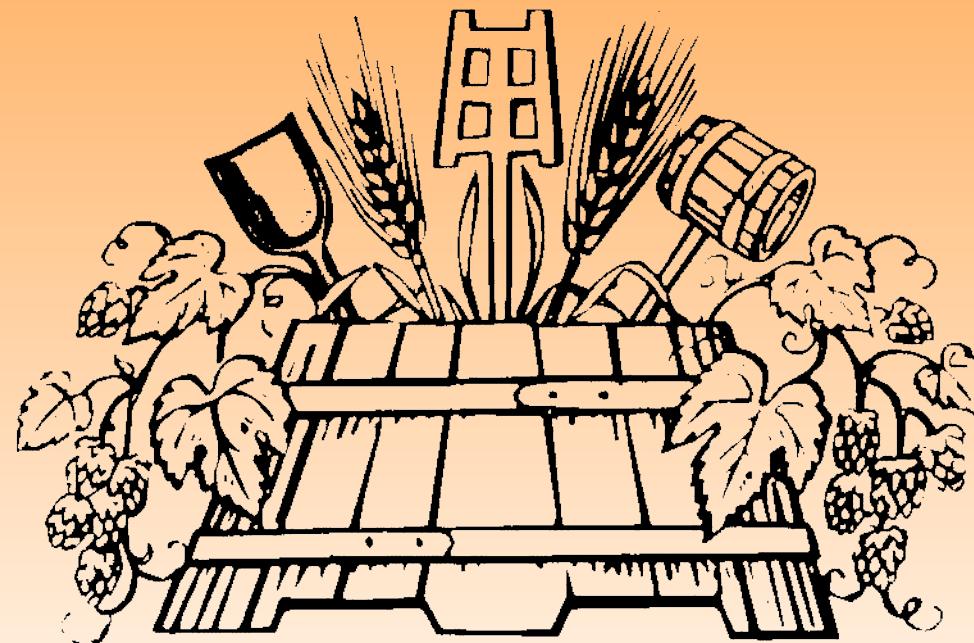


# Brauseminar

Zwieselbrau.de



# Tagesverlauf

- Vorstellungsrunde ( ~ 15 min )
- Erklärung Braugeräte ( ~ 15 min )
- Maischen ( ~ 150 min )
- Erklärung Rohstoffe und Rasten
- Läutern ( ~ 30 min )
- Beginn Kochen ( ~ 30 min )
- Mittagessen, Bierproben
- Kochen, Hopfengaben ( ~ 100 min )
- Erklärung Hopfen
- Filtern ( ~ 20 min )
- Kühlen und Hefe ansetzen ( ~ 20 min )
- Erklärung Hefe
- Abfüllen ( ~ 10 min)

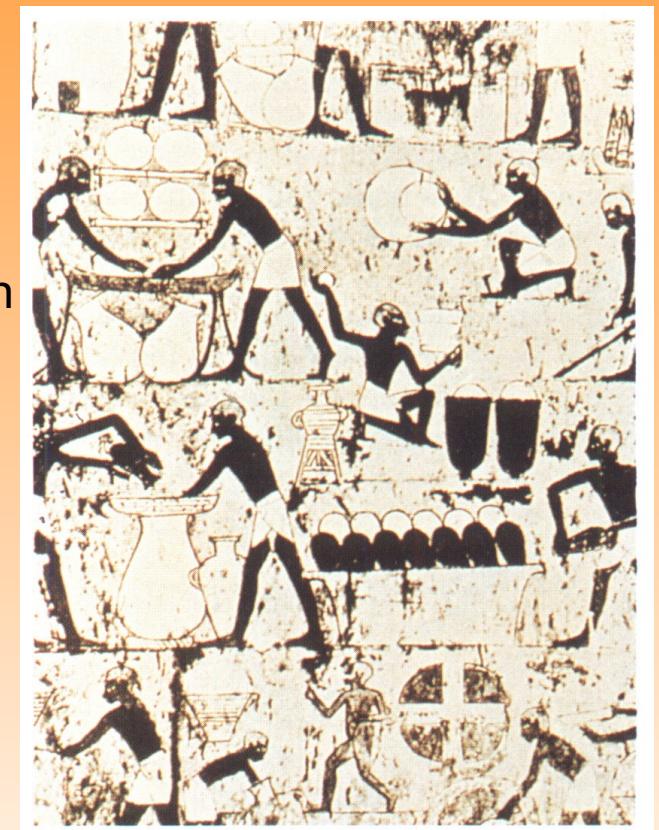
# Geschichte Bierbrauen

- gesicherte Funde des ersten Brauens 5000 v.Chr.
- Sumerer zwischen Tigres und Euphrat in Keilschrift überliefert
- womöglich schon 10.000 v.Chr. Seitdem der Mensch Getreide isst
- stehengelassener Brotteig oder Gerstensuppe
- Babylonier kannten 20 Biersorten
- in Ägypten Grundnahrungsmittel und Zahlungsmittel
- Europa ca 3000 v.Chr.
- Gerste einfacher zu beschaffen als Honig für Met
- im Mittelalter in Klöster gebraut: Flüssiges bricht kein Fasten
- erste überlieferte in St.Gallen (820 n.Chr.)
- ursprünglich wurde Emmer als Getreide genommen
- Hopfen ca 600 n.Chr. erstmals eingesetzt
- bayerisches Reinheitsgebot 1516

Quelle:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte\\_des\\_Bieres](https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_des_Bieres)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Reinheitsgebot>



# Entstehung von Bier

Über die Entstehung des Bieres ist wenig bekannt und kann nur vermutet werden

Vermutlich wurde kranken Menschen früher in Wasser aufgelöstes Brot gegeben. Dies hat man stehen lassen und es hat angefangen zu gären.

Oder man hat wildes Getreide in Tonkrügen gesammelt und stehen lassen. Es hat dort hineingeregnet und dann ist das Wasser wieder verdunstet und dann hat es nochmal geregnet und das Wasser blieb in den Tonkrügen mit dem gekeimten Getreide stehen.

Überlieferungen zu Bier gibt es in den ersten Schriften der Menschheit zB Gilgamesch-Epos oder finnischen Edda

Hippokrates fand Bier als heilenden Gerstensud

Bier war ägyptischen Grabbeigaben und bei den Kelten und Germanen

Quelle: Der kleine Bierführer 978-3-7359-0147-7

# Wörterbuch

Sud:	ist die Würze bei einem Brauvorgang
Maische:	Malz mit Wasser gemischt
Würze:	Lösung von Malz mit Wasser
Stammwürze:	wird in °Plato gemessen, bestimmt gelösten Anteil in der Würze. 1°P ~ 1g Zucker. Ist der Extrakt vor der Vergärung
Malz:	gekeimtes und getrocknetes Getreide (Gerste, Weizen, Roggen)
Sudpfanne:	beheizbarer Bottich
Bierspindel:	bestimmt den Extraktgehalt der Würze im Bier. Einheit in °Plato
Gerste:	Getreideart, meist Sommergerste wird zur Bierherstellung verwendet
Hauptguss:	Wassermenge zum Einmaischen 4L/kg helles, 3L/kg dunkles Malz
Nachguss:	Wassermenge zum Auswaschen, Aussüßen des Trebers
Hefe:	Pilz, der Zucker in Alkohol, CO <sub>2</sub> und Wärme umwandelt
Vorderwürze:	Würze zu Beginn des Läuterns ohne Nachguss
Ausschlagwürze:	Würze am Ende des Kochvorgangs
Läutern/Abläutern:	Auswaschen, Trennung Würze und Feststoffen (Aussüßen des Treber)
Whirlpool:	Trennt gelöste Hopfenbestandteile und Eiweiß von der Würze durch Rotation
Schüttung:	Malzmenge die im Sud gelöst wird
Treber:	Rückstände des Malzes nach Läutern
Anstellen:	Zugabe von Hefe zur Würze
Gärung:	Hefe verarbeitet Zucker zu Alkohol, CO <sub>2</sub> und Wärme

# Mälzen

Ausgangsprodukt: Gerste

Bildung von Enzymen für Stärke und Eiweißabbau

- Reinigen
- Trocknen unter 15% Wassergehalt zur Lagerung
- Weichen: Befeuchten der Gerste auf 35-40% Wassergehalt
- Keimen für 4-7 Tage, immer wieder wenden. Die Enzyme bilden sich, das Korn wird mürbe
- Darren: getrocknet auf 4-5% Wassergehalt.
- Abdarren: höhere Temperatur im Keimgut. Bestimmt Farbe des Malzes und Bieres. Anstatt Darre kann auch Röster verwendet werden

<https://de.wikipedia.org/wiki/M%C3%A4lzen>



# Brauprozess

- Malzsilo
- Schrot
- Maischpfanne
- Läuterbottich
- Sudpfanne
- Whirlpool
- Gärkessel
- Lagertank
- Flaschen/Fässer



# Maischeverfahren

## Infusionsverfahren

---

Erhitzen des gesamten Inhaltes des Sudkessels. Die gesamte Maische wird in Temperaturstufen (Rasten) bis ca. 78°C durchgefahren.

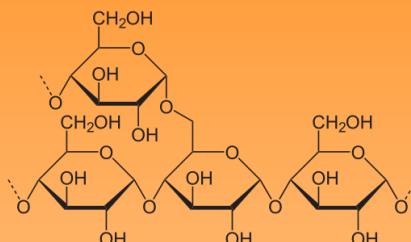
## Dekoktionsverfahren

---

Entnahme von Teilmaischen aus Maischebottich und in Sudpfannen gekocht. Anschließend zurückgeben der Teilmaische und erhöht die Temperatur für die entsprechende Rast. (Vermutlich ursprüngliches Verfahren als es noch keine Thermometer und Temperaturregler gab, ergibt dunkle Biere und etwas höhere Ausbeute)

# Biochemische Vorgänge beim Maischen

Prinzip: Umwandlung von Stärke in Zucker (Maltose)

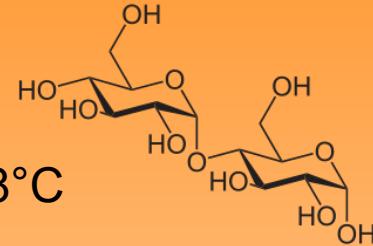


Stärke

Beim Einmaischen verkleister Stärke, bis sie von Enzymen zu löslichen Bestandteilen zerkleinert wird. Eiweiß geht in Lösung ca 57°C.

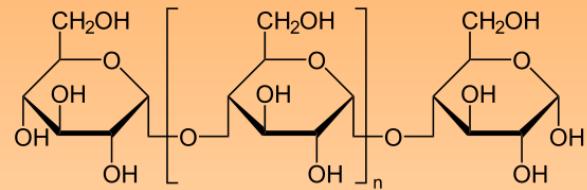
Enzym beta- Amylase

63°C



Zucker (Maltose)

73°C  
Enzym alpha- Amylase



Dextrin (Maltodextrose)

Eiweiß

Eiweißrast spaltet auf 52°C

Aminosäuren

# Biersorten

Name	Beschreibung
Ale	Aus Großbritannien. Bezeichnet fermentierte Getränke aus Malz. Obergärig 15-25°C, dunkel bis hell. Vor 15.Jahrhundert ungehopfte Getränke
Altbier	Alte traditionelle Brauart, Obergärig, dunkel durch Röstmalze
Export	Untergärig und damit länger haltbar, Stammwürze 12-14%, Alkohol 5%.
Helles	Untergäriges Vollbier, Stammwürze 11-13%, vor allem Bayern, wie Lager, Münchner Brauart
Indian Pale Ale	Obergärig, helles, starkes Pale Ale, Stammwürze 16%, sehr gehopft für Überfahrt nach Indian haltbar gemacht.
Kölsch	Obergärig, Gerstenmalz mit teilweise Weizenmalz, 14-16°C vergoren
Lager	Untergärig, wie Vollbier aber weniger gehopft
Märzen	Untergäriges Vollbier (Stammwürze 11-15%), vor Erfindung Kühlsystem braute man im März und lagerte im Keller
Pils	Untergäriges stärker gehopftes Bier, helle Malze
Schwarzbier	Untergäriges dunkles Vollbier
Stout (Porter)	Obergäriges stark geröstet schwarzes Bier, cremefarbene Schaumkrone, ca 10% unvermälzter Gerste
Weissbier/Weizen	Obergäriges Bier aus Weizen, unfiltriert, Alkohol 4-6%. Kristallweizen ist filtriert

<https://de.wikipedia.org/wiki/Kategorie:Biersorte>

<https://www.weibsbrauhaus.de/de/brauerei/streifzug-durch-die-welt-des-bieres/uebersicht-biersorten.html>

# Reinheitsgebot / Brauordnungen

- 21.6.1156 Augsburg: Wer schlechtes Bier macht wird bestraft
- 1303 Nürnberg: nur Gerste zum Brauen
- 25.11.1319 Eichstätt: Gerste, Hopfen und Wasser
- 1348 Weimar: Malz und Hopfen
- 1381 Köln: Grut anstatt Hopfen
- 1447 München: Gerste, Hopfen und Wasser
- 1516 Bayerische Landesordnung:

„Wir verordnen, setzen und wollen mit dem Rat unserer Landschaft, dass forthin überall im Fürstentum Bayern sowohl auf dem Lande wie auch in unseren Städten und Märkten, die keine besondere Ordnung dafür haben, von Michaeli (29. September) bis Georgi (23. April) eine Maß (bayerische, entspricht 1,069 Liter) oder ein Kopf (halbkuligelförmiges Geschirr für Flüssigkeiten – nicht ganz eine Maß) Bier für nicht mehr als einen Pfennig Münchener Währung und von Georgi bis Michaeli die Maß für nicht mehr als zwei Pfennig derselben Währung, der Kopf für nicht mehr als drei Heller (gewöhnlich ein halber Pfennig) bei Androhung unten angeführter Strafe gegeben und ausgeschenkt werden soll.

Wo aber einer nicht Märzen sondern anderes Bier brauen oder sonstwie haben würde, soll er es keineswegs höher als um einen Pfennig die Maß ausschenken und verkaufen. Ganz besonders wollen wir, dass forthin allenthalben in unseren Städten, Märkten und auf dem Lande zu keinem Bier mehr Stücke als allein Gerste, Hopfen und Wasser verwendet und gebraucht werden sollen.

Wer diese unsere Anordnung wissentlich übertritt und nicht einhält, dem soll von seiner Gerichtsobrigkeit zur Strafe dieses Fass Bier, so oft es vorkommt, unnachsichtlich weggenommen werden.

Wo jedoch ein Gäuwirt von einem Bierbräu in unseren Städten, Märkten oder auf dem Lande einen, zwei oder drei Eimer (enthält etwa 64 Liter) Bier kauft und wieder ausschenkt an das gemeine Bauernvolk, soll ihm allein und sonst niemand erlaubt und unverboten sein, die Maß oder den Kopf Bier um einen Heller teurer als oben vorgeschrieben ist, zu geben und auszuschenken.

Auch soll uns als Landesfürsten vorbehalten sein, für den Fall, dass aus Mangel und Verteuerung des Getreides starke Beschwerden entstünde, nachdem die Jahrgänge auch die Gegend und die Reifezeiten in unserem Land verschieden sind, zum allgemeinen Nutzen Einschränkungen zu verordnen, wie solches am Schluss über den Fürkauf ausführlich ausgedrückt und gesetzt ist.“

# Biergesetz

Biersteuergesetz (BierStG) vom 9. Juli 1923 regelt die Zutaten.  
Vorläufiges Biergesetz 1993, erneuert durch BierV 2005:

## § 9

- (1) Zur Bereitung von untergärigem Bier darf, abgesehen von den Vorschriften in den Absätzen 4 bis 6, nur Gerstenmalz, Hopfen, Hefe und Wasser verwendet werden.
- (2) Die Bereitung von obergärigem Bier unterliegt derselben Vorschrift; es ist hierbei jedoch auch die Verwendung von anderem Malz und die Verwendung von technisch reinem Rohr-, Rüben- oder Invertzucker sowie von Stärkezucker und aus Zucker der bezeichneten Art hergestellten Farbmitteln zulässig.
- (3) Unter Malz wird alles künstlich zum Keimen gebrachte Getreide verstanden.
- (4) Die Verwendung von Farbebieren, die nur aus Malz, Hopfen, Hefe und Wasser hergestellt sind, ist bei der Bierbereitung gestattet, unterliegt jedoch besonderen Überwachungsmaßnahmen.
- (5) An Stelle von Hopfen dürfen bei der Bierbereitung auch Hopfenpulver oder Hopfen in anderweit zerkleinerter Form oder Hopfenauszüge verwendet werden, sofern diese Erzeugnisse den nachstehenden Anforderungen entsprechen:
  1. Hopfenpulver und anderweit zerkleinerter Hopfen sowie Hopfenauszüge müssen ausschließlich aus Hopfen gewonnen sein.
  2. Hopfenauszüge müssen
    - a) die beim Sudverfahren in die Bierwürze übergehenden Stoffe des Hopfens oder dessen Aroma- und Bitterstoffe in einer Beschaffenheit enthalten, wie sie Hopfen vor oder bei dem Kochen in der Bierwürze aufweist,
    - b) den Vorschriften des Lebensmittelrechts entsprechen.
- (6) Als Klärmittel für Würze und Bier dürfen nur solche Stoffe verwendet werden, die mechanisch oder adsorbierend wirken und bis auf gesundheitlich, geruchlich und geschmacklich unbedenkliche, technisch unvermeidbare Anteile wieder ausgeschieden werden.
- (7) Auf Antrag kann im einzelnen Falle zugelassen werden, daß bei der Bereitung von besonderen Bieren und von Bier, das zur Ausfuhr oder zu wissenschaftlichen Versuchen bestimmt ist, von den Absätzen 1 und 2 abgewichen wird. Für die Zulassung von Ausnahmen sind die nach Landesrecht zuständigen Behörden zuständig.
- (8) Die Vorschriften in den Absätzen 1 und 2 finden keine Anwendung für diejenigen Brauereien, die Bier nur für den Hausbedarf herstellen (Hausbrauer).
- (11) Zur Herstellung von obergärigem Einfachbier darf nach Maßgabe der Zusatzstoff-Zulassungsverordnung vom 22. Dezember 1981 (BGBl. I S. 1625, 1633) in der jeweils geltenden Fassung Süßstoff verwendet werden.

<https://de.wikipedia.org/wiki/Biersteuergesetz>

<http://www.gesetze-im-internet.de/bierv/BJNR013320990.html>

<http://archiv.jura.uni-saarland.de/BGBI/TEIL1/1993/19931400.1.HTML>

# Zoll

- Herstellung von Bier unterliegt der Steuerpflicht
- Hobbybrauer für eigenen Bedarf bis zu 200L/Jahr, darf nicht verkauft werden
- Vor dem Brauen beim Hauptzollamt anmelden (Formular 2075)
- Über 200L/Jahr muss Steueranmeldung erstellt werden, es gilt ein ermäßigter Steuersatz
- Steuersatz beträgt 0,4407€ pro 100L pro Grad Plato
- Brauen zur Vorführung/Unterricht ist nicht steuerfrei (Biersteueranmeldung Formular 2075)
- Nicht die hergestellte Würze ist ausschlaggebend, sondern der Ort der Vergärung

<http://www.zoll.de/DE/Privatpersonen/Alkohol-Kaffee-Kraftstoffe-Strom-im-Haushalt/Brauen-Brennen-Roesten/Bier/bier.html>

<http://www.braukultur-franken.de/brauen-und-zoll/brauen-und-zoll.html>

[https://www.gesetze-im-internet.de/bierstg\\_2009/BJNR190800009.html](https://www.gesetze-im-internet.de/bierstg_2009/BJNR190800009.html)

# **Rohstoffe**

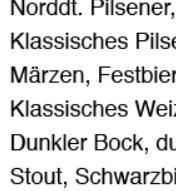
## (Ausgelegt für 10L Maische)

# Rohstoffe – Gerstenmalz

Malz ist erhältlich:

- geschrotet
- ungeschrotet

Farbe in EBC angegeben

EBC	Bez.	Farbe	Biersorten
4-8	hell		Norddt. Pilsener, Helles Lager
8-12	gold		Klassisches Pilsener
12-20	bernstein		Märzen, Festbier, Pale Ale
20-35	kupfer		Klassisches Weizen, Dunkler Lager, Alt
35-60	braun		Dunkler Bock, dunkl. Weizen
>60	schwarz		Stout, Schwarzbier, Porter

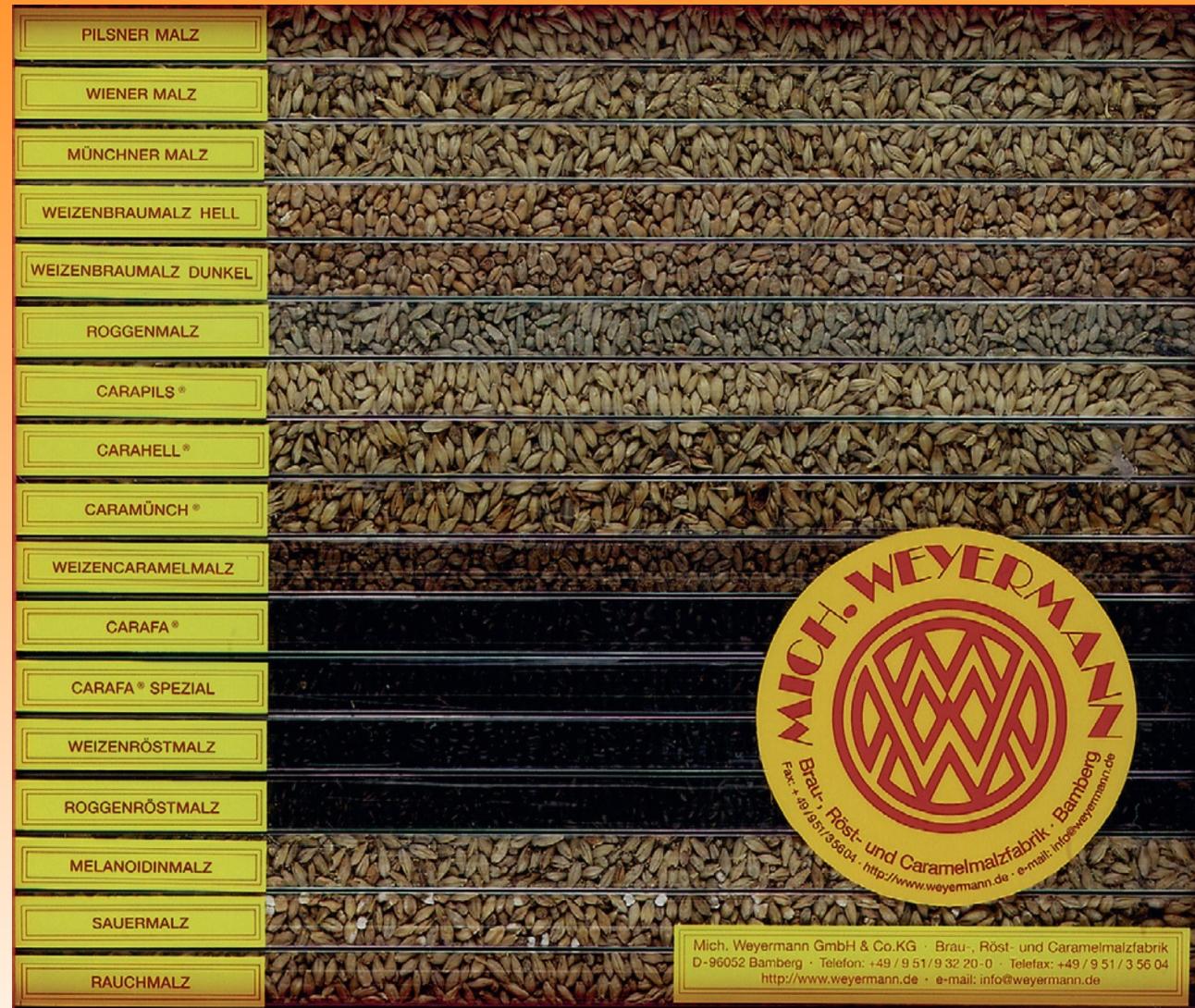
Wir nehmen geschrotet:

Wiener Malz: 1,7kg (7-9 EBC)

Münchner Malz: 0,8kg (20-25 EBC)



# Rohstoffe – Malzsorten



# Rohstoffe – Hopfen

Hopfen gibt es als

- Dolden
- Pellets
- Extrakt

Bittereinheiten gemessen  
in IBU

Bitterstoffe alpha-Säure - %

> 10% → Bitterhopfen

< 10% → Aromahopfen

Wir nehmen Pellets:

Spalter Select 11g (10%)

Cascade 15g (5%)

Magnum 3g (12,5%)



<http://hobbybrauer.de/forum/wiki/doku.php/alphasaeure>

# Rohstoffe – Hopfensorten

	Menthol	Grüne Früchte	Zitrus	Sahne	Holzig	Würzig/ Kräuter	Rote Beeren	Süße früchte	Blumig
Cascade			X	X		X	X		
Hallertauer Magnum			X						
Herkules		X							
Hersbrucker	X		X			X			
Mandarin Bavaria			X					X	
Millenium				X			X		
Perle						X			
Polaris	X		X				X		
Tettnang				X	X	X			
Spalter Select					X				X

<https://craftbeer-revolution.de/lexikon/hopfen/hopfensorten>

# Rohstoffe – Hefe

Hefepilze gibt es:

- obergärig
  - Gärung bei 15°C – 22°C
  - ursprünglich
  - anfälliger gegen Bierschädlinge
  - viele Gärungsnebenprodukte (Esther, Phenole ->Bananengeschmack)
- untergärig
  - Gärung bei 5°C – 13°C
  - seit Erfindung Kühlung
  - klarer Geschmack
  - kleine Braufehler kommen zum Tragen

In Form:

- trocken
- flüssig



Hefe bestimmt neben Maltoserast auch den Endvergärungsgrad (EVG). Höherer EVG mehr Alkohol, niedriger EVG süffigeres Bier.  
Der EVG ist die Menge an vergärbarem Extrakt, ausgedrückt in % des Gesamtextraktes (Stammwürze).

Hier verwendet: Obergärig Danstar Nottingham Ale

# Rohstoffe – Hefesorten

Name	Öbergärig / Untergärig	Temperatur	Dauer Maltoserast / EVG	Gärzeit	Ergebnis
Safale S-04 (Fermentis)	öbergärig	15-24°C	45Min / 79-80%	2-3 Tage bei 23°C*	Sedimentiert gut, extrem klares Bier
Nottingham (Danstar)	obergärig	14-21°C	30Min / 70% 35Min / 75% 45Min / 79%	3 Tage bei 23°C	Sedminetiert sehr gut, sehr klares Bier
Saflager S-23 (Fermentis)	untergärig	12-15°C	35Min / 80% 45Min / 83%	5-7 Tage bei 16-18°C	Sedimentiert gut, klares Bier
Saflager W 34/70 (Fermentis)	untergärig	9-15°C	45Min / 73% 60Min / 78%	16 Tage bei 9°C	Sedimentiert sehr gut, sehr klares Bier

<http://hobbybrauer.de/forum/wiki/doku.php/trockenhefe>

# Rohstoffe – Wasser

Wasser sollte einen neutralen pH-Wert haben (ca pH=7). Ein weiterer wichtiger Wert ist die Karbonathärte (KH). Sie bestimmt ob wir eher dunkles oder helles Bier herstellen wollen.



# Rohstoffe – Speise für Nachgärung

Speise wird zur Kohlensäurebildung CO<sub>2</sub> benutzt

Speise kann sein:

- Würze
- Haushaltszucker
- Traubenzucker
- Malzbier



# **Ausrüstung**

## **(für 10L Maische)**

# Heizquelle

- elektrisch 1800W-2000W
- Leistung regelbar



# Topf

15l Topf mit Deckel,  
Griffen



# Eimer

- 20l Eimer
- evtl mit Hahn 3/8“
- evtl mit Gärspund



# Temperaturmesser

- Temperaturbereich 0-110°C
- Einmachthermometer



# Schaumlöffel

Der Schaumlöffel ist ein ideales Gerät zum Rühren und Schöpfen.



# Uhr mit Wecker

- Stoppuhr zur Zeitmessung



# Messbecher

Messbecher 1,5-2L

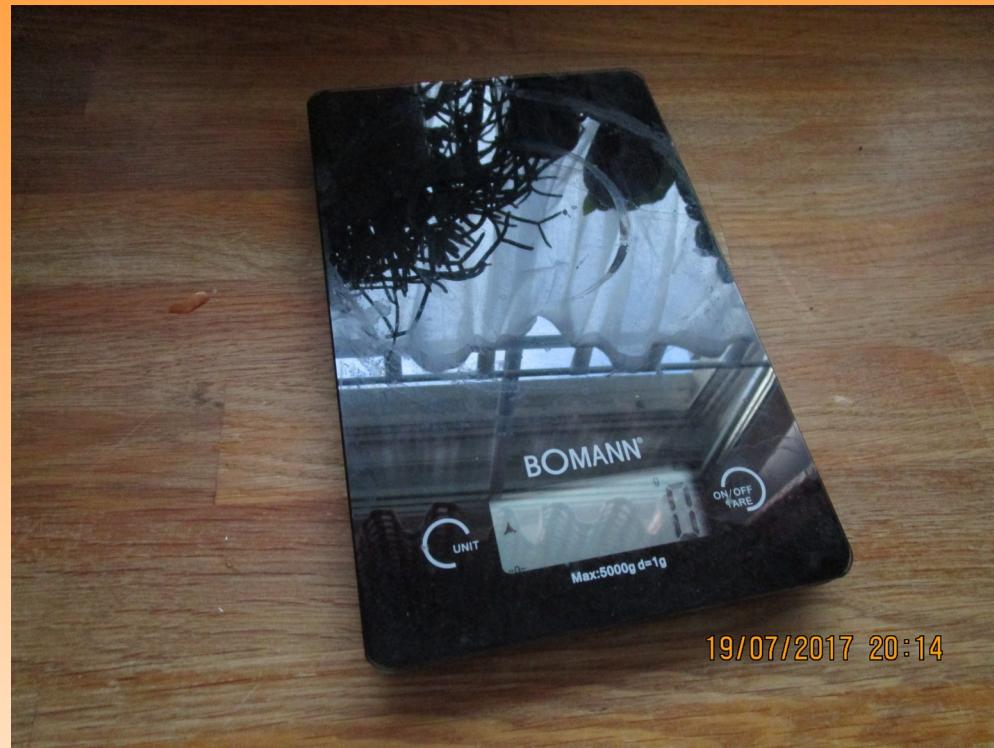
Verwendung zum Schöpfen  
des Sudes, Abmessen des  
Vor- und Nachgusses oder  
Anrühren der Hefe.



Messbecher 1-2L

# Waage

Waage zum Abwiegen  
von Hopfen , Hefe und  
Malz von 1g-5kg



# Sieb / Teesieb

Sieb so wählen, dass es auf dem Eimer aufliegen kann

Gebraucht für Abläutern und Filtern

Ein kleines Teesieb zum Abschöpfen der oben schwimmenden Hefe bei der Gärung.

Sterilisiertes Teesieb um beim Abfüllen in die Flaschen gelöste Sedimente aufzufangen



25/04/2017 14:20



07/08/2017 18:11

# Wasserkocher

1L Wasserkocher

Notwendig zur Herstellung 78°C warmen Wasser für den Nachguss.

Die 78°C erreicht man am einfachsten Durch Mischen von 1L kochenden Wassers mit ca. 300-400mL Wasser (16°C) aus Der Wasserleitung.



25/04/2017 14:21

# Filtertuch

Zwei Tücher zum Filtern. Diese können entweder Küchentücher oder Babystoffwindeln sein

Tücher müssen ohne Weichspüler gewaschen worden sein.



# Trichter

Zum Befüllen der Flaschen



15/07/2017 12:31

# Flaschen

20x 0,5l Flaschen mit Bügelverschluß sauber unter heissem Wasser ausgespült

Die meisten bierschädlichen Keime werden bei 70°C abgetötet.

Die Flaschen können neu erworben oder bei einem Getränkehandel erfragt werden.

Alternativ kann man natürlich auch ausgetrunkene Bierflaschen verwenden.

Diese am Besten gleich nach dem Leeren ausspülen und mit einer Flaschenbürste Reste entfernen. Gummiring entfernen und gesondert säubern und lagern.

Die Flasche zum Trocknen offen umgekehrt auf den Kopf in den Bierkasten stellen.

Wichtig ist dabei, dass die Flaschen keinen Schaden haben und optisch sauber sind.



# Gärbehälter / Hefebehälter

Für 1l Bier reicht eine 1,5l PET Flasche aus. Am Besten eignen sich leere Wasserflaschen, da keine Rückstände zu erwarten sind.

Der Verschlussdeckel soll beim Vergären nur aufgelegt werden, damit das CO<sub>2</sub> entweichen kann. Alternativ kann ein Stück Alufolie darüber gelegt werden.

Zum Transport der angesetzten Hefe wird noch eine kleine 0,5L PET-Flasche benötigt.

Alle Flaschen müssen optisch sauber und dürfen nicht beschädigt sein.



# Eiswürfel

Eiswürfel aus 2L  
sterilem Wasser  
zum Kühlen und  
verdünnen der  
Würze



# Kühlschrank

Kühlschrank zur Kühlung von 7°-22°C je nach Hefesorte (obergärig, untergärig) und zur späteren Kaltreifung bei 2-5°C. In dieser klärt sich die vergorene Würze weiter und die Hefe setzt sich am Boden der Flasche a.



# Bierspindel

Bierspindel in °P mit Messzylinder zur Bestimmung des Extraktgehaltes geeicht auf 20°C.

Es bestimmt qualitativ die Umsetzung der Stärke in Zucker.

Die Zuckerkonzentration wird über den Auftrieb bestimmt und der Auftrieb ist direkt abhängig von der Dichte. Je höher die Dichte desto weniger taucht die Spindel in die Würze ein.

Bei 20°C entspricht 1°P ~ 1g Extrakt / 100g Würze.



# Jod

Jodtinktur n50 zur Messung Stärke im Sud

Der Farbausschlag zeigt an, ob noch Stärke in der Würze enthalten ist.

Ideal ist, dass jegliche Stärke in Zucker Umgewandelt wurde und somit kein Farbumschlag von Jod stattfindet.



26/04/2017 10:31

# Desinfektionsmittel (optional)

Spiritus in einer Sprühflasche

Eingesprühte Stellen immer mit warmen Wasser wieder abwaschen

Die meisten bierschädlichen Keime können aber bereits mit 70°C heissem Wasser beseitigt werden.



06/05/2017 18:23

# Malzmühle (optional)

Malzmühle oder besser  
Quetsche soll die Spelzen nur  
aufbrechen und das Innere  
zermahlen.  
Die Spelzen dienen als Filter  
beim Läutern.



# **Brauvorgang**

## **(Maischen)**

# Zeiten

Maischen:	2,5h
Läutern:	0,5h
Aufheizen+Kochen:	2,5h
Filtern:	0,5h
Abkühlen:	0,5h
Hefezugabe, Abfüllen:	0,5h

# Braurezept für 10l Bier

Wasser Hauptguss : 8l

Wasser Nachguss: 4l (2l davon Eis nach Filtern)

Wiener Malz: 1,7kg

Münchner Malz: 0,8kg

Einmaischen: 60°C

Eiweißrast: 57°C 10 Min

Maltoserast: 63°C 30 Min

Verzuckerung: 73°C 20 Min

Abmaischen: 78°C 5 Min

Läuterruhe: 10 Min

Kochen: 100°C 90 Min

Hopfen Pellets:

Spalter Select 11g: 90 Min

Magnum 2g: 70 Min

Cascade 15g: 10 Min

Hefe Danstar Nottingham Ale 6g Hauptgärung: 22°C

CO2: 5g/l ~ Zucker 7g/l

# Brauprotokoll

Ort: Datum: Uhrzeit:  
Bier Typ/Name:  
Hauptguss: Nachguss: Bittere IBU: Farbe EBC:  
Schüttung:  
Hopfen:  
Hefe:  
Stammwürze:

Maischen:  
1: Uhrzeit: Temperatur: Rastdauer: Bemerkung:  
2: Uhrzeit: Temperatur: Rastdauer: Bemerkung:  
3: Uhrzeit: Temperatur: Rastdauer: Bemerkung:  
4: Uhrzeit: Temperatur: Rastdauer: Bemerkung:  
5: Uhrzeit: Temperatur: Rastdauer: Bemerkung:

Kochen:  
1: Uhrzeit: Hopfen: Bemerkung:  
2: Uhrzeit: Hopfen: Bemerkung:  
3: Uhrzeit: Hopfen: Bemerkung:

Gärung:  
Datum: Temperatur: °Plato:  
Datum: Temperatur: °Plato:

Abfüllung: Datum: °P:  
Speise: Zuckermenge/ Würzmenge:  
Reifezeit:

# Malz schroten

Das Malz wird in der Schrotmühle gemahlen. Dabei ist das Mahlwerk so einzustellen, dass die Spelzen nur aufgebrochen werden und der Kern zermahlen wird. Meist sind das aufgrauhten gegenläufige Walzen.



# Aufwärmen

8L sauberes Wasser in den Topf geben und auf 60°C erwärmen



# Einmaischen

Nach Erreichen der Einmaischtemperatur wird das Malz zügig und klümpchenfrei in den Sud eingestreut.

In diesem Schritt verkleistert die Stärke und wird von Enzymen schnell in lösliche Form überführt. Ein Teil des Eiweißes geht in Lösung über.

Die Temperatur fällt dabei auf ca. 57°C.



# Eiweisrast

In der Eiweißrast wird die Maischetemperatur auf 57°C für 10 Minuten gehalten. Hin und wieder einmal umrühren.

In dieser Rast wird hochmolekulares Eiweiß über Zwischenstufen zu löslichen Eiweiß überführt. Das verbleibende Eiweiß ist für die Schaumbildung wichtig. Allerdings wird das heute schon in der Mälzerei gemacht und deswegen ist eine längere Eiweißrast überflüssig.



# Maltoserast

In der Maltoserast wird die Maische auf 63°C erwärmt und für 30 Minuten gehalten.

Dabei zerlegen die Enzyme Beta-Amylasen die Stärke in niedere Zuckermoleküle, hauptsächlich Maltose (Malzzucker).

Je länger die Rast desto höher der Endvergärungsgrad (EVG), damit der Alkoholgehalt und geringer die Vollmundigkeit und umgekehrt.

Die Enzyme arbeiten optimal bei pH 5,4-5,6



# Verzuckerungsrast

In der Verzuckerungsrast wird die Temperatur des Sudes auf 73°C 20 Minuten lang gehalten.

Dabei wird aus der restlichen Stärke mit Hilfe der Enzyme Alpha-Amylase das Dextrin gebildet.

Dextrin wird von der Hefe nicht verarbeitet. Bestimmt aber die Restsüsse im Bier.

Das Enzyme arbeitet bei pH 5,6-5,8



# Jodprobe

Die Jodprobe zeigt an, ob noch Stärke in der Maische vorhanden ist.

Ist noch Stärke vorhanden, färbt sich die Probe blau.

Die Verzuckerungsrast muss so lange laufen, bis Jod-Normal (keine blaue Farbe) eingestellt ist.



# Abmaischen

Beim Abmaischen wird die Würze auf 78°C aufgeheizt und 5 Minuten gehalten. Hier werden die meisten Enzyme alpha und beta Amylase inaktiviert und keine weiter Stärke kann mehr abgebaut werden. Ab 80°C werden alle Enzyme inaktiv.



# Läuterruhe

In der Läuterruhe kann sich der Treber absetzen und bildet eine natürliche Filterschicht.

Dies ist notwendig, falls unten am Topfboden ein Auslass wäre. Da wir den Treber herausschöpfen, ist dieser Schritt nicht notwendig.



# Läutern



Der Treber wird aus dem Topf vorsichtig mit einem Schöpflöffel entnommen und in ein Sieb gegeben, das über einen Bottich gelegt ist. Der entnommene Treber dient als Filterschicht. Die Würze wird zunächst mit einem Messbecher entnommen und über den Treber langsam gegossen, um die Würze von festen Bestandteilen zu trennen. Der erste gefilterte Liter wird entnommen und nochmal über den Treber gegossen (Anschwänzen), weil der erste Teil noch sehr viele Trubstoffe enthält. Sollte keine Flüssigkeit durch den Treber mehr kommen, so kann er auch eingeschnitten werden.

# Nachguß

Im Treber befindet sich noch viel Zucker, die wir mit dem Nachguss auswaschen.

Dazu wird 78°C heißes Wasser über den Treber gegeben, bis die gewünschte Stammwürze erreicht ist.

Um 78°C heißes Wasser zu erhalten wird 1L Wasser aufgekocht und mit 350mL Wasser (16°C) gemischt.



08/08/2017 20:47

# Stammwürze messen

Die Stammwürze wird mit der Spindel gemessen.

Die gemessene Stammwürze hängt auch von der Temperatur ab, da die Spindel auf die Dichte von Wasser meist auf 20°C geeicht ist. Da die Temperatur höher ist, ist auch die eigentliche Stammwürze höher.



# Topf säubern

Jetzt ist es Zeit den Topf zu reinigen, damit kein Treber mehr darin enthalten ist.



# Kochen

Die Würze wird zurück in den Topf gegossen und zum Kochen (100°C) gebracht.

Beim Kochen sollen die Bitterstoffe aus dem Hopfen in die Würze gelöst werden und Eiweiße durch Gerinnung ausfällen (ähnlich beim Spiegelei) .

Außerdem werden alle Enzyme inaktiviert und der Sud sterilisiert.

Eventuell kochendes Wasser aus dem Wasserkocher nachfüllen, um am Ende auf 8L zu kommen.  
Aufpassen, dass der Sud nicht überkocht. Hopfen der sich am Rand ansammelt zurück in den Sud rühren. Deckel während des Kochens weg oder teilweise Topf bedecken.



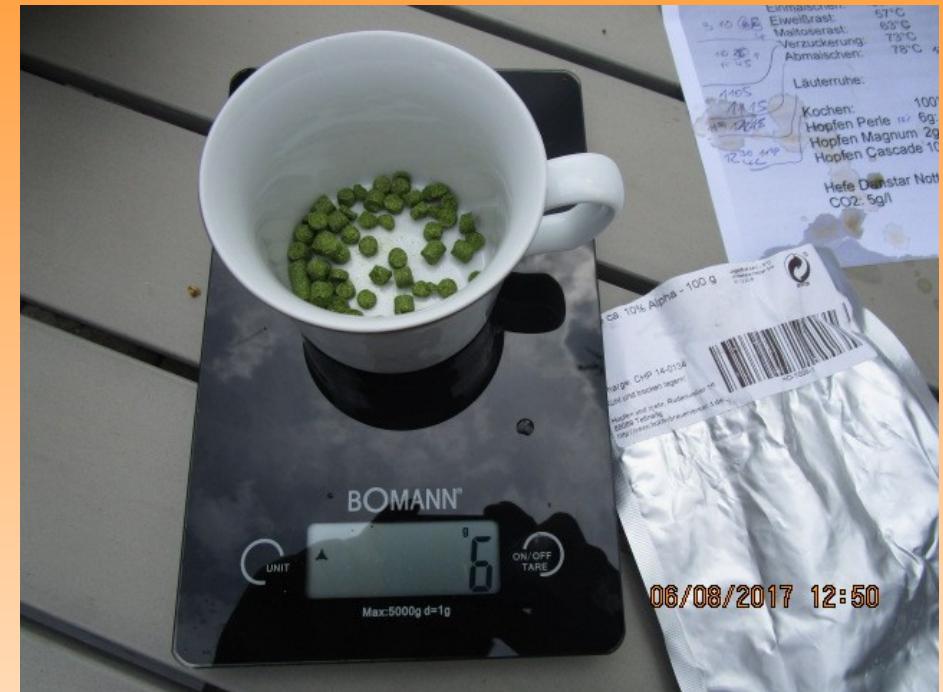
# Hopfengaben

Sobald die Würze kocht kann die erste Hopfengabe gegeben werden:

Spalter Select 11g: Beginn Kochen  
Magnum 3g:nach 20 Minuten Kochen  
Cascade 15g: nach weiteren 60 Minuten Kochen

Danach noch 10 Minuten weiter kochen lassen.

Am Besten den Hopfen schon vorher abwiegen.



# Filtern

Nach Ende des Kochens geht es ans Filtern. Hier sollen Eiweisstoffe und Hopfenbestandteile herausgefiltert werden.

Damit sich die Trubstoffe absetzen können, wird vor dem Filtern noch ca. 10 Minuten gewartet

Anschließend wird ein Geschirrtuch oder Stoffwindel in das Sieb gelegt und das Sieb über den Bottich gehängt.



06/08/2017 14:59

Die Würze nun von oben mit Messbecher vorsichtig abschöpfen, so dass nichts aufgewirbelt wird. Die Würze im Messbecher langsam durch den Filter laufen lassen. Der Filter kann sich auch zusetzen. Eventuell hin und wieder mit einem Löffel die abgesetzten Bestandteile herausnehmen oder das Filtertuch wechseln.

# Abkühlen



Die Würze muss nun auf unter 50°C abgekühlt werden, um sie in die PET Flaschen abfüllen zu können. Dazu wird der Würze 1-2L Eis hinzugegeben. Dabei ist darauf zu achten, dass die Stammwürze nicht unter 12°P fällt.

# Umfüllen Gärbehälter

Nachdem die Würze unter 50°C abgekühlt ist wird sie in den Gärbottich umgefüllt.

Dazu wird jeweils 1L Würze in eine 1,5 - 2L PET-Flasche abgefüllt. Der freie Platz wird für das Aufsteigen bei der Gärung gebraucht.

Die PET-Flasche wird verschlossen und zum weiteren Abkühlen auf Raumtemperatur (21°C) an einen dunklen Ort zu Hause gestellt.



# Hefe ansetzen

11g Trockenhefe reicht für 20L Sud. Vorerst muss die Hefe mit 100ml warmen Wasser (30-35°C) angetzt werden.

Dazu einfach 50mL Würze mit 50mL kaltem Wasser (16°C) mischen). Die Hefe wird darauf gestreut und mit abgedeckt 20-30 stehen gelassen.

Anschließend mit einem sauberen sterilen Löffel vorsichtig umrühren und noch einmal 15Minuten warten.



# Hefe abfüllen

Die fertig angestellt Hefe in eine kleine 0,5L PET-Flaschen abfüllen.

Sobald die Würze auf Raumtemperatur ( $21^{\circ}\text{C}$ ) gefallen ist, kann die Hefe der Würze hinzugefügt werden.



# Ansetzen der Würze (Gärung zu Hause)

# Würze ansetzen

Sobald die Würze auf Raumtemperatur (21°C) gefallen ist, kann die Hefe hinzugefügt werden.

Anschließend die Flasche verschrauben und gut durchschütteln. Anschließend den Deckel unbedingt wieder aufschrauben und locker darauf legen, damit CO<sub>2</sub> entweichen kann (**Achtung Explosionsgefahr!!!**)

# Hauptgärung

Hefe bildet bei der Gärung CO<sub>2</sub>. Damit diese entweichen kann darf der Gärbottich nicht luftdicht verschlossen werden (**Explosionsgefahr**). Deshalb muss ein Gärspund oder wie im Bild eine einfache Alufolie über einen Auslass gelegt werden

Anschließend angestellte Würze bei Raumtemperatur (21°C) an einen dunklen Ort für eine Woche stellen.

Hefe soll sich absetzen. Der Gärbottich kann aber auch in den ersten Tagen etwas bewegt werden, damit die abgesetzte Hefe nochmal arbeiten kann.



# Karbonisieren

Damit wieder CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid) in das Bier kommt muss der Hefe nach dem Ausgären Extrakt zugegeben werden.

Dies kann in Form von Zucker oder Speise erfolgen.

Bei 21°C sind 1,5g/L CO<sub>2</sub> in der Würze gelöst. Wir wollen 5g/L haben und brauchen somit noch 3,5g CO<sub>2</sub>. Dies entspricht 7g/L Zucker 0,5g pro 0,5L Flasche) die hinzugegeben werden müssen.

Der Zucker kann direkt in die Flasche gegeben werden oder in Wasser aufgelöst gegeben werden. Dabei löst sich 1g Zucker in 1g Wasser . Dies kann dann bequem per Spritze zugeführt werden.



# Speisezugabe

Nun kann 3,5g Zucker in jede 0,5L Flasche gegeben werden.  
Bei 1L Flaschen sind es entsprechend 7g Zucker.



# Abfüllen

Bier vorsichtig in die Flasche umfüllen, so dass die Hefe am Boden der PET-Flasche bleibt und nicht zu viel Sauerstoff in das Bier gelangt. Zusätzlich kann ein steriles Teesieb noch in den Trichter gelegt werden, dass die grobe Hefe auffängt.

Die Flasche soweit, wie möglich abfüllen. Die abgefüllten Flaschen aufrecht lagern, damit sich die Hefe unten absetzen kann.

Dies kann in einem Bierkasten an einem dunklen Eck sein. Eine Decke über dem Bierkasten gelegt, beugt vor, falls einmal eine Flasche auslaufen sollte, damit keine größeren Schäden entstehen.



# Nachgärung - Kaltreifung

Flasche verschließen und bei Raumtemperatur (21°C) für 8-10 Tage an einen dunklen Ort stellen.

Anschließend die Flaschen in den dunklen Kühlschrank bei 2-5°C für 6-8 Wochen zur Kältereifung stellen. Dabei klärt sich das Bier weiter.

**ACHTUNG Explosionsgefahr:** Bei zu früher Abfüllung oder defekten Flaschen oder zu viel Zuckergabe kann zu viel CO<sub>2</sub> in der Flasche entstehen.

Deswegen Flasche nach ein oder zwei Tagen alle hin und wieder entlüften bis nur noch ein leichtes „Plopp“-Geräusch hörbar ist.



# Fertig – Geniessen

Nach 4 Wochen kann das fertige Bier getrunken werden. Doch nach 6-8 Wochen reift es nochmal und wird noch besser. Also Geduld haben.

Am Flaschenboden hat sich die restliche Hefe abgesetzt. Die will nicht jeder trinken. Deswegen sollte man das Bier bevorzugt aus einem Glas trinken, schon allein wegen des guten Aromas. Einen Rest Bier sollte man beim Einschenken in der Flasche behalten.



# Formeln für Brauer

# Speisemenge

Berechnung bereits gelöster CO<sub>2</sub> Gehalt bei Temperatur T:

$$\text{CO2\_a (g/l)} = 10,13 * e^{(-10,73797 + (2617,25 / (T + 273,5)))}$$

Berechnung der noch aufzuwendenden CO<sub>2</sub> Menge zur Erreichung der gewünschten Zielmenge CO<sub>2</sub>\_z:

$$\text{CO2\_d} = \text{CO2\_z} - \text{CO2\_a}$$

Berechnung der zu verwendenden Zuckermenge:

$$\text{Speise (Zucker) g/l} = \text{CO2\_d} * 2$$

Will man Vorderwürze (ohne Hefezusatz) als Speise verwenden, so muss man aus der Stammwürze die Zuckermenge berechnen. Ein ungefährer Wert sind aber so 8-10% der Würze als Speise herzunehmen.

# Hopfenbitterheit

- Hopfenbittere im Bier wird über die Alpha-Säuren des Hopfens bestimmt
- Alpha-Säuren unköslich in Wasser
- Erst durch Kochen werden die Alpha-Säuren in lösliche iso-Alpha-Säuren umgewandelt
- Bitterkeit wird in IBU (International Bittering Units) angegeben,  
1 IBU ~ 1mg iso-Alpha-Säure/L

$$\text{IBU} = \text{Hopfengabe[g]} * \text{Alpha-Säure[%]} * 10 * \text{Ausnutzung} / \text{Würzemenge[L]}$$

- Die Ausnutzung ist von der Kochzeit, Stammwürze und weiteren Faktoren abhängig und kann in Tabellen nachgeschlagen oder hinreichend berechnet werden

$$\text{Ausnutzung} = ( 1,65 * 0,000125 ^{(0,004 * \text{Würzegehalt}[^{\circ}\text{P}]}) ) * ( 1 - e ^{(-0,04 * \text{Kochzeit[min]} / 4,15)} )$$

Eine einfache Rechnung ist

$$\text{Hopfengabe[g]} = \text{IBU} * 3$$

<https://www.maischemalzundmehr.de/index.php?inhaltmitte=toolsiburechner>  
<http://www.mathe-fuer-hobbybrauer.de/hopfen/index.html>

# Schüttungsmenge

Berechnung der Malzmenge für eine bestimmte Extraktkonzentration (Zuckermenge, Stammwürze).

$$\text{Extraktmasse[kg]} = (1 + 4 * \text{Extraktkonzentration[^{\circ}P]} / 1000) * \text{Würzemenge[L]}$$

$$\text{Extraktwürzemenge[kg]} = \text{Extraktmasse[kg]} * \text{Extraktkonzentration[%^{\circ}P]} / 100$$

Da jede Brauanlage eine andere Ausbeute hat muss der Wert noch mit der Sudhausausbeute gewichtet werden. Bei einer Küchenanlage kann man von 65-70% ausgehen.

$$\text{Benötigtes Extrakt[kg]} = \text{Extraktkonzentration[^{\circ}P]} / \text{Sudhausausbeute[%]}$$

Das ist nun die Menge an Malz, die wir für die gewünschte Extraktkonzentration einsetzen müssen.

# Spindelabweichung

Die Bierspindel (Saccharometer) ist auf eine Wassertemperatur von 20°C meist geeicht. Da wir aber die Würze zu unterschiedlichen Temperaturen messen, muss der Wert korrigiert werden. Messungen bei höheren Temperaturen zeigen einen zu niedrigen Wert an. Die Korrektur kann über eine Tabelle geschehen (siehe Link) oder ungefähr berechnet werden:

$$\begin{aligned} {}^{\circ}\text{P}_{\text{Neu}} = & \left( \left( {}^{\circ}\text{P}_{\text{gemessen}} * 4 / 1000 + 1 \right) * \right. \\ & \left. \left( 0.0004 * ( T_{\text{gemessen}} - 20 ) + 1 \right) - 1 \right) * 1000 / 4 \end{aligned}$$

Es gibt aber auch teurere Spindeln, die den Wert abhängig von der Temperatur korrigieren.

Die Spindel zeigt im angesetzten Sud nur den scheinbaren Extraktgehalt an, da der gebildete Alkohol eine andere Dichte als Wasser hat.

$$\text{Scheinbarer EVG \%} = (\text{Stammwürze } {}^{\circ}\text{P} - \text{scheinbarer Restextrakt } {}^{\circ}\text{P}) * 100 / \text{Stammwürze } {}^{\circ}\text{P}$$

$$\text{Tatsächlicher EVG \%} = \text{Scheinbarer EVG \%} * 0,81$$

<http://hobbybrauer.de/forum/wiki/doku.php/plato-korrektur>

# Wasserbereitung

Wasser besteht nicht nur aus H<sub>2</sub>O sondern enthält auch Salze und Metalle, die die Eigenschaften von Wasser mitbestimmen.

Der pH Wert sollte zwischen 5,4 – 6 liegen (leicht sauer). Dies wird beim Maischen aber automatisch erreicht, sofern das Wasser einen Ausgangs pH-Wert von ca 7 hat.

Gesamthärte sind alle Erdalkaliionen: Kalzium (Ca+), Magnesium (Mg+) und Natrium (Na+). Ein Teil ist in Karbonat gebunden (CO<sub>3</sub>) und werden als Karbonathärte (KH) bezeichnet und erhöhen den pH-Wert. Ein anderer Teil sind Nichtkarbonathärt an Sulfate und Chloride gebunden und senken den pH-Wert. Alle Werte werden in °dH angegeben und können von den Wasserwerken bezogen werden oder KH aus dem Aquariumzubehör gemessen werden. Die Restalkalität (RA) gibt an, wieviel säurevernichtende ungebundene Anionen vorhanden sind.

$$RA[\text{°dH}] = KH[\text{°dH}] - ( \text{Ca}^+ / 3,5 + \text{Mg}^+ / 7 ) [\text{°dH}]$$

Helle Biere brauchen einen eher niedrigen RA-Wert zB Pils RA = 1.7°dH (zwischen 1 → 3). Dunkle dagegen einen höheren. Will man den RA-Wert senken, so kann man Sauermalz hinzufügen 4% senkt um 10°dH) oder Milchsäure (2ml 80%iger Milchsäure in 20L senkt RA um 3°dH). Ersteres ist ungenau und letzteres entspricht aber nicht dem Biergesetz.

<http://braumagazin.de/article/von-der-wasseranalyse-zum-brauwasser/>

<http://www.besser-bier-brauen.de/selber-bier-brauen/zutaten/wasser/>

# Mischungskreuz

Für den Nachguss wird eine bestimmte Temperatur des Wassers schnell benötigt. Deswegen wird mit dem Wasserkocher 1L Wasser aufgekocht. Da aber der Nachguss maximal 78°C heiß sein wird das Wasser mit einer bestimmten Menge kaltem Wasser einer bestimmten Temperatur aus dem Hahn gemischt. Welche Menge Wasser dem Liter kochenden Wasser dazugegeben werden muss, wird über das Mischungskreuz bestimmt.

$$T_m[^\circ\text{C}] = ( V_1[\text{L}] * T_1[^\circ\text{C}] + V_2[\text{L}] * T_2[^\circ\text{C}] ) / ( V_1[\text{L}] + V_2[\text{L}] )$$

$T_m$  := 78°C, gewünschte Mischtemperatur

$T_1$  := Wassertemperatur von Leitungswasser

$V_1$  := Menge Leitungswasser die dazu gegeben werden muss

$T_2$  := 100°C, kochendes Wasser

$V_2$  := 1l Menge kochendes Wasser

$$\text{Oder vereinfacht: } V_1[\text{L}] = 22[\text{L}/^\circ\text{C}] / ( 78[^\circ\text{C}] - T_1[^\circ\text{C}] )$$

# Bierfarbe EBC

Die Farbe eines Bieres wird in EBC (European Brewery Convention) angegeben. Je höher der Wert, desto dunkler das Bier. Diesen Wert findet man auch auf den Malzsorten angegeben. Die aus den gemischten Malzsorten ergebende Bierfarbe kann mit der Formel berechnet werden:

$$\text{Bierfarbe[EBC]} = \text{Summe} (\text{ Malz[kg]} * \text{Malzfarbe[EBC]}) / \text{Schüttung[kg]}$$

<http://hobbybrauer-kompendium.de/e/ebc/ebc.html>

# Verhältnis Hauptguß - Nachguß

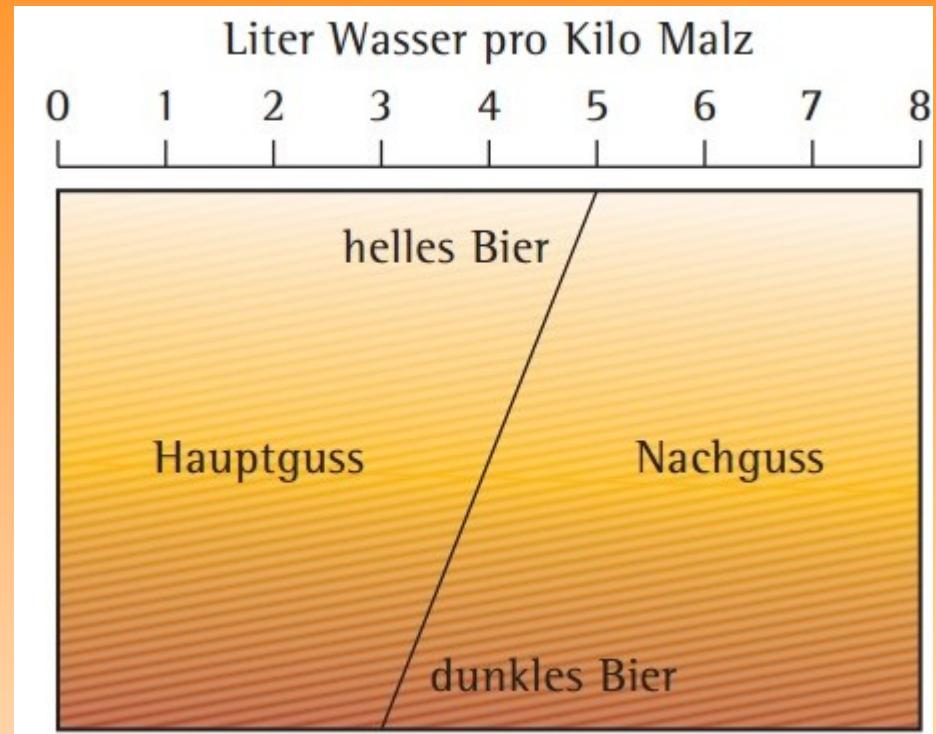
Im Hauptguss wird geschrotetes Malz eingemaischt und verzuckert. Der Nachguss wird zum Ausschwemmen (Anschwänze) im Treber noch enthaltenes Extrakt verwendet.

## Hauptguss:

Helles Bier: 4-5L / Schüttung[kg]  
Dunkles Bier: 3-4L / Schüttung[kg]

## Nachguss:

Helles Bier: ~3L / Schüttung[kg]  
Dunkles Bier ~4L / Schüttung[kg]



Beim Nachguss kann man auch ca 1-2% unter dem gewünschten Extraktgehaltes aufhören nachzugießen. Messung mit Spindel beim Läutern im Läuterbottich.

$$\text{Hauptguss[L]} = \frac{\text{Sudhausausbeute}[\%] * (100\% - \text{Vorderwürzekonzentration}[\%]^{\circ}\text{P})}{\text{Schüttung[kg]} / \text{Vorderwürzekonzentration}[\%]^{\circ}\text{P}} * 100\%$$

[http://hobbybrauer.de/forum/wiki/doku.php/haupt-\\_und\\_nachguss](http://hobbybrauer.de/forum/wiki/doku.php/haupt-_und_nachguss)

# Wichtige Adressen und Bücher

- |                           |   |   |
|---------------------------|---|---|
| Zwieselbrau.de            | - | Webseite mit vielen nützlichen Berichten ums Bierbrauen |
| Hobbybrauer.de            | - | Der Sammelpunkt vieler Hobbybrauer                      |
| Hobbybrauerversand.de     | - | Versandhändler für Braubedarf                           |
| Hopfen-der-welt.de        | - | Gut sortierter Hopfenversand                            |
| hobbybrauer-kompendium.de | - | Wikipedia für Brauer                                    |
| fabier.de/biercalcs.html  | - | Berechnungen rund ums Bierbrauen online                 |
| maischemalzundmehr.de     | - | Viele Informationen und Berechnungen                    |

Hagen Rudolph – Heimbrauen für Fortgeschrittene - 978-3-418-00789-2

# Werbung - Brausteuerung



Die mikroSikaru Brausteuerung V3 automatisiert Ihren Brauprozess für private kleine Hobbybrauanlagen (20-100l).

Kein ständiges Temperaturmessen, kontrollieren des Rezeptes und Protokollführen mehr.

Weiter Informationen unter:  
[mikroSikaru.de](http://mikroSikaru.de)  
[Brausteuerung.com](http://Brausteuerung.com)



# Kursbewertung

Datum:	gering	genügend	gut	hervorragend
<b>Art und weise der Vermittlung</b>				
<b>Kursraum / Infrastruktur</b>				
<b>Kursunterlagen hilfreich</b>				
<b>Anwendbarkeit des gelernten</b>				
<b>Zeit für Fragen ausreichend</b>				
<b>Lerntempo angemessen</b>				
<b>Kann den Kurs weiterempfehlen</b>				

Was war gut:

Was kann verbessert werden:

# Teilnahmebestätigung

Herr/Frau \_\_\_\_\_

hat am \_\_\_\_\_

am Brauseminar Zwieselbrau teilgenommen.



Im theoretischen Teil des Kurses wurden Kenntnisse über die Geschichte und Rohstoffe des Bieres kennengelernt.

Im überwiegend praktischen Teil wurde von den Teilnehmern ein eigener Biersud mit einfachsten Küchengeräten unter Anleitung hergestellt.

Kursleiter: \_\_\_\_\_