

Grundlagen der Backwarenherstellung

1. Die Nährstoffe

1.1 Eiweiß

1.1.1 Aufbau

Die grundlegenden Bausteine der Eiweiße sind die **Aminosäuren**.

Sie sind aufgebaut aus den Elementen

- Kohlenstoff (C)
- Sauerstoff (O)
- Wasserstoff (H)
- Stickstoff (N)

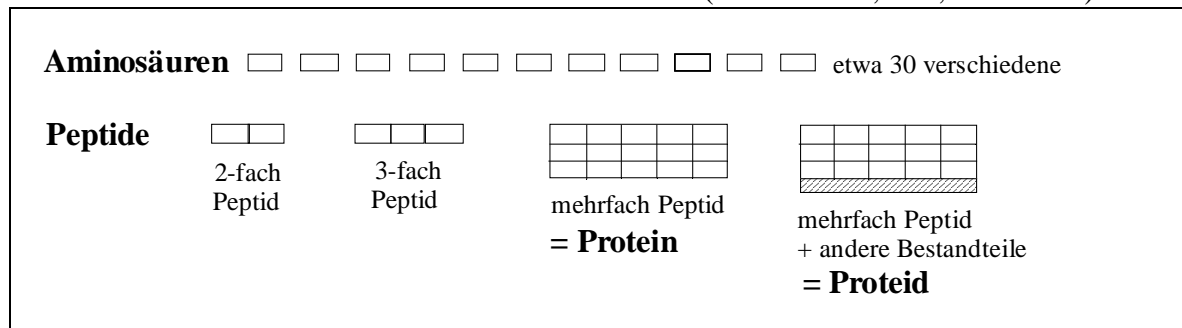
häufig enthalten sie auch

- Schwefel (S)
- Phosphor (P)

Mehrere Aminosäuren bilden Peptide (= kettenartige Verbindungen von Aminosäuren):

- zwei Aminosäuren = Dipeptid
- drei Aminosäuren = Tripeptid
- viele Aminosäuren = Polypeptide

Proteine = einfache Eiweißstoffe ▶ bestehen nur aus mehreren Aminosäuren
Proteide = zusammengesetzte Eiweißstoffe ▶ enthalten außer Aminosäuren noch weitere Stoffe (z.B.: Zucker, Fett, Mineralst.)



1.1.2 Bedeutung für den menschl. Körper

Die Eiweiße werden bei der Verdauung in ihre einfachen Bausteine, die Aminosäuren, zerlegt. Durch die Resorption (= Aufnahme der Nährstoffe durch die Darmwand ins Körperinnere) gelangen die Aminosäuren in die Leber. Dort können sie

- sofort zu körpereigenem Eiweiß aufgebaut oder
- gespeichert und erst bei Bedarf zu Eiweiß aufgebaut oder
- zu Traubenzucker abgebaut werden.

Eiweiß dient also als

- ➔ unentbehrlicher **Baustoff** für unseren Körper
- ➔ **Energiespender**

Zum Aufbau körpereigener Eiweiße werden etwa 20 verschiedene Aminosäuren benötigt. Doch nicht in jedem eiweißhaltigem Nahrungsmittel sind alle Aminosäurearten enthalten. In

vielen Fällen kann unser Körper die fehlenden Aminosäuren mit Hilfe von Enzymen aus anderen Aminosäuren herstellen.

Jedoch gibt es acht Aminosäuren die unser Körper nicht nachbilden kann. Diese acht Aminosäuren müssen dem Körper zugeführt werden, sie heißen deshalb essentiell (=lebensnotwendig).

Deshalb ist es wichtig sowohl verschiedenartige tierische wie pflanzlich Eiweißträger aufzunehmen = gemischte Kost.

1.1.3 Eiweißgehalt von Nahrungsmitteln

hoher Eiweißgehalt	geringer Eiweißgehalt
Sojabohnen (bis 50%)	Obst (ab 0,2%)
Erdnüsse	Kartoffeln
Käse	Pilze
Fisch, Fleisch (ab 11%)	Schlagsahne, Milch (bis 3,2%)

1.2 Fett

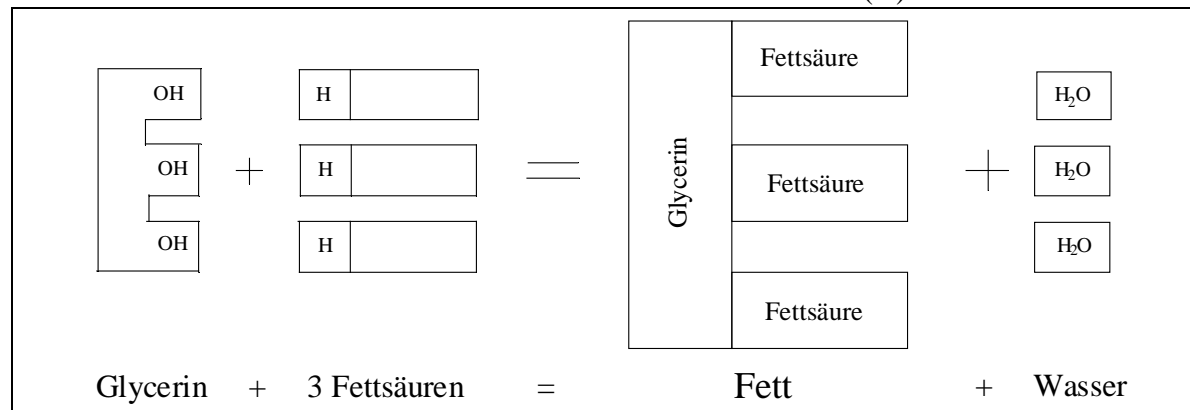
1.2.1 Aufbau

Fette bestehen aus zwei Arten von Bausteinen:

- einem Teil **Glycerin**,
- drei Teilen **Fettsäuren**.

Beide Bausteinarten bestehen aus den Elementen

- Kohlenstoff (C)
- Sauerstoff (O)
- Wasserstoff (H)



Glycerin ▶ ist ein farbloser, süßschmeckender, dreiwertiger Alkohol von sirupartiger Beschaffenheit
▶ kann sich mit Fettsäuren verbinden (=verestern)

Fettsäuren ▶ kommen in zahlreichen, verschiedenen Arten vor; sie unterscheiden sich:
- in der Molekülgröße,
- nach **gesättigten und ungesättigten Fettsäuren**.

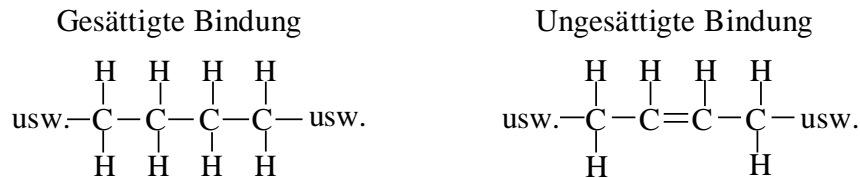
Während das Glycerin in jedem Fett enthalten ist, können die Fettsäuren verschieden sein. Dadurch unterscheidet sich die Beschaffenheit des Fettes.

Gesättigte Fettsäuren sind: Palmitinsäure $C_{16}H_{32}O_2$
Stearinsäure $C_{18}H_{36}O_2$

Ungesättigte Fettsäuren sind: Ölsäure $C_{18}H_{34}O_2$ (einfach ungesättigt)

Linolsäure $C_{18}H_{32}O_2$ (doppelt ungesättigt)
Linolensäure $C_{18}H_{30}O_2$ (dreifach ungesättigt)
Arachidonsäure $C_{20}H_{32}O_2$ (vierfach ungesättigt)

Gesättigt ist eine Fettsäure dann, wenn genau doppelt so viele H-Atome wie C-Atome vorhanden sind. Bei den ungesättigten Fettsäuren sind anstelle der fehlenden H-Atome einzelne C-Atome doppelt miteinander verbunden.



Wenn ein Fett drei gleiche Fettsäuren enthält, spricht man von reinen Fetten (Glyceriden). Es können aber auch zwei oder gar drei verschiedene Fettsäuren in einem Fettmolekül enthalten sein; dann spricht man von Mischglyceriden. Die in der Backstube verwendeten Fette können darüber hinaus aus verschiedenartigsten Fettmolekülen bestehen. Diese werden als Fettgemische bezeichnet.

1.2.2 Eigenschaften der Fette

Fette können fest, weich oder flüssig (=Öl) sein. Das ist abhängig von den enthaltenen Fettsäuren, da diese unterschiedliche Schmelzpunkte besitzen.

Auch der Rauchpunkt (=Temperatur bei der sich das Fett zersetzt) ist von der Zusammensetzung abhängig. Als Siedefette sind deshalb nur reine Fette geeignet (Rauchpunkt: über 200°C).

Fette sind in Wasser unlöslich, können aber in Äther, Benzin, Benzol, Tetrachlorkohlenstoff und warmen Alkohol aufgelöst werden.

Fette sind emulgierbar. Emulgatoren (z.B.: Lecithin) unterstützen die Verteilung der Fette in Wasser. Natürliche Fettemulsionen sind Milch, Eigelb und Butter. Auch Margarine ist eine Emulsion.

1.2.3 Bedeutung für den menschl. Körper

Die Fette werden bei der Verdauung in die Bausteine Glycerin und Fettsäuren zerlegt und in die Blutbahn aufgenommen. Im Körper dienen die Fette:

- ➔ zur Energiegewinnung (**Energiespender**),
- ➔ zum Aufbau körpereigener Fette (**Baustoff**).

Bestimmte Fette besitzen eine zusätzliche Funktion:

- ➔ sie transportieren Vitamine und Fettbegleitstoffe.

! Mehrfach ungesättigte Fettsäuren sind biologisch hochwertiger !

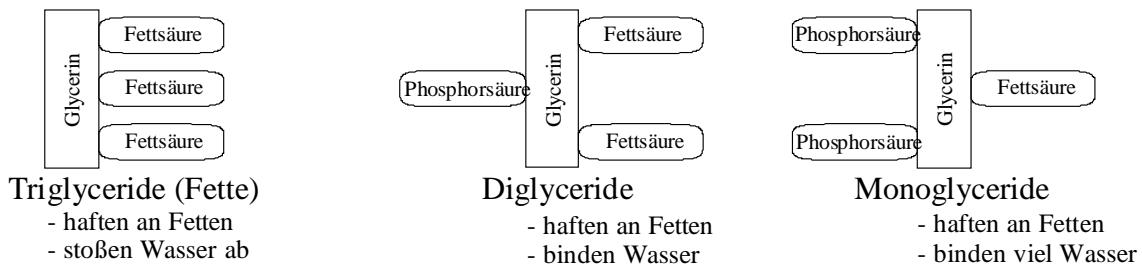
Mehrfach ungesättigte Fettsäuren im Fett haben folgende Wirkung:

- Das Fett ist besser verdaulich (wegen niedrigem Schmelzpunkt)
- Das Fett kann zum Aufbau körpereigener Fette verwendet werden (mehrfach ungesättigte Fettsäuren sind essentielle Fettsäuren)
- Das Fett kann Vitamine und Fettbegleitstoffe transportieren

1.2.4 Fettbegleitstoffe / Fettähnliche Stoffe (Lipoide)

Fettbegleitstoffe sind selbst keine Fette, kommen aber in allen Fetten vor und gehen bei der Fettgewinnung in die Speisefette über.

Dem chemischen Aufbau nach ähneln sie dem Fett insofern, als sie auch aus einem Teil Glycerin und ein bis zwei Teilen Fettsäuren bestehen. Sie enthalten außerdem aber noch einen anderen Bestandteil.



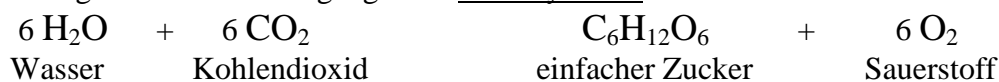
Die bekanntesten Fettbegleitstoffe sind:

- **Lezithin** ▶ ist ein fettähnlicher Stoff, der aber nur zwei Fettsäuren enthält und ferner eine phosphor- und stickstoffhaltige Substanz (Cholin).
- **Karotin** ▶ ist eine Vorstufe zum Vitamin A
- **Cholesterin** ▶ ist ein ungesättigter, „sekundärer“ Alkohol. Es kommt hauptsächlich in tierischen Fetten vor.

1.3 Kohlenhydrate

1.3.1 Aufbau

In der Pflanze wird aus 6 Molekülen Wasser und 6 Molekülen Kohlendioxid je ein Zuckermolekül aufgebaut. Dieser Vorgang heißt Photosynthese:



Der so erzeugte Zucker wird als einfacher Zucker bezeichnet und kommt in drei verschiedenen Arten vor:

Einfachzucker (Monosaccharide):

❖ **Traubenzucker** (Dextrose, Glucose)

❖ **Fruchtzucker** (Fruktose)

❖ **Schleimzucker** (Galaktose)

➤ Für alle einfachen Zucker gilt die gleiche chemische Summenformel $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Sie unterscheiden sich nur in der Molekülstruktur.

➤ Die einzelnen Einfachzucker unterscheiden sich u.a. in:

- der Süßkraft:

Fruchtzucker

Traubenzucker

Schleimzucker

- der Vergärbarkeit durch Hefe:

Traubenzucker

Fruchtzucker

Schleimzucker

➤ sind in Wasser löslich

Aus zwei Einfachzuckern baut die Pflanze doppelte Zucker auf (Summenformel $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$):

Doppelzucker (Disaccharide):

❖ **Rohr- und Rübenzucker** (Saccharose)

= 1 Traubenzucker + 1 Fruchtzucker

❖ **Malzzucker** (Maltose)

= 2 Traubenzucker

❖ **Milchzucker** (Laktose)

= 1 Traubenzucker + 1 Schleimzucker

➤ Sie unterscheiden sich in:

- der Süßkraft:

Rohr- und Rübenzucker

Malzzucker

Milchzucker

- der Vergärbarkeit:

Malzzucker

Rohr- und Rübenzucker

Milchzucker

➤ sind in Wasser löslich

Durch weiteren Zusammenbau von Einfachzuckern kann die Pflanze mehrfache Zucker bilden. Diese dienen ihr meist als Gerüststoff. Für den Aufbau von Mehrfachzuckern werden nur Traubenzuckermoleküle verwendet.

Vielfachzucker (Polysaccharide):

❖ **Zellulose**

- ▶ besonders viele Traubenzucker
- ▶ Gerüststoff der Pflanzen
- ▶ für den Menschen unverdaulich (Ballaststoff)

❖ **Stärke**

- ▶ geringere Anzahl an Traubenzuckern
- ▶ unlöslich, aber verkleistert beim Erhitzen mit Wasser (über 60°C) und bildet eine Gallerte
- ▶ kommt in zwei verschiedenen Bauweisen vor:

➔ Amylose (kristallförmige Molekülstruktur)

➔ Amylopektin (langkettig verzweigte Struktur)

❖ **Dextrin**

- ▶ Abbauprodukt (Bruchstück) aus der Stärke
- ▶ Molekülgröße: 8 - 12 Traubenzuckerbausteine
- ▶ bildet mit Wasser klebrige Gallerte

❖ **Glykogen**

- ▶ baut der menschliche Körper selbst auf, um es als Reservestoff in der Leber zu speichern. Bei Bedarf kann es schnell wieder zu Traubenzucker abgebaut werden.

Die handelsüblichen Zuckersorten (Kristallzucker etc.) werden aus Zuckerrüben hergestellt und bestehen daher aus dem Disaccharid Rohr- und Rübenzucker.

1.3.2 Verwertbarkeit

- Einfachzucker ▶ können unverändert durch die Darmwände dringen und sofort verbrannt oder als Glykogen zwischengelagert werden.
! Auch Eiweiße und Fette, die im Körper verbrannt werden sollen, müssen zuvor in Traubenzucker umgewandelt werden!
- Doppelzucker ▶ können zu Einfachzucker abgebaut und verwertet werden.
- Stärke ▶ muß, um verwertet zu werden, durch Hitze aufgeschlossen (kochen, backen) und zu Einfachzucker abgebaut werden.
- Dextrine ▶ können leicht abgebaut und verwertet werden.
- Zellulose ▶ unverdaulich; wirkt verdauungsfördernd (Ballaststoff)

1.3.3 Bedeutung für den menschl. Körper

Kohlenhydrate dienen dem Körper als

→ **Brennstoff**

→ Ballaststoff (nur Zellulose)

→ **Baustoff** (Traubenzucker kann bei Überschuß zu Fetten aufgebaut und gelagert werden)

1.3.4 Zuckerähnliche Stoffe

Bei den normalen Zuckerstoffen bilden meist sechs Kohlenstoffatome die Grundlage (Einfachzucker $C_6H_{12}O_6$). Es gibt aber auch Kohlenhydrate die nur aus fünf C-Atomen bestehen. Einige von ihnen sind Gerüstsubstanzen der Pflanzen, wie die Hemizellulose oder **Pentosane**. Sie bestehen aus ähnlich großen Molekülen wie die Zellulose, haben aber andere Eigenschaften: Sie bilden in kaltem Wasser eine schleimartige Gallerte (deswegen: Schleimstoffe). Dies ist für die Verarbeitung von Roggenmehl sehr bedeutend.

Weitere Zuckerähnliche Stoffe sind die Pektine (Geliermittel) und die Pflanzengummi.

1.4 Wasser

Wasser ist der wichtigste Nährstoff für den Körper. Es hat folgende Aufgaben:

- Wasser ist Lösungsmittel
- Wasser ist Transportmittel
- Wasser ist Quellmittel
- Wasser bewirkt die Entstehung elektrischer Spannung
- Wasser ist Wärmeregulator

1.5 Mineralstoffe

Im Körper werden Mineralstoffe verwendet als:

- Bausteine für das Körperskelett (Zähne, Knochen)
- Reglerstoffe
 - zur Aufrechterhaltung eines bestimmten osmotischen Drucks
 - zur Regulierung der Durchlässigkeit der Zellmembran
 - als Bestandteil von Enzymen und Hormonen
 - zur Regulierung der Wasserbindung im Körper

Mineralstoffe werden in zwei Kategorien eingeteilt:

1.5.1 Mengenelemente

Den vorwiegenden Anteil der Nährstoffe in der Nahrung bilden die Mengenelemente:

	Wirkung
Calcium	Baustein für Knochen und Gewebe; notwendig für Blutgerinnung
Phosphor	Baustein für Knochen; Energiespeicherung und -übertragung in den Muskeln
Magnesium	Bestandteil der Muskeln und vieler Enzyme für den Energiestoffwechsel
Natrium	Regelung der Wasserbindung, Enzymaktivierung, Salzsäurebildung im

	Magen
Kalium	Regelung der Wasserbindung, Energieübertragung in den Muskeln
Chlor	Regelung der Wasserbindung, Salzsäurebildung im Magen

1.5.2 Spurenelemente

Die sogenannten „Spurenelementen“ sind nur in geringen Mengen enthalten.

	Wirkung
Eisen	Bestandteil des roten Blutfarbstoffes Hämoglobin, Bestandteil von Enzymen
Zink	Bestandteil des roten Blutfarbstoffes Hämoglobin, Bestandteil von Enzymen
Kupfer	Mitwirkung bei der Ausnutzung von Eisen; Bestandteil von Enzymen
Jod	Bestandteil des Schilddrüsenhormons

1.6 Vitamine

Vitamine sind Wirk- und Reglerstoffe, die in Körperzellen ganz bestimmte Tätigkeiten anregen oder hemmen. Fehlen entsprechende Vitamine treten Mangelerscheinungen auf. Man unterscheidet zwischen fettlöslichen und wasserlöslichen Vitaminen:

1.6.1 fettlösliche Vitamine

Sie sind vor allem in pflanzlichen Speisefetten, Innereien und tierischen Produkten (Milch, Milchzeugnisse, Eier) vorhanden.

	Aufgaben
Vitamin A (Retinol) Vorstufe: Karotin	Beteiligung am Sehvorgang
Vitamin D (Calciferol)	Knochenbildung, Calciumstoffwechsel
Vitamin E (Tocopherol)	schützt ungesättigte Fettsäuren vor Veränderungen
Vitamin K (Phyllochinon)	Blutgerinnung bei Verletzungen

1.6.2 wasserlösliche Vitamine

Sie kommen vor allem in Früchten, Kartoffeln, Gemüse, Getreideerzeugnissen sowie im Fleisch enthalten.

	Aufgaben
Vitamin C (Ascorbinsäure)	Aufrechterhaltung von Gesundheit und Widerstandsfähigkeit
Vitamin B ₁ (Thiamin)	Bestandteil von Enzymen, die für den Stoffwechsel wichtig sind
Vitamin B ₂ (Riboflavin)	Bestandteil von Enzymen, die für den Stoffwechsel wichtig sind
Niacin	Bestandteil von Enzymen, die für den Stoffwechsel wichtig sind
Vitamin B ₁₂ (Cobalamin)	Eiweißstoffwechsel, Bildung der roten Blutkörperchen

2. Das Mehl

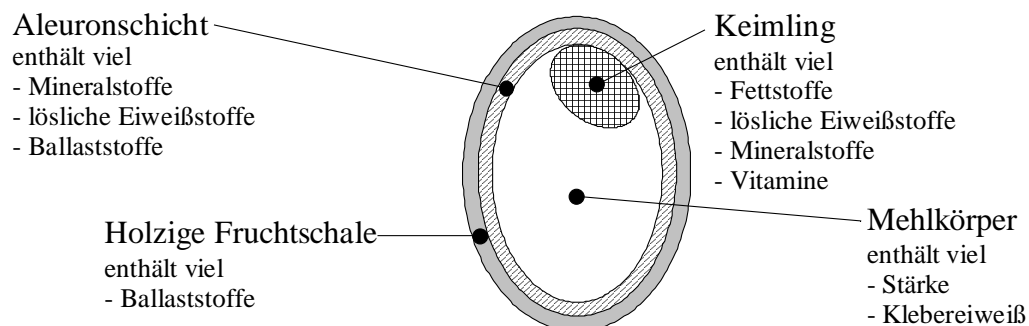
2.1 Allgemeines

2.1.1 Verbreitung

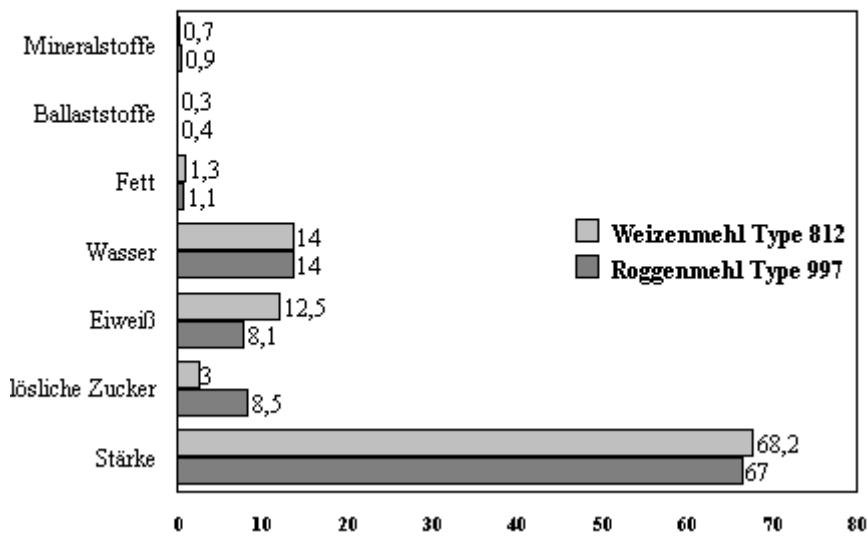
In Deutschland gelten nur Roggen- und Weizenmehl als Brotgetreidearten. Zu den Nicht-Brotgetreidearten werden *Gerste*, *Hafer*, *Hirse*, *Mais*, *Reis* und *Buchweizen* gezählt.

Gebäcke aus Weizen werden fast in der ganzen Welt verzehrt, Roggen dagegen wird nur in Mittel-, Nord- und Osteuropa verwendet.

2.1.2 Aufbau des Korns



Unterschiedliche Zusammensetzung von Weizenmehl (T812) und Roggenmehl (T997)



2.2 Weizenmehl

2.2.1 Typenbezeichnungen

Die Typenzahl gibt an, wieviel Gramm Mineralstoffe annähernd in 100 kg wasserfreiem Mehl enthalten sind.

Type	Eignung
405	= Auszugmehl für Feine Backwaren
550	= Vordermehl für Weißgebäcke
812	= Voll- oder Hintermehl für helles Mischbrot; auch zum Beimischen für Weißgebäck
1050	= Hintermehl für Mischbrot
1600	= Hintermehl für dunkles Mischbrot (nur gering backfähig)
1700	= Backschrot für Schrotbrot
ohne	= Weizenvollkornmehl / -schrot

- Niedrige Typenzahl = helle Mehle aus dem Kern des Mehlkörpers.
- Hohe Typenzahl = dunkle Mehle aus den Randschichten des Mehlkörpers.

2.2.2 Backtechnische Bedeutung

Weizenmehl der Type 550 setzt sich zusammen aus:

- 73,5 % Kohlenhydrate
- 71 % Stärke
- 2,4 % löslicher Zucker
- 0,1 % Zellulose
- 11 % Eiweißstoffe
- 10 % kleberbildende Eiweißstoffe (Gliadin und Glutenin)
- 1 % wasserlösliche Eiweißstoffe
- 14 % Wasser
- 1,5 % Fettstoffe, Mineralstoffe

2.2.2.1 Eiweißstoffe des Weizenmehls

Backtechnisch sind nur die kleberbildenden Eiweiße **Gliadin** und **Glutenin** von Bedeutung. Die restlichen Eiweiße (Albumin, Globulin) lösen sich im beim Einteigen im Schüttwasser.

Eigenschaften von Gliadin und Glutenin:

Eigenschaften	backtechnische Bedeutung
<ul style="list-style-type: none"> • wasserunlöslich • quellfähig 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ binden beim Einteigen das <i>Doppelte ihres Eigengewichts an Wasser</i> ➤ geben dem Teig seinen Zusammenhang
<ul style="list-style-type: none"> • im gequollenen Zustand vernetzungsfähig • im gequollenen Zustand elastisch 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ machen den Teig dehn- und formbar; geben ihm Stand
<ul style="list-style-type: none"> • im gequollenen Zustand gashaltfähig • gerinnen beim Erhitzen (ca. 72°C) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ halten die Gärgase im Teig, machen den Teig lockerungsfähig ➤ werden beim Backen fest und bilden ein vorläufiges Krumengerüst

Die Backfähigkeit von Weizenmehl wird durch die Klebereiweiße bestimmt.

➔ Die kleberbildenden Eiweiße sind wichtig für die Teigbildung!

2.2.2.2 Stärke des Weizenmehls

Der Hauptanteil der im Weizenmehl enthaltenen Kohlenhydrate besteht aus Stärke. Der restliche Anteil sind lösliche Zuckerstoffe (Dextrine, Malz-, Traubenzucker), Zellulose und Pentosane.

Eigenschaften der Weizenstärke:

Eigenschaften	backtechnische Bedeutung
<ul style="list-style-type: none"> • in kaltem Wasser unlöslich • in kaltem Wasser nicht quellfähig, lagert aber beim Einteigen Wasser an ihrer Oberfläche an • verkleistert zwischen 60 und 88 °C 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Stärke kann so die Hälfte ihres Eigengewichts an Wasser in den Teig einbringen ➤ <u>Stärke bindet beim Backen das Teigwasser</u> ▶ es bildet sich eine feste Gebäckkrume
<ul style="list-style-type: none"> • kann durch Enzyme abgebaut werden 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Die Abbauprodukte (Dextrine, Malz-, Traubenzucker) verbessern die Teiggärung und die Krustenbräunung
<ul style="list-style-type: none"> • ist im trockenen Zustand durch Hitze abbaubar 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Beim Backen bilden sich auf der Kruste Dextrine ▶ Krustenbräunung

Stärke bildet beim Backen die Gebäckkrume!

➔ Die Weizenstärke ist wichtig für die Gebäckbildung!

2.2.2.3 weitere Mehlinhaltsstoffe

a) lösliche Zuckerstoffe

Die löslichen Zuckerstoffe des Weizenmehls sind hauptsächlich Dextrine, Malzzucker und Traubenzucker.

- Dextrine, Malz- u. Traubenzucker
 - sind wasserlöslich (▶ verteilen sich gleichmäßig im Teig)
 - bräunen beim Erhitzen (▶ bewirken beim Backen die Krustenbräunung)
- Malz- und Traubenzucker
 - sind vergärbar (▶ verbessern die Hefegärung)
 - schmecken süß (▶ erhöhen den Genußwert der Backwaren)

b) Zellulose und Pentosane

Zellulose und Pentosane kommen überwiegend in der Schale des Getreidekorns vor und sind unverdaulich. Sie sind

- wasserunlöslich
- stark quellfähig ▶ Sie binden beim Einteigen sehr viel Zugußflüssigkeit
- verändern sich beim Backvorgang nicht ▶ bleiben auch nach dem Backen aufgequollen, halten sich deshalb länger frisch
- Pentosane bilden beim Aufquellen ein Gel ▶ beeinträchtigen durch die schleimige Beschaffenheit die Teigeigenschaften

c) Mehlenzyme

Enzym	Ausgangsstoff	Abbauprodukt	Wirkung
Amylase	Mehlstärke	Dextrin, Malz-, Traubenzucker	wirken besonders im feucht-warmen Teig; sorgen auch noch in der letzten
Maltase	Malzzucker	Traubenzucker	Gärphase für Zuckernachschub für die Hefe; nicht vergorener Zucker verstärkt die Krustenbräunung
Protease	Eiweißstoffe	Aminosäuren	schwächt den Kleber; besonders aktiv im feucht-warmen Teig
Lipase	Mehlfettstoffe	Glyzerin, Fettsäuren	macht sich nur in überlagerten Mehlen bemerkbar; Mehl wird ranzig

2.2.3 Roggenmehl

2.3.1 Typenbezeichnung

Type	Merkmale
815	= hellstes, schalenarmes Mehl
997	= helles, schalenarmes Mehl

1150	= graues, schalenreicheres Mehl
1370	= dunkelgraues, schalenreiches Mehl
1740	= dunkles, sehr schalenreiches Mehl
1800	= Roggenbackschrot (ohne Kornkeimling)
ohne	= Roggenvollkornschrot/-mehl (alle Kornbestandteile mit Keimling)

2.3.2 Unterschiede: Weizenmehl - Roggenmehl

Roggenmehl der Type 1150 setzt sich zusammen aus:

- 75,8 % Kohlenhydrate
- 67 % Stärke
- 3,7 % lösliche Zucker
- 0,6 % Zellulose
- 4,5 % Pentosane
- 8 % Eiweißstoffe
- 14 % Wasser
- 2,2 % Fettstoffe, Mineralstoffe

Roggen- und Weizenmehl unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung.

Roggenmehl enthält:

→ **mehr Enzyme;** Roggenmehl ist besonders Auswuchsgefährdet, die enzymatische Angreifbarkeit der Inhaltsstoffe (besonders Roggenstärke) ist sehr groß.

→ **mehr lösliche Zucker;** Roggenteige gären schneller als vergleichbare Weizenteige.

→ **etwas weniger Stärke;** Die Roggenstärke verkleistert etwas früher (56 - 68 °C) als Weizenstärke. Die Roggenstärke ist aber besonders durch enzymatischen Abbau gefährdet.

Der Abbau setzt sich auch während der Stärkeverkleisterung noch fort. Gebäcke aus auswuchsgeschädigtem Roggenmehl führen deshalb zu unelastischer, klitschiger Krume und Wasserstreifen.

→ **weniger quellfähiges Eiweiß;** Obwohl im Roggenmehl auch die kleberbildenden Eiweiße Gliadin und Glutenin vorhanden sind kommt es aber zu keiner vergleichbaren Kleberbildung. Der Grund hierfür sind die gequollenen Pentosane, die eine Ausbildung von Klebersträngen verhindern.

→ **mehr wasserbindende Pentosane;** Die Pentosane des Roggenmehls können das 6 - 8-fache ihres Eigengewichtes an Wasser binden.

2.3.3 Folgerungen für die Praxis

Aufgrund der technologischen Unterschiede von Roggenmehl und Weizenmehl muß folgendes beachtet werden:

- Roggenteige können weicher geführt werden (höhere TA): Die Pentosane können wesentlich mehr Wasser binden (6-8-fach) als der Kleber des Weizenteiges (2-fach).
- Roggenteige nicht intensiv kneten: Da bei Roggenteigen kein Kleber ausgebildet wird, genügt es, die Zutaten nur zu mischen.
- Roggenteige müssen gesäuert werden:
 - dadurch wird die Enzymtätigkeit gehemmt,
 - die Quellvorgänge werden unterstützt,
 - der Gebäckgeschmack wird verbessert.

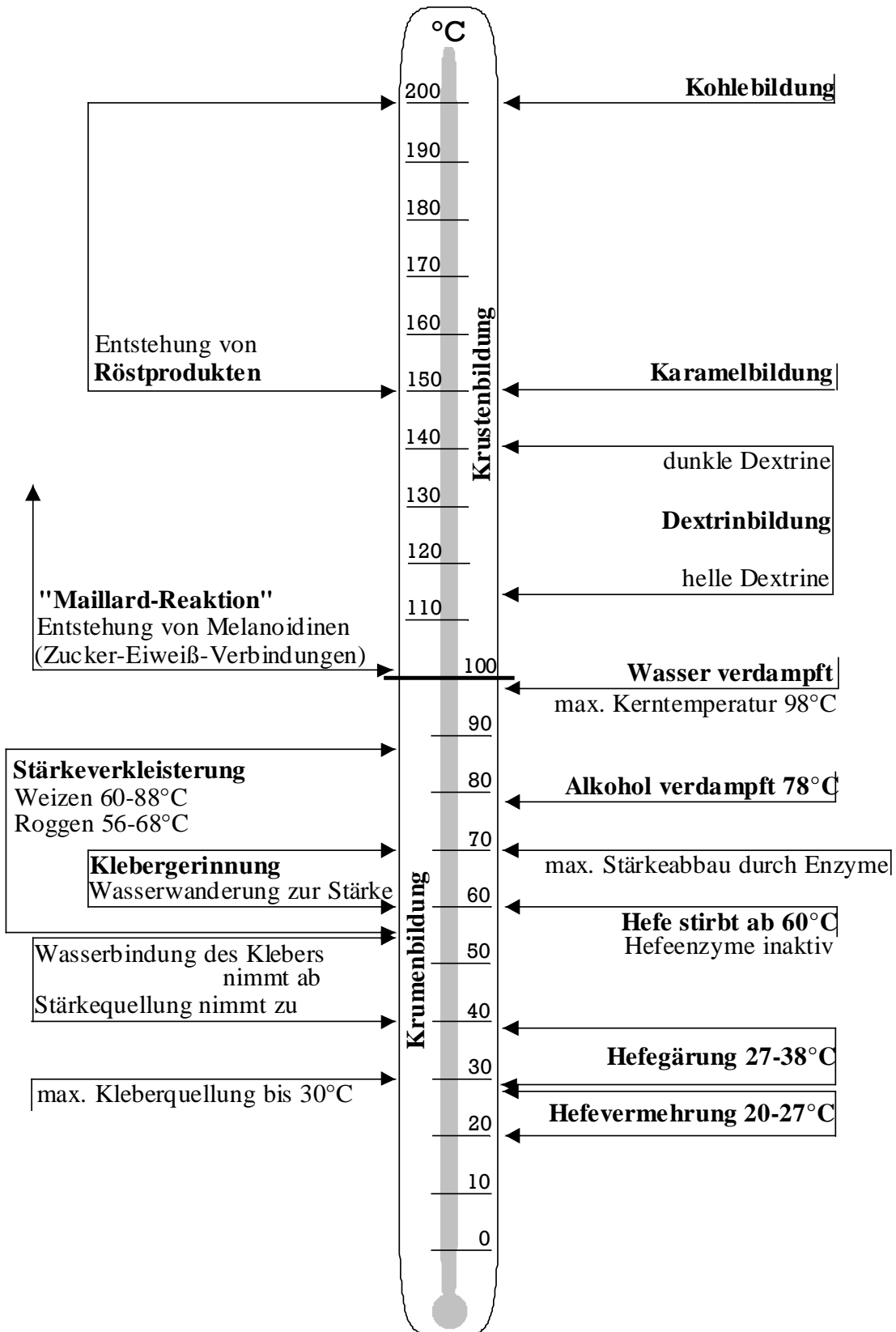
2.4 Lagerung von Mehl

Mehl wird beim Lagern durch mehleigene Enzyme abgebaut. Besonders gefährdet ist Roggenmehl (Auswuchsschäden). Mehl sollte nicht länger als 2 Monate gelagert werden.

- kühl lagern,
- trocken lagern,
- luftig lagern,
- sauber lagern,
- vor Fremdgerüchen schützen.

3. Teigentwicklung und Backvorgang

3.1 Temperaturen



3.2 Die Teigbildung

a) Misch- und Quellungsphase

Mehl, Wasser, Hefe und Salz werden vermischt, die wasserlöslichen Bestandteile (wasserlösliches Eiweiß, Zucker und Salz) lösen sich in der Schüttflüssigkeit auf. Die

Klebereiweiße und Pentosane beginnen zu quellen und die Stärke lagert Wasser an ihrer Oberfläche an. In dieser Phase binden die Klebereiweiße das 2-3-fache (bei Weizenteigen) und die unlöslichen Pentosane das Achtfache (bei Roggenteigen) des Eigengewichts an Wasser. Die Hefe beginnt langsam ihre Stoffwechselftigkeit.

b) Knetphase

Bei Weizenteigen wird durch die Reibung des Knetwerkzeuges der Kleber gebildet: die gequollenen Klebereiweiße (Gliadin und Glutenin) werden zu feinen Strängen (Bändern) ausgezogen und über den gesamten Teig verteilt. In diese „Bänder“ sind die Stärkekörner eingelagert. So kann sich ein dreidimensionales Klebnetz bilden, in dem sich das Gas zur Teiglockerung sammelt.

Da bei Roggenteigen kein Kleber gebildet wird, genügt es, diese nur intensiv zu mischen.

3.3 Teigruhe und Teiggärung

Während der Teigruhe soll sich der Kleber entspannen, damit eine Überbeanspruchung der Kleberfilme vermieden wird und der Teig leichter geformt werden kann. Besonders bei Überkneteten Teigen ist eine verlängerte Teigruhe wichtig.

Die Wasserbindung durch die Mehlbestandteile schreitet fort und die Hefe intensiviert ihre Stoffwechselftigkeit.

So lange noch eingekneteter Sauerstoff im Teig ist vermehrt sich die Hefe (Hefeatmung). Ist der Sauerstoff verbraucht, beginnt die Hefegärung: Traubenzucker ($C_6H_{12}O_6$) wird durch das Hefeenzym Zymase zu Kohlendioxid (CO_2) und Alkohol (C_2H_5OH) abgebaut. Durch die entstehenden Lockerungsgase (CO_2) bilden sich im ganzen Teig kleine Gasbläschen (Poren), die den Teig lockern.

3.4 Der Backvorgang

Fachbegriffe

mono-	= einfach-
di-	= doppelt-
tri-	= dreifach-
poly-	= vielfach-
essentiell	= lebensnotwendig
unessentiell	= nicht lebensnotwendig
Resorption	= Durchdringen der Darmwand; Aufnahme der Nährstoffe durch die Darmwand ins Körperinnere
verestern	= Verbinden von Glycerin mit Fettsäuren