

BRYGMESTEREN

SCANDINAVIAN BREWERS' REVIEW

Medlemsblad for

DANSK BRYGMESTER FORENING . NORSK BRYGGERLAUG
SVERIGES BRYGMÄSTARE FÖRENING

Redaktionsudvalg: Brygmester *Mogens Hansen*, Skelskør, Bryggerichef, akademiingeniør
S. E. Albrechtsen, København, bryggerimester *Thor Oscar Wulff*, Oslo,
dr. agr. *Leopold Heyl*, Malmö.

Redaktion: Produktudviklingschef, civilingeniør *Steen Kledal*, HD, (ansvarsh.), Skjulet 4,
DK-2880 Bagsværd, produktionschef, akademiingeniør *Hans Henrik Dahl*,
driftsinspektør, akademiingeniør *Frank Larsen*.

Annoncering: Dansk Bladforlag, v/ *Niels Richter-Friis*, Postboks 2, 3480 Fredensborg. Tlf. (02) 28 05 00

Ekspedition og abonnement: Dansk Brygmester Forening, c/o overassistent *Søren Thorsager*,
Carlsberg Bryggerierne A/S, Vesterfælledvej 100, DK-1799 København V. Tlf. 01 - 21 12 21, lokal 3412.

Nummer 9/10

September/Oktober 1984

41. årgang

III. - ENZYMATISK FREMSTILLEDE SIRUPPER TIL ØL OG SODAVAND

*Af Bjarne Helwiig Nielsen, Søren Jubie Jepsen og Tine Olesen,
Novo Industri A/S.*

Indledning.

Dette er den tredje og sidste artikel i serien „Enzymer og deres anvendelse indenfor bryggeriindustrien“. De to første artikler er bragt i de foregående numre af „Brygmesteren“:

- I. Mikrobielle enzymer til fremstilling af lavkulhydrat-øl
(Brygmesteren nr. 6)
- II. Mikrobielle enzymeres rolle i ølproduktionen
(Brygmesteren nr. 7-8)

Nærværende artikel omhandler fremstillingen, sammensætningen og anvendelsen af forskellige sirupper, med hovedvægten lagt på de forhold, der specielt kan interessere brygfolk.

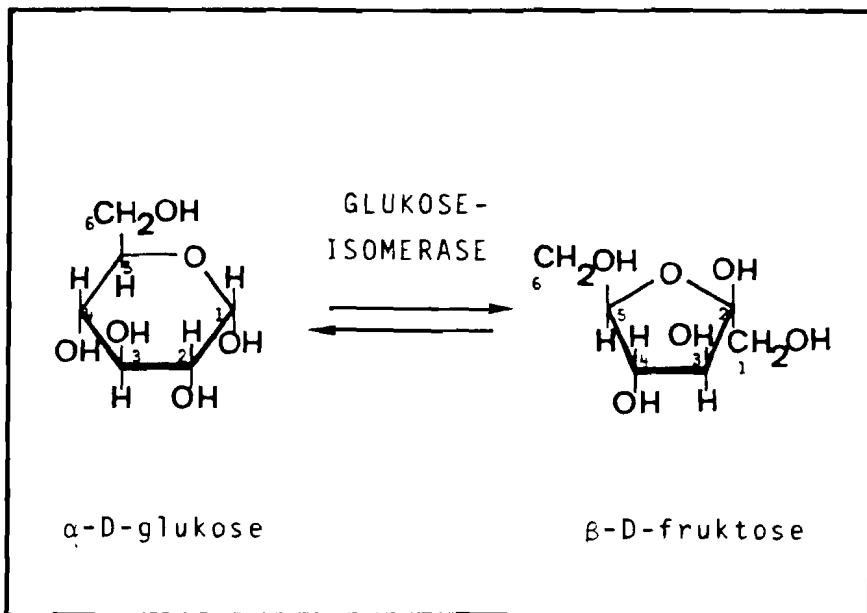
Der omtales i artiklen en række enzymer, hvis egenskaber er skematisk beskrevet i figur 2 og 12 i de foregående artikler. For alle produkterne gælder

det, at de er flydende og letopløselige enzymer, som kun anvendes én gang, hvorefter de normalt inaktiveres i processen.

Desuden er de alle hydrolaser, d.v.s. de spalter større molekyler til mindre, ved addition af ét molekyle vand til den brudte binding.

I denne artikel introduceres en anden type af enzymer, nemlig glukoseisomerase.

Glukoseisomerase katalyserer omdannelsen af glukose til fruktose - og omvendt (se figur 13).



Figur 13. Enzymatisk omdannelse af glukose til fruktose.

Denne proces forløber, i modsætning til hydrolysen, uden forbrug af vand og uden molekylvægtændringer.

Herved opnår man først og fremmest et sødere produkt, idet fruktose er ca. dobbelt så sødt som glukose.

Novo's glukoseisomerase, Sweetzyme, er et immobiliseret, uopløseligt enzym, der sædvanligvis anvendes i en kontinuert kolonneproces.

Efter omtalen af sirupper nævnes i et kort kapitel den mulige anvendelse af et proteinhydrolysat som fyldestof („bulking agent“) i lavkalorie-sodavand.

Bygsirup.

Bygsirup kan fremstilles ved inddampning af urt baseret på en mæsk med en stor bygandel, analogt med bryg med byg beskrevet i forrige artikel.

De nødvendige enzymer er således alfa-amylase, beta-glucanase og proteinase, f.eks. i form af Ceremix 2XL, 1,8 kg/ton byg. For at opnå et højt udbytte og hurtigt fraløb er det desuden tilrådeligt at tilsætte ekstra beta-glucanase i form af Celluclast 1.5 L eller Novozym 280.

Herved er det muligt at opnå en typisk urtsammensætning med 5-10% glukose, 50-55% maltose, 10-15% maltotriose og de resterende 25-30% dextriner, hvilket svarer til en sand forgæringsgrad på 65-70%.

Til forskel fra de i næste kapitel omtalte rene kulhydratsirupper indeholder bygsirup yderligere en række af de bestanddele, man normalt finder i en urt, f.eks. kvælstofholdige, hvilket gør bygsirup særdeles anvendelig som kedelråfrugt.

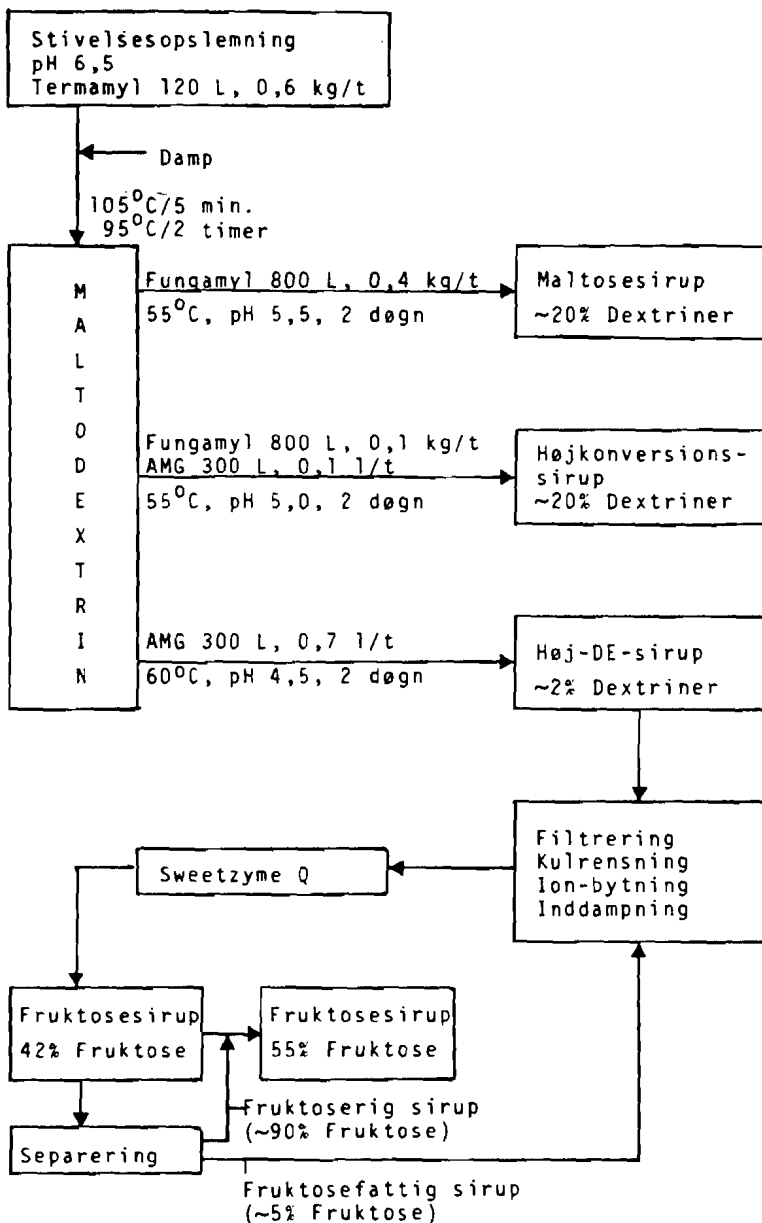
Udover som kedelråfrugt finder bygsirup p.g.a. sit indhold af især maltose anvendelse indenfor bl.a. bageri- og konfekturindustrierne.

Rene kulhydratsirupper.

Udover råfrugt og bygsirupper, der indeholder både kulhydrat og opløseligt protein m.m., anvender man i mange lande også rene kulhydratsirupper i brygprocessen. Disse sirupper kan være baseret på sukker (saccharose), eventuelt inverteret, der i praksis er fuldstændig forgærbart. Men sirupperne kan også være fremstillet ud fra stivelse, hvor anvendelse af industrielle enzymer tillader en kontrolleret styring af kulhydratsammensætningen og dermed en afpasning af forgærligheden og restdekstrinindholdet til det enkelte bryggeri.

Til fremstilling af sodavand er det traditionelle sødemiddel sukker, men også her har den moderne enzymteknologi muliggjort erstatning af sukker med en stivelsesbaseret sirup og gennem styring af sammensætningen, d.v.s. indholdet af fruktose, kan sødhedsgraden varieres.

Udgangsmaterialet for de enzymatisk fremstillede sirupper er en oprenset stivelse, typisk majsstivelse. Selv om de enzymatiske processer i princippet er de samme, som indgår i omdannelsen af maltens og råfrugtenes stivelse til forgærbart kulhydrat, har frarensningen af de øvrige komponenter (protein, fibre, m.m.) samt det, at der ikke skal foregå en samtidig gæring, tilladt udviklingen af specialiserede processer, hvor den optimale udnyttelse af enzymerne kan finde sted.



Figur 14. Enzymatisk fremstilling af kulhydratsirupper.

Fremstillingen af sirupperne deles fra et enzymatisk synspunkt naturligt op i tre dele (se figur 14):

1. En forflydningsdel, hvor stivelsen under indvirkning af varme og forflydningsenzym (alfa-amylase) nedbrydes til vandopløselig maltodextrin.
2. En forsukringsdel, hvor maltodextrinen under indvirkning af forskellige forsukringsenzymmer (amyloglukosidase, maltogen alfa-amylase) nedbrydes videre til de ønskede sukkerarter.
3. En isomeriseringsdel, hvor glukose isomeriseres (af en glukoseisomerase) til den langt sødere fruktose.

Forflydningen er fælles for alle typer sirup. Forsukringen afgør derefter, hvilken type man får. Og isomeriseringen anvendes kun, når en glukosesirup ønskes gjort så sød, at den kan erstatte en saccharosesirup.

Forflydning.

Stivelse forekommer i naturen i form af mikroskopisk små korn af en meget kompleks, delvis krystallinsk struktur. Kornene er ved almindelige temperaturer uopløselige i vand, og de er vanskeligt tilgængelige for enzymatisk angreb. Imidlertid vil stivelseskornene ved opvarmning i vand svulme op, idet volumenet forøges mere end 1000 gange ved vandoptagelse. Fortsættes opvarmningen, vil kornstrukturen forsvinde og stivelsen gå i opløsning. Den fremkomne opløsning er selv ved lave tørstofkoncentrationer meget viskøs og vil ved højere koncentrationer danne uhåndterlige géler. Heldigvis er gélen modtagelig for enzympåvirkning, og gennem indvirkning af en alfa-amylase, der klipper stivelseskæderne over på vilkårlige steder, kan viskositeten hurtigt bringes så langt ned, at den fremkomne maltodextrin er håndterbar selv ved tørstofkoncentrationer på 30-40%.

De senest fremkomne særdeles termostabile alfa-amylaser, som f.eks. Termamyl, har muliggjort en proces, hvor den ovenfor omtalte gelatinisering og enzymfortynding sker simultant. En ca. 35% stivelsesopslemning, hvori enzymet er blandet efter passende pH-justering, pumpes gennem en såkaldt jet-koger, hvor damp blæses direkte ind, således at temperaturen momentant stiger til 105°C.

Denne temperatur holdes i et trykrørsystem i 5 minutter, inden den gelatiniserede stivelse afspændes, og den videre forflydning sker ved 95°C, normalt på 2 timer.

Forsukringen.

Den opløste og delvist nedbrudte stivelse, maltodextrinen, er et udmærket

substrat for de forskellige forsukringsenzymer, og ved passende valg af enzym kan forskellige sirupper fremstilles efter ønske. Selve forsukringen vil normalt ske i store tanke ved en temperatur på 55 eller 60°. Forsukringstiden er ofte 2 døgn, men kortere eller længere tider kan opnås ved passende forøgelse eller formindskelse af enzymdoseringen.

Der er tre hovedtyper af sirupper, der anvendes som brygsirup forskellige steder i verden, maltosesirup, høj-DE-sirup og højkonversionsirup. Typiske kulhydratsammensætninger er vist i figur 15.

Sirup		Maltose	Høj-DE-	Høj-konv.
Glukose	%	4	95.5	38
Maltose	%	55	2.5	37
Maltotriose	%	20	0.5	4
Dextriner	%	21	1.5	21

Figur 15. Kulhydratsammensætningen af typiske brygsirupper.

Brygsirupper leveres normalt med ca. 80% tørstof.

Maltosesirup kan fremstilles med en fungal alfa-amylase som Fungamyl. Siruppen minder i sukkerspektret meget om den færdige urt, med en for-gæringsgrad omkring 70% (beregnet som % glukose + % maltose + 60% af % maltotriose). Maltosesirup anvendes derfor som kedelråfrugt, hvor man ønsker en nogenlunde uændret forgærlighed, d.v.s. til almindelig pilsnerøl og lignende.

Maltosesirup har yderligere den fordel (i modsætning til høj-DE-sirup), at den kan opbevares koldt eller ved stuetemperatur uden at udkrystallisere.

Høj-DE-sirup (DE = Dextrose Equivalent) fremstilles ved forsukring med en amyloglukosidase, som AMG. Siruppen er næsten fuldstændigt forgærlbar, men skal p.g.a. det høje glukoseindhold lagres ved temperaturer over 50°C for at forblive flydende.

Siruppen anvendes til de fleste ølsorter, hvor man ønsker en forøget forgærlighed, specielt til lavkulhydratøl (diætøl).

Desuden anvendes høj-DE-sirup som sødemiddel i visse sodavand („Sportsvand“) og som udgangsmateriale for fremstilling af krystallinsk glukose (druesukker) og fruktosesirupper.

Højkonversionssirup fremstilles ved en kombination af de to enzymer Fungamyl og AMG, og glukoseindholdet er afstemt således, at en sirup med 80% tørstof kan stå ved temperaturer ned til 5°C, uden at der sker udfældning af glukosekrystaller.

Den i figur 15 viste højkonversionssirup har en forgæringsgrad på ca. 77%, altså noget højere end maltosesirup (71%), og er velegnet til de fleste ølsorter.

Et forhold af mulig betydning ved valg af brygsirup er indflydelsen af urtens kylhydratsammensætning (glukose og maltose) på især gærens vækst og dannelse af flygtige aromakomponenter. Denne indflydelse er afhængig af gærtype og andre, lokale forhold og peger ikke entydigt mod én bestemt sirup som den bedste. Det kan derfor kun anbefales nøje at følge gæringens og lagringens forløb for at konstatere eventuelle kvalitetsændringer.

Relativ sødhed (saccharose = 100)	
Fruktose	150
Saccharose	100
Glukose	70
Maltose	30
Højkonversionssirup	50
42% fruktosesirup	90
55% fruktosesirup	100

Sødhed opfattes forskelligt afhængigt af koncentration, pH, andre stoffers tilstedeværelse, så tallene i skemaet skal kun betragtes som retningsgivende.

Figur 16. Den relative sødhed af forskellige sukre og sirupper (på tørstofbasis).

Isomerisering.

Høj-DE-sirup kan som nævnt bruges i stedet for saccharose til visse sodavand og som udgangsmateriale for fremstilling af krystallinsk glukose. Eftersom glukose er betydelig mindre sød end saccharose (se figur 16), har man udviklet

en proces, hvorved en del af glukosen i høj-DE-sirup omdannes til det meget sødere monosaccharid fruktose.

Til at isomerisere glukose til fruktose anvendes en glukoseisomerase, såsom Sweetzyme. Medens de tidligere omtalte enzymer, Termamyl, Fungamyl og AMG, er flydende præparater, der kun anvendes én gang i processen, har det for glukoseisomerases vedkommende af økonomiske årsager været nødvendigt at udvikle en ny teknik, så enzymet kan genanvendes. Sweetzyme er et immobiliseret enzym, der under anvendelsen normalt vil være anbragt i en kolonne, hvorigennem høj-DE-siruppen pumpes.

Et fruktosesirupanlæg vil normalt have mindst 8 kolonner, og disse kan - afhængigt af anlæggets kapacitet - være op til 7 m høje og have en diameter på op til 1,5 m.

Da enzymet som nævnt skal bruges gennem lang tid - 4 måneder er ikke unormalt - er det nødvendigt, at urenheder, der eventuelt kunne skade enzymet, renses ud af siruppen, før den pumpes til kolonnen. I praksis vil den færdigtforsukrede høj-DE-sirup blive filtreret, behandlet med aktivt kul og jonbyttet, før den møder enzymet. Stadigvæk af hensyn til enzymøkonomien er en omhyggelig kontrol med procesparametrene nødvendig, så de kan holdes optimale for enzymproduktiviteten.

Det vil i praksis sige en temperatur på 57-60°C, et pH på 7,5-8,0, en tørstofkoncentration på 40-45%, samt tilsætning af en lille mængde magnesiumioner, idet disse aktiverer og stabiliserer enzymet. Overholdes disse betingelser, kan et kilo enzym til gengæld behandle ca. 6 m³ sirup gennem sin levetid.

Isomeriseringen af glukose til fruktose er en reversibel proces, og ligevægten ligger under procesbetingelserne ved ca. 50% fruktose - 50% glukose. I praksis er det uøkonomisk at lade processen løbe, til ligevægten er opnået, så den fruktosesirup, der i dag laves enzymatisk, indeholder 42% fruktose.

En sådan sirup har en sødhed, der gør, at den kan erstatte saccharose i de fleste anvendelser, hvor denne bruges p.g.a. sin sødhed. Dog er den ikke blevet accepteret af de store amerikanske cola-fabrikanter, idet de fandt det nødvendigt at bruge 10% mere tørstof for at give den samme sødhed i colaen. Det har derfor været nødvendigt at udvikle en 2. generations fruktosesirup, der indeholder 55% fruktose. Denne fremstilles ud fra 42% fruktosesirup ved en kromatografisk adskilleelsesproces (d.v.s. uden brug af enzymer), og den er gram for gram ligeså sød som saccharose, hvorfor den da også er blevet accepteret som fuldgyldigt alternativ til saccharose af selv de mest krævende sodavandsproducenter.

Proteinhydrolysater ISSPH til sodavand.

Indenfor det sidste år er der fremkommet nye typer kaloriefattige sodavand, som er sødet med Aspartame.

Når de ca. 10% sukker, der findes i traditionel sodavand, erstattes af en ganske lille mængde Aspartame, betyder det, at en del af drikkens fylde forsvinder.

Tilsætning af proteinhydrolysater ISSPH i en mængde på 0,5-1,0% vil give en fylde svarende til 10% sucrose.

ISSPH er et iso-elektrisk opløseligt sojaproteinhydrolysat, som fremstilles ved enzymatisk hydrolyse af sojaprotein med den alkaliske protease Alcalase.

ISSPH, som har en gennemsnitlig molekylvægt på ca. 800, er fuldt opløselig også ved surt pH. Tilsætning af 0,5% ISSPH vil bidrage med ca. 5 kcal/250 ml.

ISSPH i højere dosering, eksempelvis 3%, anvendes i dag til proteinberigelse af frugtsaft specielt egnet til institutionsmarkedet.

Konklusion.

Vi har i denne sidste artikel i serien „Enzymer og deres anvendelse indenfor bryggeriindustrien“ beskrevet fremstillingen og egenskaberne af forskellige sirupper af interesse for producenterne af øl og vand, samt kort omtalt anvendelsen af ISSPH til kaloriefattige sodavand.

I figur 17 er de vigtigste oplysninger vedrørende de omtalte sirupper samlet, d.v.s. foruden udgangsmaterialerne for produktionen tillige sammensætning, forgæringsgrad, sødeevne, anvendelser til diverse ølsorter og sodavand, samt endelig opbevaringsforslag.

I den første artikel gav vi eksempler på fremstilling af lavkulhydratøl med eksterne enzymer, og i den anden omtalte vi en række brygprocesser, hvor enzymer med fordel kan anvendes: råfrugtforflydning, råfrugtforsukring, bryg med byg eller utilstrækkelig malt, og endelig afhjælpning af pludseligt opståede, vanskelige situationer, såsom en tyk råfrugtmæsk eller en jod-unormal urt.

Ølproduktion er en meget kompliceret og samtidig meget traditionsrig proces. Det er åbenbart fra ovenstående bemærkninger, at indførelsen af mikrobielle enzymer som supplement til eller delvis erstatning for maltens enzymer har givet bryggeren endnu et vigtigt styringsværktøj til opnåelse af det optimale produkt: godt øl til en rimelig pris.

Sirup	Bygsirup	Maltose-sirup	Høj-DE-sirup	Højkonversionssirup	42% Fruktose-sirup	55% Fruktose-sirup
Råvare	Byg	Stivelse	Stivelse	Stivelse	Høj-DE-sirup	Høj-DE-sirup
Anvendte enzymer	Ceremix 2XL Celluclast 1.5 L Novozym 280	Termamyl 120 L Fungamyl 800 L	Termamyl 120 L AMG 300 L	Termamyl 120 L Fungamyl 800 L AMG 300 L	Sweetzyme Q	Sweetzyme Q
Tørstof	~80%	~80%	~80%	~80%	~70%	~75%
Kulhydrat-sammensætning	Som urt	Som urt	Glukose	Glukose Maltose Dextriner	Glukose Fruktose	Fruktose Glukose
Forgæringsgrad	65-70%	65-70%	97-98%	75-80%	97-98%	98-99%
Sødeevne	25	25	70	50	90	100
Anvendelse	Pilsnerøl	Pilsnerøl	Pilsnerøl Stærk øl Diætøl Sodavand	Pilsnerøl Stærk øl	Sodavand	Sodavand
Opbevaring	Stuetemp.	Stuetemp.	Over 50°C	Stuetemp.	Ca. 30°C	Ca. 30°C

Figur 17. Oversigt over de mest anvendte sirupper.

VANDRETURE FOR ØLDRIKKERE

Af *Sven G. Petersen*, Fredericia Bryggeri A/S.

Vandstæren piler hastigt rundt under søgen efter insekter og larver, landsbyens koner skyller tøj i den rislende bæk, og de overdådige blomsterkummer spejler sig i en mosaik af røde og gule nuancer blandet med himlens blå genskin.

Naturen føles intenst med skiftevis vid udsigt over dale og bakker, og snævre stier blandt høj skov og klipper.

Varmen virker udmarvende under opstigningen til bakkekammen, men i landsbyen på den anden side oplades organismen atter med et krus skummende øl, brygget efter århundred gamle traditioner på kroens eget bryggeri.

Hvor befinder vi os?

10 timers kørsel fra Fredericia. I Fränkische Schweiz lidt nord for Nürnberg i Tyskland.

Vi var på vandretur inspireret af bogen „Fränkische Schweiz - Ein Wanderführer für Biertrinker“.

Jeg så bogen omtalt i Brauwelt, da den udkom i 1983, og jeg fik straks lyst til førstehåndsstudier.

Bogen beskriver 22 vandreture i Fränkische Schweiz. Alle med et eller flere „Privatbrauereien“ på ruten.

Vi valgte at tage af sted sidst i juli, og vi havde en fantastisk dejlig ferie. Vi tilrettelagde vore vandreture ligeligt mellem klipperigt skovterræn og lidt mere åbent agerbrugsområde.

På vor første tur kom vi udasede til Brauerei-Gasthof Penning-Zeissler, Helzelsdorf, hvor vi spiste frokost og drak „Helles Vollbier“. Værten, Karl Penning, viste os stolt bryggeriet, der har et nyt bryghus (1981). Humletruben tages fra i en humlesi, og koldtruben udfældes i Kühlschiff. Brygstørrelsen er 40 hl og årsproduktionen ca. 3000 hl. Noget øl tappes på flaske på en meget gammel 12 rørs maskine, men en noget nyere 24 rørs maskine stod klar til at blive monteret. Udover at brygge det dejlige øl (Karl Penning er Braumeister fra Bamberg) og passe gæsterne, er værten også landmand, og af egne svin laver han de dejligste Bierwürste, Schinken, Pressack (blanding af blodpølse og sylte) m.v.

Et andet skønt bryggeri, vi besøgte, var Brauerei-Gasthof Krug i Breitlesau. Her var chefen ude med pølsevognen, men „die Juniorchefin“

VI STYKKER ØL PROCESLINIER SAMMEN

– og løsningen er hver gang tilpasset Deres behov



- urtkøling
- gærpropagering
- HGB anlæg
- lagertankanlæg
- pasteurisering
- CIP
- processtyring



BTI
Beverage Technic
International

Fredens Torv 1-3
Box 529
DK-8100 Aarhus C
Denmark
Telephone: +45-6-13 78 22
Telex: 64354 bti dk

SERVICE PÅ ANLÆG LEVERET AF BTI I DANMARK YDES AF:

PASILAC SERVICE NORD A/S
Nålemagervej 5
9000 Ålborg
Tlf. 08-134311

PASILAC SERVICE ØST A/S
Baldersbækvej 8A
2635 Ishøj
Tlf. 02-99 70 66

PASILAC SERVICE SYD A/S
Ålykkegade 8
5000 Odense C
Tlf. 09-120236