



SNOX™ teknologi
– miljø, innovation og industri
hånd i hånd

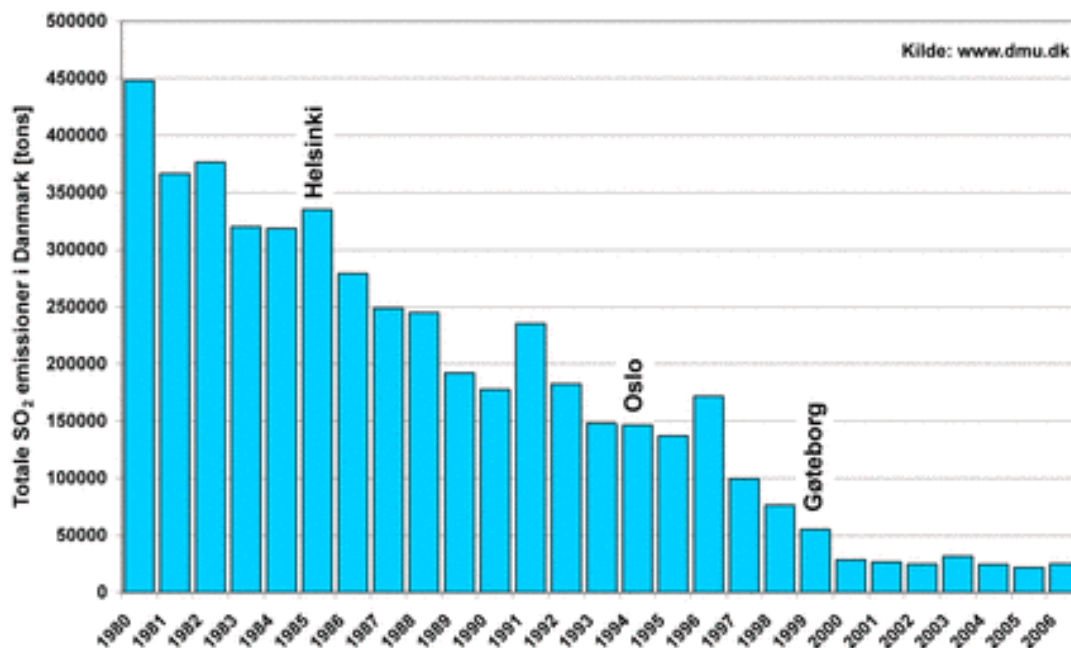
Kul og olie indeholder svovl i større eller mindre mængder, og emissionen af SO₂ er derfor meget tæt forbundet med vores energiforbrug og dermed levestandard. Emissionen kan nedbringes ved at installere afsvovlingsanlæg på eksempelvis kraftværker og olieraffinaderier og/eller ved omlægning til mere SO₂-rene energikilder (fx vind, naturgas, vand, atomkraft og sol).

I Danmark er emissionen af SO₂ faldet med 95% siden 1980 (se figur 1), og vi har vist, at man kan kombinere økonomisk vækst og miljøbeskyttelse – på mange områder er danske firmaer i dag førende eksportører af miljøteknologi.

SO₂ forurening og det globale klima

SO₂ er ikke en drivhusgas og har derfor ikke samme klimamæssige bevågenhed som eksempelvis CO₂. SO₂ spiller dog en (mindre) rolle i atmosfæren, idet den bliver oxideret til svovlsyre (H₂SO₄), og kan som aerosol være med til at påvirke skydannelsen og refleksionen af sollys tilbage til verdensrummet og på den måde faktisk bidrage til afkøling af kloden.

Svovlsyren vaskes ud af atmosfæren med nedbøren og bidrager til forurening af land og vand og påvirker dermed mikroklimaet for dyr og planter. En forurening af verdenshavene vil medføre, at havets buffer-kapacitet som CO₂-lager mindskes.



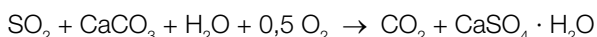
Figur 1: De totale danske SO₂ emissioner fra 1980 til 2006. Data er fundet på DMU's hjemmeside [2]. Der er også angivet, hvornår de skandinaviske miljøprotokoller for begrænsning af emissioner af SO₂ og forsurende gasser er indgået.

Eksempler på SO₂ begrænsningsteknologier på kraftværker

Der er installeret afsvovlingsanlæg på stort set alle kraftværker i Danmark, og våd kalkskrubning er den mest anvendte teknologi.

Våd kalkskrubning

I kalkskrubningsprocessen vaskes SO₂ ud af gassen og danner gips ved reaktion med kalken:



Hvis gipsen er af god kvalitet, kan den bruges til bl.a. byggematerialer; hvis ikke skal den deponeres som affald. Af reaktionsligningen ses, at jo mere SO₂ der skal fjernes, desto mere kalk skal der bruges. Kalk findes i store mængder i Danmarks undergrund.

SNOX™

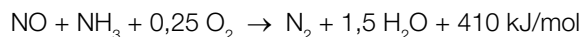
I SNOX™ processen fjernes op til 95% af NO_x (NO + NO₂) og op til 98% af SO₂'en fra røggassen. SO₂'en omdannes til koncentreret svovlsyre, der kan sælges til en god pris. Koncentreret svovlsyre er et meget vigtigt kemikalie og bruges bl.a. til gødningsfremstilling, til produktion af benzin og diesel i raffinaderier og til udvinding af metaller.

En skitse af et typisk SNOX™ anlæg er vist i figur 2 nedenfor.

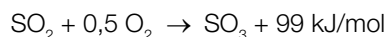
Brændslet afbrændes i kedlerne, og varmen fra forbrændingen bruges til at lave damp, der driver turbinerne, som igen driver el-generatorerne. Røggassen fra forbrændingen indeholder SO₂, støv, NO_x og SO₃, og røgen skal renses for disse komponenter, inden den ledes til atmosfæren.

Støvet fjernes i elektrostatiske askeudskillere. Dernæst varmes gassen op til ca. 400°C, hvilket er den optimale temperatur for de katalytiske processer, der finder sted. Først fjernes NO_x fra gassen

ved reaktion med NH₃, hvorved der dannes N₂ og H₂O, der begge findes naturligt i atmosfæren:



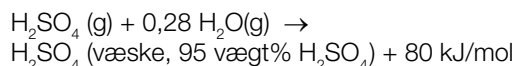
I næste katalytiske trin omdannes SO₂ til SO₃:



Dernæst køles gassen af, og SO₃'en reagerer med vandet i gassen og danner gasformig svovlsyre:

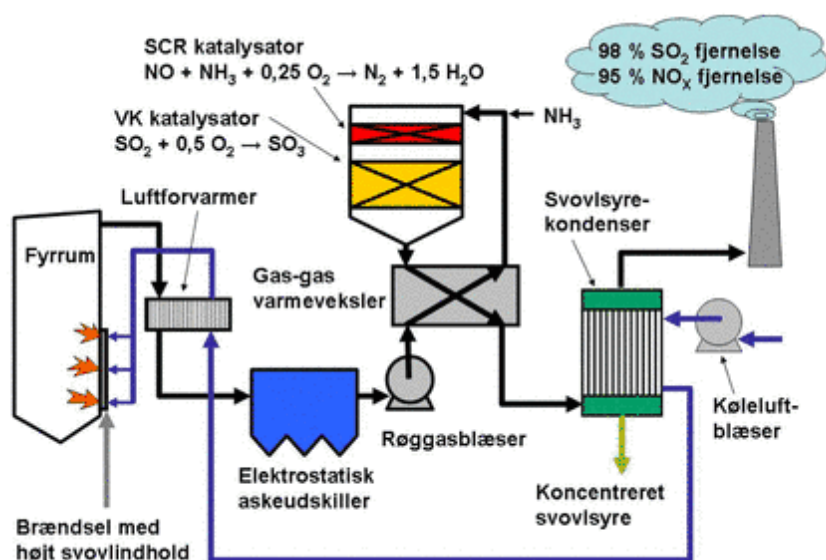


I svovlsyre-kondensatoren køles gassen til 100°C, hvorved al svovlsyre kondenserer ud fra gasfasen og løber ud i bunden af kondensatoren. Svovlsyre er hygroskopisk, hvilket betyder, at den vil optage en del vand under kondensationsprocessen:



Syren køles og lagres i ståltanke. Kondensatoren er luftkølet, og den varme luft fra kølingen af røggassen kan bruges som forvarmet forbrændingsluft. Dermed øges effektivitetsgraden i kraftværket, hvilket betyder en besparelse i brændselsforbrug og dermed mindre CO₂-udledning.

Modsat kalkskrubningsprocessen bliver SNOX™ processen mere rentabel jo mere svovl, der er i brændslet, idet der produceres mere salgbar svovlsyre. Det gør SNOX™ processen meget velegnet til kraftværker, der fyrer med brændsler med højt svovlindhold, og er med til at fremtidssikre processen, idet fremtiden vil byde på mere og mere "snavsede" fossile brændsler i takt med, at vi udtømmer de "rene" kilder først.



Figur 2: Skitse over SNOX™ anlæg installeret på kraftværk. For mere detaljeret beskrivelse af processen kan du hente information på Haldor Topsøes hjemmeside.

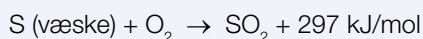
Innovation – SNOX-ESAP

SNOX-ESAP er en forkortelse for SNOX-Extended Sulphuric Acid Production og er bevis for, at en "gammel" teknologi ved hjælp af innovation og kendskab til marked og industri kan udfylde et behov hos kunderne til gavn for både industri og miljø.

Ideen blev fostret, da vi fik kendskab til en metalproducent, der projekterede et kraftværk til at levere energi, og et svovlsyreanlæg til at levere svovlsyre til udvinding og fremstilling af metaller. Svovlsyren bruges til at opløse metalforbindelser i malmen.

Ved at kombinere elværk, røggasrensning og svovlsyrefabrik i samme anlæg blev SNOX-ESAP processen udviklet og patenteret.

Layoutet af anlægget ligner i princippet det skitserede SNOX™ anlæg (se figur 2 ovenfor), men nu er der også tilføjet en svovlbrænder, hvor flydende svovl bliver brændt:



Den varme, der afgives under svovlbrændingen, anvendes til elproduktion på præcis samme måde som i et almindeligt kraftværk, og så er det endda CO₂-neutralt!

SO₂ emissioner i globalt perspektiv

I Danmark har vi på 25 år reduceret vores SO₂ emissioner fra 26 kg/indbygger/år til nu kun 4 kg/indbygger/år, uden at vores energiforbrug er faldet væsentligt. Yderligere reduktion vil blive en dyr affære, da vi allerede har fjernet de "lette" SO₂ emissioner, men det vil nok være teknisk muligt.

Spørgsmålet er nok snarere, om det kan betale sig at bruge pengene på "svære" emissioner i Danmark, når der er "lette" og dermed billige emissioner at reducere i lande, hvor rensningsteknologierne ikke er så udbredte. Med andre ord: Med den samme pose penge kan man vælge, om man vil fjerne 10 kg forurening i Danmark eller 100 kg af den samme forurening i et land, hvor miljøet ikke har haft samme politiske interesse som hos os.

Som eksempel kan nævnes Kina, som i mange år har haft en enorm vækst i energiforbruget, og hvor emissionsbegrænsninger har haft lav prioritet. Tal fra 2005 viser, at hver kineser på årsbasis har et energiforbrug på 1,3 tons olieækvivalenter (DK i 2005: 3,6 tons) og udleder 19 kg SO₂ per indbygger. Med samme energiforbrug som os vil hver kineser altså udlede 53 kg SO₂ pr. indbygger, dvs. i Kina er der 10-15 gange så høj SO₂-emission pr. energienhed!

Kina baserer næsten 80% af sit el-forbrug på kulforbrænding, og i 2005 var der kun installeret afsvovlingsanlæg svarende til ca. 14% af el-produktionen.

De kinesiske myndigheder er opmærksomme på problemet og bruger store summer til installering af afsvovlingsanlæg på deres kraftværker. Planen er, at 58% af kraftværkernes el-kapacitet i 2020 skal have installeret afsvovlingsanlæg. Det forventes også, at el-produktionen i samme periode stiger med cirka 60% i forhold til 2005.

Kilder

Global Climate Change Student Guide, kap 3 om aerosoler
DMU, luft - emissioner
Haldor Topsøe
Verdensbanken - udviklingstal.dk
China Desulphurization Equipment Industry Report 2007

Forfatter

Forskningsingeniør Morten Thellefsen, Haldor Topsøe

Opgaver

Diskuter fordele og ulemper ved at lade danske virksomheder bruge deres miljøbudgetter på at reducere SO₂-emissioner i andre lande, og om der er forskel på, hvilke lande man kan "hjælpe" (geografisk placeret, økonomisk stillet mm.).