

# DEN NATURLIGE GAS

BOGEN OM ENERGIEN 2

**EL**  
SELSKABERNE  
I DANMARK



NATURGASSELSKABERNE

**EL** SPAREFONDEN

Denne bog er udgivet i 2003 af naturgasselskaberne i Danmark. Den er en del af Projektet om Energien, der udkom i 2002. Projektet består af: „Den naturlige Gas, Bogen om Energien 2“, „Bogen om Energien“, SparOmeter (elmåler), interaktive forsøg og internet-spillet „Kampen om Energien“, lærervejledning med forsøg og et rollespil.

Se hele projektet på [www.energien.dk](http://www.energien.dk)

Bogen er tilegnet landets skoleelever og deres lærere samt andre interesserede.

Bogen er udviklet i samarbejde med repræsentanter fra naturgasselskaberne, Dansk Gasteknisk Center og Gasmuseet i Hobro.

*Design, grafisk tilrettelæggelse og produktion:*

Resenbro + Partners a/s – [www.resenbro.dk](http://www.resenbro.dk)

*Tryk:* Special-Trykkeriet Viborg a-s

Bogen er trykt på Multiart Silk, som er produceret efter EMAS miljøstandard.

Trykkeriet er ligeledes EMAS-miljøcertificeret.

*Oplag:* 44.700

ISBN 87-7795-256-1

DEN NATURLIGE  
**GAS**  
BOGEN OM ENERGIEN 2



Skotten William Murdoch fandt ud af, at man kan antænde den gas, der dannes når man opvarmer kul. Denne gas brugte han til at lyse op udenfor i sit hjem i en gaslampe (side 5).



Det varme vand fra solfangeren bruges til at opvarme bunden af vandbeholderen. Hvis solen ikke skinner, sørger husets varmekedel for opvarmningen (side 22).



Brintenergi er ren energi (side 31).

# indhold

	Forord	3
<b>Kapitel 1</b>	Den hellige gas	4
<b>Kapitel 2</b>	Om tran, tælle og gaslys	6
<b>Kapitel 3</b>	Naturligvis naturgas	9
<b>Kapitel 4</b>	Det danske olieeventyr	10
<b>Kapitel 5</b>	Livet på en produktionsplatform	13
<b>Kapitel 6</b>	Rørlægning rører på sig	16
<b>Kapitel 7</b>	De spændende gasser	20
<b>Kapitel 8</b>	Boligens energiforbrug	22
<b>Kapitel 9</b>	Gasserne omkring os	25
<b>Kapitel 10</b>	Drivhuset jorden	26
<b>Kapitel 11</b>	Strål sol, strål	28
<b>Kapitel 12</b>	Fremtiden er ren. Fremtiden er brint	30
	Indeks	32
	Tidslinje	33

# FORORD

Velkommen til bogen „Den naturlige Gas – Bogen om Energien 2“. En kronologisk beretning om gassens historie fra flydende plankton til svævende naturgas. Bogen beskriver indledningsvis de første anvendelser af naturgas i det gamle Persien og slutter med fremtidens brintsamfund.

Til hvert kapitel er det muligt at lave opgaver i både enkelte fag og i tværfaglige sammenhænge.

Bogen er en del af et omfattende undervisningsmateriale, der indeholder „Den naturlige Gas – Bogen om Energien 2“, „Bogen om Energien“ samt opgaver og lærervejledning til disse. Desuden er der rollespil, SparOmetre

(elmålere), interaktive forsøg og et real-time strategisk computerspil, „Kampen om Energien“, der kan spilles på projektets hjemmeside [www.energien.dk](http://www.energien.dk).

Naturgasselskaberne ønsker at vise et mere nuanceret billede af den danske energiforsyning, så også naturgassens rolle bliver belyst, når eleverne får undervisning i energiforbrug. Eleverne vil føle sig udfordret som forbrugere og gennem arbejdet med materialet blive mere kritiske, hvilket vil forbedre deres forbrugsvaner og dermed være med til at nedsætte CO<sub>2</sub>-udslippet. Projektet indeholder opgaver, hvor eleverne skal kende hjemmets energiforbrug og derved være med til at ned-

sætte det. Vi ønsker at vise, at verden ikke er fagopdelt, men at de enkelte fag spiller sammen. Det er vores mål, at alle lærer at spare på energien, så vores samfund fremover bruger mindre energi på en miljørigtig måde.

„Den naturlige Gas – Bogen om Energien 2“ bør være med til at skabe en øget bevidsthed om samfundets svindende energiressourcer og kan dermed bruges til at fokusere på varme og gasforbruget i den enkelte elevs hjem samt de steder, hvor elever kan påvirke forbrugsvanerne.

Dette skulle gerne medvirke til at skabe gode og miljøvenlige energivaner hos fremtidens forbrugere.

# Den hellige gas

Zarathustrierne, der boede i Iran for 3000 år siden, brugte naturgas i det kongelige ild-tempel Azargoshasp. I dette tempel havde man ført en rørledning af ler fra en naturgaskilde. På klipperne udenfor flammede en evig ildsøjle op af klippegrunden.



Der er tale om en religion, grundlagt af Zarathustra. Han hed oprindeligt Spitama og levede i Iran (Persien) omkring år 1000 f. Kr. I Zarathustras lære kaldes Gud for Ahura Mazda, og den onde Ånd eller Satan kaldes Ahriman. Tilhængerne af denne religion tilbeder ild, fordi ilden for de troende repræsenterer Gud. De betragter ilden som det helligste og sandeste symbol på Gud, som Ahura Mazdas (Guds) søn. De mener, at ilden har to egenskaber: Den ændrer alt, der kommer den nær, og røgen stiger opad. Det betyder, at den ikke forurener vand og jord.

Det fortælles, at der brænder en evig flamme i områdets bjerge, og da der siden er fundet olie på stedet, er der god grund til at tro, at denne evige flamme er den første kendte anvendelse af naturgas.

Zarathustrierne kom fra den del af Iran, der hed Persien. Efterkommerne af denne befolkning flygtede til Bombay i Indien og kaldes parsere.

I 1600-1700 tallets Europa var det almindeligt, at man eksperimenterede meget for at finde ud af, hvordan vores verden hænger sammen.

Den nederlandske læge og kemiker Jan Baptista van Helmont, havde i 1609 fundet ud af, at man ved at opvarme kul, kunne lave en usynlig „vild ånd“, der ikke kunne lukkes inde i et kar eller i en beholder.

Indtil da brugte man for det meste tran og tælle. Skotten William Murdoch lavede også forsøg med opvarmning af kul. Han kaldes „gasindustriens fader“, fordi han var den første, der kunne se mulighederne i at fremstille gas til belysning. Murdoch fik altså tæmmede den „vilde ånd“ og sat gasproduktionen i gang.

Rundt om i verden gik det nu pludselig hurtigt med at etablere gasværker til belysning: I London i 1807, Paris i 1815, New York i 1825, Berlin i 1826, Kristiania (Oslo) i 1848 og i Stockholm i 1853.

## PERSONGALLERI

### William Murdoch (1754-1839)

Murdoch arbejdede for James Watt med at udvikle dampmaskiner. Han fik jobbet ved at vandre 300 miles fra Skotland til Birmingham!

William Murdoch fandt ud af, at man kunne udvinde gas fra kul. Således kunne gassens historie begynde.

### James Watt (1736-1819)

Skotsk ingeniør, som arbejdede med dampmaskiner og deres udvikling.

### Jan Baptista van Helmont (1579-1644)

Den nederlandske læge og kemiker Jan Baptista van Helmont (1579-1644).

## OPGAVE:

Forsøg at lave gas på samme måde som skotten ved at opvarme kul.





Skotten William Murdoch fandt ud af, at man kan antænde den gas, der dannes når man opvarmer kul. Gassen brugte han i en gaslampe til at lyse op uden for sit hjem.

# Om tran, tælle og gaslys

I Danmark boede en norsk blikkenslager, der hed Johannes Irgens. Allerede i 1813 havde han gaslygter uden for sin butik i København, og en stor del af gaden blev oplyst af lygterne. Det var københavnernes meget glade for, fordi man ellers kun havde tranlamper til at oplyse gaderne. Tranlamperne brændte meget svagt, og mange påstod endda, at vægterne, der skulle holde øje med lamperne, stjal af tranen. Uden for Irgens butik kunne man færdes på gaden om aftenen og ikke være bange for at falde i rendestenen eller at blive overfaldet.

## FAKTA

**Tran** er et flydende fedtstof, der udvindes af havdyr, især af hvaler og sælers spæk. Tran anvendes i dag bl.a. til sæbe- og lakfremstilling.

**Tælle** = talg. Det er hårdt dyrisk fedt, fra især okser og får. Talg anvendes i dag bl.a. til fremstilling af sæbe og lys.

Irgens eksperimenterede med gas i sit lille baglokale i blikkenslagerværkstedet, og her fremstillede han et lille kulgaskværk (magen til William Murdochs), der kunne levere gas til de to gaslygter, han havde uden for butikken.

Folk strømmede til, når det blev mørkt. Alle skulle se det vidunderlige lys, og butikken havde et perfekt blikfang.

Politimester Hvidbjerg mente, at lygterne skabte gadeuorden og uro og efter få dages forløb, forbød han dem, og Irgens fjernede sine gaslygter. Irgens gav ikke op og



begyndte at fabrikere små lette gasværker til privat, indendørs brug, hvor politiet ikke kunne bestemme!

Andre steder i Danmark arbejdede man meget ihærdigt på at anskaffe gaslys, og i Odense blev det første offentlige gasværk bygget i 1853 af Det Danske Gasværkskompagni.



Johannes Irgens (1785-1863)





*Nr. Sundby Gasværk 1907*

Ålborg og Helsingør fik gasværk i 1854, men først i 1857 fik københavnere deres første rigtige gasværk.

Initiativet til gasværksbyggeriet kom fra Det Danske Gaskompagni/DDG, som indtil 1864 havde hovedsæde i Flensborg. DDG brugte de tyske og engelske erfaringer fra gasbelysningen.

### De første gasværker

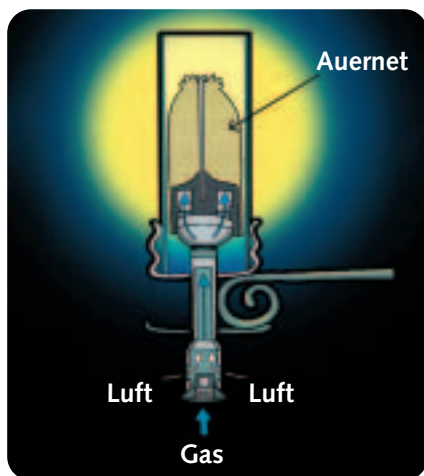
De første 38 gasværker blev bygget i perioden fra 1853 til 1868. De skulle udelukkende producere gas til belys-

ning. Gassen brændte med en lysende flamme, men dens brændværdi var ikke stor, så den var ikke velegnet til f.eks. opvarmning af vand.

I 1861 kom petroleum til Danmark, og det var et problem for gasværkerne, idet petroleum har en høj brændværdi, og dermed netop er god til opvarmning af vand. Man forsøgte at forbedre gasapparaterne, så gas kunne bruges til kogning og stegning, men kogegassen blev først almindelig i byerne omkring år 1900.

Der blev derfor ikke bygget mange gasværker i perioden 1870 til 1890.

Gassen fik endnu en konkurrent, da den første ellygte blev tændt i Odense i 1890. Nu skulle landets byer afgøre, om man skulle bruge el eller gas til gadebelysning.



### Auernettet

Den nye Auers gasglødelampe blev gas-sens redning. Lampen brugte mindre gas og havde et roligt og meget kraftigt lys samt en lille varmeudstråling.

Man foretrak derfor stadigt gasbelysningen. Det såkaldte Auernet var også en økonomisk løsning. Gaslyset var billigere at producere end el, fordi el kostede ca. 10 gange mere end gas.

Gasværkerne producerede gas ved at opvarme kul ved meget høje temperaturer. Derved dannedes der gas, som man kaldte bygas. Gassen var den gas-type, man anvendte i gadebelysningen. Til rumopvarmning brugte man koks til kakkelovnen. Koksen hentede man på gasværkerne.

### El eller gas?

Den 5. maj 1892 åbnede Københavns første offentlige elværk. Det leverede strøm til 16 kulbuelamper på Kgs. Nytorv. I 1920'erne snakkede man meget om, hvorvidt elbelysning skulle bruges i stedet for gasbelysning. Konkurrencen var begyndt!

El eller gas? Gasselskaberne begyndte at finde på slogans. Et slogan til husmødrene lød: „Alting lykkes i en gasovn“.

Under 2. verdenskrig fik Danmark kul fra tyskerne, og fordi vi var at betragte som samarbejdspartnere, sørgede tyskerne for, at vi kunne drive

vores fabrikker m.m. Kort tid efter 2. verdenskrig havde vi problemer med at få leveret gode kul. Amerikanerne leverede en del, men de var fyldt med svovl, hvilket forurener både naturen og rørettet. Siden begyndte vi igen at få kul fra England.

På samme tid blev de efterhånden nedslidte gasværkerne rundt om i landet renoveret.

### OPGAVE:

Lav et kemiforsøg med afbrænding af salte (Der kan genkendes på flammefarverne).

Brug bl.a. saltet natriumklorid (NaCl).

### PERSONGALLERI

#### Dr. Carl Auer Freiherr von Welsbach (1858-1929)

Østrigsk videnskabsmand, der opdagede, at når man afbrændte forskellige salte, afgav de forskelligt lys. Han opfandt auernettet, der kort fortalt er et stykke stof, som fugtes med en saltopløsning, hvorefter det formes som en „hætte“, der tørres og derefter sættes på gasflammen.

Når „hætten“ opvarmes med gasflammen, brænder saltene, og der udsendes et hvidt lys.

### FAKTA

#### Kulgas

Kullene finmales og opvarmes, så gassen uddrives. Denne gas opsamles i en beholder – restproduktet er koks. Den glødende koksblok føres til et slukningstårn, hvor den overbruses eller køles med en ikke-brændbar luftart, som afgiver varmen til en dampkedel.

#### Koks

Koks er den rest, der fremkommer ved afgasning af stenkul eller brunkul, Koks anvendes som brændsel, f.eks. til fremstilling af vandgas i den kemiske industri og som brændsel i højovne.



# Naturligvis naturgas

I begyndelsen af sidste århundrede begyndte USA at anvende naturgas som energikilde – både i industrien og til boligopvarmning. USA er i dag verdens største producent af naturgas.

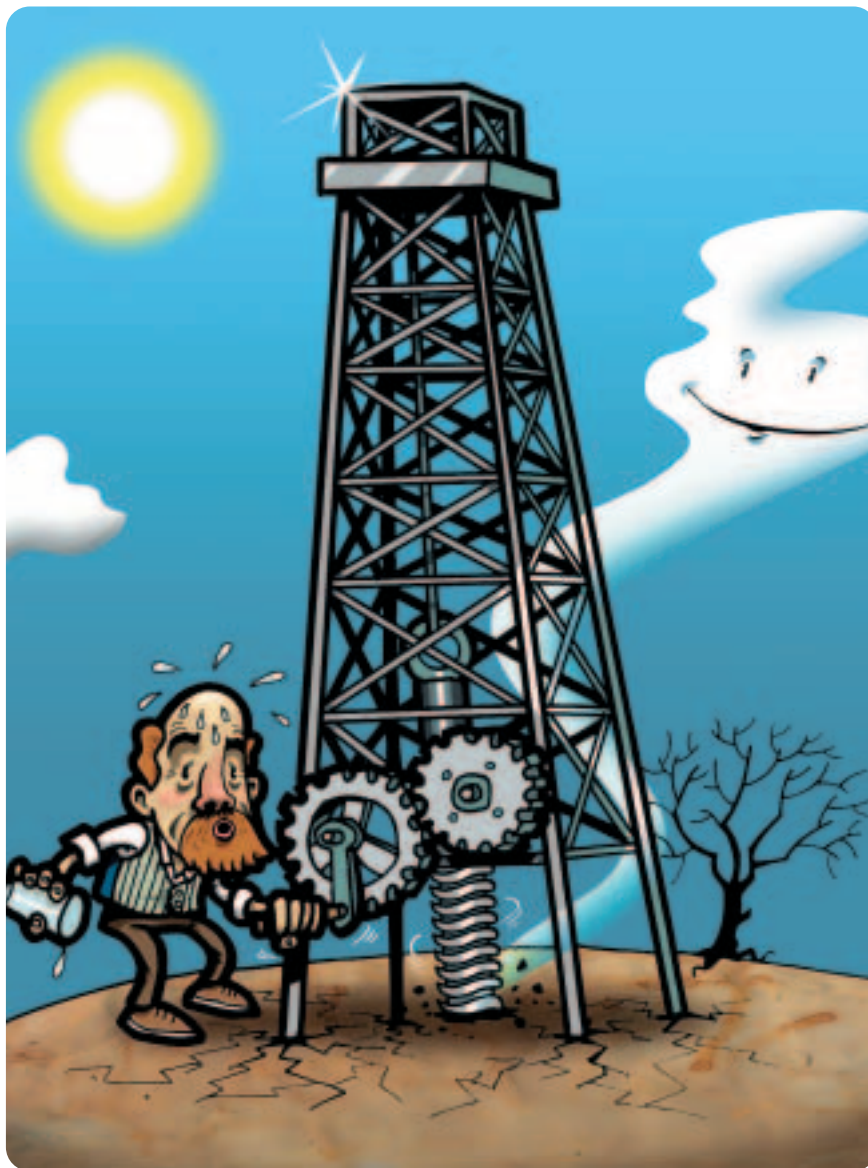
Den første danske naturgas blev fundet ved et tilfælde i 1865. Man borede efter vand, men der kom gas op i stedet!

Først i 1932 fandt man i Danmark på at bruge den nye energikilde til opvarmning, kogning, belysning og industrielle formål.

Den første naturgasbus kunne ses på gaden i Frederikshavn, og byen fik en speciel servicestation, så bussen, der kørte til Aalborg, kunne tanke gas til naturgasgeneratoren.

I Vendsyssel blev naturgassen brugt helt frem til 1960'erne som drivmiddel på lige fod med benzin og diesel, men da lagrene var ved at slippe op, og gasen blev for dyr at bruge i forhold til olie og kul, opgav man naturgas og gik over til udelukkende at bruge benzin og diesel.

Den moderne teknologi har nu gjort det muligt at bruge naturgas som brændstof. I Sverige bruger man i dag naturgasdrevne busser, der forurener mindre end dieseldrevne busser.



„I skal ikke ta' gas på mig – jeg tørster efter vand“



# Det danske olieeventyr

I 1950'erne blev mange fristet af den billige olie fra Mellemøsten og skiftede fra kakkelovne til oliefyr. Færre kakkelovne betød mindre salg af koks, og dermed mistede gasværkerne en god indtægt. Det blev svære tider for gasselskaberne, og da man også begyndte at installere elkomfurer, i stedet for gaskomfurer, gik det helt galt.

I 1957 blev gasbelysningen afskaffet i København, og kulgasværkerne blev nedlagt i løbet af 1960'erne og 70'erne. Strandvejsgasværket i Hellerup lukkede i 1983 og var det sidste danske gasværk, der producerede gas på basis af kul.

Boligerne brugte nu olie til opvarmning og el til belysning, og da gasværkerne ikke mere brugte kul, var det

danske kulforbrug kraftigt dalende. El blev produceret via den billige olie, og alt gik godt.

Nu kunne det store danske olieeventyr begynde.

Dansk Undergrunds Consortium (DUC) blev dannet i 1962. Nordsøen skulle undersøges for olie!

## Olie og naturgas dannes på samme tid og på samme måde

Ligesom i dag var store dele af kloden for millioner af år siden dækket af hav.

Havene var rige på plankton, og når disse døde, sank de ned til havbunden. Her blev de sammen med resterne fra dyr og planter aflejret lag på lag igennem millioner af år. Oven på disse lag blev der aflejret nye lag af sand, ler og jord, som floderne førte ud i havet. Hver aflejring fortæller noget om en speciel periode, hvilke dyr der levede, hvad de levede af, og hvor længe perioden varede.



Plankton, forstørret ca. 10.000 gange.

## FAKTA

### Dansk Undergrunds Consortium (DUC)

DUC blev stiftet i 1962 og ejes i dag af A.P. Møller Gruppen med 39%, Shell med 46% og Texaco med 15%.

Aflejringerne blev flere hundrede meter tykke, og efterhånden som de voksede, blev de tungere og de forskellige lag presset sammen.

Den døde plankton blev også påvirket af varme og blev i en proces uden ilt omdannet til olie og naturgas.

Før man går i gang med at bore efter olie og naturgas, er der en række undersøgelser, der afgør, om man tror, at det kan betale sig at forsøge at bore.

Først ser geologer på landskabet, idet der skal have været hav, før der kan være olieholdige lag i undergrunden. Geologerne kan „læse“ de forskellige lag, f.eks. hvordan klimaet og forureningen har været i en given periode. Det, man søger efter før en boring, er aflejringer med olie og naturgas, aflejringer, der er 65.000.000 år gamle. Disse lag stammer fra kridttiden. Olien og naturgassen er bundet til kridtet og skal derfor i nogle tilfælde presses ud med vand eller gas.

Der udføres dernæst en seismologisk undersøgelse, hvor man ved hjælp af underjordiske sprængninger sender lydbølger gennem jorden. Når lydbølgerne fra eksplosionen rammer lag i undergrunden, kastes de tilbage med forskellig styrke, alt efter hvad de har ramt. Disse signaler opfanges af elektriske lytteapparater, der er anbragt lige under jordens overflade. Nu kan man lave en beskrivelse af undergrunden og dermed sige noget om mulighederne for at finde olie og naturgas.



Havgrænser i Nordsøen

### Hvem ejer havet?

I 1958 afholdt FN en konference om ejendomsretten til havbunden. Dette var vigtigt, fordi man verden over var begyndt at søge ihærdigt efter olie. Det blev foreslået, at Nordsøen skulle deles efter et midtlinjep princip, hvilket vil sige, at to nabolande, som havde Nordsøen imellem sig, fik delt havområderne op, så grænserne lå lige langt fra de to landes kyster.

### FAKTA

**FN:** Forenede Nationer; dansk navn for United Nations, UN. Verdensorganisation af stater med det formål at bevare verdensfreden og styrke det internationale samarbejde. Vedtægterne trådte i kraft 24. oktober 1945 (FN-dagen).

Først i 1965 enedes Danmark, Norge, England og Holland om midtlinjeprincippet. Der er dog enkelte steder, hvor det ikke helt er overholdt, idet der altid er mange interesser på spil, når politikere mødes og laver aftaler.

DUC var begyndt at undersøge havbunden, og da de første boreriger blev påbegyndt allerede i 1964, var det på høje tid, at man blev enige om ejendomsretten til havbunden.

Den vesttyske regering var meget utilfreds med den stribe af Nordsøen, de andre lande havde tildelt dem. De ønskede bl.a. retten over det stykke af Nordsøen DUC arbejdede i, hvilket betød, at DUC's arbejde her lå stille i årene 1969-1971, mens landene for-

handlede om den endelige ejendomsret til havbunden.

DUC underskrev allerede i 1963 en kontrakt (koncession) med den danske regering. I en 10-årig periode havde de ret og pligt til at bore efter olie i Nordsøen og borerigerne skulle give resultat! I 1971 var DUC i tidspres for at nå et resultat, idet 2 år ikke er lang tid til at bore, etablere en platform m.m.

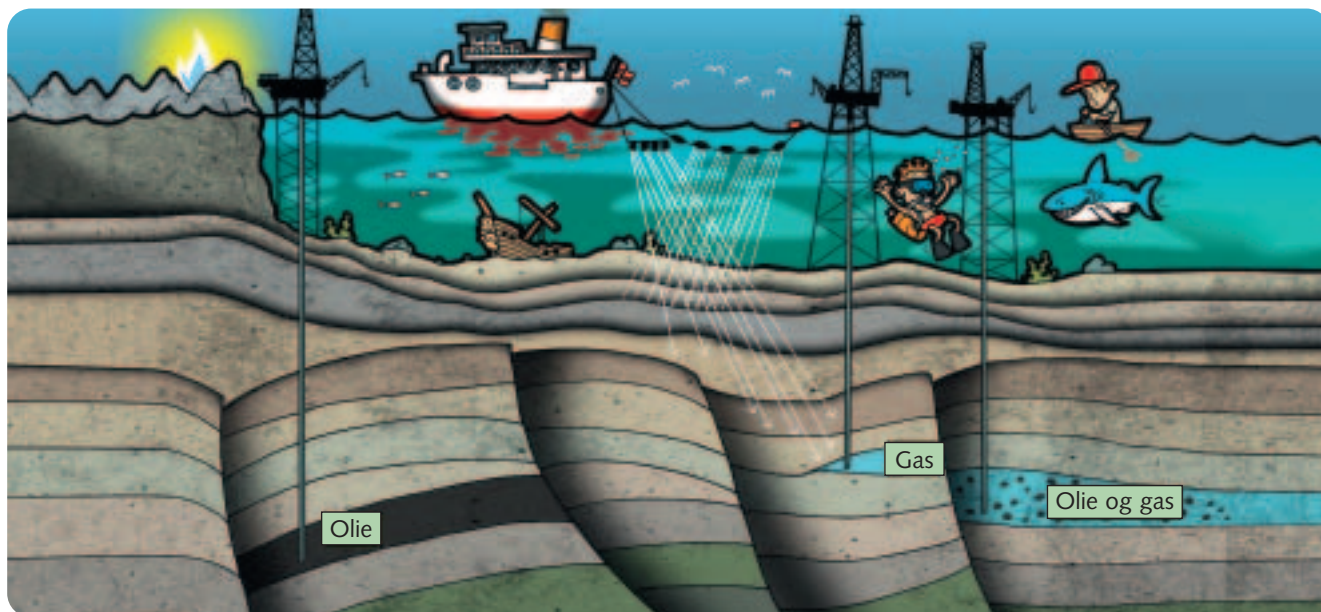
DUC havde faktisk fundet olie tilbage i 1966, men det var først i 1972, at det lykkedes dem at pumpe olie op af Nordsøen.

Så kom Oliekrisen i 1973. En katastrofe for Danmark, fordi vi var meget afhængige af olien fra Mellemøsten. Politikerne var pressede, fordi vi alle

var vant til at frådse med olie og benzin, så der indførtes bilfrie søndage. Udover dette blev danskerne nu tvunget til at tænke i retning af mindre energiforbrug. Nu skulle vi ikke længere være så afhængige af den udenlandske olie.

Det var selvfølgelig godt, at man nu havde fundet olie i Danmark, men den kunne ikke dække danskernes forbrug.

I begyndelsen var man kun interesseret i olien, så naturgassen var et spildprodukt, som man brændte af. Dette sluttede dog i 1984, hvor man begyndte at sende naturgassen i land i store rørledninger.



# Livet på en produktionsplatform



„Helikopterens propel svirrer i luften, piloten kæmper med kastevindene for at holde maskinen lige over helikopterdækket, der er landingspladsen på en produktionsplatform.

Det er en blæsende novemberdag, hvor havet er gråt og skummende, og vinden bider ubarmhjertigt i kinderne på de mennesker, der står klar til at tage imod helikopteren. De meget erfarne offshore-helikopterpiloter styrer præcist og sikkert helikopteren til

landing på platformens helikopterdæk. På det runde dæk står malet „Syd Arne“ med store gule bogstaver. „Syd Arne“ er en produktionsplatform.

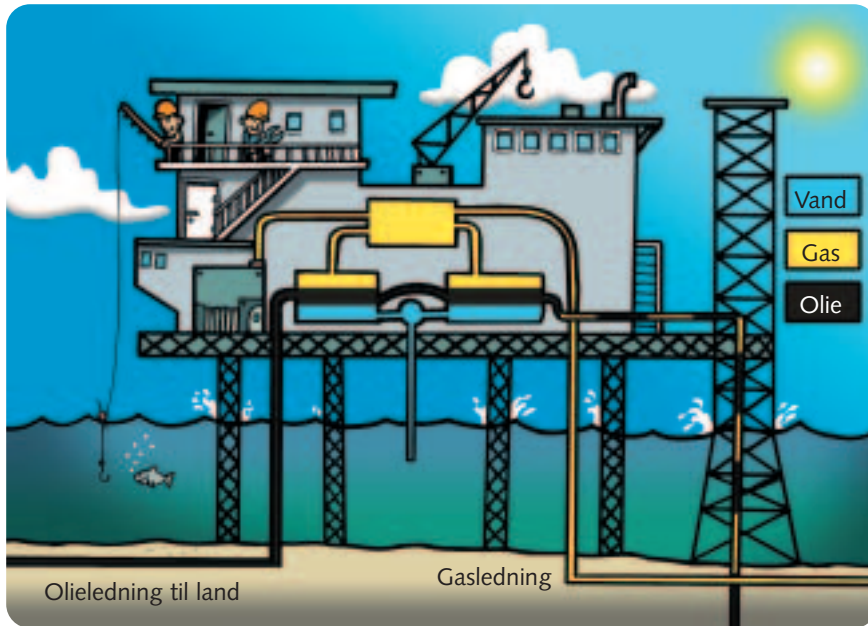
Personalet har travlt. Der bliver tømt lastrum, og de medarbejdere, der skal holde fri i de næste 14 dage, skifter plads med dem, der skal på arbejde. Det er trætte folk, der sætter sig til rette i sæderne, og de har lidt ondt af de nye, friske folk, der netop er mødt til 14 dage i hård kuling på Nordsøen. Piloten

meddeler, at de er klar til at lette, og som en fugl, der flyver bort, svæver maskinen op mod himlen og bliver mindre og mindre for til sidst at forsvinde“.

På en produktionsplatform arbejder mange forskellige faggrupper. Det er et minisamfund med bl.a. sygeplejersker, kokke, rengøringspersonale, smede, malere, kranførere, elektrikere, ingeniører og maskinmestre samt stilladsbyggere og bagere.

De bor på platformen i 14 dage ad gangen og har derefter 3 til 4 uger fri. Det betyder, at de har en hverdag med masser af arbejde og kun lidt fritid. En typisk arbejdsdag på en platform strækker sig over 12 til 14 timer. I fritiden kan man se film, dyrke motion i et motionsrum, læse en god bog fra biblioteket, se tv på sit værelse eller læse aviser og blade, binde fluer til fluefiskeri, fange fisk, spille spil enten med kollegaerne eller alene på playstation.

Alt skal fragtes frem og tilbage fra fastlandet. Man kunne få den tanke, at der blev snydt og affaldet smidt i havet, men man er meget miljøbevidst. Al affald fra platformene sorteres og transporteres ind til land med skib, hvor det herefter sendes til forbrænding.



### Stines dag

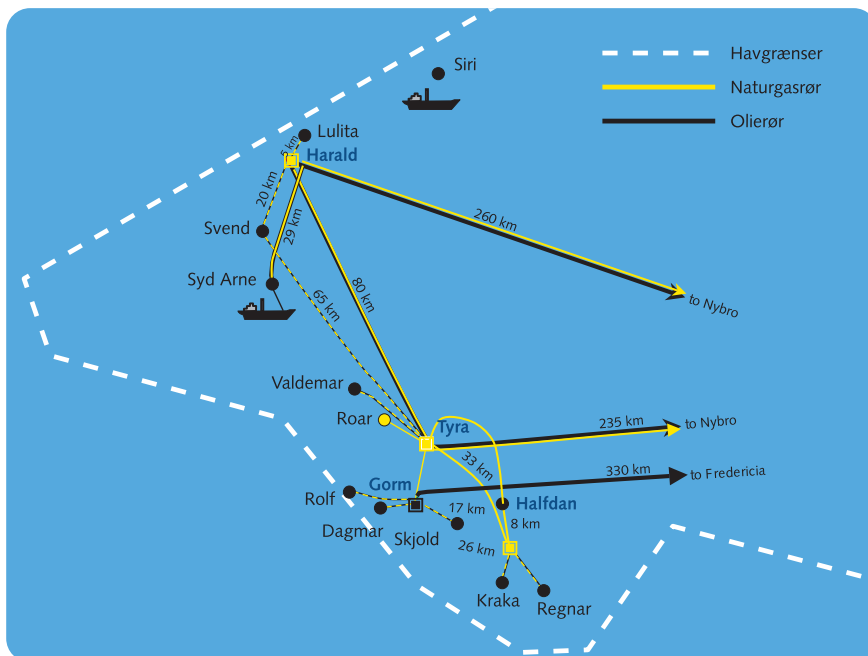
Vækkeuret ringer allerede kl. 3.30 (midt om natten), men jeg kommer alligevel ud af køjen, får lidt vand i hovedet og børster mine tænder ... heldigvis er der ingen transporttid til mit arbejde, det er bare ud af døren og så er man der. Jeg skal møde kl. 04.00, så der er også lige tid til en halv kop kaffe og lidt morgenmad. Derefter er det om at finde klude og spand frem og gå i gang med arbejdet.

Det første, som skal gøres rent, er kontrolrummet. Kontrolrummet er platformens „hjerne“. Det er herfra al produktion styres, så der er selvfølgelig en masse knapper, man skal passe på ikke at ramme.

Der gik allerede her fra morgenstunden rygter om, at de ville have fritfaldsbåden i vandet i dag. Det er den ene redningsbåd, som bliver „skudt af“ oppe fra platformen og falder ca. 10 meter direkte ned i vandet. Den dykker derefter flere hundrede meter under vandet, før den kommer op igen- og det så langt ude, at den har passeret en eventuel oliebrand på vandet.

Jeg krydser fingre for at vejret holder (det skal helst være vindstille)! Jeg har nemlig aldrig prøvet at blive „skudt ud“ før, og normalt leder de efter „frivillige ofre“.

Nå, men videre med arbejdet, klokken er efterhånden blevet 06.00 og mændene begynder at vågne op, så det er tid til at rengøre kamrene.



## Hvordan får man olie og naturgas op af undergrunden?

Olie og naturgassen presses op til havoverfladen gennem rørene på grund af det høje tryk på ca. 200 bar, der er nede i undergrunden.

Hvis olie og naturgas ikke af sig selv kommer til overfladen, kan man spule vand eller pumpe gas ned i boringen, så der dannes et overtryk nede i hullet.

Olie og naturgas, som er lettere end vand, vil søge opad og kan derved pumpes op.

Selve produktionsplatformen bliver først placeret, når der er fundet olie eller naturgas nok til, at det kan betale sig at lave et helt minisamfund ude på havet.

Selskabet kan også vælge at placere en ubeboet boreplatform, hvis der ikke er sikkerhed for rigelig olie og naturgas.

Når olie og naturgas kommer op fra undergrunden, skal de skilles ad, så de kan sendes i land hver for sig. Det kaldes at separere.

### OPGAVE:

Prøv at lave et forsøg i fysiklokket, som viser princippet for, hvordan naturgassen og olien kommer op gennem borehullet .

## Gassen og olien pumpes i land

Mange af produktionsplatformene er forbundne indbyrdes under havet.

Tyrafeltet er samlingspunkt for meget af naturgassen fra Nordsøens borer, den resterende del af naturgassen sendes i land fra produktionsplatformen Syd Arne.

Naturgas er en luftart, der ikke uden videre kan fyldes på tankskibe, derfor sendes den i land via rør. Fra Tyra sendes gassen hele 235 km til Nybro via en rørledning med en diameter på 30".

Fra Syd Arne er der 260 km til Nybro, og her bruges 24" rør.

### FAKTA

1" (tomme)  
er det samme som  
2,54 cm

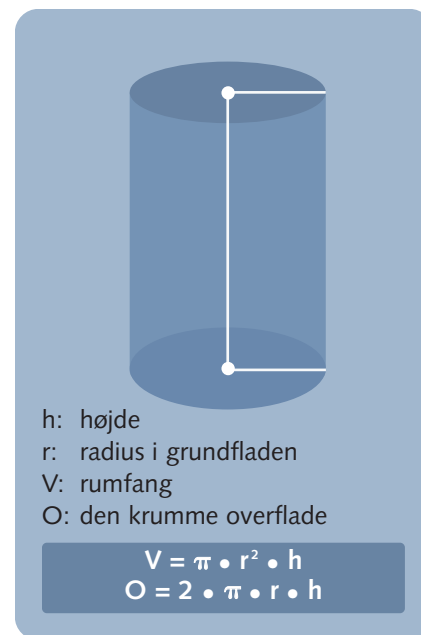
I Nybro ligger et naturgasbehandlingsanlæg, hvor der fjernes vand, svovl og rester af olie og partikler, der ikke skal sendes videre i distributionsnettet til forbrugerne.

En del af olien fra Nordsøen afhentes af tankskibe, mens den resterende del samles og sendes fra Gormfeltet i et rør med en diameter på 20". Råolien sendes ca. 330 km til raffinaderiet i Fredericia, hvor den omdannes til de

produkter, vi bruger i hverdagen, f.eks. benzin til bilerne og olie til oliefyret.

Før der i 1984 blev lagt rørledninger til land, blev al olien tanket direkte i store tankskibe, og naturgassen blev brændt af.

Siden 1996 er Danmark selvforsynende med olie og naturgas, så nu kan vi sælge det, vi ikke selv bruger.



### OPGAVE:

Prøv at finde ud af, hvor mange m<sup>3</sup> naturgas de forskellige standardrør kan rumme pr. meter rør.

# Rørlægning rører på sig

Folketinget vedtog i maj 1979 „anlægslov for Naturgasforsyningen“, og dermed startede et gigantisk anlægsprojekt, idet naturgas jo er rørbunden energi. Der skulle lægges tusindvis af rør ud i store dele af landet, før naturgassen kunne komme frem til forbrugerne.

Den 7. maj 1981 blev de første naturgasrør lagt i den danske jord. Det

var rørledningen fra den tyske grænse ved Frøslev til Egtved.

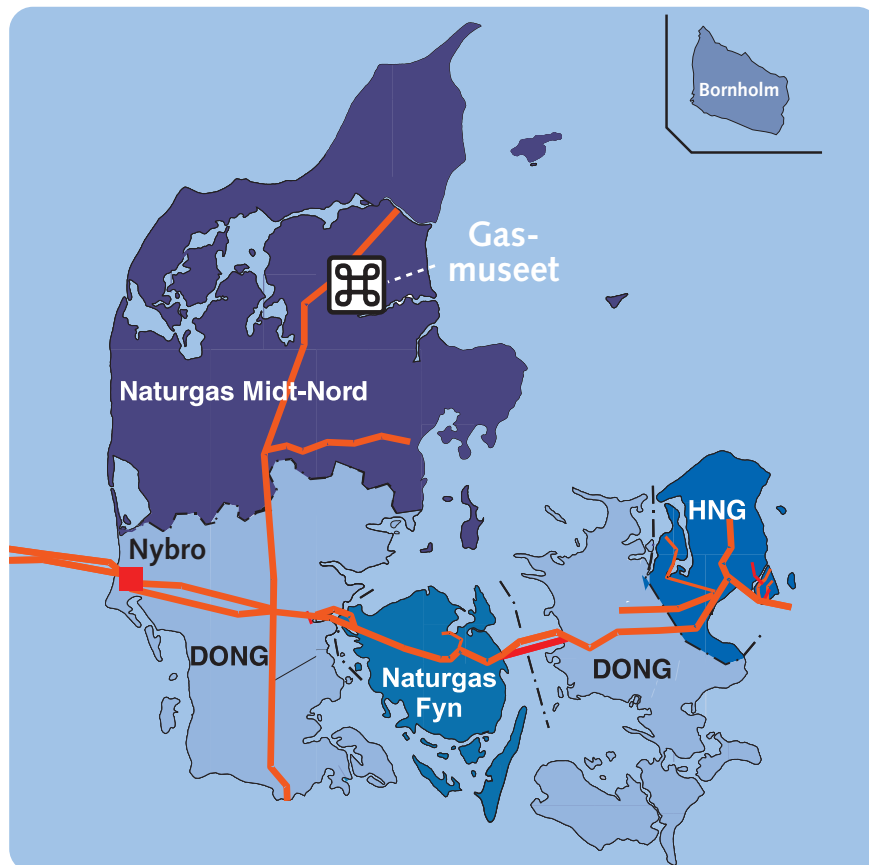
Naturgassen kom til Danmark den 1. januar 1982, hvor vi fik leverancer fra det tyske gasnet. Det sikrede, at der var flere forbrugere, der kunne være tilsluttet, når vi i Danmark selv kunne åbne for hanerne.

Overalt i landet er der nu nedgravet

en masse stål- og plastrør for at få naturgassen fra platformene ud til forbrugerne.

DONG har 2477 km stål og 6302 km plast. HNG har 425 km stål og 4251 km plast. Naturgas Fyn har 300 km stål og 1430 km plast. Midt Nord har 829 km stål og 5129 km plast.

Gassen kommer fra gasbehandlingsanlægget, som forsyner alle forbrugere gennem det omfattende røret. Rørene forgrener sig som store motorveje gennem det danske land.



## OPGAVE:

Regn ud, hvor mange kilometer rør vi har i Danmark.

## Politikerne bestemmer

Anlægsloven for naturgasforsyningen blev lavet af to årsager:

- Den vigtigste var forsyningssikkerheden i 1979, da vi dette år igen havde en oliekrise.
- Den anden årsag er den, vi hører mest om i dag, nemlig ønsket om at tilgode miljøet med mindre produktion af kuldioxid og svovl. Kuldioxid og svovl dannes ved forbrænding af fossile brændstoffer.

Verden forandrer sig hele tiden, og derfor er loven siden 1979 blevet ændret.

Her er en meget forkortet udgave af år 2000 versionen.

## Opbevaring og distribution af naturgassen

Naturgas kan gemmes i underjordiske naturgaslagre. Ved Lille Torup ved Limfjorden er der etableret et underjordisk naturgaslager i en stor salthorst, der findes i undergrunden. Ved udskylning med vand er der skabt hulrum, såkaldte kaverner. På Sjælland er der et naturgaslager i Stenlille, hvor gassen også opbevares i underjordiske hulrum.

1. oktober 1984 begyndte man i Danmark at bruge dansk naturgas fra Nordsøen.

*Vi har nu 4 naturgasselskaber som ejer ledningsnettet og sørger for at transportere naturgassen til flere end 350.000 kunder i Danmark:*

- DONG A/S
- Hovedstadsregionens Naturgas I/S
- Naturgas Fyn I/S
- Naturgas Midt-Nord I/S

Når naturgassen kommer ud til husene eller til industrien, er der et gasreglement, som kræver, at man skal have en speciel uddannelse for at måtte installere naturgas i hjemmene.

I boliger kan naturgas bruges til mange ting, bl.a. opvarmning, til komfurer, tørretumbler, pejse og fakler.

Der er nu ca. 350.000 huse i Danmark, som anvender naturgas i små gaskedler, og der er ca. 1.000.000 boliger,

# LOV OM NATURGASFORSYNING

VI MARGRETHE DEN ANDEN, af Guds Nåde Danmarks Dronning, gør vitterligt: Folketinget har vedtaget og Vi ved Vort samtykke stadfæstet følgende lov:

## KAPITEL 1

### Indledende bestemmelser

#### § 1.

Lovens formål er at sikre, at landets naturgasforsyning tilrettelægges og gennemføres i overensstemmelse med hensynet til forsyningssikkerhed, samfundsøkonomi, miljø ...

*Givet på Christiansborg Slot, den 31. maj 2000*

Under Vor Kongelige Hånd og Segl

Margrethe R.

/Svend Auken

---

Loven indeholder bestemmelser, der gennemfører Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 98/30/EF af 22. juni 1998 om fælles regler for det indre marked for naturgas.





der får indirekte varme fra naturgas i form af kraftvarme.

Varmen fra naturgas produceres på kraft-varme-værker. Det foregår på følgende måde:

Naturgassen bliver afbrændt i motorens cylinder, hvorved der skabes trykkkræfter og varme. Trykket overføres til et stempel, der ved hjælp af en aksel får rotoren inde i generatoren til at dreje rundt. Udover at producere strøm (kraft) opsamles kølevandet fra motoren som fjernvarme. Det ledes ud i radiatorerne i hjemmene i stedet for at gå til spildevand. Deraf navnet kraft-varme-værk.

På store kraft-varme-værker bruges gasturbiner, og på de mindre værker bruges en gasmotor.

I industrien anvendes naturgas bl.a. til opvarmning. Det kan være opvarmning af gartnerier, hvor planterne har brug for en høj temperatur for at

kunne vokse hurtigere. Udover at bruge varmen fra naturgassen, anvendes her  $\text{CO}_2$  fra forbrændingen, da planterne har brug for  $\text{CO}_2$  for at kunne vokse. Kort og godt: Gartneriet sender ikke røgen fra forbrændingen ud i luften, men holder den inde i drivhuset, hvor planterne kan bruge den.

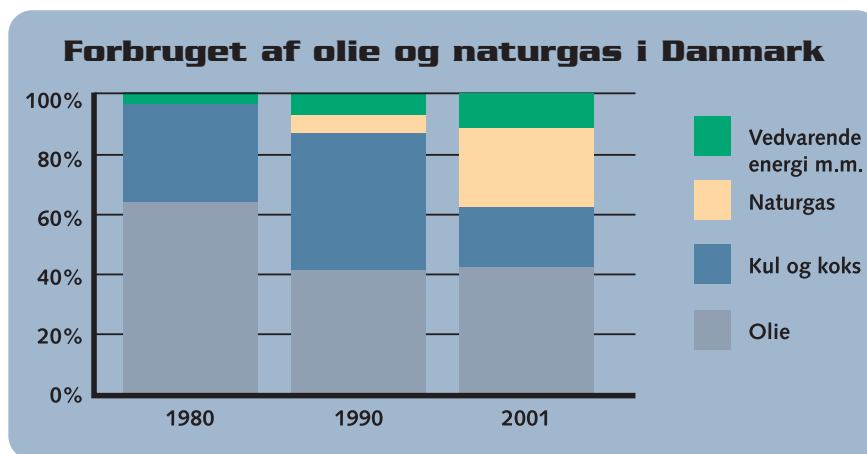
Naturgas anvendes også til proces. Et eksempel på proces finder man i fremstillingsvirksomheder, som f.eks. stålværker, hvor metallet skal holdes flydende, så man kan arbejde med det.

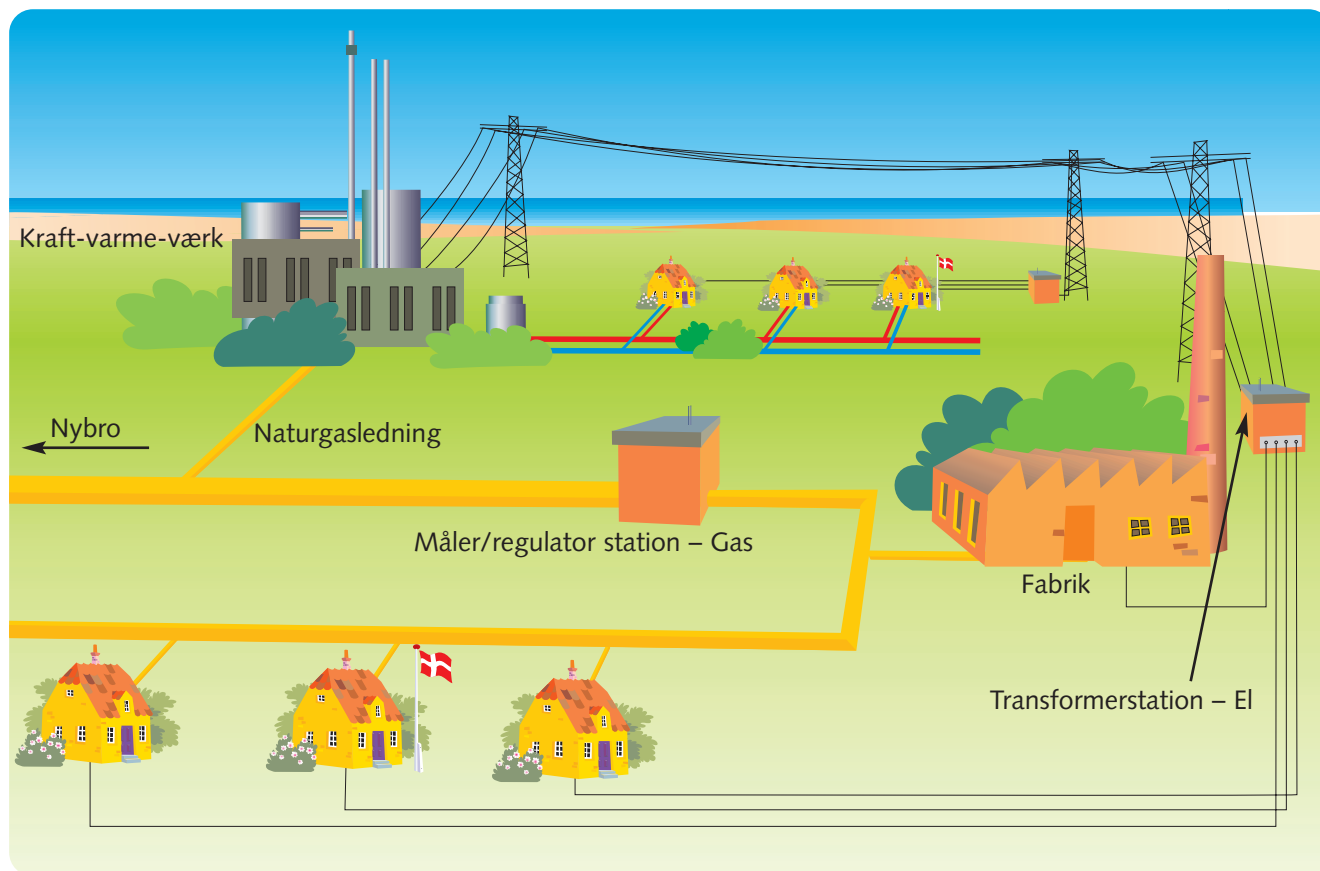
I transportsektoren bruges naturgas som drivmiddel til f.eks. busser. Der kører naturgasdrevne busser rundt i Malmø, og nu venter vi blot på, at de også snart kommer til Danmark, så vi får mindre forurening i byerne.

Den del af naturgassen, vi ikke selv kan bruge, eksporterer vi til Sverige og Tyskland. Vi har store rør, der går fra Dragør i Danmark til Skåne i Sverige. Naturgassen til Tyskland sendes igennem det rørsystem, der blev bygget i 1981-1982

### Energiforbrug i Danmark

Danmarks energiforbrug har siden 1980 forandret sig en del. Dette kan aflæses i tabellen.



**OPGAVE:**

Sammenlign tallene fra 1980 og 2001 og forklar, hvorfor der er forskel.

**Energibesparelser**

CO<sub>2</sub> udslip, drivhuseffekten, Kyotoaftalen, naturen, dine forældres pengepung ... alle steder gælder det – Spar på energien!

Alle bør være klar over, at vi skal spare på energien, for det tog naturen 300.000.000 år at producere den energi, som vi nu er med til at brænde op!

Danskerne har vænnet sig til, at der er varme, når vi skruer op for radiatoren, og lys, når vi trykker på kontakten, og det vil og kan vi ikke undvære.

Vi må arbejde med, hvordan vi kan bruge energien bedst muligt, også i fremtiden.

**OPGAVE:**

Skriv 5 ting ned, man kan gøre i hjemmene for at spare på energien. Lav nogle beregninger på dette.

# De spændende gasser

Vores verden er bygget op af atomer, der hænger sammen på den ene eller den anden måde. I skal nu arbejde med et nyt sprog, nemlig kemiens sprog, hvor stoffer har et symbol og en farve. Dette sprog er dannet, så videnskabsmænd og skoleelever kan tale sammen over hele verden.

Disse atomer skal I kende for at kunne forstå gas og naturgas og deres plads i naturens kredsløb.

## Kemiens lille ordbog

O = Ilt, røde kugler

H = Brint (hydrogen), hvide kugler

C = Kul (carbon), sorte kugler

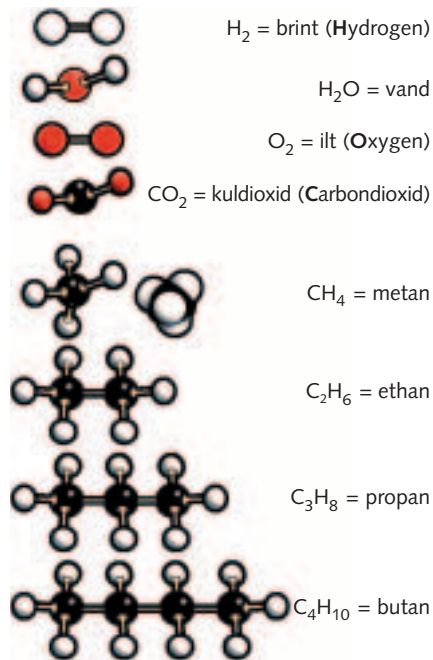
Ved al forbrænding dannes der kuldioxid og vand. Hvis der kun dannes kuldioxid og vand, kaldes det for en ren forbrænding.



Ufuldstændig forbrænding opstår, når der dannes andre stoffer. Når en bil afbrænder benzin, dannes der også CO (kuloxid), hvilket er en meget giftig gas.

I Danmark har vi mange former for gas, der kan afbrændes og derved afgive varmeenergi.

Vi har flaskegas, bygas, biogas og naturgas – eksempelvis består naturgasen af en blanding af mange molekyler.



## FAKTA

### Den kemiske sammensætning i naturgas:

91,2%	metan(CH <sub>4</sub> )
4,8%	ethan(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )
1,7%	propan(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )
0,3%	butan(C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )
1,0%	kuldioxid (CO <sub>2</sub> )
1%	andre stoffer.

bliver fanget i en beholder. Det er fordi gasmolekylerne vejer meget mindre end vand.

Gasmolekyler bliver også suget ned i vores lunger, når vi trækker vejret, og det er gasmolekyler, som trykker mod trommehinden i øret, så vi er i stand til at høre.

Du kan ikke se gasmolekylerne med dit øje, og du kan heller ikke mærke dem, fordi gasmolekylerne er meget små og helt gennemsigtige. Nogle gasmolekyler kan du derimod lugte.

## OPGAVE:

Øv jer i at sætte molekyler sammen.

## Gasmolekylerne i jordens atmosfære

Gasmolekylerne i jordens atmosfære bevæger sig frit omkring jorden og udfylder alle hulrum i den øverste del af jordens overflade. Gasmolekylerne kan blive fanget af bølgerne og ført ned under vandets overflade, men de kommer altid op igen, hvis de altså ikke

## Når kroppen gasses

Den atmosfæriske luft består af:

78%	kvælstof (N <sub>2</sub> )
21%	ilt (O <sub>2</sub> )
1%	andre stoffer

Hver gang vi trækker vejret, suger vi ca. ½ liter luft ned i lungerne og i løbet af et døgn bliver det til ca. 12.000 liter luft.



Ca. 21% af den luft, vi indånder, består af ilt. Luften suges ned i lungerne ved hjælp af mellemgulvets bevægelse og brystkassens mulighed for at udvide sig. Når mellemgulvet sænkes, udvides brystkassens rumfang, lufttrykket formindskes i lungerne og ilten optages. Når mellemgulvet slappes og bevæger sig opad igen, presses luften ud af lungerne.

I lungerne fordeler ilten sig i alle hulrum. De mindste hulrum kaldes aveoler, og disse støder direkte op til blodårerne. Væggen mellem aveolerne og blodårerne er meget tynd. Faktisk er den så tynd, at ilten kan trænge igennem den. Når lungerne fyldes, har ilten altså mulighed for at blive overført til blodet. Det vil sige, at blodet optager ilten.

Når ilten først er optaget af blodet, binder den sig til blodets hæmoglobin, som er det stof, der giver blodet sin røde farve og transporterer ilten rundt i kroppen.

Kroppen har brug for ilt til at forbrænde den føde, vi spiser. Denne forbrænding foregår i kroppens celler, hvor ilten bliver omdannet til kuldioxid. Processen kaldes åndingsprocessen og ser således ud:

indånding af luft → forbrændingsproces → udånding af luft fra lungerne

Forbrændingsprocessen i detaljer:

ilt + næring → kuldioxid + vand + varme

Og på kemisk formel:



Den dannede kuldioxid føres tilbage til lungerne via blodet og udskilles som udåndingsluft. Kuldioxiden udnyttes af planter, så de kan danne ilt. Derfor indgår mennesket i kredsløbet på jorden, fordi mennesker og planter ikke kan undvære hinanden, hvis de skal overleve.

Vi udånder en luftblanding, der består af ca. 78% kvælstof, 17% ilt, 4% kuldioxid og 1% andre stoffer.

### OPGAVE:

Hvor mange procent af ilten har kroppen brugt på forbrændingen?

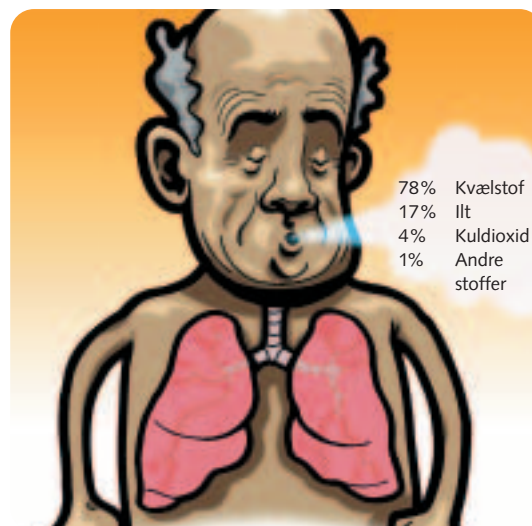
### Mennesket

Det er livsnødvendigt for dyr og mennesker at kunne ånde. Derfor er luftforurening et problem, vi er nødt til at forholde os til. Luften kan blive forurennet af støv og røg fra mange forskellige kilder. Nogle af de forurenende stoffer påvirker især miljøet, andre stoffer påvirker vores åndingsproces.

Biltrafikken påvirker især luften med sod fra den afbrændte benzin og diesel. Desuden hvirvler trafikken støvpartikler op fra gaden. Mennesker, som bor i byer med megen biltrafik, er derfor mere påvirket af denne forureningskilde end mennesker, som bor uden for byerne.

Luften udenfor påvirker også luften inde i vores boliger. Ca. 70% af partiklerne, som hvirvler rundt udenfor boligerne, vil komme ind gennem forskellige sprækker, tøj og hår. Ud over disse partikler kan indeluften også være påvirket af røg fra cigaretter. Tobaksrøg bliver suget ned i lungerne, uanset om man er ryger eller ej. Udstødningsgasserne fra bilerne, støv fra jorden, pollen fra træer og urter vil ligesom giftstofferne fra cigaretterne sætte sig i de små alveole hulrum.

Flere og flere mennesker lider af astma, og det stiller større krav til vores luftkvalitet. Partikler og tobaksrøg er to kilder, som påvirker en astmapatient meget, men de påvirker også alle andre. De nemmeste måder at begrænse disse to forureningskilder på, er ved at stoppe tobaksrygningen og tage cyklen i stedet for bilen.





# Boligens energiforbrug

Boligens klimaskærm er det udtryk, som fagmænd bruger, når de skal forklare, hvordan huse skal konstrueres, og hvordan de skal isoleres i vægge, gulv og loft.

Klimaskærmen er den grænse, der er imellem det uopvarmede og det opvarmede i huset.

Hvis man forestiller sig kroppen som et hus, så er det opvarmede område det, som blodet kan komme til at varme op. Det vil sige hele kroppen, undtagen håret. Når kroppen skal varmes op, kommer energien fra det, vi spiser og drikker.

For at holde varmen, tager vi tøj på. Jo koldere det er, jo mere tøj tager vi på. Hvis det er vinter og koldt i Danmark, bruger vi en vinterdyne, når vi skal sove, og hvis det er en meget varm sommernat, kan vi klare os med et tæppe.

Det samme princip gælder i et hus. Her giver man rummene „tøj“ på i form af en isolering. Denne isolering holder på varmen i huset, så vi bruger mindre energi til opvarmning.

I de sidste 15 år har vi halveret energiforbruget til rumopvarmningen i nybyggede huse i Danmark, idet vi er blevet bedre til at isolere, arbejde med klimastyring og andre energibesparende tiltag.

På visse huses nordside, sidder der et termometer. Dette termometer fortæller gaskedlen, om der skal skrues op eller ned for varmen. Hvis temperaturen stiger udenfor, skal der bruges mindre energi til at varme huset op. Inde i huset sparer man energi på mere end én måde, idet man kun skal indstille termostaterne én gang, så bliver der automatisk sørget for, at huset har den rette temperatur. Dette kaldes klimastyring.

En termostat er et termometer, der registrerer, når noget har den ønskede temperatur – så lukker det for varmetilførslen. Med andre ord – når solen skinner, lukkes der automatisk for radiatorerne.

For at undgå at varmen slipper ud gennem tynde glasruder, har man opfundet en 2-lagsrude, hvor gasarten argon er blevet pumpet ind imellem ruderne for at isolere. Lysets stråler kan trænge ind i husene, men varmestrålerne kan ikke komme ud igen, da en tynd metalfilm på ruden forhindrer strålerne i at slippe ud. Dette kaldes energiruder.

## Varm forurening

Af den energi, der bliver brugt i Danmark, bruger husholdningerne ca. ti procent til opvarmning af boliger og

fire procent til opvarmning af vand. Energifremstilling kræver store ressourcer, og det medfører en betydelig forurening. Derfor gælder det om at ned-sætte forbruget.

Her skal ALLE gøre en indsats.

## En enkelt grad sparer penge

Husk, det er ikke kun forureningen, men også en måske rødglødende varmeregning, man skruer ned for, hvis man sparer på energien. For hver grad, man sænker temperaturen i boligen, falder varmeregningen nemlig med cirka fem procent! Gevinsten kan hentes, hvis man nøjes med at opvarme rummene, mens de bliver brugt. Man kan f.eks. få installeret natsænkingsautomatik, der sænker temperaturen nogle grader om natten. Hvis man sparer på energien og tager lidt mere tøj på, er der flere penge til bl.a. at sende sms'er for!

## OPGAVE:

Prøv at regne ud, hvor mange penge I årligt bruger på varme hjemme?

Regn på, hvad 5% betyder i kr.



### Hold på varmen

En mulighed er at holde øje med, hvordan termostaten er indstillet på radiatoren.

Skal du på ferie, eller har I værelser hjemme, som I aldrig bruger, så er der penge at spare på varmeregningen. Har I ikke klimastyring, kan I stille alle termostaterne på 1, så værelserne holder en temperatur på min. 14 grader celcius, så der ikke opstår problemer med fugt og svamp pga. for høj luftfugtighed.

Der bør ikke slukkes helt for varmen, fordi indervægge ikke er isolerede, så et koldt værelse kan betyde, at man ikke kan holde varmen i naboværelserne.

En stor forskel i temperaturerne i forskellige rum kan give træk og kolde vægge samt fugtproblemer.

En radiator, der er skruet helt op, er en dyrere løsning end fire, der afgiver 25% varme hver. Og det reelle varmeudbytte er præcis det samme. Derfor er det mere økonomisk at indstille alle radiatorer på svag varme, fremfor at nøjes med at åbne for én.

### Ventilation er vigtigt

I et soveværelse med en høj luftfugtighed trives husstøvmider rigtig godt, fordi de behøver væske, som de optager direkte fra luften. Når vi mennesker sover trygt og trækker vejret, puster vi jo H<sub>2</sub>O ud i luften, og så kan husstøvmiderne trække vejret.

Der kan være over 100.000 mider i bare én seng! Husstøvmiderne er ikke i

*Du sover aldrig alene!  
Heldigvis er denne husstøvmide forstørret cirka 250 gange.*



sig selv skadelige, det er deres afføring, som mennesker er allergiske overfor.

Har du allergi, kan du få kløe i øjnene, en næse, der er stoppet eller løber, eksem eller problemer med at trække vejret.

Hvis man vil befri soveværelset for så mange husstøvmider som muligt, er det vigtigt at lufte ud hver dag, holde luftfugtigheden lav og gøre grundigt rent f.eks. 1 gang om ugen.

Når man lufte ud, skal man huske, at det er luften, der skal skiftes og ikke hele huset, der skal køles ned.

Derfor er udluftning 2-3 gange dagligt å 10 minutters varighed rigtig godt, da man derved får den fugtige luft ud og frisk luft ind, uden at møblerne bliver kolde og derfor kræver mere energi til opvarmning.

Man skal huske at lukke for radiatoren, mens man lufte ud, fordi der på en radiator sidder en termostat, der fungerer ligesom et termometer. Når temperaturen bliver for lav, åbner termostaten for varmen, og så bliver det rigtig dyrt at få frisk luft.

# Gasserne omkring os

Jorden er omgivet af et luftlag som kaldes atmosfæren. I de nederste 15-20 km er sammensætningen nogenlunde ensartet, uanset hvor på jorden man befinder sig. Sammensætningen består af 78% nitrogen, 21% ilt, 1% andre stoffer bl.a. 0,03% kuldioxid.

Ud over disse gasser findes der også masser af vanddamp i den atmosfæriske luft. Vanddampen findes i skyer og nedbør og er vigtig for de lokale og globale vejrforhold.

Til sammenligning kan nævnes vores naboplanet Mars. Mars har gennem nyere tid været genstand for megen opmærksomhed, fordi forskerne er i tvivl om, hvorvidt der har været en form for liv på planeten. Fantasier om røde marsmænd har givet grobund for mange film, og tvivlen får stadig forskerne til at lave nye undersøgelser af bl.a. overfladen på den røde planet.

Hvis vi forestiller os, at mennesker skal kunne leve på Mars, skal der findes oxygen og vand. Men fakta er, at Mars har en atmosfære bestående af 95% kuldioxid og ganske lidt kvælstof og argon. Desuden findes der blot ganske lidt vand (0,03%) i Mars' atmosfære. Vandmængden er ikke nok til, at mennesker kan overleve på Mars, og da der heller ikke er ilt til stede, er der ikke umiddelbart muligt at flytte menneskeheden til Mars.

Atmosfærisk luft kan variere i temperatur. F.eks. kan en bunsenbrænder opvarme luften omkring flammen. Den varme luft vejer mindre end almindelig atmosfærisk luft. Hvis den varme luft blev fanget i en ballon, ville ballonen stige til vejrs, fordi den varme luft vejer mindre end den kol-

de luft. Dette er princippet i en varmluftballon.

## OPGAVE:

Prøv selv at konstruere en varmluftballon.



# Drivhuset jorden

Det hedder et drivhus, fordi lysstrålerne fra solen kan trænge igennem jordens gaslag, men når lysstrålerne rammer en genstand, bliver de til varmestråler. Varmestrålerne er tykkere end lysstrålerne og kan derfor ikke slippe ud igen. Det er det princip, der findes i et drivhus, hvor glasset fungerer som spærre for varmestrålerne.

Drivhuseffekten er en del af jordens naturlige klimaregulering. Uden drivhuseffekten ville jordens gennemsnitstemperatur være omkring  $-18^{\circ}\text{C}$ . Drivhuseffekten er derfor en helt nødvendig forudsætning for livet på jorden. Med stigende koncentrationer af drivhusgasser vokser atmosfærens varmeisolerende evne. Så langt er alle forskere enige. Uenigheden drejer sig om størrelsen af den menneskeskabte temperaturstigning, og hvilke konsekvenser en stignende temperatur vil få for livet på jorden.

Vi ved, at der skal spares på jordens ressourcer, både fordi de er ved at slippe op, og fordi vi forurener så meget, at affaldsstofferne ophobes i naturen.

## Drivhusgasser og sur regn

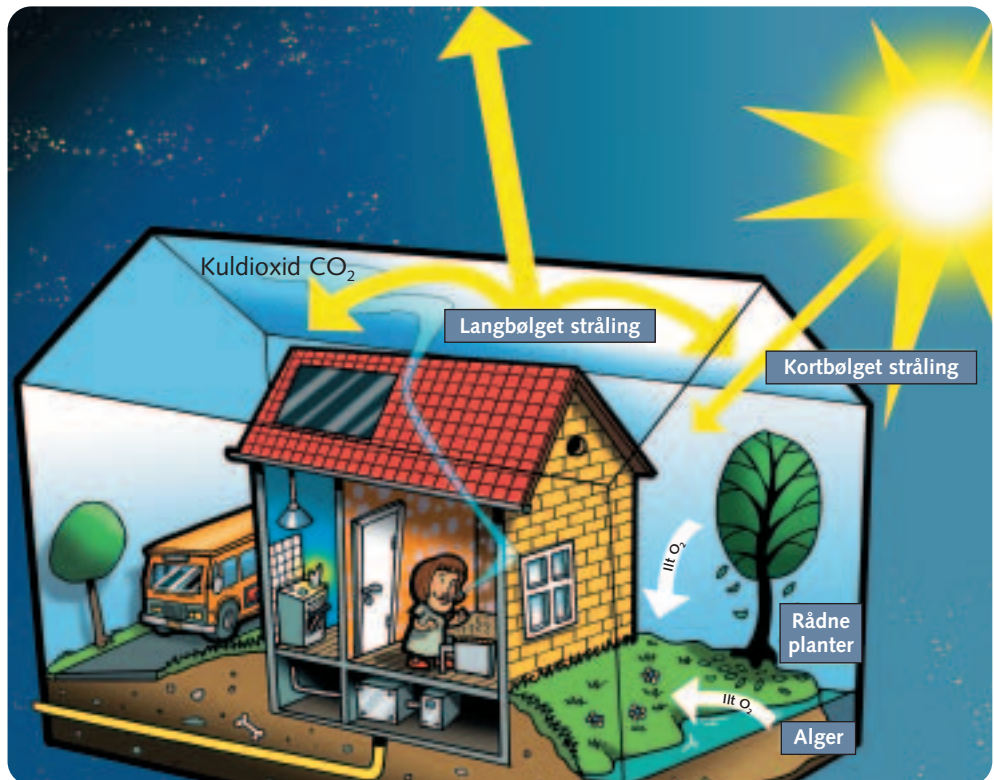
I 1960'erne brugte vi rigtig megen energi i Danmark.

I den periode blev alle vænnet til, at der var olie nok, så da oliekrisen kom i 1973, var vi slet ikke parate til at klare os næsten uden olie. Vi havde heller ikke råd til at betale de tårnhøje priser, som oliesheikerne pludselig forlangte – vi måtte altså lære at spare på energien.

Oliekrisen i 1973 var årsag til, at kraftværkerne igen måtte bruge kul for at fremstille el, idet priserne på olie var i top og forsyningssikkerheden på olie var i bund.

Kul kan man skaffe overalt i verden, f.eks. i Kina, USA, Indien, Sydafrika, Australien, Polen, Storbritannien, Tyskland, Spanien og Frankrig.

Kul er let at transportere med skib, og det kan opbevares overalt, hvor der





*Vi danskere er ofte sure på skyerne, men derfor behøver vi jo ikke at gøre skyerne sure på os.*

er tørt, men det fylder meget i forhold til den energimængde, det indeholder. Desuden afgiver det en del mere CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> (svovldioxid) og NO<sub>x</sub> (kvælstofilter) end andre energikilder.

### Syredannelse

Naturlig regn indeholder en lille smule syre, hvilket skyldes, at der er forskellige syrer i den luft, som regnen gennemskyller. Der findes megen menneskeskabt forurening, der enten er syre, eller som omdannes til syrer gennem processer, der sker i luften. Eksempler på sådanne forureninger er svovldioxid (som bliver til svovlsyre) og kvælstofilter (der bliver til salpetersyre). Derfor kan regnens indhold af syre blive væsentlig forøget. Mange steder i verden (f.eks.

i visse områder af Sverige) har jorden og vandet en begrænset kapacitet til at neutralisere disse ekstra syrer. Bliver vandet for syreholdigt, skader det i større udstrækning det liv, der lever i vandet og havet. Bliver jorden for syreholdig, skader det planternes evne til at vokse og trives.

Målet bør være, at vi ikke gør naturen mere sur, derfor skal vi finde andre energikilder end kull!

I 2001 blev 178 lande enige om at lave en aftale, der skal nedbringe bl.a. CO<sub>2</sub> udslippet. Kyotoaftalen, som den hedder, handler om, at hver af de 178 lande har en drivhusgas-kvotet, som de skal overholde. Kvotet bliver mindre og mindre for hvert år, fordi man ønsker, at landene hele tiden bliver

mere miljøbevidste. Man kan købe og sælge en del af kvotet til andre lande! Også naturen forurener. Ved vulkanudbrud strømmer mange og meget giftige gasser op af jorden. Desuden danner dyrs afføring biogas, og når træer rådner, dannes der kuldioxid. Naturens kredsløb er sådan indrettet, at der omsættes CO<sub>2</sub> og andre stoffer, så der dannes ilt. Kul og naturgas er dannet i og af naturen og kan indgå i naturens kredsløb. Problemet er blot, at naturen begyndte på denne proces for 300.000.000 år siden, og at vi brænder det hele op meget hurtigere. Det betyder ganske enkelt, at naturen ikke kan følge med.

Der er dog forskel på, hvordan energien er produceret, idet de forskellige energiformer under fremstillingen producerer forskellige mængder CO, CO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> (Svovldioxid) og NO<sub>x</sub> (Kvælstofilter).

Vedvarende energikilder som vindkraft og solvarme belaster stort set ikke miljøet.

Det fremgår af tabellen, hvor mange gram af de forskellige stoffer energiformerne „koster“ miljøet, hvis de bruges til boligopvarmning.

**målt i gram pr. 1GJ  
(gigajoule = 278 kWh)**

Energi	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
El	149.000	266	72
Olie	74.000	52	23
Naturgas	57.100	30	0,3
Fjernvarme	29.400	57	14

# strål SOL, strål

Her er nogle af de alternative energiformer, vi i dag kan benytte os af til boligopvarmning.

## Solenergi

Hovedparten af verdens energi er på en eller anden måde skabt af solen. Solen skinner hele tiden og afgiver energi, der kan bruges direkte som lys og varme. Vandkraft, vindenergi og bølgeenergi skabes af solen. Træ og halm er oplagret solenergi, idet det jo er energi fra solen, der har fået planterne til at vokse.

Man kan fange sollysets varme i en solfanger. „Lok“ varmen ned i en lukket kasse, fang den i en slange med vand og mål temperaturen før og efter.

Vær opmærksom på, at en solfanger giver den bedste effekt ved en hældning på 45-60 grader og direkte vendt mod syd.

### OPGAVE:

**Lav din egen solfanger.**

Tegn en forsøgspstilling og skriv en materialeliste. Når dette er godkendt hos læreren, kan I gå i gang med at løse opgaven.

Hvem vinder med den højeste temperatur i klassen?

## Jordvarme

Jordvarmen er ikke skabt af solen, men i jordens indre.

Geotermisk energi er varme fra jordens glødende indre. I Danmark kan man hente jordvarme op fra 1.000-1.500 meters dybde. Jordens kerne består af bl.a. nikkel og jern. Den begynder i en dybde af 2.900 kilometer og består af en flydende ydre del – med en indre fast masse. Varmen dannes hovedsagelig ved sønderdeling af grundstofferne uranium, thorium og kalium. Herved frigives der energi i form af jordvarme.

I Danmark har geotermi kun været udnyttet i et mindre anlæg i Thisted, som blev bygget i 1984, udvidet i 1988 og igen i år 2000.

I København er det for første gang lykkedes at pumpe 70 grader varmt vand op fra undergrunden. Man håbede at finde 80 grader varmt vand, men 70 grader er tilstrækkeligt til at kunne overføre varme til det københavnske fjernvarmenet. Der er faktisk store mængder af det varme vand, viser de seneste resultater af en prøveboring ved Amagerværket, der blev afsluttet i sensommeren 2002.

Boreddybden var 2.684 meter i den københavnske undergrund, hvorfra det varme vand blev pumpet op. Skønmæssigt vil et fremtidigt anlæg

kunne forsyne ca. 4.000 københavnske boliger med varme fra jordens glødende indre.

Der arbejdes meget på at udnytte denne energiform, og forskerne tror, at det på et tidspunkt vil svare sig at hente varmt vand op fra undergrunden.

## Biogas

Biogas produceres af organisk affald fra landbrug og fødevarerindustri samt husholdningsaffald og slam fra rensningsanlæg. Desuden udvindes biogas fra lossepladser. Biogassen kan bl.a. bruges til at producere varme, idet den mest består af metangas, som vi kender fra naturgasen.

Der findes også en del gårdanlæg. Her bruges dyrenes afføring i et biogasanlæg, hvor der produceres gas. Gassen bruges til opvarmning af gårdene, så dyrene er altså selv med til at producere varmen til bl.a. stalden.

## Mad og gas

Få varme, når du har brug for det ...

Med et gaskomfur får man mere ud af den tid, der bruges i køkkenet. Her er varmen der, så snart du har brug for den, og den forsvinder, når der skrues ned.

Åben ild har været brugt til madlavning, lige siden man opdagede ilden – charmen herved er aldrig forsvundet. At kokke bruger gasblus, er ikke en til-



fældighed. God madlavning afhænger af korrekt varmeindstilling og hurtig ændring af temperaturer.

Gas har den store fordel, at du kan bruge alle slags gryder, potter og pander,

også bedstemors gamle stegegryde. Gasflammen fordeler varmen op ad siderne af f.eks. gryden og derved overføres varmeenergien på en større flade end ved elplader, især hvis gry-

dens bund ikke er helt jævn og derved ikke passer til den flade elplade.

„Gi den gas“, så får du sprøde grøntsager og stegt kød på rekord tid, og du sparer væsentligt på CO<sub>2</sub>-udslippet.

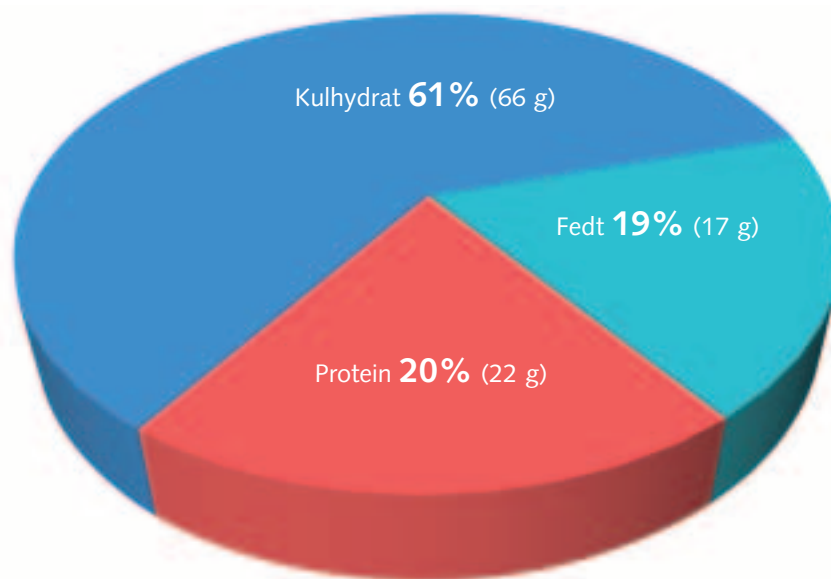
## Lynstegt kyllingeret

3-4 personer

*Ingredienser*

### Sauce:

- 3 tsk majsstivelse
  - 2 dl hønsebouillon
  - 4 spsk sojasauce
  - 1 spsk chilisauce
  - 3 spsk olie
  - 1 pk. rejer (optøede, ca. 200 gram)
  - 400 gram kyllingefilet
  - 2 fed hvidløg, fint hakket
  - 1 spsk ingefær, fint hakket
  - 4 forårsløg
  - 1 ds majs
  - 1 stk. rød peberfrugt
- Salt + peber



Energi pr. pers: 1860 kilojoule (448 kcal)

### Tilbehør

Kogte ris. Se risposens mængdeangivelse. Husk at tilsætte salt. Evt. 2 gulerødder og 2 løg

### Fremgangsmåde

Majsstivelse, hønsebouillon, sojasauce, chilisauce blandes. Olien opvarmes i

en wok eller en tykbundet gryde. Kyllingefilet, hvidløg og ingefær tilsættes og lynsteges i 2 min. Forårsløg og peberfrugten skæres i tynde strimler. Tilsættes og lynsteges ca. 1 min. Sauce tilsættes og koges, ca. 1 min. indtil sauce er tyk. Rejerne tilsættes og koges meget hurtigt op.

Risene kan evt. koges sammen med lidt løg og meget fintsnittede gulerødder. Gulerødderne tilsættes, når ris og løgene er kogte og bliver opvarmet af risenes varmeenergi.

Tilberedningstid: ca. 40 min.



# Fremtiden er ren. Fremtiden er brint

De fleste eksperter er enige i, at gasarten brint ( $H_2$ ) er fremtidens energiform. Brint har en lang række fordele sammenlignet med nutidens energiformer.

Hvis biler kører på brint, er udstødningen rent vand, som kan drikkes. Motoren er en brændselscelle, der omsætter brint til el – meget mere effektivt, end de store kraftvarmeværker gør det i dag. Derfor kan man forestille sig, at bilen står i garagen og laver strøm og varme til huset!

Inde i huset er varmeinstallationen

udskiftet med en brændselscelle, der kan træde til, når bilen er ude at køre. Hvis der bliver lavet for meget el, kan man sælge lidt til elseskabet!

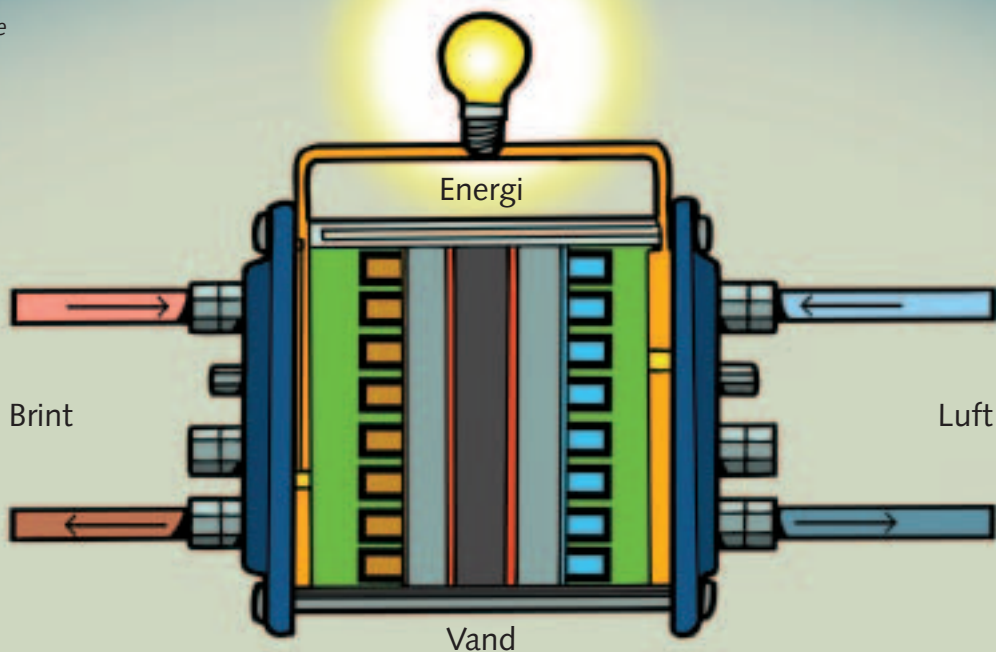
Brændselsceller kan også bruges omvendt; altså til at producere brint fra vand og el. Dette kaldes elektrolyse. Hvis elektriciteten kommer fra vedvarende energikilder, er produktionen  $CO_2$ -neutral. Problemet med vedvarende energikilder som f. eks. vindmøller er, at de kun leverer el, når vinden blæser.

Ved at lave elektriciteten om til brint, kan energien opbevares og sendes

gennem gasrør hen til folks boliger, når der er brug for det.

Det er dyrt at køle og komprimere brinten så meget, at den fortættes og bliver til væske. Derfor er man nødt til at opbevare brinten i gasform. Gassen fylder så meget, at det ikke er rentabelt at bygge tanke til opbevaring. I stedet benyttes såkaldte kaverne. En kaverne er et hulrum i en salthorst. I dag findes der bl.a. et anlæg til opbevaring af naturgas i kaverne. Dette anlæg findes i Lille Torup som ligger lidt nord for Viborg.

Brændselscelle





*Brintenergi er ren energi.*

Forskningscenter RISØ, der ligger ved Roskilde fjord, er i dag langt fremme med at producere brændselsceller, og der forskes også i elektrolyse. EU viser stigende interesse for elektrolyse, og de første store pengebeløb til forskning er blevet bevilget. På Island arbejdes der målrettet mod et egentligt brintsamfund.

Brintbiler er stadig væsentligt dyrere end benzinbiler. Hovedparten af brint stammer fra omdannelse af fossile brændsler, derfor er brint dyrere at producere end benzin.

Det er et stort problem at udvikle billige beholdere til brint, som er et meget aktivt stof. Forskerne arbejder på sagen, og de skal nok finde en løs-

ning, så brintbilen, der allerede er opfundet, bliver en del af vores liv.

Brintbiler kører allerede rundt i Tokyo og Los Angeles.

Måske går udviklingen så hurtigt, at du allerede om 5 år kan køre i brintbil!

# Indeks

## A

Anlægsloven 16  
 argon 23, 25  
 atmosfære 20, 25, 26  
 atmosfæriske luft 20, 25  
 atomer 20  
 Auer, Dr. Carl 8  
 Auernet 8  
 Auers gasglødelampe 8

## B

biogas 20, 27, 28  
 brint (hydrogen) 2, 3, 20, 30, 31  
 brintbiler 31  
 brændselscelle 30, 31  
 brændværdi 7

## C

CO (kuloxid) 20  
 CO<sub>2</sub> (kuldioxid) 3, 18, 19, 20, 21,  
 26, 27, 29, 30

## D

Dansk Undergrunds Consortium 10, 12  
 drivhuseffekt 19, 26

## E

elektrolyse 30, 31

## F

fedt 6, 29  
 fjernvarme 18, 27, 28  
 FN 11  
 forbrændingsprocessen 21  
 Forskningscenter RISØ 31  
 forurening 11, 18, 21, 23, 27

## G

gasmolekyler 20  
 gasværk 4, 6, 7, 8, 10  
 Gormfeltet 15

## H

Helmont, Jan Baptista van 4  
 Hvidbjerg 6

## I

ilt (oxygen) 20, 25  
 Irgens, Johannes 6

## J

jordvarme 28

## K

klimaskærm 23  
 koks 8, 10  
 kraft-varme-værk 18, 19, 30  
 kuldioxid 16, 20, 21, 25, 26, 27  
 kulgas 8, 10  
 kulhydrat 29  
 kvælstof 20, 21, 25, 27  
 Kyotoaftalen 19, 27

## L

ledningsnettet 17

## M

Murdoch, William 4, 5, 6

## N

naturgas 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 15,  
 16, 17, 18, 19, 20, 27, 30

naturgasbehandlingsanlæg 15  
 nitrogen 25

## O

olie 4, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18,  
 26, 27, 29  
 oliekrise 12, 26

## P

petroleum 7  
 produktionsplatform 13, 15  
 protein 29

## R

raffinaderi 15

## S

solenergi 28  
 svovl 8, 15, 16, 27  
 svovldioxid 27  
 Syd Arne 13, 15  
 syredannelse 27

## T

termometer 23, 24  
 tran 4, 6, 8  
 Tyrafeltet 15  
 tælle 4, 6, 8

## V

varmestråler 23, 26

## W

Watt, James 4



# Tidslinje

- 300.000.000 f.kr Der dannes kul
- 65.000.000 f. kr. Der dannes olie og naturgas
- 5.000 f.kr I Ægypten bliver papyrus forarbejdet og benyttet som papir.
- 2.000 f.kr Kineserne opdager den magnetiske tiltrækning
- 1.000 f.kr Zaraduserne afbrænder naturgas i deres templer
- ca. 700 f.kr Grækerne opdager elektrisk tiltrækning ved at gnide på rav
- ca. 300 f.kr Grækeren Aristarchus argumenterer for, at Solen er centrum i Solsystemet
- 1564 Blyanten bliver opfundet, da man opdager en enorm grafitforekomst i England
- 1769 Den skotske ingeniør James Watt opfinder den moderne dobbeltvirkende dampmaskine  
Enheden for energi effekt, Watt, er opkaldt efter ham
- 1783 Brødrene Joseph og Jacques Etienne Montgolfier fra Frankrig sender den første, ubemandede varmluftballon til vejrs. Den vejede 136 kg.
- 1807 Robert Fulton, amerikansk ingeniør, opfinder det første anvendelige dampskib
- 1813 Johannes Regens i København tænder de første gaslygter til udendørsbelysning
- 1829 George Stephenson, engelsk ingeniør, udvikler det første driftsikre damplokomotiv (32 km/t).
- 1853 Første offentlige gasværk i Odense
- 1861 Petroleum kom til Danmark
- 1865 Den første danske naturgas bliver fundet
- 1885 Auernettet opfindes
- 1892 5. maj åbner Københavns første offentlige elværk
- 1900 Kogegassen bliver almindelig i de danske byer
- 1914 1. verdenskrig bryder ud
- 1911 26. oktober stiftes „Dansk Gasværkbestyrer forening“. Siden 1993 hedder foreningen Dansk Gasteknisk Forening. (DGF)
- 1931 International Gas Union (IGU) Deltagerlandene var: England, Frankrig, Belgien, Holland, Norge, Schweiz og USA
- 1939 2. verdenskrig bryder ud
- 1940 Danmarks besættes
- 1941 Danmarks første naturgasbil præsenteres af Aage Larsen fra Alpha Gas,
- 1941 Den første naturgasbus i Danmark kører rundt i Frederikshavn-Sæby-Aalborg
- 1949 DGF bliver optaget i IGU
- 1954 Solceller bliver produceret
- 1962 DUC stiftes
- 1972 DUC pumper olie op af Nordsøen
- 1972 DONG stiftes
- 1973 Oliekrisen bryder ud
- 1979 Loven om Naturgasforsyning stadfæstes
- 1982 1. januar kommer naturgassen til Danmark fra Tyskland
- 1984 1. oktober åbner Dronning Margrethe for hanen til dansk naturgas
- 1985 Ozonhullet over Antarktis opdages af den engelske forsker Joseph Farman og hans kolleger
- 1991 Danmark bliver selvforsynende med olie og naturgas
- 1998 Gasmuseet åbner i Hobro
- 2001 Kyotoaftalen forhandles på plads
- 2002 „Bogen om Energien“ udgives første gang
- 2003 „Den naturlige Gas – Bogen om Energien 2“ udgives første gang



Denne bog er et supplerende materiale til „Projektet om Energien“. Bogen er et spændende tværfagligt undervisningsmateriale til 7.-8. klasser og viser, hvornår og hvorfor gas og senere naturgasen finder vej til de fleste danske hjem.

Historie og naturvidenskabelig udvikling hænger sammen som det at kende bogstaverne hænger sammen med at kunne læse. Når man ved hvornår og hvorfor, er det lettere at forstå hvordan.

Al udvikling rummer en historie; kend historien og vær med til at skabe udviklingen. Dette materiale rummer bl.a. mulighed for at udtænke og udføre fysik/kemiforsøg, balloner der letter og stiger til vejrs, samt at digte en forsker- hverdag, der måske en dag bliver din!

*Hanne Thomsen, museumsinspektør, Gasmuseet i Hobro*



Elselskaberne i Danmark gennemfører fælles oplysningskampagner for at hjælpe dig med at reducere energiforbruget. Kampagnerne administreres af foreningen for de danske eldistributionsselskaber, ELFOR.



Elsparefonden er en uafhængig fond med egen bestyrelse under Økonomi- og Erhvervsministeriet. Fonden skal fremme elbesparelser og en mere effektiv elanvendelse.



**NATURGASSELSKABERNE**

De danske naturgasselskaber, som ejer ledningsnettet, Hovedstadsregionens Naturgas I/S, Naturgas Midt-Nord I/S, Naturgas Fyn I/S og DONG A/S, transporterer naturgas ud til flere end 350.000 kunder med naturgas. I fællesskab koordinerer de gasselskabernes energispareaktiviteter og igangsætter projekter, der kan bidrage til energibesparelser i boliger og i virksomheder. Aktiviteterne er gasselskabernes bidrag til at opfylde samfundets krav om fremme af energibesparelser.