

Bierherstellung

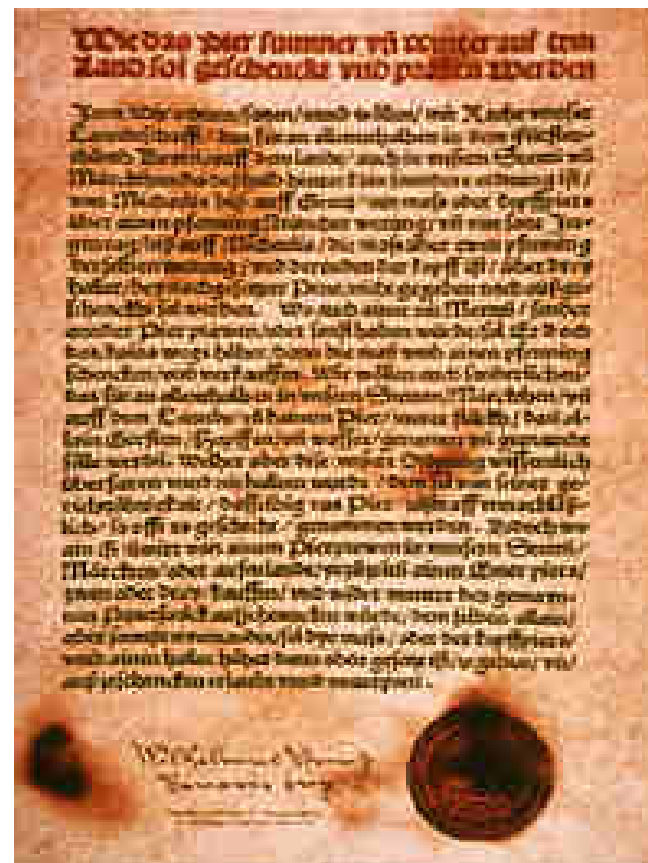
- Rohstoffe
- Technologie

Autor: Christian Pichler
Brau- und Malzmeister
und Dipl. Biersommelier



Rohstoffe

- Nach dem Deutschen Reinheitsgebot von 1516
- Wasser
- Gerstenmalz
- Hopfen
- Hefe



Rohstoffe

- Bei obergäurigem Bier
- Verwendung von anderen Malz (Weizen)
- Von technischen reinen Rohr-, Rüben- oder Invertzucker
- Sowie Stärkezucker und Zuckercouleur



Rohstoffe

- Nicht nach dem RHG
- Rohfrucht z.B.: Mais, Reis, Dinkel, Roggen (vermälzt oder unvermälzt) usw.
- Zur Info: Mais gibt dem Bier einen schlankeren Körper und ein neutrales Flavour
- Adjuncts z.B.: Orangenschalen, Koriander, Salz, Pfeffer, Wachholder, Holunderblüten usw.
- Zucker
- Und vieles mehr
- Es gibt keine Grenzen. Das Bier sollte halt schmecken...

Wasser

- 92 % des Bieres besteht aus Wasser
- Brauwasser soll der Trinkwasserverordnung entsprechen
- Frei von Keimen und Mikroorganismen sein, kein Chlor- oder Eisengeschmack usw. aufweisen
- Wasser wird für die Produktion und auch für die Reinigung gebraucht
- Durchschnittlicher Wasserverbrauch:

6 l Wasser pro l Verkaufsbier

Wasser

- Wasser enthält unterschiedliche Härtebildner, die Einfluss auf die Bierqualität haben können
- Ionen des Wasser reagieren mit Inhaltsstoffen des Malzes und beeinflussen dadurch den pH Wert der Würze und Maische
- Wenn der pH Wert zu hoch oder zu niedrig ist, wird die Enzymaktivität sehr stark verringert. Dadurch sinkt auch die Extraktausbeute beim Maischen
- Optimaler Würze pH 5,4 - 5,8
- Durch Wasseraufbereitung ist es möglich die Wasserhärte zu regulieren z.B. Aufhärten oder Ionentauscher
- Zum Entkeimen eignen sich Ozon, UV Behandlung oder eine Sterilfiltration

0-4°dH	sehr weich
4-8°dH	weich
8-12°dH	mittelhart
12-30°dH	hart
>30°dH	sehr hart

Wasser

- **Bier**

	Wasserqualität	Biermerkmale
• Pilsner Typ	weich, salzarm	hell, angenehm bitter
• Münchner Typ	hart, hohe Carbonathärte	dunkel, wenig bitter
• Dortmunder Typ	hart, hohe Nicht- Carbonathärte	dunkel, angenehm bitter
- Wenn die Carbonathärte zu hoch ist, steigt der Maische pH sehr stark an, da sich die Ionen der Carbonathärte negativ auf das Wasser auswirken
- **Bozner Wasser**
- Grad deutsche Härte 9°
- Restalkalität 5
- Carbonathärte (CAH)+Nichtcarbonathärte(NCH)=Gesamthärte(GH)
- **$RE=GA-(CAH+0,5*MAH)/3,5$**

Wasser



Hopfen

- Hopfen ist das Gewürz des Bieres
 - Er gibt dem Bier die Bittere und das Aroma
 - Erhöhung der biologischen Stabilität und des Schaumes
- Die Hopfenpflanze gehört zur Familie der Hanfgewächse und wächst zwischen dem 35. und 55. Breitengrad Nord und Süd
- Die Hopfenpflanze braucht mildes Klima und genug Regen
- Sie ist eine mehrjährige Pflanze (ca. 20 Jahre; wenn die Sorte immer Nachfrage hat)
- Die Pflanze wird bis zu 7 Meter hoch und wird Ende August geerntet und anschließend gleich weiterverarbeitet

Hopfen

- Nur die weibliche Pflanze bildet die Hopfendolden die zum Brauen verwendet werden können
- Man unterscheidet zwischen Bitterhopfen und Aromahopfen
- Das Lupulin, das den Bitterstoff abgibt und die Hopfenöle sind für den Brauer interessant
- Hopfen kann man während dem Kochprozess, im Whirlpool und Gär – und Lagerkeller dazugeben

Hopfen

- Durch die ätherischen Öle im Hopfen bekommt das Bier ein grasiges oder fruchtiges Aroma (je nach Eigenschaft des Hopfens)
- Hopfenstopfen bezeichnet man die Gabe des Hopfens zum fertigen Bier oder während der Gärung. Man erhält dadurch ein sehr fruchtiges oder grasiges Aroma im Bier, da nur die Öle ins Bier übergehen und nicht die Bittere (auch hier je nach Eigenschaft des Hopfens)

Hopfen

Hopfen setzt sich wie folgt zusammen:

- Wasser ca. 10%
 - Gesamtsäuren ca. 23%
 - Hopfenöle ca. 1%
 - Polyphenole ca. 12%
 - Protein ca. 20%
 - Andere Substanzen ca. 34%
-
- Jeder Brauer gibt den Hopfen individuell zur Würze und zum Bier
 - Während des Brauprozesses gehen ca. 70% der eingesetzten Alpha-Säuren verloren

Hopfen

- ***Deutsche Hopfen***

- Bitterhopfen:**

- Hallertauer Magnum
 - Hallertauer Taurus
 - Hallertauer Merkur
 - Hallertauer Herkules



- Aromahopfen**

- Hallertauer Mittelfrüh
 - Hallertauer Saphir
 - Spalter Select
 - Hallertauer Tradition



Hopfen

- **Amerikanische Hopfen**
- Amarillo
- Cascade
- Centennial
- Chinook
- Citra
- Azacca
- Und und und.....



Hopfen

Hopfenprodukte:

- Naturhopfen
- Hopfenpellets
- Hopfenextrakt
- Isomerisierter Hopfen (nicht RHG)
- Hopfenöle (nicht RHG)
- Downstreamprodukte (nicht RHG)



Hopfen

- **Vorteile von Hopfenprodukten sind:**
- Standardisierung wird ermöglicht
- Lagerung wird erleichtert
- Kostengünstiger
- Qualität bleibt erhalten

Gerste

- Die Braugerste ist eine 2- zeilige Sommergerste oder Wintergerste
- Gerstenqualität ist sehr wichtig und abhängig von Sorte Anbaugebiet und Jahrgang
- Gerste eignet sich wegen den Spelzen am Besten zum Bierbrauen, da sie sich auf den Läuterprozess positiv auswirkt
- Gerste wird in der Mälzerei durch Weichen, Keimen, Darren zu Gerstenmalz
- Abbau von hochmolekularen Stoffen durch Enzyme zu verwertbaren, niedermolekularen Stoffen
- Blatt und Wurzelkeim wachsen während dem Vorgang

Was passiert beim Mälzen

- Enzyymbildung für Stoffauf bzw. -abbau
- Ziel ist es einen kontrollierten Abbau durch Temperature, Wasser und Zeit zu gewährleisten
- Stärke soll freigelegt werden
- Nach 5 – 6 Tagen Keimung wird das Korn mit Heißluft getrocknet bzw. abgedarrt um die Enzyme zu inaktivieren, das Malz wird haltbar.
- Je höher die Abdarrtemperatur und je länger die Abdarrzeit, desto dunkler wird das Malz

Was passiert beim Mälzen

- Cytolyse Zellwandabbau
- Proteolyse Eiweißabbau
- Amylolyse Stärkeabbau
- Alphamylase 60-65°C
- Betaamylase 68-73°C (Verzuckerung)

Malz

- Gerste am Halm



- Keimende Gerste



Malz

Zusammensetzung des Malzes:

- Wasser ca. 4,5%
- Stärke ca. 78%
- Eiweiß ca. 11%
- Andere Substanzen ca. 6.5%
- Die Malzstärke besteht zu 25% aus Amylose und 75% aus Amylopektin

Malz

Malzsorten:

- Helles Pilsner Malz
- Wiener Malz
- Münchner Malz
- Melanoidinmalz
- Caramalz
- Röstmalz
- Rauchmalz
- Sauermalz
- Weizenmalz
- Carawheat
- Und und und.....



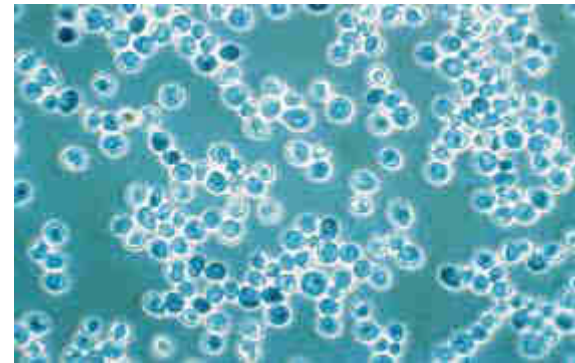
Hefe

- Damit die Würze zum Gären kommt wird spezielle Bierhefe zugesetzt (Reinzuchthefen)
- Hat wesentlichen Anteil am Biergeschmack
- Sind mikroskopisch kleine Pilze
- Man unterscheidet zwischen untergärig und obergärig

Hefe

Untergärig:

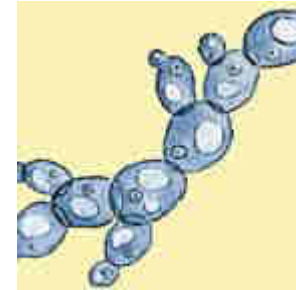
- Vergärungstemperatur: 5-15 °C
- Einzelzelle
- Schlankes Aromaprofil
- Typisch für Lagerbier
- Sie setzt sich am Ende der Gärung am Boden des Gärtanks ab



Hefe

Obergärig:

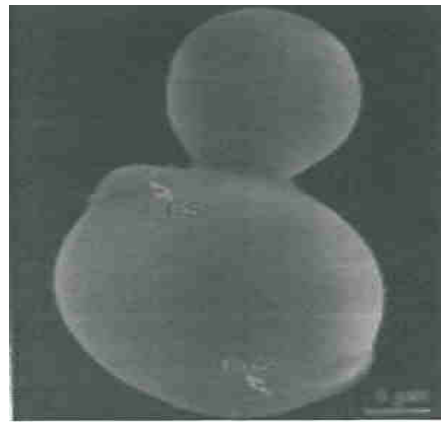
- Vergärungstemperatur: 15-25°C
- Sprossverbände
- Fruchtigere, gewürzartige Aromen
- Typisch für Weiß- und Altbier
- Sie wird durch die aufsteigende Kohlensäure nach oben getragen



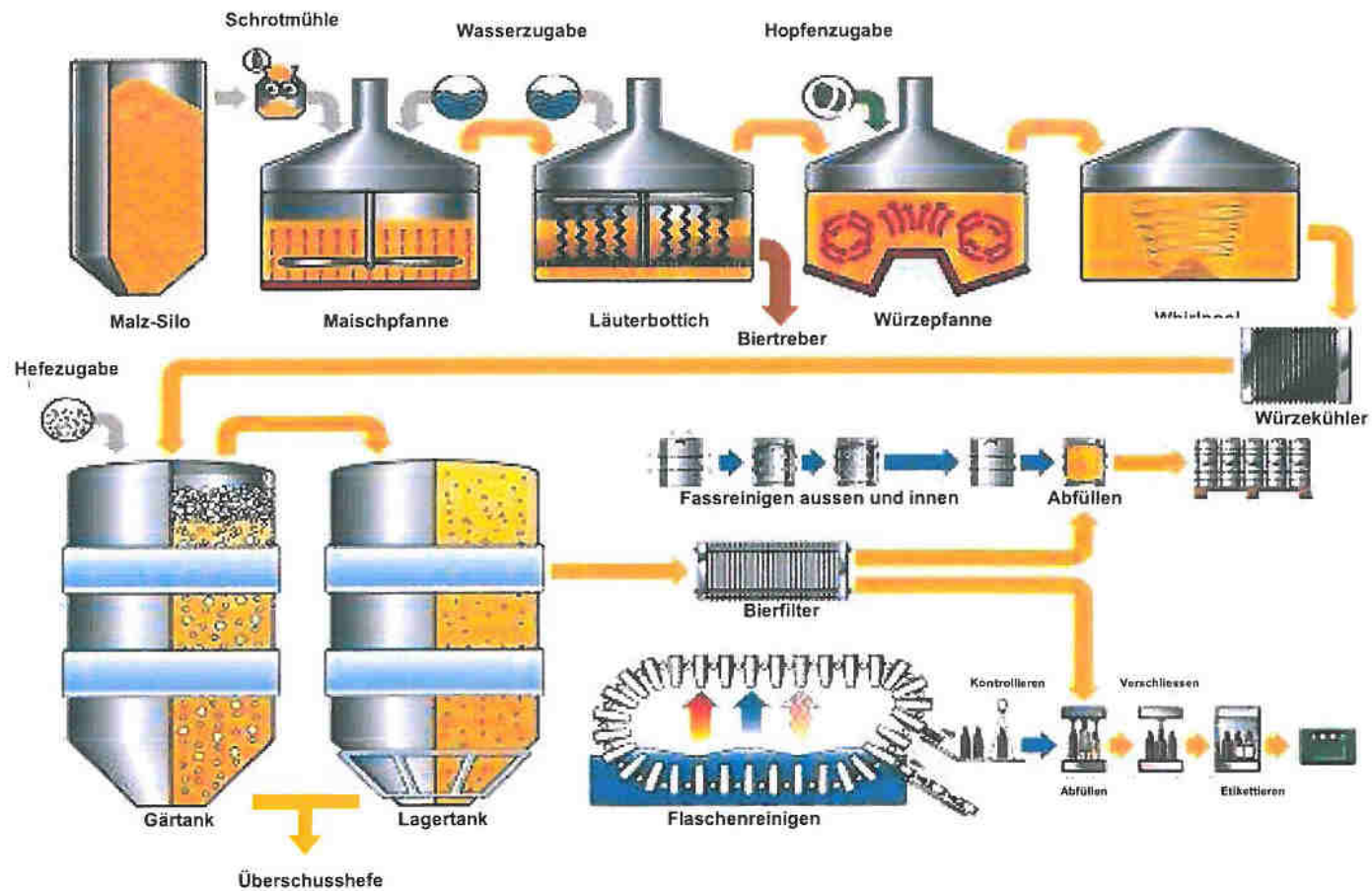
Hefe

Emil Christian Hansen ist es im Jahre 1883 gelungen eine Hefezelle zu isolieren und eine Reinzucht zu gewinnen

Damit konnten die Brauer das Bier ohne Wild- und Fremdhefen zur Gärung bringen



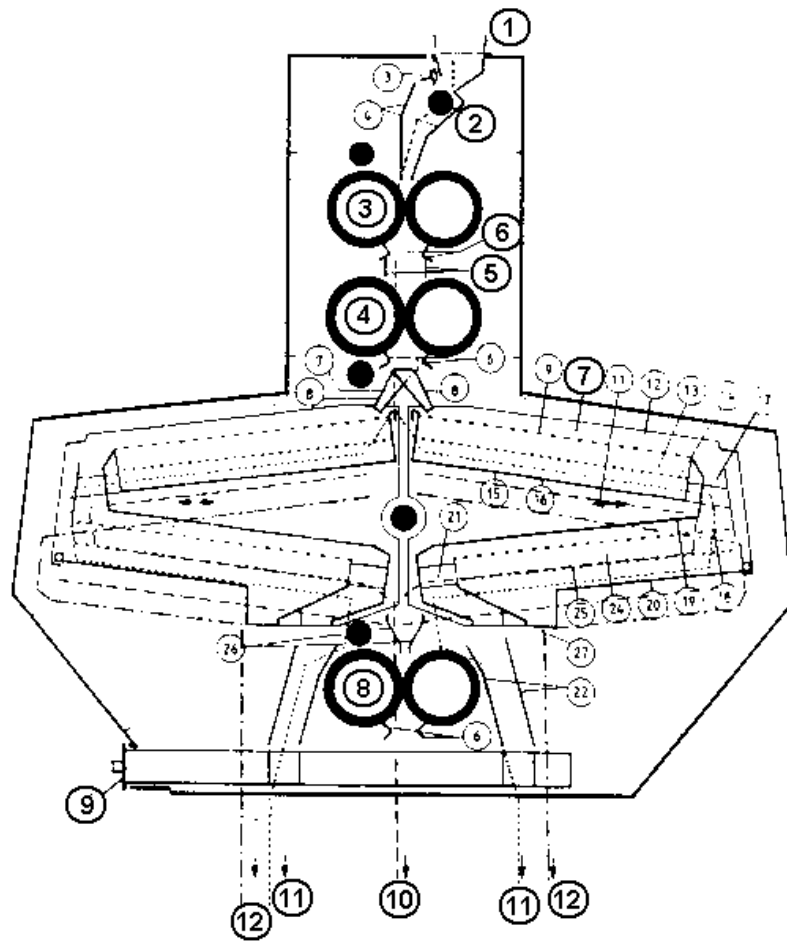
Bierherstellung



Schroten

- Malz wird durch die Schrotmühle mechanisch zerkleinert
- Die Spelze werden dabei geschont (sie dienen als Filter während dem Läuterprozess) und das Innere (die Stärke und Eiweiß) wird freigelegt
- Durch das Freilegen können die Enzyme den Abbauvorgang leichter und schneller bewältigen

Schroten



- | | |
|----|------------------|
| 1 | Malzeinlauf |
| 2 | Verteilerwalze |
| 3 | Vorbruchwalzen |
| 4 | Spelzenwalzen |
| 5 | Führung |
| 6 | Abstreifer |
| 7 | Siebkasten |
| 8 | Grießwalzen |
| 9 | Probenahmestelle |
| 10 | Feingrieß |
| 11 | Spelzen |
| 12 | Mehle |

Maischen

- Beim Maischen führt der Brauer die enzymatischen Abbauvorgänge weiter
- Malzschrot wird mit Wasser vermischt
- Unter Einhaltung verschiedener Temperaturreihen werden durch Enzyme hochmolekulare Stoffe zu niedermolekularen Stoffen abgebaut z.B. Stärke zu Maltose
- Durch das Maischen wird der spätere Biertyp beeinflusst

Maischen

- Man unterscheidet zwischen Infusion und Dekoktion

Infusion: Aufheizen der Maische in fortlaufender Temperatur

52°C → 62°C → 72°C → 78°C

Dekoktion: ziehen einer oder mehrerer Teilmaischen bei einer bestimmten Temperatur, die dann gekocht wird und wieder zurück zur restlichen Maische gepumpt wird. Durch das Zuführen der heißen Maische erreicht man gleichzeitig die nächste Temperaturstufe

Die wichtigsten Enzyme sind:

- | | | |
|-----------------|-------------|---------|
| • Peptidasen | Eiweißabbau | 40-60°C |
| • Beta-Amylase | Stärkeabbau | 60-65°C |
| • Alpha-Amylase | Stärkeabbau | 70-75°C |

Maischen

	Enzym	ph-Optima	Temperatur-Optima °C	Inaktivierungs-Temperatur °C	Bindung	Produkt
Amylyse	β -Amylase	5,4 – 5,6	60 – 65	70	α -1,4 (Exo)	Maltose
	α -Amylase	5,6 – 5,8	70 – 75	80	α -1,4 (Endo)	Dextrine
	Grenzdextrinase	5,1	55 – 60	65	α -1,6 (Verzw.)	Dextrine
	Maltase	6,0	35 – 40	40	Maltose	Glucose
	Saccharase	5,5	50	55 (60)	Saccharose	Glucose/Fructose
Proteolyse	Endopeptidase	3,9 – 5,5	45 – 50	60	Endo	Kurze Peptide
	Carboxypeptidase	4,8 – 5,6	50	70	Carboxyl	FAN
Cytolyse	Endo- β -1,4-Glucanase	4,5 – 4,8	40 – 45	55	β -1,4	lösliches niedermolekulares β -Glucan
	Endo- β -1,3-Glucanase	4,6 – 5,5	60	70	β -1,3	
	β -Glucan-Solubiase	6,6 – 7,0	62	73		lösl. hochmolekulares β -Glucan (viskos!)
	Xylanase	5,0	45	?	β -1,4 (Endo/Exo)	
	Phosphatase	5,0	50 – 53	60		Phosphorsäure aus Phytin

Läutern

- Beim Läutern werden feste Bestandteile von den Flüssigen getrennt
- Die Spelze übernehmen dabei die Funktion einer natürlichen Filterschicht
- Zuerst wird die Vorderwürze abgezogen
- Dann wird durch die Nachgüsse der Treber ausgewaschen
- Treber wird als Viehfutter gebraucht

Würzekochen

- Die gewonnene Würze wird in der Würzpfanne zum Kochen gebracht, mit Hopfen versetzt und ca. 1h lang gekocht
- Je nach Zeitpunkt und Menge und Hopfensorte kann der Brauer die Bittere hervorheben oder das Aroma betonen
- Durch Eindampfen wird der gewünschte Stammwürzegehalt eingestellt

Würzekochen

- Lösung und Umwandlung der Hopfenbestandteile (Isomerisieren)
- Verdampfung von Wasser (Stammwürzeregulierung)
- Bildung und Ausscheidung von Eiweiß-Gerbstoffverbindungen (Bruchbildung)
- Sterilisation der Würze
- Inaktivierung der Enzyme
- Ausdampfen von unedlen Geschmacksstoffen

Whirlpool

- Würze wird tangential mit einer Geschwindigkeit von 3.5 m/s eingeleitet
- Es entsteht eine Strömung (Teetassen-Effekt) und es bildet sich in der Mitte der sogenannte Heißtrub
- Hopfenreste, Eiweiß und Malzreste setzen sich in der Mitte zu einem Kegel ab

Würze Kühlung

- Würze wird von ca. 98°C mit einem Wärmetauscher auf 8-13°C abgekühlt und dabei mit steriler Luft belüftet
- Das gewonnene Heisswasser wird gespeichert und für den nächsten Sud wiederverwendet
Kalte Würze wird in den Gärtank geleitet, wo die Hefe dann dazu dosiert wird

Gärung

- Aerobe Phase: Hefe nimmt Sauerstoff auf und vermehrt sich  Zellteilung
- Anaerobe Phase: Hefe verwertet Zucker zu Alkohol und CO_2



- Aus 2g Zucker entstehen ca. 1g Alkohol und 1g CO_2

Gärung

- Die Haupt- und Nachgärung dauert 6-10 Tage je nach Gärführung
- Danach folgt die Reifung des Jungbieres



Gärungsnebenprodukte werden abgebaut

- Bier wird dann noch kalt gelagert, so dass sich die Hefe und höhermolekulare Trubstoffe absetzen können
- Die natürliche Kohlensäure wird im Bier gebunden. Je höher der Druck und je kälter die Temperatur desto mehr CO₂ wird im Bier gebunden
- Hat große Bedeutung für Schaumbildung, Geschmack und Bekömmlichkeit

Gärung

- **Veränderung während der Gärung von Würze zum Bier:**
- Alkoholgehalt steigt
- Farbe nimmt ab
- pH Wert sinkt
- Kohlensäure entsteht

Filtration

- Bier kann naturtrüb oder filtriert sein
- Bei der Filtration werden Hefereste, Eiweiß und Gerbstoffe vom Bier entfernt
- Die Kolloidale Stabilität wird erhöht
- Das Bier wird Glanzfein
- Die Geschmacksintensität nimmt ab
- Um ein höheres MHD zu gewährleisten, muss filtriert oder sogar pasteurisiert oder kurzzeiterhitzt werden
- Naturbelassene Biere schmecken besser

Abfüllen des Bieres

- Bier wird in Mehrweg- oder Einwegflaschen, Dosen, Petflaschen, Keg, Polykeg, Holzfässer gefüllt
- Abfüllung soll möglichst sauerstofffrei und ohne CO₂ Verlust ablaufen
- Gebinde muss gemäß den gesetzlichen Vorschriften etikettiert werden