

Redox flow-batterier til energilagring

Projektet "DanKoBat" har til formål at udvikle en fremtidig generation af billige stationære redox flow-batterier til lagring af vedvarende elektricitet, der vil reducere omkostningerne ved ellagring.

Af Kobra Azizi¹, Dirk Henkensmeier²,
Søren Primdahl¹ og Hans Aage Hjuler¹

¹ Blue World Technologies

² Center for Hydrogen-Fuel Cell Research,
Korea Institute of Science and Technology (KIST), Seoul, Korea

I kampen mod klimaforandringer er grøn energi en vigtig spiller for at kunne tilbyde renere alternativer til nutidens energikilder [1]. Den hurtigvoksende produktion af vedvarende energikilder har ledt til en stor efterspørgsel for at udvikle storskala energilagring af elektricitet [2]. Energilagring af elektricitet understøtter en effektiv drift af forsyningsnettet, som reducerer sandsynligheden for strømafbrydelser under spidsbelastning og

giver mulighed for at implementere flere vedvarende energikilder. Desuden kan den øgede kapacitet som ellagringen mindsker behovet for at bygge yderligere kraftværker eller transmissions- og distributionsinfrastruktur [3]. Lithium-ion (Li-ion) teknologi og vanadium redox flow-batterier (VRFB) er de mest populære teknologier inden for storskala energilagringssystemer.

Hvad er vanadium redox flow-batterier (VRFB)?

Et VRFB er en vigtig løsning til de udfordringer, der er verden over med lagring af elektricitet. Et VRFB består af to tanke, som er fyldt med vanadiumsalt, der opløses i en vandbaseret elektrolytvæske og en central elektrokemisk enhed kaldet en stak. Stakken er komprimeret til at bestå af adskillige batteri-

VISIONS IN CHEMISTRY

THE TORKIL HOLM SYMPOSIUM 2022

Copenhagen, Jan. 28-29, 2022

World Class Speakers

(in first name alphabetical order)

Professor	Belén Martin-Matute	University of Stockholm
Chair Professor	Ben Zhong Tang	Hong Kong University of Science
Professor	Floyd Romesberg	Sanofi, CA
Professor	Frank Glorius	Westfälische Wilhelms Universität, Münster
Professor, Dr.	Hendrik Dietz	Technische Universität München
Professor	Hiroaki Suga	Univ. of Tokyo, Dept. of Chemistry
Professor	Karl Anker Jørgensen	Aarhus University, Chemistry
Professor	Lee Cronin	Univ. of Glasgow, School of Chemistry
Professor	Ryan Shenvi	Scripps, San Diego, California
Director, Ph.D.	Shalini Andersson	Astra Zeneca, Göteborg
Professor	Tanja Weil	Max Planck Institut, Mainz

And a lecture by the winner of the Torkil Holm Prize for 2022.

For further information please see atv.dk or contact Symposium Coordinator Mette Gad at thsymposium@atv.dk or at +4551965955



The Symposium Themes

Topics to be presented include: molecular nanotechnology, chemical biology, drug discovery and delivery, organometallic catalysis, molecular bioscience, organic functional systems, and total synthesis of complex target molecules.

The Aim

The aim of the symposium is to bring together world-leading experts from both academia and industry to present a broad range of topics within the field of chemical science.

The Torkil Holm Prize

The prize is a personal award presented every second year to a young Danish chemist who has shown an outstanding talent and documented a substantial scientific contribution to his/her field of research and who is expected to continue to improve the scope and quality of Danish chemical research. The award winner will present a lecture.

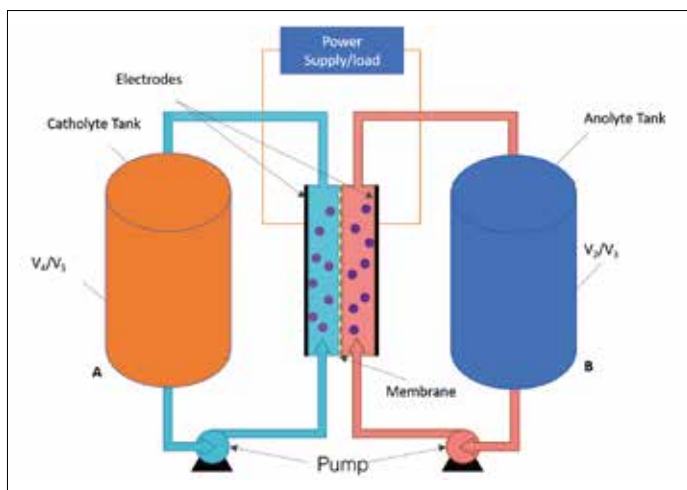


The Sponsor

The Torkil Holm Symposium "Visions in Chemistry" will take place in Copenhagen thanks to a generous donation from the Torkil Holm Foundation.

The late Dr. Phil. Torkil Holm (1924-2021) was a distinguished researcher in organic chemistry at the Technical University of Denmark.

ATV



Vanadium redox flow-batteri.

celler lavet af en polymer membran, to kulstof-baserede elektroder og en grafitpolymer sammensat til en bipolar plade, som forbinder cellerne. Antallet og størrelsen af cellerne afhænger af den ønskede effekt.

Størrelsen på tankene afgør kapaciteten af batteriet. Væsken i de to tanke agerer som et energilagringmateriale, der adskiller katoden (den positive elektrolyt) og anoden (den negative elektrolyt), ligesom i et almindeligt batteri. Katode- og anodeelektrolytterne består i starten af den samme vanadiumsløsning [4].

VRFB'er har lovende egenskaber i forhold til at kunne anvendes som en storskala energilagringseenhed. Det drejer sig blandt andet om separat skalering af strøm og kapacitet, høj effektivitet, hurtig reaktion af input- og outputændringer og mulighed for at vende ubalancer i elektrolytten som følge af crossover og vandtransport ved blot at blande katolyt og anolyt. Desuden er lagringsløsningerne brugt i VRFB ikke brandfarlige, mens adskillige brande i lithium-ion batterisystemer er blevet rapporteret de sidste fem år.

Ny generation af polybenzimidazol (PBI)-baserede membraner

Ved de fleste eksisterende redox flow-batterier er membranen baseret på Nafion eller Fumasep FAP-450 eller andre perfluorerede stoffer, som har adskillige blandt andet miljømæssige ulemper. Et væsentligt problem er den store vandring af vanadium-ioner igennem Nafion-membranen, som resulterer i et energitab (lav coulomb effektivitet), hvilket konstant forringer kapaciteten af batteriet. Derudover er prisen på disse materialer høje grundet fluorkemien i produktionsprocessen,

der udgør 41 procent af VRFB celledstakens pris [5]. Derudover er miljøproblemer med perfluorerede stoffer blevet en stor bekymring de seneste år, og adskillige tiltag er igangsat for at finde en membran til RFB'er, der ikke er fluoreret.

Polybenzimidazol (PBI) er en kulbrintebaseret polymer, der er produceret og solgt som en membran til højtemperatur polymerelektrolytbrændselsceller (HTMPEM) i mere end 20 år. Polybenzimidazol har en høj kemisk stabilitet i VRFB'ers oxidative miljø og udviser meget lav vanadiumgennemtrængelighed [6]. Deres største ulempe er en lav ledningsevne, som kan kompenseres ved at fremstille tynde membraner, som er supporteret af andre materialer og optimering af membranbehandling [7].

"DanKoBat"

I starten af 2021 har et langvarigt bånd mellem danske institutioner og det koreanske Institute of Science and Technology (KIST) i Seoul ført til et unikt samarbejde kaldet "DanKoBat". Projektet har modtaget støtte fra den danske og koreanske regering igennem EUREKA-netværket, EUDP og Innovationsfonden (IFD). Danske projektpartnere inkluderer Blue World Technologies, Danmarks Tekniske Universitet (DTU) og Aarhus Universitet (AU) fra Danmark, KIST samt flow batteriproducenten Standard Energy fra Korea.

"DanKoBat" arbejder sig hen imod at udvikle en ny generation af PBI-baserede membraner [8], som er fri for fluorholdige polymerer til brug i VRFB'er. "DanKoBats" mål er at udvikle en fremtidig generation af billige stationære redox flow-batterier til lagring af vedvarende elektricitet, der vil reducere omkostningerne ved ellagring og dermed skabe et kommercielt gennembrud for VRFB'er som en grøn energiteknologi.

E-mail:

Hans Aage Hjuler: hah@blue.world

Referencer

1. D. Gielen, F. Boshell, D. Saygin, M.D. Bazilian, N. Wagner, R. Gorini, *Energy Strategy Reviews*, **2019**, 24, 38.
2. World Nuclear Association, *Electricity and Energy Storage*, December 2020.
3. United States Environmental Protection Agency (EPA), *Energy and the Environment*.
4. M. Al-Yasiri, J. Park, *Applied Energy*, **2018**, 222, 530.
5. Z. Yuan, X. Li, Y. Zhao, H. Zhang, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **2015**, 7, 19446.
6. C. Noh, M. Jung, D. Henkensmeier, S.W. Nam, Y. Kwon, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2017, 9, 36799.
7. C. Noh, D. Serhiichuk, M. Najibah, Y. Kwon, D. Henkensmeier, *Chem. Eng. J.*, 2021, 405, 126574.
8. Jacobus C. Duburg, Kobra Azizi, Søren Primdahl, Hans Aage Hjuler, Elena Zanzola, Thomas J. Schmidt and Lorenz Gubler, *Molecules* 2021, 26, 1679.



PBI membranproduktion hos Blue World Technologies.



a) Redox flow batteri-setup hos Blue World Technologies, b) Cellesamlingsekvens, c) Størmforsyning.

