

17. Sukker og fremtiden – visioner



Olien får en ende

Som brændstof og som organisk råmateriale har vi igennem mange år vænnet os til uhemmet at bruge los af jordens begrænsede beholdninger af olie. Men olieklenderne forventes tømt inden for de næste 50-100 år. Det er derfor nødvendigt at finde realistiske alternativer til olien. Som energikilde og organisk råstof vil ethanol (alkohol) sandsynligvis få en central rolle i fremtidens samfund. Ethanol er samtidig let og hurtigt at fremstille ud fra forgærbare kulhydrater, f.eks. ud fra glukose og sukker.

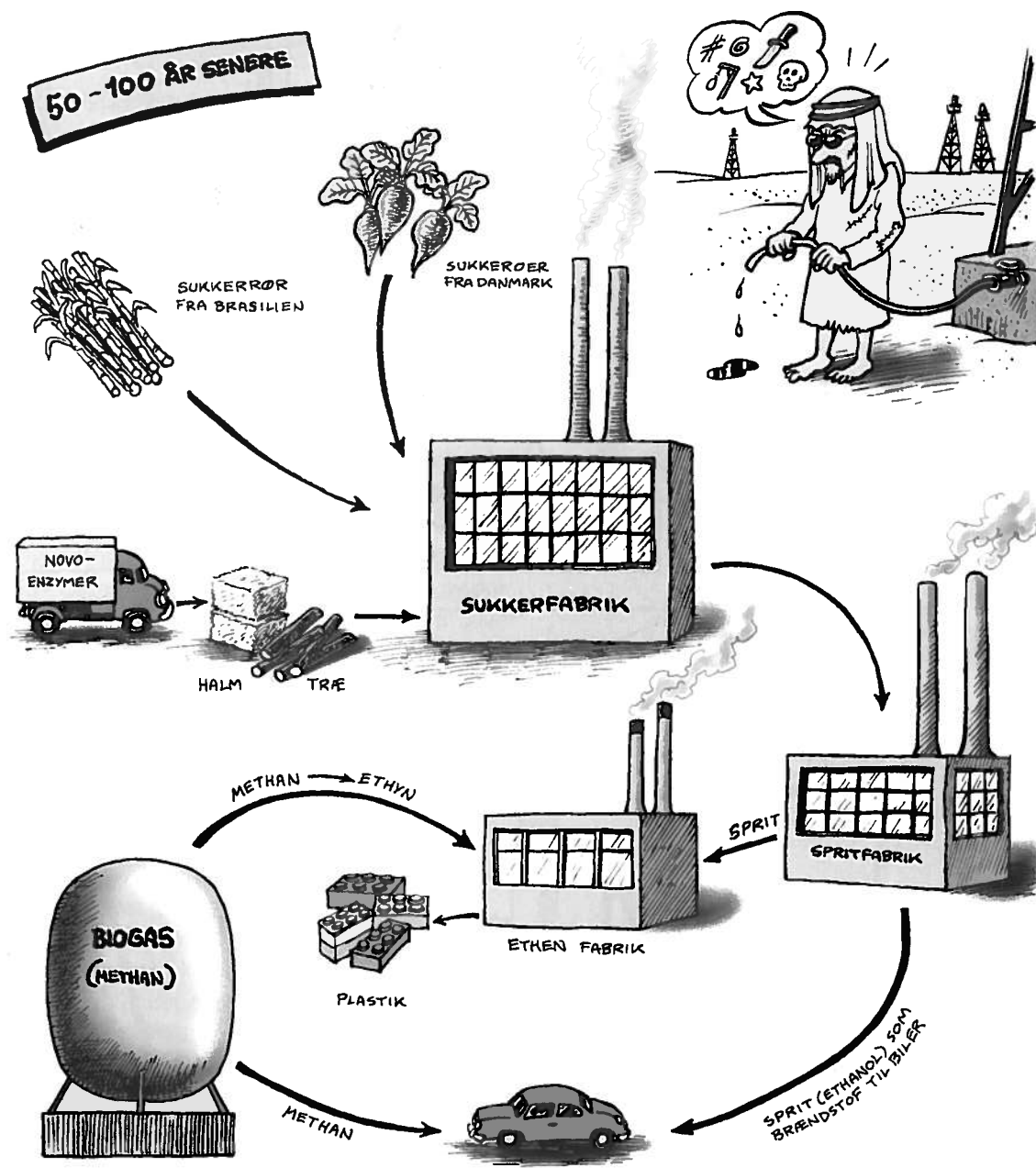
Så længe vi har olie som væsentlig energikilde, bliver der næppe mangel på "drikke-alkohol". Men den dag ethanol skal være et virkeligt alternativ til olie, både som brændstof ("bioalkohol") og som råstof i den kemiske industri, opstår problemet. Mængden af sukker og stivelsesholdige materialer er nemlig begrænsede. Og der vil slet ikke være nok til at fremstille så store mængder alkohol, at det kan være et realistisk alternativ til olie.

Cellulose og alkohol

I alkoholsammenhæng vil cellulose være en næsten udtømmelig kulhydratkilde. Cellulose udgør således den "stive" del af planter og træer. Og der er der næsten ubegrænsede mængder af.

Som nævnt i kapitel 5 er cellulose et polysakkarid dannet ved sammenkobling af et meget stort antal glukosemolekyler. Desværre er det endnu ikke muligt let og direkte at gøre det modsatte. Altså at omdanne cellulose til glukose, som derefter kan forgære til ethanol.

Således er der endnu ikke (år 2000) udviklet meget effektive industrielle enzymer, som hurtigt kan katalysere omdannelsen af cellulose til glukose eller andre forgærbare sukkerstoffer. Opfinderen af et sådant enzym vil helt sikkert blive velhavende. Og det kan meget vel blive det danske firma Novo-Nordisk. Med dette enzym har man nemlig skaffet sig patent på et hjælpestof, som gør det muligt

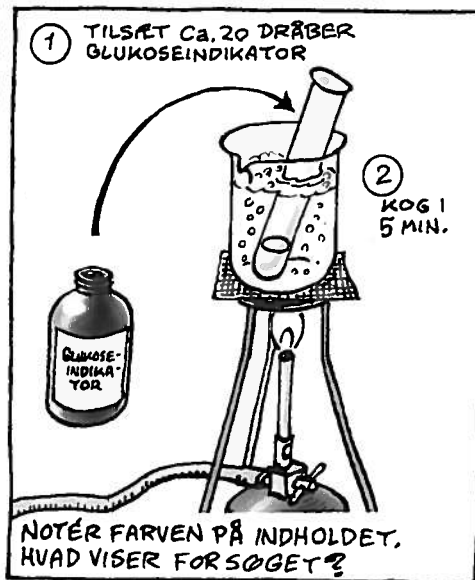
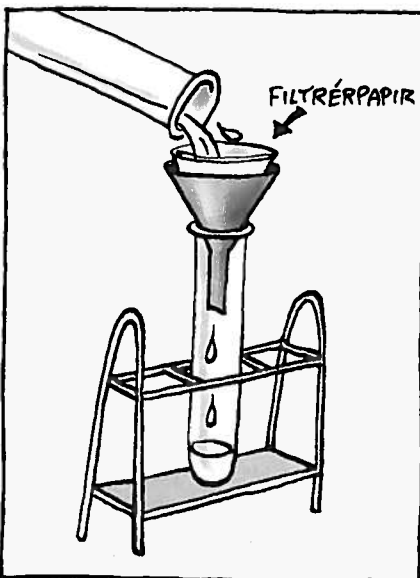
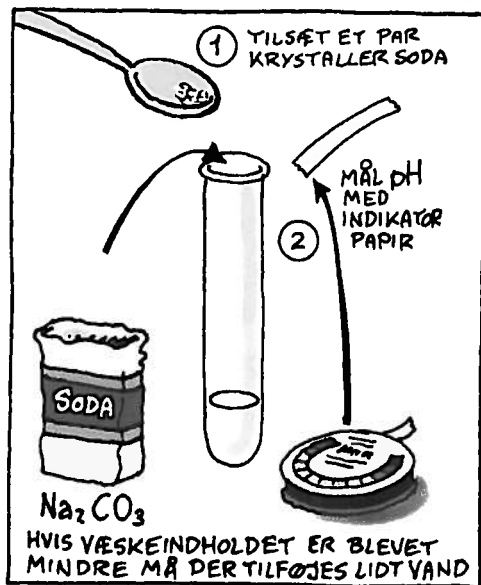
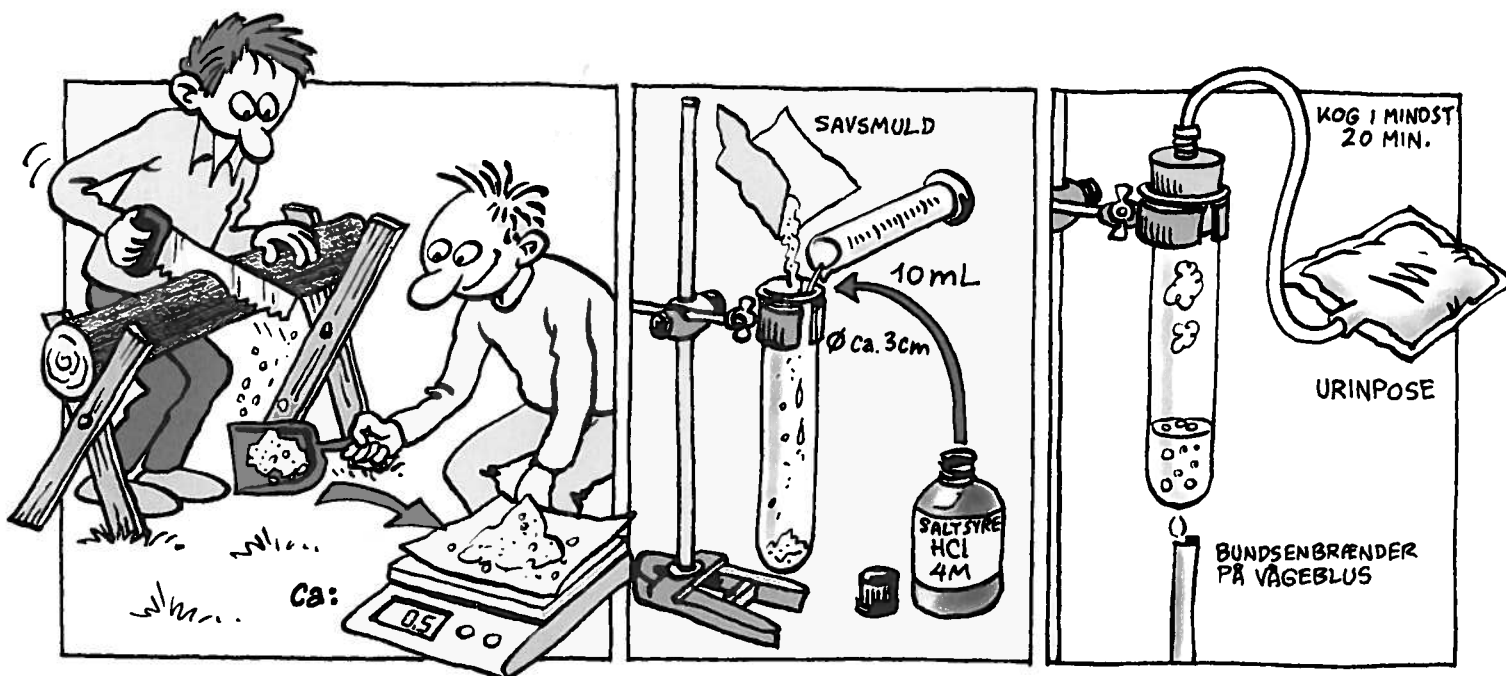


ubesværet at omdanne bl.a. træaffald og planterester til forgærbare kulhydrater. Derefter omdannes disse stoffer til fremtidens organiske nøglestof ethanol (alkohol).

Det er muligt, men besværligt og omkostningskrævende, at nedbryde cellulose til forgærbare kulhydrater uden anvendelse af enzymer. Det kan gøres ved lang tids kogning af cellulose med en sur opløsning, idet hydrogenioner katalyserer processen. Efter neutralisation af syren vil almindeligt gær kunne medvirke ved den videre omdan-

nelse til ethanol, jf. forsøg 17.1. Du kan læse mere om olie og alkohol i bøgerne "Olie – et dansk råstof" og "Alkohol – også et kemikalie".

Ethanol kan omdannes til en række andre stoffer, bl.a. eten, der især bruges til fremstilling af plastik (polyeten, polyethylen, PE). Og PE kan crackes til benzin og olie, altså produkter der ligesom i dag kan anvendes i den såkaldte petrokemiske industri.



Forsøg 17.1

Træ bliver til sukker og alkohol

Materialer:

Savsmuld; fortyndet 4 M saltsyre, HCl; soda, Na_2CO_3 ; glukoseindikator; tørgær; kalkvand, $\text{Ca}(\text{OH})_2$; stort reagensglas; gummiprop med ét hul; urinpose; slange; glaserør; indikatorpapir; tragt; filterpapir.

- Anbring ca. 0,5 g savsmuld i et stort reagensglas.
- Tilsæt 10 mL fortyndet HCl.
- Sæt gummiprop med ét hul i glasset. Sæt studsene til en tom urinpose fast i hullet. Posen vil opfange eventuelle ildlugtende gasser. Når forsøget er slut kan posen tømmes i det fri.
- Hold reagensglasset så meget opvarmet at væsken heri netop koger. Kog i mindst 20 minutter. Reagensglasset må på intet tidspunkt koges tør. Sker det, må en ny portion syre tilføjes. Pas på at plastikslangen, som bliver blød ved opvarmningen, ikke knækker sammen, så der opstår overtryk i reagensglasset.
- Afkøl derefter reagensglasset og neutraliser syren heri med Na_2CO_3 . Dette tilsættes indtil brusning ikke mere finder sted. Prøv med indikatorpapir. pH skal ligge i intervallet 7-10).
- Filter opløsningen.
- Anbring 20 dråber af filtratet i et reagensglas.
- Tilsæt 10-20 dråber glukoseindikator.
- Kog indholdet i reagensglasset i ca. 5 minutter ved at holde det neddyppet i kogende vand. Hvis der dannes et rødt bundfald, er det et signal, der fortæller, at der er dannet glukoselignende stoffer; jf. kapitel 5.
- Hvis du ønsker at fremstille alkohol (ethanol) ud fra træ, skal du i forsøget anvende ca. 10 gange så meget savsmuld. Ligeledes skal du koge savsmulden med HCl i 24 timer og efterfølgende neutralisere med soda. pH skal derefter være mellem 6 og 7 (kontroller med indikatorpapir). Forsættelsen af forsøget er derefter som følger:
- Tilsæt 0,5 g tørgær til indholdet i glasset.
- Sæt en tom urinpose fast i en gummiprop siddende i glassets åbning.
- Anbring reagensglasset et lunt sted ved ca. 30° i 1 uge eller mere. Lad den sidste dag lidt af den dannede luftart boble gennem kalkvand.
- Hvad ses og hvad kan du konkludere om luftarten?
- Hvad tror du, der er foregået, fra du startede med savsmuld og til denne luftart blev dannet?

Forsøg 17.1 viser, at cellulose (træ) ved kogning med syre kan omdannes til glukose; der fremkom nemlig en – ganske vist svag – positiv glukosereaktion med glukoseindikator. Glukose kan, som tidligere gæringsforsøg har vist, siden omdannes til ethanol (alkohol). Så træ kan altså omdannes til det, som nogle har valgt at kalde bioalkohol, fremtidens brændstof.