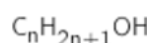
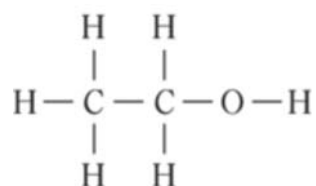


3. Ethanol

- Ethanol, C_2H_5OH , er den mest kendte alkohol. Alkoholer er organiske forbindelser, der indeholder en OH-gruppe.
- Ethanol i øl, vin og spiritus dannes ved alkoholgæring. Den høje alkoholprocent i spiritus opnås ved destillation.
- Glucose kan alkoholgæres til ethanol. Samtidig dannes carbondioxid. Industrielt fremstilles ethanol ved en additionsreaktion mellem ethen og vand.
- Ethanol tilhører en homolog serie, der kan beskrives ved formelen:



Alkoholer indeholder mindst en OH-gruppe. Ethanol er den mest kendte alkohol og kaldes i daglig tale slet og ret for "alkohol". Ethanol kan opfattes som et vandmolekyle, hvor det ene hydrogenatom er udskiftet med en ethylgruppe. Molekylformelen for ethanol er C_2H_6O , men for at tydeliggøre, at der tale om en alkohol, anvendes normalt formelen C_2H_5OH . Strukturformelen er:



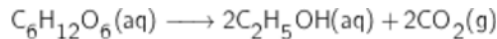
Ethanol gør folk berusede og udgør den alkohol, der findes i øl, vin og spiritus. Beruselsen indtræder, når alkoholindholdet i blodet bliver nogle tiendedele promille og stiger ved øget alkoholindtagelse. Når indholdet nærmer sig 5 promille, er beruselsen livstruende.

Fysiske egenskaber ☐

Ethanol er en klar, farveløs væske, der koger ved 78 °C. Det er et godt opløsningsmiddel, der er blandbart med vand i alle forhold. Det kan opløse mange stoffer, der ikke er opløselige i vand. Det fordamper let, hvilket gør det anvendeligt i lim, maling, deodorant, parfume o.l.

Alkoholgæring ☐

Formodentlig er menneskets udnyttelse af alkoholgæring til øl- og vinfremstilling op mod 8000 år gammel. Alkoholgæring, hvor glucose omdannes til ethanol, beskrives ofte helt simpelt ved reaktionsskemaet:



I virkelighed er der tale om en meget indviklet biokemisk reaktion. Det er gærceller, der er ansvarlige for gæringen, hvor enzymer spiller en vigtig rolle. Gærceller begynder at optage sukker og omdanne det til ethanol og carbondioxid. Omdannelsen sker via 11 mellemprodukter.

Man kan helt simpelt starte en alkoholgæring, ved at man opløser glucose i vand og hælder opløsningen sammen med gær i en lukket beholder, hvorfra dog den dannede carbondioxid kan slippe ud. Er der glucose nok til stede, vil gæringen fortsætte, indtil opløsningen har en alkoholprocent på ca. 12 %. En højere alkoholprocent kan gærcellerne ikke overleve.



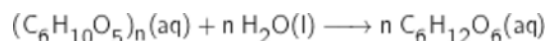
Det er forholdsvis enkelt at få frugtsaft til at alkoholgære, men den gode smag er der ingen garanti for.

Vin og øl ☐

Vin fremstilles ud fra vindruer. Vindruer indeholder glucose, og på drueskallerne sidder de gærsvampe, saccharomyceter, der kan omdanne druesaften til vin. I løbet af gæringsprocessen dannes der også en række andre stoffer, som er med til at give vinen sin smag. Vin er ikke kun druesaft, hvor sukkerstoffer er omdannet til alkohol.

Øl fremstilles ud fra kornsorten byg. Glucosen findes ikke direkte i bygkornene, men er gemt i stivelse, som består af makromolekyler, hvor byggestenene er glucosemolekyler. Stivelse kan beskrives ved formelen $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$. n er typisk omkring 1000.

Inden gæringen skal stivelsen spaltes til glucose. Først fugtes bygkornene med varmt vand for at få dem til at spire. Den spirende byg, malten, spredes ud, så luften får adgang. Under spiringen dannes der enzymer, der spalter stivelsen til glucose:



Dernæst tørres og knuses malten, og den blandes med vand. Skallerne filtreres fra, og tilbage er en opløsning, der indeholder glucose og enzymer. Opløsningen koges for at ødelægge enzymerne, og der tilsættes humle som smagsstof. Endelig nedkøles blandingen, og gær tilsættes. Glucose omdannes til ethanol, og når alkoholprocenten har nået den ønskede værdi, filtreres gæren fra, og øllet er færdigt.

Ved ølproduktion foregår alkoholgæringen i meget store, lukkede beholdere, fx 500.000 L. Den dannede carbondioxid opsamles og anvendes, foruden til brus i øl, mousserende vin, og sodavand, også til industrielle formål.



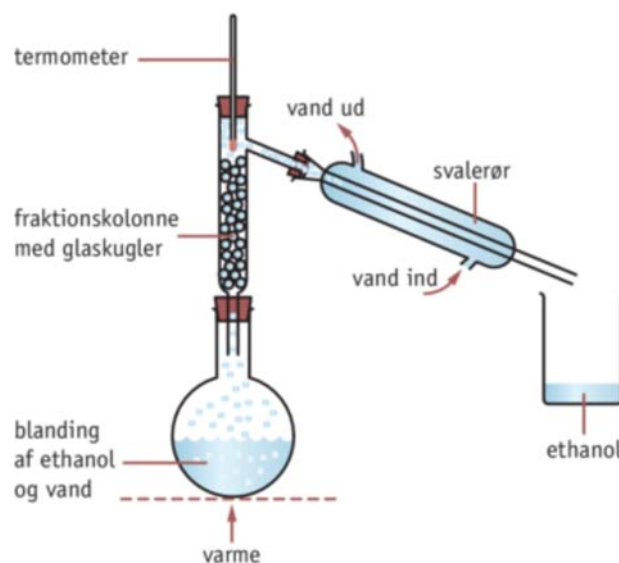
På Carlsberg foregår alkoholgæringen i beholdere, der kan rumme 500.000 L.
Venligst udlånt af Carlsberg bryggerierne

Spiritus ☐

I spiritus er alkoholprocenten hævet ved destillation, typisk til omkring 40 %. Udgangspunktet er en væske, hvis alkoholindhold er lavet ved gæring. Snaps er lavet ved gæring af kartofler, hvor stivelsen i kartoflerne er spaltet til glucose ved brug af enzymer. Whisky er som øl lavet på korn, men fx ris kan også anvendes.

Cognac laves ved destillation af vin.

Fraktioneret destillation ☐



Fremgangsmåde ☐

Blandingen opvarmes. Omkring 78 °C begynder ethanolet at koge, men også noget af vandet fordamper. Dampene stiger op i fraktionskolonnen.

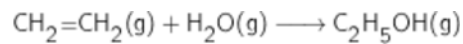
Dampene fortættes på glaskuglerne, hvorved de opvarmes. Når kuglernes temperatur bliver 78 °C, fortættes vandet stadig, men kun lidt ethanol. Vandet drypper tilbage i kolben, mens ethanoldampene trænger ud i svalerøret, hvor de fortættes.

Når termometerets temperatur overstiger 78 °C, er det tegn på, at alt ethanolet er destilleret over, og opvarmningen standses.

Det er ikke muligt at fremstille 100 % rent ethanol på denne måde, da der altid vil følge lidt vand med over. Den sidste rest af vand, ca. 4 %, kan eventuelt fjernes med et vandsugende stof, fx calciumoxid, CaO(s) .

Industriel fremstilling ☐

Den store efterspørgsel på ethanol til industrielle formål kan ikke dækkes ved alkoholgæring. Derfor fremstilles der store mængder ved en meget hurtigere og billigere metode, hvor udgangsstoffet er ethen, $\text{CH}_2=\text{CH}_2$. En blanding af ethen og vanddamp ledes ved en temperatur på 300 °C hen over koncentreret phosphorsyre, H_3PO_4 , der virker som katalysator. Herved forløber følgende additionsreaktion:



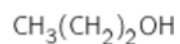
Produktet bliver ethanol opløst i vand, hvorfor en efterfølgende destillation er nødvendig. Endelig gøres ethanolet udrikkeligt ved såkaldt denaturering, hvor der tilsættes fx methanol, CH_3OH , eller butanon, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C(=O)CH}_3$.



På De Danske Spritfabrikker fremstilles ethanol hovedsageligt
ud fra korn
–
Venligst udlånt af De Danske Spritfabrikker

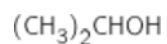
Ethanols homologe serie ☐

Ethanol tilhører en homolog serie af alkoholer, som alle kan beskrives ved formelen $C_nH_{2n+1}OH$. Der findes ingen isomere til methanol og ethanol, men i alkoholer med 3 carbonatomer er der to isomere:



propan-1-ol

og



propan-2-ol

Ethan er kun en alkohol ud af en stor familie. De 10 i tabellen har alle **OH**-gruppen på et carbonatom for enden af carbonkæden:

CH_3OH	methanol
CH_3CH_2OH	ethanol
$CH_3(CH_2)_2OH$	propan-1-ol
$CH_3(CH_2)_3OH$	butan-1-ol
$CH_3(CH_2)_4OH$	pentan-1-ol
$CH_3(CH_2)_5OH$	hexan-1-ol
$CH_3(CH_2)_6OH$	heptan-1-ol
$CH_3(CH_2)_7OH$	octan-1-ol
$CH_3(CH_2)_8OH$	nonan-1-ol
$CH_3(CH_2)_9OH$	decan-1-ol