



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Fuel cells and electrolysers in future energy systems

Mathiesen, Brian Vad

Publication date:
2008

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Mathiesen, B. V. (2008). *Fuel cells and electrolysers in future energy systems*. Aalborg: Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet. ISP-Skriftserie, No. 2008-19

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- ? Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- ? You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- ? You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Dansk resumé

Effektive brændselsceller og elektrolysesystemer er stadigvæk på udviklingsstadiet. I denne Ph.d.-afhandling analyseres fremtidens brændselsceller og elektrolyseanlæg i fremtidige vedvarende energisystemer. Forbrændingsteknologier dækker i dag størstedelen af elektricitets-, varme- og transportbehovet. Sammenlignet med disse traditionelle teknologier har brændselsceller en højere nyttevirkning. Der findes dog typer af energisystemer, hvor brændselsbesparelsen går tabt i teknologier andre steder i systemet.

Udgangspunktet for denne Ph.d.-afhandling er, at de forbedringer, der opnås ved at indføre brændselsceller, afhænger af energisystemets specifikke design og reguleringsmuligheder. Af samme årsag tilfører nogle brændselsceller mere værdi til energisystemet end andre. I afhandlingen præsenteres der både energisystemer, hvor brændselsceller opnår synergiefekter med andre komponenter i energisystemet, og energisystemer, hvor brændselscellens højere nyttevirkning går tabt i andre dele af systemet.

For at kunne identificere passende anvendelsesmuligheder for brændselsceller og elektrolyseanlæg i fremtidige energisystemer, skal der tages hensyn til, i hvilken retning energisystemerne udvikler sig. I denne Ph.d.-afhandling analyseres brændselsceller i forbindelse med energisystemer, der gradvist ændres fra det nuværende design, med store mængder fossile forbrændingsteknologier, til et fremtidigt design, der er baseret på 100% vedvarende energi. Brændselsceller og elektrolyseanlæg er analyseret i disse fremtidige vedvarende energisystemer, og konklusionerne skal derfor ses i denne kontekst.

I fremtidige energisystemer er der en risiko for, at de højere nyttevirkninger, der opnås ved hjælp af brændselsceller, går tabt, fordi systemet ikke er udrustet til at udnytte brændselscellernes fulde potentiale. Hvis brændselsceller erstatter gasturbiner i kraftvarmeverker, kan disse forbedringer gå tabt, fordi en større del af varmebehovet nu skal dækkes af kedler. I integrerede energisystemer kan den lavere varmeproduktion fra brændselscellekraftvarme erstattes af varme fra varmepumper i stedet for varme fra kedler ved brug af varmelagre. Dette giver en synergi mellem brændselsceller og varmepumper, hvor det fulde potentiale af brændselscellerne kan udnyttes. I integrerede energisystemer med større mængder fluktuerende vedvarende energi giver brændselsceller større brændselsbesparelser end i traditionelle energisystemer. De er derfor vigtige skridt på vejen mod fremtidige 100% vedvarende energisystemer.

Brugen af brændselsceller i decentrale kraftvarmeverker i stedet for gasturbiner ser særligt lovende ud, fordi brændselscellerne har en højere nyttevirkning i både fuldlast og delast. Brændselsceller bør ikke udvikles til grundlastværker men derimod til fleksible regulerbare værker i energisystemer med store mængder fluktuerende vedvarende energi og kraftvarme. Grundlastværker er ikke nødvendige i disse energisystemer. Med disse egenskaber kan

brændselscellerne erstatte kondenskraftværker. Der kan opnås en synergi ved at bruge brændselsceller i vedvarende energisystemer, fordi antallet af driftstimer mindskes og brændselscellernes levetid bliver mindre afgørende.

Brintbaserede mikrokraftvarmeanlæg med brændselsceller i individuelle husstande er ikke egnede til vedvarende energisystemer på grund af store tab i omdannelsen til hydrogen samt lavere reguleringsmuligheder i sådanne systemer. På kort sigt kan naturgasbaserede brændselsceller i mikrokraftvarmeanlæg udbrede kraftvarmeproduktionen, udover hvad der kan lade sig gøre med decentrale brændselscellekraftvarmeværker. Dette kan potentielt set øge effektiviteten af energisystemet og erstatte produktionen på kulkraftværker, men der er en risiko for, at produktionen på mere effektive brændselscellekraftvarmeværker dermed bliver fortrængt. På lang sigt bør det dog overvejes, hvilke brændselstyper mikrokraftvarmeanlæg kan anvende, og hvordan brændslet kan distribueres. Naturgas vil kun i begrænset omfang være til stede i fremtidige vedvarende energisystemer og efterspørgslen på brændstof i gasform, såsom biogas og syngas, vil stige betydeligt. Brændselscellekraftvarmeværker udgør derfor en mere brændselseffektiv mulighed for at udnytte disse knappe ressourcer. Varmepumper er en bedre opvarmningsform i individuelle husstande, da de er mere brændselseffektive og er forbundet med lavere omkostninger.

Både brændselscellebiler og batteridrevne elbiler har en højere nyttevirkning end køretøjer med traditionelle forbrændingsmotorer. I et fremtidigt vedvarende energisystem er elbiler mere egnede til transport end brændselscellebiler. Rækkevidden for elbiler kan dog være et problem i forhold til en del af transportbehovet. Her kan hybridbiler med både brændselsceller og batterier kombinere de to teknologiers høje nyttevirkning og øge rækkevidden. Hybridbiler er ikke analyseret i denne afhandling.

På kort sigt er brint fra elektrolyseanlæg en unødvendig løsning, og på lang sigt er visse anvendelser mere egnede end andre. Andre energilagringsteknologier, som f.eks. store varmpumper på kraftvarmeværker samt elbiler, bør indføres som de første, fordi disse teknologier er mere brændselseffektive og har væsentlig lavere omkostninger. Elektrolyseanlæg bør kun implementeres i energisystemer med store mængder fluktuerende vedvarende energi og kraftvarme. De udgør dog en vigtig del af 100% vedvarende energisystemer, fordi de kan erstatte biobrændsler. I disse systemer bør elektrolyseanlæg udvikles til at have størst mulige nyttevirkning, mest fleksible reguleringsmuligheder og lavest mulige omkostninger.
