



SANDER AKADEMIE BRAUKURS

Brauerei Sander



Inhaltsverzeichnis - Übersicht

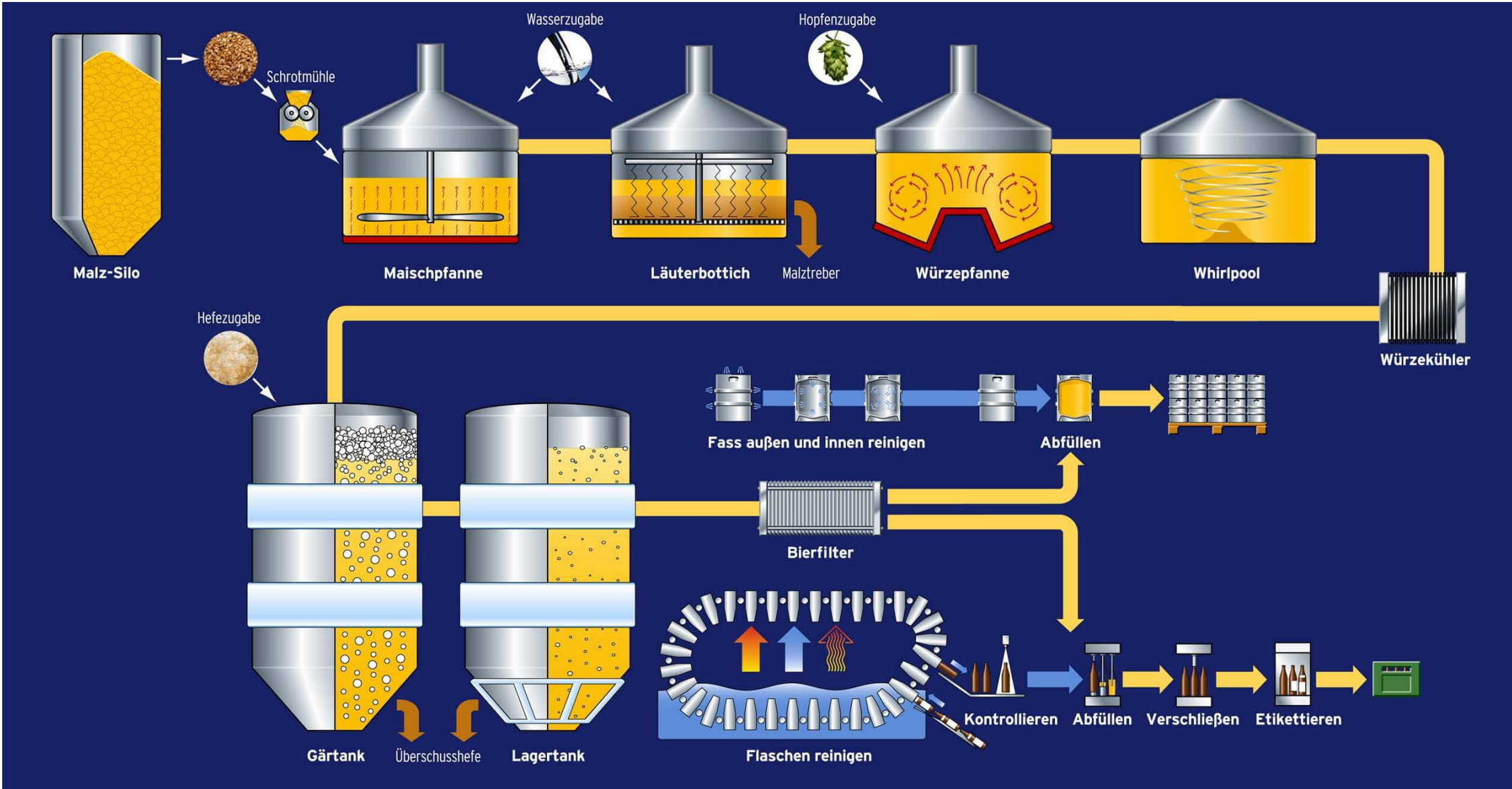
UHRZEIT	KAPITEL	INHALT	KURSLEITER
10:00 – 10:10	Sicherheit	Sicherheitseinweisung	U.Sander
10:10 – 10:40	Brauen	Schroten & Einmaischen	U.Sander & G.Lim
10:40 – 11:40	Weißwurstfrühstück & Brautechnologie	Brauprozess & Rohstoffe	G.Lim
11:40 – 12:00	Brautechnik	Maischen	U.Sander
12:00 – 12:30	Verkostung	Dreieckstest	U.Sander & G.Lim
12:30 – 13:00	Brauen	Jodprobe & Abmaischen	U.Sander & G.Lim
13:00 – 13:20	Pause	Fleischkäsebrötchen	
13:20 – 14:00	Brautechnologie	Abläutern & Kochen	G.Lim
14:00 – 14:30	Brautechnik	Abfüllung	U.Sander
14:30 – 15:00	Bierverkostung	Bierfehleraromen	U.Sander & G.Lim
15:00 – 15:30	Brauen	Austrebern & Hopfengabe	G.Lim
15:30 – 15:50	Brautechnologie	Gärung & Hefemikroskopieren	U.Sander & G.Lim
15:50 – 16:10	Bierverkostung	Duo-Trio-Test	G.Lim
Ab 16:10	Abschluss	Urkunde	U.Sander





Wie unser Bier entsteht

Der Brauprozess vom Sudhaus bis zur Abfüllung





Wasser – das „Leben“ des Bieres

- Ein Vollbier besteht zu **95%** aus Wasser.
- Wasser bestimmt über die in ihm gelösten Ionen direkt und indirekt die gesamte Organoleptik des Bieres.
 - ✓ Direkt: salzige, süße oder bittere Note im Biergeschmack
 - ✓ **Indirekt: pH-Wert der Maische**

(pH-Wert: Wasserstoffionenkonzentration)



Wie bewirkt das Brauwasser auf Maische-pH?

DURCH DIE WASSERHÄRTE

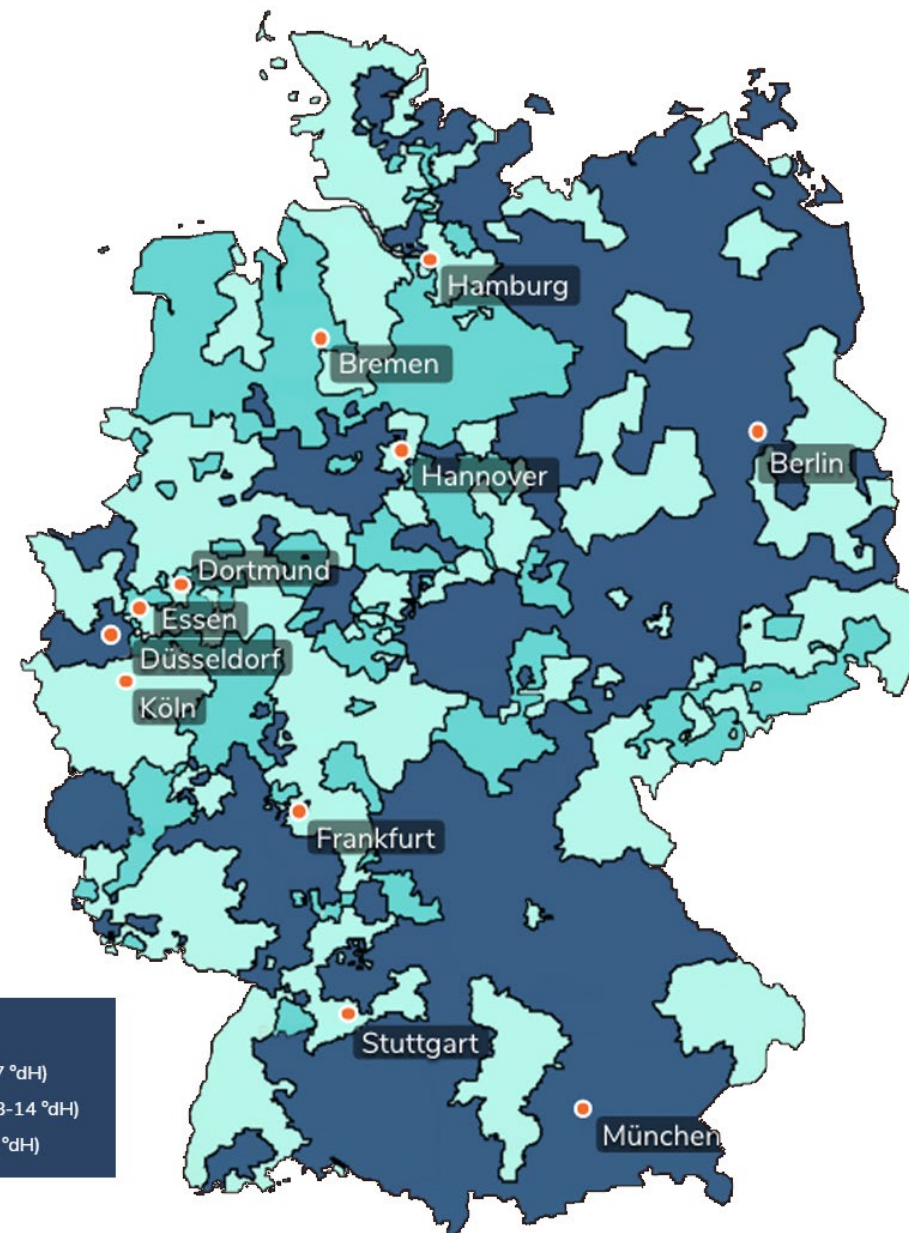
Sie ergibt sich (DIN 19640) durch den Gehalt des Wassers an Ionen der Erdalkalimetalle.

Die bedeutendsten Erdalkalimetalle

Calcium(Ca)

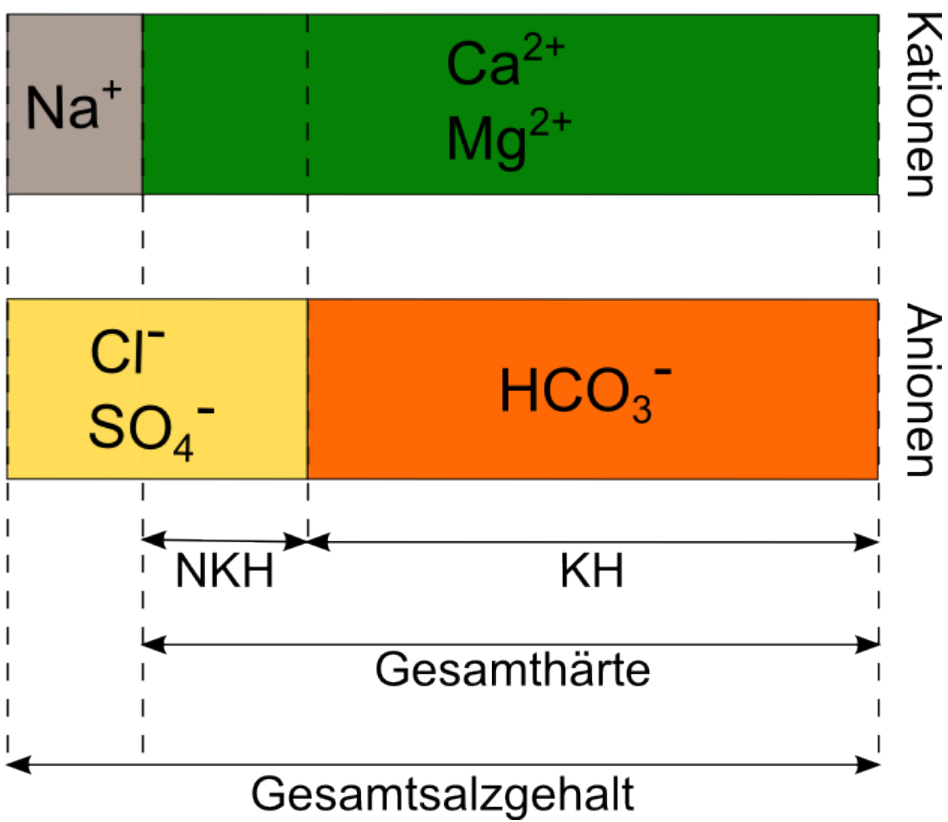
Magnesium(Mg)

Ein Maß für die Gesamtheit der Calcium- und Magnesiumionen im Wasser ist dessen Gesamthärte(GH), angegeben in Grad deutscher Härte, kurz °dH.



Copyright: ecowater.de

Wasserszusammensetzung



Zur Menge der Erdalkalimetallionen (Kationen) existiert eine äquivalente Menge an Anionen, die sich in lösliche Hydrogencarbonationen (HCO₃⁻) und sonstige Anionen (Sulfat, Chlorid...) aufteilen lässt.

Carbonathärte

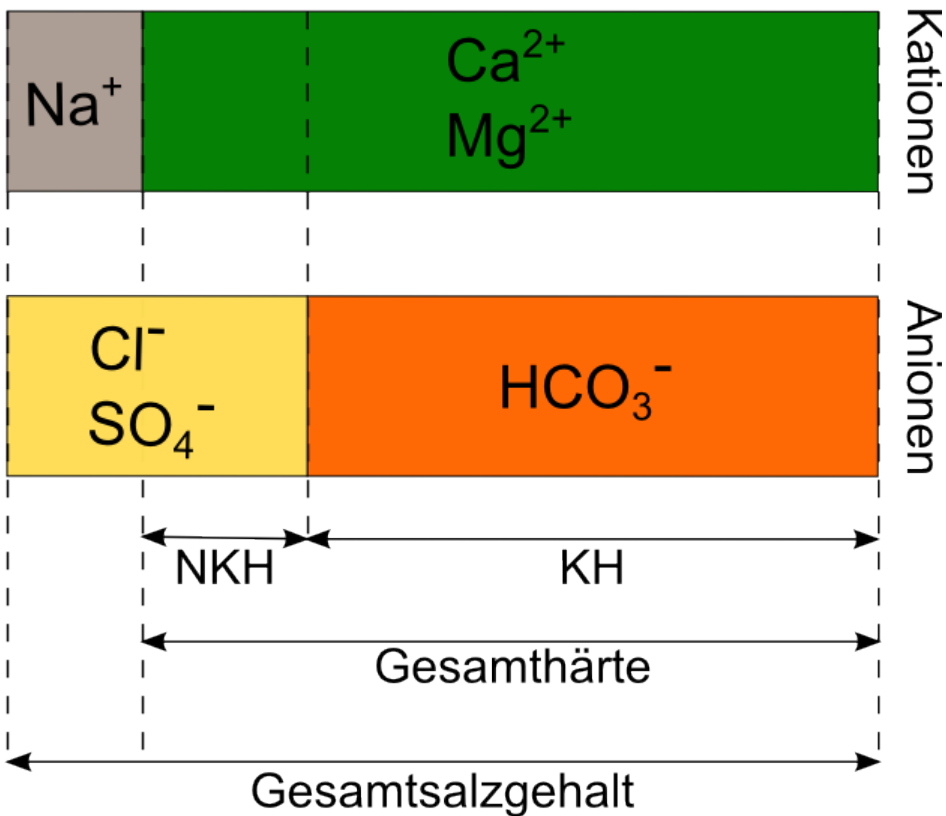
Der zu den Hydrogencarbonationen **äquivalente Anteil** der Erdalkalimetallionen

Nichtcarbonathärte

Der **verbliebene Rest** der Erdalkalimetallionen

$$GH = KH + NKH = CaH + MgH$$

Wasserszusammensetzung



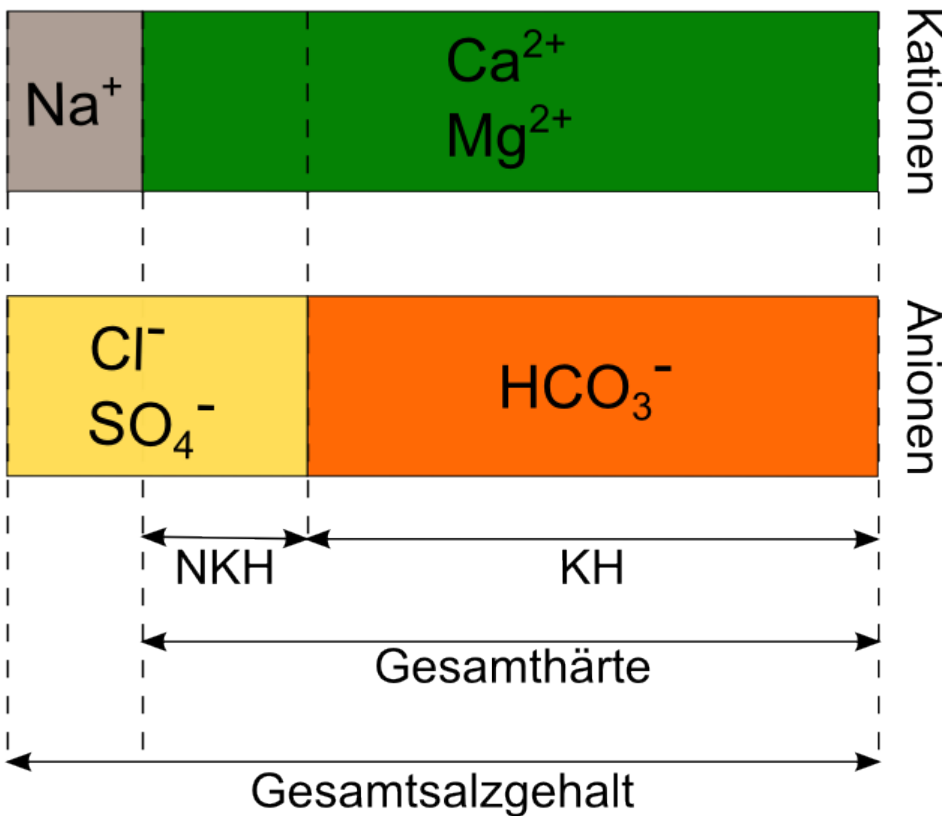
Hydrogencarbonate (HCO_3^-) wirken **säurevernichtend** in der Maische, weswegen man die Carbonathärte auch als „**Alkalität**“ bezeichnet.



Erdalkalimetallionen (v.a. Ca^{2+}) reagieren mit den Hydrogenphosphaten der Maische und bilden **unter Freisetzung von H^+ -Ionen** Phosphaten. Daher „Säurefördernd“



Wasserszusammensetzung



Aber Entscheidend fürs Brauwasser ist nicht die Gesamthärte des Wassers, sondern die **Restalkalität(RA)**.

$$RA[\text{°dH}] = KH - \frac{(2 \cdot CaH + MgH)}{7}$$

Sie beschreibt, **was von der säurevernichtenden Wirkung der Carbonate (=„Alkalität“)** noch überbleibt, nachdem die Erdalkalimetallionen in der Maische mit Phosphaten abreagiert und H⁺-Ionen freigesetzt haben.

Restalkalität = nicht kompensierte Alkalität

Die Restalkalität charakterisiert somit das Brauwasser hinsichtlich seiner Einflüsse auf den pH-Wert der Biermaische und ist somit **die wichtigste Kennzahl** für das Brauwasser.



Brauwasser und Biertypen

Bierstill / Wasser	Härte °dH					Sulfat mg/l	Chlorid mg/l	RA °dH
	KH	NKH	GH	CaH	MgH			
Pilsner	1,4	0,9	2,3	1,4	0,9	4	5	0,9
Münchner	14,3	1,3	15,6	10,5	5,1	8	2	10,6
Wiener	30,9	7,7	38,6	22,8	15,8	216	39	22,1
Dortmunder	16,8	25,8	42,6	35,7	6,9	240	107	5,6
Kölsch	12,5	6,3	18,8	15,4	3,4	84,5	71,8	7,6
Altbier	10	5,6	15,6	12,9	2,8	61	88	6,0
Worms- Biersheim	13,7	3,9	17,6	15,0	2,6	58	16	9,0
Burton(Ale)	16,8	13,8	30,6	16,8	13,8	80	90	10,0
Dublin(Stout)	25,2	5,2	30,4	18,9	11,5	100	75	18,2

PILSNER

Das mineralarme Wasser in Pilsen war entscheidend für das weiche, helle Pilsner.

MÜNCHNER

Das harte, relativ Calcium- und Carbonate-reiche Wasser erlaubte nur den Einsatz saurer Malze und führte somit zu dunklen, malzaromatischen Bieren

DORTMUNDER

Sulfate bestimmen die Wasserhärte. Das verhältnismäßig harte Wasser hat relativ niedrige Restalkalität und verleiht den lokalen hellen Bieren zusätzliche Bittere



**FAUSTFORMEL
FÜR DEN BRAUER**

Hat das verwendete Wasser eine Gesamthärte von **mehr als 10°dH** oder beträgt die Carbonathärte **mehr als 1/3** der Nichtcarbonathärte, sollte es **enthärtet** werden.

Kochen

- **Unwirtschaftlich**
- Teil der löslichen Hydrogencarbonate zerfällt in unlösliche Carbonate und Kohlendioxid

Kalkenthärtung

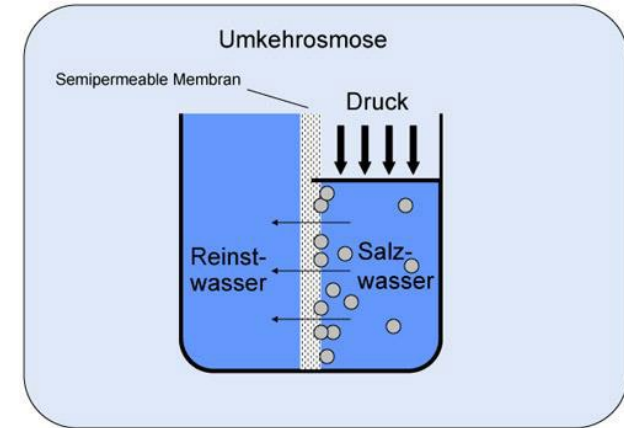
- **< 0,05€/m³** bei Vollautomatisierung
- Durch den Einsatz von Kalkmilch
- Ein- oder Zweistufig

Ionenaustauscher

- **ca 0,2-0,4€/m³** je nach Kombination
- Vollentsalzung ist möglich
- Hoher Salzbedarf für Regeneration belastet das Trinkwasser. (In Bio-Brauerei nicht erlaubt)

Umkehrosmose

- **ca. 0,2€/m³**
- 95-99% Entsalzung
- Zunehmende Bedeutung in Deutschland



Wasseraufhärten

Die hohe Restalkalität lässt sich durch Zusatz von Calciumsalzen korrigieren.

- Braugips: Calciumsulfat (CaSO_4)
- Calciumchlorid: 34%ige Lösung ist üblich (CaCl_2)

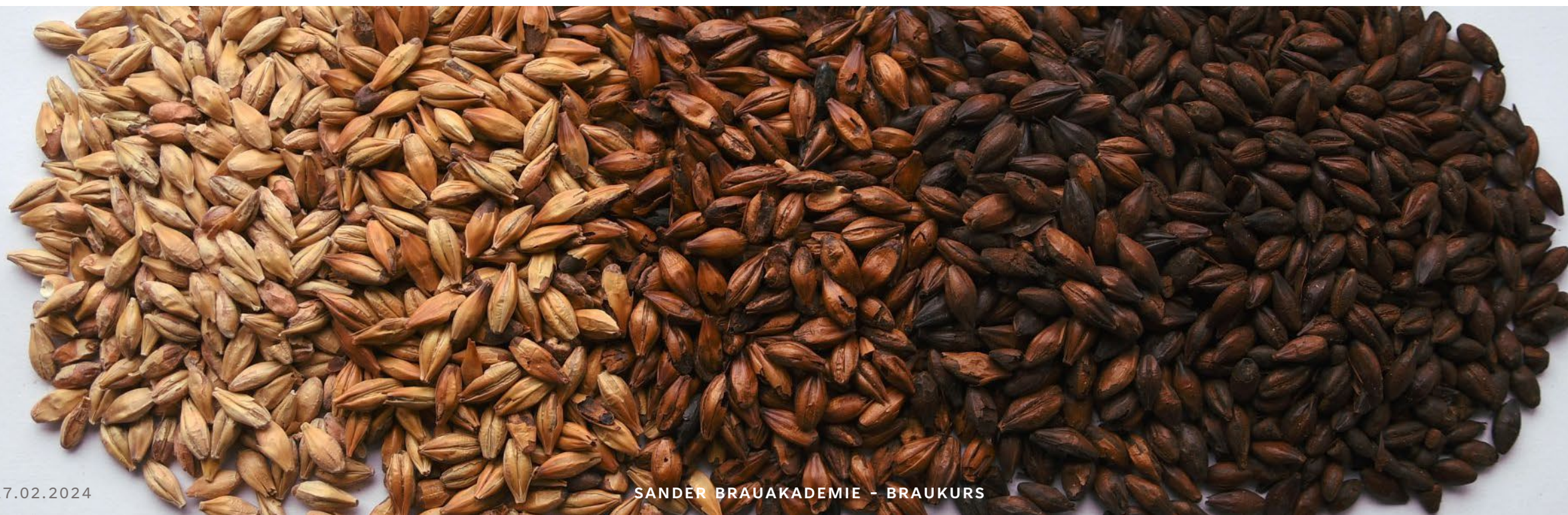
Aber der Gesamtgehalt an Sulfat und Chlorid sollte die empfohlenen Grenzwerte nicht überschreiten.

- Chlorid < 100mg/l
- Sulfat < 180mg/l

MALZ

der „Körper“ des Bieres

Malz ist eine der Hauptzutaten im Bier. Es bestimmt die **Farbe**, den **Körper**, die **Süße** und beeinflusst den **Alkoholgehalt** des Sudes. Der Begriff Malz oder vermälztes Getreide meint zum Keimen gebrachtes Getreide, das zum Bierbrauen verwendet wird. Dabei lässt sich fast jedes Getreide zu Malz verarbeiten. Am bekanntesten ist wohl die Braugerste.

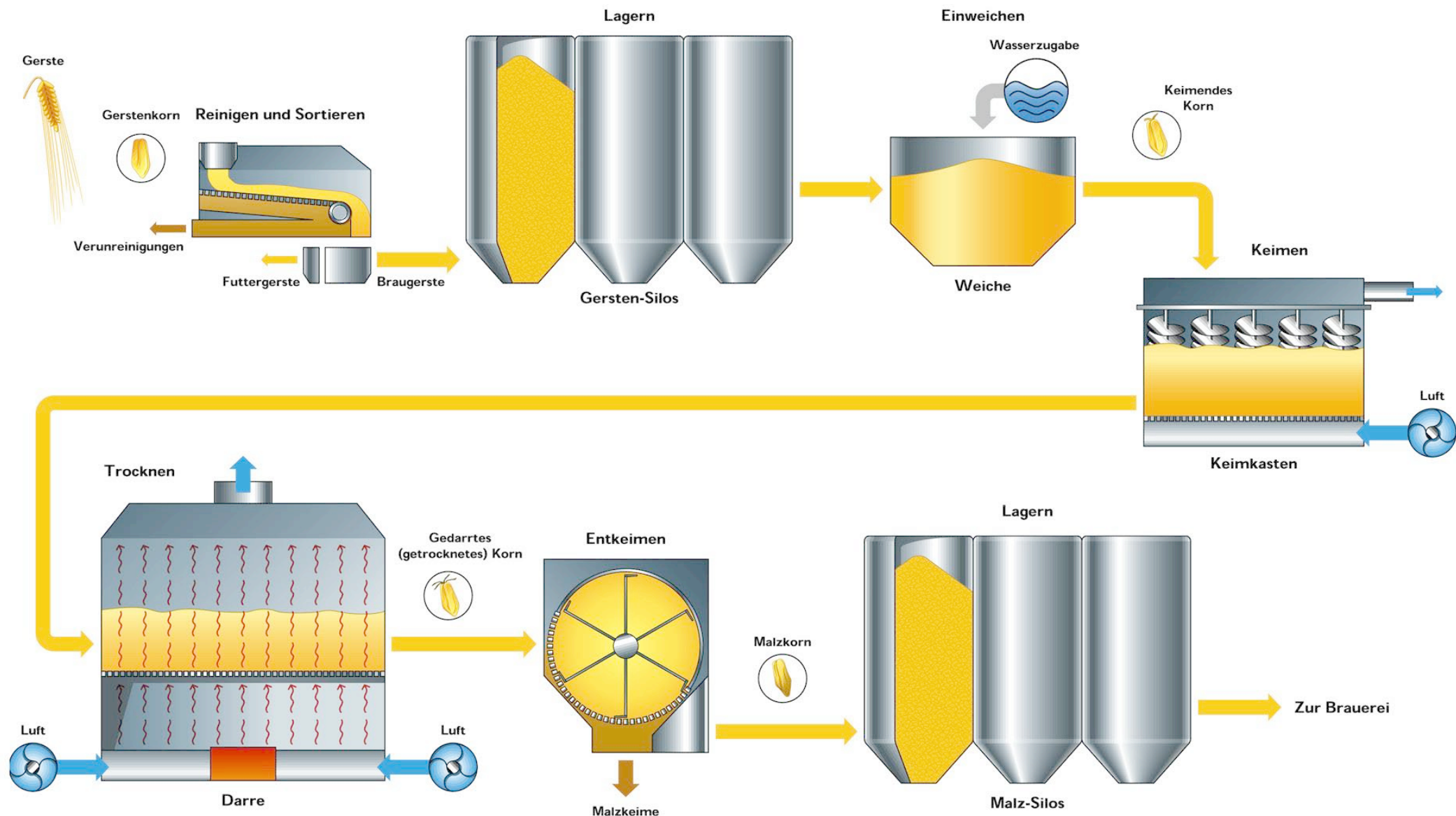




Warum wird die Gerste vornehmlich für den Brauprozess verwendet?

- Die Braugerste zeichnet sich als Ackerfrucht durch hohe **Genügsamkeit** aus und schont zudem den Boden, da der Einsatz von Dünger für einen guten Ertrag und eine gesunde Gerste **kaum notwendig** ist.
- Im Brauprozess werden die **Spelzen** beim Läutern der Maische als **natürliche Filterschicht** benutzt.
- Sie besitzt von allen Getreidearten die höchste Aktivität an stärkeabbauenden Enzymen – ein entscheidender Faktor, da im Brauprozess nicht Stärke, sondern bereits zu Zucker abgebaute Stärke gebraucht wird. Die Enzyme sorgen dafür, dass die Stärke schnell abgebaut wird.

ÜBERBLICK - MÄLZEREI



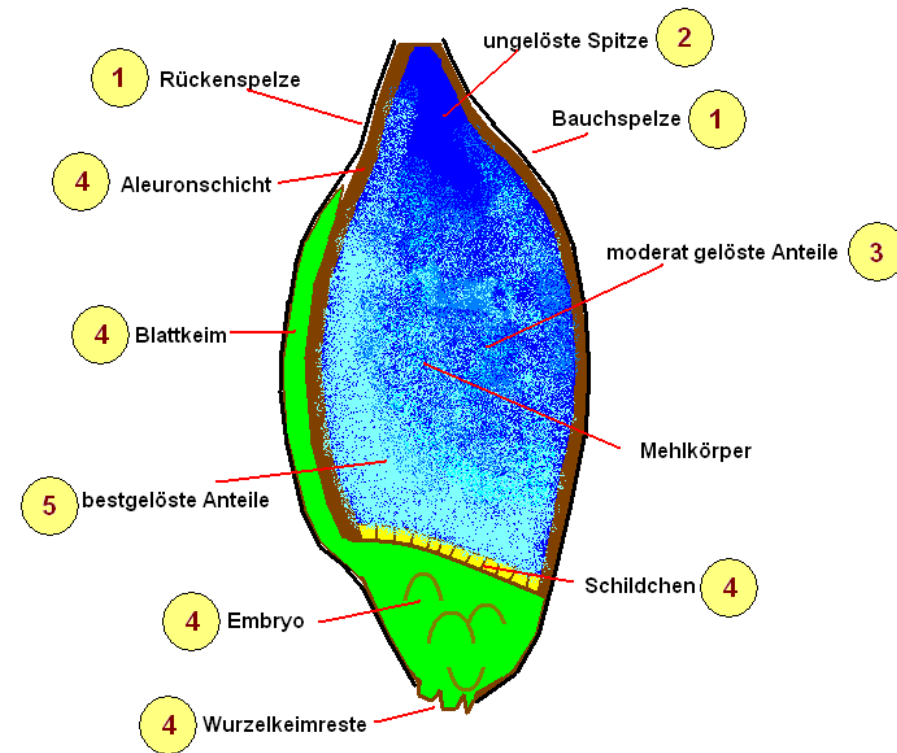
Quelle: Deutscher Brauer Bund e.V.

SCHROTEN

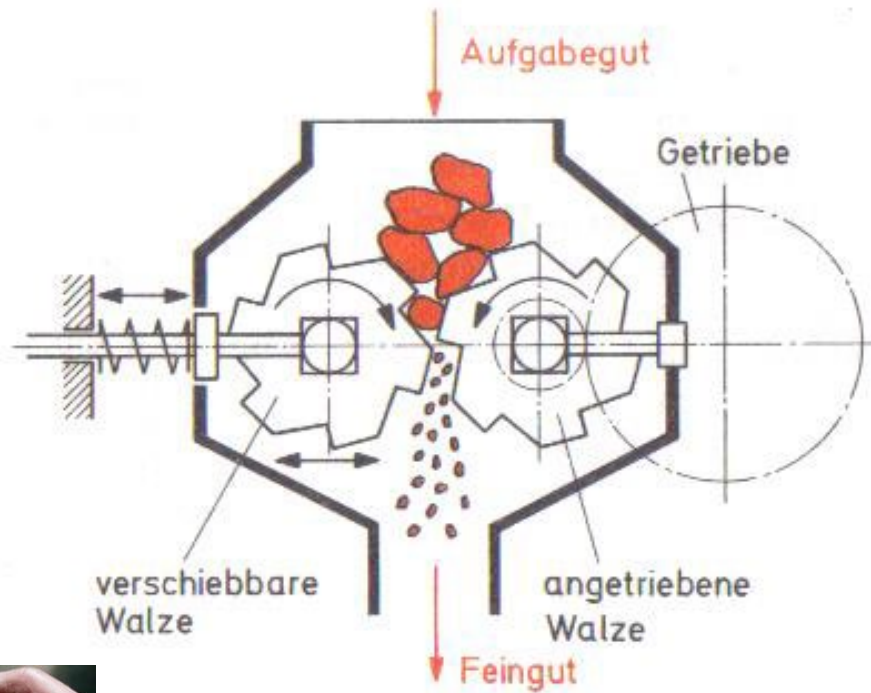
Schroten ist ein eher grobes
Zerkleinern zwischen Brechen
(ganz grob) und Mahlen (fein)

Zweck des Schrotens

- Erhöhung der Oberfläche der Partikel
- Verbesserung der Freisetzung der extraktbildenden Inhaltsstoffe und Enzyme in die Flüssigphase
- Inhaltsstoffe freilegen für Enzyme
- Besserer Stoff- und Wärmeübergang



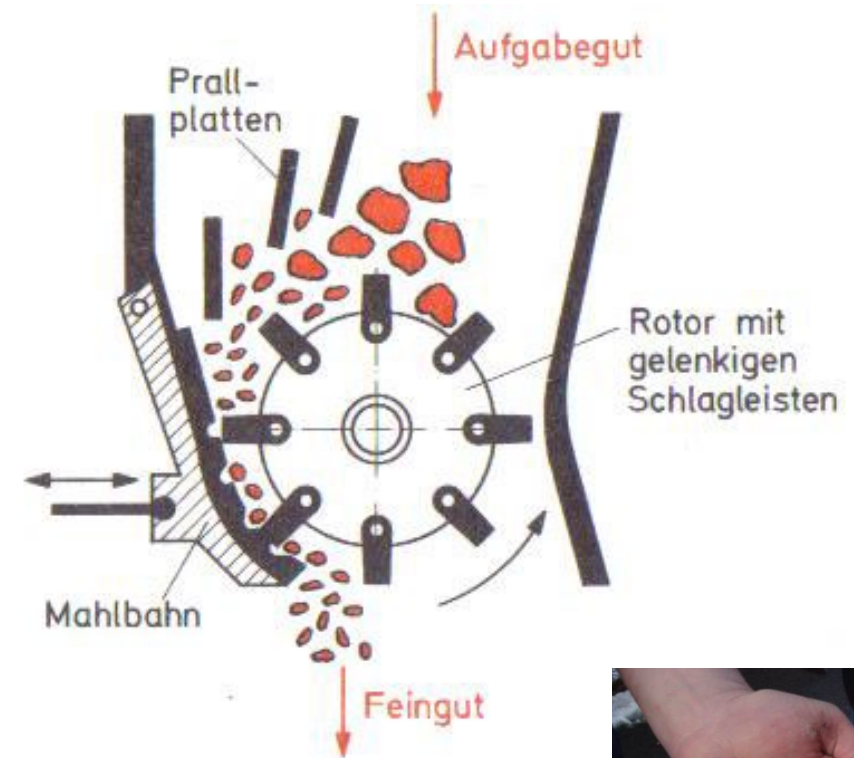
Walzenstuhl für Brechen/Schroten



- Für Läuterbottich
- 2,4,5 und 6-Walzenmühle
- Trocken- oder Nassschrotung



Hammermühle für Schroten/Mahlen



- Für moderne Maischefilter
- Feinstvermahlung





Zielkonflikte beim Schroten

Malzkörner sind strukturell und chemisch nicht homogen.

Mehlkörper

Hohe Ausbeute, rasche Umsetzungen, d.h.:

- Große Oberfläche
- Feines Schrot
- Mehlkörper mechanisch fein aufschließen



Möglichst vollständige Ausmahlung

Spelzen, Keimlinge

Schnelles Läutern, d.h.:

- Filterschicht für Würzeklarheit
- Treberkuchen mit intakter Porenstruktur



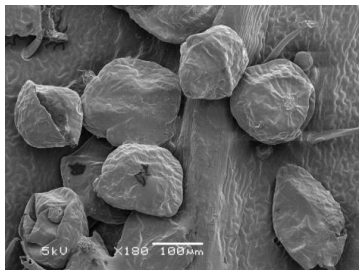
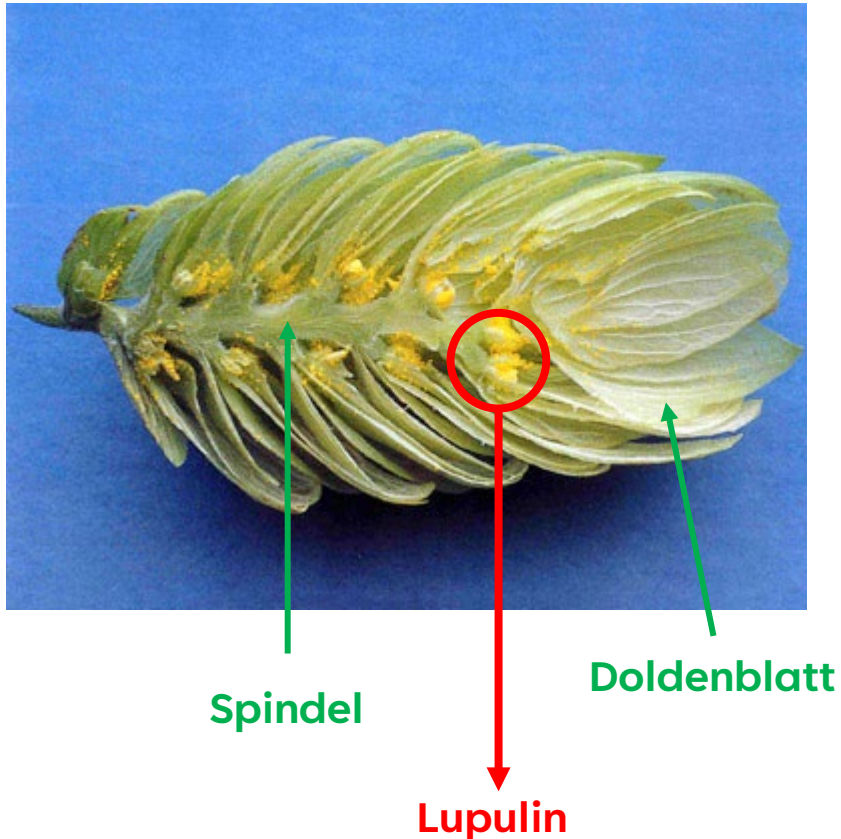
Grobe Vermahlung oder erhalten

Hopfen

die „Seele“ des Bieres



Die wertgebenden Inhaltsstoffe des Hopfens



- **Bitterstoffe** = Hopfenharze
 - Die wichtigsten Bitterstoffe sind α -Säure, die während des Würzekochens in **Iso- α -Säure** umgewandelt (Isomerisierung)
 - Die Bitterstoffe sorgen für die Bittere des Bieres, für einen stabilen Schaum
 - **Konservierende Wirkung**
- **Aromastoffe** = Hopfenöle / Ätherische Öle
 - beeinflussen das Aroma und den Geruch im Bier
- **Gerbstoffe** = Polyphenole
 - Durch ihre eiweißausfällende Wirkung wird das Bier heller und besser lagerfähig
 - Einfluss auf den Geschmack und Vollmundigkeit



Vorteile vom Hopfenpellet

- **Logistik:** Palettentransport, Lagerung, Stapelung
- **Homogenität**
- **Stabilität:** Oxidationsschutz
- **Automatische Dosierung möglich**
- **Höhere Ausbeute**
- **Einfachere Würzeklärung**
- **geringere Würzeverluste**

Maischen

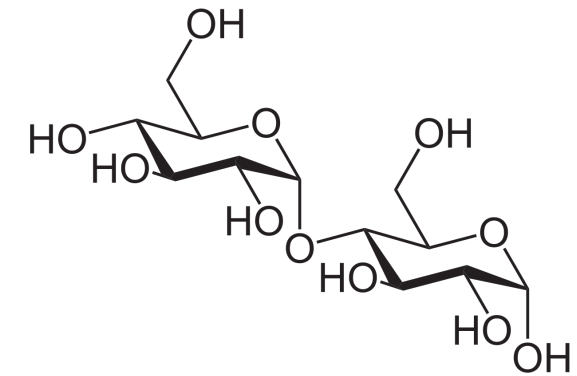


Foto: Roger Putman, Brauwelt

Maischen bezieht sich auf den Prozess des Einweichens von geschrotetem Malz in Wasser, **um Enzyme zu aktivieren, die Stärke in vergärbare Zucker umwandeln.** Dieser Schritt bildet die Grundlage für die spätere Gärung, bei der Hefe die Zucker in Alkohol und Kohlendioxid umwandelt.

ZIEL UND ZWECK DES MAISCHENS

- Umwandlung der Stärke in vergärbare Zucker
- Einstellung der Würzequalität im Hinblick auf den Biertyp
- Sicherstellen der problemlosen Verarbeitung zum fertigen Bier
- Korrektur der Lösungsvorgänge des Mälzens
- Optimale Extraktausbeute



Maltose

Maischparameter

- Temperaturführung (Einmaischtemperatur / Rasttemperatur)
- Rastdauer
- pH der Maische (Säuerung/Brauwasserzusammensetzung)
- Gussführung (Verhältnis Schüttung zu Hauptguss)
- Physikalischer Aufschluss (Dekoktion)
- Technik der Maischgefäße



Rasttemperatur und Rastdauer

Jedes Enzym des Malzes hat eine Optimaltemperatur, bei der die Enzymaktivität maximal ist. z.B.:

- 52 °C („Eiweißrast“): Proteasen, Gummistoff-abbauende Enzyme, Phosphatasen
- **62 °C („Maltoserast“): β -Amylase**, Bildung von **Maltose** und β -Grenzdextrin
- **72 °C („Dextrinrast“): α -Amylase**, Bildung von **Dextrine**, Maltotriose...



Durch die Temperaturführung wird maßgeblich der resultierende Biercharakter beeinflusst!

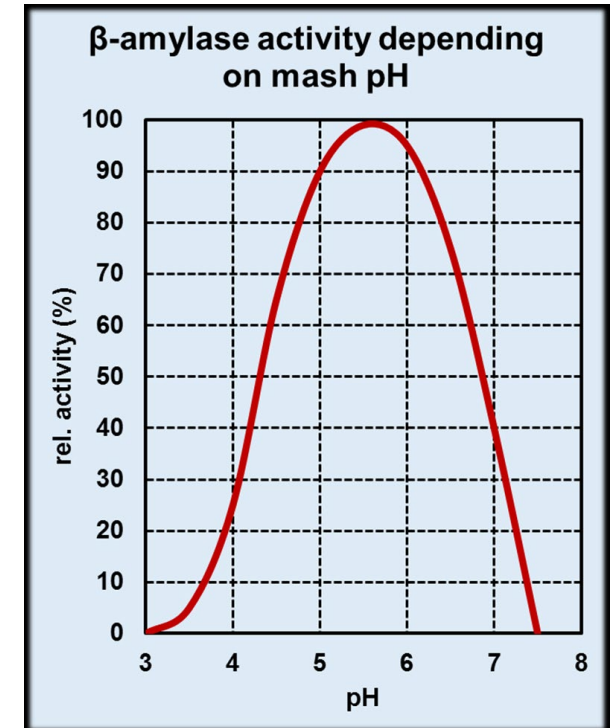
pH-Wert

Bei einem bestimmten pH-Wert ist die Enzymaktivität maximal. Somit wirkt der pH-Wert der Maische in beinahe ebenso starker Weise auf die Abbauvorgänge ein, wie die Maischtemperaturen.

- Proteasen: 4,5 – 5,5
- Phosphatasen: 5,0 – 5,3
- **β -Amylase: 5,4 – 5,6**
- **α -Amylase: 5,6 – 5,8**
- Maltase: 6,0

Einstellung des Maisch-pH durch:

- Einstellung der Wasserhärte (Ent- o. Aufhärtung)
- Säuerung (biologische Milchsäure)
- Zugabe von Sauermalz (enthält 3-4% Milchsäure)





Maischparamter

Gussführung

Der Hauptguss bezieht sich auf den ersten Teil des Brauwassers, in das das geschrotete Malz eingemaischt wird.

Das Gussverhältniss (kg Schrot / l Wasser) wirkt auf den pH-Wert der Maische (je dicker, desto mehr Säure in der Maische, desto niedriger der pH-Wert)

Beispiel – Werte von hellem Malz

Gussverh.	1:2,5	1:3	1:3,5	1:4	1:4,5	1:5	1:5,5
pH (20°C)	5,39	5,48	5,54	5,60	5,65	5,70	5,74

Optimaler pH-Wert für β - und α -Amylasen: 5,55 - 5,6

Physikalischer Aufschluss

Dekoktion

- Ursprüngliches Maischverfahren
- **Maischeanteile werden in der Pfanne physikalisch (durch Kochen) aufgeschlossen, thermische Sprengen der Mehlkörperbestandteile**
- Zubrühen zur Restmaische im Bottich erhöht Temperatur auf nächste Raststufe
- Vorteil: höhere Extraktausbeuten
- Nachteil: Zeitaufwand, thermische Belastung, Energiekosten
- Heute noch bei dunklen Bieren, Starkbieren, Weizenbier

Infusion

- Modernes Maischverfahren
- Nur enzymatische Wirkung
- **Kein physikalischer Aufschluss**
- Erwärmen auf die jeweils nächste Temperaturstufe durch Aufheizen mit Heizflächen
- Sehr gut gelöste, enzymreiche Malze erforderlich

1. Bierverkostung - Dreieckstest





Dreieckstest (Triangel-test)

- Ihr erhaltet 3 Proben. Jeweils 2 Proben sind identisch, **1 Probe weicht ab**.
- Kennzeichnet die abweichende Probe durch Ankreuzen.
- Riecht zuerst an den Proben, dann verkosten.
- Ihr dürft so oft hin und her Verkosten wie Ihr möchtet. Es sollte aber bedacht werden, dass die Genauigkeit des Ergebnisses nicht besser wird durch häufiges Verkosten.
- Ihr müßt auf jeden Fall eine Entscheidung treffen
- Wenn es möglich ist, beschreibt den Unterschied. (nicht Pflicht)

Beispiel

Geschmack	A	B	C	Beschreibung
Abweichend		X		Pappig



Name:

Datum:

Dreiecksprüfung

Ihr erhaltet 3 Proben. Jeweils 2 Proben sind identisch, 1 Probe weicht ab.
Kennzeichnet die abweichende Probe durch Ankreuzen.

Probe 1	A	B	C	Beschreibung
Abweichend				

Probe 2	A	B	C	Beschreibung
Abweichend				

LÄUTERN

Photo: Clément Bucco-Lechat, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brasserie_Ratz_-_20140926_-_Cuve_à_mélanger.jpg





Läutern

- Trennung der Maische in Würze und Treber
- Auswaschen der Treber

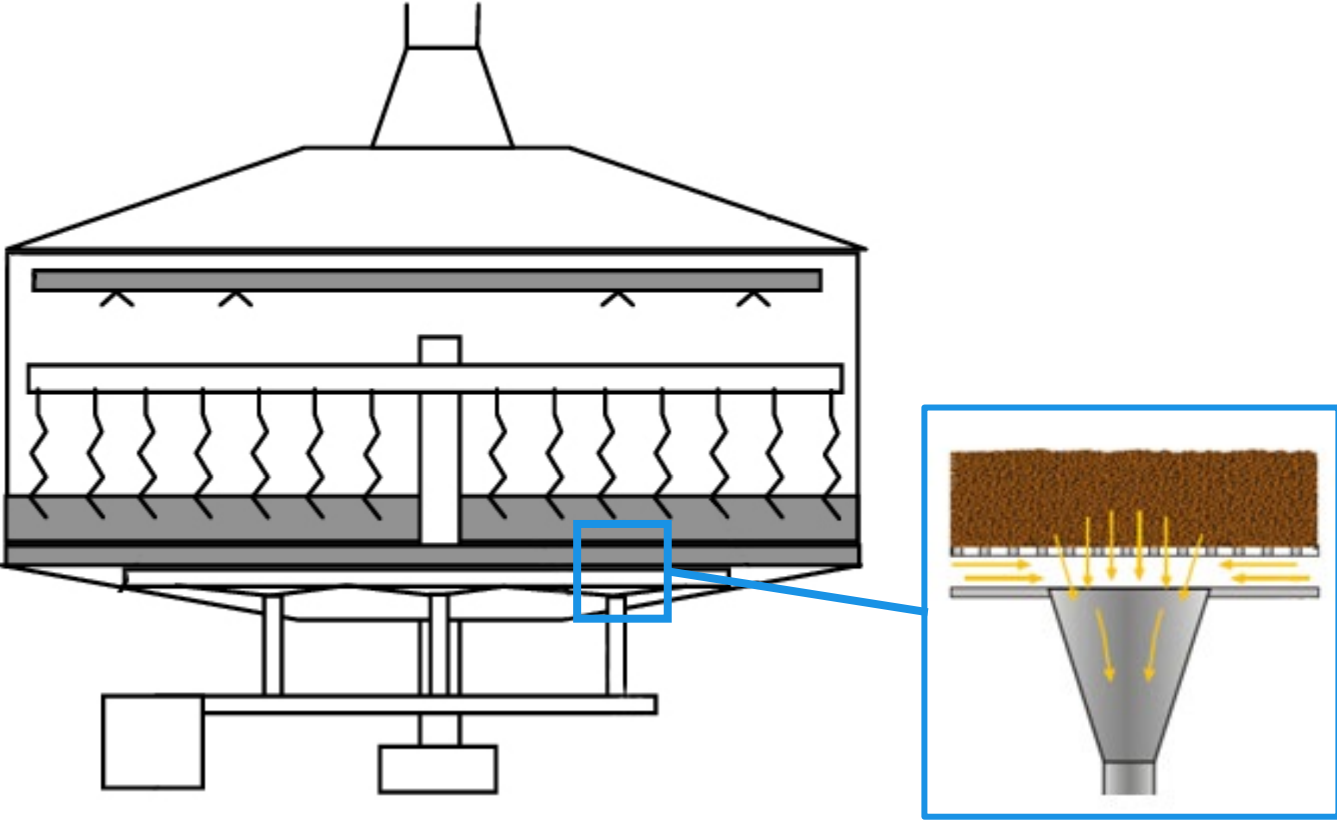
Läutern in Zweischnitt-Prozessen

Eine **Filtration**

- Gewinnung des Hauptgusses
- Abziehen der Würze durch eine Filterschicht
 - Gewinnen einer möglichst klaren Vorderwürze
 - **Rückhalten von Feststoffen**

Eine **Extraktion** mit heißem Wasser

- Gewinnung der Nachgüsse
- **Auswaschen** von noch in den Treber verbliebenen Restextraktmengen
 - Abläutern der Nachgüsse bis Glattwasserkonzentration erreicht
 - Dabei **Verdichten des Treberkuchens** infolge seiner **Kompressibilität**



Filtration im Läuterbottich = geschichteter Filterkuchen, kompressibel

Gewinnung der Pfannevollwürze (Hauptguss + Nachgüsse vor Kochen)

1. in möglichst kurzer Zeit
2. in hoher Extraktausbeute
3. mit möglicher geringer Trübung
4. mit möglichst geringer Auslaugung unedler Maischebestandteile
5. mit möglichst geringer Sauerstoffbelastung





Arbeitsweise mit dem Läuterbottich

1. Vorbereitung des Läuterbottiches

- Vor dem Einpumpen der Maische Verdrängung der Luft zwischen Senk- und Läuterbottichboden mit heißem Wasser (78°C)
- Dadurch wird der Bottich auch vorgewärmt

2. Einlagern der Maische (Abmaischen)

- Homogene Einlagerung bei laufendem Hackwerk

3. Bildung des Filterkuchens (Läuterruhe)

- Die Maische wird ruhen gelassen, damit sich die festen Bestandteile absetzen können

4. Vorscheißen und Trübwürzepumpen

- Die trübe Würze unter dem Senkboden wird mithilfe einer Pumpe schlagartig abgezogen und wieder in den Läuterbottich zurückgepumpt
- Die Trübwürze wird so lange umgepumpt, bis klare Würze abläuft

5. Abläutern der Vorderwürze

- Gewinnung des Hauptgusses

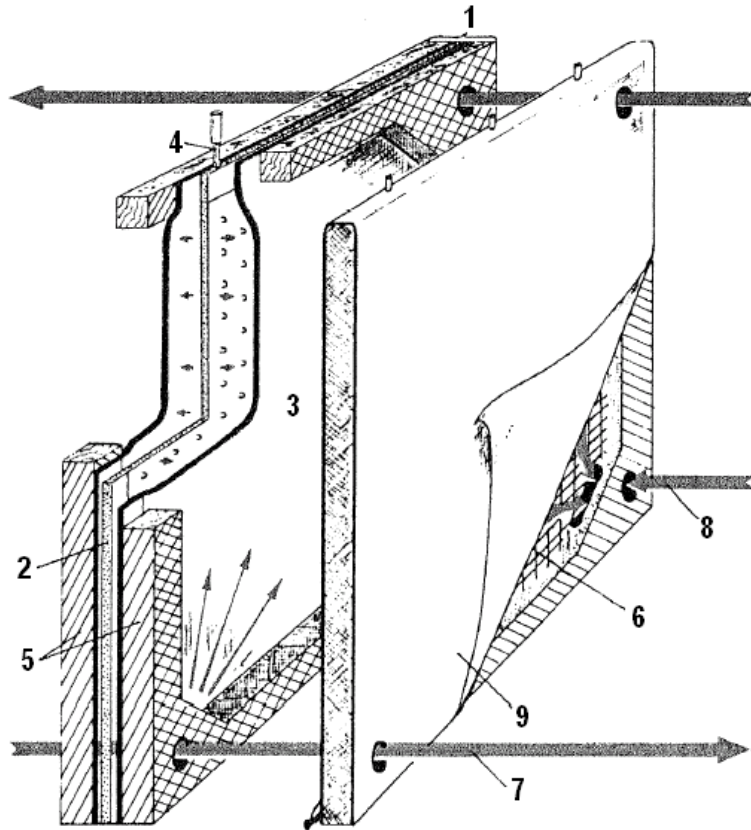


6. Abläutern der Nachgüsse

- Um sicherzustellen, dass so viel wie möglich der in den Trebern verbliebenen Zucker und Aromen extrahiert wird, wird zusätzliches Wasser über die Treber gegossen
- Extraktion durch „**Anschwänzen**“
- Beim laufenden Hackwerk wird heißes Anschwänzwasser (78°C) entweder kontinuierlich oder in Portionen in den Läuterbottich gegossen
- Die Nachgüsse werden weiter abgeläutert, bis die Pfannevollwürze auf die gezielte Menge erreicht

7. Austrebern und Reinigen

- Die festen Rückstände (Treber) werden aus dem Läuterbottich entfernt
- Ausspülen des Läuterbottiches durch die Untersenkbodenausspritzung und CIP-Sprühkugel



- 1: Filtermodul
- 2: Platte mit Bohrung
- 3: elastische Membran
- 4: Pressluftanschluss
- 5: Rahmen
- 6: Gitterplatte
- 7: Maischekanal
- 8: Würzekanal
- 9: Filtertuch aus Polypropylen



Bilder: MEURA

Würzekochen





Was ist die Stammwürze?

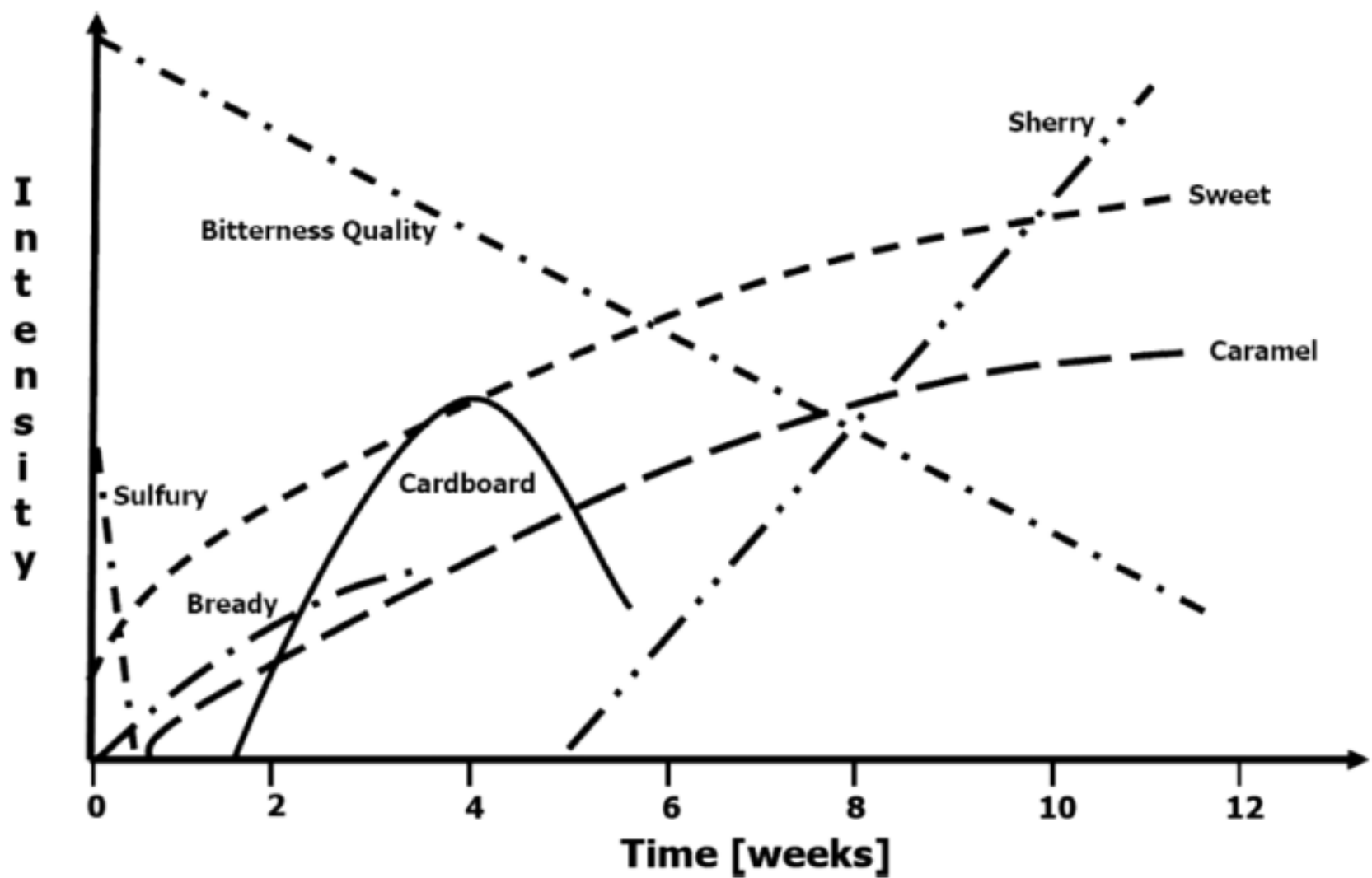
- Stammwürze oder auch Stammwürzegehalt ist eine Messgröße, die den Anteil der Stoffe bezeichnet, die sich vor der Gärung aus dem Malz und Hopfen im Wasser gelöst haben.
- Stammwürze besteht hauptsächlich aus Malzzucker, Vitaminen, Eiweiß, Aminosäuren, Mineralien, Hopfenanteilen und Aromastoffen.
- Der Gehalt der Stammwürze wird als „Grad Plato (°P)“ bezeichnet. Ein Gramm Saccharose ist ein Grad Plato. Grad Plato gibt in Masseprozent den Gehalt der Stammwürze an. Wichtig ist dieses Maß vor allem für die Biersteuer in Deutschland



Zweck der Würzekochung

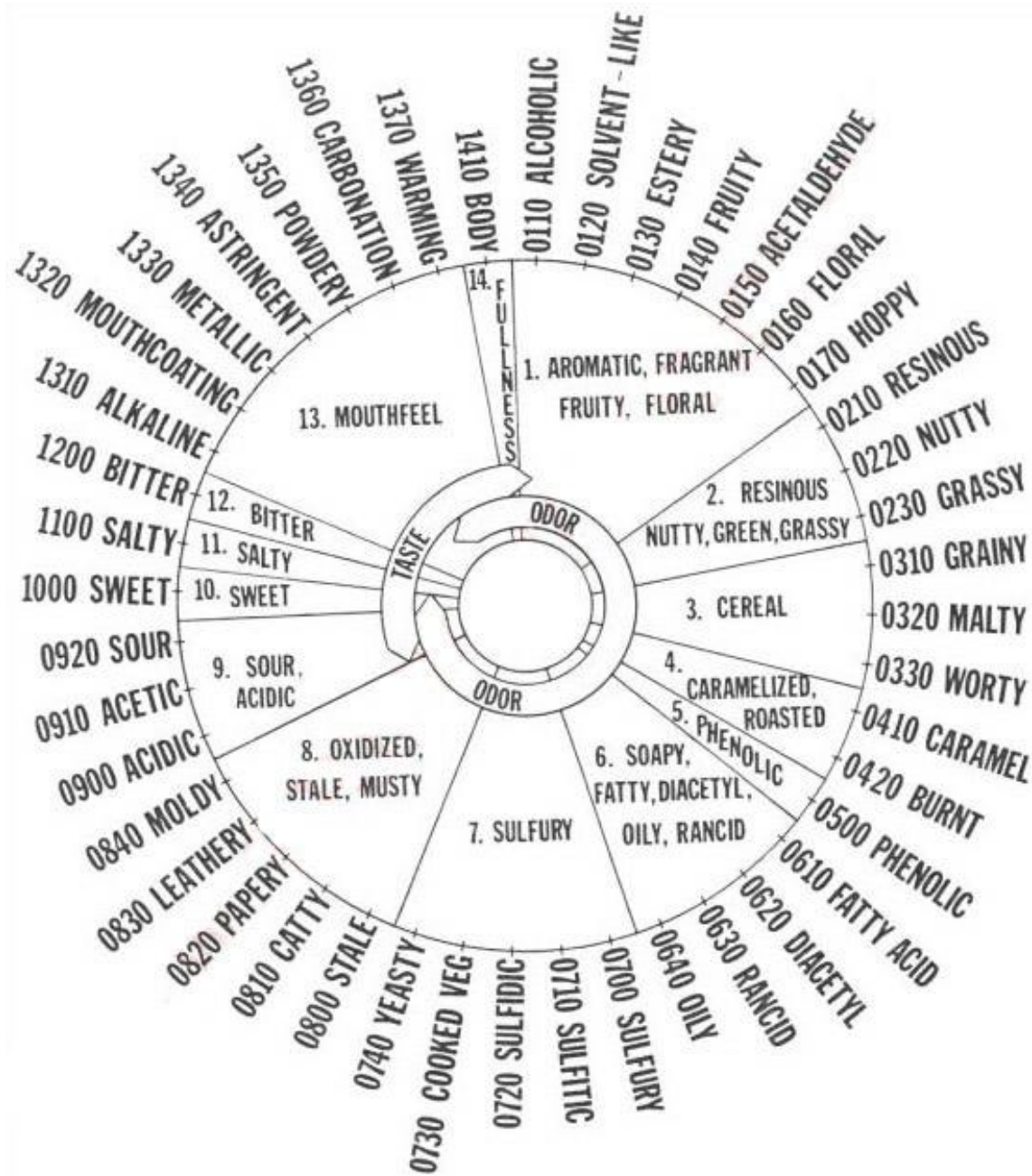
Würzezusammensetzung <u>einstellen</u>	Stammwürze anzielen (durch reine Wasserverdampfung)
	Eiweißkoagulation (wichtig für Geschmack, Vollmundigkeit, Stabilität)
	Farbebildung (Maillard-Reaktion)
	pH-Absenkung (5,2 – 5,4)
Würzezusammensetzung <u>arretieren</u>	Enzyminaktivierung
	Sterilisation
Sensorik festlegen	Isomerisierung der Hopfenbitterstoffe
	thermische Spaltung unerwünschter Aromavorläufer (DMS-P → DMS)
	Austreiben unerwünschter Aromen (DMS)
	Bildung erwünschter Aromen

2. Bierverkostung - Bierfehlaromen

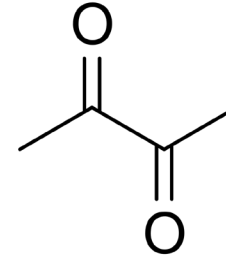


Bierfehlaromen

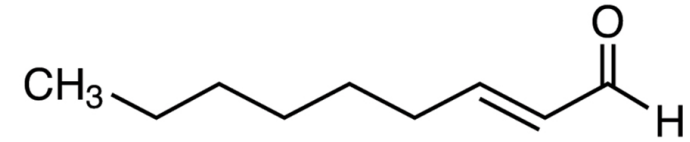
- Butteraroma (Diacetyl)
- Gekochtes Gemüse (DMS)
- Metallgeschmack
- Medizingeschmack
- Lichtgeschmack
- Ranzig
- Sulfid
- Katzenartig
- Karton („Cardboard“)
- Acetaldehyd
- Kork, muffig, Keller



Butteraroma (diacetyl)



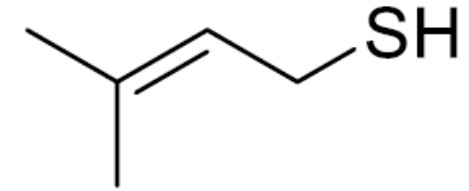
- **Aromaeindruck:** Butterartig, Buttermilch, süße Backwaren
- **Substanz:** Diacetyl (2,3-Butandion)
- **Typische Konzentration im Bier:** 0,01 – 1 mg/l
- **Bedeutung:** typisches Fehleraroma (Jungbierbukettstoff),
aber positiver Aromabeitrag in manchen Ländern (z.B. tschechisches Pils, Stout)
- **Problemfelder**
 - Mangel an niedermolekularen Stickstoffverbindungen in der Würze
 - Falsche Gärführung
 - Ungenügende Aktivität der Hefe
 - Kontamination (Lactobacillus sp., Pediococcus sp.)



- **Aromaeindruck:** papier-, pappdeckelartig, feuchter Pappdeckel (**Cardboard**), mandelartig, evtl. fettig, talgig, leicht gurkig (konzentrationsabhängig)
- **Substanz:** E-2-Nonenal
- **Typische Konzentration im Bier:** 0,01 – 2 µg/l
- **Bedeutung:** typisches Bieralterungsaroma, oxidiert

- **Problemfelder**
 - Oxidation von ungesättigten Fettsäuren
 - Sauerstoffabhängig

- **Aromaeindruck:** „Lichtgeschmack“, nach Stinktief
verrotteter Kompost, stechend, unangenehm
- **Substanz:** 3-Methyl-2-buten-1thiol (MBT)
- **Typische Konzentration im Bier:** 1 – 5 ng/l (dunkel gelagertes Bier)
10 – 1500 ng/l (bei Lichtlagerung)
- **Bedeutung:** mehrfach in der Natur anzutreffen (z.B. Abwehrsekret des Stinktieres)
Typisches Fehl aroma in Getränken (Milch, Wein, Champagner, Bier)
- **Problemfelder**
 - Licht im Wellenlängenbereich von 350 – 500 nm transmittiert farblose und grüne Flaschen zu 90 bzw. 50 %
 - Braunglas schützt zu 95%
 - thermische Bildung beim Pasteurisieren möglich



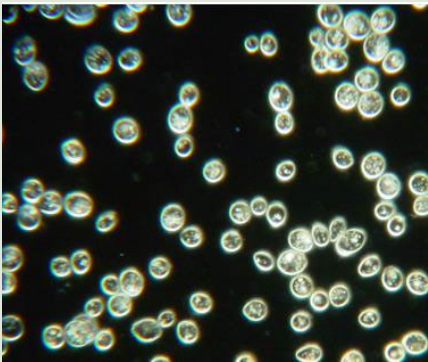
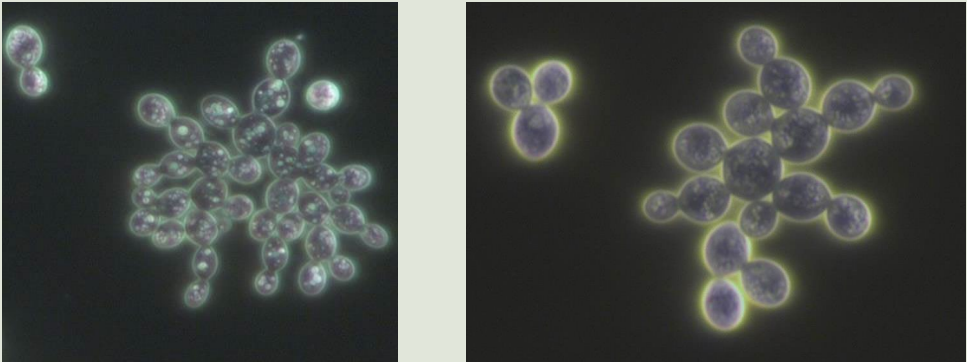
Hefe

der „Geist“ des Bieres

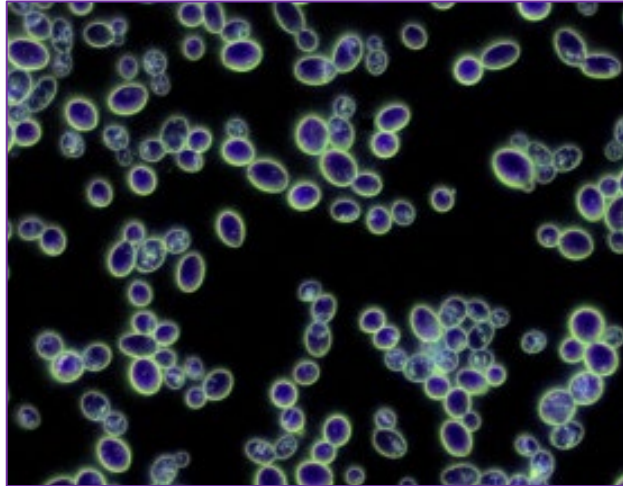


Was ist die Bierhefe?

- Ein lebender Organismus, eine spezielle Pilzart
- Der wissenschaftliche Name ist **Saccharomyces cerevisiae**
- Sie vermehrt sich vegetativ (asexuell) durch Sprossung
- Die Hefe wandelt während der Gärung Zucker in Alkohol und Kohlendioxid.

Man unterscheidet		
Kriterium	untergärige Hefe	obergärige Hefe
Name	Saccharomyces pastorianus (var. calrsbergensis)	Saccharomyces cerevisiae (var. cerevisiae)
Zellmorphologie	Nur Einzelzellen, sprossende Zellen, Zellhaufen 	Sprossverbände 
Verhalten bei Gärung	Setzt sich ab und agglomeriert (Bruchhefe), bleibt z.T. in Schwebe (Staubhefe)	In Sprossverbänden fangen sich CO ₂ -Bläschen, Hefe steigt bei Gärung auf
Temperatur sensitivität	Wachstum und Gärung bei tiefen Temperaturen (optimale Gärtemperatur 7-12 °C)	Empfindlich, optimale Gärtemperatur 20-28 °C < 10 °C sedimentiert

HEFEMIKROSKOPIEREN

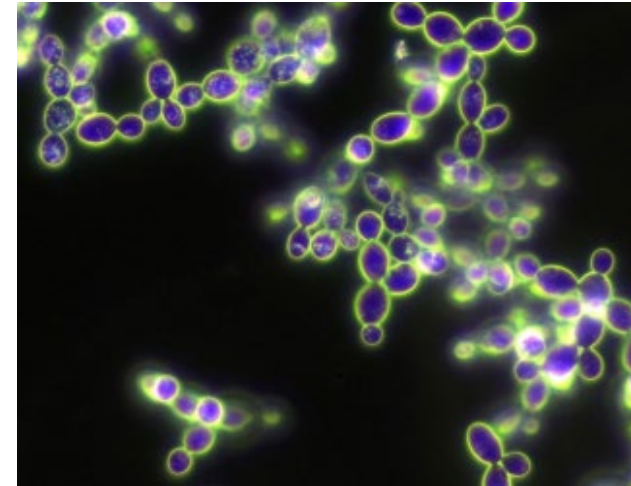


W34/70

Saccharomyces pastorianus
ssp. *carlsbergensis*

untergärige Hefe

T_{opt}: 10 – 14 °C

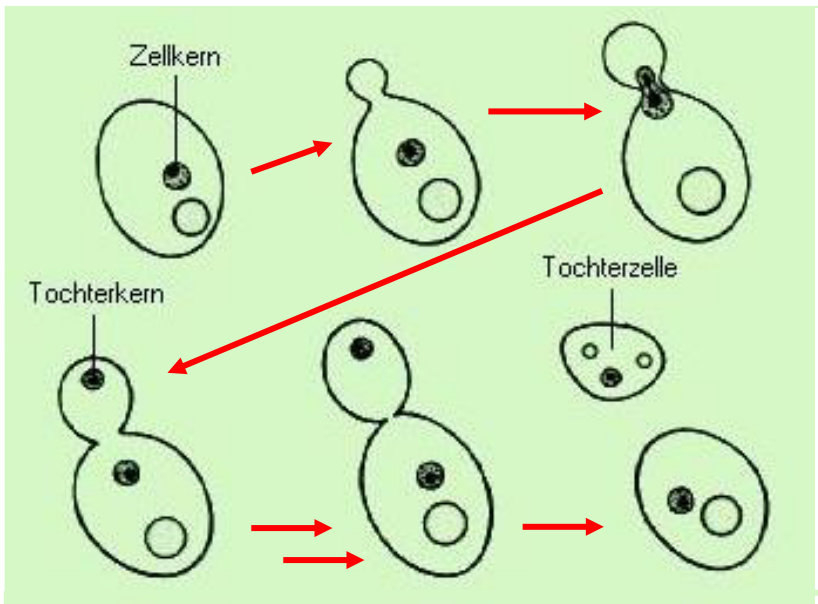


W68

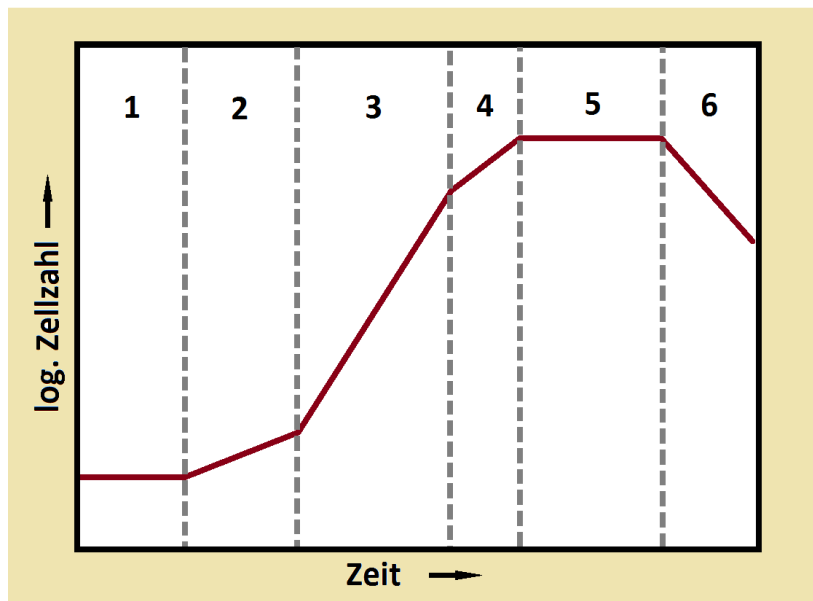
Saccharomyces cerevisiae

obergärige Hefe

T_{opt}: 16 – 23 °C

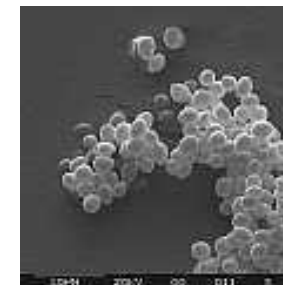


Bei der Vermehrung durchläuft jede Zelle einen Zellzyklus, der bei Hefezellen wie oben aussieht



Wachstumsphasen

1. Lag-Phase (Adaption/Induktion)
2. beschleunigtes Wachstum
3. exponentielle Wachstumsphase
4. Wachstumsverlangsamung
5. stationäre Phase
6. Absterbephase



junge Zellkultur in der Lag-Phase (1)



sprossende Hefe in der exp. Phase (3)



alte Zelle nach vielen Generationen (Sprossnarben)



inaktive Zellen am Ende der Gärung

Gärung





Ablauf des Gärprozesses

1. Anstellen

- Die gekochte sterile Würze wird auf die optimale Gärtemperatur der Hefe abgekühlt
- Parallel wird **die Hefe mit O₂-Zugabe** in die Würze hinzugefügt
- Innerhalb 12-18 beendet die Hefevermehrung und beginnt zu gären

2. Hauptgärung

- Die Hefe baut den Extrakt durch den Prozess der Gärung ab
- Hierbei entstehen **Alkohol** und **Kohlendioxid** und dies trägt zur alkoholischen Natur des Biers bei
- verschiedene **Gärungsnebenprodukte** und **Aromen** werden produziert
- Die Hauptgärung dauert normalerweise 5-8 Tage, abhängig von der Art des Biers und den Gärungsbedingungen
- pH-Abfall (bis 4,2 – 4,6)

Ablauf des Gärprozesses

3. Reifung

- Geschmackliche Ausreifung
- Extraktabbau geht noch weiter
- CO₂-Anreicherung
- Aromareifung: Austreiben unerwünschter Aromen, **Diacetylabbau**

4. Lagerung

- Klärung des Bieres
- Absetzen der Hefe, Eiweiß-Gerbstoffverbindungen und Oxalatkristallen
- Entstehung weiterer Aromakomponenten (z.B. Ester)
- Stabile CO₂-Bindung

Wie viel CO₂ bildet sich?

Balling-Formel: 2,0665g Extrakt → 1g Alkohol + 0,9565g CO₂ + 0,11g Hefe

3. Bierverkostung – Duo-Trio-Test





DUO-TRIO-TEST

- Ihr erhaltet eine Kontrollprobe (K)
- Vergleicht die Kontrollprobe (K) mit mehreren Probenpaaren
- Eine Probe jedes Paares ist immer identisch mit der Kontrollprobe (K) und soll erkannt werden
- Kennzeichnet die identische Probe durch Ankreuzen

Beispiel

Probe 131	<input checked="" type="checkbox"/>	Probe 076	<input type="checkbox"/>
Probe 253	<input type="checkbox"/>	Probe 313	<input checked="" type="checkbox"/>
Probe 198	<input checked="" type="checkbox"/>	Probe 012	<input type="checkbox"/>
Probe 303	<input checked="" type="checkbox"/>	Probe 149	<input type="checkbox"/>



Name:

Datum:

Duo-Trio-Test

Ihr erhaltet nun die Kontrollprobe K. Testet zuerst die Kontrollprobe K und vergleicht sie mit den beiden unbekanntem Proben. Kreuzt die Probe an, die Eurer Meinung nach mit der Kontrollprobe übereinstimmt. Falls Ihr keinen Unterschied feststellt, ratet und notiert das bitte. Rückverkosten ist erlaubt.

Kommentar

Probe A

Probe B

Probe A

Probe B



vielen Dank für Eure
Aufmerksamkeit

Brauerei Sander