Bedste tilgængelige teknik (BAT) for mindre bryggerier i de nordiske lande

Bedste tilgængelige teknik (BAT) for mindre bryggerier i de nordiske lande

Jan Holmegaard Hansen, COWI AS (Projektleder)

Axel Grøndahl Kristiansen, Den Skandinaviske Bryggeskole

Kim Lau Johansen, Den Skandinaviske Bryggeskole

Claes-Göran Johansson, SweBrew

John Sørensen, COWI AS

Bedste tilgængelige teknik (BAT) for mindre bryggerier i de nordiske lande

TemaNord 2011:546
ISBN 978-92-893-2244-7

© Nordisk Ministerråd, København 2011

Omslagsfoto: Jan Holmegaard Hansen

Denne rapport er udgivet med finansiel støtte fra Nordisk Ministerråd. Indholdet i rapporten afspejler dog ikke nødvendigvis Nordisk Ministerråds synspunkter, meninger, holdninger eller anbefalinger.

www.norden.org/da/publikationer

Det nordiske samarbejde

Det nordiske samarbejde er en af verdens mest omfattende regionale samarbejdsformer. Samarbejdet omfatter Danmark, Finland, Island, Norge og Sverige samt Færøerne, Grønland og Åland.

Det nordiske samarbejde er både politisk, økonomisk og kulturelt forankret, og er en vigtig medspiller i det europæiske og internationale samarbejde. Det nordiske fællesskab arbejder for et stærkt Norden i et stærkt Europa.

Det nordiske samarbejde ønsker at styrke nordiske og regionale interesser og værdier i en global omverden. Fælles værdier landene imellem er med til at styrke Nordens position som en af verdens mest innovative og konkurrencedygtige regioner.

Nordisk Ministerråd

Ved Stranden 18
1061 København K
Telefon (+45) 3396 0200

www.norden.org

Indholdsfortegnelse

Forord.....	7
Sammenfatning.....	9
1. Mindre bryggerier i Norden.....	13
1.1 Hvad forstås ved mindre bryggerier?.....	13
1.2 Afgrænsning af målgruppen.....	13
1.3 Overblik over mindre bryggerier i Norden.....	14
1.4 Danmark.....	14
1.5 Sverige.....	15
1.6 Norge.....	15
1.7 Finland.....	15
1.8 Island.....	15
1.9 Færøerne.....	15
1.10 Åland.....	16
2. Processer og teknikker på mindre bryggerier.....	17
2.1 Bryghus.....	17
2.2 Lagring og filtrering.....	30
2.3 Tapning, etikettering og forsendelse.....	34
2.4 Forsyningsanlæg.....	39
2.5 Indvendig rengøring (CIP – Cleaning in Place).....	42
3. Miljøpåvirkninger.....	45
3.1 Ressourceforbruget.....	45
3.2 Miljøpåvirkningen.....	45
4. Nøgletal for forbrug og emissioner.....	51
4.1 Vandforbrug.....	51
4.2 Energiproduktion og -forbrug.....	52
4.3 Kemikalieforbrug.....	54
4.4 Spildevand.....	54
4.5 Affald.....	56
4.6 Luft- og lugtforurening.....	56
4.7 Unormal drift.....	57
5. Teknikker til bestemmelse af BAT.....	59
5.1 Vandforbruget.....	60
5.2 Energi.....	60
5.3 Råvarer og materialer.....	60
5.4 Emballage.....	61
5.5 Spildevand.....	61
5.6 Affald.....	61
5.7 Luftforurening.....	61
5.8 Driftsforstyrrelser og uheld.....	62
6. BAT på mindre bryggerier.....	63
6.1 Generelle BAT.....	63
6.2 Enhedsoperationer.....	65
6.3 Bryggerispecifikke BAT.....	67
6.4 Rensningsteknikker.....	71
Litteraturliste.....	73
Summary.....	75

Bilag 1: Oversigt over mindre bryggerier i Norden	77
Danmark	77
Norge	79
Sverige	80
Finland	81
Island	82
Færøerne	82
Åland	82
Bilag 2A: BAT tjekliste for mindre bryggerier	83
Bilag 2B: BAT Tjekliste relevant for mindre bryggerier	89
Bilag 3: Dataindsamlingsskema	97
Dataindsamlingsskema	97
Bilag 4: Ordforklaringsliste	99

Forord

Nordisk Ministerråd har genom BAT-gruppen, undergrupp till HKP-gruppen, stillet midler til rådighed for udarbejdelsen af et dokument, som beskriver BAT (Bedste tilgængelige teknik) for mindre bryggerier i de nordiske lande.

Beskrivelser af BAT (på engelsk „Best Available Techniques“) for større bryggerier, og som er omfattet af IPPC Direktivet, findes beskrevet i BREF dokumentet for „Food, Drink and Milk Industries“ fra 2006.¹ Der findes ikke et tilsvarende dokument omfattende bedste tilgængelige teknik for mindre bryggerier.

Formål

Projektets formål er at indsamle, bearbejde og præsentere data og informationer om de løsninger og teknikker (BAT), som udgør de bedste til at opnå det mindst mulige ressourceforbrug og den mindst mulige miljøpåvirkning for mindre bryggerier. Beskrivelserne omfatter de mest gængse løsninger og teknikker, som de i dag findes anvendt på bryggerier i de nordiske lande.

Dataindsamling

Der er ikke foretaget besøg på danske mindre bryggerier i forbindelse med dette projekt, fordi anvendte teknologier og processer er velkendte.

I de øvrige skandinaviske lande er der foretaget en række besøg til mindre bryggerier i forskellige størrelser. Formålet med besøgene har været at vurdere om beskrivelsen af forholdene på danske bryggerier er dækkende for bryggerier i de andre nordiske lande samt for at indhente nøgletal for forbrug og emissioner fra de andre nordiske lande. Til brug for dataindsamlingen er anvendt et skema (se bilag).

Antallet af gennemførte besøg til mindre bryggerier i Sverige og Norge har været 10. Antallet af besøg til mellemstore bryggerier var 3, 3 besøg til små bryggerier og 4 besøg til mikro-bryggerier.

Rapporten

Rapporten er opbygget med et indledende afsnit om antallet af bryggerier i de nordiske lande og efterfulgt af beskrivelser af de mest anvendte processer og teknikker for de forskellige størrelser af mindre bryggerier. Herefter følger afsnit om typiske miljøpåvirkninger og nøgletal for ressourceforbrug og emissioner, hvor disse findes tilgængelige.

¹ Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, Integrated Pollution Prevention and Control, EU-Commission, August 2006.

Til sidst i rapporten beskrives BAT for mindre bryggerier, hvor resourceforbruget og/eller miljøpåvirkningen er fundet eller vurderes at 8 Bedst tilgængelige teknik (BAT) for mindre bryggerier i de nordiske lande være mindst mulig og hvor der samtidig er taget hensyn til løsnin- gernes økonomiske forhold set i forhold til bryggeriet størrelse.

Målgruppe

Målgruppen for rapporten er bryggerier, miljø tilsynsførende og konsu- lenter i de nordiske lande.

Konsulenter

Projektet af gennemført med COWI AS som projektleder og med den skan- dinaviske bryggerhøjskole og SweBrew AB som underrådgiverne. Den skandinaviske bryggerhøjskole har primært bidraget med beskrivelser af processer, teknikker og nøgletal, men SweBrew har foretaget dataindsam- ling i Sverige, Norge og Finland og supplerende beskrivelser.

COWI har beskrevet miljøpåvirkningerne. Alle konsulenter har bidraget til opgørelse af de statistiske oplysninger samt til beskrivelserne af BAT.

De medvirkende konsulenter har været:

- Jan Holmegaard Hansen, COWI AS (Projektleder)
- Axel Grøndahl Kristiansen, Den Skandinaviske Bryggeskole
- Kim Lau Johansen, Den Skandinaviske Bryggeskole
- Claes-Göran Johansson, SweBrew
- John Sørensen, COWI AS

Styre- og følgegruppe

Nordisk Ministerråds BAT Gruppe har været styregruppe for projektet. Bryggeriforeningerne i de nordiske lande har medvirket med statistiske oplysninger og foreningerne har (været inviteret til at) kommentere rap- portens indhold og anbefalinger.

Medlemmerne af styre- og følgegruppen har været:

- Tina Schmidt, Miljøstyrelsen, Danmark
- Jard Gidlund, Naturvårdsverket, Sverige
- Jaakko Kuisma, Regionalförvaltningsverket i Södra Finland, Finland
- Jákup í Horni, Umhvørvisstovan, Føroyar
- Sigurdur Ingason, Umhverfisstofnun, Island
- Egil Strøm, Klima- og forurensningsdirektoratet, Norge
- Susanne Särs, Ålands miljö- och hälsoskyddsmyndighet

Kristian Birk
Afdelingschef
Nordisk Ministerråd

Sammenfatning

Konklusioner

Bryggeribranchen omfatter bryggerier, malterier og mineralvandsfabrikker selv om fællesbetegnelsen bryggerier ofte anvendes som en fællesbetegnelse. Bryggeribranchen opdeles i henholdsvis større bryggerier, som er omfattet af EU's IPPC Direktiv og i mindre bryggerier. Formålet med denne rapport er at beskrive BAT for mindre bryggerier i de nordiske lande. Med mindre bryggerier forstås mellemstore, små og mikrobryggerier.

Der findes ingen mindre malterier af kommerciel betydning i de nordiske lande. Antallet af mineralvandsfabrikker er meget lille og forventes at falde i årene fremover. Derfor omfatter denne rapport kun beskrivelser af BAT på mindre bryggerier og produktionen af øl.

Der findes næsten 200 mindre bryggerier i de nordiske lande, hvoraf næsten halvdelen findes i Danmark. Antalsmæssigt udgør mikrobryggerierne de fleste, omkring 75 %. Mere end halvdelen af mikrobryggerierne ligger i Danmark (54 %).

Tidligere BAT eller Renere Teknologi projekter har alle beskrevet forholdene på større bryggerier og sjældent på de mindste bryggerier. Denne rapport har derfor haft større fokus på beskrivelser af miljøforhold og BAT for mikrobryggerierne end for mellemstore og små bryggerier.

Mindre bryggeriers væsentligste miljøpåvirkninger er forbruget af ressourcerne vand og energi samt emissionen af spildevand, lugtstoffer og støj. En meget stor del af affaldsmængden fra et bryggeri genanvendes.

Den samlede miljøpåvirkning af omgivelserne for små og mikrobryggerier vurderes at være forholdsvis begrænset. Det skyldes dels at spildevandet er let nedbrydeligt og rig på næringsstoffer, som er gavnligt for et kommunalt rensesanlæg dels at en meget stor del af affaldsmængderne genanvendes og at emballager indgår i de nordiske landes retursystemer.

Mikrobryggerier har ingen tradition for at opgøre forbruget af vand og energi. Det skyldes, at mikrobryggeriers fokus især er på omkostningerne til lønninger. I modsætning til de store bryggerier, som har forholdsvis lidt personale ansat og som har meget stor fokus på omkostningerne til vand, energi og spildevandsbehandling, så fylder miljøforholdene ikke meget på mikrobryggerierne. Den tilgængelige datamængde på mikrobryggerierne om forbrug og emissioner er derfor også meget begrænset.

Styring af varme- og vandbalancen er mikrobryggeriernes største udfordring til at få den mest optimale udnyttelse af den opsamlede energi.

For mikrobryggerier vil spildevandsrensning ikke være relevant, fordi udledningen er begrænset og indholdet i spildevandet er forholdsvis

letnedbrydeligt. Udfordringen er imidlertid at forhindre bortskaffelse af affald via spildevandssystemet.

Spildevandet fra bryggerier kræver rensning. For mindre bryggerier vil det ikke være økonomisk realistisk at foretage spildevandsrensning på mikrobryggeriet, som derfor i stedet kræver rensning eksternt, typisk på det kommunale renseanlæg. For nye mellemstore bryggerier kan det være en økonomisk fordel selv at rense spildevandet. Mellemstore bryggerier med ældre udstyr og teknikker til spildevandsrensning har den største miljømæssige og økonomiske udfordring.

Rapporten indeholder BAT som – afhængig af bryggeriets størrelse – vil have en større eller mindre betydning for at reducere forbruget af vand og energi samt reducere miljøpåvirkningen.

Er del af de BAT som anbefales i rapporten kan anvendes af bryggerier i alle størrelser, men der er også beskrevet BAT, som af økonomiske grunde kun vil være relevante for mellemstore bryggerier. En del BAT er forbundet med så store omkostninger, at de ikke er relevante for mikrobryggerier.

For at gøre det lettere at overveje anvendelse af de anbefalede BAT er der udarbejdet en tjekliste, som er medtaget i rapporten bilag 2A. BAT tjeklisten er tænkt som et værktøj, hvis anvendelse gør det muligt, at tjekke og overveje en række BAT muligheder. BAT tjeklisten er således ikke en facitliste til, hvad der kan iværksættes, idet lokale forhold og forudsætningerne for hvert bryggeri kan variere meget.

BAT tjeklisten tager udgangspunkt i rapportens beskrivelser af BAT og dækker mulighederne for både store og små bryggerier. Som et supplement til BAT tjeklisten er der tillige foretaget en overordnet vurdering af, hvilke BAT spørgsmål på BAT tjeklisten, som er relevante at overveje for henholdsvis mellemstore, små og mikrobryggerier. Denne liste er medtaget som bilag 2B.

Anbefalinger

Anvendes BAT tjeklisten vil det være muligt at komme igennem de fleste af de væsentlige BAT løsninger for ressourceforbrug og miljøpåvirkninger, som er beskrevet i rapporten. Der er imidlertid omtalt løsninger i rapporten, som er forholdsvis produktionstekniske og som kan medvirke til at optimere fremstillingen af øl og dermed enten reducere omkostningerne eller øge produktiviteten (få mere produkt ud af de samme råvarer). Nogle af disse løsninger kan ikke umiddelbart formuleres i tjekliste spørgsmål og er derfor ikke medtaget i bilag 2. I stedet henvises til rapporten kapitel om beskrivelser af BAT på bryggerier.

Den væsentligste anbefaling er, at miljøledelse bør komme til at spille en større rolle på mindre bryggerier. Som minimum bør der foregå en anvendelse af nøgletal for vand og energi til styring af forbruget og bestræbelser på at reducere disse. Dels for at reducere ressourcepåvirkningen dels fordi det vil virke forbedrende på bryggeriernes produktivitet.

Det anbefales at fokusere på de anbefalede BAT, hvorved det vurderes i mange tilfælde muligt at reducere vandforbruget på mikrobryggerier og mellemstore bryggerier til henholdsvis 6 og 4 hl/hl øl.

Det anbefales for især mikrobryggerier også at fokusere på energibesparelser, fordi potentialet for besparelser ved anvendelse af de anbefalede BAT er forholdsvis stort. Såvel varme som elforbruget varierer betydeligt inden for gruppen af mikrobryggerierne, hvilket indikerer at mange mikrobryggerier anvender for meget energi.

Det anbefales at fokusere på spildevandsforholdene og forbedre disse. Bryggerier uden spildevandsrensningsfaciliteter anbefales at opsamle alt organisk materiale som fast affald, og at undgå udledning af mask, kiselgur, gær og etiketterester.

1. Mindre bryggerier i Norden

Ved bryggerier forstås i daglig tale både bryggerier, som brygger øl samt malterier og mineralvandsfabrikker. Nogle bryggerier producerer både øl og mineralvand (læsk), men der findes også et mindre antal mineralvandsfabrikker, som kun producerer mineralvand og/eller kildevand.

1.1 Hvad forstås ved mindre bryggerier?

Mindre bryggerier har en produktionskapacitet på under 300 tons per dag eller svarende til under 1,1 millioner hl/år. Ved mindre bryggerier forstås i denne sammenhæng både produktionen af øl og mineralvand (læsk).

Større bryggerier eller IPPC virksomheder, som ifølge IPPC Direktivet har en produktionskapacitet på over 300 tons per dag eller svarende til over 1,1 millioner hl/år, er ikke omfattet af denne rapport.

Gruppen af mindre bryggerier/malterier/mineralvandsfabrikker kan yderligere inddeles i 3 undergrupper:

- Mellemstore bryggerier/malterier/mineralvandsfabrikker
- Små bryggerier/malterier/mineralvandsfabrikker
- Mikrobryggerier/mikro-malterier

Definitionen på hvorledes der skelnes imellem mellemstore, små og mikrobryggerier er vist i tabel 1.1.

Tabel 1.1. Definition på størrelsesinddeling af mindre bryggerier.

Bryggeritype	Kapacitet, hl/år
Mellemstore bryggerier	183,000–1,100,000
Små bryggerier	4000–183,000
Mikrobryggerier	300–4000

En produktionskapacitet på 2000 hl/år svarer til en produktion på godt 125 kasser øl om dagen.

1.2 Afgrænsning af målgruppen

Håndbryggere med en kapacitet på under 300 hl/år og fremstilling af kildevand er ikke omfattet af denne rapport. Disse virksomheders miljøpåvirkning vurderes at være ubetydelig.

Mineralvandsfabrikker og malterier er af nedenstående grunde ikke medtaget i dette projekt omhandlende mindre bryggerier, malterier og

mineralvandsfabrikker. Der findes formentlig ingen mindre malterier af betydning i de nordiske lande. Alle større malterier vurderes at falde uden for størrelsesafgrænsningen.

Der er ligeledes ikke kendskab til mikro-mineralvandsfabrikker i de nordiske lande.

Antallet af selvstændige mindre mineralvandsfabrikker i Norden er meget lille og har været faldende i en årrække. Der er kendskab til en mindre dansk mineralvandsfabrik samt et mellemstort og tre små norske mineralvandsfabrikker.

Produktionen af mineralvand i de nordiske lande foregår i dag overvejende på større bryggerier og som en integreret del af disses produktioner. Mindre mineralvandsfabrikkers antal og betydning forventes at blive mindre i fremtiden.

1.3 Overblik over mindre bryggerier i Norden

Opgørelser over antallet af mindre bryggerier i Norden er forbundet med en vist usikkerhed. Det skyldes dels at Bryggeriforeningerne ikke opdaterer lister over aktive virksomheder dels at især mindre bryggerier hele tiden åbner og lukker. På offentliggjorte lister over mikrobryggerier findes ofte medtaget håndbryggere eller meget små bryggerier drevet sammen med restauranter.

I tabel 1.2 vises et oversigt over det opgjorte antal af bryggerier i de nordiske lande fordelt på de 3 størrelser af bryggerier efter deres kapacitet til at brygge øl. Nogle af disse bryggerier producerer også mineralvand (læsk).

Tabel 1.2. Antallet af skønnede mindre bryggerier i de nordiske lande.

	Danmark	Sverige	Norge	Finland	Island	Færøerne	Åland	I alt
Mellemstore	2	5	6	1	2	-	-	15–20
Små	8	7	3	1	-	2	-	20–25
Mikro	80	28	22	10	-	-	1	140–145

(-) betyder at antallet formentlig er 0.

1.4 Danmark

Antallet af mellemstore bryggerier i Danmark er opgjort til 2, mens antallet af små bryggerier er opgjort til 8. Antallet af mikrobryggerier ændres ofte, men skønnes at være ca. 80 (der kan være enkelte håndbryggere medtaget i dette skøn). I bilag 1 vises en oversigt over kendte registrerede mindre bryggerier i Danmark.

De findes enkelte mikro-malterier, som dog ikke har nogen kommerciel betydning.

Mineralvandsproduktionen i Danmark er tæt forbundet med et større bryggerier og medtages derfor ikke i projektet. Der findes kun en mindre mineralvandsfabrik.

1.5 Sverige

Antallet af mellemstore bryggerier i Sverige anslås til 5, mens antallet af små bryggerier og mikrobryggerier er opgjort til henholdsvis 7 og ca. 28. I bilag 1 vises en oversigt over kendte registrerede mindre bryggerier i Sverige.

1.6 Norge

Antallet af mellemstore bryggerier i Norge er opgjort til 5. Antallet af små bryggerier er opgjort til 4, mens antallet af selvstændige små mineralvandsfabrikker skønnes at være 3. Antallet af mikrobryggerier er opgjort til ca. 22. I bilag 1 vises en oversigt over de registrerede mindre bryggerier i Norge.

Der findes ifølge Bryggeriforeningen i Norge ikke malterier i landet.

1.7 Finland

Projektgruppen har haft kontakt til Bryggeriförbundet i Finland, men har ikke modtaget oplysninger om antallet af mindre bryggerier.

Den skandinaviske bryggerhøjskole skønner, at antallet af mikrobryggerier i Finland er ca. 12. I bilag 1 vises en oversigt over de registrerede mikrobryggerier.

1.8 Island

Der er kendskab til 2 mellemstore bryggerier på Island. I bilag 1 vises en oversigt over de registrerede mindre bryggerier på Island.

1.9 Færøerne

Der er kendskab til 2 små bryggerier på Færøerne. I bilag 1 vises en oversigt over de registrerede mindre bryggerier på Færøerne.

1.10 Åland

Der er kendskab til 1 mikrobryggeri på Åland. I bilag 1 vises en oversigt over de registrerede mindre bryggerier på Åland.

2. Processer og teknikker på mindre bryggerier

2.1 Bryghus

Processerne i bryghuset på små og mellemstore bryggerier kan til brug for beskrivelsen af processer og teknikker mest hensigtsmæssigt opdeles i:

- Modtagelse og opbevaring af råvarer („raw material handling“)
- Formaling af malt („milling“)
- Mæskning („mashing“)
- Sikar („mash filtration“ or „lauter tun“)
- Urtkogning („wort boiling“)
- Trup separering („trub separation“)
- Urtnedsvaling („wort cooling“)
- Urtbeluftning („wort aeration“)

Disse processer er skematisk sat sammen i et procesdiagram, som er vist i figur 2.1. Modtagelse og opbevaring af råvarer er dog ikke medtaget i denne figur.

På de følgende sider gennemgås de enkelte procestrin og teknikker hver for sig.

Figur 2.1. Skematisk diagram af processer i bryghuset.

Ref.: Den skandinaviske bryggerhøjskole.

2.1.1 Modtagelse og opbevaring af råvarer

Malt og råfrugt modtages og opbevares enten i sække eller i siloer. Små og mellemstore bryggerier har typisk siloer til opbevaring af malt og råfrugt og kun specialmalte opbevares i sække. Se figur 2.2, hvor modtagelse og opbevaring af malt i siloer på mellemstore bryggerier er vist.

Figur 2.2. Modtagelse og opbevaring af malt på mellemstore bryggeri.

Mikrobryggerier opbevarer typisk malt og råfrugt i sække. Se foto 1.

Foto 1. Opbevaring af råvarer („raw materials“).

Humle modtages enten som hel humle i sække, pellets i poser eller ekstrakt i dåser. Hel humle og pellets bør opbevares koldt. De færreste små og mellemstore bryggerier bruger hel humle. Humle ekstrakt anvendes næsten kun på de små og mellemstore bryggerier. Humle pellets anvendes på alle typer bryggerier.

Ved modtagelsen kontrolleres råvaren for fugt, lugt, infektion af skimmel og beskadigelse af insekter og andre skadedyr. Mellemstore

bryggerier vil typisk også udtage en prøve til analyse for de parametre, som bryggeriet har specificeret overfor leverandøren.

Opbevaring af råvarerne sker på et tørt lager, der er sikret mod indtrængning af skadedyr. Råvarer i sække står ikke direkte på gulvet. Opbevaring af malt på et mikrobryggeri er vist i foto 2.

Foto 2. Malt opbevaring før formaling („malt“).

2.1.2 Formaling af malt

Malten formales i en mølle. Tørformaling er mest udbredt for mikrobryggerier.

Nogle af de små og mellemstore bryggerier har vådformaling eller konditioneret vådformaling, hvorved malten befugtes med vand før formalingen. Ved tørformaling er det praksis at formale malten dagen før brygning og opbevare den formalede malt i en såkaldt skråkasse. Det er ikke tilrådeligt at have den formalede malt stående længere end et døgn på grund af risikoen for ilttingsreaktioner. Alle ovenstående metoder anvender valser til formalingen. Man kan også anvende en hammermølle, som er anvendelig til bryghuse med mæskfilter, hvilket kun de store bryggerier har.

Indstilling af afstanden mellem valserne har indflydelse på finheden af skråen. Jo finere formaling des større udbytte, men fraløbet i sikarret forlænges eller forhindres helt. En grovere skrå giver et lavere udbytte og et bedre fraløb i sikarret. Det er god praksis at måle afstanden mellem valserne og udtage prøver af skråen til en sigteanalyse. Derved kan valseafstanden optimeres. Foto 3 viser en vaslemølle på et mindre bryggeri.

Foto 3. Valsemølle („malt mill“).

2.1.3 Mæskning

Mæskning foregår i mæskekedlen.

Før selve mæskningen blandes den knuste malt (skrå) med vand under indmæskningen. I mellemstore og nogle små bryggerier har man ofte en speciel indmæsker til dette formål, hvorimod maltskråen blandes med vandet i selve mæskekedlen i mikrobryggerier og nogle små bryggerier. Ved mæskningen ekstraheres sukker fra malten og råfrugten ved opvarmning.

Mæskning foregår enten som dekoktionsmæskning eller som infusionsmæskning. Ved dekoktionsmæskning tages en delmæsk ud og koges separat og føres tilbage til hovedmæsken, hvorved temperaturen i denne stiger. Det kan gøres flere gange, hvorved man får enkel-, dobbel- eller trippeldekoktion. Ved anvendelse af majs eller ris som råfrugt koges denne separat i en råfrugtmæsk og blandes med hovedmæsken. Ved infusionsmæskning forøges temperaturen i nogle trin.

Ved mæskningen bestemmes forgæringsgraden og dermed alkohol og restekstrakt i den færdige øl. Nedbrydning af stivelse til sukker checkes med Iod-prøven. pH kan sænkes ved at tilsætte en syre (fosforsyre eller mælkesyre) under mæskningen.

I små og mellemstore bryggerier vil mæskekedlen være en separat kedel, der kun anvendes til mæskning. Kedlen vil være udstyret med omrør-

rer. Derimod kan mæskekedlen i mikrobryggerier og nogle små bryggerier være kombineret med en anden bryghuskedel:

- Kombineret mæskekedel og sikar, hvori der mæskes og mæsken separeres i mask og urt fra samme kedel. Kedlen er udstyret med en sibund
- Kombineret mæskkedel og urtkedel, hvori mæskning og urtkogning foregår i samme kedel afbrudt af filtrering af mæsken i sikarret. Kedlen vil være udstyret med en omrører

Mæskekedlen er forsynet med mulighed for opvarmning. En ekstern varmekappe til damp eller hedtvand vil være mest almindelig i små og mellemstore bryggerier. På mikrobryggerier ses desuden opvarmning med elektrisk varmelegeme. Varmetilførslen skal være tilstrækkelig til at opvarme mæsken 1 °C per minut.

Mæskekedlen bør fyldes fra bunden og voldsom omrøring bør undgås for at forhindre iltning.

2.1.4 Mæskfiltrering i sikar

I sikarret separeres mæsken i urt og mask. Urten filtreres fra gennem en sibund og recirkuleres indtil der kommer klar urt. På foto 4 vises et sikar med omrøring og på foto 5 et mæskekar (i venstre side af billedet).

Foto 4. Sikar med ophakker og bund („lauter tun“).

Restproduktet mask benyttes sædvanligvis til foder for fortrinsvis kvæg. Se foto 20 af mask.

Et sikar er udstyret med en perforeret såkaldt sibund eller falsk bund, hvorigennem urten filtreres og masken tilbageholdes. Sikararbejdet starter med at fylde mellemrummet mellem den falske og den rigtige bund med vand. Sikarret bør dernæst fyldes fra bunden for at undgå iltning.

Et sikar er udstyret med en ophakker, hvor knive omrører mæsken så urten kan passere gennem masken. Urten recirkuleres indtil den er tilstrækkelig klar. Derefter pumpes urten til urtkedlen eller til en forløbs-

tank. Når urten i sikarret er nået til lige over overfladen på masken, startes eftergydningen. Eftergydning består i at oversprøjte mæsken med vand med det formål at udvaske ekstrakt fra mæsken. Eftergydning foretages typisk 2-3 gange indtil den ønskede ekstraktmængde er udvasket. Til sidst skræbes masken ud. I små og mellemstore bryggerier sidder der oftest en skraber på ophakkeren og masken tømmes ud gennem en luge i bunden af sikarret. I mikrobryggerier er det mest almindeligt med manuel udtømning af masken fra sikarret.

Sikarrets falske bund skal være perforeret af huller eller spalter og de enkelte dele af bunden skal kunne afmonteres for rengøring.

Det er vigtigt at se sikararbejdet i sammenhæng med formaling af malten. En fint formalet malt giver et højt ekstraktudbytte men en vanskelig filtrering i sikarret. Derimod giver en grov formalet malt et lavere ekstraktudbytte og en nem filtrerbar mæsk.

Det er desuden vigtigt at kunne styre fraløbet (pumpen) for at sikre en klar urt og at undgå at masken pakker sammen i sikarret.

En alternativ teknologi til sikarret er mæskfilteret, som kun benyttes i de største af de mellemstore bryggerier og de store bryggerier. Benyttes de nyere typer mæskfilter skal malten være fint formalet med en hammermølle.

Foto 5. Mæskekar, sikar, urtkedel („mash kettle, lauter tun, wort kettle“).

2.1.5 Urtkogning

Urtten koges under tilsætning af humle i urtkedlen. På foto 5 og 6 vises forskellige urtkedler på mindre mikrobryggerier.

Ved urtkogningen ekstraheres og isomeriseres humlens bitterstoffer. Bitterhumlen tilsættes i begyndelsen af kogningen for at ekstrahere bitterstofferne. Aromahumlen tilsættes nogle få minutter før kogningen stoppes, da man kun er interesseret i aromaen og ikke bitterstofferne.

Humle kan tilsættes som hel humle, humle pellets, humleekstrakt eller isomeriseret humle.

Foto 6. Urtkedel („wort kettle“).

Der kan også tilsættes smagsgivere (honning, krydderier), sukker eller sirup og klaringsmidler (carageenan, Irish moss) under urtkogningen. Man kan justere pH ved at tilsætte fosforsyre eller mælkesyre.

Formålet med urtkogningen er desuden dannelse af varm trub bestående af udfældede protein-polyphenol komplekser. Desuden inaktiveres enzymer, vand fordampes, urten steriliseres og der fordampes uønskede svovlforbindelser. Under kogningen skal der kunne fordampes 4–8 % af volumenet pr. time. Man skal være opmærksom på, at der ikke er tilbageløb af kondensat fra skorstenen.

En række forskellige urtkogningssystemer er tilgængelige og anvendelsen afhænger af bryggeriets størrelse:

Opvarmning med en ekstern varmveksler (se foto 8) eller med en intern koger anvendes kun på de mellemstore bryggerier. Varmekappe til damp eller hedtvand anvendes såvel på de mellemstore som på de små

bryggerier og mikrobryggerier. På mikrobryggerier anvendes desuden direkte opvarmning med gasflamme eller med elektrisk varmelegeme.

Urtkedlen bør fyldes fra bunden for at undgå iltning af urten.

En beholder til opsamling af varmt vand fra urtkøling på et mikrobryggeri er vist på foto 7.

Foto 7. Isoleret opsamlingsbeholder til varmt vand. („collection of hot water in insulated tank“).

2.1.6 Trup separering (urt separering)

Den varme trub separeres fra urten i en whirlpool eller en humlesi. Whirlpoolen anvendes først og fremmest i de små og mellemstore bryggerier, men også i mange mikrobryggerier. I whirlpoolen pumpes urten tangentielt ind langs siden af kedlen og der skabes en roterende bevægelse, der samler varmtrubben i midten af whirlpoolen. Urtkedlen kan være udformet så den også virker som en whirlpool. Den klare urt pumpes ud af whirlpoolen fra udløb, der sidder et stykke over bunden, så trubkeglen ikke ødelægges og rives med. Når whirlpoolen er tømt for urt skylles trubben ud med vand. Den sidste rest af ekstrakt fanget i trubben kan udvaskes ved at overføre trubben til sikarret.

I mellemstore bryggerier, hvor man genanvender øl fra overskudsgær, under- eller overfyldte flasker og vand-øl blandingzoner, er det nogle steder praksis at tilsætte det genanvendte øl til whirlpoolen.

Humlesien bruges kun på de små mikrobryggerier. Varmtrubben tilbageholdes af et net i humlesien.

2.1.7 Urtnedsvaling

For at opnå en temperatur egnet til gæring nedkøles urten til typisk 8–14 °C i en urtkøler. Det er vigtigt, at der er gode hygiejniske forhold, da urten på dette sted er meget sårbar overfor infektioner.

Nedsvalingen foregår i en pladevarmeveksler, urtkøler eller urtsvaler (se foto 8), hvor den varme urt afkøles af modstrømmende koldt vand. Ønskes en lav urttemperatur køles urten med et andet kølemedie i en 2-trins køler. Det producerede varme vand genbruges som indmæskningsvand eller eftergydningsvand. I mikrobryggerier, hvor brygfrekvensen ikke er så høj, er denne praksis ofte ikke mulig, da vandet når at køle af inden det er tid til næste bryg.

Pladevarmevekslere bør rengøres jævnligt for at undgå infektioner og tilstopning af koldtrub eller kalk. Også kølemediets side af pladerne skal kunne rengøres og afkalkes. Det er god praksis at skille en pladevarmeveksler ad mindst en gang om året.

Foto 8. Varmveksler („heat exchanger or pre-heater“).

2.1.8 Urtbeluftning

For at gæren kan formere sig i det første trin af gæringen tilsættes urten luft eller ren ilt. Tilsætning sker fra trykbeholdere og doseres ind i urtledningen.

Luften eller ilten tilsættes gennem en dyse og opløsning af ilten i urten kan forbedres ved at skabe turbulens gennem et venturirør eller en statisk mixer. Formålet med begge løsninger er at skabe små bobler for at øge kontaktfladen mellem ilt og urt. Man skal være opmærksom på, at en statisk mixer skal være af hygiejnisk design, da den er svær at rengøre ordentligt. Man kan også tilsætte ilten gennem en „candle“ af sintret keramik eller sintret rustfrit stål. Disse er dog meget svære at rengøre ordentlig.

Endelig kan man tilsætte luft/ilt gennem bundventilen i gæringstanken. Denne metode bruges kun af nød i mellemstore og små bryggerier, hvis der er sket en fejl i in-line doseringen af luft/ilt. Nogle mikrobryggerier anvender denne metode i stedet for in-line dosering.

Tilsætning af trykluft eller ilt skal ske under sterile forhold gennem et sterilfilter for at undgå infektion. Sterilfilteret skal kunne dampsteriliseres. Bruges trykluft skal denne være oliefri. Den tilsatte mængde kan måles i en flowmåler eller ved at veje en trykflaske.

I de mindste mikrobryggerier vil de små brygstørrelser og kontakten med luft under processen gøre, at særskilt beluftning ikke er nødvendig.

2.1.9 Fermentering

Processerne under fermentering er:

- Gærpropagering („yeast propagation“)
- Gæropsamling og opbevaring („yeast harvesting and storage“)
- Gærpåsætning („yeast pitching“)
- Gæring („fermentation“)

Procesflowet er vist i figur 2.3, hvor også den tidligere beskrevne urtkøling og urtbeluftning er medtaget. Gærpropagering, opsamling og opbevaring af gær er dog ikke medtaget i figuren. En gæringstank er vist i foto 9.

Wort Cooling

Figur 2.3. Procesflow for urtkøling, gærpåsætning og gæring.

Ref.: Den skandinaviske bryggerhøjskole.

2.1.10 Gærpropagering

Ved propagering opformeres en ren gærkultur fra laboratorieskala til produktionsskala. Den rene gærkultur kan være i form af tørgær, flydende gær eller en stregkultur.

Mange mikrobryggerier køber en mængde tørgær eller en mængde flydende gær, der passer til den mængde øl, de vil producere. Gæren tilsættes urten direkte og efter gæringen kan gæren opsamles og bruges i den efterfølgende gæring. Mikrobryggerier har dermed ikke noget decideret propageringsanlæg.

Det er praksis hos de fleste små og mellemstore bryggerier at opformere gæren fra en laboratoriekultur. Dette sker trinvis, hvor mængden af urt øges fra trin til trin. Det er vigtigt at gæren hele tiden holdes i den eksponentielle vækstfase for at få en optimal propagering. I første trin sættes gærkulturen typisk til 5–15 liter steril 10–12 % Plato urt ved 20 °C og beluftes med steril luft eller oxygen. Ved kraftig gæring efter typisk 1 døgn tilsættes ny steril urt til 5–8 gange volumenet. Mellemstore og nogle af de små bryggerier har propageringsanlæg med tanke i passende størrelse for opformering af gæren. Propageringsanlægget skal være steriliserbart med damp og installeret i et særskilt lokale til formålet. Tankene i propageringsanlægget skal kunne beluftes for at optimere gærvæksten. Mange små bryggerier har ikke et propageringsanlæg, så de sidste trin foregår i gæringstanken ved at fylde den gradvis op fra bunden.

Under hele propageringsprocessen er det meget vigtigt at holde udstyr og omgivelser sterile og generelt holde en god hygiejne.

2.1.11 Gæropsamling og -opbevaring

Gær opsamles efter gæringen for at blive brugt igen som påsætning til den næste gæring. Ved gæring i cylindro-koniske tanke opsamles gæren ad flere omgange. Første opsamling kasseres, da der vil være mange døde gærceller og iblandet kold trub. Ligeledes kasseres også de(n) sidste opsamling(er). Ved gæring i horisontale tanke opsamles alt gæren først, når tanken er tom. Der vil typisk ikke være forskel på hvorledes mellemstore, små og mikrobryggerier i deres opsamler gæren. Flere små- og mikro-bryggeri opsamler imidlertid ikke gær, men påsætter ny torgær hver gang.

Gæren bør opbevares i tanke inden den påsættes næste bryg. Det er praksis nogle steder at bruge gæren til påsætning direkte, når den er opsamlet fra gæringstanken. Denne praksis er ikke tilrådelig, da man ikke har særlig god styr på infektioner og gærens viabilitet på denne måde.

Gæren bør opbevares koldt ved ca. 4° C med mulighed for køling enten på selve gæropbevaringstanken eller via en ekstern pladekøler. Små og mellemstore bryggerier har typisk gæropbevaringstanke, hvorimod mikrobryggerier typisk opbevarer gæren i mindre beholdere af rustfrit stål (spande, kar).

Syrevask kan foretages for at sikre mod evt. infektioner, hvilket dog ikke kan anbefales. Man bør propagere en ny gær, hvis man får den mindste mistanke om infektion.

For at aktivere gæren før påsætning kan man belufte gæren med sterilfiltreret luft.

2.1.12 Gærpåsætning

På små og mellemstore bryggerier doseres påsætningsgæren typisk ind i urtledningen under overførslen fra urtkøleren til gærkælderens. I mikrobryggerier tilsættes gæren typisk i gærtanken. Det er god praksis at tilsætte en mængde gær svarende til 1 million gærceller pr. ml urt pr. % Plato – dvs. normalt 12–15 million gærceller pr. ml urt. Det svarer normalt til 1 liter gær pr. hl urt.

2.1.13 Gæring

Gæringstanken fyldes under samtidig nedsvaling og beluftning af urten og påsætning af gær. Det tilrådes at fylde en gæringstank indenfor 24 timer. Mikrobryggerier har typisk tanke med 1–2 bryg, hvor små og mellemstore bryggerier har op til 4–6 bryg pr. tank.

Gæring kan foregå i horisontale tanke og/eller i cylindro-koniske tanke. Foto 9 viser gærtanke på et mikrobryggeri.

Ved gæringen omdanner gæren de forgærbare sukkerarter til alkohol, kulsyre og aromaer. Gæring og efterfølgende lagring kan enten foregå i 2 separate tanke (gæringstank og lagringstank) eller i den såkaldte uni-tank eller combi-tank process, hvor gæring og lagring foregår i samme tank.

Under gæringen styres temperaturen ved at køle gæringstanken med et kølemedium, der løber i kølekapper uden på tanken. Gæringen følger et tids-temperaturforløb, der afhænger af den øltype, man vil lave og den gær man bruger. Det er god praksis at udtage prøver hver dag under gæringen til bestemmelse af ekstraktindholdet og til smag.

Foto 9. Gæringstanke („fermentation vessels“).

Den producerede kulsyre kan opsamles og genanvendes som tilsætning til øllet før tapning. Det er kun de største af de mellemstore bryggerier, der har anlæg til genindvinding af kulsyre.

Under alle de følgende procestrin er det vigtigt, at minimere øllets kontakt med ilt. Det gælder især ved transport af øllet. Ved tømning af gæringstanken vil der være en pude af kulsyre som ligger lige over øllet. Da kulsyren er tungere end luft, kan man godt tømme tanken forsigtigt med luft, som så vil ligge sig ovenpå kulsyrepudden. Den sikreste metode er dog at tømme tanken med kulsyre. Kontakt med ilt i rør kan minimeres ved at

fylde rørene og skubbe øllet med afluftet vand eller med kulsyre. Det er praksis i mellemstore bryggerier og nogle små bryggerier at bruge afluftet vand, men det er ikke tilfældet på mikrobryggerier.

2.2 Lagring og filtrering

Processerne under lagring og filtrering kan opdeles i:

- Lagring („lagering“)
- Køling og stabilisering („cooling and stabilisation“)
- Filtrering („filtration“)
- Nedbrygning („maturation and development of full flavor“)
- Carbonisering (kulsyretilsætning)
- Opbevaring i tryktank („bright beer tank“)
- Pasteurisering

Processerne køling, stabilisering, filtrering, carbonisering og opbevaring illustreres i figur 2.4. De enkelte procestrin beskrives i det følgende.

Figur 2.4. Procesflow af køling, stabilisering, filtrering, carbonisering og opbevaring.

Ref.: Den skandinaviske bryggerhøjskole.

2.2.1 Lagring

Under lagringen modnes øllet ved at de uønskede forbindelser fjernes: diacetyl omdannes af gæren og svovlforbindelser fordamper med kulsyren.

Det vil typisk være indholdet af diacetyl, der bestemmer, hvornår øllet er færdiglagret. Små og mellemstore bryggerier vil typisk analysere for diacetyl ved den forventede afslutning, mens mikrobryggerier typisk bruger smagen/lugten til at bedømme om øllet er færdiglagret.

Foto 10 viser nogle lagertanke på et mikrobryggeri.

2.2.2 Køling og stabilisering

Øllet stabiliseres for at undgå, at der kommer uklarheder i øllet efter tapningen. Stabilisering kan foretages ved at køle øllet ned til en så lav temperatur som muligt: typisk 0 til -1 °C. Derved udfældes de komponenter, der senere kan give uklart øl (kuldeuklarhed – protein-polyphenol-komplekser). Nedkøling kan foretages i tanken vha. kølekapper eller via en pladekøler under overførsel til en anden tank. I denne tank kan man også tilsætte forskellige klaringmidler: PVPP, silicagel, isinglass, etc. Disse klaringsmidler fremmer dannelsen og polymeriseringen af protein-polyphenol-komplekserne.

Foto 10. Lagringstanke („maturation vessels“).

2.2.3 Filtrering

Ved filtreringen opnår man, at øllet bliver klart / blankt. Sterilfiltrering anvendes til at fjerne mikroorganismer fra øllet og finder sted efter hovedfiltreringen. Sterilfiltrering kræver, at de efterfølgende processer (tryktank og tapning) holdes sterile. Dette kræver en høj grad af hygiejne.

Der er forskellige teknologier til filtrering af øl:

- Filtre med filterhjælpemiddel
- Pladefiltre

- Membranfiltre
- Patronfiltre

Som filterhjælpemiddel bruges næsten udelukkende kiselgur. De 3 mest anvendte filtertyper er plade-ramme filtre, filtre med horisontale plader (ZHF-filtre) og kertefiltre. ZHF-filtre og kertefiltre fås kun i så store kapaciteter, at de kun anvendes på de mellemstore og de større af de små bryggerier. De små bryggerier og mikrobryggerier anvender typisk plade-rammefiltre, men små horisontale filtre anvendes tillige. Det forekommer tilfælde, hvor filtreringen sker igennem cellulosefiltre i ramme-filtre. Foto 11 viser en filterpresse.

De fleste mikrobryggerier filtrerer dog ikke deres øl. Kiselgur skal håndteres varsomt, da støvet er farligt at få ned i lungerne (indeholder kvarts).

Foto 11. Filterpresse („filter press“).

I pladefiltre filtreres øllet gennem plader med forskellig porestørrelse beregnet til filtrering fra grovfiltrering over finfiltrering til sterilfiltrering. Pladerne monteres i et plade-ramme filter af den type omtalt ovenfor.

Membranfiltre eller cross-flow filtre anvendes kun på de store bryggerier.

Patronfiltre anvendes typisk til at fange kiselgur-partikler eller rester af klaringsmidler („politi-filter“), men kan også anvendes mellem tryktank og tappemaskine til at fange evt. sammenfaldet skum („trap filter“ på diagrammet i figur 2.4). Foto 12 viser et patronfilter.

Foto 12. Patron filter („filter“).

2.2.4 Nedbrygning og carbonisering

I mellemstore og nogle små bryggerier er det praksis at anvende såkaldt „High Gravity Brewing“ (HGB). Dvs. man brygger en stærkere øl og tilsætter vand indtil man når salgsstyrken. Denne process kaldes nedbrygning. Vandet til at blande i øllet skal have et så lavt indhold af ilt som muligt: typisk under 50 ppb. Det opnås ved at afilte vandet i et afiltningsanlæg. Fordelene ved HGB er først og fremmest bedre udnyttelse af kapaciteten i bryggeriet. Nedbrygningsgraden (andelen af nedbrygningsvand i det færdige øl) ligger typisk på op til 30 %.

Nedbrygning bruges ikke på mikrobryggerier.

Ofte indeholder øllet ikke nok kulsyre, hvorfor man tilsætter mere fra en trykflaske. Kulsyren skal være af levnedsmiddelkvalitet, hvis man køber den, hvilket er tilfældet for mange mikrobryggerier. Mange mikrobryggerier tilsætter ikke kulsyre, men eftergærer øllet i flasken, hvorved der dannes kulsyre. Små og mellemstore bryggerier har typisk justering af kulsyre.

De største af de mellemstore bryggerier kan have et anlæg til opsamling og genindvinding af kulsyre (CO₂) fra gæringen, men de fleste mellemstore bryggerier i de nordiske lande har ikke opsamling af kulsyre.

2.2.5 Opbevaring

Umiddelbart før tapning opbevares øllet på en tank under tryk af kulsyre. På dette trin er øllet klar til tapning og kulsyreniveauet ønskes opretholdt. Tryktanke er horisontale eller cylindro-koniske. Tryktankene udgør sidste kvalitetscheck før tapning. Mellemstore, små og nogle mikrobryggerier har tryktanke. Nogle mikrobryggerier eftergærer øllet på flaskerne og har derfor ikke behov for tryktanke.

2.3 Tapning, etikettering og forsendelse

De væsentligste processer i tappehallen er:

- Tapning („bottling“)
- Kapsling („crowning“)
- Pasteurisering („pasteurising“)
- Etikettering („labelling“)
- Pakning („packaging“)
- Forsendelse („distribution“)

De enkelte processer gennemgås i det følgende.

2.3.1 Tapning i flasker

Et procesflow for en moderne returflaske kolonne på et mellemstort bryggeri er vist i figur 2.5. De centrale processer er flaskevask i flaskevaskemaskine og flaskeinspektion inden øllet tappes og kapsles. Herefter foretages pasteurisering, etikettering, pakning og forsendelse.

Mikrobryggerier i Danmark og Sverige benytter næsten altid engangsflasker eller nye flasker fremstillet af returglas, mens små bryggerier benytter en kombination af emballager. Dette valg er foretaget for at undgå håndtering af returgods, minimere investeringer og arbejdskraft i tapperiet. Nogle mikrobryggerier arbejder uden egentlig tappekolonne, men anvender håndtapning af flasker enkeltvis.

De væsentligste processer på små og mikrobryggerier er rensning af nye flasker, tapning, kapsling og i nogle tilfælde pasteurisering inden der påsættes etiketter og pakkes. Rensning af genanvendelige flasker forekommer også.

Procesflow for en engangsflaske tappekolonne på et mikrobryggeri er vist i figur 2.6.

Figur 2.5. Procesflow på moderne returflaske kolonne på mellemstort bryggeri.

Et procesflow for en typisk engangsflaskekolonne på et mikrobryggeri er vist i figur 2.6.

Figur 2.6 Procesflow på engangsflaskekolonne på et mikrobryggeri.

En flaskevasker, der kortvarigt sprayer flaskerne på et mikrobryggeri, er vist på foto 13.

Foto 13. Flaske rinser („bottle rinser“).

2.3.2 Tappemaskiner med lange og korte fylderør

I en tappemaskine med lange fylderør fyldes flasken ved, at øllet pumpes gennem et tyndt rør til bunden af flasken. Øllet presser samtidig luft i flasken ud. Fyldehastigheden styres ved åbning/lukning af forskellige ventiler.

- Flasken centrerer i tappemaskinen, fylderøret indføres i flasken, og flasken løftes og lukker tæt mod „centreringstulpe“
- Flasken fyldes med CO₂ under tryk. Trykket reduceres ved at åbne en afgangsventil, og luft og ilt løber derved ud af flasken
- Øl fyldes langsomt gennem fylderøret, til øllet er 10–20 mm over fylderørets munding
- Øl fyldes nu hurtigt gennem fylderøret (main filling)
- Flasken efterfyldes langsomt. Fyldehøjden bestemmes af højden på „return gas tube“
- Fyldeventiler lukkes, og flaskens tryk reduceres til atmosfærisk tryk

I en tappemaskine med kortrørs fylderør løber øllet via et kort rør ned langs flaskens inderside og presser samtidig luft i flasken ud. Tapningen er ikke hindret af fylderørets dimensioner og kan derved foregå hurtigere. Der er til gengæld en større risiko for iltoptagelse, når øllet løber som en film over flaskens inderside.

- Flasken centrerer i tapperen og lukker tæt mod entreringstulpe. Flasken tømmes partielt for luft (op til 90 %) ved at åbne for en vakuumventil. Flasken fyldes nu med CO₂ til nær atmosfærisk tryk. Dette trin gentages, som regel to gange, for at reducere flaskens indhold af ilt. Ved to trin taler vi om dobbeltevakuering, som i dag er højeste grad af sikring mod iltoptagelse
- Flasken fyldes med CO₂ til samme tryk som ringbeholderen, og fyldeventilen åbnes. Øllet løber derved fra beholder ned i flasken, og CO₂ ledes tilbage til ringbeholderen
- Fylldningen stopper, når øllet når bunden af returrøret, hvorved CO₂ ikke længere kan slippe ud. Overskydende øl i retur røret trykkes ved hjælp af CO₂ tilbage til ringbeholderen og sikrer en ensartet fyldehøjde

Alternative teknologier eksisterer også, hvorved fyldevolumen styres ved induktiv måling af flowet.

2.3.3 Tapning i fustager

Tapning i fustager består typisk af de følgende delprocestrin, der tilsammen sikrer at fustagen er korrekt fyldt. Afhængig af automatiseringsgraden kan der være mere eller mindre manuel håndtering (flytning/vending) af fustagerne:

- Fustagen vendes med fittingen nedad og kobles til tapningsanlægget
- Fustagen sættes under tryk (med CO₂), og det kontrolleres, at fustagen holder tæt
- Tappehovedet/fitting renses og blæses rent
- Fylldning startes, først langsomt for at undgå skumning, dernæst hurtigt
- Fyldehastigheden sænkes langsomt til sidst, og fylldningen afsluttes
- Tappehovedet/fitting blæses tomt
- Fustagen frigives fra tappemaskinen
- Fustagen vendes med fitting opad for videre håndtering

Af hensyn til logistik og kvalitetskontrol mærkes alle fustager med produkttype og udløbsdato.

2.3.4 Pasteurisering

Pasteurisering foretages for at inaktivere mikroorganismer i øllet og kan foretages ved anvendelse af 2 forskellige metoder:

- Pladepasteurisering (før tapning)
- Tunnelpasteurisering (flasker og dåser)

Ved pladepasteurisering opvarmes det indgående øl af det udgående øl og dernæst af damp eller hedtvand til pasteuriseringstemperaturen.

Denne holdes i en holdezone. Typisk holdes temperaturen 70–75°C i 30 sekunder. Det udgående øl køles af det indgående øl og dernæst kan det yderligere køles af et kølemiddel. Pladepasteurisering anvendes typisk kun af de små og mellemstore bryggerier.

Mikrobryggerier bruger enten tunnelpasteurisering af hele flasken eller de eftergærer på flasken, hvormed pasteurisering ikke kan anvendes. Mange mikrobryggerier oplyser, at de ikke filtrerer og pasteuriserer, fordi det opleves at øllets smag påvirkes herved.

Tunnelpasteurisering kan foretages i såvel lukkede som åbne systemer. Lukkede systemer er typisk knyttet til et køletårn eller bryggeriets køleanlæg. Lukkede systemer anvender næsten ingen vand (kun til erstatning fra bl.a. fordampningen og udtrækningen af vand på flaskerne). Lukkede systemer sparer 80 % af vandforbruget.²

Anvendes åbne tunnelpasteuriseringssystemer kan overløbsvandet opsamles og genanvendes til andre formål.

2.3.5 Etikettering

En etiketmaskine på et mikrobryggeri er vist på foto 14.

Forkert etikettering er en af de væsentligste årsager til sundhedsmæssige risici for forbrugeren og tilbagekaldelse af produkter. Det er bryggeriets ansvar korrekt at angive indholdsdeklaration, advarsler om eventuelle allergener o.a. til forbrugeren. Dette kan f.eks. være indholdet af gluten fra anvendte råvarer.

Forbrugeren har også krav på at få det volumen, der er angivet på flasken. „e“-mærket er indført for at nedbryde tekniske handelshindringer i EU herfor. Produktet skal overholde kravene til minimumsfyldning og gennemsnitsfyldning, uanset at „e“-mærket ikke anvendes.

Pakning og klargøring til forsendelse på et mikrobryggeri vises på foto 15. Mange mikrobryggerier har sjældent plads til et større lager og levering foregår derfor umiddelbart efter tapning, etikettering og pakning.

² Guidance Note for establishing BAT in the brewing industry, The Brewers of Europe, October 2002.

Foto 14. Etiketmaskine („labelling machine“).

Foto 15. Pakning og forsendelse („packaging and distribution“).

2.4 Forsyningsanlæg

2.4.1 Varme

Mellemstore og små bryggerier anvender typisk olie eller naturgas som energikilde til produktion af varmt vand og damp. El opvarmning forekommer også.

Enkelte mikrobryggerier har eget gasfyret kedelanlæg til produktion af damp. En gaskedel på et mikrobryggeri er vist på foto 16. Damp anvendes i bryghuset og i nogle tilfælde i tapperiet, især når tapperiet har en tunnelpasteur.

Mange mikrobryggerier har ikke et egentligt kedelanlæg, men klarer sig med en elopvarmet dampgenerator. Produces dampen om natten, hvor tariffen er lavest vil det medføre en økonomisk besparelse.

Foto 16. Kedel til produktion af damp („boiler“).

2.4.2 Elektricitet

Mellemstore, små og mikrobryggerier forsynes med elektricitet fra det offentlige net. Det er sjældent at mikrobryggerier anvender forbrugsstyring og f.eks. køler gæringstanke, når tariffen er lavest om natten.

2.4.3 Vand

Forsyning af vand sker ofte fra kommunal vandforsyning, men der er også mindre bryggerier som har egen grundvandsboring. De fleste mikrobryggerier installerer et enkelt ionbytningsanlæg for at fjerne temporær hårdhed i vandet, såsom Calcium- og Magnesium Carbonat, hvis der forekommer hårdt vand.

2.4.4 CO₂-opsamling

Ingen mikrobryggerier eller små bryggerier har CO₂-opsamling. CO₂-opsamling i Danmark er først økonomisk, når bryggeriet har en størrelse på over ca. 500,000 hl øl pr. år.

Alle bryggerier – også de mindste – benytter derimod CO₂ i processen til f.eks. carbonisering, fyldning og tømning af tryktanke og tapning af øl.

2.4.5 Køleanlæg

Køleanlæg producerer kold luft til brug for blandt andet kølerum ved hjælp af en kompressor. Et køleanlæg til brug på et mikrobryggeri er vist på foto 17.

Foto 17. Kølemaskine („cooling machine“).

2.4.6 Nitrogen produktion

Nogle bryggerier anvender nitrogen i stedet for CO₂ til at etablere modtryk i tanke og flasker.

2.4.7 Kompressor luft

Kompressorluft leveres fra kompressorer. Kompressorluft anvendes til blandt andet instrumenter, tryktanke og transport af malt. En kompressor til brug på et mikrobryggeri er vist på foto 18.

Foto 18. Kompressor („compressed air“).

2.5 Indvendig rengøring (CIP – Cleaning in Place)

Indvendig rengøring foretages ved at cirkulere en opløsning af rengøringsmiddel over en kedel, en tank eller et rørsystem. Ved rengøring af et rørsystem rengøres også slanger, ventiler, pumper og varmevekslere i det pågældende rørsystem. Rengøringseffekten er en kombination af tid, temperatur, mekanisk påvirkning og kemikalie.

På mikrobryggerier og de mindste af de små bryggerier rengøres kedler og tanke ofte manuelt. Hvis man har monteret spraykugle eller tankvasker foretages den indvendige rengøring af kedler og tanke ved at blande en opløsning af rengøringsmidler i kedlen eller tanken og cirkulere denne.

På små og mellemstore bryggerier har man ofte et rengøringsanlæg: et såkaldt CIP anlæg (Cleaning In Place). Et typisk CIP anlæg består af en eller 2 tanke med rengøringsmiddel, en tank med vand til første skyl og evt. en buffertank til vand til sidste skyl. Se foto 19.

Processen vil typisk bestå i følgende trin:

- Skyl med vand, som er genvundet fra sidste skyllevand i foregående CIP. Dette skyllevand sendes i kloakken efter skylningen
- Cirkulation af rengøringsmiddel, som returneres til tanken i CIP anlægget
- Skyl med rent vand, som opsamles til brug for første skyllevand til næste CIP. Der kan evt. tilsættes et desinfektionsmiddel til sidste skyllevand. Desinfektionsmidler kan henstå i systemet, hvis der er lang tid til næste brug, eller der kan afsluttes med rent vand

Der bruges oftest rengøringsmidler, som er blandet af leverandøren.

Ludforbruget varierer med bryggeriets størrelse og er størst for mikrobryggerier. På mellemstore bryggerier anvendes typisk 1,4–3,5 g/l produkt, mens forbruget på små bryggerier kan være ca. 4,8 g/l produkt.

Rengøringsmidler er basiske (baseret på lud, caustisk soda) eller sure (baseret på en organisk syre). Lud fjerner organisk materiale og er bedst til kedler og tanke før filtrering af øllet samt til slanger og rørsystemer. Sure rengøringsmidler er bedst til tanke efter filteret. Der fås også sure rengøringsmidler til gærings- og lagringstanke. Sur rengøring kan også foretages efter basisk rengøring (med mellemliggende vandskyl) for at fjerne kalkaflejringer („ølstens“).

Rengøring af kedler i bryghuset foregår typisk ved at lave et såkaldt ludbryg. En ca. 80° C varm opløsning af lud pumpes rundt i bryghuset, hvorved kedler og slanger, rør, ventiler, pumper og varmevekslere rengøres. Andre tanke rengøres typisk ved stuetemperatur og slanger og rør rengøres typisk ved ca. 80° C.

Foto 19. CIP anlæg („CIP equipment“).

3. Miljøpåvirkninger

Miljøpåvirkningerne fra bryggeribranchen kan inddeles i to hovedkategorier: ressourceforbruget og den direkte påvirkning af miljøet ved emissioner.

3.1 Ressourceforbruget

Ressourceforbruget består af følgende kategorier af ressourcer:

- Råvarer
- Vand
- Energi
- Emballager
- Hjelpestoffer
- Andet

Fossile brændsler er i de senere år kommet i fokus på grund af emissionen af drivhusgasser, men også vandtilgængeligheden og prisen på vand har gjort vand til en vigtig ressource.

Forbruget af vand og energi i form af en vandfaktor og en energifaktor for el og varmekonsum har altid været centrale nøgleparametre, når produktionen af øl skal karakteriseres og vurderes.

Ligeledes er materialeforbruget og genanvendelsesgraden relevante miljøparametre for mindre bryggerier.

Optimeringen af forbruget af især råmaterialer, energi og vand har en væsentlig betydning for de største bryggeriers driftsomkostninger, mens kontrol af emissionen af især spildevand, luftforureninger og til dels produktionen af affald på samme størrelse bryggerier ofte kan være en kostelig affære.

Omkostningerne til råvarer og ressourcer (såsom energi og vand) er for de mindre bryggerier betydeligt mindre end omkostningerne til lønninger.

3.2 Miljøpåvirkningen

Påvirkningen af miljøet sker dels via emission af spildevand, luftforureninger og produktion af affald samt emission af generende lugte og støj.

Miljøpåvirkningerne afhænger af anvendte processer og teknologien. Derfor vil miljøpåvirkningen være forskellig for de 3 kategorier af bryggerier: mellemstore, små og mikrobryggerier.

I figur 3.1 vises en skematisk illustration af de forskellige typer af miljøpåvirkninger i form af en input-output model for en virksomhed. Desuden forekommer arbejdsmiljøpåvirkninger, som ikke bliver beskrevet i denne rapport.

Miljøet omkring et bryggeri vil normalt være karakteriseret af spildevandsemissionen samt større eller mindre gener fra lugtemissionen og støjudsendelsen. Især ubehandlet eller begrænset behandlet spildevand med indhold af mask, gær og filtermaterialer vil være en betydende miljøfaktor.

Den karakteristiske lugt omkring et bryggeri skyldes emissionen af lugtstoffer fra urtkogningen, mens støjudsendelsen stammer fra trafikken til og fra bryggeriet eller fra støjende udstyr (ventilatorer, køleanlæg og lignende).

Figur 3.1. Skematisk illustration af miljøpåvirkningerne ved en input-output model på en typisk virksomhed.

En samlet oversigt over de væsentlige miljøpåvirkninger i bryggeribranchen i form af ressourceforbrug og emissioner er vist i tabel 3.1 og tabel 3.2.

Tabel 3.1. Oversigt over ressourceforbrug og miljøpåvirkninger på mindre bryggerier.

Ressourcer og miljøpåvirkning	
Råmaterialer	Emission af støv fra håndtering af f.eks. malt, byg, majs, ris m.v.
Vand	Vand er mange steder en sparsom ressource. Forbruget af vand afhænger blandt andet af emballagetype, teknologi og processer. F.eks. kræver processerne mæskning, eftergydning, filtrering, rensning af flasker og pasteurisering en del vand. Nogle mikro- og pub-bryggerier har hverken filtrering, pasteurisering eller rensning af flasker.
Energi	Energi i form af fossile brændsler (olie og naturgas) er en begrænset ressource som bidrager med udledning af drivhusgasser. Der produceres normalt damp og varmt vand i kedelhuset. Et bryggeri har et overskud af varme i spildevandet, som i mange tilfælde udnyttes helt eller delvist.
Emballage	Elforbruget leveres fra det offentlige forsyningsnet og påvirker derved miljøet indirekte. Emballagetyperne er glas, aluminium og plast Mikrobryggerier anvender overvejende engangsglas emballager eller nyglas fremstillet af returglas. Der anvendes tillige plastfolie, pap og træpaller til transport af produkterne. Som sekundær emballage anvendes oftest papkartoner.
Hjælpstoffer	Kan blandt andet være rengørings- og desinfektionsmidler, båndsmøremidler, smøreløber og lignende
Andet	Blandt andet etiketter, knust glas, kapsler, paller m.v.

Tabel 3.2 Oversigt over direkte miljøpåvirkninger på mindre bryggerier.

Direkte miljøpåvirkninger	
Spildevand	Spildevand kan renses eller for-renses på bryggeriet, men vil for mikrobryggerier og mange små bryggerier ofte bortledes til offentligt afløbssystem eller til et nedslivningsanlæg. N- og P-forbindelser kan afhængig af renseanlæggets effektivitet lede til eutrofiering af vandløb. Udledning fra mikrobryggerier uden rensning af spildevand kan udgøre et problem med tilstoppede kloakker, hvis spildevandet blandt andet indeholder mask, filtermateriale og etiketterester.
Luft	Emissionen af CO ₂ samt andre forureninger såsom SO ₂ , NO _x og støvpartikler i røggas-afkast. Emission af NH ₃ fra utætte køleanlæg. Støv fra håndtering af råmaterialer på transportbånd samt håndtering af kiselgur.
Affald	En stor del af affaldet fra bryggerier kan genanvendes, såsom mask (foto 20), brugt gær samt drikkevareremballage, knust glas, plastic og pap. Filtermaterialer vil kunne deponeres eller genanvendes som jordforbedringsmiddel efter kildesortering og indsamling.
Farligt affald	Farligt affald dannes typisk ved brugen af desinfektionsmidler.
Lugtgener	Lugtmissionen stammer primært fra urtkogningen og spild af øl, men også andre kilder såsom eventuelle renseanlæg, fermentering og opbevaringssiloer kan emitte generende lugtstoffer
Støjgener	Stammer overvejende fra trafik til og fra bryggeriet samt stationære kilder såsom ventilatorer, køleanlæg og transportører
Andet, f.eks. uheld	Sammenblanding af Chlor og syrer som danner Cl-gas. Brændselolie og smøremidler kan i tilfælde af lækager give anledning til jord- og grundvandsforurening. Særligt støvende miljøer kan udgøre en risiko for støvekspllosioner

Foto 20. Mask („spent grains“).

Ressourceforbrug og emissioner kan ligeledes opgøres på procestrin. Opgørelsen kan foretages ud fra en forståelse af, hvorledes produktion hænger sammen, hvor der forbruges ressourcer og hvor der dannes affaldsprodukter og forureninger. Derfor er der udarbejdet illustrative oversigter over de væsentligste procestrin i brygningen af øl, med angivelse af de væsentligste inputs i form af ressourcer og de væsentligste output i form af dannelse af affald og emissioner.

Oversigterne er opdelt i de 3 vigtigste procestrin på bryggeriet:

- Råvaremodtagelse og bryghus
- Tankanlæg/Ølkam (gæring og lagring)
- Tappehal og forsendelse

I figur 3.2 illustreres inputs-outputs på de forskellige procestrin for råvarehåndtering og bryggeprocessen.

Figur 3.2. Illustration af ressource inputs og miljøpåvirkninger i bryggeprocessen.

I figur 3.3 illustreres inputs-outputs på de forskellige procestrin for gæring, lagring, tapping og forsendelse (tankanlæg/ølkam).

Figur 3.3. Illustration af ressourceinputs og miljøpåvirkninger i ølkam/tankanlæg.

I figur 3.4 illustreres inputs-outputs på de forskellige procestrin for tappehal og forsendelse på et typisk mikrobryggeri.

Figur 3.4. Illustration af ressourceinputs og miljøpåvirkninger for tappehal på et typisk mikrobryggeri.

4. Nøgletal for forbrug og emissioner

I dette afsnit præsenteres typiske nøgletal og emissioner, og i den udstrækning data findes, opgøres data på de forskellige bryggeristørrelser.

4.1 Vandforbrug

Mikrobryggerier har ikke tradition for at opgøre vandforbruget og udregne vandfaktoren. I forbindelse med dette projekt er der indsamlet data fra mindre bryggerier. Vandfaktoren ligger typisk i intervallet 6–10 hl/hl øl afhængig af anvendte processer. Det laveste og højest rapporterede nøgletal for vandforbruget er henholdsvis 3 og 11 hl/hl øl.

Større bryggerier havde i 90'erne typisk vandfaktorer fra 4–9 hl/hl øl,³ mens vandfaktoren på store bryggerier i dag kan komme helt ned på ca. 3,5 hl/hl øl. Med mineralvandsproduktion samtidig bliver vandfaktoren noget lavere. Bryggerier med mineralvandsproduktion har lavere vandfaktor end bryggerier, der kun brygger øl.

Mikrobryggerier anvender ofte engangsemballage og fustager, hvorved der spares en del vand til flaskerens. Fustager skal dog vaskes efter brug.

I tabel 4.1 sammenlignes de anslåede intervaller for vandforbruget på forskellige bryggeristørrelser.

Tabel 4.1 Typiske vandfaktorer opgjort på bryggeristørrelse, hl/hl øl

	IPPC bryggerier	Mellemstore	Små	Mikro
Vandfaktor	3,5–4	4–6	4–8	6–10

De mest vandforbrugende processer på bryggeriet er:

- Mæskning og eftergydning
- Kølevand
- Flaskerens
- Rengøring (CIP og rengøring af gulve og andre overflader)
- Fustagevask
- Ølbrygningen (øl i produktet)

³ Miljøprojekt nr. 267: „Renere teknologi i malteri-, bryggeri- og mineralvandsindustri“, Miljøstyrelsen 1994.

En skønnet vandbalance for et typisk mikrobryggeri er vist i figur 4.1. Figuren illustrerer, hvorledes emissioner og affaldsprodukter fordeler sig på de forskellige medier: produkt, luft, vand og fast fase.

Alene vandforbruget til CIP skønnes at udgøre 1-2 hl vand per hl øl produceret.

Figur 4.1. Typisk vandbalance for et mikrobryggeri i hl.

4.2 Energiproduktion og -forbrug

Et bryggeri forbruger såvel varme som elektricitet.

De anvendte energikilder til opvarmning er typisk olie og naturgas, men på nogle mikrobryggerier anvendes el til opvarmning. Mellemstore og små bryggerier har normalt et kedelhus til produktion af damp og varmt vand. Nogle mikrobryggerier har et gasfyret kedelanlæg, men ofte blot en eldrevet dampgenerator. Elforbruget modtages fra det offentlige eldistributionsnet. El i Danmark er overvejende produceret på kul og naturgas, mens vandkraft er almindeligt i Norge, Sverige og Finland. I Sverige och i Finland leveres el fra nukleare kraftværker. I Finland produceres el desuden på kul, naturgas, biomasse och tørv.

Der er ikke kendskab til anvendelse af ikke-fossile opvarmningskilder i den nordiske bryggeribranche. Bryggerier anvendes normalt eldrevne trucks til al indendørs og meget udendørs brug.

Mikrobryggerier har ikke haft en tradition for at udregne nøgletal for varme- og elforbruget. Det skyldes dels at der ikke har været en fokus på området dels at energiforbruget ikke har så stor betydning for de samlede driftsomkostninger som lønomkostningerne.

I forbindelse med dette BAT projekt har den skandinaviske bryggerhøjskole udviklet og anbefalet anvendelse af nogle nye opgørelses- og

beregningsmetoder for en række væsentlige nøgletal for mikrobryggerier. Data fra september 2010 er modtaget fra 8 danske mikrobryggerier og resultaterne fremgår af tabel 4.1 og 4.2.

4.2.1 Varmeforbruget

Varmeforbruget på IPPC omfattede bryggerier (større bryggerier) i Europa lå i 90'erne typisk i intervallet 120–240 MJ/hl,⁴ men dette forbrug er i dag reduceret betydeligt.

Et større skandinavisk bryggeri anvender i dag under 80 MJ/hl, hvoraf varmekforbruget udgør ca. 50 MJ/hl. Større bryggerier arbejder fortsat intenst med at reducere energiforbruget, fordi energiforbruget har en væsentlig betydning for de samlede produktionsomkostninger.

Data fra 90'erne viser at forbruget af varme, el og vand er omvendt proportionalt med produktionens størrelse. De mindste bryggerier forbruget mest vand og energi per hl øl produceret.

Mikrobryggerier har et højere varmekforbrug sammenlignet med store bryggerier. Det skyldes at varmegenvindingsteknikker og energibesparende tiltag kun er indført i begrænset omfang på mikrobryggerier, at små batch størrelse betyder større varmetab og at manglende flaskevask ikke kan kompensere herfor.

I tabel 4.2 sammenlignes opgjorte intervaller for varme- og elfaktoren på bryggerier i forskellige størrelser. I nogle størrelseskategorier er datausikkerheden stor, fordi datagrundlaget er lille.

Tabel 4.2. Opgjorte varme- og elfaktorer fordelt på bryggeristørrelser.

	Store	Mellemstore	Små	Mikro
Varmer, MJ/hl	50–100	85–100	120–190	110–1100
El, kWh/hl	< 10	10–1	40–50	25–100

Store: IPPC bryggerier. Omregningsfaktor: 1 kWh = 3,6 MJ

De mest varmekforbrugende processer er:

- Urtkogning (største enkeltkilde på bryggeriet)
- Mæskning
- CIP
- Opvarmning af opholdsrum (om vinteren)
- Pasteurisering (hvis denne proces findes)

⁴ Miljøprojekt nr. 267: „Renere teknologi i malteri-, bryggeri- og mineralvandsindustri“, Miljøstyrelsen 1994.

4.2.2 Elforbruget

Der er ikke tradition for at opgøre elforbruget og udregne elfaktoren på mikrobryggerier.

Et typisk elforbrug på danske bryggerier var i 90'erne 7–17 kWh/hl.⁵ El-forbruget har været jævnt faldende siden på større bryggerier og der arbejdes fortsat med at reducere el-forbruget. El-forbruget på et stort skandinavisk bryggeri er i dag på ca. 8 kWh/hl.

El-forbruget på mikrobryggerier vil typisk ligge i intervallet 25–100 kWh/hl.

De mest elforbrugende processer på et mindre bryggeri er:

- Køleanlæg (se foto 17 i bilag)
- Dampgenerator
- Trykluft (se foto 18)
- Omrøring i brygværk kedler (se foto 4)
- Pumper og elmotorer
- Belysning
- Ventilatorer
- El-trucks

Opstilling af energibalancer kan være nyttige dels til identifikation af de største enkeltkilder til energiforbruget dels til at vurdere effekten af indførte energibesparende tiltag. Data er imidlertid sjældent til stede for beregningerne.

4.3 Kemikalieforbrug

De problematiske kemikalier, som bryggerier anvender faldet typisk inden for gruppen af rengørings- og desinfektionsmidler samt smøremidler.

Stofgruppen består typisk af kvarternære ammoniumforbindelser, stærke syrer og baser samt desinfektionsmidler med Chlor. Det er en udfordring af forebygge overdosering som følge af upræcise konduktivitetsmålinger.

Der er ikke fundet oplysninger om nøgletal for anvendelsen af kemikalier på mindre bryggerier.

4.4 Spildevand

Spildevand fra bryggerier anses normalt for at være forholdsvis let nedbrydeligt. Spildevandet er desuden karakteriseret ved at have et højt indhold af let omsætteligt organisk stof, have skiftende høje og lave pH-værdier, skiftende temperaturer samt et lavt indhold af næringsstoffer

⁵ Miljøprojekt nr. 267: „Renere teknologi i malteri-, bryggeri- og mineralvandsindustri“, Miljøstyrelsen 1994.

(N og P) og miljøskadelige stoffer (tungmetaller mv.). I tabel 4.3 vises sammensætningen af spildevand fra større bryggerier og sammenlignet med sammensætningen af moderat spildevand.⁶

Der er ikke fundet specifikke oplysninger om sammensætningen af spildevandet fra små og mikrobryggerier, men sammensætningen af spildevandet for små og mikro-bryggerier vil minde meget om sammenligningen på større bryggerier.

COD/BOD forholdet vil typisk være omkring 1,4–1,6. Dette kan forklares ved, at spildevandets organiske fraktioner hovedsageligt består af sukkerstoffer.

Tabel 4.3. Sammenligning af sammensætningen af spildevand fra større bryggerier med moderat husspildevand.⁷

Parameter	Enhed	Middel	Min.	Maks.	Moderat husspildevand
Vandmængde	hl/kl	4	2	6	
Suspenderet stof	mg/l	688	30	4200	300
COD	mg/l	3094	1469	6069	530
COD/BOD	Forhold	1,6	1,1	2,0	2,1
Nitrogen (Kjeldahl)	mg/l	53	39	85	50
N-NO ₃	mg/l	17	8	27	
120N-NH ₄	mg/l	11	3	12	
Fosfor	mg/l	17	8	28	16
Sulfat	mg/l	185	20	460	
pH		8	4	11	
Temperatur	°C	28	20	37	

Det høje indhold af tørstof fra blandt andet filtermateriale, mask, knust glas og etiketterester kan i nogle tilfælde give anledning til tilstopninger i afløbssystemet.

Den totale spildevandbelastning fra et bryggeri afhænger således af produktionens størrelse. En typisk spildevandsbelastning fra et større bryggeri (IPPC størrelse) er vist i tabel 4.4.

Tabel 4.4. Typisk spildevandbelastning fra et større bryggeri.

Spildevandsparameter	Værdi
Flow - m ³ /døgn	1171
COD - kg/døgn	5271
BOD - kg/døgn	3514
N - kg/døgn	59
P - kg/døgn	18
SS - („suspended solid“) - kg/døgn	2342

COD produktionen fra 3 mellemstore bryggerier i Norge, Sverige og Finland viser alle data i intervallet 0,47–0,58 kg/kl øl, hvilket må siges, at være i samme størrelsesorden. COD/BOD forholdet var på et bryggeri 1,4.

⁶ Kvalitetsordning for mikrobryggerier, Miljø i mikrobryggerier. DHI og Foreningen af Danske Bryghuse, 2009.

⁷ Kvalitetsordning for mikrobryggerier, Miljø i mikrobryggerier. DHI og Foreningen af Danske Bryghuse, 2009.

Spildevand for små og mikro-bryggerier bortledes typisk til det offentlige kloaknet uden rensning. Nedsivningsanlæg anvendes ligeledes som spildevandsafledning.

4.5 Affald

Den største affaldsmængde på et bryggeri er mask, der efterfølges af en lille mængde overskudsgær og trub samt i nogle tilfælde filtreringsmateriale kiselguhr. Et bryggeri producerer desuden mindre mængde affald i form af transportemballage (paller, plastic og pap) samt etiketter og knust glas.

Langt hovedparten af affaldet fra et bryggeri er genanvendeligt. Den største aftager er landbruget, som anvender mask til dyrefoder. Gæresten udledes ofte til kloaksystemet. En mindre andel af affaldet afbrændes og en lille del af affaldet deponeres.

Der er ikke mange informationer om affaldsmængderne og disses fordeling på mindre bryggerier.

Det skønnes ud fra kendskabet til større danske bryggerier, at mere end 80 % af affaldet kan genanvendes og at den del af affaldet som forbrændes udgør ca. 10 %, således at andelen af affald som deponeres udgør mindre end 10 %. Det vurderes, at denne fordeling også kan være gældende for mindre bryggerier.

4.6 Luft- og lugtforurening

De væsentligste emissioner til luften er:

- CO₂ fra gæringsprocessen
- Forbrændingsgasser fra kedlen
- Støvudsendelse fra især håndtering af malt og filtermateriale
- Lugtudsendelse fra urtkogning og opbevaring af biprodukter (f.eks. mask)

4.6.1 CO₂ emissionen

Fra et dansk klimamærkningsprojekt kendes nogle gennemsnitsdata for CO₂ emissionen fra større bryggerier med CO₂ opsamling og genanvendelse.⁸ Data fra klimamærkningsprojektet kan ikke umiddelbart overføres til mindre bryggerier. Landespecifikke forhold vil desuden påvirke resultatet, hvorfor data ikke medtages i denne rapport.

⁸ „Carbon footprint og klimaregnskab for danske bryggerier og tapperier“, COWI A/S or Bryggeriforeningen, 2009.

4.6.2 Andre emissioner

Der findes ikke kendskab til data om kvantificeringer af emissionerne af forbrændingsgasser, lugte eller støv til luften fra mindre bryggerier. I nogle tilfælde stilles krav til emissionen, f.eks. krav til indholdet af det maksimale indhold af NO_x, CO og støv.

4.6.3 Lugtstoffer

Lugtstoffer vil primært emitteres, når der koges urt. Processen er forholdsvis tidsbegrænset og på nogle bryggerier, hvor der ikke koges urt hver dag, vil emissionen kun forekomme nogle dage om ugen i et begrænset tidsrum.

Der findes ingen målinger af lugtemissionen omkring mikrobryggerier, men den skønnes som tidsvægtet emission i de fleste tilfælde at være forholdsvis lav.

4.7 Unormal drift

Der findes ingen oplysninger om hvor ofte eller hvor sjældent, der forekommer unormal drift med påvirkninger af miljøet. Udledning af større eller mindre mængder af stærke syrer og baser samt desinfektionsmidler på grund af fejlbetjening, overfyldning vurderes at forekomme jævnlige.

5. Teknikker til bestemmelse af BAT

Ved den bedste tilgængelige teknik (BAT) forstås ifølge definitionen i:⁹ „det mest effektive og avancerede trin i udviklingen af aktiviteter og driftsmetoder, som er udtryk for en given tekniks principielle praktiske egnethed som grundlag for emissionsgrænseværdier med henblik på at forhindre eller, hvor dette ikke er muligt, generelt begrænse emissionerne og indvirkningen på miljøet som helhed, hvor:

- a) „teknik“ er både den anvendte teknologi og den måde, hvorpå anlæg konstrueres, bygges, vedligeholdes, drives og lukkes ned
- b) „tilgængelig teknik“ betyder teknik, der er udviklet i en målestok, der medfører, at den pågældende teknik kan anvendes i den relevante industrisektor på økonomisk og teknisk mulige vilkår, idet der tages hensyn til omkostninger og fordele, uanset om teknikken anvendes eller produceres i den pågældende medlemsstat eller ej, når blot driftslederen kan disponere over teknikken på rimelige vilkår
- c) „bedste“ betyder mest effektive til opnåelse af et højt generelt beskyttelsesniveau for miljøet som helhed

Nogle BAT løsninger som er realistiske for større bryggerier vil ikke være det for mindre bryggerier eller mikrobryggerier. Opsamling af CO₂ fra gæring og lagring anvendes f.eks. på større bryggerier, men er så omkostningskrævende, at denne BAT løsning kan koste lige så meget som den samlede økonomiske investering på et mikrobryggeri (se også afsnit 3.5).

Potentielle BAT kan findes inden for områderne: anvendelse af vand, energi og råvarer, rensningsteknikker, proceskontrol, arbejdets udførelse og procesdesign. I denne rapport er der lagt meget vægt på at beskrive løsninger inden for reduktioner af vand- og energiforbruget. Det skyldes, at det er disse produktionsparametre, som er de altdominerende i større bryggeriers bevidsthed.

Nogle BAT løsninger vil være generelle, såsom registrering og styring af vand- og energiforbruget samt forhold ved arbejdets udførelse. Denne type BAT svarer til Tier 1 løsninger beskrevet for større

⁹ EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2008/1/EF af 15. januar 2008 om integreret forebyggelse og bekæmpelse af forurening.

bryggerier i BREF noten for BAT i fødevareindustrien.¹⁰ Det er en særlig udfordring også at få mikrobryggerier til at fokusere på vand- og energiforbruget.

Løsninger indenfor procesdesign og proceskontrol vedrører typisk de enkelte enhedsoperationer, såsom opvarmning, køling og lignende processer.

Ved vurdering af om en løsning er en BAT anvendes flere trin:

- Løsningen beskrives sammen med alternativerne
- Miljøpåvirkning og ressourceforbrug opgøres for alle løsninger
- Alle løsninger vurderes og sammenlignes
- Andre forhold inddrages og vurderes, såsom økonomi, arbejdsmiljø og fødevarer sikkerhed
- BAT fastlægges og beskrives

5.1 Vandforbruget

De mest relevante BAT indsatsområder inden for vandforbruget er:

- Vandbesparelser
- Vandopsamling og genbrug

5.2 Energi

De mest relevante BAT indsatsområder inden for energiforbruget er:

- Energibesparelser
- Energieffektiviseringer
- Opsamling og genanvendelse af energi
- Anvendelse af renere brændsler
- Anvendelse af alternative energikilder

5.3 Råvarer og materialer

De mest relevante indsatsområder inden for råvarer og materialer er:

- Minimering af forbruget af råvarer og materialer
- Anvendelse af mindre miljø- og ressourcekrævende råvarer og materialer
- Genanvendelse af råvarer og materialer

¹⁰ Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, Integrated Pollution Prevention and Control, EU-Commission, August 2006.

Minimering af brugen af råvarer sker f.eks. både ved at forbygge at råvarer beskadiges dels ved at råvarerne udnyttes optimalt.

5.4 Emballage

De mest relevante indsatsområder inden for emballage er:

- Minimering af forbruget af emballage
- Anvendelse af mindre miljø- og ressourcekrævende emballager
- Genanvendelse

5.5 Spildevand

Reduktion af miljøpåvirkningen fra spildevand kan bedst opnås ved at reducere forureningsdannelsen ved kilden og rense spildevandet.

De mest relevante forebyggende områder er:

- Forhindre at organisk materiale såsom mask, overskudsgær, filtermateriale, etiketterester m.v. bortskaffes via spildevandet men indsamles som fast affald
- Optimere brugen af CIP
- Udligning af spildevandsudledning og pH justering

Rensningsteknikkerne er beskrevet i afsnit 7.4.

5.6 Affald

De mest relevante indsatsområder inden for affald er næsten de samme som nævnt under emballageanvendelse og råvarer:

- Minimering af forbruget af emballage og råvarer
- Anvendelse af mindre miljø- og ressourcekrævende emballager
- Kildesortering af affald til genanvendelse
- Genanvendelse af emballage og råvarer

5.7 Luftforurening

De mest relevante indsatsområder inden for luft er:

- Forebyggelse af dannelse af luftforureninger (substitution og minimering)
- Rensningsforanstaltninger

5.8 Driftsforstyrrelser og uheld

Den mest relevante indsats inden for forebyggelse af driftsforstyrrelser og uheld er:

- Forebyggelse
- Måling og registrering af spildevandskvalitet og mulighed for alarmering

6. BAT på mindre bryggerier

I dette afsnit beskrives mulige BAT for de 3 størrelser af bryggerier. Løsninger, som vil være velegnet for et mellemstort bryggeri vil ikke nødvendigvis være en praktisk eller økonomisk mulig løsning på et mikrobryggeri og omvendt.

Beskrivelser af BAT på mindre bryggerier er grupperet og opdelt på 4 underafsnit:

- Generelle BAT
- BAT for enhedsoperationer, design og proceskontrol
- Bryggerispecifikke BAT opdelt på områderne vand, energi, råvare, spildevand, affald m.v. og med relationer til arbejdets udførelse
- Rensningsteknikker

Hvor der foreligger data og hvor det er muligt, vil der i forbindelse med beskrivelsen af BAT blive angivet ressourceforbrug og/eller emissionsniveau.

For at lette arbejdet med at vurdere hvilke BAT, som kan være relevante for det enkelte bryggeri, er der udarbejdet en BAT tjekliste. BAT tjeklisten findes som bilag 2 til denne rapport.

BAT tjeklisten er opbygget med samme systematik som beskrivelserne af BAT i rapporten. Ud for hver enkelt BAT er der i tjeklisten medtaget 2 kolonner. Den ene kolonne kan anvendes til at tjekke den aktuelle BAT status på bryggerier og den anden kolonne til at angive, hvilke initiativer bryggeriet planlægger at iværksætte for at leve op til BAT løsningen.

Ikke alle BAT er lige relevante for alle størrelser af bryggerier. Derfor er BAT listen gennemgået med dette formål og der er ud for hver BAT angivet hvilken bryggeristørrelse, som den angivne BAT er mest relevant for. Denne liste findes som bilag 2A i rapporten.

6.1 Generelle BAT

Det anses som BAT at mindre bryggerier anvender en række af de basale elementer som findes i miljø- og energiledelse og at der opbygges ledelsessystemer tilpasset bryggeriets størrelse. Ledelsessystemerne behøver ikke at være certificerede for at virke efter hensigten.

Vigtigst er det at få kortlagt vand- og energiforbruget, få identificeret nogle reduktionsmuligheder og få udarbejdet en plan for, hvorledes forbedringerne kan gennemføres og hvornår.

Hvis et mikrobryggerier f.eks. beslutter sig til, at ville reducere vandforbruget med 10 % det næste år og har listet de løsninger, som skal bringes i anvendelse for at nå målet, så er bryggerier kommet godt i gang med miljø- og energiledelse (målsætning og handlingsplan).

6.1.1 Miljø- og energiledelse

Elementerne i et enkelt og overkommeligt miljø- og energiledelsessystemet bør som minimum være som illustreret i figur 6.1.

Figur 6.1. Hovedelementerne i et minimiljø- og energiledelsessystem.

Vand- og energiforbruget i form af en vand- og en energifaktor skal som minimum opgøres (ved en kortlægning). Det kan forholdsvis let opgøres ud fra aflæsninger på målere eller opgørelser på regninger for forbrugsafgifter. Nøgletallene kan anvendes dels til styring af de løbende forbedringsinitiativer dels for at kunne rapportere om de mest centrale miljønøgletal ved produktion af øl.

Ved sammenligninger med andre nøgletal for vand- og energiforbruget fås en indikation af, hvor stort potentialet for besparelser er. Ved at sammenholde med de foreslåede BAT er det muligt at sætte nogle mål for reduktionen af forbrugstallene (planlægge) og implementere de mest interessante BAT (implementering).

Når løsninger har virket en tid bør vand- og energiforbruget og de tilsvarende faktorer (KPI-er) udregnes og vurderes (moniteres og evalueres). Monitoringen anvendes til at dokumentere og rapportere om de forbedringer, som hvert bryggeri har opnået ved gennemkørsel af minimiljø- og energiledelsescyklen.

6.1.2 *Kontrolskema*

I forbindelse med den danske kvalitetsordning for mindre bryghuse er der udarbejdet et skema til registrering af vandforbruget i mikrobryggerier.¹¹ Skemaet kan downloades fra hjemmesiden:

- <http://www.kvalitetsmikrobryg.dk/kvalitetsordning/index.html>

For mikrobryggerier vil udarbejdelse af mål for især nøgletal og handlingsplaner for reduktion af vand- og energiforbruget ikke alene kunne forbedre miljøpræstationen men også medvirke til at reducere driftsomkostningerne.

For mellemstore bryggerier vil anvendelse af andre elementer i miljøledelsessystemer ligeledes medvirke til at styre ressourceforbruget og miljøpåvirkningerne. Her tænkes på udarbejdelse af en miljøpolitik, et monitorings- og evalueringsprogram samt gennemførelse af træning for de personer, som er udpeget som miljøansvarlige eller de personer, som har indflydelse på forbruget af vand og energi samt miljøpåvirkningerne.

6.2 Enhedsoperationer

I dette afsnit gennemgås nogle af de typiske enhedsoperationer, hvor det for mange mindre bryggerier er muligt at anvende BAT.

6.2.1 *Formaling af malt*

Anvendelse af hammermølle til formaling af malt giver det største udbytte af sukkerindholdet i malten sammenlignet med anvendelse af valseformaling. Hammermøller anvendes kun på større bryggerier med mæskfilter.

For mikrobryggerier med adgang til at foretage en sigteanalyse er der mulighed for at optimere indstillingen af valserne, således at optimal formaling opnås samtidig med at sikaret let kan tømmes.

6.2.2 *Mæskfiltrering*

Råvarematerialetabet kan begrænses ved at anvende moderne mæskefilter og sikarteknik.¹²

¹¹ Kvalitetsordning for mikrobryggerier, Miljø i mikrobryggerier. DHI og Foreningen af Danske Bryghuse, 2009.

¹² Miljøprojekt nr. 267: „Renere teknologi i malteri-, bryggeri- og mineralvandsindustri“, Miljøstyrelsen 1994.

6.2.3 Urtkogning

Kontrol og optimering af fordampningen vil gøre det muligt at reducere energiforbruget og fjerne uønskede smagsstoffer. Det indebærer blandt andet kontrol af urtens ekstrakt og at der ikke koges for længe. Nyere udstyr har indbygget lavere fordampning, hvor smagsstofferne i stedet strippes ud.

Hedefladerne skal rengøres jævnligt for at undgå at varmeoverføringen begrænses og for at reducere risikoen for at bismag afgives til øllet.

Nogle af de mellemstore bryggerier har installeret dampkondensatorer og varmegenvindingssystem på urtkogningen (se også figur 3.1). Den genvundne varme kan anvendes til forvarmning før urtkogningen.

6.2.4 Køling og køleanlæg

Nedsvalingen efter urtkogningen bør ske ved anvendelse af en pladevarmeveksler, hvilket også er gængs praksis. Pladevarmeveksleren bør vedligeholdes jævnligt.

Køleanlæg skal ligeledes renholdes og afrimes og kondensationstryk-
ket tjekkes. Den indgåede luft til kondensatorerne skal være så kold som mulig og de afkølede lokaler bør ikke køles mere end det er nødvendigt.

6.2.5 Flaskevask og kassevasker

Optimeringer af flaskeskyllemaskiner og kassevasker giver gode muligheder for at spare på varme-, vand- og kemikalieforbruget.

Optimeringsmulighederne afhænger af skyllemaskinens og kassevaskerens indretning og alder.

De bedste løsninger til optimering af flaskeskyllemaskiner og kassevaskere er:

- Genanvendelse af rent vand fra andre processer, f.eks. i bryghuset
- Anvendelse af flertrins zoner
- Anvendelse af modstrømsprincippet
- Isolering af maskinen
- Optimering af spulehoveder og deres placering samt

6.2.6 Pasteurisering

Plade pasteuriser har allerede indbygget et varmevekslingssystem.

Lukkede tunnelpasteuriseringsanlæg medfører en betydelig vandbesparelse, men overløbsvandet fra åbne systemer kan opsamles og genanvendes. En temperaturkontrol kan sikre at flasker ikke eksploderer i tunnelpasteuriseren.

6.2.7 CIP

Der findes en række optimeringer på CIP anlæg, som kan reducere såvel vand og energiforbrug som forbruget af rengøringsmidler. Nogle løsninger kan anvendes på fuldautomatiske anlæg, mens andre løsninger ligeledes kan anvendes på manuelle og semi-automatiske anlæg.

Løsninger er blandt andet:¹³

- Effektiv styring af faseadskillelsen
- Justering og kontrol af koncentrationerne
- Dræntider på ventiler
- Optimeringer af fasetider og CIP intervaller
- Pumpestyring af flow i rørsystemer
- Anvendelse af sidste skyllevand til første skyl ved opbevaring af genbrugsvand i tank
- Registreringer af forbruget af vand og rengøringsmidler i CIP processerne
- Brug mindre miljøbelastende rengøringsmidler hvor dette er muligt

6.3 Bryggerispecifikke BAT

6.3.1 Vandforbruget

Vandbesparelser

De nemmeste vandbesparende løsninger tilhører gruppen af god husholdning („good housekeeping“) og disse løsninger vil være relevante for alle størrelser af bryggerier. BAT løsningerne er blandt andet:

- Stoppe alle utætte vandrør, beholdere, ventiler og lignende
- Påmontere triggers eller stopknapper på alle vandslanger
- Undgå tomgangsforbrug ved f.eks. produktionsstop
- Undgå „vandskub“ eller at bruge vand til at flytte faste materialer på gulvet (materialet bør i stedet indsamles som fast affald). Denne løsning vil også reducere COD i spildevandet

Vandgenbrug

Nogle af BAT løsningerne til genanvendelse af vand har også relation til energibesparelser og de beskrives derfor under energibesparelser. De mest oplagte løsninger til genanvendelse af vand er blandt andet:

- Reduktion af vandforbruget i CIP ved genanvendelse af opsamlet rent vand, f.eks. kølevand

¹³ Miljøprojekt nr. 267: „Renere teknologi i malteri-, bryggeri- og mineralvandsindustri“, Miljøstyrelsen 1994.

- Opsamling og genanvendelse af overflow vand fra pasteurizer

Ved anvendelse af en eller flere af ovennævnte BAT vurderes det af vandfaktoren på et typisk mikrobryggeri kan komme ned på ca. 6 hl/hl øl.

På typiske mellemstore bryggerier vurderes det at vandfaktoren kan komme ned på ca. 4 hl/hl.

6.3.2 Energiforbruget

En del løsninger til begrænsning af energiforbruget kræver større investeringer og vil derfor kun være relevante for de større bryggerier i målgruppen, men der findes også en del løsninger som er uafhængig af bryggeriets størrelse.

Energibesparelser

De mest relevante indsatsområder for BAT løsninger inden for energibesparelser er blandt andet:

- Udarbejdelse af en varmebalance og bedre styring af forbruget i forhold til opsamling af overskudsvarme for at undgå at overløb fra varmtvandsbeholderen forekommer
- Pump vand og øl med lavest mulig tryk og hastighed
- Stop elforbrugende udstyr når det ikke anvendes
- Anvendelse af minimalt tryk på trykluftanlægget, således at energi kan spares
- Kontroller trykluftanlæggets tæthed
- Isolering af kedler, rør og udstyr som enten skal holdes varmt eller koldt, herunder rørsystemer, ventiler, flanger og tunnelpasteur
- Hyppig rengøring af varmepladerne i urtkedlen og en total adskillelse mindst en gang per år vil være varmebesparende
- Vedligeholdelse af dampfælde („steam trap“)

Energieffektiviseringer

De mest relevante indsatsområder for BAT løsninger inden for energieffektiviseringer er blandt andet:

- Optimal forbrænding i kedlen med tilstrækkeligt overskudsluft
- Anvendelse af High Gravity Brewing (HGB). Den væsentligste fordel ved HGB er reduktionen i varmekonsumet i bryghuset. Især ved produktionsudvidelser er denne løsning særdeles hensigtsmæssig
- Udnytte varmen i returluften fra tappehal til opvarmning af indblæsningsluften (varmeveksler)
- Optimer køleanlæggets funktion med høj fordampningstemperatur for kølemidlet (NH₃ m.fl.)

Transportenergi

Transportomkostningerne er blandt de væsentligste omkostninger for små og mikro-bryggerier. Inden for transportområdet findes flere forskellige løsninger som kan reducere brændstofforbruget:

- Anvendelse af centrallager og videre distribution sammen med andre varer til slutkunde
- Fælles transportløsninger med andre, f.eks. nabovirksomheder
- Fælles transport af importeret malt og emballage
- Uddannelse af chauffører i eco-driving

Genanvendelse

De mest relevante indsatsområder inden for genanvendelse af energi er:

- Opsamling af energien i afkast fra urtkogningen ved kondensering (reducerer samtidig emissionen af lugtstoffer). Løsningen kan være relevant for mellemstore bryggerier, hvis der er udnyttelsesmuligheder for den opsamlede energi
- Opsamling af kølevand med varmeveksler efter urtkogning
- Genanvendelse af varmt vand fra tunnelpasteuriser
- Opsamling og genanvendelse af energien i røggassen fra naturgasfyrede kedelanlæg ved hjælp af economiser (især relevant for mellemstore bryggerier)

Renere brændsler

Anvendelse af renere brændsler, som f.eks. naturgas og olie med lavt S-indhold eller som bedste lønning alternative energikilder (biomasse, varmepumper m.v.).

6.3.3 Spildevand

Den mest hensigtsmæssige og billigste måde at reducere miljøpåvirkningen fra spildevandsudledningen er, at eliminere eller reducere dannelsen af forureninger i spildevand og foretage dette ved kilden. Alle former for fast affald, såsom mask, gær, filtermateriale og etiketterester skal forhindres i at løbe ud med spildevandet, men i stedet håndteres som affald og genanvendes hvis muligt.

Anvendelse af „vandskub“, hvilket er rensning af forurenede overflader med en vandstråle og herved skubbe de faste forureninger til afløb, skal undgås.

I kloaksystemet kan faste partikler som etiketter, kiselgur mv. sedimentere og give driftsproblemer i de offentlige spildevandsledninger samt i pumpestationer på ledningsnettet.

Etiketter kan opsamles ved at lade spildevand løbe gennem en simpel trådkurv inden det afledes til det offentlige kloaksystem.

Kiselgur bør opsamles og bortskaffes som fast affald.

6.3.4 Andre BAT

Råvarer

Råvarespildet kan reduceres ved korrekt opbevaring, således at råvarer ikke tager skade ved f.eks. frostskafer, kontakt med vand eller fugt eller ved påkørsel eller brud på emballager.

Maltens kvalitet kan forringes af ydre påvirkninger under transport til og ved lagring i bryggeriet. Oplysninger om maltens alder kan ligeledes reducere risikoen for spild på grund af for gammelt malt. Der findes metoder til at bestemme maltens kvalitet, hvilket kan gøres for at højne kvaliteten af produktet.

Lastbiler bør slukke motorer og eventuelle køleanlæg, når disse er parkeret og mens råvarer læsses af køretøjet og øl læsses på.

Korrekt håndtering af råvarer medvirker til at reducere risikoen for spild. Råvareforbruget kan reduceres ved korrekt afvejning. Maltstøv fra interne transporter kan opsamles og genanvendes.

Svag urtblanding kan genanvendes til indmæskning.

Restøl fra tømning af tanke kan føres tilbage til processen, hvorved 1–3 % besparelse opnås. Denne løsning er kun værende relevant for mellemstore bryggerier.

Opsamling og genanvendelse af optræksøl fra frasorterede partier (f.eks. lav fyldehøjde, fejletikettering og lignende) er en ressourcemæssig fordelagtig løsning for bryggerier. Herved spares råvarer, energi og vand samtidig med at dette øl ikke ledes ud med spildevandet.

Emballage

Anvendelse af lettere typer af emballager og pakkefolie vil reducere transportomkostningerne, brændstof og forbruget af materiale-ressourcer.

Tyndvæggede aluminiumsdåser ødelægges lettere end ståldåser.

Affald

De fleste affaldsfraktioner fra et bryggeri kan genanvendes. Den største affaldsmængde mask genanvendes mange steder som dyrefoder. Hvis ikke denne bortskaffelsesmetode fungerer, så kan mask måske efter tørring indgå som råvare for biogas produktion.

Den største ikke genanvendelige fraktion i affaldet på bryggerier er filtreringsmaterialet, typisk kiselguhr, som enten deponeres eller anvendes som jordforbedringsmiddel (alene eller blandet med andre jordforbedringsmidler). Filtreringsmaterialet kan undgås ved anvendelse af membran filtrering, som er taget i brug på større nordiske bryggerier.

Luftforurening

Afkast fra kedelhuse og bryghuse (urtkogning) på mikrobryggerier skal have tilstrækkelig højde over tag til at sikre nødvendig opblanding.

Til reduktion af CO₂ koncentrationen skal der forefindes rimelige aftræksforhold fra bryghuset.

Anvendelse af eldrevne trucks vil medvirke til at reducere emissionen af luftforureninger og støj.

Anvendelse af svovlfattig eller svovlfri energikilde vil reducere emissionen af SO₂.

6.3.5 Risikobetonede aktiviteter og uheld

De mest relevante risikobetonede aktiviteter og forebyggelse af uheld er:

- Støvekspllosioner i siloer og transportører på mellemstore og små bryggerier
- Sammenblanding af syrer og chlorholdige desinfektionsmidler, bl.a. i spildevandet
- Udslip af store mængder syrer, baser og desinfektionsmidler, f.eks. ved læk under opbevaring
- Udslip fra lakkede tanke med indhold af brygvæsker med stort indhold af organiske stoffer

Små og mellemstore bryggerier med siloer skal sikre lageret mod støvekspllosioner.

Syrer og chlorholdige desinfektionsmidler skal opbevares adskilte og det skal sikres, at syrer og chlorholdige midler ikke sammenblandes i tanke og afløb.

Ved opbevaring af større mængder syre, baser og chlorholdige desinfektionsmidler skal der være etableret opsamlingsbassiner på opbevaringspladsen til sikring mod udløb.

6.4 Rensningsteknikker

6.4.1 Spildevand

Mikrobryggerier foretager normalt ikke behandling af spildevandet før det bortledes til offentlig kloak.

Udledning af stærke syrer og baser kan neutraliseres ved udledning efter ophold i neutraliseringsbeholder. Denne løsning bør forefindes på alle mellemstore og små bryggerier. Findes denne løsning med den nødvendige kapacitet, så vil spildevandets pH-værdi kunne holdes inden for intervallet 6,5–9, som tillige er den vejledende grænseværdi den danske Miljøstyrelse arbejder med.

Kravene til neutralisering af spildevandet fra mindre bryggerier kan variere og afhænger typisk af, hvortil spildevandet bortledes.

Spildevandsmængderne fra mikrobryggerierne vil være for små til at det kan betale sig at etablere en egentlig rensning af spildevandet. Fra den type bryggerier vil den bedste løsning være at aflede spildevandet til det kommunale renseanlæg.

De fleste af de mellemstore og små bryggerier vil være tilsluttet et offentligt kloaksystem og dermed være under den offentlige kloakforsyning. Det betyder at der betales afledningsbidrag til kloakforsyningen for hver m³ spildevand, der afledes. I nogle kloakforsyninger vil der endvidere være tilknyttet et særbidrag for ekstra stor forurening. Det kan således være relativt dyrt at aflede spildevand til det offentlige kloaksystem.

Der er i Danmark lovhjemmel til at en virksomhed kan udtræde af den offentlige kloakforsyning og selv etablere et renseanlæg. Det kræver imidlertid at begge parter opnår enighed og at en udtræden ikke vil påvirke kloakforsyningens økonomi væsentligt. I praksis er det meget vanskeligt at få tilladelse til at udtræde af kloakforsyningen. Det er byrådet, der beslutter om en virksomhed kan udtræde.

Nye bryggerier vil have betydeligt lettere ved at etablere egen rensning af spildevandet. Det vil i de fleste tilfælde være billigere for bryggeriet at etablere egen rensning. Etablering af eget renseanlæg vil dog kræve at bryggeriet er af en vis størrelse for at det kan betale sig. Det vil derfor især være aktuelt for mellemstore bryggerier at etablere eget renseanlæg.

Bryggerispildevand er let omsætteligt og egnet for biologisk rensning. For små og mellemstore bryggerier vil den bedste løsning være en aerob behandling af spildevandet i et aktivt slamanlæg. På grund af investeringens størrelse vil egen rensning formodentlig kun være aktuel for mellemstore bryggerier. Bryggerier skal være opmærksomme på, at der skal anvendes strøm og kemikalier for at rense spildevandet og at der produceres slam, som skal bortskaffes i forbindelse med spildevandsrensningen.

6.4.2 Støv

Støvbekæmpelse ved håndtering af råmaterialer, såsom malt og kiselgur kan foretages med udsugninger forsynet med cykloner og posefilter. Reduktion af støvemission ved lufttransport af malt (pneumatisk transport) kan på et mikrobryggeri løses ved anvendelse af et simpelt støvfilter.

6.4.3 Støj

Støjbekæmpelse kan blandt andet foretages ved støjdæmpning ved kilden, støjafskærmning og støjisolering.

6.4.4 Andre teknikker

Der findes en del teknikker, som anvendes på de store bryggerier og som ikke er økonomisk realistiske på mindre bryggerier.

Der er ikke fundet teknikker relevant for mindre bryggerier, som ikke er afprøvet og dokumenteret.

Litteraturliste

- Referencedokument (BREF) om bedste tilgængelige teknik i fødevare-, drikkevare- og mejeriindustrien, IPPC, dansk resume, december 2005.
- Pollution Prevention and Abatement Handbook „Breweries, Fruit and Vegetable Processing“, World Bank 1998.
[http://wbIn0018.worldbank.org/essd/essd.nsf/GlobalView/PPAH/\\$File/49_brew.pdf](http://wbIn0018.worldbank.org/essd/essd.nsf/GlobalView/PPAH/$File/49_brew.pdf)
- Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 13/2000: Cross-flow filtration of Fruit Juice.
- HELCOM Recommendation 17/10. Basic principles for realization of BAT and BEP in food industry. http://www.helcom.fi/recommendations/rec17_10.html
- UNEP, Industrial Sector Guide: Cleaner Production Assessment in Breweries, DEPA in co-operation with COWI Ltd, 1997.
- UNEP/IE. Technical Report No. 33. Environmental Management in the Brewing Industry. Prepared by Danbrew Ltd., 1996.

Summary

The brewery sector includes beer brewers, malting companies and soft drink producers. The sector can be divided into IPPC-regulated breweries and smaller breweries.

The objective of the report is to present BAT for smaller non-IPPC regulated breweries. Smaller breweries include medium sized, small and micro breweries.

There are no commercial operating malting companies in the Nordic countries. The number of soft drink producers is limited and will decrease in the future. Consequently, this BAT report includes BAT for smaller breweries producing beer.

The number of smaller breweries in the Nordic countries is close to 200 of which 75% is micro-breweries. The majority of micro-breweries are located in Denmark.

BAT or Cleaner Production reports for smaller breweries are never published before. All previous reports have reported BAT for larger IPPC regulated breweries. Due to the above mentioned reason most focus has been given to BAT for micro-breweries and lesser to the limited number of medium sized and smaller breweries.

The significant environmental parameters for smaller breweries are consumption of water and energy, emissions of wastewater and in some case also emission of odour and noise.

Overall assessed the impact on the environment of smaller and micro-breweries is insignificant. The wastewater is easy to degrease, rich of nutrients for the municipal wastewater treatment plant, the majority of the solid waste is recycled and used bottles are recycled in all Nordic countries by bottles recycling systems.

The biggest challenge for micro-breweries is the energy and water balance and to get the load in the wastewater stream reduced by avoiding disposal of solid waste through the drain.

Wastewater from breweries need to be treated. Micro-breweries will not find it financial feasible to conduct treatment of wastewater on site and wastewater needs to be treated externally typically in a municipal wastewater treatment plant. New larger breweries have the best opportunities to establish cost-efficient wastewater treatment plants. Middle sized breweries with old equipment and technologies do have the biggest environmental and financial challenge.

Micro-breweries do not have very much focus on environmental issues and consumption of resources. The labour cost is the most critical and significant production cost. Thus, very few data are available at micro-

breweries. During the project period it has been possible to gather some data from a limited number of micro-breweries.

The key recommendation to all breweries and especially micro-breweries is to put more focus on environmental management. Management of resource consumption (water and energy) is the best and most efficient way to identify savings and improve the productivity of the brewery.

Bilag 1: Oversigt over mindre bryggerier i Norden

Nedenfor listes de navne på bryggerier, som projektgruppen har kendskab til og som hører til i gruppen af mellemstore og små bryggerier.

Antallet af mikrobryggerier er betydeligt større end for mellemstore og små bryggerier. Denne liste kan ligeledes indeholde nogle håndbryggere.

Danmark

Mellemstore bryggerier (2)

Albani, Odense

Vestfyen, Assens

Små bryggerier (8)

Fuglsang, Haderslev

Hancock Bryggerierne, Skive

Husbryggeriet Jacobsen, Valby

Nørrebro Bryghus, Hedehusene

Refsvindinge Bryggeri, Ørbæk

Svaneke Bryghus, Svaneke

Thisted Bryghus, Thisted

Ørbæk bryggeri, Ørbæk

Mikrobryggerier (og muligvis nogle håndbryggere) (80)

Aarhus Bryghus, Århus

Agtrup Brygus, Bjert

Amager Bryghus, Kastrup

Baldersbrønde Bryggeri, Hedehusene

Beer Here, Køge

Bie's Bryghus, Hobro

Bjert Bryg, Bjert

Bov Bryg, Bylderup-Bov

Brewpub, København K.

Bryggeriet Skands, Brøndby

Bryggeriet Skovlyst, Værløse

Bryggeriet Apollo, København K.

Bryggeriet Flakhaven, Odense C.

Bryggeriet Herning, Herning

Bryggeriet Kvajj, Vejle

Bryggeriet Sct. Clemens, Århus C.
Bryghuset Braunstein, Køge
Bryghuset Kragelund, Silkeborg
Bryghuset Møn, Stege
Bryghuset Vendia, Hjørring
Brøggeriet, Sønderborg
Bøgedal Bryghus, Vejle
Dagmarbryggeriet, Ringsted
Det Lille Bryggeri, Viby Sj.
Djurs Bryghus, Grenå
Duelund Bryglade, Kjellerup
Esbjerg Mikrobryg, Esbjerg
Fanø Bryghus, Fanø
Fjordens Bryghus, Tarm
Fur bryghus, Fur
Fuglebjerggaard, Helsingør
Fægekroen Bryghus, Tivoli, København V.
Grauballe Bryghus, Silkeborg
Gundestrup Mejeri – og Bryghus, V. Skerninge
Haandbryggeriet, Nørresundby
Halsnæs Bryghus, Hundested
Herslev Bryghus, Roskilde
Hornbeer, Kirke Hyllinge
Indslev Bryggeri, Nørre Aaby
Jelling Bryggeri, Jelling
Jelling Bryghus, Jelling
Jerry's Restaurant & Bryghus, Frederikshavn
Kerteminde Bryghus, Kerteminde
Kolding Bryghus, Kolding
Krenkerup Bryggeri, Sakskøbing
La Tasca Bryggeri, Vejle
Læsø Bryghus, Læsø
Løkken Bryghus, Løkken
Medicibeers, Ebberup
Midtfyns Bryghus, Broby
Miracle Breweries, Vejstrup
Mylius-Erichsen Bryghus, Ringkøbing
Nibe Bryghus, Nibe
Næstvedbryggeriet Fønix, Næstved
Raasted Bryghus, Randers
Randers Bryghus, Randers SV
Refsvindinge Bryggeri og Maltgøreri, Ørbæk
Restaurant Bryggen, Ribe
Ribe Bryghus, Ribe
Rise Bryggeri, Æreskøbing
Rækker Mølle Bryghus, Skjern

Rørvig Bryghus, Rørvig
Samsø Bryghus, Samsø
Skagen Bryghus, Skagen
Slagelse Bryghus, Slagelse
Stensbogaard Bryghus, Ringe
Stevns Bryghus, Hårlev
Søgaards Bryghus, Ålborg
Søkildegård Bryggeri, Vipperød
Troldhede Mikrobryggeri, Kolding
Ugelris Gårdbryggeri, Skals
Vejle Bryghus, Vejle
Vesterbro Bryghus, København V.
Viborg Bryghus, Viborg
Viby Bryghus, Viby Sj.
Vilcon Bryghus, Slagelse
Virklund Bryghus, Silkeborg
Warwik Bryghus, Varde
Wintercoat, Sabroe
Ølgod Bryghus, Ølgod

Kilde: Den skandinaviske bryggerhøjskole.

Norge

Mellemstore bryggerier (6)

Grans, Sandefjord
Aass, Drammen
E.C. Dahls, Trondheim
Arendal bryggeri, Arendal
Hansa Borg Bryggerier, Sarpsborg, Kristiansand, Bergen

Små Bryggerier (3)

Mack, Tromsø
Berentsen, Eigersund
Lervig, Stavanger

Mikrobryggerier (22)

Aass mikrobryggeri, Drammen
Bjarne Vestmo, Stjørdal
Breitflabben Brygghus, Andenæs
Fjellbrygg, Oppdal
Haandbryggeriet, Drammen
Inderøy Gårdsbryggeri, Steinkjer
Kinn bryggeri, Florø
Klostergården Håndbryggeri, Frosta
Lillehammer Bryggeri, Lillehammer

Maack mikrobryggeri – Tromsø
Morten Granas, Sjørdal
Nøgne Ø, Grimsdal
Oslo mikrobryggeri, Oslo
Qudulla, Snåsa
Ruten Fjellstue, Espedalen
Steinkjer Bryggeri, Steinkjer
Sturli gard, Skjurdalen
Trondheim mikrobryggeri
Valdres gårdsbryggeri, Øystre Slidre
Waldemars, Bergen
Ægir, Flom
Ølve på Egge, Steinkjer

Kilder: Bryggeriforeningen i Norge og Den skandinaviske bryggerhøjskole

Sverige

Mellemstore bryggerier (5)

Kopparbergs Bryggeri, Kopparberg
Spendrups Bryggeri, Grängesberg
Åbro Bryggeri, Vimmerby
Spendrups Bryggeri, Vårby
Krönleins Bryggeri, Halmstad

Små bryggerier (7)

Laholms Bryggeri, Laholm
Zeunerts, Sollefteå
Banco, Skruv
Grebbebestads Bryggeri, Grebbebestad
Jämtlands Bryggeri, Pilgrimstad
Gotlands Bryggeri, Visby
Nils Oscars, Nyköping

Mikro- bryggerier (28)

Nynäshamns Ångbryggeri, Nynäshamn
Slottskällans Bryggeri, Uppsala
Oppgårds Bryggeri, Hedemora
Eskilstuna Ölkultur, Eskilstuna
Två Bryggare, Ystad
Två Bryggare, Tomelilla
Ahlafors Bryggeri, Alafors
BreadarydsWårdshus och Bryggeri, Bredaryd
Dugges Ale och Porterbryggeri, Mölndal
Hantverkarsbryggeriet, Västerås
Helsing Ångbryggeri, Ljusne

Irish Pub, Sundsvall
Kinnekulle Bryggeri, Hällekis
Malmö Bryggerhus, Malmö
Monks Café, Stockholm
Närke Kulturbryggeri, Örebro
Ocean Brewery, Göteborg
Pannrumet Kök och Bar, Göteborg
Qvånum Mat&Malt, Kvånum
Sanbdblacka Bryggeri, Sandviken
Sigtuna Bryggerhus, Sigtuna
Skebo Bruksbryggeri, Skebobruk
Stockeboda Gårdsbryggeri, Gärsnäs
Strömsholms Bryggerhus, Strömsholm
Ölkliniken, Linköping
Millingstorps Gårdsbryggeri, Ödeshög
Nyckelbryggerier, Luleå
Mora Bryggeri

Kilder: SweBrew AB og Bryggeriforeningen i Sverige.

Finland

Mellemstore bryggerier (1)

Olvi Oyj

Små bryggerier (1)

Nokian Panimo Oy

Mikrobryggerier (10)

Laitilan Wirvoitusjuomatehdas, Laitila
Lammin Sahti, Lammi
Mallaskoski, Seinäjoki
Panimo & Tislaamo Teerenpeli, Lahti ja Helsinki
Saimaan Olut, Lappeenranta
Malmgårds Bryggeri Ab – Malmgårdin Panimo Oy, Pernå
Koskipanimo, Tampere
Vakka-Suomen panimo, Uusikaupunki
Panimoravintola Koulu, Turku
Ravintola Perhon panimo, Helsinki

Kilde: Den finske bryggeriforening, Foreningen af små bryggerier og Den skandinaviske bryggerhøjskole.

Island

Mellemstore bryggerier (2)

Egill Skallagrímsson ehf.

Mjöður ehf.

Små bryggerier

Ingen

Mikrobryggerier

Ingen

Kilde: Internettet

Færøerne

Mellemstore bryggerier

Ingen

Små bryggerier (2)

Föroya Bjór

Okkara

Mikrobryggerier

Ingen

Kilde: Bryggerierne

Åland

Mellemstore bryggerier

Ingen

Små bryggerier

Ingen

Mikrobryggerier (1)

Ålands Bryggeri Stallhagen

Kilde: Internettet

Bilag 2A: BAT tjekliste for mindre bryggerier

Tjekliste over idéer og muligheder for at forbedre ressourceudnyttelsen og reducere miljøpåvirkningen.

BAT	BAT Status	Handlingsplan
Generelle BAT		
Er topledelse og medarbejdere bevidste om miljømæssige forhold på bryggeriet?		
Har de ansatte modtaget instruktion, undervisning eller træning om miljø- og energiforhold?		
Vælges og designes processer og teknikker så de optimerer forbrug af råvarer, vand og energi, reducerer emissionerne og sikrer korrekt vedligeholdelse?		
Implementeres systematisk vedligehold?		
Miljø- og energiledelse		
Er der formuleret en miljøpolitik for bryggeriet?		
Har bryggeriet taget stilling til hvad der er de væsentligste miljø- og energiforhold?		
Har bryggeriet formuleret procedurer og instruktioner der skal gælde for miljøområdet (mundtlige eller skriftlige)?		
Kortlægges vand- og energiforbruget eller andre væsentlige miljøforhold?		
Sættes mål for reduktion af vand- og energiforbruget eller andre væsentlige miljøforhold, såsom forbedring af spildevandskvaliteten?		
Følges op på om målene for reduktion af vand- og energiforbruget eller andre væsentlige miljøforhold forbedres?		
Foretages der målinger af væsentlige miljøforhold og evalueres resultaterne?		
Rapporteres og kommunikeres bryggeriets miljøpræstation?		

BAT	BAT Status	Handlingsplan
Følger ledelsen op på om miljøpolitikken er dækkende og efterleves? Har bryggeriet taget initiativer til at samarbejde med leverandører om miljøforhold?		
Enhedsoperationer		
Opbevaring og håndtering af råvarer, materialer og mellemprodukter		
Opbevares råvarer og materialer så spild undgås?		
Håndteres råvarer og materialer så spild undgås?		
Afvejes råvarerne inden anvendelse?		
Opsamles og genanvendes svag urtblanding?		
Opsamles og genanvendes trub?		
Måles opløselig ekstrakt i masken inden bortskaffelse?		
Opsamles restøl fra tømning af tanke?		
Formaling af malt		
Er det vurderet om anvendelse af hammermølle er realistisk?		
Analyseres maltens kvalitet før anvendelse?		
Opsamles og genanvendes maltstøv fra interne transporter?		
Foretages en sigteanalyse?		
Indstilles valserne optimalt?		
Urtkogning		
Kontrolleres og optimeres fordampningsrate ved urtkogningen?		
Anvendes flertrinsinddampning?		
Rengøres hedefladerne regelmæssigt?		
Genvindes kondensatet fra urtkogningen?		
Anvendes genvunden varme til forvarmning af urten for kogning?		
Køling		
Anvendes varmeveksler og opsamles varmen efter urtkogningen?		
Rengøres pladevarmevekslere med regelmæssige intervaller?		
Se også under energi.		
Flaske- og kassevaskere		
Anvendes genvunden energi og vand fra andre processer i flaske- og kassevaskere?		
Er vaskemaskinen isoleret?		

BAT	BAT Status	Handlingsplan
<p>Anvendes flertrins flaske- og kassevaskere og zoneinddeling?</p> <p>Anvendes modstrømsskylle princippet?</p> <p>Anvendes optimale spulesystemer i skylle-maskinen (spulehoveder og deres placering)?</p> <p>Anvendes sidste skyllevand igen?</p>		
Pasteurisering		
<p>Anvendes lukkede tunnelpasteuriseringsanlæg?</p> <p>Genanvendes det varme vand fra tunnelpasteuriseringsanlæg?</p> <p>Opsamles overløbsvand fra åbne tunnelpasteuriseringsanlæg?</p>		
CIP og rengøring		
<p>Fjernes materialer hurtigt fra overflader?</p> <p>Anvendes opsamlingsbeholdere i gulvafløb?</p> <p>Optimeres tørrengøring før vådrengøring?</p> <p>Fugtes overflader og fastbrændte forurenninger før rengøring med vand?</p> <p>Anvendes genanvendeligt rent vand til rengøring, f.eks. fra vandkøling?</p> <p>Opsamles produktrester for CIP rengøring?</p> <p>Er der etableret målere, der kan adskille produkt og vand</p> <p>Findes procedurer for optimering af rengørings- og CIP frekvenser?</p> <p>Opsamles og genanvendes første CIP skyllevand?</p> <p>Vælges rengøringsmidler uden EDTA?</p> <p>Undgås anvendelse af halogenerede og oxiderende biocider?</p>		
Bryggerispecifikke BAT-forbrug, reduktion og rensning		
Vandforbrug		
<p>Oppumpes kun den grundvandsmængde som skal anvendes?</p> <p>Er det vurderet hvilke vandstrømme der kan genanvendes og hvor?</p> <p>Adskilles vandstrømme så genanvendelse bliver mulig?</p> <p>Undgås tomgangsforbrug ved produktionsstop?</p>		

BAT	BAT Status	Handlingsplan
Opsamlet rent vand, som f.eks. kølevand til genanvendelse?		
Er alle de nemme og gode husholdningsløsninger til vandbesparelser indført, såsom at stoppe utætte beholdere, ventiler m.v. og er der påmonteret stop-knapper på vandslanger m.v.?		
Er vandkølede pumper udskiftet med oliekoledede pumper?		
Er vandforbruget ved CIP optimeret? Se under CIP.		
Energi		
Opstilles varme- og vandbalancer?		
Opsamles al overskudsvarme?		
Opsamles og genanvendes energi i røggasafkastet fra kedler?		
Anvendes High Gravity Brew?		
Anvendes isoleret varmvandbeholder?		
Slukkes energiforbrugende udstyr som ikke anvendes?		
Anvendes hastighedsregulerede drivenheder i blæsere og pumper?		
Anvendes frekvensstyring af motorer?		
Kontrolleres at afkølede lokaler ikke holdes for koldt?		
Er kondensationstrykket optimeret?		
Renholdes og afrimes køleanlægget?		
Sikres kold indgående luft til kondensatorerne?		
Anvendes varmeisolering af varme overflader, beholdere, rør m.v.?		
Er kedlen tjekket og forbrænder den optimalt?		
Moniteres og sikres tilstrækkeligt overskudsluft til forbrændingen i kedlen?		
Reduceres damptab, f.eks. ved eliminering af lækager og tab af flash damp?		
Vedligeholdes dampfælder?		
Minimeres kedel blowdown og afblæsning?		
Er det undersøgt om trykniveau på kompressoranlæg kan reduceres?		
Tjekkes trykluftanlæggets tæthed?		
Holdes luftindtagstemperaturen lavest mulig?		

BAT	BAT Status	Handlingsplan
Spildevand		
Undgås faste stoffer at blive bortledt med spildevandet?		
Undgås kiselguhr i spildevandet?		
Er der etableret rist til opsamling af etiketterester?		
Anvendes centrifuger til at fjerne faste stoffer fra vandfasen?		
Neutraliseres syrer og baser inden udledning?		
Anvendes olieudskillere?		
Foretages spildevandsrensning?		
Foretages sedimentering?		
Foretages biologisk rensning?		
Anvendes membranfiltrering?		
Genanvendes spildevandsslammet?		
Produceres der gas af spildevandsslammet?		
Affald		
Findes procedurer for at minimere affaldsproduktionen?		
Bortskaffes mask som dyrefoder eller genanvendes den på anden måde?		
Er emballageforbruget optimeret og minimeret?		
Købes ind i større mængder for at reducere mængden af emballageaffald?		
Sorteres affaldet i fraktioner?		
Sendes affaldsfraktionerne til genanvendelse? Hvilke gøres ikke?		
Genanvendes gæren?		
Opsamles filtermaterialer, f.eks. kiselgur og bortskaffes materialet?		
Følges myndighedernes anvisninger på korrekt affaldshåndtering og bortskaffelse?		
Luftforurening		
Er udledningskilder kortlagt?		
Foretages nødvendige målinger af udledninger til luften?		
Foretages forebyggende foranstaltninger til at reducere luftforureninger ved kilden?		
Er motorer slukket på køretøjer ved af- og pålæsning?		
Anvendes el-trucks?		

BAT	BAT Status	Handlingsplan
<p>Anvendes de reneste brændsler (med f.eks. lavt S-indhold)?</p> <p>Anvendes ikke-fossile brændsler?</p> <p>Anvendes lugtreducerende teknikker?</p> <p>Anvendes støvreducerende teknikker?</p> <p>Er afkasthøjder og afkast placeringer hensigtsmæssige og korrekte?</p> <p>Kan eventuelle lugtgener genere naboerne?</p> <p>Er der ventilering i bryghus?</p> <p>Anvendes måle- og alarmudstyr for CO₂ koncentrationen?</p>		
Støj		
<p>Kontrolleres støj ved kilden og reduceres påvirkningen hvis nødvendigt?</p> <p>Er der monteret støjdæmpere på luftindtag og aflast på tryklufsanlæg?</p> <p>Er udendørs placerede kølemaskiner, ventilatorer, køletårne støjdæmpede eller støjafskærmede?</p> <p>Er trafikken til og fra bryggeriet planlagt så unødige gener af naboer undgås?</p> <p>Er interne køretøjer støjdæmpet (hvis nødvendigt)?</p>		
Forebyggelse af uheld		
<p>Er mulige kilder til uheld og utilsigtede udslip identificeret?</p> <p>Er der udført en risikovurdering?</p> <p>Findes der kontrolforanstaltninger til at forhindre uheld i at ske?</p> <p>Er der rutiner til at sikre at syrer og chlorholdige midler ikke blandes (også i afløbssystemet)?</p> <p>Opbevares kemikalier korrekt og er der sikret mod udslip på grund af lækkende tanke og beholdere?</p> <p>Er siloer sikret mod brand- og eksplosionsfare?</p> <p>Findes en beredskabsplan og testes denne regelmæssigt?</p> <p>Undersøges årsagerne til eventuelle uheld eller optræk til uheld og registreres disse?</p>		

Bilag 2B: BAT Tjekliste relevant for mindre bryggerier

Tjekliste over idéer og muligheder for at forbedre ressourceudnyttelsen og reducere miljøpåvirkningen.

BAT	Mellem store	Små	Mikro
Generelle BAT			
Er topledelse og medarbejdere bevidste om miljømæssige forhold på bryggeriet?	✓	✓	✓
Har de ansatte modtaget instruktion, undervisning eller træning om miljø- og energiforhold?	✓	✓	
Vælges og designes processer og teknikker så de optimerer forbrug af råvarer, vand og energi, reducerer emissionerne og sikrer korrekt vedligeholdelse?	✓	✓	
Implementeres systematisk vedligehold?	✓	✓	
Miljø- og energiledelse			
Er der formuleret en miljøpolitik for bryggeriet?	✓	✓	
Har bryggeriet taget stilling til hvad der er de væsentligste miljø- og energiforhold?	✓	✓	✓
Har bryggeriet formuleret procedurer og instruktioner der skal gælde for miljøområdet (mundtlige eller skriftlige)?	✓	✓	
Kortlægges vand- og energiforbruget eller andre væsentlige miljøforhold?	✓	✓	✓
Sættes mål for reduktion af vand- og energiforbruget eller andre væsentlige miljøforhold, såsom forbedring af spildevandskvaliteten?	✓	✓	✓
Følges op på om målene for reduktion af vand- og energiforbruget eller andre væsentlige miljøforhold forbedres?	✓	✓	✓

BAT	Mellem store	Små	Mikro
Foretages der målinger af væsentlige miljøforhold og evalueres resultaterne?	✓	✓	
Rapporteres og kommunikeres bryggeriets miljøpræstation?	✓		
Følger ledelsen op på om miljøpolitikken er dækkende og efterleves?	✓	✓	
Har bryggeriet taget initiativer til at samarbejde med leverandører om miljøforhold?	✓		
Enhedsoperationer			
Opbevaring og håndtering af råvarer, materialer og mellemprodukter			
Opbevares råvarer og materialer så spild undgås?	✓	✓	✓
Håndteres råvarer og materialer så spild undgås?	✓	✓	✓
Afvejes råvarerne inden anvendelse?	✓	✓	
Opsamles og genanvendes svag urtblanding?	✓	✓	
Opsamles og genanvendes trub?	✓	✓	
Måles opløselig ekstrakt i masken inden bortskaffelse?	✓	✓	
Opsamles restøl fra tømning af tanke?	✓	✓	
Formaling af malt			
Er det vurderet om anvendelse af hammermølle er realistisk?		✓	✓
Analyseres maltens kvalitet før anvendelse?	✓	✓	
Opsamles og genanvendes maltstøv fra interne transporter?	✓	✓	
Foretages en sigteanalyse?	✓	✓	
Indstilles valserne optimalt?	✓	✓	✓
Urtkogning			
Kontrolleres og optimeres fordampningsrate ved urtkogningen?	✓	✓	✓

BAT	Mellem store	Små	Mikro
Anvendes flertrinsinddampning?	✓	✓	
Rengøres hedefladerne regelmæssigt?	✓	✓	✓
Genvindes kondensatet fra urtkogningen?	✓		
Anvendes genvunden varme til forvarmning af urten for kogning?	✓	✓	✓
Køling			
Anvendes varmeveksler og opsamles varmen efter urtkogningen?	✓	✓	✓
Rengøres pladevarmevekslere med regelmæssige intervaller? Se også under energi.	✓	✓	✓
Flaske- og kassevaskere			
Anvendes genvunden energi og vand fra andre processer i flaske- og kassevaskere?	✓	✓	
Er vaskemaskinen isoleret?	✓	✓	
Anvendes flertrins flaske- og kassevaskere og zoneinddeling?	✓	✓	
Anvendes modstrømsskylle princippet?	✓	✓	
Anvendes optimale spulesystemer i skyllemaskinen (spulehoveder og deres placering)?	✓	✓	
Anvendes sidste skyllevand igen?	✓	✓	
Pasteurisering			
Anvendes lukkede tunnelpasteuriseringsanlæg?		✓	✓
Genanvendes det varme vand fra tunnelpasteuriseringsanlæg?		✓	✓
Opsamles overløbsvand fra åbne tunnelpasteuriseringsanlæg?		✓	✓
CIP og rengøring			
Fjernes materialer hurtigt fra overflader?	✓	✓	✓

BAT	Mellem store	Små	Mikro
Anvendes opsamlingsbeholdere i gulv-afløb?	✓	✓	✓
Optimeres tørrengøring før vådrengøring?	✓	✓	✓
Fugtes overflader og fastbrændte forureninger før rengøring med vand?	✓	✓	✓
Anvendes genanvendeligt rent vand til rengøring, f.eks. fra vandkøling?	✓	✓	✓
Opsamles produktrester for CIP rengøring?	✓	✓	✓
Er der etableret målere, der kan adskille produkt og vand	✓	✓	✓
Findes procedurer for optimering af rengørings- og CIP frekvenser?	✓	✓	✓
Opsamles og genanvendes første CIP skyllevand?	✓	✓	✓
Vælges rengøringsmidler uden EDTA?	✓	✓	✓
Undgås anvendelse af halogenerede og oxiderende biocider?	✓	✓	✓
Bryggerispecifikke BAT-forbrug, reduktion og rensning			
Vandforbrug			
Oppumpes kun den grundvandsmængde som skal anvendes?	✓	✓	✓
Er det vurderet hvilke vandstrømme der kan genanvendes og hvor?	✓	✓	✓
Adskilles vandstrømme så genanvendelse bliver mulig?	✓	✓	✓
Undgås tomgangsforbrug ved produktionsstop?	✓	✓	✓
Opsamlet rent vand, som f.eks. kølevand til genanvendelse?	✓	✓	✓
Er alle de nemme og gode husholdningsløsninger til vandbesparelser indført, såsom at stoppe utætte beholdere, ventiler m.v. og er der påmonteret stopknapper på vandslanger m.v.?	✓	✓	✓
Er vandkølede pumper udskiftet med olie-kølede pumper?	✓	✓	✓
Er vandforbruget ved CIP optimeret? Se under CIP.	✓	✓	✓

BAT	Mellem store	Små	Mikro
Energi			
Opstilles varme- og vandbalancer?	✓	✓	
Opsamles al overskudsvarme?	✓	✓	✓
Opsamles og genanvendes energi i røg- gasafkastet fra kedler?	✓	✓	
Anvendes High Gravity Brew?	✓	✓	✓
Anvendes isoleret varmvandbeholder?	✓	✓	✓
Slukkes energiforbrugende udstyr som ikke anvendes?	✓	✓	✓
Anvendes hastighedsregulerede dri- venheder i blæsere og pumper?	✓	✓	✓
Anvendes frekvensstyring af motorer?	✓	✓	✓
Kontrolleres at afkølede lokaler ikke holdes for koldt?	✓	✓	✓
Er kondensationstrykket optimeret?	✓	✓	✓
Renholdes og afrimes køleanlægget?	✓	✓	✓
Sikres kold indgående luft til kondensa- torerne?	✓	✓	✓
Anvendes varmeisolering af varme overflader, beholdere, rør m.v.?	✓	✓	✓
Er kedlen tjekket og forbrænder den optimalt?	✓	✓	✓
Moniteres og sikres tilstrækkeligt over- skudsluft til forbrændingen i kedlen?	✓	✓	✓
Reduceres damptab, f.eks. ved elimine- ring af lækager og tab af flash damp?	✓	✓	✓
Vedligeholdes dampfælder?	✓	✓	
Minimeres kedel blowdown og afblæs- ning?	✓	✓	✓
Er det undersøgt om trykniveau på kompressor anlæg kan reduceres?	✓	✓	✓
Tjekkes trykluftanlæggets tæthed?	✓	✓	✓

BAT	Mellem store	Små	Mikro
Holdes luftindtagstemperaturen lavest mulig?	✓	✓	✓
Spildevand			
Undgås faste stoffer at blive bortledt med spildevandet?	✓	✓	✓
Undgås kiselguhr i spildevandet?	✓	✓	✓
Er der etableret rist til opsamling af etiketterester?	✓	✓	✓
Anvendes centrifuger til at fjerne faste stoffer fra vandfasen?	✓	✓	
Neutraliseres syrer og baser inden udledning?	✓	✓	
Anvendes olieudskillere?	✓	✓	
Foretages spildevandsrensning?	✓	✓	
Foretages sedimentering?	✓	✓	
Foretages biologisk rensning?	✓	✓	
Anvendes membranfiltrering?	✓		
Genanvendes spildevandsslammet?	✓		
Producers der gas af spildevandsslammet?	✓		
Affald			
Findes procedurer for at minimere affaldsproduktionen?	✓	✓	✓
Bortskaffes mask som dyrefoder eller genanvendes den på anden måde?	✓	✓	✓
Er emballageforbruget optimeret og minimeret?	✓	✓	✓
Købes ind i større mængder for at reducere mængden af emballageaffald?	✓	✓	
Sorteres affaldet i fraktioner?	✓	✓	✓
Sendes affaldsfraktionerne til genanvendelse? Hvilke gøres ikke?	✓	✓	✓
Genanvendes gæren?	✓	✓	✓

BAT	Mellem store	Små	Mikro
Opsamles filtermaterialer, f.eks. kiselgur og bortskaffes materialet?	✓	✓	✓
Følges myndighedernes anvisninger på korrekt affaldshåndtering og bortskaffelse?	✓	✓	✓
Luftforurening			
Er udledningskilder kortlagt?	✓	✓	✓
Foretages nødvendige målinger af udledninger til luften?	✓	✓	✓
Foretages forebyggende foranstaltninger til at reducere luftforureninger ved kilden?	✓	✓	✓
Er motorer slukket på køretøjer ved af- og pålæsning?	✓	✓	✓
Anvendes el-trucks?	✓	✓	✓
Anvendes de reneste brændsler (med f.eks. lavt S-indhold)?	✓	✓	✓
Anvendes ikke-fossile brændsler?	✓	✓	✓
Anvendes lugtreducerende teknikker?	✓	✓	✓
Anvendes støvreducerende teknikker?	✓	✓	✓
Er afkasthøjder og afkast placeringer hensigtsmæssige og korrekte?	✓	✓	✓
Kan eventuelle lugtgener genere naboerne?	✓	✓	✓
Er der ventilering i bryghus?	✓	✓	✓
Anvendes måle- og alarmudstyr for CO ₂ koncentrationen?	✓	✓	✓
Støj			
Kontrolleres støj ved kilden og reduceres påvirkningen hvis nødvendigt?	✓	✓	✓
Er der monteret støjdæmpere på luftindtag og aflast på tryklufsanlæg?	✓	✓	✓
Er udendørs placerede kølemaskiner, ventilatorer, køletårne støjdæmpede eller støjafskærmede?	✓	✓	✓

BAT	Mellem store	Små	Mikro
Er trafikken til og fra bryggeriet planlagt så unødige gener af naboer undgås?	✓	✓	✓
Er interne køretøjer støjdæmpet (hvis nødvendigt)?	✓	✓	✓
Forebyggelse af uheld			
Er mulige kilder til uheld og utilsigtede udslip identificeret?	✓	✓	✓
Er der udført en risikovurdering?	✓	✓	
Findes der kontrolforanstaltninger til at forhindre uheld i at ske?	✓	✓	
Er der rutiner til at sikre at syrer og chlorholdige midler ikke blandes (også i afløbssystemet)?	✓	✓	✓
Opbevares kemikalier korrekt og er der sikret mod udslip på grund af lækkende tanke og beholdere?	✓	✓	
Er siloer sikret mod brand- og eksplosionsfare?	✓	✓	
Findes en beredskabsplan og testes denne regelmæssigt?	✓	✓	
Undersøges årsagerne til eventuelle uheld eller optræk til uheld og registreres disse?	✓	✓	

Bilag 3: Dataindsamlingsskema

Til brug for indhentning af oplysninger fra bryggerierne i Sverige, Norge og Finland har der været anvendt et dataindsamlingsskema.

Dataindsamlingsskema

fra _____

Ressourceforbrug, processer og emissioner på mikrobryggerier

No.	Spørgsmål	Svar
1	Hvilken årlig produktionskapacitet eller produktion har bryggeriet?	
2	Hvilke typer af produkter produceres: øl, læsk og i hvilken emballage?	
3	Hvad er bryggeriets nøgle tal for vand eller hvad er bryggeriet årlige vandforbrug? f.eks. hl vand/hl øl Hvilke processer bruger mest vand?	
4	Hvad er bryggeriets nøgle tal for elforbruget eller hvad er bryggeriet årlige elektricitetsforbrug? F.eks. kWh/hl Hvilke processer bruger mest el?	
5	Hvad er bryggeriets nøgle tal for varmekonsumet eller hvad er bryggeriet årlige varmeforbrug? F.eks. MJ/hl Hvilke processer bruger mest varme?	
6	Hvilken energikilde anvendes til varmekonsumet? F.eks. olie, naturgas, el eller andre. Kedelkapacitet?	
7	Anvender bryggerier nogle gode vand- og energibesparende teknikker? Best practices?	
8	Genanvendes damp fra urtkogningen?	
9	Genanvendes kølevand fra urtkølingen?	
10	Genanvendes energi fra kølevandet fra urtkogningen? Hvorledes?	
11	Hvorledes og hvortil bortledes spildevand?	

No.	Spørgsmål	Svar
12	Har bryggerier spildevandsrensning? Hvordan?	
13	Hvorledes bortskaffes mask, gær, filtermateriale og etiketterester?	
14	Anvender bryggerier nogle særlige tiltag til at reducere miljøpåvirkningerne?	
15	Har bryggeriet modtaget klager over luftgener fra naboer? I så fald hvor ofte?	
16	Har bryggeriet modtaget klager over støjgener fra naboer? I så fald hvor ofte?	
17	Har bryggeriet haft uheld med udslip, som f.eks. sammenblanding af syrer og klormidler og lignende	
18	Hvorledes formales malten?	
19	Anvender bryggeriet filtrering?	
20	Anvender bryggeriet pasteurisering? Hvilken type pasteurisering?	
21	Anvender bryggeriet flaskevask, vask af kasser, fustager m.v.?	
22	Hvorledes rengøres tanke m.v.?	
23	Anvendes CO ₂ opsamling og genanvendelse?	
24	Anvendes isolering af varmtvandsbeholdere?	
25	Andre nyttige oplysninger?	

Bilag 4: Ordforklaringsliste

BAT	Ved BAT forstås: „det mest effektive og avancerede trin i udviklingen af aktiviteter og driftsmetoder, som er udtryk for en given tekniks principielle praktiske egnethed som grundlag for emissionsgrænseværdier med henblik på at forhindre eller, hvor dette ikke er muligt, generelt begrænse emissionerne og indvirkningen på miljøet som helhed. ¹⁴
Brewpub	Mikrobryggeri, som sælger øllet i restaurant ved siden af mikrobryggeriet.
BREF	Referencedokument til BAT
BOD	Biologisk ilt forbrug („Biological Oxygen Demand“). Udtryk anvendt som beskrivelse af spildevand
CIP	Cleaning in Place
COD	Kemisk ilt forbrug („Chemical Oxygen Demand“). Udtryk anvendt som beskrivelse af spildevand
Eftergydning („final mash“)	Udtrækning af al stivelse i malten til at lave smag og alkohol i øllet. Se under mæsk filtrering i sikar.
Fermentering („fermentation“)	En kemisk proces hvori enzymer fra mikroorganismer (gær) nedbryder organisk stof og danner alkohol og CO ₂ .
Filtrering („filtration“)	Hovedparten af øllet filtreres for at fjerne rester fra gæringen. En del overgæret øl filtreres ikke.
Formaling („milling“)	Nedknusning af malten i en mølle
Fossile brændsler („fossil fuels“)	Kul, olie og naturgas.
Fustage („cask“)	Større beholder til opbevaring af øl og brug i fadølsanlæg

¹⁴ EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2008/1/EF af 15. januar 2008 om integreret forebyggelse og bekæmpelse af forurening.

Ikke-fossile brændsler („non-fossil fuels“)	Vedvarende energikilder, såsom vind, sol, vand, jord og biomasse (halm, træ m.v.).
Ikke-IPPC virksomhed	Virksomhed, som ikke er omfattet af IPPC-direktivet
Iod-prøve („iodine analysis“)	Analysemetode til bestemmelse af stivelse i en prøve
IPPC-direktivet	EU-direktiv: Rådets Direktiv 2008/1/EF af 15. januar 2008
Godkendelsesbekendtgørelsen	Dansk Bekendtgørelse om godkendelse af listevirksomhed, BEK nr. 1640 af 13/12/2006
Gær („yeast“)	Gær er svampesporer som er i stand til at omdanne sukkerstoffer til alkohol og CO ₂ . Der findes 2 typer gær: overgær og undergær, som er aktive ved forskellige temperaturer.
Humle („hops“)	Vigtig ingrediens i ølbrygning på grund af stoffets bitre smag
Håndbrygger („manual brewer“)	Håndbryggere, som producerer øl overvejende ved brug af manuelle operationer og som har en kapacitet på under 300 hl per år.
KPI	Key Performanve Indicators er f.eks. nøgletal for vand- og energiforbruget per produceret mængde.
Lagring („lagering“)	Proces hvori øllet modnes og uønskede forbindelser fjernes.
Malt („malt“)	Malt er en betegnelse for korn, der kortvarigt er bragt til spiring og stoppet ved tørring
Mask („spent grain“)	Se afsnit i rapporten om Mæsk filtrering i sikar, afsnit 3.1
Mikrobryggeri	Lille bryggeri, som producerer øl efter håndværksmæssige traditioner og som i nogle tilfælde har visse manuelle operationer. Mikrobryggerier har en kapacitet på mellem 300–4,000 hl per øl.
Mæsk („mash“)	Se afsnit i rapporten om mæskning under beskrivelser af processer i bryghus (afsnit 3.1)
Pasteurisering („pasturisation“)	Pasteurisering er en meget anvendt metode til forbedring af fødevarers holdbarhed uden at forringe deres smag eller ernæringsværdi væsentligt. Der findes 2 typer: tunnel- og plade pasteurisering.

Plato	Plato skalaen er en empirisk måde at måle urtens vægtfylde („density“) på i form af en procent af ekstraktens vægt.
Renere teknologi („cleaner technology“)	Tidligere anvendt betegnelse som i dag dækkes af BAT. Miljøstyrelsen i Danmark har opdateret en liste, som hedder „Referencer til renere teknologivurdering ved miljøgodkendelser“.
Råfrugt („adjunct“)	Råfrugt indeholder sukkerstoffer som kan tilføres ved ølbrygningen og som f.eks. kan være ris eller majs.
Sikar („Mash filtration or lauter tun“)	I sikaret separeres mæsken i urt og mask. Se afsnit om mæsk filtrering i sikar i afsnit 2.1.
Trub („trub“)	Se afsnit under bryghus og urtkogning i rapporten
Urt („wort“)	Når humle tilsættes til mæsken kaldes blandingen for urt.
Urtkogning („wort boiling“)	Urten koges under tilsætning af humle i urtkedlen. Se afsnit om urtkogning i afsnit 2.1.
Urtsvaling („wort cooling“)	Nedkøling af urten med en varmeveksler. Se afsnit om urtkøling i afsnit 2.1.
Varmeveksler („heat exchanger“)	Overfører varme fra et medium til et andet uden at de 2 medier kommer i direkte kontakt med hinanden.
Whirpool	Et apparat, som adskiller fastere partikler (koaguleret protein og vegetabilsk materiale fra humlen) fra urten inden urtsvaling.

Bedste tilgængelige teknik (BAT) for mindre bryggerier i de nordiske lande

Rapporten beskriver data og informationer om de løsninger og teknikker (BAT), som udgør de bedste til at opnå det mindst mulige ressourceforbrug og mindst mulige miljøpåvirkning for mindre bryggerier. Beskrivelserne omfatter de mest gængse løsninger og teknikker, som de i dag findes anvendt på bryggerier i de nordiske lande.

Antallet af mindre bryggerier i de nordiske lande er opgjort til 180–185. Mindre bryggerier har en produktionskapacitet på under 300 tons per dag eller svarende til under 1,1 millioner hl/år. Mindre bryggerier består af bryggerier tilhørende gruppen af mellemstore, små og mikrobryggerier.

For at lette overvejelserne om at anvende de anbefalede BAT er der udarbejdet en tjekliste, som kan anvendes som et værktøj til at tjekke og overveje BAT mulighederne til at forbedre ressourceudnyttelsen og reducere miljøpåvirkningen. Tjeklisten findes som bilag til rapporten.