saison können auch Erdbeeren, Heidelbeeren oder Birnen in dem Gericht verarbeitet werden.



© Ken/Distler

GRÜNKERNNOCKERL IN FEINER GEMÜSEBRÜHE



© Ken/Distler

ZUTATEN:

300 ml	Milch 1,5 % Fett
40 g	Butter
150 g	Grünkernvollkornmehl, frisch gemahlen, nicht ganz fein
etwas	Muskat, frisch gerieben
1 ½ TL	Kurkuma
2	Kräutersalz, Pfeffer aus der Mühle
	Eier
1 ½ l	Gemüsebrühe
	Petersilie

ZUBEREITUNG:

Die Milch mit der Butter und den Gewürzen zum Kochen bringen. Den Topf von der Kochstelle nehmen. Das Grünkernvollkornmehl zugeben und so lange mit einem Kochlöffel rühren, bis sich der Teig gut vom Boden löst. Danach die Masse zugedeckt abkühlen lassen.

Die Eier unter den abgekühlten Teig rühren und kräftig mit den Gewürzen abschmecken. Die Gemüsebrühe zum Köcheln bringen. Mit zwei Teelöffeln Nockerl abstechen oder mit nassen Händen kleine Klößchen formen.

Die Nockerl etwa 10 Minuten lang in der abgeschmeckten Gemüsebrühe ziehen lassen.

In der Zwischenzeit die Petersilie fein hacken und kurz vor dem Servieren über die Suppe streuen.

NÄHRWERTE PRO PORTION (ERGIBT CA. 8 PORTIONEN À 5 NOCKERL):

E	E	KH	F	Bst.	Vit B ₁	Vit B ₂	Vit B ₆	Folat	K	Mg	Fe	Zn
kcal	kJ	g	g	g	mg	mg	mg	µg	mg	mg	mg	mg
135	567	5	6	2	0,01	0,05	0,01	9	103	30	1,0	0,2
8 %	8 %	10 %	11 %	6 %	1 %	5 %	1 %	3 %	3 %	10 %	7 %	3 %

- Restliche Grünkernnockerl lassen sich hervorragend einfrieren.
- Die würzigen Nockerl passen auch zu einer Tomatensuppe.

Nährwertangaben beziehen sich auf eine erwachsene, weibliche Person mit einem Tagesbedarf von 1800 kcal.



© KErn/Distler

HIRSE-KÄSE-PUFFER



© KErn/Distler

ZUTATEN:

160 g	Hirse
340 ml	Gemüsebrühe
2	Eier
½ Bund	Blattpetersilie
1 EL	Schwarzer Pfeffer aus der Mühle
	Rapsöl
80 g	geriebener Käse

ZUBEREITUNG:

Die Hirse in einem Sieb gründlich abspülen. Die Gemüsebrühe zum Kochen bringen, die Hirse zugeben und 5 Minuten kochen lassen. Den Topf mit geschlossenem Deckel auf der ausgeschalteten Herdplatte 20 Minuten nachquellen lassen, anschließend abkühlen lassen.

Die Eier aufschlagen und zusammen mit dem geriebenen Käse unter die gekochte Hirse mischen. Die Petersilie hacken und zum Hirseteig geben, gut würzen und 8 gleichmäßige Puffer formen. Dabei die Puffer etwas zusammenpressen.

In einer Pfanne das Rapsöl vorsichtig erhitzen, es darf nicht rauchen. Die Puffer von beiden Seiten goldgelb anbraten, nicht zu früh wenden, damit die Puffer nicht auseinander fallen. Die Hirsepuffer mit Tomatensoße oder einem Blattsalat servieren.

NÄHRWERTE PRO PORTION (ERGIBT 4 PORTIONEN):

E	E	EW	F	KH	Bst.	Vit B ₁	Vit B ₂	Vit B ₆	Folat	K	Mg	Fe	Zn
kcal	kJ	g	g	g	g	mg	mg	mg	µg	mg	mg	mg	mg
235	985	13	7	29	2	0,21	0,22	0,25	38	151	60	3,4	2,4
13 %	13 %	27 %	12 %	12 %	6 %	21 %	20 %	21 %	13 %	4 %	20 %	23 %	34 %

Nährwertangaben beziehen sich auf eine erwachsene, weibliche Person mit einem Tagesbedarf von 1800 kcal.

- Leckere und saftige Variante mit Ananas:
Für eine saftige Variante die fertigen Hirsepuffer auf ein mit Backpapier belegtes Backblech verteilen und mit Ananas und Käsescheiben belegen. Im Ofen solange überbacken, bis der Käse geschmolzen ist. (Heißluft 160 °C, 15-20 Minuten)
- Auch kalt zur Brotzeit sind sie ein Genuss.
- Die Hirsepuffer sind glutenfrei.



© Ken/Distler

HIRSE-KAPERN-AUFSTRICH



© Ken/Distler

ZUTATEN:

- 50 g Hirse
- 130 ml Gemüsebrühe
- 70 g Butter
- 50 g Karotten
- 50 g Zwiebeln
- 20 g Kapern
- ½ Bund gemischte Kräuter
- Schwarzer Pfeffer aus der Mühle

ZUBEREITUNG:

Die Hirse in einem Sieb gründlich abspülen. Danach in einen Topf geben und mit der Gemüsebrühe aufgießen. Die Hirse 5 Minuten kochen lassen, anschließend zuge- deckt auf der ausgeschalteten Herdplatte 20 Minuten nachquellen lassen. Inzwischen die Karotten raspeln, die Zwiebeln klein schneiden und die Kräuter fein hacken. Die Butter vorsichtig erhitzen. Das Gemüse andünsten, anschließend abkühlen las- sen und unter die Hirse mischen. Die Kräuter und die Kapern untermengen. Den Auf- strich mit Pfeffer kräftig abschmecken. Im Kühlschrank aufbewahrt hält er sich bis zu 3 Tage. Für eine sämiger Konsistenz kann der Aufstrich auch püriert werden.

NÄHRWERTE PRO PORTION (ERGIBT 4 PORTIONEN):

E kcal	E kJ	EW g	F g	KH g	Bst. g	Vit B ₁ mg	Vit B ₂ mg	Vit B ₆ mg	Folat µg	K mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg
135	567	5	6	14	2	0,01	0,05	0,01	9	103	30	1,0	0,2
8 %	8 %	10 %	11 %	5 %	6 %	1 %	5 %	1 %	3 %	3 %	10 %	7 %	3 %

Nährwertangaben beziehen sich auf eine erwachsene, weibliche Person mit einem Tagesbedarf von 1800 kcal.

- Anstatt mit Kapern kann der Aufstrich je nach gewünschter Schärfe mit Meerret- tich (etwa 2 EL) verfeinert werden.
- Dieser Aufstrich ist glutenfrei.

8 ZUSAMMENFASSUNG

Ein Blick auf die Inhaltsstoffe der Getreidearten zeigt, dass Getreide bzw. Erzeugnisse daraus zu Recht die Basis einer abwechslungsreichen und vollwertigen Ernährung bilden. Abgesehen von dem hohen Kohlenhydratanteil enthält die letztgenannte Lebensmittelgruppe zahlreiche Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente, wodurch entscheidend zur Nährstoffversorgung des Menschen beigetragen wird.

Darüber hinaus sind Ballaststoffe und sekundäre Pflanzenstoffe enthalten, die eine zusätzliche Gesundheitswirkung haben. Vor allem ein hoher Verzehr an Vollkornprodukten senkt das Risiko für einige ernährungsmitbedingte Krankheiten - wie z.B. (Dick-)darmkrebs, Diabetes mellitus Typ 2 sowie Bluthochdruck. Eine Erhöhung der Ballaststoffzufuhr durch verstärkten Verzehr von Vollkornprodukten ist daher anzustreben, da die von der DGE empfohlene tägliche Menge (30 g Ballaststoffe pro Tag für Erwachsene) von den meisten Verbrauchern nicht erreicht wird. Im allgemeinen, theoretischen Teil sind daher Hinweise enthalten, wie schrittweise die Zufuhr erhöht werden kann.

Im Gegensatz zu diesen wissenschaftlichen Erkenntnissen wird heutzutage auch eine Ernährung ohne Getreide bzw. ohne Weizen oder Gluten als Ernährungsform für die gesamte Bevölkerung propagiert. Abgesehen von Einzelfällen, die aufgrund der beschriebenen Krankheitsbilder vollständig oder partiell auf Weizen oder Gluten verzichten müssen, wird Gluten, welches eine wichtige Proteinquelle darstellt und wesentlich zu der lockeren Struktur von Broten beiträgt, von der überwiegenden Mehrheit der Bevölkerung sehr gut vertragen (DGE (b), 2016). Auch der völlige Verzicht auf jegliche Kohlenhydrate (der sogenannte „Low-Carb-Trend“) ist für den Großteil der Verbraucher nicht notwendig und schränkt zudem die Lebensmittelauswahl stark ein. Diese und andere Ernährungstrends werden im Abschnitt Fragen & Antworten aufgegriffen und näher beleuchtet. In diesem Zusammenhang ist jedoch darauf hinzuweisen, dass Getreide auch die Grundlage von vielen ernährungsphysiologisch eher kritischen Produkten – wie Kuchen, Torten, Teilchen oder stark gesüßten Cerealien – bildet, auf die jedoch nicht näher eingegangen wird.

Nach der ausführlichen Darstellung des Gesundheits- und Nährwertes von Getreide wird im Kompendium auch auf den Gebrauchswert eingegangen. Neben der Verwendung als Teiggrundlage kann Getreide auch noch gekeimt, geflockt oder gekocht verzehrt werden. Diese vielfältigen Möglichkeiten der Zubereitung finden sich im bebilderten Rezeptteil, in dem vor allem heimische Getreidearten aber auch Ur- und Pseudogetreide als Zutaten verwendet werden. Im warenkundlichen Teil werden ferner die verschiedenen Mehltypen und Brotsorten sowie verschiedene bei Getreideprodukten relevante Qualitätssiegel vorgestellt. Außerdem gibt es dort Tipps, wie Getreideerzeugnisse am besten gelagert werden, um sensorische Merkmale, die den Genusswert als vierte Qualitätskomponente ausmachen, möglichst lange zu erhalten.

9 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ATI	=	Amylase-Trypsin-Inhibitoren
BfR	=	Bundesinstitut für Risikobewertung
BMEL	=	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
D-A-CH	=	„D-A-CH“ steht für Deutschland (D), Österreich(A) und Schweiz (CH), deren Fachgesellschaften die Referenzwerte herausgeben
DAG	=	Deutsche Adipositas Gesellschaft
DDG	=	Deutsche Diabetes Gesellschaft
DGE	=	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DGEM	=	Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin
DGKJ	=	Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V.
DGVS	=	Deutsche Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten
DLG	=	Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft
DON	=	Deoxynivalenol
ECHA	=	Europäische Chemikalienagentur
EFSA	=	European Food Safety Authority
E%	=	% der Gesamtenergie
FAO	=	Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen
FEI	=	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V.
FFI	=	Food Fortification Initiative
FiBL	=	Forschungsinstitut für Biologischen Landbau
FODMAP	=	Fermentierbare Oligo-, Di- und Monosaccharide und (and) Polyole
g.g.A.	=	geschützte geographische Angabe
GI	=	Glykämischer Index
GL	=	Glykämische Last
GMF	=	Vereinigung Getreide-, Markt- und Ernährungsforschung
GQ	=	Geprüfte Qualität – Bayern
g.U.	=	geschützte Ursprungsbezeichnung
HDL	=	high density lipoprotein
IARC	=	International Agency for Research on Cancer
k.A.	=	keine Angaben
LC	=	Low Carb
LF	=	Low Fat
LDL	=	low density lipoprotein
LEL	=	Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume Schwäbisch Gmünd
LfL	=	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LGL	=	Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
LMIV	=	Lebensmittelinformationsverordnung
MRI	=	Max-Rubner-Institut

NCGS	=	Non-coeliac gluten sensitivity (kurz: „Weizensensitivität“)
NIR	=	Nah-Infrarot-Reflektion-Analyse
NIT	=	Nah-Infrarot-Transmissions-Analyse
NVS	=	Nationale Verzehrsstudie
PDCAAS	=	Protein digestibility corrected amino acid score
RAC	=	Ausschuss für Risikobeurteilung
RMT	=	Rapid-Mix-Test
SGE	=	Schweizerische Gesellschaft für Ernährung
StMELF	=	Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
TDI	=	tolerierbare Tagesaufnahme
TFZ	=	Technologie- und Förderzentrum Straubing
UGB	=	Unabhängige Gesundheitsberatung
VDM	=	Verband Deutscher Mühlen
VO	=	Verordnung
WGA	=	wheat germ agglutinin
WHO	=	Weltgesundheitsorganisation

10 LITERATURVERZEICHNIS

- Alexy, U., Clausen, K., & Kersting, M. (2008). Die Ernährung gesunder Kinder und Jugendlicher nach dem Konzept der Optimierten Mischkost. *Ernährungs Umschau*(3), S. 168-177.
- Andersen, G., & Köhler, H. (2015). *Jahresbericht der Deutschen Forschungsanstalt 2014*,. in Zusammenarbeit mit Rubach, M.; Schaecke, W., Freising.
- Atallah, R., Fillion, K. B., Wakil, S. M., Genest, J., Joseph, L., Poirier, P., . . . Eisenberg, M. J. (2014). Long-term effects of 4 popular diets on weight loss and cardiovascular risk factors: a systematic review of randomized controlled trials. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 7(6), S. 815-27.
- Aufhammer, W. (2000). *Pseudogetreidearten - Buchweizen, Reismelde und Amarant*. Stuttgart: Ulmer.
- Bayerischer Müllerbund (a). (o.J.). *5-Minuten-Info über Dinkel und Mehl*.
- Bayerischer Müllerbund (b). (o.J.). *5-Minuten-Info über Roggen und Mehl*.
- Bayerischer Müllerbund (c). (o.J.). *Mehle aus Weizen Roggen, Dinkel*. Von <http://www.muellerbund.de/muellereiprodukte/mehle-aus-weizen-roggen-dinkel/>. abgerufen
- Belitz, H. D. (2001). *Lehrbuch der Lebensmittelchemie* (5. vollständig überarbeitete Auflage Ausg.). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- BfR. (2002). *Erhöhte Gehalte von Aluminium in Laugengebäck - Stellungnahme des BfR vom 25. November 2002*.
- BfR. (2012). *Bewertung des Schimmelpilzgiftes Deoxynivalenol (DON) in Haferprodukten*.
- Biesalski, H. K. (2010). *Ernährungsmedizin* (4 Ausg.). Stuttgart: Thieme-Verlag.
- BMEL. (2013). *Brot kaufen, backen, retten!* Abgerufen am 10. 03 2017 von <https://www.zugut fuer dietonne.de/neuigkeiten/schwerpunkte/artikel/article//brot-kaufen-backen-retten/>.
- BMEL. (o.J.). *Mehl und Backzutaten*. Abgerufen am 10. 03 2017 von <https://www.zugut fuer dietonne.de/was-kannst-du-dagegen-tun/besser-lagern/lebensmittel-lexikon/mehl-und-backzutaten/>.
- Bundessortenamt. (2016). *Beschreibende Sortenliste - Getreide, Mais, Öl- und Faserpflanzen, Leguminosen, Rüben, Zwischenfrüchte*
- DAG, DDG, DGE, DGEM. (2014). *Interdisziplinäre Leitlinie der Qualität S3 zur "Prävention und Therapie von Adipositas"*.
- DGE (a). (2011). *Evidenzbasierte Leitlinie-Kohlenhydratzufuhr und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten*.
- DGE (b). (2011). *Richtwerte für die Energiezufuhr aus Kohlenhydraten und Fett*.
- DGE. (2012). Mehr Ballaststoffe bitte! *DGE aktuell*(6).
- DGE (a). (2014). *Essen und Trinken im Alter*.
- DGE (b). (2014). Sekundäre Pflanzenstoffe und ihre Wirkung auf die Gesundheit - Eine Aktualisierung anhand des Ernährungsberichts 2012. *DGEInfo*, S. 178-186.
- DGE (a). (2015). *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr*. Abgerufen am 04. 07 16 von <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/>.
-

-
- DGE (b). (2015). *Der DGE-Ernährungskreis – Wegweiser für eine vollwertige Ernährung*. Abgerufen am 25. 04 2016 von <http://www.dge-ernaehrungskreis.de/start/>.
- DGE (a). (2016). Beim BfR nachgefragt: Einsatz von Pseudogetreide in der Kleinkinder- und Säuglingsernährung. *DGEInfo*(1).
- DGE (b). (2016). *13. DGE-Ernährungsbericht*. Bonn: Köllen Druck + Verlag GmbH.
- DGVS. (2014). *S2k-Leitlinie Zöliakie*.
- DGZ. (2016). *Hafer in der glutenfreien Ernährung - Stellungnahme der Deutschen Zöliakie Gesellschaft*
- DGZ. (2017). Schriftliche Information vom 08.05.2017
- EFSA. (2009). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to beta glucans and maintenance of normal blood cholesterol concentrations (ID 754, 755, 757, 801, 1465, 2934) and maintenance or achievement of a normal body weight (ID 820, 823) pursuant. *EFSA journal*(7), S. 1254.
- EFSA. (2011). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to beta-glucans from oats and barley and maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations (ID 1236, 1299), increase in satiety leading to a reduction in energy intake (ID 851, 852. *EFSA journal*(9), S. 2207.
- Ernährungskommission der DGKJ. (2014). Ernährung gesunder Säuglinge. *Monatsschrift Kinderheilkunde*(6), S. 527-538.
- Europäische Kommission (a). (o.J.). *EU-Qualitätspolitik für Agrarerzeugnisse*. Abgerufen am 04. 04 2017 von http://ec.europa.eu/agriculture/quality_de.
- Europäische Kommission (b). (o.J.). *DOOR-Datenbank*. Abgerufen am 04. 04 2017 von http://ec.europa.eu/agriculture/quality/door/list.html;jsessionid=pL0hLqQLXhNmFQyFI1b24mY3t9dJQPflg3xbL2YphGT4k6zdWn34!-370879141?&recordStart=0&filter.dossierNumber=&filter.comboName=&filterMin.milestone__mask=&filterMin.milestone=&filterMax.milestone__m.
- Europäische Kommission. (2014). Durchführungsverordnung Nr. 828/2014 vom 30. Juli 2014 über die Anforderungen an die Bereitstellung von Informationen für Verbraucher über das Nichtvorhandensein oder das reduzierte Vorhandensein von Gluten in Lebensmitteln
- Europäische Kommission. (2017). *Food Safety Database: Annex II of Regulation (EC) No 1333/2008*. Abgerufen am 10. 03 2017 von https://webgate.ec.europa.eu/foods_system/main/?event=category.view&identifizier=87.
- FEI. (2016). *Neuartige Auswertemethoden und optimierte Backversuche zur Beschreibung der Backqualität von Mehlen aus modernen Weizensorten*.
- FFI. (2016). *FFI Network Country Profiles*. Abgerufen am 15. 11 2016 von <http://www.ffinetwork.org/index.html>.
- FiBL. (2010). *Essener Brot - Herstellung und Verwendung von Keimlingen in der Bäckerei*.
- Frank, H. (2017) Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. Telefonische Information zum Begriff "Mehl und andere Mahlerzeugnisse" im GQ-Programm am 26.07.17
- Franz, W., & Martin, H. H. (2014). Entwarnung für Vollkorn. *UGB-Forum*.
- Freund, W. (2016). *Handbuch Backwaren Technologie*. Hamburg: Behr's Verlag
- Fromme, S. (2004). Weizen, Dinkel, Roggen & Co. *UGB-Forum*(5).
- GMF. (2004). *Getreide, Mehl und Schrot - vom Rohstoff zur Backqualität*.
-

-
- GMF. (2007). *Lernfeld Vorteige: Fachinformationen und Unterrichtsideen für die berufliche Bildung der Bäcker*. Wiesbaden: Druck- und Verlagshaus Chmielorz GmbH.
- GMF. (2009). *Know-how für die Backstube: Mehlwissen*.
- Großklaus, R. (2010). Gesundheit pur? Anreicherung von Lebensmitteln mit Nährstoffen und deren gesundheitliche Bedeutung. *Aktuel Ernährungsmed*, 35(Supplement 1), S. S38–S44.
- Hauner, H. (2006). Glykämischer Index und Glykämische Last: relevant für die Gesundheit. *Aktuel Ernährungsmed*(31), S. 42-48.
- Hirschfelder, G. (2005). Europäische Esskultur: eine Geschichte der Ernährung von der Steinzeit bis heute. In *Studienausgabe*. Frankfurt am Main: Campus-Verlag.
- Hu, T., & Bazzano, L. A. (2014). The low-carbohydrate diet and cardiovascular risk factors: evidence from epidemiologic studies. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 24(4), S. 337-43.
- IARC. (2016). *Glyphosat Monography*.
- IN FORM. (o.J.). *Gesund ins Leben*. Abgerufen am 13. 02 2017 von <https://gesund-ins-leben.de/fuer-fachkraefte/handlungsempfehlungen/>.
- Johnston, C. S., Tjonn, S. L., Swan, P. D., White, A., Hutchins, H., & Sears, B. (2006). Ketogenic low-carbohydrate diets have no metabolic advantage over nonketogenic low-carbohydrate diets. *Am J Clin Nutr*, 83(5), S. 1055–1061.
- Kirsch, B. (2008). *Müllereitechnologie: Werkstoffkunde: Zusammensetzung, Untersuchung, Bewertung und Verwendung von Getreide und Getreideprodukten*. , 6. Auflage. München: Bayer. Müllerbund.
- Köhler, H., & Andersen, G. (2016). Alte Weizenarten neu entdeckt. *Ernährungsumschau*(8), S. 29-32.
- Köhler, P. (2007). Veränderung der Peptidase und α -Amylaseaktivität sowie der technofunktionellen Eigenschaften bei der Keimung von Weizen. *DFA Jahresbericht 2007*.
- Koletzko, B., et al. (2013). *Ernährung und Bewegung im Kleinkindalter - Handlungsempfehlungen des Netzwerks "Gesund ins Leben - Netzwerk Junge Familie", ein Projekt von IN FORM*.
- Koletzko, B., Bauer, C. P., & Cierpka, M. (2016). Ernährung und Bewegung von Säuglingen und stillenden Frauen. *Monatsschrift Kinderheilk*, 164(Suppl. 5), S. S433-S457.
- Krauß, Hermann: *Qualität beim Weizen: Darauf kommt es an*. 2015 unter <https://www.agrarheute.com/news/qualitaet-beim-weizen-darauf-kommt> abgerufen am 17.7.17
- Lairon, D. (2010). Nutritional Quality and Safety of Organic Food. *Agronomy for Sustainable Development*, 30(1).
- Larsen, T. M., Dalskov, S. M., van Baak, M., Jebb, S. A., Papadaki, A., Pfeiffer, A. F., . . . Astrup, A. (2010). Diets with high or low protein content and glycemic index for weight-loss maintenance. *N Engl J Med*, 363(22), S. 2102-13.
- Leitsätze für Brot und Kleingebäck vom 19. Oktober 1993 (zuletzt geändert am 19.9.2005).
- LEL & LfL. (2016). *Agrarmärkte 2016*.
- LGL (a). (2012). *Trichothecene*. Abgerufen am 04. 04 2017 von <http://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/chemie/schimmelpilzgifte/trichothecene/>.
- LGL (b). (2012). *Mutterkorn und Mutterkornalkaloide in Getreide und Mehl*. Abgerufen am 14. 11 2016 von <http://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/chemie/schimmelpilzgifte/mutterkornalkaloide/index.htm>.
-

-
- LGL. (2013). *Aflatoxine*. Abgerufen am 14. 11 2016 von <http://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/chemie/schimmelpilzgifte/aflatoxine/>.
- LGL. (2014). *Ochratoxine*. Abgerufen am 14. 11 2016 von <http://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/chemie/schimmelpilzgifte/ochratoxine/index.htm>.
- LGL. (2015). *Weizen – beeinflusst die Verarbeitung den Rückstandsgehalt? Untersuchungsergebnisse 2014*. Abgerufen am 04. 01 2017 von http://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/warengruppen/wc_15_getreide/ue_2014_weizen_psm.htm.
- LGL (a). (26. 02 2016). *Glyphosatrückstände in pflanzlichen Lebensmitteln*. Abgerufen am 04. 01 2017 von http://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/chemie/pflanzenschutzmittel/pestizide_pflanzlich_lm/ue_glyphosat.htm.
- LGL (b). (21. 12 2016). *Häufig gestellte Fragen zum Acrylamid - FAQ*. Abgerufen am 22. 02 2017 von http://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/chemie/toxische_reaktionsprodukte/acrylamid/faqs_acrylamid.htm.
- LGL (c). (31. 05 2016). *Aluminium in Laugengebäck - verschiedene Backunterlagen im Test*. Abgerufen am 22.02.2017 von https://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/warengruppen/wc_17_brote_kleingebaecke/et_aluminium_laugengebäck_backunterlagen.htm.
- Mack, I., & Hauner, H. (2007). Low Carb: Kohlenhydratarme Kostformen unter die Lupe genommen. *Ernährungs Umschau*(12), 720-726.
- Manheimer, E. W., van Zuuren, E. J., Fedorowicz, Z., & Pijl, H. (2015). Paleolithic nutrition for metabolic syndrome: systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr*, 102(4), S. 922-32.
- Miedaner, T., & Longin, F. (2012). *Unterschätzte Getreidearten Einkorn, Emmer, Dinkel & Co*. Agrimedia GmbH & Co. KG.
- MRI. (2008). *Nationale Verzehrsstudie II, Ergebnisbericht Teil 2*.
- Nordmann, A. J., Nordmann, A., Briel, M., Keller, U., Yancy, W. S., Brehm, B. J., & Bucher, H. C. (2006). Effects of low-carbohydrate vs low-fat diets on weight loss and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Intern Med*, 166(3), S. 285-93.
- Rimbach, G., Nagursky, J. & Erbersdobler, H. F. (2015). *Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Scherf, K. A., & Köhler, P. (2016). Weizen und Gluten: Technologische und gesundheitliche Aspekte. *Ernährungs Umschau*(8), S. 166-175.
- Scherf, K. A., Koehler, P. & Wieser, H. (2016). Gluten and wheat sensitivities. An overview. *Journal of Cereal Science*(67), S. 2-11.
- Schulze-Lohman, P. (2012). Ballaststoffe Grundlagen - präventives Potential - Empfehlungen für die Lebensmittelauswahl. *Ernährungs Umschau*(7), S. 408-417.
- Seibel, W. (2005). *Warenkunde Getreide*. Bergen/Dumme: Agrimedia GmbH.
- SGE. (2015). *Lebensmittel - Was versteht man unter Mehltypen*. Abgerufen am 27. 02 2017 von <http://www.sge-ssn.ch/fragenkatalog/vollkornprodukte-und-huelsenfruechte-andere-getreideprodukte-und-kartoffeln/>.
- Souci, Fachmann, Kraut. (2016). *Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen*. Stuttgart: MedPharm Scientific Publishers.
-

-
- Steffen, F. (2011). Brotland Deutschland. *backwaren aktuell*(2).
- StMELF (a). (o.J.). *Spezialitätenland Bayern*. Von <http://www.spezialitaetenland-bayern.de/spezialitaeten/muenchner-oktoberfestbier/>. abgerufen
- StMELF (b). (o.J.). *Markt und Absatz: Bio-Siegel unter* <http://www.stmelf.bayern.de/bio-siegel>. Abgerufen am 06.03.2017
- StMELF. (2008). *Qualitäts- und Prüfbestimmungen für Mehl und andere Mahlerzeugnisse zur Nutzung des Zeichens „Geprüfte Qualität“ (GQ) in der Fassung vom 01.09.2008 unter* http://www.gq-bayern.de/fileadmin/user_upload/documents/gq/Ueber_GQ-Bayern/QuP__Leist.gegenueberst/gqualitaet_mehl.pdf. Abgerufen am 27.07.17
- StMELF. (2008, 2015). *Geprüfte Qualität Bayern: Produktinfo*. Abgerufen am 01. 02 2017 von unter <http://www.gq-bayern.de/produkte-hersteller/produktsortiment>.
- Ströhle, A., Behrendt, I., Behrendt, P., & Hahn, A. (2016). Alternative Ernährungsformen Teil 2: Die Paleo-Ernährung – Naturgeschichte trifft moderne Stoffwechselforschung. *Aktuel Ernährungsmed*, 41(2), S. 120-138.
- Ternes, W. (2008). *Naturwissenschaftliche Grundlagen der Lebensmittelzubereitung* (3. Ausg.). Hamburg: Behr's Verlag.
- Teubner. (2011). *Food: Die ganze Welt der Lebensmittel* (1. Ausg.). München: Teubner-Verlag.
- TFZ. (2011). *Buchweizen für die Biogasproduktion*.
- UGB. (2005). *Worin unterscheiden sich die Ballaststoffe aus Getreide*. Abgerufen am 04. 01 2017 von <https://www.ugb.de/exklusiv/fragen-service/worin-unterscheiden-sich-ballaststoffe-aus-getreide/?ballaststoffe-getreide>.
- UGB. (2011). Was ist eBly? *UGB forum*(6), S. 304.
- van Buul, V. J., & Brouns, F. J. (2014). Health effects of wheat lectins: A review. *Journal of cereal science*, 59(2), S. 112-117.
- Velimirov, A., & Müller, W. (2003). *Die Qualität biologisch erzeugter Lebensmittel*. Wien.
- Verband Deutscher Mühlen. (2013). Unser Brotgetreide Nr. 1. *Mehlreport*(22).
- Verordnung (EG) Nr. 1924/2006. (2006). Verordnung (EG) Nr. 1924/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel.
- Verordnung (EG) Nr. 510/2006. (2013). Verordnung (EG) Nr. 510/2006 des Rates zum Schutz von geografischen Angaben und Ursprungsbezeichnungen für Agrarerzeugnisse und Lebensmittel.
- Verordnung (EG) Nr. 1333/2008. (kein Datum). Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Lebensmittelzusatzstoffe.
- Verordnung (EG) Nr.41/2009. (2009). Verordnung (EG) Nr. 41/2009 der Kommission vom 20. Januar 2009 zur Zusammensetzung und Kennzeichnung von Lebensmitteln, die für Menschen mit einer Glutenunverträglichkeit geeignet sind.
- Verordnung (EU) Nr. 1169/2011. (2011). Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates. Lebensmittelinformationsverordnung.
- Verordnung (EU) Nr. 432/2012. (2012). Verordnung (EU) Nr. 432/2012 der Kommission vom 16. Mai 2012.
-

-
- Verordnung über nährwertbezogene Angaben bei Lebensmitteln. (2009). Verordnung über nährwertbezogene Angaben bei Lebensmitteln und die Nährwertkennzeichnung von Lebensmitteln. (*Artikel 1 der Verordnung zur Neuordnung der Nährwertkennzeichnungsvorschriften für Lebensmittel*) Zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 1.10.2009. Abgerufen am 21. 02 2017 von unter <https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/nkv/gesamt.pdf>.
- Wieser, H., Hartmann, G., & Köhler, P. (2006). Veränderung der Konzentration bioaktiver Inhaltsstoffe bei der Keimung von Weizen. *DFA Jahresbericht*.
- Zentralverband des Deutschen Bäckerhandwerks e. V. (a). (o.J.). *Geschichte des Bäckerhandwerks*. Abgerufen am 13. 03 2017 von <http://www.baeckerhandwerk.de/baeckerhandwerk/geschichte/>.
- Zentralverband des Deutschen Bäckerhandwerks e.V.(b). (o.J.). *Deutsche Brotkultur*. Abgerufen am 23. 02 2017 von <http://www.brotkultur.de/>.
- Zentralverband des Deutschen Bäckerhandwerks e.V.(c). (o.J.). *Die Deutsche Brotkultur*. Abgerufen am 23. 02 2017 von <http://www.baeckerhandwerk.de/baeckerhandwerk/brotkultur/>.
- Zentralverband des Deutschen Bäckerhandwerks e.V. (2016). *Ein Blick in den Einkaufskorb*. Von <https://www.baeckerhandwerk.de/baeckerhandwerk/zahlen-fakten/brotverbrauch-und-brotkorb-der-deutschen/>. abgerufen