



Brint og brændselsceller i fremtidens energisystem

PARTNERSKABET FOR BRINT OG BRÆNDELSCELLER



Brint og brændselsceller

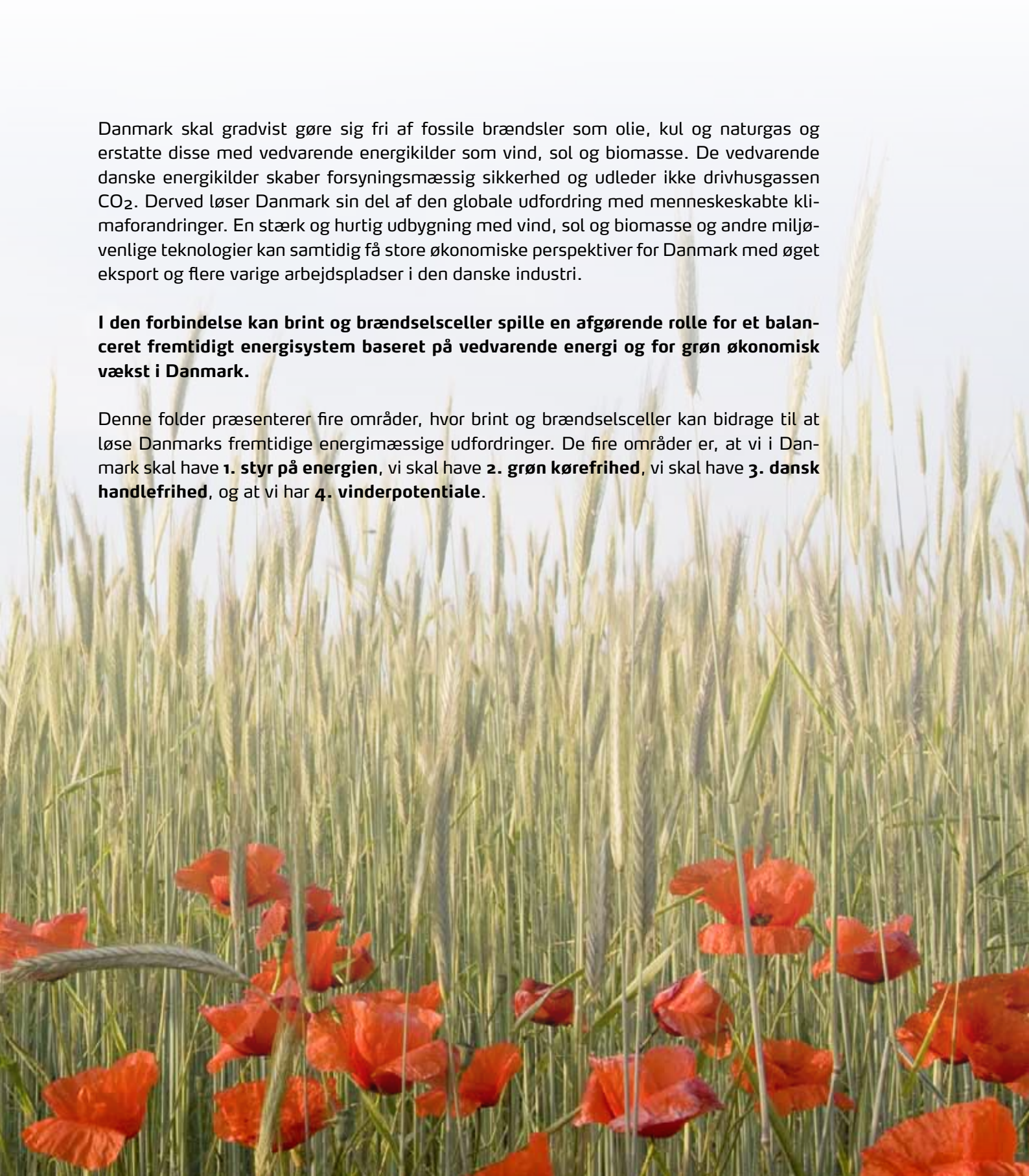
bidrager til at løse
Danmarks store udfordringer

**Brint og brændselsceller
i fremtidens energisystem**
er udgivet af Partnerskabet for brint
og brændselsceller, januar 2012.

**Redaktion: Aksel Mørtensgaard
og Dorthe Hillerup Vedsted**
fra Partnerskabet samt journalist
Steen Hartvig Jacobsen.

Design & layout: MONTAGEbureauet ApS
Tryk: Kailow Graphic A/S

**Fotos: H2 Logic A/S – Hyundai bil side 6
og fotos side 8 og 13,
Poul Rasmussen side 12 og 13,
Alex Tran side 13,
Danish Power Systems side 13,
øvrige fotos Colourbox.**



Danmark skal gradvist gøre sig fri af fossile brændsler som olie, kul og naturgas og erstatte disse med vedvarende energikilder som vind, sol og biomasse. De vedvarende danske energikilder skaber forsyningsmæssig sikkerhed og udleder ikke drivhusgassen CO₂. Derved løser Danmark sin del af den globale udfordring med menneskeskabte klimaforandringer. En stærk og hurtig udbygning med vind, sol og biomasse og andre miljøvenlige teknologier kan samtidig få store økonomiske perspektiver for Danmark med øget eksport og flere varige arbejdspladser i den danske industri.

I den forbindelse kan brint og brændselsceller spille en afgørende rolle for et balanceret fremtidigt energisystem baseret på vedvarende energi og for grøn økonomisk vækst i Danmark.

Denne folder præsenterer fire områder, hvor brint og brændselsceller kan bidrage til at løse Danmarks fremtidige energimæssige udfordringer. De fire områder er, at vi i Danmark skal have **1. styr på energien**, vi skal have **2. grøn kørefrihed**, vi skal have **3. dansk handlefrihed**, og at vi har **4. vinderpotentiale**.



1. Styr på energien

Der er et stærkt politisk ønske om at blive fri for olie, kul og naturgas i det danske energisystem senest i 2050. Regeringen ønsker, at elsystemet allerede i 2035 skal være 100 % baseret på vedvarende energi. Vindmøller er sammen med biomasse det mest oplagte alternativ i Danmark. Men vindmøller producerer energi "som vinden blæser", og biomasse bliver en knap ressource. Derfor er der brug for anlæg, der kan stabilisere elnettet; både ved at stabilisere vindmøllernes varierende energiproduktion og ved at sikre, at vi får mest muligt ud af biomassen. Brint og brændselsceller kan spille en afgørende rolle for at sikre denne stabilitet.

Stabilisering over korte perioder

Brændselscellebaserede mikrokraftvarmeanlæg, der producerer el og varme i den enkelte husstand, og elbiler med batterier og brændselsceller kan ligesom varmepumper udjævne svingninger i vindmøllernes elproduktion over sekunder, minutter eller timer. Dette spiller sammen med det såkaldte "Smart-Grid", som kan bringe det danske elnet i balance. SmartGrid er et moderniseret intelligent elnet, der leverer elektricitet fra leverandør til forbruger ved hjælp af digital teknologi.

Stabilisering over lange perioder

I dage og uger med manglende elproduktion fra vindmøllerne har elsystemet behov for andre anlæg, der også kan producere el ud fra energi, der er lagret fra tidligere perioder med overskud af produktion af vedvarende energi. Altså skal fremtidens energisystem også kunne lagre el. El kan lagres ved at blive omdannet til brint, der blandt andet kan opbevares i det eksisterende naturgassystem. Biogas og brint, de såkaldte VE-gasser, kan også opgraderes til naturgaskvalitet og til flydende syntetiske brændstoffer, der begge er meget egnede til lagring.

Brændselscelleteknologier er løsningen

Elektrolyseanlæg, der bruger vindmølleproduceret el til at omdanne vand til brint, og brændselscellesystemer, der kan producere el fra brint og andre miljøvenlige brændsler, vil blive vigtige elementer i balancering af elnettet – så vi får et sikkert, økonomisk effektivt og miljøvenligt energisystem.



**Brint og
brændselsceller kan
spille en afgørende
rolle for at opnå et
balanceret og effek-
tivt energisystem med
mange vindmøller**

2. Grøn kørefrihed

Brint og brændselsceller kan få afgørende betydning i fremtidens miljøvenlige transport. Brændselscellesystemer kan integreres i køretøjer, så de bliver et forureningsfrit alternativ til benzin- og dieslbiler.

Brændselscellebilen

Brændselscellebilen er en elbil og adskiller sig fra benzin- og dieslbiler ved at være støjfri og lugtfri. Udledningen er med brint som brændstof partikel- og CO₂-fri.

Selvom brændselscellebilen er en elbil, adskiller den sig fra de traditionelle batteridrevne elbiler ved at have længere rækkevidde. Mens en batteridrevet elbil under kørsel aflades og tømmes for strøm, producerer en brændselscellebil kontinuerligt el ud fra brint som optanket brændstof. Optankning er hurtig og varer højst 3 minutter.

Internationale bilproducenter, for eksempel Hyundai og Daimler, har i dag udviklet prototyper af brændselscellebiler, der på én tank brint kan køre mere end 500 kilometer. Tilsvarende kørefrihed kan opnås med grøn metanol som brændstof. Brændselscellesystemer i biler kan give så stor rækkevidde, at kørefriheden og kørekomforten kan konkurrere med benzin- og dieseldrevne biler.

Infrastruktur

Brændselscellebilerne har dog i dag ikke samme bevægefrihed som benzinbilerne. Der mangler tankstationer til at tanke brint, miljøvenlige gasser eller grøn metanol. Men Danmark har allerede fået sin tredje brinttankstation i 2011 og er med i et skandinavisk samarbejde, der har som mål at opbygge en brintinfrastruktur i Skandinavien.

Fremtiden

Brændselscellebiler forventes således at få afgørende betydning og stor udbredelse inden for fremtidens grønne transport. Partnerskabet for brint og brændselsceller regner med, at brændselsceller med brint og metanol som brændstof først bliver udbredt inden for intern transport i virksomheder, i arbejds- og servicekøretøjer, til forsyning af køleanlæg i kølebiler og til færger under havneophold. Skrappe miljøkrav kan være med til at udvikle de første kommercielle markeder.





**Brint og
brændselsceller
kan spille en
afgørende rolle for,
at grønne elbiler får
længere rækkevidde**

3. Dansk handlefrihed

Danmark har gode elforbindelser til Norge, Sverige og Tyskland. Danmark kan derfor sælge el til udlandet, når de mange vindmøller producerer mere, end vi selv kan bruge, og vi kan importere el, når vindmøllerne ikke kan dække vores eget behov. Udveksling af elproduktion foregår på markedets vilkår, så det er udbud og efterspørgsel, der bestemmer prisen.

Et solidt europæisk elsystem er ikke nok – vores el skal udnyttes

Vindmøllernes elproduktion skal anvendes lige så snart, den produceres. Det betyder, at vi i Danmark er nødsaget til at sælge vores vindmølle-el når der er overskud og markedspriserne typisk bliver lave, og købe af vores nabolande når vi har underskud af el og markedspriserne let bliver høje.

Derfor kan der være god handelsmæssig logik i at optimere anvendelsen af vores overskydende vindmølle-el. Dette kan foregå ved at supplere de danske vindmøller med elektrolyse-, biogas- og katalyseanlæg, der kan omdanne vindmølle-el til VE-gas og syntetiske flydende brændstoffer. Overskydende elproduktion kan derved lagres for senere at kunne bruges til at producere el i brændselscelleanlæg, når vindmøllerne ikke kan dække det danske forbrug, eller til at producere brændstoffer, der bl.a. kan anvendes i transportsektoren.

Større værdi af vindmølle-el

Løsningen med produktion af VE-gas gør Danmark mindre afhængig af el- og gasimport fra vores nabolande – Danmark får så at sige **"større uafhængighed"**. Herved kan Danmark deltage i den internationale handel med el, således at vi får en større værdi af elproduktionen fra de danske vindmøller. Vi får samtidigt opbygget en højere grad af forsyningssikkerhed.

Der er derfor store perspektiver i også at satse på brint- og brændselscelleteknologier i Danmark, når politikerne ønsker at skabe et energisystem med mange vindmøller.



**Brint og
brændselsceller kan
spille en afgørende
rolle for en stærk
dansk position på
det internationale
elmarked og for dansk
forsyningsikkerhed**



4 Vinderpotentiale

I hele verden skal man i de kommende årtier omstille forbruget af olie, kul og naturgas til vedvarende energi. Danmark har allerede høstet de første gevinster ved denne omstilling gennem eksport af vindmøller, der i 2010 nåede op på 46 milliarder kr. Vindmølleindustrien har skabt 25.000 grønne arbejdspladser i Danmark.

Danmark er med

Brint- og brændselscelleområdet kan skabe lignende resultater, hvis Danmark tilsvarende satser på tidlig udvikling af miljøvenlige og effektive løsninger inden for brint og brændselsceller. Danmark har nemlig i dag adskillige virksomheder inden for brint- og brændselscelleteknologier, der er blandt de internationalt førende. Med det rigtige skub fremad vil de kunne skabe store resultater. De danske teknologiske udviklingsaktiviteter har været intensivt støttet af EUDP (Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram).

Danske virksomheder er nået langt med brændselscellesystemer til mikrokraftvarme, der kan producere el og varme i énfamiliehuse. Større brændselscellebaserede kraftvarmeanlæg på op til 50 MW vil på sigt også kunne levere ydelser af betydning for elsystemet og til en lav pris. Vi er førende med produktion af nødstrømsanlæg og back-up til IT-systemer og telekommunikation. Vi står i spidsen for store europæiske projekter for udvikling og afprøvning af infrastruktur til brint i transportsektoren.

Hvordan skaber vi resultaterne?

Hvis vi i de kommende år kan opbygge et stærkt hjemmemarked for ovennævnte systemløsninger – ligesom vi i 1980'erne og 1990'erne skabte et hjemmemarked for danske vindmøller – kan danske virksomheder tilbyde konkurrencedygtige løsninger, når udlandet om nogle år for alvor begynder at efterspørge alternativer til olie, kul og naturgas.

Dansk vækst

Brint- og brændselscelleindustrien har beregnet, at en hurtig satsning på teknologiudvikling i Danmark kan skabe titusindvis af nye arbejdspladser; både til ingeniører og teknikere, der skal gøre produkterne mere effektive og konkurrencedygtige, og til faglærte og ufaglærte arbejdere, der skal producere disse.



**Brint og
brændselsceller er et
dansk styrkeområde,
hvor en hurtig
satsning kan skabe
vækst med tusinder
af grønne arbejds-
pladser i Danmark**

Facts om teknologierne



Brændselsceller stablet i en brændselscellestak.

Brint er et hyppigt grundstof

Brint er en farveløs og lugtfri gas. Sammen med kul og ilt er brint det vigtigste grundstof i levende organismer. Brint har videnskabeligt været kendt i et par hundrede år, og siden år 1800 har man kunnet spalte vand til brint og ilt ved hjælp af en proces, der kendes som elektrolyse. Brint har i mange år været brugt til forskellige formål i industrien, men i de senere år har man også fået øjnene op for brints store værdi i et miljøvenligt energisystem.



Brændselsceller er en kendt teknologi

Princippet bag et brændselscellesystem har været kendt i snart to hundrede år, men moderne brændselsceller fik først deres gennembrud med udviklingen af rumfart. En brændselscelle består af en lille porøs plade af cirka én millimeters tykkelse med kantlængder op til cirka 20 centimeter. En sådan plade består af en ionledende elektrolyt, der er omgivet af en elektronledende katode og en anode, som forsynes med iltholdig gas (luft) og brintholdig gas (brændsel). Ved den elektrokemiske proces i brændselscellen omsættes dermed ilt og brint til elektricitet og vand. For at få en tilpas stor spænding stables de enkelte brændselscelleplader til store stakke (se billedet til venstre). Brændselsceller udmærker sig ved at omsætte kemisk energi direkte til elektrisk energi med en relativ høj el-virkningsgrad. Der findes flere typer brændselsceller med hver deres fordele og ulemper.



Elektrolyse kan nyttiggøre ekstra el fra vindmøller

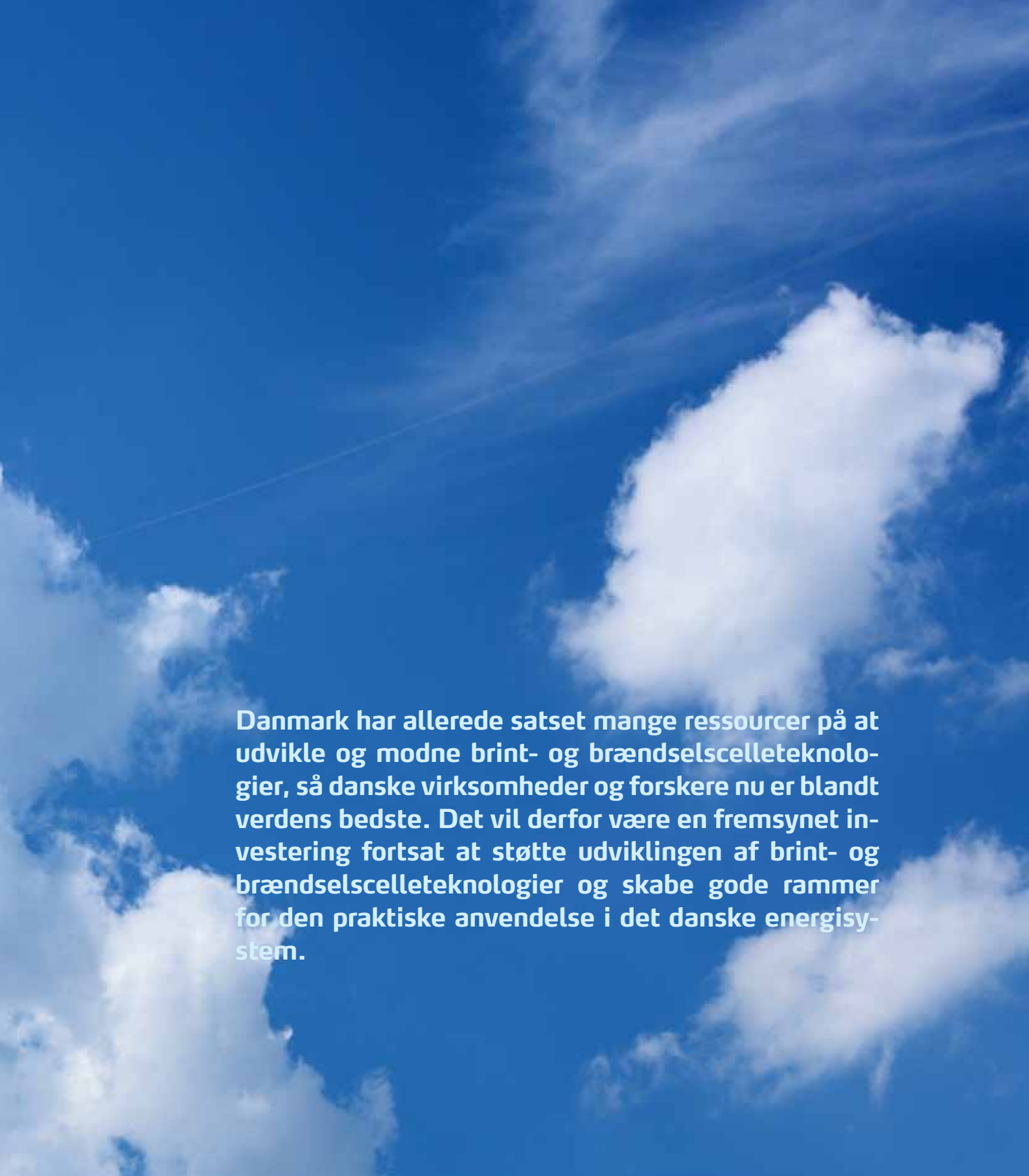
Elektrolyse er en elektrokemisk proces, der foregår ved, at el ledes via elektroder gennem vand, der derved spaltes til ilt og brint. Elektrolyse foregår derved som en "omvendt" brændselscelleproces. Der arbejdes i disse år på at udvikle konkurrencedygtige elektrolyseanlæg ved at udnytte den stærke danske viden om de vigtigste typer brændselsceller. Elektrolyseanlæg kan bruge den ekstra elproduktion fra vindmøller til at omdanne vand til ilt og brint. Herved kan vindmølle-el sammen med organisk materiale omdannes til VE-gas, der kan opkvalificeres til naturgaskvalitet og til flydende brændstoffer. Gas kan lagres billigt over lang tid og i store mængder i den eksisterende gasinfrastruktur, hvis levetid rækker godt om på den anden side af 2050.



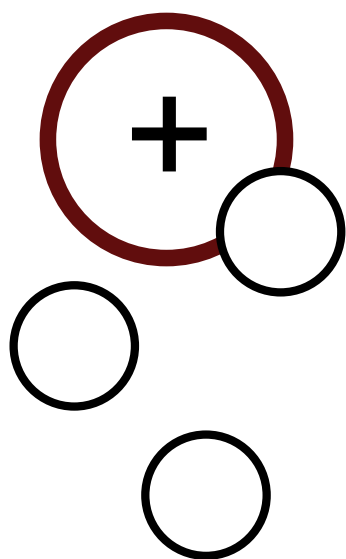
Brint og **brændselsceller**

**bidrager til at løse
Danmarks store udfordringer**





Danmark har allerede satset mange ressourcer på at udvikle og modne brint- og brændselscelleteknologier, så danske virksomheder og forskere nu er blandt verdens bedste. Det vil derfor være en fremsynet investering fortsat at støtte udviklingen af brint- og brændselscelleteknologier og skabe gode rammer for den praktiske anvendelse i det danske energisystem.



Læs mere om brint
og brændselsceller på
www.hydrogennet.dk

c/o DI • Sundkrogskaj 20 • 2100 København Ø • Tlf. 3920 2003

