

















## Gebrauchsanleitung für das Berechnungswerkzeug: Vollständige Sudhaus Auslegung und Berechnung

### • Inhalt der Anleitung:

1.  Rezept
2.  Maischeberechnung
3.  Schrotten und Vormaischer
4.  Maischepfanne
5.  Rohfruchtkocher
6.  Läuterbottich
7.  Läuterwürzeerhitzer
8.  Würzpfanne
9.  Whirlpool und Würzekühlung
10.  Wasser

### Schaltflächen der Gebrauchsanleitung:

Ein Klick auf der enter Taste: Eine Seite weiter gehen

-  Zur nächsten Seite gehen
-  Zur vorherigen Seite gehen
-  Zur dieser Inhaltsangabe gehen
-  Zum Beginn des Kapitels gehen

### Bedeutung der Farben der einzelnen Zellen:



Eine Zelle in welche in Wert eingegeben werden muß



Eine Zelle welche einen berechneten Wert ausgibt



Eine Zelle wo zwischen vorgegebenen Möglichkeiten gewählt werden muß

## 1. Rezept:

Die folgenden Seiten dieses Rechenwerkzeuges basieren aufeinander und müssen der Reihenfolge Ihrer Numeration folgend ausgefüllt werden da die späteren Werte von den ersteren abhängen.

Ausgangspunkt ist das Rezept der Maische welches im ersten Kapitel eingegeben wird.

Würzmenge			
Heißwürzmenge	100	hl	
Kaltwürzmenge	96	hl	
Stammwürzegehalte der Ausschlagwürze	14,0	°P	
spezifisches Gewicht (20/4)	1,0549	g/cm <sup>3</sup>	
Stammwürzegehalt bei Beginn der Gärung	14,8	GV%	= Gewicht/Volumen

In diesem Fall sollen 100 hl Heißwürze hergestellt werden was im entsprechenden Feld Heißwürze eingegeben wird. Automatisch wird daraus die entsprechende Menge von 96 hl Kaltwürze berechnet.

Der zweite Wert ist die gewünschte Würzekonzentration die eingegeben wird, in diesem Fall 14 Grad Plato, automatisch wird das spezifische Gewicht (hier 1,0549 g/cm<sup>3</sup>) sowie die Kaltwürzekonzentration vor Beginn der Gärung in Gewichts/Volumen % (hier 14.8 GV%) berechnet.

Extraktzusammensetzung				
	% vom	Extrakt		
	Gesamtextrakt	[kg]		
<b>Malz</b>				
Gerstenmalz	70	992		
Weizenmalz	0	-		
Roggenmalz	0	-		
Sorghum/Hirse	0	-		
<b>Rohfrucht</b>				
Reis	30	425		
Bruchreis	0	-		
Mais	0	-		
Reisstärke	0	-		
Gerste	0	-		
Sorghum/Hirse	0	-		
<b>Zucker</b>				
Flüssigzucker	0	-	Konzentration 0,65 kg/l	Volumen - l
Kristallzucker	0	-		
<b>Gesamte Extraktmenge</b>	<b>100</b>	<b>1.418</b>	<b>Extrakt korrekt</b>	
Gesamtextrakt	14,77	GV%	= Gewicht/Volumen	
spez. Gewicht (20/4)	1,05490			
Stammwürze real	14,00	°P		

In der folgenden Tabelle wird nun die Zusammensetzung des Extraktes laut dem Bierrezept festgelegt, in diesem Fall soll das Rezept aus 70 % Gerstenmalzextrakt und 30 % Reisextrakt bestehen.

Falls im Rezept die Verwendung von Zucker vorgesehen ist so kann falls Flüssigzucker verwendet wird über die Konzentration des Flüssigzuckers (hier 0,65 kg/l oder 65 ° Brix) die notwendige Menge als Flüssigzucker direkt ermittelt werden.

Im folgenden wird nun überprüft ob die Gesamtmenge des Extraktes 100 % des Rezeptes entspricht, falls ja erscheint Extrakt korrekt, falls keine 100 % erreicht werden erscheint : Zusammensetzung ändern.

Ebenso wird die reelle Menge an kg Gesamtextrakt berechnet unabhängig ob 100 % erreicht wurden oder nicht.

In den letzten drei Zeilen wird nun die reale Gewichts/Volumen Konzentration der Würze (hier 14,77), das reale spezifische Gewicht sowie der reale Grad Plato der Würze angezeigt welcher identisch mit dem Rezept sein sollte (in diesem Fall 14°P).

Zusammensetzung der Rohstoffe					
Ausbeutedifferenz zwischen Labor- und Sudhausausbeute <b>3</b> %					
	Laborausbeute	Berechnete Extrakt Menge	Gewählte Extrakt Menge	Anteil am Gesamt Extrakt	Plausibilitätsprüfung
	[%]	[kg]	[kg]	%	
<b>Malz</b>					
Gerstenmalz	78	1.327	1.330	70	OK
Weizenmalz	80	-	0	-	OK
Roggenmalz	82	-	0	-	OK
Sorghum/Hirsemalz	73	-	0	-	OK
<b>Rohfrucht</b>					
Reis	81	543	540	30	OK
Bruchreis	82	-	0	-	OK
Mais	77	-	0	-	OK
Reisstärke	98	-	0	-	OK
Gerste	66	-	0	-	OK
Sorghum/Hirse	60	-	0	-	OK
<b>Total</b>	-	<b>1869</b>	<b>1870</b>	-	<b>OK</b>
Gewählte Menge	1.870	kg		<b>OK</b>	

Mögliche Aussagen → **große Abweichu**

Im folgenden Abschnitt werden nun aus den Extraktmengen die notwendigen Rohstoffmengen berechnet. In der Spalte Laborausbeute muß nun die im Labor ermittelte Ausbeute der einzelnen verwendeten Rohstoffe eingetragen werden, in diesem Fall für das Gerstenmalz 78 % und für den Reis 81 %. Ebenso muß ein Korrekturfaktor zwischen der Laborausbeute und der realen Ausbeute (hier 3%) eingegeben werden, als Ergebnis erhält man nun in der Spalte „Errechnete Mengen“ für das notwendige Gerstenmalz die Menge von 1.327 kg sowie für den notwendigen Reis die Menge von 543 kg. In der Folgenden Spalte „gewählte Menge“ wird nun die für den weiteren Berechnungsverlauf verwendete Menge eingegeben welche in der letzten Spalte einer Plausibilitätsprüfung unterzogen wird mit dem Ergebnis „O.K.“ oder „große Abweichung“, in diesem Fall sollte die gewählte Rohwarenmenge nochmals überprüft werden da der gewünschte Extrakt nicht erreicht werden kann. In der letzten Spalte wird die gewählte Menge einer letzten Plausibilitätsprüfung wie beschrieben unterzogen.

## 2. Maischeberechnung:

Basierend auf den im vorangegangenen Kapitel "Rezept" eingegebenen Parametern werden nun in diesem Kapitel die Auslegung der Mengen- und Durchsatz-Parameter für die Maischerstellung berechnet.

Maischeauslegung		
Vorderwürze	19,0 °P	Richtwert: Stammwürze der Kaltwürze +5%
Hauptguß	65 hl	
Rohfruchtmaische		
Hauptgußfaktor	3,8 hl/100kg	Richtwert: 3,8 - 4,5 hl/100kg (Mais: 3,8hl, Reis min. 4hl)
Schüttung Rohfrucht	600 kg	
Malzanteil	90 kg	ca. 15% der gesamten Rohfruchtmenge
Verdampfung	1,0 %	

Ausgangspunkt ist die gewünschte Konzentration der Maische zum Läuterbottich (der Einfluß dieser Konzentration auf die Würzequalität wird in dem Brew-Tech Kurs Maischen erklärt), in diesem Fall 19° Plato (in der Regel ca. 5 % über Ausschlagwürzekonzentration).

Daraus ergibt sich ein Volumen der Maische von 63 hl welches nun zur weiteren Berechnung der Maischeparameter verwendet wird.

Da in dem Rezept ein Rohfruchtanteil mit 30 % Reis für die Würze angegeben wurde wird hier nun die Rohfruchtmaische berechnet. Für die Mengenzugleichung ist zunächst die gewünschte Maischekonzentration für die Rohfrucht notwendig (hier 3,8 hl/100kg), Vorschläge für diese Konzentration finden sie rechts neben den Werten bzw. in dem Brew-Tech Kurs Maceracion.

Die notwendige Menge an Rohfrucht wird aus dem angegebenen Rezept übernommen (hier 540 kg), ferner wird notwendige Menge an Malz für die enzymatische Verflüssigung des Rohfruchtzuckers berechnet (in der Regel 15 % der Rohfruchtmenge). Falls mit technischen Enzymen gearbeitet kann diese Menge durch die entsprechende Menge an Rohfrucht ersetzt werden.

Letztendlich ist noch die zu erwartende Menge an Verdampfung der Rohfruchtmaische während der Maischkochung zu berücksichtigen (hier wurde 1 % gewählt).

Im weiteren nun die aus dem Rezept resultierenden Mengen und Voluminas errechnet. Zunächst wird für die Rohfrucht die Menge in kg und das Volumen in hl für die Rohfrucht, das verwendete Wasser sowie die daraus sich ergebenden Summen für die Rohfruchtmaische berechnet.

Ebenso wird das Verhältnis 100 kg Rohfrucht pro hl Wassermenge, und die spezifische Dichte angegeben.

Zuletzt werden ebenfalls noch die Gesamtmassen und Mengen der Rohfruchtmaische vor und nach der Kochung der Rohfruchtmaische angegeben.

Analog zur Rohfruchtmaische werden im folgenden die Werte für die Malzmaische ausgewiesen.

Zusätzlich wird das Verhältnis des Malzes zur Gesamtmaische angegeben (hier 3,88 100kg/hl )

Abschließend werden nun noch die Massen in kg sowie die Voluminas in hl der Gesamtmaische berechnet.

<b>Rohfrucht</b>		
	kg	Volumen in hl
Schüttung	540	2,2
Hauptguß	2.011	20,5
Maischemenge	2.551	22,7
Maischeverhältnis	4,20	hl/100kg
Dichte der Maische	1,1248	kg/hl
	kg	Volumen in hl
Menge der Rohfruchtmaische vor dem Kochen	2.632	25,8
Menge der Rohfruchtmaische nach dem Kochen	2.606	25,6
<b>Malzmaische</b>		
	kg	Volumen in hl
Malz		
Schüttung	1.330	9,3
Hauptguß	4.149	42,3
Maischemenge	5.479	51,6
Hauptgußfaktor	3,18	hl/100kg
Maischeverhältnis	3,88	hl/100kg
Dichte der Maische	1,0609	kg/l
<b>Gesamtmaische</b>		
	kg	Volumen in hl
Schüttung	1.870	11,5
Hauptguß	6.159	62,9
Maischemenge	8.029	74,3
Maischeverhältnis	4,0	hl/100kg
Dichte der Maische	1,0804	kg/l

Momentan fehlt in der Volumenbetrachtung noch die Menge an Brauwasser welches für das Ausschieben der Maische vom Maischebottich zum Läuterbottich notwendig ist. Diese ergibt sich aus dem Durchmesser der Abmischleitung (hier DN 200 = 200 mm) der Länge dieser Leitung (hier 15 Meter) sowie einem Sicherheitszuschlag aus der Praxis um ein vollständiges Ausspülen des Maischebottichs zu gewährleisten (hier 3 hl). Die sich ergebende Ausschubmenge von 7,71 hl Brauwasser wird in den weiteren Berechnungen berücksichtigt.

Berechnung des Ausschubwassers von Maischebottich zu Läuterbottich	
Durchmesser der Maischleitung in DN	200,0 mm
Länge	15,0 m
Sicherheitszuschlag	3,0 hl
Benötigte Menge Ausschubwasser	7,71 hl

Im folgenden werden nun aus dem vorhanden Rezept und der Auslegung der Maischarbeit die sich ergebenden Flüssigkeitsmengen für die Läuterarbeit und den Sudprozeß errechnet. In Abhängigkeit der gewünschten Vorderwürzeausbeute (hier 40 %, Referenzwerte sind rechts angegeben) wird die Vorderwürzmenge berechnet. Aus der Eindampfrate der Würzpfanne (hier 6 %, ist abhängig von Pfannenhersteller) und der Kochdauer wird die zu verdampfende Wassermenge errechnet (7 hl) und mit der Ausschlagwürzmenge des Rezeptes die Pfanne voll Würzmenge von 107 hl.

Extraktgewinnung im Läutern		
Vorderwürzeausbeute	40,0 %	ca. 16% Vorderwürzekonzentration--->48-52%;
Vorderwürzmenge	37,32 hl	ca. 22% Vorderwürzekonzentration--->40%
Verdampfunsziffer pro Stunde	6,0 %/h	
Kochdauer	70 min	
Gesamtverdampfung	7,0 hl	
Gesamtverdampfung in %	7,00 %	
Pfanne Voll Volumen	107 hl	Rezept 103 hl
Würzekkonzentration bei Pfanne voll	13,80 GV%	GG% 13,08 %
Wassergehalt im Treber	18 hl	
Pfanne voll Volumen bei 12.5 ° plato	122 hl	GG% 1,0510 kg/l
Wassergehalt im Treber beiP	15 hl	
gesamte Wassermenge	130 hl	
Menge Nachgußwasser	68 hl	

Des weiteren ergibt sich aus dem Rezept und dem Pfanne voll Volumen die Pfanne voll Konzentration der Würze von 13,8 °P. Als Referenzialwert wird ferner die Pfanne voll Würze bei 12,5 °P (= 122 hl) sowie die Menge an Wasser als Durchschnittswert errechnet die bei 12,5°P im Treber verbleibt (=15 hl) Letzlich wird noch die Gesamtmenge an Brauwasser welche für diesen Sud nötig ist berechnet (=130 hl) sowie die Menge die hervon für das Anschwänzen notwendig ist (=68 hl)

Anschließend werden die Mengen und Fließgeschwindigkeiten der einzelnen Maischekomponenten berechnet.

Im ersten Abschnitt wird der Malzanteil für die Enzymatik in der Rohfruchtmaischen kalkuliert. Ausgegangen wird von dem weiter oben festgelegten Verhältnis Wasser/Malz (hier 3,8), nachdem auf dem nächsten Reiter "Mühle\_Vormaischer" die Mühle ausgelegt wird ergibt sich eine Zeit von 1,6 min für das Schrotten dieses Malzteils. Ebenfalls ist durch das Verhältnis Wasser/Malz die Gesamtmenge an Maische (hier 3,1hl) vorgegeben.

Die weiteren Werte gelten für Naß- oder konditioniertes Schrot und sind bei Trockenschrot nicht anwendbar: Als Wassermenge wird bei dem Durchschnittswert von 0,65 hl/100kg ein Volumen von 0,5 hl benötigt, bei der Schrotdauer von 1,6 min ist hier ein Volumenstrom von 20 hl/h notwendig. Das Nachspühlwasser ist entweder ein Praxiswert oder kann maximal so hoch gelegt werden daß in der nächsten Zeile der Wert für das restlich benötigte Wasser gleich Null wird (in unserem Beispiel ergibt sich bei 2 hl Nachspühlwasser eine Restmenge von 0,6 hl welche direkt zur Rohfruchtmaische gegeben werden muß.

Berechnung Rohfruchtmaische			
<b>Malzanteil in Rohfruchtmaische</b>			
Gußfaktor für den Malzanteil	3,8	hl/100 kg	
Schrotzeit für den Malzteil laut ausgewählter Mühle	1,6	min	
Volumen des Malzanteils	3,1	hl	
Einweichwasser (0,65h/dt)	0,5	hl	
Fließgeschwindigkeit Einweichwasser	20	hl/h	
Nachdruckwasser Naßschrotmühle->Rohfruchtkocher	2	hl	
Zusätzliches Wasser	0,6	hl	
Fließgeschwindigkeit Zusatzwasser	16	hl/h	
<b>Rohfruchtanteil in Rohfruchtmaische</b>			
Gußfaktor für den Rohfruchtanteil	3,8	hl/dt	(vorgewählt durch: Hauptgußfaktor)
Wassermenge für den Rohfruchtanteil	20,5	hl	
Nachdruckwasser Naßschrotmühle->Rohfruchtkocher	1,0	hl (gemessen)	
Nachdruckwasser Rohfruchtkocher->Maischepfanne	1,0	hl (gemessen)	um Reste auszuspülen
Fehlende Wassermenge für die Rohfruchtmaische	18,5	hl	
Fließgeschwindigkeit Wasserzugabe	69	hl/h	2,0 t/h Leistung der Rohfruchtmühle
Dauer um Rohfruchtmaische einzumaischen	16,2	min	
Gesamtvolumen Rohfruchtmaische	23,3	hl	
Gesamtvolumen Rohfruchtmaische plus Nachspühlwasser	24,3	hl	
Verhältnis Rohfrucht : Wasser	1: 3,76		

Im zweiten Abschnitt wir nun der Rohfruchtteil in der Rohfruchtmaische betrachtet.

Ebenfalls wird wiederum das Verhältnis Wasser/Rohfrucht aus dem weiter oben eingegebenen Wert übernommen. Daraus ergibt sich wiederum die gesamt benötigte Wassermenge (hier 20,5 hl). Falls es sich um eine Naßmühle handelt wird hier nun wieder ein Volumen für das Spühlwasser von der Mühle zum Rohfruchtkocher eingegen, bei Trockenschrot ist dieser =0. Ebenfalls muß wieder die Menge an Ausschubwasser angegeben werden um den Rohfruchtkocher zum Maischebottich zu entleeren (hier 1 hl). Der nächste Wert ist die Menge an Wasser zum Rohfruchtkocher gegeben werden muß.

Nachdem die Leistung der Rohfruchtmühle (hier 2 t/h) eingegeben wurde errechnetdem sich die Zeit des Einmaischens der Rohfrucht (hier 16,2 min) und der Wasserdurchsatz zum Rohfruchtkochen (hier 69 hl/h).

Letztlich wird nun das Gesamtvolumen im Rohfruchtkocher während des Rohfruchtmaischens angezeigt (hier 23,3 hl) sowie das Volumen an Rohfruchtmaische plus das Nachschubwasser schließlich zur Gesamtmaische gepumpt wird (hier 24,3hl) und das Verhältnis Wasser/Gesamtrohfrucht korrigiert um das Nachschubwasser. Um hier möglichst wenig vom oben festgelegten Sollwert abzuweichen sollte das Nachschubwasser möglichst gering gehalten werden.



Im folgenden werden nun die Werte für die Malzmaische ermittelt.

Ausgegangen wird wiederum von der unter "Rezepte" festgelegten Malzmenge (hier 1249 kg). Es muß nun die Konzentration der Malzmaische festgelegt werden (hier 4,00).

Die Auswirkungen dieser Relation auf die Würzezusammensetzung und Bierqualität wird in dem Brew.Tech Kurs "Maischen" erklärt, ein realistischer Wert ist hier für die gesamte weitere Berechnung wichtig.

Basierend auf diese Konzentration ergibt sich eine insgesamt nötige Brauwassermenge von hier 50 hl. Bei einer Leistung der Schrotmühle von hier 3 t/h (dieser Wert wird von der im Reiter "Läuterbottich" gewählten Mühlengröße übernommen) ergibt sich die benötigte Schrotzeit von 25 min. Im Falle von Naßschrotung muß nun hier die benötigte Menge Wasser pro kg Malz angegeben werden (hier das Minimum von ca. 0,65 hl/100 kg), bei Trockenschrot ist dieser Wert gleich 0.

Malzmaische (laut Rezept und ohne Rohfruchtmaische)			
Malzmenge	1.249	kg	
Verhältnis Malz/Wasser	4,00	hl/dt	
Wassermenge	50	hl	
Leistung der Mühle	3	t/h	
Dauer des Schrotens	25,0	min	
Bei Naßschrot: Verhältnis Einweichwasser/Schrot	0,65	hl/dt	mindestens 0,65 hl/t für die Naßschrotung, 0 hl/t bei Trockenschrot
Menge Einweichwasser	8,1	hl	
Wasserdurchsatz für Einweichwasser	18,9	hl/h	
Nachrückwasser Naßschrotmühle->Maischbottich	1,0	hl	
Nachrückwasser Maischbottich->Läuterbottich	1,0	hl	
Wasser um den Läuterbottich mit ca. 4 cm über Boden zu füllen	4	hl	
restliche Wassermenge in Malzmaische	36,1	hl	
Wasserdurchsatz für Einmaischwasser	84,0	hl/h	
Gesamtvolumen Malzmaische	53,9	hl	
Ratio Malzmaische Wasser/Malz	1: 3,62	hl/100kg	

Abhängig von der eingegebenen Konzentration ergibt sich nun das Volumen des Brauwassers (hier 8,1 hl) sowie der Volumenstrom (hier 18,9 hl/h) um während der Schrotzeit komplett das Malz einzumaischen.

Ebenfalls muß nun wiederum die Menge Nachspühlwasser um die Naßmühle leerspülen eingegeben werden (hier 1 hl) was bei Trockenschrot gleich 0 ist. Sowie die Menge Nachspühlwasser vom Maische- zum Läuterbottich. Beide Mengen sollten möglichst gering gehalten werden um die Maischekonzentration möglichst nahe am Sollwert zu belassen.

Als nächstes wird die Menge an Wasser berücksichtigt welche notwendig ist den Boden des Läuterbottich um 4 cm zu belegen, dieser Wert wird aus dem Reiter "Läuterbottich" übernommen (hier 4 hl).

Schließlich ergibt sich die Menge an Brauwasser die dem Maischbottich während des Einmaischens zugegeben werden muß, im Falle von Trockenschrot ist dies die Wassermenge im Einmaischer (in diesem Beispiel 36,1 hl mit einem Durchsatz von 84 hl/h um in den gegebenen 25 min einzumaischen.

Letzlich ergibt sich das gesamte Volumen der Malzmaische (hier 53,9 hl) sowie die Endkonzentration dieser von 3,62 hl/100 kg.

### 3. Mühle und Vormaischer:

In diesem Kapitel wird nun die Malz-Schrotmühle sowie der Vormaischer ausgelegt und dimensioniert.

Die Schrotmühle wird hier als Naßschrotmühle gewählt. Ausgangswert ist die Malzmenge welche in dem vorgegangenen Rezept ausgewählt wurde (hier 1.330 kg). Aus dieser Menge plus der gewünschten bzw. benötigten Schrotdauer (hier 18 min.) ergibt sich die errechnete Leistung der Schrotmühle (hier 4,4 t/h).

Um Auslegungsdaten für die Mühle zu erhalten wurden im System Dimensionen und Leistungen für vier verschiedene Mühlenleistungen hinterlegt. Über das grüne Pop Up Feld soll nun eine Mühlengröße gewählt werden welche der errechneten Leistung am nächsten kommt (hier 3 t/h) automatisch werden Dimensionen, elektrische Anschlußleistungen von Mühle und Pumpe sowie die Brauwasserdurchsatzmenge für diesen Mühlentyp angezeigt.

Letztendlich wird noch die Größe des Malzpuffers vor der Mühle vorgeschlagen (hier 29 hl).

Schrotmühle (an Beispiel Naßschrotung)			
<b>Basisdaten</b>			
Schüttung Malz laut Rezept	1.330	kg	
Schrotzeit	18	min	max.20 bei 10 Suden/Tag
<b>Beispieldaten der Naßschrotung</b>			
Notwendige Leistung laut eingegebener Daten	4,4	t/h	
gewählte Leistung	3	t/h	
tatsächliche Leistung	3	t/h	
Das Malzschrot wird in einer kontinuierlichen Weiche und Mühle mit folgenden Ramendaten behandelt:			
Breite	600	mm	
Höhe	950	mm	
Tiefe	420	mm	
Walzenlänge	600	mm	
Walzendurchmesser	238	mm	
Antriebsleistung	8	kW	
Abtriebsdrehzahl	1.450	1/min	
Maischepumpe	15	m <sup>3</sup> /h	
Förderhöhe	8	m	
DN	80		
Antriebsleistung	4	kW	
Abtriebsdrehzahl	1.450	1/min	
<b>Schrotbehälter</b>			
Gesamtvoluemen	29	hl	

Im folgenden wird nun der Vormaischer ausgelegt.

Ausgangswerte sind wiederum die Menge an Malz und Rohfrucht welche im Rezept festgelegt wurden (hier 1.330 kg sowie 540kg). Als weiterer Schritt wird nun die vorhandene Temperatur des kalten und heißen Brauwassers eingegeben (hier 15 °C und 80°C).

Im rechten Bereich der Tabelle finden sich Vorschläge mit welcher Einmischdauer bei welcher Sudzahl pro Tag für die Malzmaische zu rechnen ist. In diesem Fall wurden 15 Minuten gewählt. Da die Rohfruchtmaische weniger zeitkritisch ist kann hier die Dauer größer gewählt werden (hier 25 Minuten). Ferner wird die gewünschte Einmischtemperatur vorgegeben (hier 49°C und 50°C).

Aus diesen Angaben wird nun die Leistung des Einmaischers, der Durchmesser des Einmischrohres sowie die mögliche Bandbreite dieses Einmaischers errechnet.

Die Menge an Einmischwasser für die Malz- und Rohfruchtmaische wird aus dem Kapitel Maischeberechnung übernommen (hier 42 hl sowie 21 hl).

Vormaischer				
<b>Basisdaten</b>			Sude/Tag	Einmischzeit Malz min.
			4	15
Schüttung Malz	1.330	kg	6	12
Schüttung Rohfrucht	540	kg	8	10
Temp.Brauwasser kalt	15	°C	10	8
Temp.Brauwasser warm	80	°C	12	6 hasta 8
	<b>Malz</b>		<b>Rohfrucht</b>	
Einmischzeit	15	min	25	min
Einmischtemperatur	49	°C	50	°C
Leistung Einmischer	5,32	to/h	1,30	to/h
Einmischer Mischer DN	150	mm	150	mm
(für Schüttung von - bis)	0-2500	kg	0-2500	kg
Einmischwasser	42	hl	21	hl

Mit den nun eingegebenen Werten kann im folgenden die Brauwasserversorgung der Einmaischer ausgelegt werden. Zunächst wird die Hauptleitung zum Einmaischer berechnet. Es wird die gewünschte (hier 2 m/s, Richtwert ist 1,5 bis 2,5 m/s) Fließgeschwindigkeit angegeben. Aus den bekannten Mengen und Zeiten errechnet sich nun der Rohrdurchmesser, im nächsten Schritt wird nun der diesem Rechenwert am nächsten kommende verfügbare Rohrdurchmesser eingegeben (hier DN 50 sowie DN 32) woraus das System dann wiederum die real zu erwartende Fließgeschwindigkeit angibt.

Im weiteren wird nun die benötigte Menge Kalt- und Heißwasser berechnet, sowie die Pumpenleistung um diese in der vorgegebenen Zeit zu fördern. Aus diesen Werten können nun die notwendigen Kalt- und Heißwasserleitungen zu den Wassermischern ausgelegt werden. Es wird zunächst für die Heißwasserleitungen wiederum die Fließgeschwindigkeit vorgegeben (hier 2,0 m/s), daraus der Rohrdurchmesser errechnet und anschließend der nächst verfügbare Rohrdurchmesser gewählt (hier DN 40 und DN 25) und anschliesend die reale Fließgeschwindigkeit wiederum berechnet).

Dieser Vorgang wiederholt sich nun analog für die Kaltwasserversorgung, wobei für Kaltwasser grundsätzlich eine etwas höhere Fließgeschwindigkeit gewählt werden kann.

Abschließend werden nun noch die Anschlußdurchmesser für den Wassermischer des Malz- und des Rohfruchteimaischers berechnet und ausgewiesen.

Ebenfalls wird eine Zusammenfassung der verschiedenen gewählten Rohrdurchmesser angezeigt.

Wassermischer				
Durchmesser Warmwasser Ventil	32	mm	25	mm
Durchmesser Kaltwasser Ventil	32	mm	25	mm
Zusammenfassung der Verrohrung des Vormaischers				
	Malz		Rohfrucht	
Maischemischer Durchmesser	150	mm	150	mm
Hauptwasserleitung zum Mischer	50	mm	32	mm
Warmwasserleitung	40	mm	25	mm
Kaltwasserleitung	32	mm	25	mm
Durchmesser Warmwasser Ventil	32	mm	25	mm
Durchmesser Kaltwasser Ventil	32	mm	25	mm

Hauptwasserleitung zum Mischer				
Fließgeschwindigkeit	2,0	m/s	2,0	m/s
DN errechnet	55	mm	30	mm
DN gewählt	50	mm	32	mm
Fließg. tatsächl.	2,40	m/s	1,70	m/s (ideal 1.5 bis 2.5)
Wassermengen				
Warmwassermenge	22,1	hl	11,0	hl
Kaltwassermenge	20,2	hl	9,5	hl
Zuführung Warmwasser	8,9	m³/h	2,7	m³/h
Zuführung Kaltwasser	8,1	m³/h	2,3	m³/h
Warmwasserleitung				
Fließgeschwindigkeit	2,0	m/s	2,0	m/s
DN errechnet	40	mm	22	mm
DN gewählt	40	mm	25	mm
reale Fließgeschwindigkeit	1,96	m/s	1,50	m/s
Kaltwasserleitung				
Fließgeschwindigkeit	3,0	m/s	3,0	m/s
DN errechnet	31	mm	16	mm
DN gewählt	32	mm	25	mm
reale Fließgeschwindigkeit	2,8	m/s	1,3	m/s

## 4. Maischepfanne:

In diesem Kapitel wird die Malz-Maischepfanne dimensioniert und ausgelegt.

Ausgangswerte für die Dimensionierung der Maischepfanne ist das Volumen der Malzmaische wie in dem Kapitel Maceracion berechnet (hier 74 hl), auf diesen Rechenwert wird nun 15 % Sicherheitszuschlag beaufschlagt und man erhält das errechnete Volumen von 85 hl. Es wird nun automatisch in einer Referenztable die für dieses Volumen passende Pfanne gesucht und der entsprechende Durchmesser, das Gesamtvolumen sowie der Inhalt des Pfannenbodens bis zur Zarge angegeben.

Anschließend muß nun der für die weiteren Berechnungen relevante Durchmesser eingegeben werden, hier wurde mit 2500 mm der Referenzdurchmesser übernommen. Damit ergibt sich nun das Verhältnis von Pfannendurchmesser zu Höhe des Niveaus der Malzmaische von 1 : 1,7

Maischepfanne	
<b>Abmessungen</b>	
Maischemenge	74 hl
Totalinhalt Maischepfanne	85 hl
Durchmesser Maischepfanne	2500 mm
Inhalt Maischepfanne	95,6 hl
Inhalt Boden Maischepfanne	7,2 hl
Sicherheitsfaktor tatsächlich	1,29
Durchmesser gewählt	2500 mm
Verhältnis Durchmesser/Maischehöhe	1,7

Ausgangspunkt für die Berechnung der Heizflächen ist die gewünschte Aufheizrate, diese liegt normalerweise im Bereich von 0,5 (bei älteren Pfannen) bis 1,8 °C/min (bei neueren) hier wurde ein Wert von 1.5 °C/min m<sup>2</sup>K, neuere Pfannen erreichen einen K Wert über 2000, für unser Beispiel wälten wir 1300 was einem Wert von 1512 W/m<sup>2</sup>K entspricht der unterhalb angezeigt wird.

Des weiteren ist der verfügbare an der Pfanne anstehende Dampfdruck (es wird von Sattdampf als Heizmedium ausgegangen) auszuwählen, hier kann der Wert von 3,4,5 oder 6 bar gewählt werden, in der Zelle unterhalb erscheint dann die entsprechende Dampf-Kondensationstemperatur.

Desweiteren ist die Anfangs- und Endtemperatur des Maischeprozesses notwendig.

Aus diesen Werten ergibt sich dann die benötigte Heizleistung, hier 778 kw.

Es erfolgt nun die Berechnung der gesamt benötigten Heizfläche (hier 7,40 m<sup>2</sup>) sowie die Angabe aus einer Referenztabelle der für diese Pfanne mögliche Verteilung der Heizflächen in Boden und Zarge.

Als nächstes wird angegeben mit wecher Anzahl an Heizringen (wobei ein Heizring 13 cm zylindrische Höhe benötigt) diese Zylinderheizfläche erreicht wird.

Es muß nun die tatsächlich zu installierende Anzahl der Heizringe angegeben werden (falls statt Heizringen Heizflächen sog. dimple plates installiert werden ist die Anzahl so zu wählen daß die gewünschten m<sup>2</sup> erreicht werden).

Nun wird die effektive Menge der Maische laut Rezept im zylidrischen Teil errechnet (hier 67,11 hl) sowie die Füllhöhe der Maische im zylindrischen Teil (hier 1,37 m). Es wird nun die Füllhöhe der Maische über dem obersten Heizflächensegment angezeigt hier 85 cm.

Falls keine Bodenheizfläche vorgesehen wird muss die gesamte Heizfläche in der Zarge untergebracht werden, falls dies für dieses Rezept nicht möglich ist erscheint der Hinweis "no factible". Es muß nun die Heizrate verringert oder das Rezept verändert werden.

Heizoberflächen	
Aufheizrate	1,5 °C/min
k-Wert	1300 kcal/m <sup>2</sup> K : Richtwert: 1000 bis 1500
	1512 W/m <sup>2</sup> K
Dampfdruck absolut	3 bar
Temperatur Dampf	133,55 °C
Temperatur min Maische zu Beginn	50 °C
Temperatur max Maische bei Ende	78 °C
Heizleistung	778 kW
Heizfläche erforderlich	7,40 m <sup>2</sup>
Bodenheizfläche vorhanden	3,55 m <sup>2</sup>
Zargen-Heizfläche erforderlich	3,85 m <sup>2</sup>
Heizringe Anzahl	3,8 (1Ring entspricht 13 cm Zylinderhöhe)
Heizringe Anzahl gewählt	4
Zargen-Heizfläche gewählt	4,08 m <sup>2</sup>
Heizzargenhöhe gewählt	0,52 m
Heizfläche gewählt	7,63 m <sup>2</sup>
Zarge Inhalt	67,11 hl
Zargenhöhe erforderlich	1,37 m
Maische über Heizzarge	0,85 m

Des weiteren wird die notwendige Verbindung zum Läuterbottich ausgelegt. Zunächst muß die Abmaischdauer festgelegt werden um den Sudplan einzuhalten, hier wurden 10 min gewählt, daraus ergibt sich die notwendige Abmaischgeschwindigkeit (hier 45 <sup>3</sup>/h).

Der nächst einzugebende Wert ist die Geschwindigkeit der Maische auf der Saugseite der Pumpe, diese sollte 1,5 m/sec nicht überschreiten, hier wurden 1,2 m/sec gewählt. Daraus ergibt sich ein errechneter Rohrdurchmesser von 115 mm, der nächst verfügbare Rohrdurchmesser war in diesem Fall ein DN 125 welches gewählt wurde, letztendlich errechnet sich daraus in eine Durchflussgeschwindigkeit auf der Saugseite von 1,01 m/sec.

Es erfolgt die Auslegung der notwendigen Dampf und Kondensat Anbindungen. Aus der benötigten Heizenergie von 778 kw wird die Dampfenergie von 845 kW errechnet. Aus dieser Dampfenergie ergibt sich unter Berücksichtigung des vorgewählten Dampfdrucks an der Pfanne eine Masse von 1407 kg/h bei einem Volumenstrom von 851 m<sup>3</sup>/h.

Für diese Dampfmenen wird ein Dampfbreguliertventil mit einem Durchmesser von 65 mm vorgeschlagen um den vom Dampfkessel kommenden Hochdruckdampf auf den vorgewählten Dampfdruck an der Pfanne zu reduzieren.

Für die Dampfleitung zur Pfanne wird nun die gewünschte Fließgeschwindigkeit gewählt werden (Referenzgeschwindigkeiten finden sich im Brew.Tech "Allgemeine Berechnungen"). Bei einer gewählten Geschwindigkeit von hier 30 m/sec ergibt sich ein Rohrdurchmesser von 100 mm, da dieser einem vorhandenen Rohrdurchmesser entspricht wird in dem nächsten Feld 100 mm als gewählter Durchmesser eingegeben, darauch ergibt sich dann wieder die reale Fließgeschwindigkeit von 30,1 m/sec.

Analog wird für die Kondensat Verrohrung vorgegangen. Aus der gewählten Kondensat Fließgeschwindigkeit von 1 m/sec ergibt sich ein errechneter Rohrdurchmesser von 22 mm, das nächst verfügbare Rohr hat einen Durchmesser von 25 mm was einer realen Fließgeschwindigkeit von 0,8 m/sec entspricht. Letztlich werden noch die benötigten Kondensatableiter vorgeschlagen: Hier 2 Ableiter mit einer Nennweite von 40 mm, sowie das Volumen des Kondensatbehälters von hier 9 Liter.

<b>Abmaischen zum Läuterbottich</b>			
Abmaischdauer	10	min	
Leistung	45	m <sup>3</sup> /h	
Fließgeschwindigkeit saugseitig	1,2	m/s	(nicht über 1,5 m/sec)
DN erforderlich	115	mm	
DN gewählt	125	mm	
Fließgeschwindigkeit real	1,01	m/s	
<b>Dampfversorgung der Maischepfanne</b>			
Energiebedarf	778	kW	= 668.896 kcal/h
Dampfverbrauch	845	kW	= 727.060 kcal/h
Dampf Massenstrom	1407	kg/h	
Dampf Volumenstrom	851	m <sup>3</sup> /h	
Regelventil DN	65	mm	
Fließgeschwindigkeit Dampf gewählt	30	m/s	
Dampfleitung erford.	100	mm	
Dampfleitung gewählt	100	mm	
Fließgeschwindigkeit Dampf real	30,1	m/s	
Fließg. Kondensat gewählt	1	m/s	
Kondensatleitung erford.	22	mm	
Kondensatleitung gewählt	25	mm	
Fließgeschwindigkeit Kondensat real	0,80	m/s	
Anzahl Kondensatableiter	2 x DN 40		
Kondensatopf	9	l	

Im letzten Schritt wird nun nochmals die Verrohrung und Pumpenauswahl für das Abmaischen zum Läuterbottich ausgelegt und überprüft. Es werden zunächst die vorher festgelegte Abmaischdauer von 10 min sowie die errechnete Abmaischgeschwindigkeit von 45 m<sup>3</sup>/h übernommen. Als nächstes wird nun die tatsächliche Pumpenleistung eingetragen, hier wurden nun 55 m<sup>3</sup>/h als reale Pumpenleistung angegeben. Wir sehen daß die kalkulierte Maischegeschwindigkeit 1,01 m/s war, um diese einzuhalten wäre nun ein Rohrdurchmesser von 139 mm notwendig, der gewählte Rohrdurchmesser ist jedoch 125 mm, daraus ergibt sich eine Fließgeschwindigkeit von 1,24 m/s. Da diese noch unter der Maximalgeschwindigkeit von 1,5 m/s liegt erscheint der Hinweis "Pumpe OK". Für die Druckseite der Pumpe wurde eine Wunschgeschwindigkeit von 2,3 m/s gewählt, daraus ergibt sich ein notwendiger Rohrdurchmesser von 92 mm, der gewählte Rohrdurchmesser liegt bei eingegebenen 80 mm daraus wiederum resultiert eine Fließgeschwindigkeit von 3,04 m/s. Nachdem diese über der Maximalgeschwindigkeit von 3,0 liegt erscheint der Hinweis "Pumpe ändern". Um die Fließgeschwindigkeit nun unter 3,0 zu legen muß entweder der Durchsatz der Pumpe verringert, oder der Rohrdurchmesser der Druckseite vergrößert werden.

Maischepumpe		
Abmaischdauer	10 min	
Leistung Maischepumpe errechnet	45 m <sup>3</sup> /h	
Leistung Maischepumpe gewählt	55 m <sup>3</sup> /h	
Fließgeschwindigkeit Maische Saugseite	1,01 m/s	maximum 1,5 m/sec
Erforderlicher Rohrdurchmesser	139 mm	
Gewählter Rohrdurchmesser	125 mm	
reale Fließgeschwindigkeit	1,24 m/s	Pumpe OK
Fließgeschwindigkeit Maische Druckseite	2,3 m/s	maximum 3,0 m/sec
Erforderlicher Rohrdurchmesser	92 mm	
Gewählter Rohrdurchmesser	80 mm	
reale Fließgeschwindigkeit	3,04 m/s	Pumpe ändern!



## 5. Rohfruchtkocher:

In diesem Kapitel wird der Rohfruchtkocher dimensioniert und ausgelegt.

Diese Auslegung erfolgt weitgehend analog zur Auslegung der Maischepfanne.

Zu Beginn muß festgelegt werden ob es sich um eine Druckkochung (notwendig bei Installationen in großer Höhe wo der atmosphärische Druck keine ausreichende Kochtemperatur von über ca. 95 °C erlaubt) oder normaler atmosphärischer Kochung handelt in Abhängigkeit davon ein konischer oder ein Klöpperboden installiert werden muß.

Ausgangswerte für die Dimensionierung des Rohfruchtkochers ist das Volumen der Rohfruchtmaische wie in dem Kapitel Maischeberechnung berechnet (hier 26 hl), auf diesen Rechenwert wird nun 50 % Sicherheitszuschlag beaufschlagt und man erhält das errechnete Volumen von 38 hl. Es wird nun automatisch in einer Referenztabelle die für dieses Volumen passende Pfanne gesucht und der entsprechende Durchmesser, das Gesamtvolumen sowie der Inhalt des Pfannenbodens bis zur Zarge angegeben.

Anschließend muß nun der für die weiteren Berechnungen relevante Durchmesser eingegeben werden, hier wurde mit 2000 mm der Referenzdurchmesser übernommen. Damit ergibt sich nun das Verhältnis von Pfannendurchmesser zu Höhe des Niveaus der Malzmaische von 1 : 2,5

Rohfruchtkocher	
Druckkochung	nein
Abmessungen	
Rohfruchtmaischemenge	26 hl
Totalinhalt Rohfruchtkocher	38 hl
Durchmesser Rohfruchtkocher	2000 mm
Inhalt Rohfruchtkocher	48,9 hl
Inhalt Boden Rohfruchtkocher	3,7 hl
Sicherheitsfaktor tatsächlich	191%
Gewählter Durchmesser Rohfruchtkocher	2000 mm
Verhältnis Durchmesser / Flüssigkeitshöhe	2,5

Ausgangspunkt für die Berechnung der Heizflächen ist die gewünschte Aufheizrate, diese liegt normalerweise im Bereich von 0,5 (bei älteren Pfannen) bis 1,8 °C/min (bei neueren) hier wurde ein Wert von 1 °C/min m<sup>2</sup>K, neure Kocher erreichen über 2000, für unser Beispiel wählten wir 1250 was einem Wert von 1453 W/m<sup>2</sup>K entspricht der unterhalb angezeigt wird.

Des weiteren ist der verfügbare an dem Kocher anstehende Dampfdruck (es wird von Sattedampf als Heizmedium ausgegangen) auszuwählen, hier kann der Wert von 3,4,5 oder 6 bar gewählt werden, in der Zelle unterhalb erscheint dann die entsprechende Dampf-Kondensationstemperatur.

Desweiteren ist die Anfangs- und Endtemperatur des Kochprozesses notwendig, hier wurde der Aufheizbeginn mit 50°C angegeben und der Kochbeginn bei 95°C

Aus diesen Werten ergibt sich dann die benötigte Heizleistung, hier 178 kw.

Es erfolgt nun die Berechnung der gesamt benötigten Heizfläche (hier 2,01 m<sup>2</sup>) sowie die Angabe aus einer Referenztabelle der für diese Pfanne mögliche Verteilung der Heizflächen in Boden und Zarge.

Als nächstes wird angegeben mit wecher Anzahl an Heizringen (wobei ein Heizring 13 cm zylindrische Höhe benötigt) diese Zylinderheizfläche erreicht wird.

Es muß nun die tatsächlich zu installierende Anzahl der Heizringe angegeben werden (falls statt Heizringen Heizflächen sog. dimple plates installiert werden ist die Anzahl so zu wählen daß die gewünschten m<sup>2</sup> erreicht werden).

Nun wird die effektive Menge der Maische laut Rezept im zylidrischen Teil errechnet (hier 21,87 hl) sowie die Füllhöhe der Maische im zylindrischen Teil (hier 0,70 m). Es wird nun die Füllhöhe der Maische über dem obersten Heizflächensegment angezeigt hier 0,70 m.

Falls keine Bodenheizfläche vorgesehen wird muss die gesamte Heizfläche in der Zarge untergebracht werden, falls dies für dieses Rezept nicht möglich ist erscheint der Hinweis "no factible". Es muß nun die Heizrate verringert oder das Rezept verändert werden.

<b>Superficies de calentamiento</b>	
Aufheizrate	1 °C/min
k-Wert	1250 kcal/m <sup>2</sup> K Referenzwert 1100 bis 1300
	1453 W/m <sup>2</sup> K
Dampfdruck absolut	3 bar
Temperatur Dampf	133,55 °C
Temperatur min Rohfruchtmaische zu Beginn	50 °C
Temperatur max Rohfruchtmaische bei Ende	95 °C
Heizleistung	178 kW
Heizfläche erforderlich	2,01 m <sup>2</sup>
Bodenheizfläche vorhanden	2,00 m <sup>2</sup>
Zargen-Heizfläche erforderlich	0,01 m <sup>2</sup>
Heizringe Anzahl	0,0
Heizringe Anzahl gewählt	1
Zargen-Heizfläche gewählt	0,82 m <sup>2</sup>
Heizzargenhöhe gewählt	0,13 m
Heizfläche gewählt	2,82 m <sup>2</sup>
Zarge Inhalt	21,87 hl
Zargenhöhe erforderlich	0,70 m
Maische über Heizzarge	0,57 m

Des weiteren wird die notwendige Verbindung zum Maisch- oder Läuterbottich ausgelegt. Zunächst muß die Abmischdauer festgelegt werden um den Sudplan einzuhalten, hier wurden 10 min gewählt, daraus ergibt sich die notwendige Abmischgeschwindigkeit (hier 15 m³/h).

Der nächst einzugebende Wert ist die Geschwindigkeit der Maische auf der Saugseite der Pumpe, diese sollte 1,5 m/sec nicht überschreiten, hier wurden 1,4 m/sec gewählt. Daraus ergibt sich ein errechneter Rohrdurchmesser von 62 mm, der nächst verfügbare Rohrdurchmesser war in diesem Fall ein DN 80 welches gewählt wurde, letztendlich errechnet sich daraus in eine Durchflussgeschwindigkeit auf der Saugseite von 0,85 m/sec.

Es erfolgt die Auslegung der notwendigen Dampf und Kondensat Anbindungen. Aus der benötigten Heizenergie von 178 kw wird die Dampfenergie von 194 kW errechnet. Aus dieser Dampfenergie ergibt sich unter Berücksichtigung des vorgewählten Dampfdrucks an dem Kocher eine Masse von 323 kg/h bei einem Volumenstrom von 195 m³/h.

Für diese Dampfmenen wird ein Dampfbreguliertventil mit einem Durchmesser von 32 mm vorgeschlagen um den vom Dampfkessel kommenden Hochdruckdampf auf den vorgewählten Dampfdruck an der Pfanne zu reduzieren.

Für die Dampfleitung zur Pfanne nun die gewünschte Fließgeschwindigkeit gewählt werden (Referenzgeschwindigkeiten finden sich im Brew.Tech "herramienta básica"). Bei einer gewählten Geschwindigkeit von hier 30 m/sec ergibt sich ein Rohrdurchmesser von 48 mm, der nächst verfügbare Rohrdurchmesser ist ein DN 50, in dem nächsten Feld wird daher 50 mm als gewählter Durchmesser eingegeben, daraus ergibt sich dann wieder die reale Fließgeschwindigkeit von 27,6 m/sec. Analog wird für die Kondensat Verrohrung vorgegangen. Aus der gewählten Kondensat Fließgeschwindigkeit von 1 m/sec ergibt sich ein errechneter Rohrdurchmesser von 11 mm, das nächst verfügbare Rohr hat einen Durchmesser von 25 mm was einer realen Fließgeschwindigkeit von 0,18 m/sec entspricht. Letztlich werden noch die benötigten Kondensatableiter vorgeschlagen: Hier 1 Ableiter mit einer Nennweite von 40 mm, sowie das Volumen des Kondensatbehälters von hier 4 Liter.

Abmischen der Rohfruchtmaische			
Abmischdauer	10	min	
Leistung	15	m³/h	
Fließgeschwindigkeit saugseitig	1,4	m/s	
DN erforderlich	62	mm	
DN gewählt	80	mm	
Fließgeschwindigkeit real	0,85	m/s	
Dampfversorgung des Rohfruchtkochers			
Energiebedarf	178	kW	= 153.401 kcal/h
Dampfverbrauch	194	kW	= 166.740 kcal/h
Dampf Massenstrom	323	kg/h	
Dampf Volumenstrom	195	m³/h	
Regelventil DN	32	mm	
Fließgeschwindigkeit Dampf gewählt	30	m/s	
Dampfleitung erford.	48	mm	
Dampfleitung gewählt	50	mm	
Fließgeschwindigkeit Dampf real	27,61	m/s	
Fließg. Kondensat gewählt	1	m/s	
Kondensatleitung erford.	11	mm	
Kondensatleitung gewählt	25	mm	
Fließgeschwindigkeit Kondensat real	0,18	m/s	
Anzahl Kondensatableiter	1 x DN 40		
Kondensatopf	4	l	

## 6. Läuterbottich:

In diesem Kapitel wird der Läuterbottich dimensioniert und ausgelegt.

Ausgang für diese Auslegung ist wiederum das im Reiter Maischeberechnung angelegte Rezept. Aus diesem wird die Gesamtmenge des Rohmaterials von 1870 kg, sowie die Teilmenge Malz von 1330 kg und die Teilmenge Rohfrucht von 540 kg übernommen. Nun muß die gewünschte spezifische Senkbodenbelastung gewählt werden, diese ist verantwortlich für die minimal erreichbare Filtrationszeit und wird daher in Abhängigkeit der maximal gewünschten Sudzahl sowie der Art der Schrotung gewählt. Am rechten Rand findet sich eine Auswahltabelle in welcher mögliche spezifische Schüttungen in Abhängigkeit von Schrotung und Sudzahl sowie die resultierende Schütthöhe angegeben sind. Je geringer die spezifische Schüttung desto größer und damit auch teurer wird der Läuterbottich. In diesem Fall wurde eine Schüttung von 180 kg/m<sup>2</sup> gewählt.

Daraus errechnet sich nun die benötigte Filterfläche von 10,4 m<sup>2</sup> und der theoretische Läuterbottich Durchmesser von 3637 mm, es wird nun der effektive reale oder nächst mögliche Läuterbottich Durchmesser eingegeben, hier wurde ein Läuterbottich mit 3600 mm Durchmesser gewählt. Mit dem realen Durchmesser wird nun die reale Filterfläche von 10,2 m<sup>2</sup> sowie die reale spezifische Schüttung von 157 kg/m<sup>2</sup> errechnet.

Als nächstes wird nun die zylindrische Höhe eingegeben, diese soll mindestens 50 über dem maximalen Volumen des Läuterbottich Inhalts sein. Hier wurde eine Höhe von 2000 mm gewählt was ein Volumen von 192 hl ergibt.

Schließlich wird nun noch das Trebervolumen von hier 27,5 hl sowie die Treberhöhe von hier 0,29 Meter errechnet.

Schüttung gesamt 1870 kg  
 Schüttung Malz 1330 kg  
 Schüttung Rohfrucht 540 kg  
 spezifische Schüttung 180 kg/m<sup>2</sup>

Grundfläche 10,4 m<sup>2</sup>  
 Durchmesser 3637 mm

Durchmesser gewählt 3600 mm  
 Grundfläche tatsächlich 10,2 m<sup>2</sup>  
 spezifische Schüttung tatsächlich 157 kg/m<sup>2</sup>  
 Zargenhöhe 2000 mm  
 Volumen tatsächlich 192 hl

Trebervolumen im Läuterbottich 27,5 hl  
 Treberhöhe im Läuterbottich 0,29 m

	8	9	
	Sude	Sude	
<b>reines Trockenschrot</b>	165-175	155-165	kg/m <sup>2</sup>
Treberhöhe	29-32	27-29	cm
<b>kond. Trockenschrot</b>	175-185	170-175	kg/m <sup>2</sup>
Treberhöhe	32-33	30-32	cm
<b>kond. Naßschrot</b>	220-230	205-215	kg/m <sup>2</sup>
Treberhöhe	30-41	36-38	cm
	10	12	
	Sude	Sude	
<b>reines Trockenschrot</b>	150-160	140-150	kg/m <sup>2</sup>
Treberhöhe	26-28	25-26	cm
<b>kond. Trockenschrot</b>	165-175	150-160	kg/m <sup>2</sup>
Treberhöhe	29-32	26-28	cm
<b>kond. Naßschrot</b>	195-205	185-195	kg/m <sup>2</sup>
Treberhöhe	35-36	33-35	cm

Es erfolgt nun die Berechnung der Eintrittsöffnungen für die Maische in den Läuterbottich. Es wurde bereits die Gesamtmaische mit 74 hl berechnet, ebenso die Dauer des Abmischens mit 10 min festgelegt und die dafür erforderliche Fließgeschwindigkeit von 55m<sup>3</sup>/h definiert. Um ein luftfreies Abmischen in den Läuterbottich zu gewährleisten soll die Eintrittsgeschwindigkeit unter 1 m/s liegen. In diesem Fall wurden 0,5 m/s gewählt, daraus ergibt sich eine notwendige Eintrittsöffnung in den Läuterbottich von 306 cm<sup>2</sup> oder 30.556 mm<sup>2</sup>. In diesem Fall wurden Eintittsventile mit einem Durchmesser von 100 mm gewählt, woraus sich eine rechnerische Ventilanzahl von 3,9 ergibt. Für diesen Fall werden nun 4 Ventile verwendet und eingegeben.

<b>Maische einpumpen</b>			
Gesamtmaische	74	hl	
Dauer des Umpumpens	10	min	
Notwendige Leistung der Pumpe	55	m <sup>3</sup> /h	
Eilaufgeschwindigkeit	0,5	m/s	< 1 m/s
Daraus folgende Größe der Eintrittsöffnung(en)	306	cm <sup>2</sup>	
	30.556	mm <sup>2</sup>	
Gewählter Durchmesser der Einlaßventile	100	mm	
Daraus folgende Anzahl der Einlaßventile	3,9		
Gewählte Anzahl der Einlaßventile	4		

Im folgenden wird nun der Mechanismus des Anschwänzens berechnet. Ausgangswert ist die maximal für das Anschwätzen zulässige Zeit. Diese wird aus der beigefügten Tabelle abgeschätzt in welcher für die maximale Sudzahl von 8, 10 und 12 Suden pro Tag die maximale Gesamfiltrationszeit sowie die maximale mögliche Zeit für das Anschwätzen angeführt ist.

Hier wurde eine Zeit von 45 min vorgegeben. Die Menge des Anschwänzwassers von 68 hl wurde bereits berechnet. Als Temperatur des Anschwänzwassers wird 77°C vorgegeben um die Verzuckerung zu gewährleisten.

Die in der Brauerei verfügbare Kaltwassertemperatur von 15 °C sowie die Warmwassertemperatur von 80 °C wurde bereits angegeben und wird hier übernommen.

<b>Anschwätzen</b>	
Anschwänzzeit	45 min
Anschwänzmenge	68 hl
Anschwänztemperatur	77 °C
Temperatur Brauwasser kalt	15 °C
Temperatur Brauwasser warm	80 °C

	8 Sude	10 Sude	12 Sude
<b>Abläutezeit maximal</b>	140	110	90
<b>Anschwänzzeit maximal</b>	60	50	40
<b>Anschwänzmenge</b>	5,3-5,8 m <sup>3</sup> /t*h	6,0-6,3 m <sup>3</sup> /t*h	6,4-6,6 m <sup>3</sup> /t*h

Aus den eingegebenen und berechneten Werten des Läuterbottichs kann nun die Verrohrung des Wassermischers ausgelegt werden.

Als Fließgeschwindigkeit für die Hauptzuleitung zur Anschwänzvorrichtung wird 2m/s gewählt, daraus ergibt sich ein berechneter Rohrdurchmesser von 40 mm, dieser wird auch als gewählter Durchmesser eingegeben und die reale Fließgeschwindigkeit von 1,99 m/s ausgewiesen.

Um bei den vorgegebenen Wassertemperaturen und Mengen die gewählte Anschwänztemperatur zu erreichen sind 64 hl Warmwasser und 3 hl Kaltwasser notwendig, was bei den gewählten Zeiten einem Durchsatz von 8,6m<sup>3</sup>/h Warmwasser und 0,4m<sup>3</sup>/h Kaltwasser entspricht.

Für die Warmwasserversorgung des Wassermischers wird daher bei einer gewählten Fließgeschwindigkeit von 2 m/s ein Rohrdurchmesser von 39 mm berechnet. Der reelle Rohrdurchmesser wird mit 40 mm angesetzt was eine reelle Fließgeschwindigkeit von 1,90 m/s ergibt.

Für die Kaltwasserversorgung des Wassermischers wird bei einer gewählten Fließgeschwindigkeit von 2 m/s ein Rohrdurchmesser von 9 mm berechnet. Der reelle Rohrdurchmesser wird mit 25 mm angesetzt was eine reelle Fließgeschwindigkeit von 0,24 m/s ergibt.

<b>Wassermischer</b>	
<b>Hauptleitung</b>	
Fließgeschwindigkeit	2 m/s
DN errechnet	40 mm
DN gewählt	40 mm
Fließgeschwindigkeit tatsächlich	1,99 m/s
<b>Wassermengen</b>	
Warmwassermenge	64 hl
Kaltwassermenge	3 hl
Warmwasser Zuführung	8,6 m <sup>3</sup> /h
Kaltwasser Zuführung	0,4 m <sup>3</sup> /h
<b>Warmwasserleitung</b>	
Fließgeschwindigkeit	2 m/s
DN errechnet	39 mm
DN gewählt	40 mm
Fließgeschwindigkeit tatsächlich	1,90 m/s
<b>Kaltwasserleitung</b>	
Fließgeschwindigkeit	2 m/s
DN errechnet	9 mm
DN gewählt	25 mm
Fließgeschwindigkeit tatsächlich	0,24 m/s

Letztendlich wird nun noch das Abläutern der filtrierten Würze berechnet.

Zunächst wird die erforderliche Anzahl der Abläuterquellöffnungen berechnet, es gilt hier ca. 1 m<sup>2</sup> Läuterbottichfläche pro Öffnung, woraus sich hier 10 Abläuteröffnungen ergeben.

Insgesamt werden laut Rezept 107 hl Würze abgläutert. Diese Menge muß in der effektiven Läuterzeit d.h. Gesamtbelegzeit des Läuterbottichs minus Einläuterzeit minus Umpumpzeit minus Austreberzeit vom Läuterbottich abgezogen werden. In diesem Fall sind dies 130 min welche eingegeben wurden. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Fließgeschwindigkeit der Würze von 5 m<sup>3</sup>/h.

Um diese vom Läuterbottich abzuziehen wurde eine Pumpe mit einer Leistung von 8 m<sup>3</sup>/h ausgewählt.

Die Fließgeschwindigkeit der Würze soll 1,5 m/s betragen woraus sich ein Rohrdurchmesser von 43 mm berechnet, ausgewählt wurde ein Rohrdurchmesser von 50 mm und damit eine reelle Fließgeschwindigkeit von 1,13 m/s erreicht.

Letztendlich findet sich noch die Angabe der Drehgeschwindigkeit des Hackwerks.

Während des Abläuterns sollte diese 0,2 Umdrehungen pro Minute betragen. Während des Austreberns sollte diese 9,5 Umdrehungen pro Minute betragen.

<b>Abläutern</b>	
Anzahl Anstiche	10
Pfannevollmenge	107 hl
Abläuterzeit	130 min
Läuterpumpenleistung	5 m <sup>3</sup> /h
Läuterpumpenleistung gewählt	8 m <sup>3</sup> /h
Fließgeschwindigkeit	1,5 m/s
DN errechnet	43 mm
DN gewählt	50 mm
Fließgeschwindigkeit tatsächlich	1,13 m/s
<b>GETRIEBE</b>	
Drehzahl Aufhacken	0,2 UpM
Drehzahl Austrebern	9,5 UpM

Es wird nun noch das Treberhandling berechnet.

Aus der Rezeptur ergibt sich eine Trebermenge von 1933 kg bei normalem Restwürzegehalt. Im nächsten Schritt wird die gewünschte Austreberzeit hier 15 min eingegeben wodurch sich eine Leistung für die Austrebereinrichtung von 129 kg/min ergibt.

Soll der Treber in ein Silo zwischengelagert werden so ist für die diese Trebermenge ein Silovolumen von 3,31 m<sup>3</sup> notwendig, sollen mehrere Sude in diesem Silo gelagert werden so ist dieses Volumen mit der gewünschten Sudzahl zu multiplizieren. Im nächsten Schritt wird wiederum die gewünschte Austreberzeit aus dem Silo eingegebne, hier 20 min und die notwendige Leistung der Austrebereinheit von hier 124 kg/min wird angezeigt.

Im folgenden werden nun Verbrauchsdaten für einen vergleichbaren pneumatischen Treberförderer angegeben. Ein vergleichbarer Förderer hätte hier eine Leistung von 100 kg/min und würde dazu 1,5 m<sup>3</sup>/min Druckluft bei 2 bar benötigen bei einer elektrischen Anschlußleistung von 4 kW.

<b>Austrebern</b>	
Trebermenge	1933 kg
Austreberzeit	15 min
Leistung Treberförderer	129 kg/min
<b>Trebersilo</b>	
Trebermenge circa	3,31 m <sup>3</sup>
Austreberzeit	20 min
LeistungTreberförderung berechnet	124 kg/min
LeistungTreberförderung gewählt	100 kg/min
Luftverbrauch circa	1,5 m <sup>3</sup> /min
bei	2 bar
Motor circa	4 kW



## 7. Läuterwürzeerhitzer:

In diesem Kapitel wird ein Läuterwürzeerhitzer dimensioniert und ausgelegt.

Ein Läuterwürzeerhitzer wird zwischen dem Läuterbottich und der Würzpfanne geschaltet um zum einen die Belegzeit der Würzpfanne zu reduzieren (Aufheizdauer der Würze wird verringert) zum anderen um die Möglichkeit der Verwendung von regenerativer Energie zu haben.

Zunächst sind wieder die Gesamtmenge der filtrierten Würze von 107 hl, die gesamte effektive Fließdauer der Würze von 130 min und der sich daraus ergebende Durchsatz von 49 hl/h die Eckdaten welche bereits vorgegeben wurden.

Es muß nun die effektive Eintrittstemperatur der Würze in den Erhitzer angegeben werden (hier 74 °C) sowie die gewünschte Austrittstemperatur (abhängig z.B. von der Kochtemperatur am Standort, oder der verfügbaren Heißwassertemperatur im Energiespeicher) hier 92 °C.

Im folgenden wird nun die Größe des Wärmeaustauschers für die Verwendung von Heißwasser aus einem Energiespeichertank ausgelegt.

Es wird die Eingangstemperatur des Heißwassers in den Energiespeicher eingegeben (hier 96 °C) sowie die gewünschte Rücklauftemperatur (in der Regel 3 bis 6 °C über der Eintrittstemperatur der Würze). Hieraus ergibt sich nun eine benötigte Wärmeleistung des Wärmetauschers von 110 kW bei einem Heißwasserdurchsatz von 59 hl/h.

Desweiteren muß nun der Wärmeübergangs- oder K-Wert des Wärmetauschers angegeben werden, dieser Wert wird in der Regel vom Hersteller des Wärmetauschers angegeben, bei älteren Typen kann dieser 1200 bis 1800 betragen bei neueren um 2000 – 2500, in diesem Fall wurde ein Wert von 2000 gewählt.

Mit diesen Werten wird nun die mittlere Temperaturdifferenz zwischen beiden Medien (hier 4,9 K) sowie als Ergebnis die Größe des Wärmetauschers mit 11,1 m<sup>2</sup> angegeben (ohne Sicherheitsreserven !)

Läuterwürzeerhitzer	
Pfanne Voll Menge	107 hl
Abläuterdauer	130 min
Läuterwürzeerhitzer Durchsatz	49 hl/h
Anfangstemperatur	74 °C
Endtemperatur	92 °C
Spezifisches Gewicht Würze	106 kg/hl
Spezifische Wärmekapazität	4,187 KJ/kgK

Heizmedium: Heißwasser aus dem Energiespeicher	
Eintrittstemperatur Heißwasser	96 °C
Austrittstemperatur Heißwasser	80 °C
Spezifisches Gewicht Heißwasser	99,9 kg/hl
Spezifische Wärmekapazität	4,187 KJ/kgK
Benötigte Wärmetauscherkapazität	110 kW
Durchsatz	59 hl/h
k-Wert	2000 W/m <sup>2</sup> K
mittlere Temperaturdifferenz	4,9 K
benötigte Wärmetauscherfläche	11,1 m <sup>2</sup>

Steht für die Erhitzung der Würze kein Heißwasserspeicher zur Verfügung kann das Wasser auch mittels Sattdampf in einem dampfbetriebenen Heißwassererzeuger generiert werden, hier die Auslegung der entsprechenden Dampfversorgung.

Die Größe eines entsprechenden Heißwassererzeugers kann mit brew.tech -> Brau Berechnungen ->Allgemeine Berechnungen ausgelegt werden.

Ausgangspunkt ist der verwendete Dampfdruck (hier 4 bar) daraus ergibt sich eine Sattdampf temperatur von 143,64 °C.

Ferner wird der K Wert des Heißwassererzeugers wie vom Hersteller angegeben eingeben (hier 800) gleichzeitig wird dieser in der Einheit W/m²K angegeben (hier 930).

Der Bedarf an Wärmeenergie mit 110 kW wird übernommen, dies entspricht einer Dampfenergie von 119 kW und dies bei dem gegebenen Dampfdruck einer Dampfmenge von 201 kg/h entsprechend einem Dampf volumen von 93 m³/h.

Damit kann nun die Dampfzuleitung sowie Kondensat Ableitung ausgelegt werden.

Bei einer vorgegebenen Dampfgeschwindigkeit von 25 m/s (Richtwerte finden sich in brew.tech -> Brau Berechnungen ->Allgemeine Berechnungen ) errechnet sich eine Dampfrohrdurchmesser von 36 mm. Es wurde ein Rohrdurchmesser von 40 mm gewählt woraus eine Dampfgeschwindigkeit von 20,53 m/s resultiert.

Bei einer vorgegebenen Kondensat Geschwindigkeit von 2 m/s (Richtwerte finden sich in brew.tech -> Brau Berechnungen ->Allgemeine Berechnungen ) errechnet sich eine Kondensat Rohrdurchmesser von 6 mm. Es wurde ein Rohrdurchmesser von 25 mm gewählt woraus eine Kondensat-geschwindigkeit von 0,11 m/s resultiert.

Heizmedium Dampf (indirekt zur Heißwassererzeugung)			
Dampfdruck	4	bar	
Dampf temperatur	143,64	°C	
k-Wert	800	kcal/K m² h	
k-Wert	930	W/m² K	
<b>Dampfverbrauch</b>			
Energiebedarf	110	kW	= 94.247 kcal/h
Dampfverbrauch	119	kW	= 102.443 kcal/h
Massenstrom	201	kg/h	
Volumenstrom	93	m³/h	
<b>Dampfleitung</b>			
Fließg. Dampf	25	m/s	
Dampfleitung erforderlich	36	mm	
Dampfleitung gewählt	40	mm	
Fließgeschwindigkeit Dampf tatsächlich	20,53	m/s	
<b>Kondensatleitung</b>			
Fließg. Kondensat	2	m/s	
Kondensatleitung erford.	6	mm	
Kondensatleitung gew.	25	mm	
Fließg. Kondensat tats.	0,11	m/s	

Um den Würzetransfer vom Läuterbottich zur Würzepfanne unabhängig von der Belegung der Würzepfanne zu gestalten (unabhängig ob ein Läuterwürzeerhitzer verwendet wird oder nicht) kann ein Puffergefäß dazwischengeschaltet werden welches hier ausgelegt wird.

Grundsätzlich kann die Orientierung ausgewählt werden (hier vertikal, Alternativ horizontal) sowie die Art der Böden (hier normal gekurvt, alternativ Klöpferböden). Die Menge der Pfanne Voll Würze mit 107 hl ist wiederum bereits gegeben und daraus ergibt sich mit 15 % Zuschlag das benötigte Volumen des Pufferbehälters von 123 hl. Für dieses stehende Puffergefäß mit normal gewölbten Böden wurde ein Durchmesser von 2000 mm gewählt. Daraus ergibt sich ein Bodeninhalt von 5 hl sowie ein Zylinderinhalt von 118 hl bei einer Zargenhöhe von 3,76 m. Als tatsächliche Zargenhöhe wurden nun 3,90 m gewählt, dies ergibt eine tatsächliche Gesamthöhe von 4,19 m bei einem zylindrischen Volumen von 123 hl und einem gesamten Nutzvolumen von 127 hl.

Als Zeit für das Umpumpen der Würze von diesem Puffergefäß in die Würzepfanne wurden 12 min gewählt, dies bedingt eine Umpumpgeschwindigkeit von 54 m<sup>3</sup>/h, als Pumpe wurde eine mit einer Geschwindigkeit von 80 m<sup>3</sup>/h ausgewählt.

Die Ansauggeschwindigkeit dieser Pumpe wurde mit maximal 1,4 m/s gewählt, daraus ergibt sich ein rechnerischer Rohrdurchmesser von 142 mm, gewählt wurde ein Rohr mit 150 mm Durchmesser was eine Geschwindigkeit von 1,26 m/s ergibt.

Die Geschwindigkeit der Druckseite dieser Pumpe wurde mit maximal 1,7 m/s gewählt, daraus ergibt sich ein rechnerischer Rohrdurchmesser von 129 mm, gewählt wurde ein Rohr mit 150 mm Durchmesser was eine Geschwindigkeit von ebenfalls 1,26 m/s ergibt

Vorlaufgefäß	
Ausführung	vertikal
Boden	gebogen
Pfannevollmenge	107 hl
Totalinhalt	123 hl
Durchmesser gew.	2000 mm
Volumen Boden	5 hl
Volumen Zarge	118 hl
Länge errechnet	3,76 m
Länge gewählt	3,90 m
Gesamtlänge	3,90 m
Volumen Zarge tats.	123 hl
Totalinhalt tats.	132 hl
Transferzeit	12 min
Pumpe	54 m <sup>3</sup> /h
Pumpe gew.	80 m <sup>3</sup> /h
Fließg. saugs.	1,4 m/s
DN errechnet	142 mm
DN gewählt	150 mm
Fließgeschwindigkeit tatsächlich	1,26 m/s
Fließg. drucks.	1,7 m/s
DN errechnet	129 mm
DN gewählt	150 mm
Fließgeschwindigkeit tatsächlich	1,26 m/s

## 8. Würzpfanne:

Ausgang für die Berechnung der ist wiederum die im Rezept festgelegte Heißwürzmenge bei Kochende von 100 hl. Auf diese Menge wird nun ein Aufschlag von 50% für das notwendige Gesamtvolumen angewendet was ein Gesamtvolumen von 150 hl ergibt.

Als nächstes wird der Pfannendurchmesser gewählt hier 2800 mm (das Verhältnis Pfannenhöhe zu Pfannendurchmesser sollte etwa 1:1 bis 1:1,5 betragen, auch in Abhängigkeit ob eine Funktion als Whirlpoolpfanne vorgesehen ist, hier siehe das spätere Kapitel „Whirlpool“).

Ferner wird die Art des Boden gewählt, bei Druckkochung ist ein Klöpperboden notwendig, ansonsten normal gebogen. In Abhängigkeit davon ergibt sich das Bodenvolumen (hier 13 hl) sowie das notwendige zylindrische Volumen von 137 hl und die daraus resultierende rechnerische Zylinderhöhe von 2,22m.

Der nächste Schritt ist die Eingabe der tatsächlichen zylindrischen Höhe, hier wurden 2,4 m gewählt, daraus ergibt sich nun eine tatsächliche Gesamthöhe von 2,8 m (ohne Getriebe und unterer Verrohrung!), ein tatsächliches Zylindervolumen von 148 hl und ein Gesamtvolumen von 161 hl.

Im weiteren wird die Beheizung ausgelegt. Im ersten Schritt muß zwischen Innen- oder Aussenkocher gewählt werden.

Es werden dann die im Rezept festgelegten Parameter angezeigt: Heißwürzmenge bei Kochende von 100 hl, eine stündliche Verdampfungsrate von 6 %, eine gesamte Kochdauer von 70 min, die stündliche Verdampfungsrate von 6 hl und daraus die Gesamtverdampfungsrate von 7 hl und die Gesamtverdampfungsrate von 7 % was wiederum die Pfanne Voll Menge von 107 hl ergibt.

Als letzter Parameter wird hier nun die Zeit eingegeben in welcher die vom Läuterwürzeerhitzer auf 92 °C vorgewärmte Würze auf die Kochtemperatur von hier 99 °C erwärmt werden soll, es wurden hier 10 min vorgesehen.

Würzpfanne	
Ausschlagmenge	100 hl
Totalinhalt	150 hl
Durchmesser gew.	2800 mm
Boden	gebogen
Volumen Boden	13 hl
Volumen Zarge	137 hl
Höhe errechnet	2,22 m
Höhe gewählt	2,40 m
Gesamthöhe ohne Haube	2,80 m
Volumen Zarge tatsächlich	148 hl
Totalinhalt tatsächlich	161 hl
INNEN-/AUßENKOCHER (1-stufig)	
Typ	Innenkocher
Ausschlagmenge	100 hl
Verdampfungsziffer	6 %/h
Kochzeit	70 min
Verdampfung	6 hl/h
Gesamtverdampfung	7,0 hl
	7,0 %
Pfannevollmenge	107 hl
Aufheizzeit	10 min

Mit den vorangegangenen Daten kann nun die Beheizung der Pfanne ausgelegt werden. In der Pfanne unterscheidet man die Aufheiz- und die Kochphase, beide müssen getrennt betrachtet werden. Bei der Aufheizphase muß zunächst die Starttemperatur der Würzeerhitzung mit 92 °C wie sie vom vorher ausgelegten Läuterwürzeerhitzer kommt eingegeben werden sowie die Temperatur des Kochbeginns von hier 99°C, daraus erfolgt dann unter Berücksichtigung der angegebenen Aufheizzeit von 10 min eine Aufheizrate von 0,70 °K/min.

Ebenso wird unter Kochung die Temperatur des Kochbeginns sowie unter Austrittstemperatur (aus dem Innen oder Aussenkocher) die maximal gewünschte Würzetemperatur angegeben um die Würze nicht zu überhitzen (hier 103 °C).

Als nächstes muß der Dampfdruck im Wärmetauscher gewählt werden (hier 3 bar) und es ergibt sich die Sattedampftemperatur von hier 133,55 °C.

Weiterhin ist der K-Wert des Wärmetauschers einzutragen (hier 1650) welcher vom Hersteller angegeben wird (ältere Tauscher 1500 – 2000, neuere 2000 – 2500) hier wurde 1650 gewählt, gleichzeitig wird der K-Wert in W/m²K angegeben (hier 1919).

Desweiteren ist ein Sicherheitsfaktor für die Wärmetauscherfläche notwendig da durch die Belegung und Verkrustung der Oberfläche zwischen den Reinigungsintervallen der K Wert sinkt und die Oberfläche zu klein wäre, hier wurden 30 % gewählt. Dadurch ergibt sich nun eine Wärmetauscheroberfläche für den Kochprozess von 8,61 m² und für die Aufheizung von 10,23 m². Da nur ein Wärmetauscher eingebaut werden kann muß der jeweils größere Wert für die Auslegung gewählt werden.

Nun kann die Dampfversorgung ausgelegt werden. Aus den bisherigen Daten ergibt sich ein Energiebedarf während der Kochphase von 323.640 kcal/h und für die Aufheizphase von 449.400 kcal/h. Als nächstes wird dieser Wert um Dampfverluste durch Abstrahlung etc. korrigiert, hier wurden diese mit 5 % angenommen. Dadurch erhält man die Masse an Dampf von 659 kg/h für das Kochen und 915 kg/h für das Aufheizen sowie das entsprechende Dampfvolumen für das Kochen von 399m³/h und für das Aufheizen von 554 m³/h und ebenso die kalorische Wärmeleistung des Austauschers für das Kochen von 396 kW und für das Aufheizen von 550 kW. Letztendlich erscheint noch die Nennweite des Dampfreduzierventils, dieses muss nach der größeren Nennweite von 50 mm ausgelegt werden.

Heizfläche			
	Kochen	Aufheizen	
Eintrittstemperatur Würze	99 °C	92 °C	Temperatur Beginn Aufheizen
Austrittstemperatur Würze	103 °C	99 °C	Temperatur Beginn Kochen
Aufheizrate		0,70 °K/min	
Dampfdruck	3 bar	3 bar	
Dampftemperatur	133,55 °C	133,55 °C	
k-Wert	1650 kcal/m²Kh	1650 kcal/ m² K h	
	1919 W/m² K	1919 W/m² K	
Sicherheitszuschlag	30 %	30 %	
Heizfläche benötigt	8,61 m²	10,23 m²	
Energiedaten			
Energiebedarf	323.640 kcal/h	449.400 kcal/h	
Dampfverlust	5 %	5 %	
Dampfverbrauch	340.674 kcal/h	473.053 kcal/h	
Massenstrom Dampf	659 kg/h	915 kg/h	
Volumenstrom Dampf	399 m³/h	554 m³/h	
Leistung Kocher	396 kW	550 kW	
<b>Dampfregeventil (das größere ist zu wählen)</b>			
Durchmesser (DN)	40 mm	50 mm	

Mit den vorangegangenen Angaben kann nun die Dampfversorgungslleitung vom Regulierventil zur Würzepfanne ausgelegt werden. Es wird zunächst wieder die Dampfgeschwindigkeit von hier 20m/s in der Dampfleitung vorgegeben. Daraus errechnen sich 84 mm Rohrdurchmesser für die Kochphase und 99 mm für die Aufheizphase. Da der größere Durchmesser gewählt werden muß wurde eine Leitung mit 100 mm gewählt , wiederum erhalten wir die realen Dampfgeschwindigkeiten mit 14,1 m/s während des Kochens und 19,6 während des Aufheitzens.

Analog wird mit dem Kondensat verfahren.

Es wird zunächst wieder die Kondensatgeschwindigkeit von hier 1 m/s in der Kondensatleitung vorgegeben. Daraus errechnen sich 15 mm Rohrdurchmesser für die Kochphase und 18 mm für die Aufheizphase. Da der größere Durchmesser gewählt werden muß wurde eine Leitung mit 25 mm gewählt , wiederum erhalten wir die realen Kondensatgeschwindigkeiten mit 0,37 m/s während des Kochens und 0,52 während des Aufheitzens.

Ferner wird im Falle eines Aussenkochers die notwendige Leistung der Würzezirkulationspumpe mit 81 m<sup>3</sup>/h angegeben um die entsprechende Heizleistung erreichen zu können.

<b>Dampfleitung</b>			
Fließgeschwindigkeit	20	m/s	20
Dampfleitung erforderlich	84	mm	99
Dampfleitung gewählt	100	mm	100
Fließgeschwindigkeit tatsächlich	14,1	m/s	19,6
<b>Kondensatleitung</b>			
Fließgeschwindigkeit	1,0	m/s	1,0
Kondensatleitung erforderlich	15	mm	18
Kondensatleitung gewählt	25	mm	25
Fließgeschwindigkeit tatsächlich	0,37	m/s	0,52
<b>Umwälzpumpe Aussenkocher</b>			
Leistung Pumpe	81	m <sup>3</sup> /h	

Hier wird nun die Beheizung der Würzepfanne mittels Heißwassers statt Sattedampf berechnet.

Ausgangspunkt ist wieder die Pfanne Voll Menge von 107 hl.

Es wird nun die Aufheizrate von 0,7 °K/min vorgewählt. Ferner wird in diesem Beispiel angenommen daß kein Läuterwürzeerhitzer verwendet wurde. Die Anfangstemperatur der Würze zu Beginn Aufheizen wird daher mit 74 °C eingegeben und die Temperatur am Ende des Aufheizens (= Temperatur Kochbeginn) wieder mit 99 °C.

Ferner wird das Verfügbare Heißwasser mit einer Temperatur von 130 °C eingegeben sowie die Rücklauftemperatur des Heißwassers mit 100 °C. Um die Würze nicht durch Überhitzung zu schädigen wird eine Mischtemperatur am Einlauf des Kochers von 120 °C vorgegeben (durch Zumischung des Auslaufenden Wassers mit 100 °C zum zulaufenden Wasser mit 130 °C am Einlauf des Wärmetauschers).

Der K Wert des Wärmetauschers wird mit 1500 angesetzt, ferner Wärmeverluste von 5% und ein Sicherheitsfaktor für den Wärmetauscher von 10 % für Fouling.

Es ergibt sich daraus ein rechnerischer Wärmebedarf von 523 kW sowie einschließlich des vorher eingegebenen Verlustes von 550 kW (alternativ werden die Werte in kcal/h angegeben). Daraus ergibt sich nun eine rechnerische Wärmetauscherfläche von 25,49 m<sup>2</sup> sowie einschließlich des Sicherheitsfaktors von 28,04 m<sup>2</sup>.

Ferner ergeben sich die Massenströme sowie die der Temperatur entsprechenden Volumenströme. Der Fluß durch den Wärmetauscher (mit der Mischtemperatur von hier 120 °C beträgt 23.373 kg/h oder 24,8 m<sup>3</sup>/h, der Heißwasserzulauf (von hier 130 °C) beträgt 15.582 kg/h oder 16,7 m<sup>3</sup>/h analog beträgt der Heißwasserrücklauf (von hier 100 °C) 15.582 kg/h oder 16,3 m<sup>3</sup>/h und das notwendige Mischwasser welches mit 100 °C vom Wärmetauscher Auslauf zum Wärmetauscher Einlauf zirkuliert wird beträgt 7.791 kg/h oder 8,1 m<sup>3</sup>/h .

### Heizmedium Hochdruckheißwasser

Volumen	107	hl
Aufheizrate	0,7	K/min
Anfangstemperatur	74	°C
Endtemperatur	99	°C
Vorlauftemperatur	130	°C
Rücklauftemperatur	100	°C
Mischtemperatur	120	°C

k-Wert	1500	kcal/K m <sup>2</sup> h
	1.744	W/m <sup>2</sup> K

Wärmeverluste	5	%
Sicherheitszuschlag	10	%

Energiebedarf	523	kW	449.400	kcal/h
Energiebilanz inklusiv Verluste	550	kW	473.053	kcal/h
mittlere Temperaturdifferenz	11,75	K		

Heizfläche	25,49	m <sup>2</sup>
Heizfläche mit Sicherheitszuschlag	28,04	m <sup>2</sup>

Hochdruckheißwasser Menge erforderlich	23.373	kg/h	24,8	m <sup>3</sup> /h
Vorlaufmenge	15.582	kg/h	16,7	m <sup>3</sup> /h
Rücklauf	15.582	kg/h	16,3	m <sup>3</sup> /h
Mischmenge vor Rücklauf	7.791	kg/h	8,1	m <sup>3</sup> /h

Entsprechend kann nun die Verrohrung der Heißwasserversorgung kalkuliert werden.

Zunächst werden wieder die Fließgeschwindigkeiten der drei Wasserströme angegeben, in diesem Fall wird diese mit 1,5 m/s eingegeben.

Wie in vorherigen Beispielen ergibt sich wieder ein rechnerischer Rohrdurchmesser von hier 61 mm für den Heißwasser Vor- und Rücklauf welcher dann mit 65 mm ausgeführt wird sowie von 43 mm für die Zirkulations- oder Mischleitung welche mit 50 mm ausgeführt wird.

Nun wird noch die Heißwürzeausschlagpumpe dimensioniert.

Ausgangspunkt sind die erzeugten 100 hl heiße Ausschlagwürze. Es wird eine Ausschlagzeit von 15 min angenommen, daraus ergibt sich eine rechnerische Pumpenleistung von 40 m<sup>3</sup>/h.

Gewählt wurde eine Pumpenleistung von 50 m<sup>3</sup>/h.

Die Fließgeschwindigkeit auf der Saugseite der Pumpe soll 1,3 m/s nicht überschreiten woraus sich ein Rohrdurchmesser von 117 mm errechnet, gewählt wird ein Rohr mit 125 mm Durchmesser was einer realen Fließgeschwindigkeit von 1,13 m/s entspricht.

Die Fließgeschwindigkeit auf der Druckseite der Pumpe soll 2,4 m/s nicht überschreiten woraus sich ein Rohrdurchmesser von 86 mm errechnet, gewählt wird ein Rohr mit 100 mm Durchmesser was einer realen Fließgeschwindigkeit von 1,77 m/s entspricht.

Fließgeschwindigkeit	1,5	m/s
Vorlauf Leitung	61	mm
Vorlauf Leitung gewählt	65	mm
Fließgeschwindigkeit tatsächlich	1,30	m/s
Fließgeschwindigkeit	1,5	m/s
Rücklauf Leitung	61	mm
Rücklauf Leitung gewählt	65	mm
Fließgeschwindigkeit tatsächlich	1,30	m/s
Fließgeschwindigkeit	1,5	m/s
Mischleitung	43	mm
Mischleitung gewählt	50	mm
Fließgeschwindigkeit tatsächlich	1,10	m/s
<b>Heißwürzeausschlagpumpe</b>		
Ausschlagmenge	100	hl
Ausschlagzeit	15	min
Ausschlagpumpe	40	m <sup>3</sup> /h
Ausschlagpumpe gew.	50	m <sup>3</sup> /h
Fließgeschwindigkeit saugseitig	1,3	m/s
DN erforderlich	117	mm
DN gewählt	125	mm
Fließgeschwindigkeit real	1,13	m/s
Fließgeschwindigkeit druckseitig	2,4	m/s
DN erforderlich	86	mm
DN gewählt	100	mm
Fließgeschwindigkeit real	1,77	m/s



## 9. Whirlpool:

Es erfolgt nun die Auslegung des Whirlpools und der Würzekühlung. Ausgangswert ist die Menge der Heißwürze bei Kochende von 100 hl aus dem Rezept. Auf diesen wird nun ein Sicherfaktor von 20 % aufgeschlagen um das kalkulatorische Whirlpoolvolumen zu erhalten.

Der nächst Wert ist das Verhältnis Durchmesser zu Höhe, als Richtwert sollte dies zwischen 2,5 bis 3,0 zu 1 liegen, hier wurde ein Verhältnis von 2,5:1 gewählt.

Aus diesem Verhältnis ergibt sich ein rechnerischer Durchmesser von 3.169 mm als realer Durchmesser wurde 3200 mm gewählt wodurch sich ein Würzefüllstand von 1.243 mm und ein reales Verhältnis Durchmesser zu Höhe von 2,57:1 ergibt.

Es resultiert nun eine rechnerische Zylinderhöhe von 1.492 mm, gewählt wurde ein Zylinder mit 1.500 mm Höhe wodurch schließlich das Gesamtvolumen 121 hl beträgt.

Falls der Whirlpool ebenfalls zur Würzekochung verwendet wird ist die Berechnung ähnlich, es sollte hier ein Aussenkocher verwendet werden um den Durchmesser wegen der Innenkocher Höhe nicht zu gering wählen zu müssen.

Ausgangspunkt sind wiederum die 100 hl Heißwürze bei Kochende, es wird nun jedoch ein Sicherheitsaufschlag von 40 % auf Grund der Kochbewegung beaufschlagt so daß sich ein Gesamtvolumen von 140 hl ergibt.

Das Verhältnis Durchmesser zu Höhe wird hier mit 2,0 : 1 angenommen (um zu klären ob ein Innenkocher eingebracht werden kann). Daraus ergibt sich der rechnerische Durchmesser von 2.942 mm und ein Durchmesser von 3000 mm wurde gewählt, wodurch sich ein Würzefüllstand von 1.415 mm und ein reales Verhältnis

Durchmesser zu Höhe von 2,12:1 ergibt.

Es resultiert nun eine rechnerische Zylinderhöhe von 1981 mm, gewählt wurde ein Zylinder mit 2000 mm Höhe wodurch schließlich das Gesamtvolumen 141 hl beträgt.

WHIRLPOOL	
Ausschlagmenge	100 hl
Totalinhalt	120 hl
mit 20% Sicherheitszuschlag	
Verhältnis Durchmesser/Höhe	2,5 : 1
Richtwert = 2,5-3,0 : 1	
Durchmesser errechnet	3.169 mm
Durchmesser gew.	3200 mm
Würzestand	1.243 mm
Verhältnis Durchmesser/Höhe tatsächlich	2,57 : 1
Zargenhöhe errechnet	1.492 mm
Zargenhöhe gewählt	1500 mm
Totalinhalt tatsächlich	121 hl
Whirlpoolpfanne	
Ausschlagmenge	100 hl
Totalinhalt	140 hl
mit 40% Sicherheitszuschlag	
Verhältnis Durchmesser/Höhe	2 : 1
Richtwert = 2,0-3,0 : 1	
Durchmesser errechnet	2.942 mm
Durchmesser gew.	3000 mm
Würzestand	1.415 mm
Verhältnis Durchmesser/Höhe tatsächlich	2,12 : 1
Zargenhöhe errechnet	1.981 mm
Zargenhöhe gewählt	2000 mm
Totalinhalt tatsächlich	141 hl



Es werden nun die Pumpen des Whirlpools ausgelegt.

Insgesamt soll die Heißhaltezeit der Würze 120 min nicht überschreiten (Umpump-/Rotationszeit + Absetzzeit von ca. 30-40 min + Abkühlzeit)

Es wird hier von einer Umpump-/Rotationszeit von 30 Minuten ausgegangen, da die selbe Pumpe für die Versorgung des Würzekühlers eingesetzt wird dauert die Würzekühlung ebenfalls 30 min.

Es ergibt sich daraus eine rechnerische Pumpenleistung von 200 hl/h, es wird ebenfalls eine Pumpenleistung von 200 hl/h gewählt.

Die tangentielle Eintrittsgeschwindigkeit der Würze in den Whirlpool soll zwischen 10 und 15 m/s betragen um den Zentrifugaleffekt des Whirlpools zu erreichen. Es wird hier eine Geschwindigkeit von 15 m/s gewählt, daraus ergibt sich daß der Eintritt in den Whirlpool auf rechnerisch 22 mm reduziert werden muß, es wird eine Reduzierung auf 25 mm gewählt, daraus ergibt sich nun eine Tangentialgeschwindigkeit von 11,32 m/s.

Die Eintrittsgeschwindigkeit der Würze auf der Saugseite wird mit 1,5 m/s gewählt, es errechnet sich ein Rohrdurchmesser von 69 mm, gewählt wird ein Rohrdurchmesser von 80 mm woraus sich die reale Eintrittsgeschwindigkeit von 1,11 m/s ergibt.

Die Austrittsgeschwindigkeit der Würze auf der Druckseite wird mit 2,0 m/s gewählt, es errechnet sich ein Rohrdurchmesser von 59 mm, gewählt wird ein Rohrdurchmesser von 65 mm woraus sich die reale Austrittsgeschwindigkeit von 1,67 m/s ergibt (gilt für die Verrohrung bis zur Eintrittsdüse in den Whirlpool und die Verrohrung zum Würzekühler und Gärkeller).

Nun die Berechnung des Trübaustrags. Die durchschnittlich zu erwartende Trubmenge beträgt 1,0 m<sup>3</sup> (in Abhängigkeit von Hopfengabe und Art unterschiedlich). Es wird daraus eine Pumpenleistung von 10 m<sup>3</sup>/h vorgeschlagen, gewählt wird eine Pumpe mit 12 m<sup>3</sup>/h.

Die Eintrittsgeschwindigkeit des Trubs auf der Saugseite wird mit 1,4 m/s gewählt, es errechnet sich ein Rohrdurchmesser von 55 mm, gewählt wird ein Rohrdurchmesser von 65 mm woraus sich die reale Ansauggeschwindigkeit von 1,00 m/s ergibt.

Die Austrittsgeschwindigkeit des Trubes auf der Druckseite wird mit 2,0 m/s gewählt, es errechnet sich ein Rohrdurchmesser von 46 mm, gewählt wird ein Rohrdurchmesser von 50 mm woraus sich die reale Austrittsgeschwindigkeit von 1,70 m/s ergibt.

Whirlpoolpumpe			
Umpumpzeit	30	min	normal <40 min
Pumpenleistung	200	hl/h	
Pumpenleistung gewählt	200	hl/h	= 20 m <sup>3</sup> /h
Tangentiale Eintrittsgeschwindigkeit	15	m/s	normal 10 - 15 m/s
Benötigter Durchmesser tangentielle Öffnung	22	mm	
Gewählter Durchmesser tangentielle Öffnung	25	mm	
Reale tangentielle Eintrittsgeschwindigkeit	11,32	m/s	
Fließgeschwindigkeit Saugseite	1,5	m/s	
Erforderlicher Rohrdurchmesser	69	mm	
Gewählter Rohrdurchmesser	80	mm	
reale Fließgeschwindigkeit	1,11	m/s	
Fließgeschwindigkeit Druchseite	2	m/s	
Erforderlicher Rohrdurchmesser	59	mm	
Gewählter Rohrdurchmesser	65	mm	
reale Fließgeschwindigkeit	1,67	m/s	
Heißtrubaustrag			
Heißtrubmenge circa	1,0	m <sup>3</sup>	
Durchsatz Heißtrubpumpe	10	m <sup>3</sup> /h	
Durchsatz Heißtrubpumpe gewählt	12	m <sup>3</sup> /h	
Fließgeschwindigkeit Saugseite	1,4	m/s	
Erforderlicher Rohrdurchmesser	55	mm	
Gewählter Rohrdurchmesser	65	mm	
reale Fließgeschwindigkeit	1,00	m/s	
Fließgeschwindigkeit Druchseite	2	m/s	
Erforderlicher Rohrdurchmesser	46	mm	
Gewählter Rohrdurchmesser	50	mm	
reale Fließgeschwindigkeit	1,70	m/s	

Es werden nun die Daten des Würzekühlers berechnet.

Es wird von der zuvor festgelegten Leistung der Ausschlagpumpe von 200 hl/h ausgegangen. Die Eintrittstemperatur der Würze in den Würzekühler wird mit 97 °C bestimmt (nach Abkühlung der Kochtemperatur im Whirlpool), ferner soll die Würze mit 8 °C den Würzekühler verlassen. Die Eintrittstemperatur des Eiswassers beträgt 3°C und dies soll in einem einstufigen Kühler auf 80°C erhitzt werden (zur Auslegung eines zweistufigen Kühlers kann brew.tech -> Brau Berechnungen ->Allgemeine Berechnungen benutzt werden).

Als K Wert des Kühlers gehen wir hier von 2500 aus (Kühler neuerer Bauart).

Der Wirkungsgrad des Kühlers wird mit 95% festgelegt, daraus ergibt sich dann eine theoretische Wärmeleistung von 2.024 kW und eine effektive von 1.924 kW.

Aus diesen Rahmenbedingungen errechnet sich nun ein benötigter Eiswasserdurchsatz von 217 hl/h sowie eine notwendige Fläche des Wärmetauschers von 82,57 m<sup>2</sup>.

Unter Berücksichtigung einer Sicherheitsreserve von 10% (um Verschlechterung durch z.B. Belegung zwischen den Reinigungen vorzubeugen) errechnet sich eine zu wählende Wärmetauscherfläche von 90,83 m<sup>2</sup>.

Nun wird noch der Druck in einer Annäherung berechnet welchen die Ausschlagpumpe überwinden muß.

Ausgang sind wiederum die Leistung von 200 hl/h.

Der Widerstand der Würzeblüfungsanlage wird in der Regel vom Hersteller angegeben (verschiedene Systeme verwenden eine eigene Boosterpumpe) hier wählten wir 2 bar.

Ferner wird die maximal Rohr-/Schlauchlänge bis zum entferntesten Gärtank eingetragen, hier 140 m. Bei einem geschätzten Druckverlust von 0,1bar/100m ergibt sich ein Rohrleitungsverlust von 0,14 bar (weiterhin Abhängig von der Anzahl der Bögen/T-Stücke und sonstigen Einbauten). Letztendlich gibt man die maximale Würzestandshöhe über dem Whirlpoolboden an, hier 25 m und erhält dann den zu überwindenden Gesamtdruck von 4,6 bar.

Würzekühler	
Volumenstrom Würze	200 hl/h
Eintrittstemperatur Würze	97 °C
Austrittstemperatur Würze	8 °C
Eintrittstemperatur Eiswasser	3 °C
Austrittstemperatur Warmwasser	80 °C
k-Wert	2500 W/m <sup>2</sup> K
mittlere Temperaturdifferenz	9,81 K
Wärmetauscher Wirkungsgrad	95 %
Wärmeleistung theoretisch	2.024 kW
Wärmeleistung effektiv	1.923 kW
Volumenstrom Wasser	217 hl/h
Wärmetauscher Fläche	82,57 m <sup>2</sup>
Flächenreserve	10 %
Wärmetauscher Fläche mit Reserve	90,83 m <sup>2</sup>
Kaltwürzepumpe Druckbedarf	
Pumpenleistung	200 hl/h
Druckverluste Belüftung	2 bar
Rohrleitungslänge	140 m
Druckverluste Rohrlänge	0,14 bar
Tankhöhe	25 m
Druckverluste gesamt	4,6 bar

## 10. Wasser:

Dieser Bereich stellt eine Zusammenfassung der Durchflußgeschwindigkeiten, Volumen und Temperaturen der verschiedenen Wasserströme dar. Zu Beginn werden die unterschiedlichen Temperaturen des in der Brauerei verfügbaren Wassers angezeigt: Heißwasser mit 80 °C, Kaltwasser mit 15 °C und Eiswasser mit 3 °C.

Danach wird das für das Einmischen notwendige Wasser aufgezeigt: Es werden insgesamt 63 hl Wasser mit einer Mischtemperatur von 49 °C in einem Einmischzeitraum von 10 min benötigt. Die Mischtemperatur wird erreicht durch das Mischen von 30 hl Kaltwasser mit 33 hl Warmwasser. Dazu ist für das Kaltwasser ein Durchsatz von 2,00 hl/min oder 12,0 m³/h notwendig sowie ein Warmwasser Durchsatz von 2,19 hl/min oder 13,2 m³/h.

WASSERMENGEN			
Warmwassertemperatur	80 °C		
Kaltwassertemperatur	15 °C		
Eiswassertemperatur	3 °C		
EINMAISCHEN			
Einmischwasser	63 hl		
Einmischtemperatur	49 °C		
Einmischzeit	15 min		
Kaltwassermenge	30 hl	=	2,00 hl/min = 12,0 m³/h
Warmwassermenge	33 hl	=	2,19 hl/min = 13,2 m³/h

Nun wird das für das Anschwätzen notwendige Wasser aufgezeigt: Es werden insgesamt 68 hl Wasser mit einer Mischtemperatur von 77 °C in einem Anschwätzzeitraum von 45 min benötigt. Die Mischtemperatur wird erreicht durch das Mischen von 3 hl Kaltwasser mit 64 hl Warmwasser. Dazu ist für das Kaltwasser ein Durchsatz von 0,07 hl/min oder 0,4 m³/h notwendig sowie ein Warmwasser Durchsatz von 1,43 hl/min oder 8,6 m³/h.

ANSCHWÄNZEN			
Anschwänzwasser	68 hl		
Anschwänztemperatur	77 °C		
Anschwänzzeit	45 min		
Kaltwassermenge	3 hl	=	0,07 hl/min = 0,4 m³/h
Warmwassermenge	64 hl	=	1,43 hl/min = 8,6 m³/h

Als nächstes wird nun die Mengenbilanz eines möglichen Pfannendunstkondensators aufgezeigt falls die Energie des verdampften Würzewassers rückgewonnen werden sollte.

Ausgegangen wird von der festgelegten Verdampfungsrate von 6 hl/h und der Kochdauer von 7 min. Dadurch können 56 hl Kaltwasser (von 15 °C) zu Warmwasser (mit 80 °C) aufgeheizt werden. Das Volumen von 56 hl Kaltwasser ergibt durch Ausdehnung ein Volumen von 58 hl Warmwasser. Dazu ist für das Kaltwasser ein Durchsatz von 0,80 hl/min oder 4,8 m<sup>3</sup>/h notwendig welcher auf der Warmwasserseite einen Durchsatz von 0,83 hl/min oder 5,0 m<sup>3</sup>/h ergibt.

<b>Pfannendunstkondensator</b>					
Verdampfung	6	hl/h			
Kochzeit	70	min			
Kaltwassermenge	56	hl	=	0,80	hl/min = 4,8 m <sup>3</sup> /h
Warmwassermenge	58	hl	=	0,83	hl/min = 5,0 m <sup>3</sup> /h

Nun wird noch das kondensierte Würzewasser betrachtet.

Insgesamt entstehen 8 hl heisses Kondensat, diese können nun in einem Wärmetauscher abgekühlt werden waraus dann 7 hl Kaltwasser resultieren. Dazu ist für das Kaltwasser ein Durchsatz von 0,11 hl/min oder 0,6 m<sup>3</sup>/h notwendig welcher auf der Warmwasserseite einen Durchsatz von 0,11 hl/min oder 0,7 m<sup>3</sup>/h ergibt.

<b>KONDENSATKÜHLER</b>					
Kaltwassermenge	7	hl	=	0,11	hl/min = 0,6 m <sup>3</sup> /h
Warmwassermenge	8	hl	=	0,11	hl/min = 0,7 m <sup>3</sup> /h

Nun wird das für die Würzekühlung notwendige Wasser aufgezeigt: Es werden insgesamt 100 hl Heißwürze auf eine Anstelltemperatur von 8 °C in einem Abkühlzeitraum von 30 min benötigt gekühlt. Dazu wird eine Menge von 117 hl Eiswasser (von 3 °C) benötigt welches durch die Erwärmung zu 120 hl Heißwasser (mit 80 °C) expandiert. Daraus ergibt sich auf der Eiswasserseite ein Durchsatz von 3,90 hl/min oder 23,4 m³/h sowie auf der Warmwasserseite ein Durchsatz von 4,02 hl/min oder 24,1 m³/h

<b>WÜRZEKÜHLUNG</b>	
Ausschlagwürzemenge heiß	100 hl
Kühlzeit	30 min
Anstelltemperatur	8 °C
Eiswassermenge	117 hl = 3,90 hl/min = 23,4 m³/h
Warmwassermenge	120 hl = 4,02 hl/min = 24,1 m³/h

In der hier folgenden Wasserbilanz werden die vorherigen Durchsätze nochmals in einer Tabelle in verschiedenen Einheiten zusammengefaßt.

<b>WASSERBILANZ</b>		[hl]	[hl/h]	[hl/min]	[m³/h]
Einmischen	Warmwasser	33	132	2,19	13,2
	Kaltwasser	30	120	2,00	12,0
Anschwänzen	Warmwasser	64	86	1,43	8,6
	Kaltwasser	3	4	0,07	0,4
Pfannendunstkondensator	Warmwasser	58	50	0,83	5,0
	Kaltwasser	56	48	0,80	4,8
Kondensatkühler	Warmwasser	8	7	0,11	0,7
	Kaltwasser	7	6	0,11	0,6
Würzekühler	Warmwasser	120	241	4,02	24,1
	Eißwasser	117	234	3,90	23,4

Abschließend werden nun nochmal die errechneten Mindestquerschnitte angezeigt um die in den vorhergegangenen Tabellen geforderten maximalen Fließgeschwindigkeiten auf der Saug- und Druckseite der jeweiligen Pumpen zu erreichen.

In der folgenden Übersicht können nun die jeweiligen Rohrdurchmesser frei gewählt werden und es erscheinen die jeweils daraus resultierenden Fließgeschwindigkeiten auf der Saug- und Druckseite der jeweiligen Pumpen.

NENNWEITEN		DN berechnet			
		Saugseite Minimal		Druckseite Minimal	
Einmischen	Warmwasser	44		37	
	Kaltwasser	42		35	
Anschwänzen	Warmwasser	36		30	
	Kaltwasser	8		7	
Pfannendunstkondensator	Warmwasser	27		23	
	Kaltwasser	27		22	
Kondensatkühler	Warmwasser	10		8	
	Kaltwasser	10		8	
Würzekühler	Warmwasser	60		50	
	Eißwasser	59		49	
		DN gewählt		Fließgeschwindigkeit	
		Saugseite mm	Druckseite mm	Saugseite [m/s]	Druckseite [m/s]
Einmischen	Warmwasser	50	50	1,86	1,86
	Kaltwasser	50	50	1,70	1,70
Anschwänzen	Warmwasser	40	40	1,90	1,90
	Kaltwasser	25	25	0,24	0,24
Pfannendunstkondensator	Warmwasser	40	40	1,10	1,10
	Kaltwasser	40	40	1,06	1,06
Kondensatkühler	Warmwasser	25	25	0,37	0,37
	Kaltwasser	25	25	0,36	0,36
Würzekühler	Warmwasser	50	50	3,41	3,41
	Eißwasser	50	50	3,31	3,31