

## **23 ANDEN PASTEURISERING**

### **23.1 Procesidentifikation**

Pasteurisering har til formål at inaktivere ølskadelige mikroorganismer i øllet og garantere øllets kvalitet indtil udløbsdato. Foruden pladepasteurisering (omtalt i forrige afsnit) kan man pasteurisere øllet, når det er tappet på flaske. Det foretages hos større mikrobryggerier kontinuert i en tunnelpasteur eller hos mindre mikrobryggerier batchvis i en lukket beholder (ofte kaldet en retort).

Hvis der er mulighed for steril aftapning, kan øllet alternativt pladepasteuriseres eller sterilfiltreres før aftapning.

### **23.2 Teknologi- og designbeskrivelse**

#### **23.2.1 Pasteuriseringseffekt**

Hastigheden, hvormed mikroorganismer inaktiveres, afhænger af temperaturen og længden af det tidsrum, hvor pasteuriseringen foregår. Én pasteuriseringsenhed (PU) defineres som den effekt, der fås ved 60°C i 1 minut. Antallet af pasteuriseringsenheder beregnes efter formlen:

$$PU = \text{tid} * 1.393^{(\text{temp} - 60)}$$

Den eksponentielle opbygning af formlen med grundtallet 1,393 gør, at effekten øges med en faktor 10, når temperaturen øges med 7°C.

PU er proportional med tiden, dvs. fordobles holdetiden, fordobles antal pasteuriseringsenheder. Se skema over pasteuriseringseffekt i Kapitel 22 ”Pladepasteurisering”.

Generelt gælder, at jo mere alkohol, øllet indeholder, des færre PU er nødvendigt for at sikre øllets kvalitet indtil udløbsdato. Ligeledes gælder, at jo mere sukker øllet indeholder, des flere PU er nødvendigt. Typisk vil 10-15 PU være tilstrækkeligt for en udgæret pilsner med 5 vol % alkohol. Op til 200-300 PU vil være nødvendigt for maltøl.

#### **23.2.2 Tunnelpasteurisering**

Tunnelpasteurisering af øl foregår ved, at flaskerne kører på et transportbånd gennem en tunnel, hvori flaskerne bruses over med vand. Først varmes flaskerne op ved overbrusning med stadig varmere vand gennem 2-3 zoner. Derefter holdes temperaturen ved 60-70°C i varmezonen. Til sidst afkøles flaskerne gennem 4-6 zoner med faldende vandtemperatur. Varme- og vandgenvinding foregår ved, at vand fra afkøling af flaskerne genbruges til opvarmning af flaskerne i indløbet. Gennemløbstiden i en tunnelpasteur er typisk 50-60 minutter med 20 minutter i varmezonen.

Tunnelpasteuren virker kontinuert og kan have ind- og udløb i hver sin ende eller i samme ende. Med ind- og udløb i hver sin ende transporteres flaskerne typisk i et lag, hvorimod de typisk transporteres i to lag ved ind- og udløb i samme ende. For de mindste mikrobryggerier findes udstyr til batchvis pasteurisering efter samme princip med overbrusning med vand eller med varm luft. Udstyret optager meget mindre plads og er følgelig egnet til meget små batchstørrelser.

Fordelen ved at bruge tunnelpasteur frem for pladepasteur eller sterilfiltrering er opnåelse af en højere grad af sikkerhed, da man ikke skal stole på en steril aftapning. Ulemperne er store investeringer, stort energiforbrug og stort pladsforbrug.

På grund af den forholdsvis langsomme opvarmning og nedkøling (i forhold til en pladepasteur) vil det være nødvendigt at tage hensyn til opvarmningsfase og nedkølingsfase ved beregning af den samlede pasteuriseringseffekt.

### **23.2.3 Retort pasteurisering**

For de mindste mikrobryggerier findes udstyr til batchvis pasteurisering efter samme princip med overbrusning med vand eller med varm luft. Udstyret optager meget mindre plads og er følgelig egnet til meget små batchstørrelser.

En retort fungerer i princippet som en trykkoger, hvorved en større eller mindre batch af tappet øl kan pasteuriseres. Oftest køres produkter ind på paller eller andre håndterbare måder. Grundet varmepåvirkningen må etikettering etc. foregå efter pasteuriseringen, hvorved denne form for pasteurisering kan være ret besværlig.

## **23.3 Risikovurdering**

Ved tunnelpasteurisering vil der være en kvalitetsmæssig risiko for fremkomst af en kogt smag i øllet som følge af overpasteurisering. Dette kan ske, hvis opholdstiden i varmezonen bliver for lang, fx ved længerevarende liniestop efter tappemaskinen.

Desuden kan overfyldning af flaskerne blive skyld i et stort tab af flasker i tunnelpasteuren. Et for lille "headspace" i flaskerne resulterer i for stort tryk i flaskerne og flaskerne vil eksplodere. Man skal også være opmærksom på fejl i flaskerne, hvilket især gælder ved brug af genbrugsflasker. Glasskår, knuste og væltede flasker (fuglereder) i tunnelpasteuren er et alvorligt problem, idet tabsprocent kan være betragtelig.

Tabel 23.1 Mulige problemer, årsager og korrigerende handlinger ved pasteurisering (ikke pladepasteurisering).

Fejl	Mulig årsag	Korrigerende handling
Mikrobiel vækst i produktet efter pasteurisering	Pasteuriseringstemperaturen er for lav Pasteuriseringstiden er for lav	Kontrollerer temperatur og tider med en temperaturlogger
Knuste flasker i afkølingszonen	Flaskek nusning på grund af spændinger i glasset under afkøling	Regulering af vandtemperaturen mellem zonerne Afbalancering af pasteurstemperaturer og flow
Knuste flasker i opvarmningszonen og holdezone	Headspace volumen forkert	Juster tappemaskine/jetting
	Tyndvæggede flasker eller bobler i glasset	Kontrollerer kvalitet af glasflaskerne
Knuste flasker, generelt i tunnelpasteur	Glasskår, fuglereder, væltede flasker	Juster transportbånd Fjerne glasskår

### 23.4 Hygiejnisk design/GMP

En kogt smag, eller måske endda brændt, kan opstå som følge af overpasteurisering. Overpasteurisering kan undgås ved at have PU-styring på pasteureren. Samtidig skal der være mulighed for akkumulering efter pasteureren, hvis efterfølgende etikettering og pakkemaskiner står stille i lang tid.

For at sikre hygiejniske forhold inde i pasteureren er det vigtigt, at vandet er rent. Man bør tilsætte desinfektionsmidler (ofte chlorerede) til vandet. Hårdt vand bør blødgøres for at undgå tilstopning af dyserne med kalk og for at undgå saltudfældninger på flaskerne. Desuden kan overfladeaktive stoffer sikre en bedre kontakt mellem vandet og flaskerne og dermed en bedre varmeovergang.

En tunnelpasteur er meget varm og bør være isoleret for at opnå en god energiøkonomi.

### 23.5 Overvågning

Der bør være monteret termofølere i de forskellige zoner i pasteureren for at kunne styre og kontrollere temperaturen og dermed PU.

Vandtrykket bør kontrolleres for at undgå tilstopning af vanddyserne.

Tunnelpasteuren bør jævnligt efterses for at sikre, at dyserne ikke tilstoppes og for at forhindre vækst af mikroorganismer.

Transportbånd bør løbende overvåges og renses for fastsiddende glasskår, der kan vælte flasker. Transportbåndene skal ligeledes opspændes og køre jævnt, idet flasker ellers også kan vælte.

Ligeledes bør man jævnligt sende en flaske med termoføler monteret i flasken gennem pasteuren. Derved opnår man erfaring for sammenhængen mellem vandets temperatur og temperaturen af øllet i flasken og den samlede PU effekt.

### **23.6 Litteratur**

Handbuch der Brauerei-Praxis, Karl-Ullrich Heyse, Getränke-Fachverlag Hans Carl, Abschnitt Flaschen-Abfüllung

Malting and Brewing Science, vol. 2, Hopped Wort and Beer, Hough, Briggs, Stevens & Young, section 20.6 Pasteurization

Wolfgang Kunze (1996), *Technology brewing and malting*, VLB Berlin. ISBN 3-921-690-34-X