

15 Getreide, Brot und Backwaren

15.1 Getreide

Der Sammelbegriff Getreide umfaßt diejenigen Nutzpflanzen aus der Familie der Gräser, die sich durch große Körner auszeichnen. Die Körner bzw. Früchte werden mit dem botanischen Fachbegriff „Karyopsen“ bezeichnet, da es sich um einsamige Schließfrüchte handelt, deren Samen- und Fruchtwand fest miteinander verwachsen sind. Die Früchte stehen entweder auf Halmen in Ähren, in Rispen oder in Kolben. Fällt die Spelze, die das Korn umgibt, schon beim Drusch ab, spricht man von Nacktgetreide im Gegensatz zum Spelzgetreide, bei dem die Spelzen nur durch Schälern entfernt werden können. Die Getreidearten werden aus technologischer Sicht in Brot- und Nichtbrotgetreide unterteilt, was auf der Fähigkeit einen Teig auszubilden beruht.

15.1.1 Brotgetreide

15.1.1.1 Weizen

Die Weizenarten gehören zur Gattung *Triticum*. Die wichtigsten Arten sind Weichweizen, eigentlich als Saatweizen bezeichnet (*Triticum aestivum*), Hartweizen oder Durumweizen (*T. durum*) und Spelzweizen (*T. spelta*). Weichweizenmehl hat einen weiten Anwendungsbereich, der je nach Ausmahlungsgrad von der Brotherstellung bis zum feinen

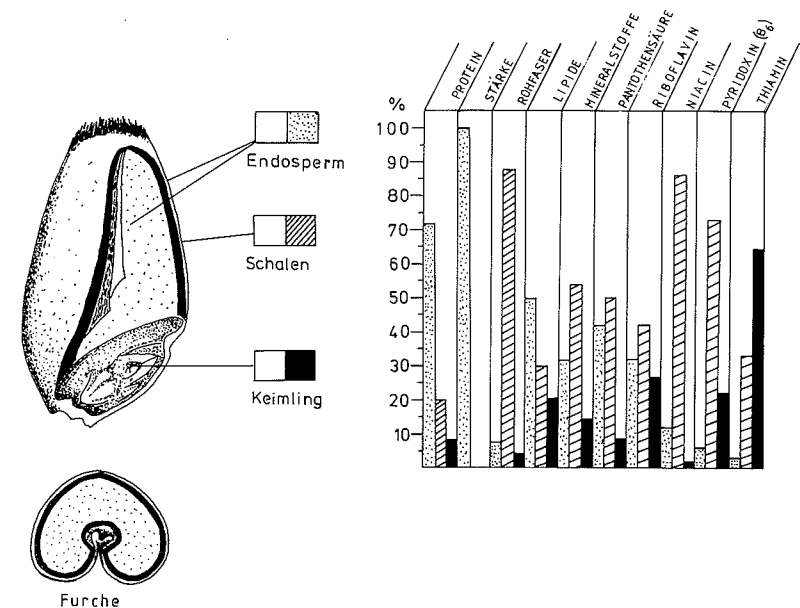


Abb. 15.1 Verteilung wichtiger Inhaltsstoffe im Weizenkorn

Backwerk reicht, da er in der Lage ist, nur bei Zugabe von Wasser einen viskoelastischen Teig zu bilden, so daß nicht von vornherein wie beim Roggen geschmackliche Grenzen der Verwendbarkeit bestehen. Bedeutung für die Brotherstellung hat weitgehend nur der Weichweizen, von dem es verschiedene Sorten gibt, die sich hinsichtlich ihrer Wärmeansprüche (Sommer- und Winterweizen) sowie ihrer backtechnischen Eigenschaften, die in erster Linie durch die Menge und Qualität des Klebers und die Aktivität von α -Amylase und Proteinase bestimmt werden, unterscheiden. Durumweizen hat eine gelbliche Färbung, enthält mehr Klebereiweiß als der Weichweizen und besitzt eine hohe Kochfestigkeit, weshalb er in erster Linie zur Herstellung von Teigwaren (cf. 16.3) verwandt wird. Strukturelle Unterschiede zwischen Weichweizen und Hartweizen ergeben sich durch die Anordnung von Stärke und Haftprotein, die beim Hartweizen dazu führt, daß die Stärkekörner beim Mahlprozeß eher zerbrechen als sich vom Haftprotein zu lösen. Roggenweizen wächst vermehrt in wärmeren Gegenden. Der Spelzweizen wird nur noch in Württemberg angebaut. Seine Körner sind fest von den Spelzen umschlossen. Als Grünkern wird der Spelzweizen unreif geerntet und zur Herstellung von Grünkernsuppe und kleinerem Backwerk verwendet. Die deutschen Weizensorten werden jährlich hinsichtlich ihrer Backqualitätsstufen in A-(besser) und B-(schlechter) Sorten eingestuft. Sondergruppen werden mit C und T gekennzeichnet. C bezeichnet eine niedrige Volumenausbeute und T schlechte Oberflächen- und Elastizitätseigenschaften des Teiges. Weiterhin werden die Mehle nach der Arbeitsgemeinschaft deutscher Handmüllmühlen nach den Teigbeschaffenheiten weich, normal und kurz eingeteilt. Weizen- und Roggenkörner haben eine Furche, in der zur Versorgung mit Nährstoffen während des Wachstums ein Gefäßbündelstrang verläuft.

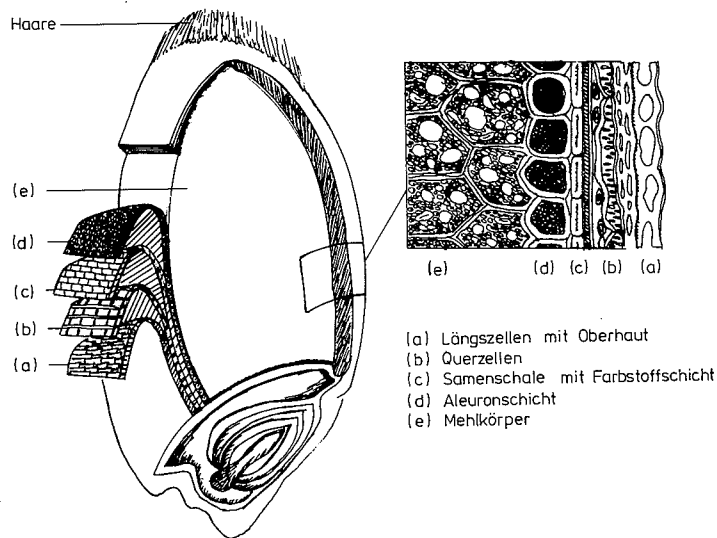


Abb. 15.2 Roggenkorn im Querschnitt

15.1.1.2 Roggen

Roggenarten gehören zur Gattung *Secale* und zeichnen sich durch lang begrannnte Ähren aus. Roggen stellt an Boden und Klima geringere Ansprüche als Weizen. Sein Anbau erfolgt vor allem in nördlichen Ländern (Norddeutschland, Skandinavien). Roggenmehl muß zur Ausbildung eines Teiges mit befriedigendem Backergebnis gesäuert werden (cf. Sauerteig), dadurch ist seine Verwendung für die Backwarenherstellung begrenzt. Die Backeigenschaften des Roggens hängen in erster Linie vom Gehalt an Pentosanen (Schleimstoffen) und der α -Amylase-Aktivität ab.

15.1.1.5 Triticale *psenoraiz*

Triticale ist eine Kreuzung zwischen Weizen und Roggen. Triticale ist anspruchsloser und frosthärter als Weizen und ist in seinen Backeigenschaften dem Weizen und Roggen ähnlich. Triticale ist in der Bundesrepublik bisher nicht als Brotgetreide anerkannt.

15.1.2 Nicht-Brotgetreide

15.1.2.1 Reis

Reis wächst in tropischen und subtropischen Klimazonen: Asien, Italien, USA und wird entweder als Sumpf- bzw. Wasserreis oder als weniger ertragreicher Berg- oder Trockenreis angebaut, der jedoch wegen seines besseren Geschmacks bevorzugt wird. Die Körner sind in einer Rispe angeordnet. Je nach Vorkommen der Spelzen und Ausmahlungsgrad unterscheidet man zwischen:

- Rohreis (intaktes Korn mit Spelzen nach dem Dreschen, auch Paddyreis genannt)
- Braunreis (Spelzen entfernt, alle anderen Randschichten sind enthalten): 100 % Ausmahlung (Silberhaut bleibt am Korn)
- Weißreis 93 %ige Ausmahlung
- polierter Reis: 82-85 %ige Ausmahlung (Die Silberhaut wird entfernt)
- glasierter Reis: polierter Reis, der mit einer Schutzschicht aus Talcum und Glucose überzogen ist (seit 1975 in der BRD verboten)

Es werden zwei Arten angebaut, *Oryza glaberrima* und *Oryza sativa*, deren 10 000 Varietäten in 3 Subspezies unterteilt werden: ssp. *indica*, ssp. *japonica*, ssp. *javanica*. Ssp. *indica* ist in den tropischen Regionen am weitesten verbreitet und hat ein schmales langes Korn (Langkornreis); seine bekannteste Sorte mit hoher Qualität ist der Patna-Reis. Gegenüber anderen spp. nimmt der Langkornreis weniger Wasser auf, quillt auch nicht so stark und klebt weniger, so daß er nach dem Kochen sehr körnig ist (cf. Riz creole). Spp. *japonica* hat ein rundes dickes Korn (Rundkornreis). Durch seine hohe Wasseraufnahme beim Kochen quillt er stark an und hat klebrige Eigenschaften (Klebreis). Klebreis wird auch als wachsiger Reis bezeichnet, da er nur in geringen Mengen Amylose (bis zu 6 % des Stärkegehaltes) besitzt. Verwendung findet Klebreis bei Reisgerichten wie Milchreis und in Suppen. Spp. *javanica* hat ein dickes breites Korn (Mittelkornreis) und wird vorwiegend in Italien angebaut. Seine Verwendung ist ähnlich dem Langkornreis, da man ihn ebenfalls körnig kochen kann. Speziell eignet er sich für das Reisgericht Risotto.

15.1.2.2 Mais

Mais wird vorwiegend in warmen Gegenden sowohl als Getreide- als auch als Gemüsepflanze mit seinen großen Kolben (Süßmais) angebaut. Mais zeichnet sich gegenüber anderen Getreidearten insofern aus, als daß seine Blüten getrennt geschlechtlich sind. Mais enthält einen Lipidanteil von 3,5–6 %, in dem kaum Cholesterin enthalten ist. Während der Lagerung wandert das Fett des Keimlings in das Endosperm, wodurch die Qualität des Mahlproduktes beeinträchtigt wird. In der BRD wird Mais vorwiegend als Futterpflanze angebaut. Als Verarbeitungsformen finden Verwendung:

- Maisgrieß zur Herstellung von Brei (Polenta)
- Maisflocken als Cornflakes
- Maisstärke als Bindemittel
- Süßmaiskörner (sweet corn) als Gemüse
- Maiskörner als Popkorn

15.1.2.3 Hirse

Hirse ist ein Sammelbegriff verschiedener Gattungen von kleinfrüchtigen Spelzgetreiden mit Rispen. Sie ist sehr dürreresistent und anspruchslos und wird vor allem in Afrika angepflanzt, wo sie in Form von Fladen und Brei die Hauptnahrung bildet. In Europa und der USA dient sie vorwiegend als Futterpflanze sowie als Rohstoff für Ethanol, Traubenzucker und Speiseöl und der Stärkegewinnung.

15.1.2.4 Hafer

Die Haferarten sind Rispenpflanzen und gehören zur Gattung *Avena*. Die Lipide des Hafers (7 %) sind über das gesamte entspelzte Korn verteilt. Es ist das fettreichste Getreide. Die Stärkegehalte liegen unter denen anderer Getreidearten. Seine Hauptanbauggebiete sind UdSSR, Kanada und USA. 33 % der gesamten Kornmasse machen die Spelzen aus, die am Korn mechanisch haften. Als Spelzhafer hat nur der Weißhafer wegen seiner feinen Spelze Bedeutung. Bevorzugt wird jedoch der Nackthafer, der zwar einen 30 % niedrigeren Ertrag bringt, sich jedoch ohne zu schälen verarbeiten läßt. Die dünne sehr helle Fruchtschale verbleibt am Korn, so daß das entspelzte Korn ohne weiteren Schälprozeß als Vollkornprodukt zu Haferflocken und Hafergrütze für Porridge und Hafermehl verarbeitet werden kann.

15.1.2.5 Gerste

Gerste (*Hordeum vulgare*) wird in bespelzter und nackter, begrannter sowie unbegrannter Form angebaut. Vier- und sechszeilige Kulturgersten werden vorwiegend als Futtergerste, zweizeilige Gerste als Braugerste verwandt. Das Mehl nackter Gersten findet Verwendung als Zusatz für die Herstellung von Mehrkornbrot, während es früher auch alleine sowie für Kindernährmittel verwandt wurde. Vorwiegend wird jedoch die bespelzte Gerste als Industriergerste zur Gewinnung von Ethanol und Malz angebaut.

Gerstenmalz ist angekeimtes und gedarrtes Getreide, das vorwiegend zur Bereitung von Bier genutzt wird. Malzmehl wird als Backmittel eingesetzt und aus Gerste wird Kaffeeersatz hergestellt.

15.1.2.6 Buchweizen

Buchweizen gehört zur Familie der Knöterichgewächse und ist im engeren Sinn kein Getreide. Die Frucht ist ein scharf-dreikantiges Nüßchen, das zu Trauben aus den Achseln herzförmiger Blätter hängt. Buchweizen wird in den USA, Osteuropa und Japan angebaut, ist jedoch von geringerer wirtschaftlicher Bedeutung. Verwendung findet Buchweizenmehl als Zusatz zu Backwaren wegen seines fein nussigen Geschmacks sowie zur Herstellung von Buchweizencrepes (Blinis), einer russischen Spezialität und Galette, einer bretonischen Spezialität.

15.1.2.7 Amaranth und Quinoa

Quinoa ist ein Reismeldengewächs, welches in den Hochlanden der Anden neuerdings wieder vermehrt angebaut wird und den Indios als Grundnahrungsmittel dient. Die Früchte der Pflanze enthalten Saponine, die durch Waschen mit Wasser entfernt werden. Quinoa enthält 60–75 % Stärke, 8–13 % Proteine und 4–6 % Lipide. Die Verkleisterungstemperatur der Stärke liegt bei 57–64 °C. Die Größe der Stärkekörner beträgt 1–2,5 µm, wobei die einzelnen Körner Aggregate von 25 × 10 µm bilden. Ein weiteres in dem früheren Inkagebiet angebautes Getreide ist Amaranth, der sogenannte Inkaweizen (*Amaranthus candatus*). Die Amaranth-Samen sind sehr klein: 1000–3000 Samen wiegen ein Gramm. Der Proteingehalt beträgt ca. 16 %, wobei die biologische Wertigkeit mit 75 % sehr hoch ist. Der Lipidgehalt beträgt ca. 7 % und der Stärkegehalt 62 %. Bemerkenswert ist der niedrige Amylosegehalt der Stärke. Die Verkleisterungstemperatur liegt bei 72 °C. Die Stärkekörner haben einen Durchmesser von 1 µm. Amaranthmehl eignet sich zur Fladenbrotherstellung, kann aber auch für Breie und Pop-Corn verwendet werden. Bei der Verarbeitung als Getreide für Brote empfiehlt sich für Quinoa und für Amaranth die ursprüngliche Mehlmenge durch $\frac{1}{3}$ Amaranth- oder Quinoamehl zu ersetzen. Erste Produkte sind bereits auf dem amerikanischen und europäischen Markt.

15.1.3 Mehltreifung

Nach dem Mahlprozeß finden Reaktionen statt, die das Mehl reifen lassen. Es treten biologische und chemische Reaktionen auf, die bei längerer Lagerung durchaus zu unerwünschten Backeigenschaften führen.

Folgende Reaktionen finden statt:

- Lipide hydrolysieren und oxidieren unter Einwirkung von Lipasen und Lipoxygenasen. Das Ergebnis ist die Bildung von freien Fettsäuren, Hydroperoxiden sowie Folgeprodukte
- Bleichung (Oxidation) der Carotinoide
- Bildung von Disulfidgruppen des Kleberproteins

Getreide, Brot, Backwaren

Durch Zusatz von Ascorbinsäure kann dieser Prozeß beschleunigt werden (Mehlverbesserungsmittel). Dabei oxidiert die aus Ascorbinsäure gebildete Dehydroascorbinsäure die Sulfhydrylgruppen zu Disulfidgruppen der Kleberproteine.

15.2 Brot- und Backwaren

15.2.1 Kohlenhydrate

15.2.1.1 Stärke

Stärke ist das Hauptkohlenhydrat sowie der wichtigste Bestandteil des Getreides. Beim Weizenkorn beträgt der Anteil 70%. Stärke stellt einen Reservestoff dar und wird somit nur in den Amyloplasten des Endosperms gebildet. Die Gestaltung des Stärkekorns ist für jede Getreideart charakteristisch. Die mikroskopisch sichtbaren Bildungsringe der Stärke kommen durch die Anlagerung von Polysaccharidketten mit unterschiedlichem Wassergehalt zustande, wodurch differierende Brechungsindizes hervorgerufen werden. Auf der Oberfläche der Weizenstärkekörner ist ein basisches Protein mit einem Molekulargewicht von 30 000 Dalton lokalisiert, das reich an hydrophoben basischen Aminosäuren ist, jedoch kein Cystin und Cystein enthält. Dieses Protein liegt wie zementierende Partikel um die Stärkekörner im Mehlkörper herum. Diesem Protein könnte die Eigenschaft zugeschrieben werden, für die Härte der Weizenkörner und die Lipidaufnahme der Stärkekörner verantwortlich zu sein. In den Stärkekörnern von gekeimtem Getreide kommt dieses Protein nicht vor. Stärken enthalten in der Regel 70–80% Amylopektin und 20–30% Amylose. Eine besondere Stärke ist die Wachsmaisstärke, sie besteht fast ausschließlich aus Amylopektin. Somit kommt das für die Biosynthese der Amylose verantwortliche Enzym (59 000 Dalton) auch nicht im Wachsmais vor, wohl aber als integrierter Bestandteil des Stärkekorns in allen amylosehaltigen Getreidearten (LOWRY et al., 1981).

Für optimale Gebäckeeigenschaften ist ein bestimmtes Verhältnis von großen und kleinen Stärkekörnern vorteilhaft. So liegen zwar zahlenmäßig mehr als 90% kleine Stärkekörner mit einem Durchmesser bis von zu 15 µm vor, gewichtsmäßig jedoch überwiegen die großen Stärkekörner, die einen Durchmesser von 15–40 µm aufweisen. Besonders bei Produkten mit hohem Stärkeanteil, wie bspw. Biscuitmassen, hellem Weizenbrot, kann auch die Weizenstärkesorte einen Einfluß auf Volumen, Porung und Farbe nehmen. Bisher ist jedoch der Einfluß der Stärke und Stärkearten auf die Gebäckeeigenschaften nicht hinreichend untersucht, so daß eindeutige, allgemein verbindliche Zusammenhänge kaum vorliegen. Weizen-, Roggen- und Gerstestärke weisen ein ähnliches Verkleisterungsvermögen auf, wodurch sie sich zum Beispiel von der Kartoffelstärke deutlich unterscheiden. Dies ist durch den Typ der Amylose bedingt. Getreidestärken gehören in der Regel dem A-Typ an und besitzen im Zentrum der kreisförmig angeordneten Doppelhelices eine weitere Doppelhelix, während beim B-Typ, dem auch die Kartoffelstärke angehört, im zentralen Kanal Wasser eingelagert ist. Der A-Typ enthält acht Wassermoleküle in einer Untereinheit, während im B-Typ 36 Wassermoleküle enthalten sind. Das Wasser ist integrierter Bestandteil der Stärke, es kann jedoch durch andere Wassermoleküle ausgetauscht werden. Die A-Amylose ist dichter gepackt. Bei einer Erhitzung der Amylose wird

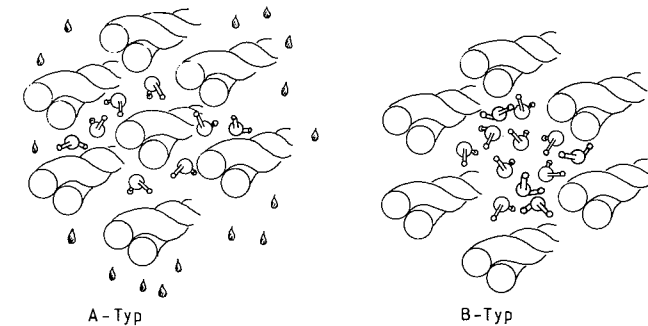


Abb. 15.3 Anordnung der Doppelhelix der Amylose Typ A und Amylose Typ B

Wasser aus dem Innenraum der B-Amylose entfernt und die Amylose wandelt sich in einen A-Typ um. Eine Umwandlung von A- in B-Amylose erfordert eine vorherige Quellung in Wasser, wobei sich die kristalline Struktur auflöst (PFANNEMÜLLER, 1985). In den Helices der Amylose können Heterobestandteile, wie z. B. die Lysolecithine beim Weizen, eingeschlossen sein, die das Quellungsverhalten der Stärke beeinflussen und zu einer Erhöhung der Verkleisterungstemperatur führen. In Lysolecithinen ist eine Kohlenwasserstoffkette abgespalten, so daß nur eine Kohlenwasserstoffkette (Acylrest) vorliegt. Dies erklärt, warum Monoacylglyceride und Lysolecithine in die α -Helix der Amylose mit dem unpolaren Teil eindringen können, nicht jedoch die Lecithine.

15.2.1.2 Nicht-Stärke-Polysaccharide

Zu dieser Gruppe zählen Cellulose, Hemicellulosen, Pentosane, β -Glucane, Gluco- und Galactomannane sowie Glycoproteine, weil deren Proteinanteil gering ist. Die Gruppe der Hemicellulosen bestehen hauptsächlich aus wasserunlöslichen Pentosanen.

15.2.1.3 Pentosane

Der Pentosananteil kann sehr unterschiedlich sein: beim Roggen z. B. 6–8% und beim Weizen 2–3%. Während die Verteilung der Pentosane im Roggen über das ganze Korn erfolgt, sind sie beim Weizen in den Randschichten konzentriert. Pentosane bestehen aus den Pentosen Arabinose und Xylose, die zusammen ein lineares Arabinoxylan bilden. Sie werden auch als die Stoffe bezeichnet, die neben den Pentosanen noch unterschiedliche Mengen an Glycoproteinen, Hexosen (Galactose und Glucose) besitzen. Daher ist eine Bezeichnung nach Strukturmerkmalen wie Arabinoxylan, Arabinogalactan, β -Glucan und Glycoproteine eindeutiger. Für den löslichen Pentosan-Protein-Komplex werden auch die Begriffe Schleim-, Quell- oder Gummistoffe verwandt. Sie sind in Wasser kolloidal löslich und können 15–20mal mehr Wasser binden als die wasserbindenden Getreideproteine (MEUSER und SUCKOW, 1985). Pentosane erhöhen die „Saftigkeit“ der Krume.