

# Forbrændingsgasser er lettere end luft

Af Hans Toftlund Nielsen,  
Kemisk Institut, Odense  
Universitet

Da Ole Bostrup 19/11 forsvarede sin disputats, »Dansk Kemi 1700-1807, Den Kemiske Revolution«, fungerede jeg som første opponent og viste det nedenfor beskrevne forsøg (beskrevet på side 74). Da forsøget er både interessant og overraskende, er jeg blevet opfordret til at gengive det her under »Kemiske Småforsøg«.

Bostrup omtaler forsøget under et afsnit om Nicolai Bøtcher og gengiver den oprindelige tekst fra 1794 [1], »Et Forsøg, som beviser, at den fordervede Luft sædvanligvis indtager det øverste Rum« (figur 1).

## Fremgangsmåde

Man fæstner to lyseholdere i en stor korkprop således, at to små vokslys kan anbringes i ca. 5 og 15 cm højde. Her kan man også benytte små »lagkagelys«.

Lysene tændes og et 5 liters bægerglas anbringes omvendt over dem. Efter nogen tid brænder lysene svagere og det øverste går ud først. På dette tidspunkt observeres desuden dug på glassets sider.

## Kommentar

Umiddelbart skal dette forsøg ikke overraske, da det jo er en velkendt observation, at røg stiger til vejrs. Mange af os har imidlertid nok set en variant af dette forsøg (se figuren), hvor udfaldet er det stik modsatte. Man vil bemærke, at i lærebogseksemplet ledes kold carbon-dioxid ned i et glas, der er

åbent for oven, og lyset kvæles, fordi luften fortrænges nedefra og opefter [2].

Jeg har forgæves søgt efter andre samtidige og senere gengivelser af Bøtchers forsøg og antager derfor, at det er originalt. Han er muligvis blevet inspireret af en lille artikel fra 1788 i Halles »Zauberkräfte der Natur« [3] om faren ved den fordervede stueluft. Her kan man blandt andet læse: »Et vokslys, der brænder under en glas-klokke bliver stadig mattere indtil det slukker af sig selv. Overfører man dette på en forsamling af tusind mennesker i en opera, et teater eller en kirke, hvor tusind lys er tændt, indser man, da alle phlogistiske dampe stiger til vejrs, at de øverste loger udgør den største fare«.

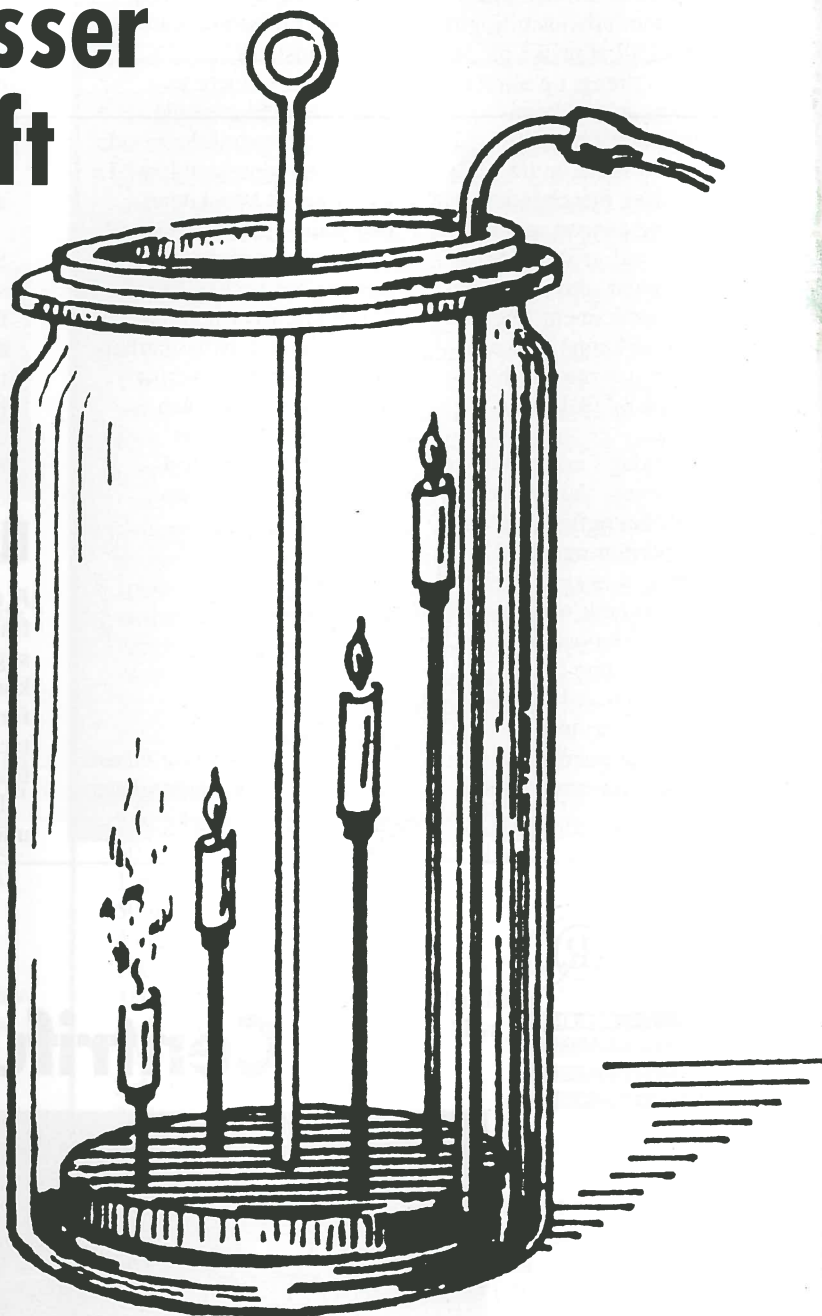
Tidligere havde Johann Clemens Tode i sit »Sundhedstidende« advaret mod virkningen af mange lys i et værelse. Han konkluderede også, at den fordervede luft har en mindre masse (densitet) [4].

Spørgsmålet er nu om de ældre kilder tager helt fejl i deres påstand om, at forbrændingsgasserne er lettere end luft. Det er klart, at temperaturen er en afgørende faktor, men problemet er faktisk ret subtilt.

Lad os antage, at lysene består af ren voks, Myricin;  $C_{15}H_{31}COOC_{31}H_{63}$ . Ved forbrænding af dette stof dannes lige store volumener af  $CO_2(g)$  og  $H_2O(g)$ . Så længe temperaturen er over  $100^\circ C$  vil forbrændingsgassernes middelmolvægt altså

være  $(44 + 18)1/2 \text{ g/mol} = 31 \text{ g/mol}$ , hvilket kun er ganske lidt mere end luftens  $28,8 \text{ g/mol}$ . Forbrændingsgasserne behøver altså kun at være lidt varmere end den omgivende luft for at give dem en mindre densitet.

Ved forsøget observeredes fortætning af vand. Når al vanddamp er fjernet fra forbrændingsgassen stiger dens densitet til ca. 1,5 gange luftens, og den vil derefter søge nedad.



## Referencer

- [1] N. Bøtcher, *Den naturlige Magie*, København, 1794, p. 94.
- [2] O. Nothdurft, *Chemisches Experimentierbuch* Leipzig, 1878, p. 103.
- [3] J.S. Halle, *Fortgesetzte Magie oder die Zauberkräfte der Natur*, Berlin, 1788, p. 450-54.
- [4] J.C. Tode, *Sundhedstidende* III, København 1780, p. 53-57.