

Nr. 191 | marts 2004

Brint i busserne om 10-15 år

Brint kan være alternativ til olie som drivmiddel i den kollektive trafik

Brint kan erstatte olie

>

Energiforbruget til transport vokser hastigt. Der er global konsensus om, at brint er det mest oplagte alternativ til olie – når en række teknologiske barrierer er overvundet og prisen er kommet ned.

CUTE viser vejen

>

Foreløbige resultater fra Clean Urban Transport for Europe lover godt for den fremtidige anvendelse af brint-teknologi i bybusser. Dansk forsker mener, at brintbusser i stor stil meget vel kan rulle i EU's storbyer inden for 10 til 15 år.

Dansk brintbusser i Vestjylland.

>

Ringkjøbing Amt arbejder som den eneste region i Danmark for at indføre både brintbusser og regionale brinttog - forudsat at det lykkes at tiltrække offentlige støttemidler og private investorer.

Dette nyhedsbrev ser på erfaringerne fra et stort EU-demonstrationsprojekt om brint til kollektiv trafik.

På grund af den voldsomme stigning i antallet af biler, lastbiler og busser, tegner transportsektoren sig for det hurtigst voksende CO₂-udslip på globalt plan. Sektoren repræsenterer samtidig næsten halvdelen af det samlede olieforbrug i EU og 65 procent af forbruget i den vestlige verden. Med udsigt til at verdens olieproduktion topper inden for de kommende 10 til 25 år – med stigende priser og voksende afhængighed af olie fra Mellemøsten og andre politisk ustabile regioner til følge – er der stor fokus på udvikling af alternativer til olien.

Hvad er brint, og hvad kan det bruges til?

Brint er en gas, der fungerer som "energibærer" på samme måde som elektricitet, men har den fordel, at den kan lagres. Når brint bruges som brændsel i en brændselscelle, er CO₂-udledningen lig nul, fordi det eneste biprodukt ved energiproduktionen er vand. Derfor kan brint bruges til miljørigtig produktion af energi – både elektricitet og varme – og som brændsel i brændselscellemotorer, som kan erstatte motorer, der kører på brændsler som olie og benzin.

Brint har et højt energiindhold i forhold til sin vægt, men en lav massefylde, hvilket vil sige, at et gram brint fylder meget. Derfor skal brint opbevares under højt tryk, sådan at man får den samme mængde energi til at fylde mindre.

Og her spiller brændselsceller og brint en hovedrolle på verdensplan. Både USA og EU stiler efter at blive selvforsynende med drivmidler, hvilket er en stærk drivkraft for udviklingen af brintteknologi. I USA kanaliserede regeringen sidste år et milliardbeløb til brintforskning i projektet "Freedom Car", som skal sætte skub i udviklingen af brintdrevne køretøjer. Brintforskning målrettet transportsektoren er også på dagsordenen i vores nabolande Island, Norge og Sverige. Island satser på at opbygge verdens første egentlige brintsamfund, hvor vandkraft og geotermi skal udnyttes til produktion af brint, som skal bruges som brændstof i brændselsceller. Cellerne skal producere el til elmotorer, som skal erstatte oliemotorer i blandt andet busser, biler og den islandske fiskeriflåde. Udover at undgå import af olie opnår man en støjsvag transport og en motorudstødning, der udelukkende består af vanddamp. Dermed er CO₂-forurening historie. Nordmændene har blandt andet igangsat projektet HyNor, som skal føre til etablering af en "hydrogenvej" med brinttankstationer fra Stavanger til Oslo. Projektet ventes fuldført i 2008 og har til formål at fremme udnyttelsen af brint i den norske transportsektor. EU satser ligeledes stort på brint – både begrundet i de økonomiske og jobmæssige perspektiver, der følger af at komme først med teknologiske løsninger, der kan masseproduceres, men også for at finde frem til alternativer til olien. Sverige er blandt deltagerlandene i EU's store, aktuelle demonstrati-

Udgiver

Teknologirådet
Antonigade 4
DK - 1106 København K
Tel. 33 32 05 03
rtt@tekno.dk

Abonnement

Gratis pr. email
Tilmelding på:
rtt@tekno.dk
Tidligere nyhedsbreve findes på:
www.tekno.dk/rtt.htm

ISSN: 1602-4311

onsforsøg med brint som drivmiddel i kollektiv trafik. Forsøget har fået navnet CUTE – Clean Urban Transport for Europe – og omfatter test af 30 forureningsfri og lydsvage, brændselscelledrevne brintbusser i ti europæiske byer.

Facts om CUTE-projektet

Demonstrationsforsøg med brintbusser kører i de ti europæiske byer Madrid, London, Stockholm, Amsterdam, Hamburg, Stuttgart, Luxembourg, Porto, Barcelona og Reykjavik. Forsøget er et led i EU's strategi for energiforsyning, som sigter mod at mindske luftforurening og begrænse EU's afhængighed af energi fra omverdenen. Brændselscellebusserne er bygget over en standardbus fra Mercedes, som har fået monteret højtrykstanke til brint i forenden af bussens forstærkede tag. Brinten opbevares under et tryk på 350 bar. Bussen kan køre 200 km på en optankning.

Overordnet har CUTE til formål at udvikle bæredygtige transportformer. Idéen er at den fremtidige produktion af brint skal ske regionalt og primært ud fra vedvarende energikilder. I CUTE afprøves forskellige energikilder – 10 procent kommer fra vindenergi, 10 procent fra solenergi, 20 procent fra vandkraft, 40 procent fra naturgas og 20 procent fra andre fossile energikilder.

Alle aspekter af brint som brændsel testes under forskellige vejrlig i henholdsvis Syd- og Nordeuropa. Forsøget tester også brintproduktionsanlæg og infrastruktur til distribution af brint. Til infrastrukturen hører i hver by et specialværksted, hvor busserne kan tanke brint. CUTE blev søsat i 2001, i løbet af 2003 og starten af 2004 er alle de 30 busser kommet på gaden og hele projektet afsluttes i 2006. Forsøget har et samlet budget på ca. 400 millioner kr., hvoraf 137 millioner kommer fra EU's kasse. Transportgiganten DaimlerChrysler, der leder forsøget, spytter også penge i projektet. De øvrige interessenter er blandt andet EvoBus, Shell, Norsk Hydro, BP og det amerikanske firma Ballard, der leverer brændselscellerne. Projektet involverer også regionale elleverandører, transport- og konsulentfirmaer og forskningsinstitutioner. Kilder: Kaj Jørgensen, Det europæiske CUTE-projekt – www.fuel-cell-bus-club.com.

Brintbusser i Stockholm

Introduktionen af brintbusser via CUTE er blot den seneste "grønne", transportrelaterede aktivitet i Stockholm. Udviklingen har stået på i ti år og ført til, at byen i dag har mere end 700 miljømæssigt bæredygtige, offentlige køretøjer i brug – til både kollektiv trafik og diverse kommunale transportbehov, blandt andet verdens største flåde (250 styk) af ethanol-drevne busser og et stort antal biogasdrevne transportkøretøjer og personbiler (biogassen udvindes af afløbsvand). Via CUTE-projektet har byens

borgere siden begyndelsen af januar 2004 også kunnet vælge at køre med tre brintbusser – foreløbig i en toårig demonstrationsperiode. Björn Hugosson, ansat i Stockholm Kommunes Miljøforvaltning og projektleder for CUTE Stockholm, anser brintteknologien for at være særdeles lovende – og de foreløbige erfaringer fra CUTE-projektet underbygger hans forventninger. Introduktionen af brændselscellebusser i Stockholm kan vise sig at blive det næste vigtige skridt i udviklingen af det bæredygtige, kollektive transportsystem, som vi ønsker i fremtidens Sverige, fastslår han. Björn Hugosson fortæller, at brintbusserne i de første seks uger har opført sig upåklageligt. Det var ellers ventet, at de ofte lave vintertemperaturer i Stockholm kunne give problemer med brændselscellerne, men bekymringen har vist sig ubegrundet. Cellerne producerede uhindret den strøm de skulle i januars 13 til 15 frostgrader. I det hele taget har der kun været ganske få og små tekniske problemer med brintbusserne, siger han og understreger, at dette gælder overalt i Europa, hvor busserne er i drift – herunder i de lande, hvor de har været på gaden i snart et år.

Er det sikkert at anvende brint som brændstof?

Brint er – ligesom de fleste andre brændstoffer – brandfarligt, og skal håndteres med forsigtighed.

Hvis et brintdrevet køretøj blev involveret i et sammenstød i åbent land, ville risikoen for brand eller eksplosion være mindre, end det er tilfældet for et benzindrevet køretøj. Brinten ville, pga. sin lette vægt, hurtigt forsvinde ud i atmosfæren, hvor den ikke gør nogen skade, eftersom den ikke er giftig.

Hvis brint lækker ud i et mindre rum, f.eks. en garage, er der fare for brand eller eksplosion, når brinten blandes med luft. Men en brand ville hurtigt dø ud, eftersom brinten spreder sig i rummet, i stedet for at samle sig i en brændbar "gassky", sådan som det ville være tilfældet med benzin.

Teknikken fungerer altså, men til gengæld har bussernes brintforbrug vist sig at være væsentlig højere end forventet. Det har gjort driften tilsvarende dyre. Årsagen er blandt andet et større elforbrug end forventet i bussernes klimaanlæg, som sørger for henholdsvis køling og opvarmning alt efter temperaturen udenfor. En buskonstruktion, der er målrettet til brint og brændselsceller, vil imidlertid kunne optimere udnyttelsen af strømmen fra cellerne – og dermed reducere strømforbruget og forbruget af brint, mener Björn Hugosson. Brintbusserne i CUTE-projektet er ombyggede standardbusser, som er robuste, men langt fra optimale. Men en specialdesignet brintbus forudsætter enorme investeringer, og for overhovedet at få CUTE realiseret var det nødvendigt at holde udgifterne nede. Alene den svenske

Udgiver

Teknologirådet
Antonigade 4
DK - 1106 København K
Tel. 33 32 05 03
rtt@tekno.dk

Abonnement

Gratis pr. email
Tilmelding på:
rtt@tekno.dk
Tidligere nyhedsbreve findes på:
www.tekno.dk/rtt.htm

ISSN: 1602-4311

del af forsøget løber op i 60 millioner skr. til indkøb af busser og opbygning af en brinttankstation og et specialværksted.

Wake up call

Baseret på de hidtidige erfaringer fra CUTE-projektet, mener Björn Hugosson, at flere faktorer skal være på plads før brint kan blive et egentligt alternativ til olie som drivmiddel i transportsektoren. Den teknologiske løsning i CUTE-busserne er udviklet uden for bilindustrien – og er ikke designet med henblik på alle de problemer, der kan opstå som følge af blandt andet vibrationer, fugt og salt på vejene. Bilindustrien og dens underleverandører skal blive bedre til at udvikle løsninger, der udnytter brændselscelleteknologien optimalt. Det største problem er dog brændselscellernes høje pris – sammenlignet med hvad det koster at køre på olie. Björn Hugosson mener ikke, at man i Sverige har tilstrækkelig fokus på brintteknologien. For eksempel kunne politikerne til en start begynde at diskutere perspektiverne for alvor, siger han og fremhæver, at bilfabrikken Volvos salg til Ford blandt andet blev begrundet i Volvos ønske om at få adgang til brændselscelleteknologi for dermed at øge sin fremtidssikring som virksomhed. Det siger noget om storindustriens vurdering af perspektiverne, fastslår Björn Hugosson, der vurderer, at de svenske politikere generelt ikke har indset de enorme industrielle, miljømæssige og forsyningssikkerhedsmæssige perspektiver, som brint kan have for det svenske samfund. Men han håber, at CUTE-projektet kan blive et "wake up call" for politikerne.

Visionære vestjyder

Danmark deltager ikke i CUTE-projektet og har i de senere år reduceret støtten til brintforskning markant – særligt på demonstrationsområdet. Efter at det såkaldte brintprogram fra 1996 blev lukket ned i 2002, har det danske brintmiljø famlet sig frem og fået sværere ved at koble sig på internationale projekter, konstaterer civilingeniør Benny Christensen, der er en af hovedkræfterne i forsøget på at udvikle Ringkjøbing Amt til en "brintregion". I Ringkjøbing Amt mener man, at vejen frem er at satse på brint og brændselsceller overalt, hvor det er muligt i amtets energiforsyning og transportsektor. En arbejdsgruppe under amtet har netop barslet med forslag til initiativer på transportområdet, herunder den kollektive trafik. Arbejdsgruppen vurderer, at CUTE-projektet er så stort og ressourcerelevende, at det vil være urealistisk at motivere til nye aktiviteter på brintbusområdet før de endelige erfaringer fra CUTE foreligger. Til gengæld ønsker Ringkjøbing Amt at forberede sig på den fortsættelse til CUTE, som forventes realiseret i EU-regi om 3 til 4 år. Amtet vil med i den næste runde, men det forudsætter, at der opbygges en infrastruktur med brinttankstationer. For at nå det mål finder arbejdsgruppen det oplagt at igangsætte et forsøg med naturgasbusser i regionen – og i ét hug opbygge en infrastruktur, hvor man både kan tanke naturgas og brint. Det er

præcis, hvad man allerede har gjort i Malmö, hvor to busser siden efteråret 2003 har kørt på en blanding af naturgas og brint. Benny Christensen fortæller at lande som Tyskland, Norge, Sverige og Frankrig for længst har taget konsekvensen af, at naturgas er mere miljøvenligt end diesel. Her kører mange busser, andre kommunale køretøjer og taxaer i storbyerne på naturgas. I Danmark har man ikke hidtil ønsket via afgifterne at favorisere naturgas som drivmiddel. Men i Ringkjøbing Amt håber man, at både miljøfordelene og det faktum, at naturgas kan være et springbræt til en brintdrevne kollektiv trafik, kan få politikerne til at ændre holdning.

Hvordan produceres brinten?

Brint findes ikke i store mængder i naturen, så det er nødvendigt at producere den. Denne produktion kan foregå på flere forskellige måder, og ikke alle er "CO₂-neutrale":

Steam reforming – I den mest anvendte metode blandes en kulbrinte, ofte metan, med damp. Under højtryk og høj temperatur, og ved hjælp af en katalysator, spaltes kulbrinten til brint og CO₂.

Ved denne fremstillingsform er CO₂ altså et biprodukt.

Metan udvindes fra naturgas, eller kan alternativt produceres ved forgasning af biomasse.

Delvis iltning – Brint kan også produceres ved at få tunge kulbrinter, såsom olie og kul, til at reagere med ilt og damp. Her er der også CO₂ som biprodukt, og i større mængder, end det er tilfældet ved steam reforming.

Elektrolyse – Elektricitet anvendes til at spalte vand til brint og ilt. Ved denne form for fremstilling, er der ingen skadelige udledninger ved selve produktionen, men til produktionen skal der bruges elektricitet. Hvis der anvendes elektricitet fra vedvarende energikilder såsom vindmøller eller solceller, er der ingen miljømæssige bivirkninger. Hvis der derimod anvendes elektricitet produceret på et kraftværk med fossile brændsler såsom kul og olie, vil der være tale om forurenende udledninger af f.eks. CO₂, (SO₂ og NO_x).

Biologiske metoder – Flere typer af alger og bakterier kan producere brint ved fotosyntese eller gæring. Disse metoder er dog stadig på et forsknings- og udviklingsstadium.

Teknologier, som bliver relevante i fremtiden – Fotoelektrolyse, hvor solceller anvendes til spaltning af vand, uden brug af elektricitet. Denne produktionsform er helt forureningsfri.

Mulighed for brinttog

I Ringkjøbing Amt kunne man også tænke sig – som de første i verden – at igangsætte et forsøg med et brintdrevet regionaltoget, for eksempel på en 60 km lang privatbanestrækning i amtet. Den nødvendige

Udgiver

Teknologirådet
Antonigade 4
DK - 1106 København K
Tel. 33 32 05 03
rtt@tekno.dk

Abonnement

Gratis pr. email
Tilmelding på:
rtt@tekno.dk
Tidligere nyhedsbreve findes på:
www.tekno.dk/rtt.htm

ISSN: 1602-4311

teknologi er den samme som i CUTE-busserne – og springet fra bus til tog er derfor forholdsvis lille. Derudover vil det kun være nødvendigt at bygge ét tankningssted, nemlig i den ene ende af banen, forklarer Benny Christensen.

Hvis brintteknologierne skal udbredes til den kollektive trafik på landsplan er der, ifølge Benny Christensen, behov for, at staten investerer i afprøvning og videreudvikling – for eksempel i nogle udvalgte pilotområder i landet. Man danske virksomheder kan ikke alene trække udviklingen i gang, mener han. Der skal offentlige midler til.

Massemarked for brintteknologi tidligst i 2015

Det engelske teknologivurderingsinstitut, POST, har analyseret perspektiverne for brug af brint/brændselsceller i fremtidens energisystem – og konkluderer, at der er en voksende konsensus om, at brint kan komme til at spille en hovedrolle. I den engelske regerings "Powering Future Vehicles-strategi" fastslås det, at målet om en minimeret CO₂-udledning kan nås ved brug af brintdrevne brændselsceller, hvor brinten er fremstillet af vedvarende energi.

POST fastslår, at brint i fremtidens brintøkonomi vil blive produceret fra forskellige kilder og kan foregå i både lille og stor skala – fra store, centrale anlæg til små private. Brint kan for eksempel distribueres fra brintstationer langs vejene, via rørledninger eller i transportable tanke. De mange produktions- og distributionsmuligheder kan føre til dannelsen af en helt ny økonomi, hvor både virksomheder og enkeltpersoner kan blive brintproducenter.

Trods brintøkonomiens mange fordele er udviklingen ikke uundgåelig. Fremtidsscenerier har vist, at skiftet forudsætter enorme infrastrukturelle ændringer, som vurderes at være den største barriere i forhold til brintsamfundets udvikling. Andre studier konkluderer imidlertid, at en fuldskala ændring af samfundets infrastruktur i ét hug langt fra er nødvendig. I stedet kan man med fordel starte med at indføre brint på enkeltområder og i mindre geografiske områder, som man så gradvist kan binde sammen i en samlet infrastruktur, vurderer POST. I Danmark kunne Ringkøbing Amts initiativ blive platform for sådan en stille og rolig udbredelse af brint. I England er der bred enighed om, at det er mest oplagt at starte med at anvende brint i transportsektoren – først og fremmest som drivmiddel i busser og øvrige offentlige transportmidler. Det næste skridt bliver at udbrede brint til privatbiler og andre lette køretøjer. For at fremme brintforskningen har man i England dannet The UK Hydrogen Energy Network, men ifølge POST er der et udbredt ønske om at skabe et dedikeret brintprogram, som kan koordinere og finansiere brintforskning og støttestemonstrationsprojekter – sådan som det allerede foregår i blandt andet USA, Tyskland og Japan. Argumentationen er, at der er behov for koordineret forskning og demonstration – og en klar strategi, som kan fremme udviklingen af den nødvendige infrastruktur og markedsudvikling.

Det engelske teknologivurderingsinstitut fastslår, at der er behov for forskning/udvikling, som kan reducere omkostningerne ved brintteknologien, for at igangsætte flere demonstrationsprojekter og starte udviklingen af en brintrelateret infrastruktur. Et massemarked for brintteknologien vil være usandsynligt før tidligst i 2015.

Forudsætningerne for succes er til stede

Seniorforsker Kaj Jørgensen fra Risø forsker i fremtidens energiløsninger, blandt andet inden for trafikområdet. Han er særdeles positiv i sin vurdering af CUTE-projektet, som han mener har alle forudsætninger for at blive et af de første egentlige skridt i Europa mod en fremtid, hvor brint/brændselsceller er drivmiddel i den kollektive bytrafik. Når Danmark ikke deltager i CUTE-projektet kan det ifølge Kaj Jørgensen skyldes, at Hovedstadens Udviklingsråd tidligere har haft dårlige erfaringer med at deltage i blandt andet EU-forsøg med nye drivmidler og drivsystemer til busser – blandt andet et forsøg med en brintbus.

Den måde EU-projekter er skruet sammen på, hvor mange lande og interessenter skal være med, er utroligt sårbar. I dag er forudsætningerne for succes imidlertid bedre end nogensinde før. Teknologierne er kommet meget længere end for bare fem år siden, og de store bilfabrikker har investeret enorme summer og bundet stor prestige på området. Industriens interesse i at få det til at fungere er langt større end før i tiden, fastslår Kaj Jørgensen.

Bilindustriens investeringer i alternative drivmidler er dog fortsat små i forhold deres samlede forsknings- og udviklingsinvesteringer. Alligevel finder han det realistisk, at brint/brændselsceller kan blive et betydningsfuldt element i energiforsyningen til bybustransport i EU inden for 10 til 15 år. Når han alligevel venter, at der vil gå så relativt lang tid, skyldes det først og fremmest de højere omkostninger. Brændselsceller vil formentlig være relativt dyre indtil det tidspunkt, hvor de begynder at blive massefremstillet til personbiler. Samtidig er brint også en dyrere energikilde end olie. Der er dog store variationer i produktionsprisen alt efter om man for eksempel laver brint ud fra naturgas, som er relativt billigt, eller gør det ved at bruge strøm fra vedvarende energi til via en elektrolyseproces at omdanne vand til brint, som er relativt dyrt. Kaj Jørgensen pointerer, at der efter hans opfattelse ikke er nogen miljømæssig gevinst ved at skifte til brint, med mindre den fremstilles ud fra vedvarende energi. Dog mener han, at der kan være god mening i at bruge naturgasbaseret brint i en opbygningsperiode.

For at fremme indførelsen af brint/brændselsceller i bybusser er det ifølge Kaj Jørgensen nødvendigt med en kombination af lovkrav om at bruge teknologien og subsidier, der gør det økonomisk muligt for trafikalselskaberne. I dag betaler selskaberne hverken energiforsyning eller moms, hvilket resulterer i en pris på ca. 1 kr. pr. liter diesel. Det kan en ny teknologi som brint/brændselsceller ikke konkurrere

Udgiver

Teknologirådet
Antonigade 4
DK - 1106 København K
Tel. 33 32 05 03
rtt@tekno.dk

Abonnement

Gratis pr. email
Tilmelding på:
rtt@tekno.dk
Tidligere nyheds-
breve findes på:
www.tekno.dk/rtt.htm

ISSN: 1602-4311

med. Et incitament til at fremme brintudviklingen kunne være at lægge energiafgifter på bussernes diesel, som så blev ført tilbage til trafikskabet i den udstrækning, de anvender brintbusser. Samtidig kunne man indføre skrappe miljøkrav til busserne. I dag er der for eksempel ingen krav til bussernes energiforbrug, hvilket betyder, at de ikke kører særlig langt på literen – og udleder store mængder CO₂ til skade for klimaudviklingen. Det problem undgår man også med brintbusserne, fastslår Kaj Jørgensen, der anser en brintøkonomi i tæt samspil med elsystemet for at være det måske bedste alternativ til en olieøkonomi på lang sigt. Men man skal tage fat på at introducere brint nu – for ellers bliver den heller ikke en realitet på lang sigt, siger han.

Kilder til yderligere information

- Björn Hugosson, projektleder for CUTE Stockholm.
Bjorn.hugosson@miljo.stockholm.se. Tlf. 00 46 8 508 28 940.
- Benny Christensen, civilingeniør, Ringkjøbing Amt. gimbc@ringamt.dk. Tlf. 96 75 36 22.
- Kaj Jørgensen, Seniorforsker ved Afdeling for Systemanalyse, Forskningscenter Risø. Kaj.joergensen@risoe.dk. Tlf. 46 77 51 04.
- Det europæiske CUTE-projekt – www.fuel-cell-bus-club.com.
- CUTE Stockholm – www.branslecelsbuss.se.
- Brintaktiviteter i Ringkjøbing Amt – www.brintamt.dk.
- Parliamentary Office of Science and Technology – Nyhedsbrevet Postnote (Prospects for a hydrogen economy, 2002/186), Parliamentary Office of Science and Technology. www.parliament.uk/post/parliamentary/offices/post.cfm.
- Prospects for a hydrogen economy, POST nyhedsbrev, 2002/ nr.186 – www.parliament.uk/post/pn186.pdf.
- Nordic H₂ Energy Foresight – www.h2foresight.info.
- HyNor (det norske brintprojekt) – www.hynor.no.
- Rapporten "Hydrogen in Iceland, ECTOS and future infrastructure" – www.h2hh.de/downloads/skulason.pdf.
- White Paper: "European transport policy for 2010: time to decide" – http://europa.eu.int/comm/energy_transport/library/partie4-lb-en.pdf.
- Nyhedsportal om brintbiler (mange informationer kræver abonnement) – www.brintbiler.dk.
- Fuelcell Today – www.fuelcelltoday.com.
- Hydrogen Car Business – www.h2cars.biz.
- IRD Fuel Cells A/S (dansk producent) – www.ird.dk.

- Nordvestjysk Folkecenter for Vedvarende Energi – www.folkecenter.dk.
- European Fuel Cell Group Ltd. – www.fuelcell-eur.nl.
- Hydrogen Research Institute – www.ih.uqtr.ca.

Fra rådet til tinget udgives af Teknologirådets sekretariat. Redaktør Ida Leisner.

Dette nummer er skrevet af freelancejournalist Jakob Vedelsby.

De sidste fem numre Fra rådet til tinget er:

- 190: Infrastruktur åben for cyberterror?
- 189: Hold hus med elforbruget
- 188: Drop ja eller nej til GMO
- 187: Dansk energi-vision efterlyses
- 186: IT-privacy skal forbedres

Udgiver

Teknologirådet
Antonigade 4
DK - 1106 København K
Tel. 33 32 05 03
rtt@tekno.dk

Abonnement

Gratis pr. email
Tilmelding på:
rtt@tekno.dk
Tidligere nyhedsbrev
findes på:
www.tekno.dk/rtt.htm

ISSN: 1602-4311