
3. Trennung der Maische - Läuterung

3.1 Allgemeine Hinweise

Ziel der Verfahrensstufe Läuterung ist es, die verzuckerte, jodnormale Maische in die Würze und die Treber zu trennen, die Treber auszulaugen, um die gelösten und löslichen Bestandteile möglichst vollständig mit einem Minimum an Nachgusswasser zu gewinnen.

Es werden unterschieden:

- Vorderwürze: Das ist die aus der Maische direkt abgetrennte Würze.
- Nachgüsse: Das sind die aus den Trebern mittels des Nachgusswassers gewonnenen extrakthaltigen Lösungen. Dazu wird das Nachgusswasser mit einer Temperatur von $\geq 76 \dots \leq 80 \text{ }^\circ\text{C}$ benutzt. Dieses wird intervallmäßig oder kontinuierlich als sog. Anschwänz- oder Überschwänzwasser auf die Treber aufgebracht.
- Glatzwasser: Das ist der letzte Nachguss. Sein Extraktgehalt sollte möglichst gering sein (kleiner 1 % Extrakt), er wird in der Regel nicht zur geläuterten Würze zugesetzt, um die Verdünnung zu minimieren. Das Glatzwasser kann gesammelt und zum Einmischen des nachfolgenden Sudes benutzt werden. Diese Variante wird vor allem bei Biersorten mit höherem Stammwürzegehalt praktiziert. Der O_2 -Einfluss auf Glatzwasser sollte immer minimiert werden. Zum „Glatzwasser“ können auch im Sinne der Wasserbilanz Spülwasser/ Nachdrückwasser gezählt werden.
- Pfanne-Voll-Würze: Das ist die Gesamtmenge der geläuterten Würze aus der Vorderwürze und den Nachgüssen.

In der Prozessstufe Läuterung werden die Vorgangsguppen Trennen mit den Vorgängen Läutern, Filtern, Separieren, Extrahieren und Sedimentieren genutzt. Das Trennen wird von den Vorgangsguppen Fördern und enzymatischem Stoffwandeln begleitet.

Beim Läutern wird die maximale Extraktgewinnung aus der Maische mit einem Minimum an Nachgusswasser angestrebt, um eine möglichst hohe Konzentration der Pfanne-Voll-Würze zu erzielen. Eine niedrige Konzentration bedeutet, dass relativ viel Wasser beim Würzkochen verdampft werden muss, um die sortimentsgerechte Stammwürzekonzentration zu erreichen.

Für die Praxis bedeutet das, dass technologische und betriebswirtschaftliche Optimum zwischen möglicher Extraktgewinnung, Zeitgewinn beim Läutern und erforderlicher Energieaufwendung für die Wasserverdampfung zu finden. Das ist nur bei Kenntnis der örtlichen Energiekosten möglich. Dabei spielt auch die benötigte Prozesszeit eine Rolle. Der Vorgang Läutern muss also ggf. zu einem bestimmten Zeitpunkt unterbrochen werden, dem sog. Läuterabbruchpunkt.

Die Extraktion des Extraktes lässt sich im Wesentlichen auf Verdrängungs- und Diffusionsvorgänge zurückführen, bei denen der gelöste Extrakt aus den Trebern in das Nachgusswasser diffundiert (das ist auch eine Funktion der Zeit). Dieser Vorgang kann von weiteren Abbauvorgängen überlagert werden.

Die Läutergeschwindigkeit, ausgedrückt durch den Würzevolumenstrom \dot{V}_W , ist vor allem eine Funktion der Porosität der Treberschicht, der Treberschichtdicke h_{Tr} , den

Würzeparametern wie Würzekonzentration / Dichte ρ , Viskosität ν u.a., sowie der „treibenden Kraft“, dem Druckgefälle über der Treberschicht. Dies kann die Druckdifferenz Δp der Treberschicht sein oder auch eine Zentrifugalbeschleunigung $\dot{\omega}$ bei Zentrifugen.

Für den \dot{V}_W folgt damit:

$$\dot{V}_W = f(1/\rho_w, 1/\nu_w, 1/h_{Tr}, \Delta p \text{ bzw. } \dot{\omega})$$

Der hydraulische Filterkuchenwiderstand des Treberkuchens wird insbesondere von der Schrotbeschaffenheit des Rohstoffs, d.h. dem Teilchengrößenspektrum der Treber, bestimmt. Diese beeinflussen auch die mögliche Extraktausbeute.

Es wurde gefunden, dass der sog. Oberteig, der sich auf dem Filterkuchen im Läuterbottich während der Sedimentation der Maische ausbildet, einen erheblichen Widerstand verursacht. Auch die Schrotungsvariante soll eine Rolle spielen.

Die Parameter beim Abmaischen und Einlagern der Maische in den LB beeinflussen die Oberteigausbildung [44] (vor allem der Volumenstrom der Maische und das Laufen der Schneidemaschine mit hoher Drehzahl sollen sich günstig auswirken).

Die Glattwasserverwendung zum Einmaischen wird in der Regel kritisch gesehen. Bedingung ist das oxidationsfreie Handling des Glattwassers (s.a. [39]).

Ziel sollte es sein, die Nachgüsse so zu bemessen und so zu läutern, dass Glattwasser nicht anfällt.

3.2 Läutergeräte und -vorrichtungen - Übersicht

Für die Läuterung der Maische werden benutzt:

- Läuterbottich und
- Maischefilter.

Weiterhin wurden und werden versuchsweise eingesetzt:

- Filter (Vakuum-, Dreh- und Bandfilter);
- Separatoren bzw. Dekanter;
- Strainmaster-Läutergerät.

3.3 Läuterbottiche

Der Läuterbottich ist das älteste in der Brauerei genutzte Läutergerät. In einen runden Bottich wird ein perforierter sog. Läuterboden („Senkboden“, aus Messing oder Bronze; gelocht oder geschlitzt) eingelegt. Beim sog. Blocksudwerk der Fa. Ziemann kam in den 1950er Jahren auch ein rechteckiger LB zum Einsatz [40].

Nach dem Einpumpen der Maische folgt eine Sedimentationszeit zur Ausbildung des Läuterkuchens und das Trübwürzepumpen. Danach wird die Vorderwürze abgezogen, anschließend die Nachgüsse. Nach dem Ablauf des Glattwassers werden die Treber ausgetragen und der Bottich gespült sowie Heißwasser unter dem Senkboden vorgelegt (um die Luft zu verdrängen und den Bottich vorzuwärmen), bevor erneut Maische eingelagert wird.

Zur Verbesserung des Würzeablaufs kann der Treberkuchen aufgelockert werden. Mit einer Vorrichtung, dem sog. „Umhacker“, werden die Treber „aufgeschnitten“. Deshalb sollte auch der Begriff Schneidevorrichtung (Schneidemaschine) benutzt werden (in der Zeit vor 1900 waren das dem Wort *Umhacker* entsprechende „Aufhackvorrichtungen“; s.a. die historische Literatur im Kapitel 1.6).

Über die Treberhöhe bzw. die spezifische Schüttung kann die Läuterzeit beeinflusst werden, vor allem aber durch die Schrotungsvariante und die Rohstoffeigenschaften.

3.3.1 Allgemeine Hinweise zum Läuterbottich

Der Durchsatz eines Läuterbottichs (LB) wird außer von der Zerkleinerungsvariante und der konstruktiven Ausführung des LB von der spezifischen Beladung des Läuterbodens bestimmt (Abbildung 21). Unter günstigen Bedingungen können aktuell bei 100 % Malzschüttung bis zu 14 Sude/d erreicht werden.

Zum Teil wird auch in Abhängigkeit der Treberhöhe vom:

Flachsicht-LB ($\leq 250 \dots 320$ mm Treberhöhe),

Normalschicht-LB ($\leq 350 \dots 400$ mm Treberhöhe),

Hochschicht-LB ($\leq 500 \dots 600$ mm Treberhöhe)

gesprochen.

Aus einer Tonne Malz resultieren (nach [46]):

Spezifisches Trebervolumen vor dem Austrebern	Trockenschrot	Konditioniertes Schrot	Weichkonditioniertes Schrot
Aus Malz und Gerste, 2-zeilig	1,65 m ³ /t	1,85 m ³ /t	2,1 m ³ /t
Aus Weizen u. Weizenmalz	1,10 m ³ /t		
Mais und Reis	0,55 m ³ /t		
Aus Malz und Gerste, 6-zeilig	2,15 m ³ /t	2,0 m ³ /t	

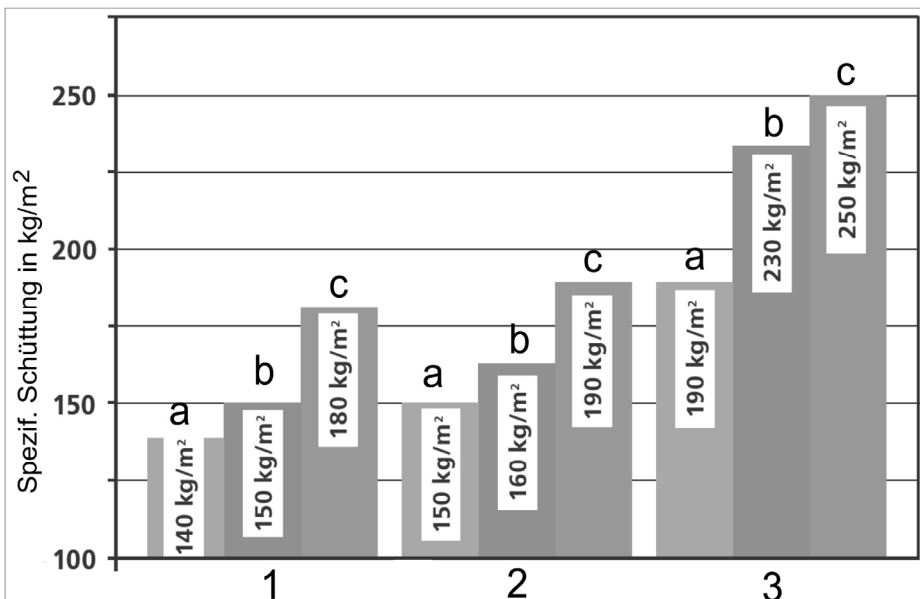


Abbildung 21 Spezifische Beladung des Läuterbottichs in kg/m² in Abhängigkeit der Schrotungsvariante (nach Huppmann)

1 Trockenschrotung 2 Konditionierte Trockenschrotung 3 Weichkonditionierung
a 12 Sude/d b 10 Sude/d c 8 Sude/d

Im Interesse kurzer Läuterzeiten werden möglichst geringe spezifische Beladungen und die Weichkonditionierung (bzw. deren Varianten) bei der Zerkleinerung zur Spelzen-erhaltung angestrebt.

Da der Grundflächenbedarf des LB und die Investitionskosten dabei ansteigen, muss immer ein Kompromiss gefunden werden.

Einschätzung des Läuterbotticheinsatzes

Der moderne Läuterbottich ist eine Anlage, die sich im Wettbewerb mit den Maischefiltern befindet.

Der größere spez. Grundflächenbedarf des LB relativiert sich mit zunehmender Schüttung.

Die Investitionskosten lassen sich nur bei konkreten Angeboten vergleichen. Die laufenden Betriebskosten sind günstiger als beim MF einzuschätzen, da notwendige Hilfsmittel, die sich abnutzen (z. B. Filtertücher, Membranen), nicht benötigt werden.

Ein Vergleich der erreichbaren Rohstoffausbeute ist schwierig, da der direkte Vergleich im Betriebsmaßstab nur sehr selten gegeben ist.

Ein belastbarer Gesamtvergleich der beiden Läuteranlagen ist nur bei einer konkreten Aufgabenstellung und den entsprechend detaillierten Lieferangeboten bzw. Ausbeuteversprechen und -Nachweisen sowie gleichen Betriebsbedingungen (Rohstoffe, Wasser) möglich.

Manipulationszeiten beim Läuterbottich

Abmaischen: ≤ 8 min

Austrebern: ≤ 8 min

Vorbereitung für
den nächsten Sud: ≤ 5 min.

Hierzu s.a. Tabelle 4 (S. 83).

Im Interesse kurzer Austreberzeiten müssen die Treber in einem Treberbunker zwischengestapelt werden, aus dem dann das Trebersilo beschickt werden kann. Die Zeit dafür ist maximal die Zeit zwischen zwei Suden.

Läuterbottiche wurden bisher für bis zu 30 t Schüttung gefertigt (\varnothing ca. 15 m).

Ein Läuterbottich in „klassischer Ausführung“ ist in Abbildung 22 schematisch dargestellt. Aus Abbildung 1 sind historische Läuterbottiche zu ersehen, deren Aufstellungsniveau so hoch war, dass die Würze durch Schwerkraft in die Pfanne laufen konnte.

In Abbildung 23 ist ein älterer Läuterbottich schematisch dargestellt, der erhöht aufgestellt wurde, und nur über eine offene Abläuterung verfügte.

3.3.2 Baugruppen des Läuterbottichs

3.3.2.1 Behälter

Der Behälter besitzt einen flachen Boden, zum Teil wird er als flacher Konus gestaltet mit zentralem Auslauf für Spülwasser und CIP-RL. Der Boden wird mit einer Wärmedämmung ausgerüstet, seltener beheizbar zum Ausgleich der Wärmeverluste.

Der obere Boden ist in der Regel ein flacher Konus, der mit dem Dunstrohr abschließt (s.a. Abbildung 2). Er wird, wie auch die Behälterzarge, mit einer Wärme-

dämmung ausgerüstet, die mit einem geschliffenen oder gestrahlten CrNi-Stahlblech abschließt. Das Dunstrohr und auch die Haube (wichtig vor allem, wenn keine Wärmedämmung vorhanden ist) werden mit einer Kondenswasserableitung ausgerüstet. In der Vergangenheit wurde die Haube bombiert ausgeführt (s.a. Abbildung 1).

Der Boden muss genau horizontal ausgerichtet werden und stützt sich auf einem biegesteifen Stahlträgergerüst ab.

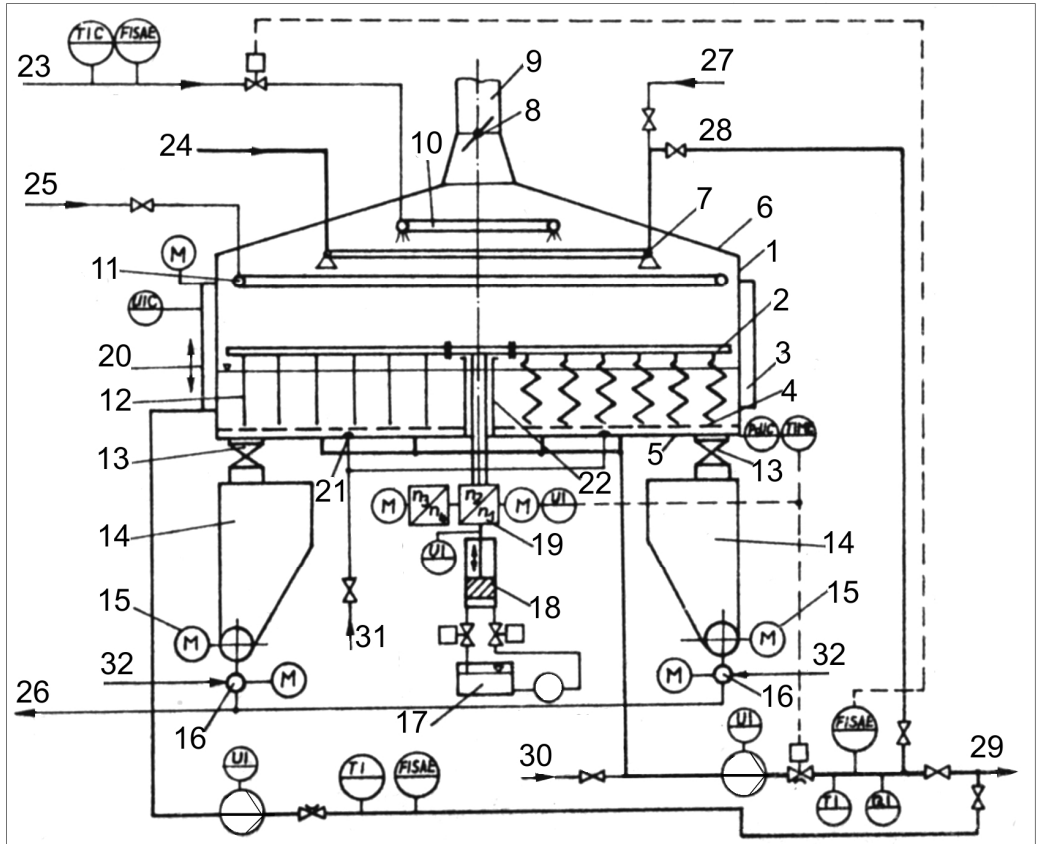


Abbildung 22 Läuterbottich, schematisch (um 1960)

- 1 Zarge 2 Schneidwerk 3 Schauglas 4 Senkboden 5 Bottichboden 6 Bottichhaube 7 Maischeverteiler 8 Dunstrohrklappe 9 Dunstrohr 10 Anschwänzwasserverteiler 11 CIP-Verteiler 12 Schneidemesser 13 Treberklappe 14 Treberbunker 15 Treberförderschraube 16 Treberinjektor 17 Hydraulikaggregat 18 Hubkolben für Schneidwerk 19 LB-Getriebe 20 Abzugsvorrichtung für oberflächigen Würzeabzug 21 Flachstrahldüsen für Bodenspritzung 22 Kronenstock 23 Anschwänzwasser 24 Maische 25 CIP-VL, Spülwasser 26 zum Trebersilo 27 Trubwürze, Heißtrub 28 Trübwürze 29 zum Vorlaufgefäß / Würzepfanne 30 Heißwasser für Vorwärmung und Wasservorlage 31 Druckwasser für Spülung unterhalb des Senkbodens 32 Druckluft/Dampf für Treberförderung

Bei diesem älteren Modell wurde die Maische noch „von oben“ eingelagert. Das gilt seit etwa 1970 als veraltet.

Auf dem LB-Boden wird mit einem geringen Abstand der eigentliche Läuterboden, auch Senkboden genannt, installiert. Der Bodenabstand beträgt 20 bis 25 mm, früher eher etwas weniger (10...15 mm). Wichtig ist es, dass der Senkboden genau horizontal ausgerichtet wird. Die Fläche unterhalb des Senkbodens ist das sog. Quellgebiet. Es wurde in der Vergangenheit unterteilt in einzelne getrennte Quellgebiete (z.T. mit sog. „Quellgebietsabschluss“). Jedem Quellgebiet wurde ein Würzeablauf, eine sog. Anstichöffnung (Anstich), zugeordnet (s.a. Abbildung 26). Die zugeordnete Läuterfläche je Anstich bzw. Quellgebiet wird im Bereich 0,8...1,2 m² gewählt.

- 1 Dunstschlot
- 2 Haube
- 3 Bottichboden
- 4 Senkboden, eingelegt
- 5 Wärmedämmung
- 6 Abmainschleitung
- 7 Schneidwerk mit Messern
- 8 Schneidwerktrieb
- 9 Hubzylinder für Schneidwerk
- 10 Druckwasserzulauf
- 11 Anschwänzwasserzulauf
- 12 Schottisches Drehkreuz für Anschwänzwasser-
verteilung
- 13 Läuterrohre
- 14 Würzegrand (Läuter-
grand, Läutermulde)

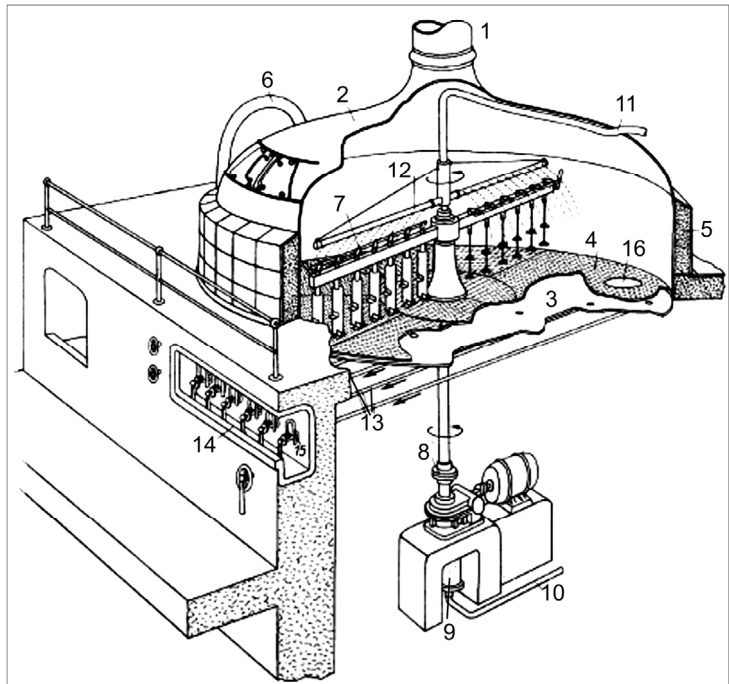


Abbildung 23 Klassischer Läuterbottich (um 1950, schematisch, nach [7])

Jeder Anstich wurde in der Vergangenheit zum Läutergrand geführt und mit einem Läuterhahn im verschlossen. Diese Variante des Würzeablaufes war die „offene“ Läuterung (Abbildung 26a). Um Oxidationen zu verringern, wurden die Läuterrohre im Bereich des Würzegrands zu einem Sammelrohr zusammengefasst, das die Würze direkt in die Pfanne leitete („geschlossene“ Läuterung). Das ging ohne Pumpe, wenn der LB erhöht aufgestellt wurde (Abbildung 26c), wie in der Vergangenheit üblich.

Bei modernen LB werden die Anstiche mit Rohren gleicher Länge bzw. gleichen Druckverlustes zu einem Ringrohr geführt. Je nach Bottichgröße können auch mehrere Ringrohre vorhanden sein (Abbildung 26b). Auch die Einleitung der Läuterrohre in einen zentralen Sammelbehälter wird praktiziert. Aus diesem bzw. aus den Ringleitungen wird die Würze dann der Würzepumpe zugeführt, die sie in die Würzefpfanne oder das Sammelgefäß („Würzevorlauf tank“) fördert. Die Pumpe wird mittels Drucksensor so betrieben bzw. geregelt, dass sie saugseitig keinen oder nur einen definiert geringen Unterdruck unter dem Senkboden erzeugt!