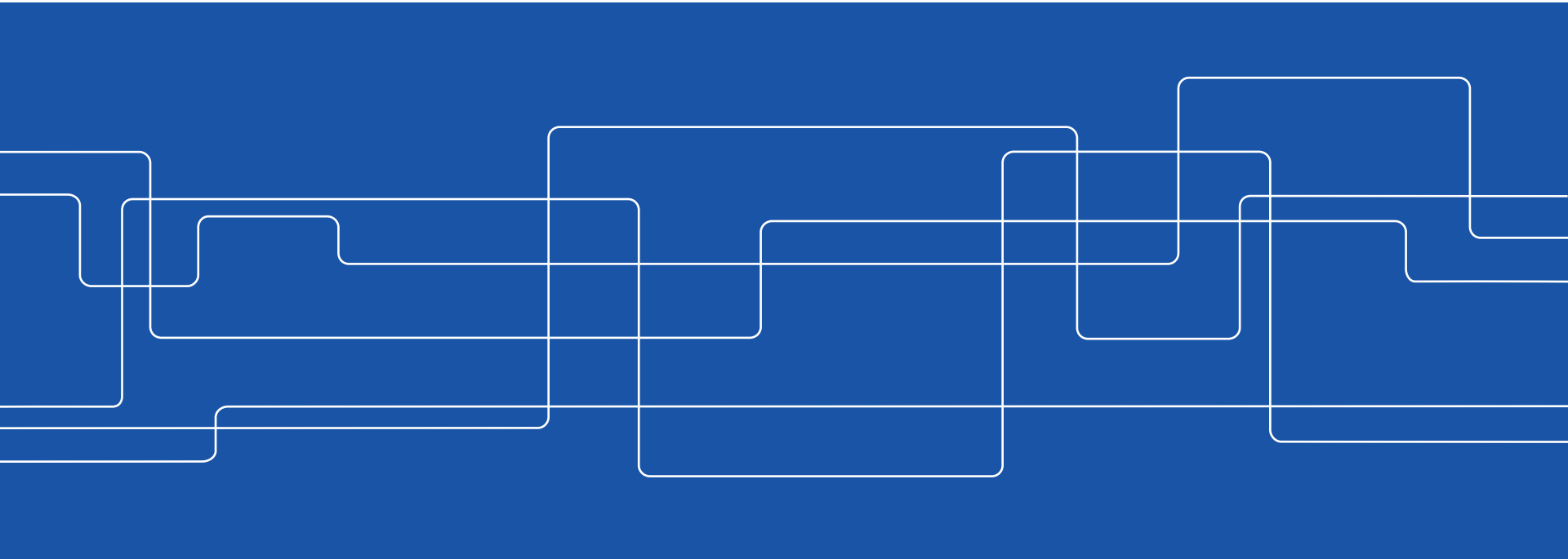




# Batteriforskning på KTH

Rakel Wreland Lindström,  
Docent i Kemiteknik KTH





# Temaområden:

## Åldring av Li-jonceller för fordon

- Elektrokemisk karaktärisering och modellering

## Nya batterikoncept

- Strukturella batterier
- Pappersbatterier
- Fe-luftbatterier
- Li-luftbatterier

## Batteriåtervinning

- Återvinning av Ni-MH (ovanliga jordartsmetaller)

Livscykelanalys och energisystemanalys



# Projekt associerade med SHC

- ***Snabbladdning av stora energioptimerade Li-jonceller för elektriska drivlinor*** (Batterifonden - GL)
- ***Förstudie: Säker och effektiv batterianvändning – materialnyttjande och tryckaspekter*** (SHC-MK)
- ***Ingengörsverktyg för litiumjonbatterier – utveckling av prediktiva modeller för åldring och livslängd*** (Batterifonden-MB)
- ***Elektrokemisk studie av livslängdsproblematik i stora fordonsbatterier*** (STEM – RWL)
- ***Modellering och analys av spänningsomvandlare i elektriska drivlinor*** (STEM-OW)

## Personer involverade:

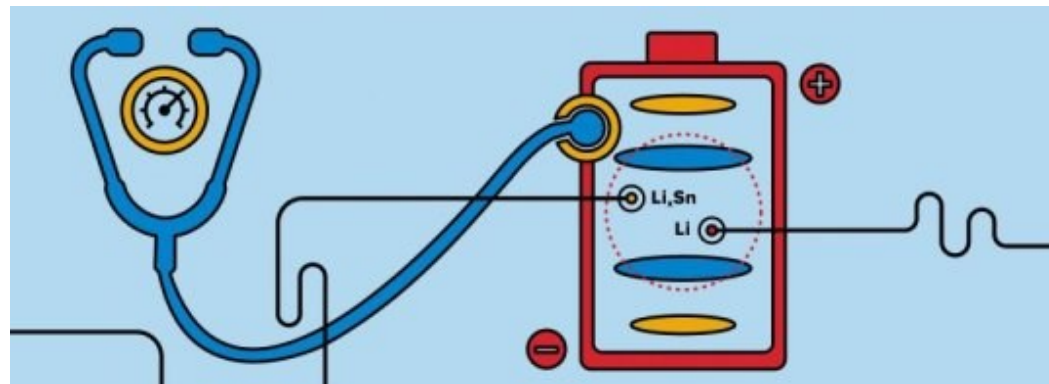
Prof Göran Lindbergh,  
(Doc Mårten Behm),  
Doc Rakel Wreland  
Lindström,

Doc Oskar Wallmark,  
Dr Henrik Ekström,  
Dr Matilda Klett,  
Dr Andrej Nowak,

Abdilbari Shiefa Mussa,  
Maria Varani,  
Alexander Bessman,  
Rudi Soares,

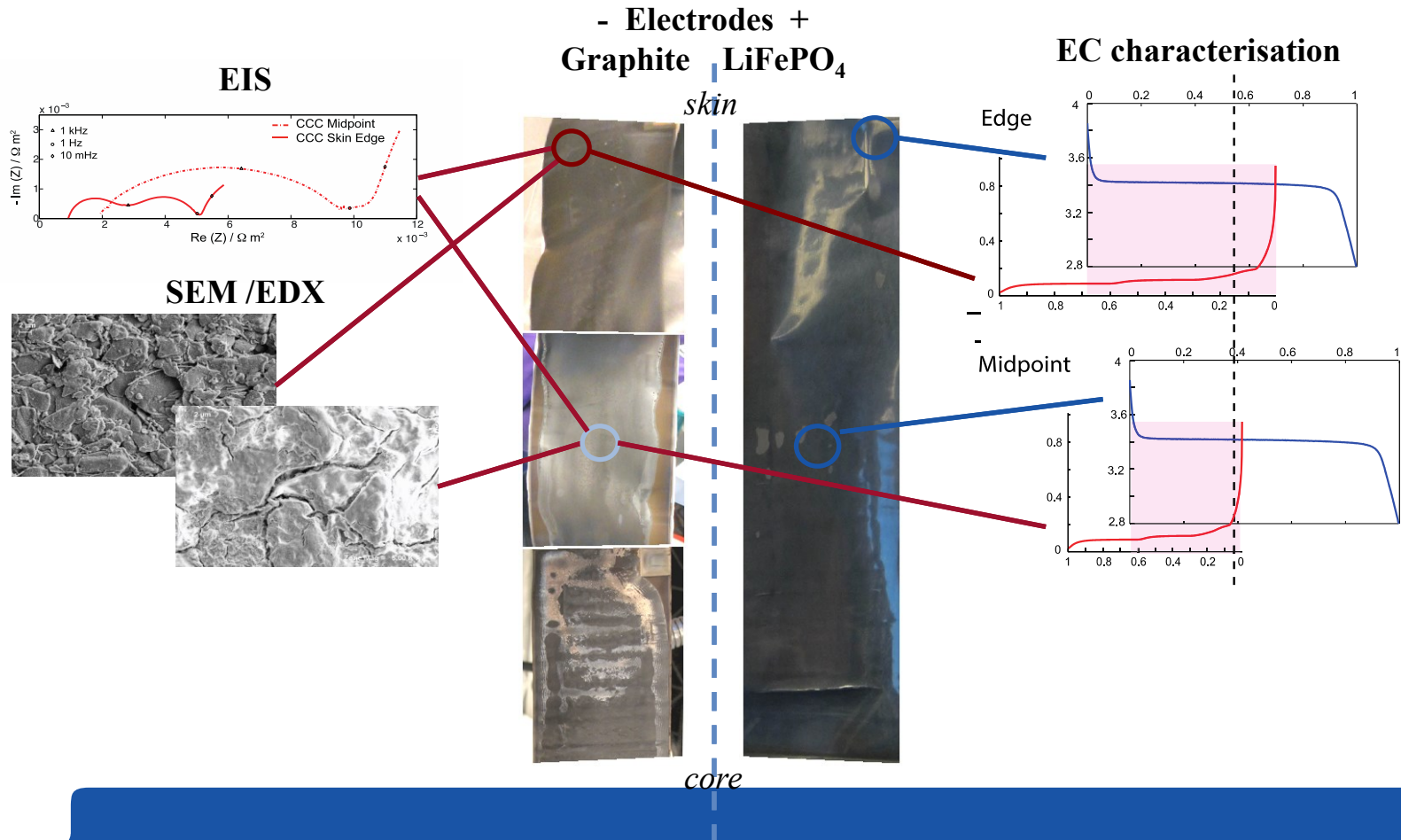
# Åldringstudier av Li-jonbatterier (på KTH)

Batteriets livstid och förmågan att förutse den är avgörande för effektiv nyttjande av batteriet i ett fordon. En bättre förståelse för lokala inre förhållanden och påverkan på dynamisk materialanvändning är nödvändig och forskning berör:

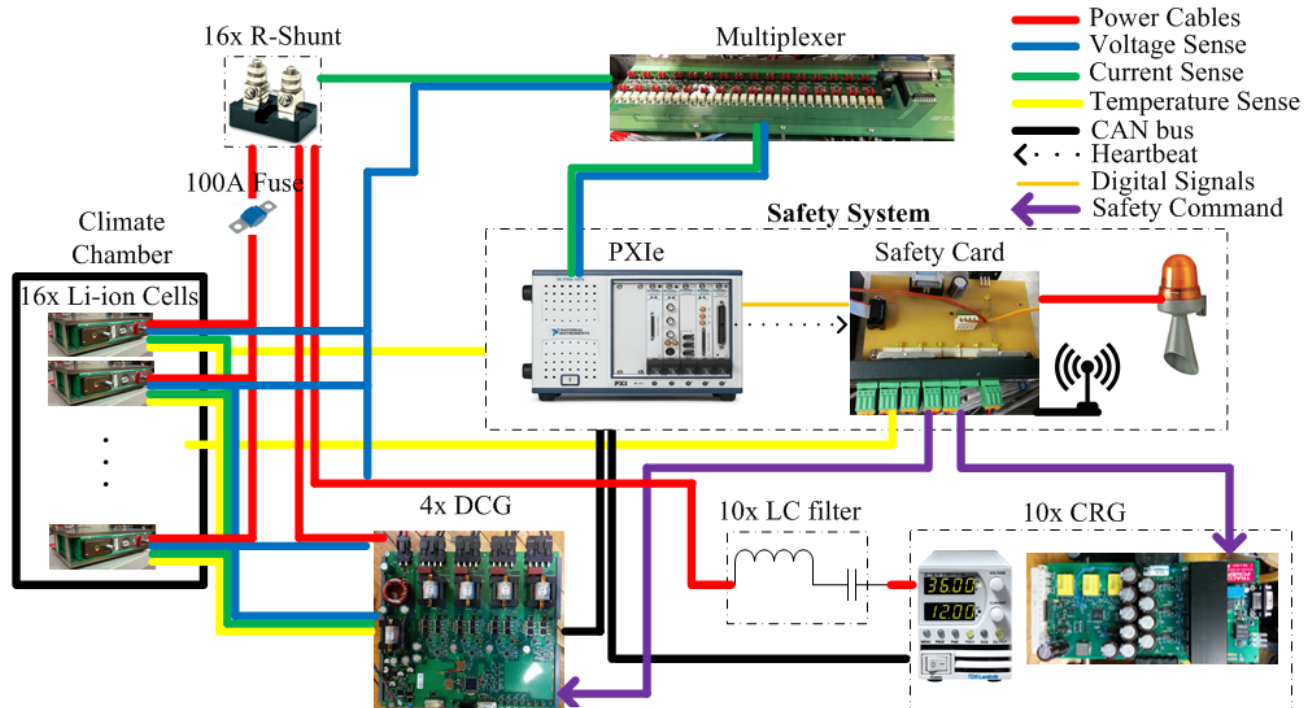


# Ojämn åldring i stora celler

## Post-mortem-analysis of a grafite//LiFePO<sub>4</sub> cell



# Modellering och analys av spänningsomvandlare i elektriska drivlinor



Understand the effects of ripple currents on performance and lifetime of Li-ion cells



# Studera åldring elektrokemiskt

## Parametrar:

- Cyklingsdjup (SOC)
- Cyklingshastighet
- Dynamisk cykling
- Temperatur
- Tryck - expansion
- Strömfördelning

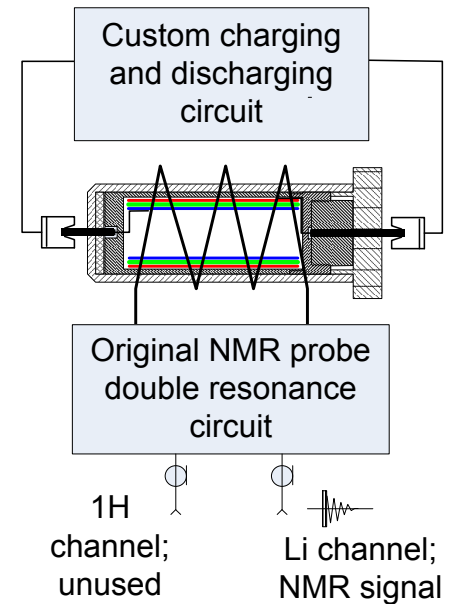
## Typer av celler:

- Kommersiella helceller
- Halvceller med kommersiella elektroder (elektrodmaterial)
- 3-elektrodceller med referenselektrod
- Blandmaterial elektroder C/Si eller NCM-LMO

Använda experimentell data för att ta fram fysikaliska modeller som beskriver och förutsäger prestanda och åldring.

# ”Magnetiskt fönster till batteriets inre” (batterifonden) *In situ*-mätningar av Li- eller Na-jonbatteri med NMR

- Try to build **an operating battery model within the few mm confines of an NMR rotor** that is then spinning with a speed of at least one kHz.
- To be able to operate the battery with electric contacts but with limiting amount and geometry of metallic parts.
- NMR spectroscopy allows the study of ion transport in different battery parts separately.
- For intercalated ions, diffusion and relaxation NMR data show that local molecular dynamics is not defining Li transport.





# Tillverkning och användning av hållbara Li-jonbatterier i Bolivia

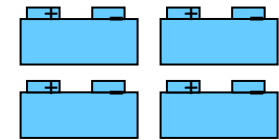
Sidaprojekt:

1. Egen batteritillverkning
2. Energilager i kombination med solkraft i avlägsna byar

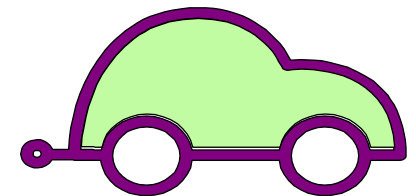
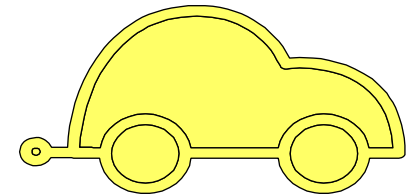


# Strukturella batterier (SSF)

Kolfiber som anodmaterial och ledande polymera elektrolyter möjliggör att batteriet blir en del av konstruktionen.

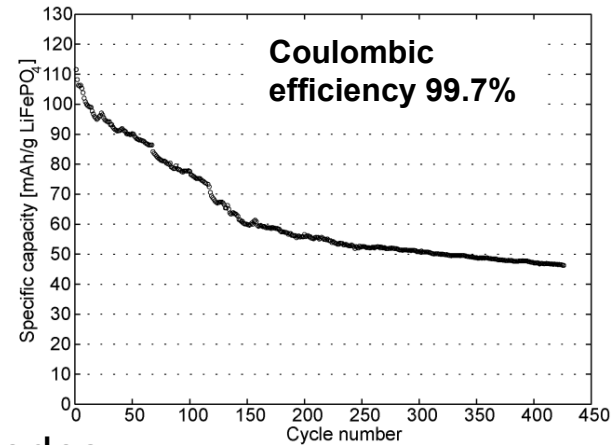
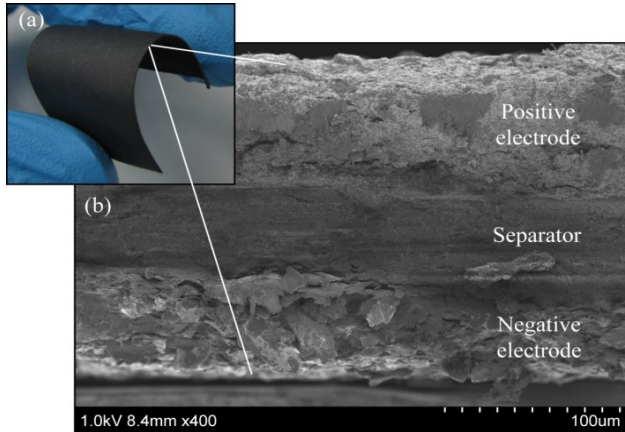


+

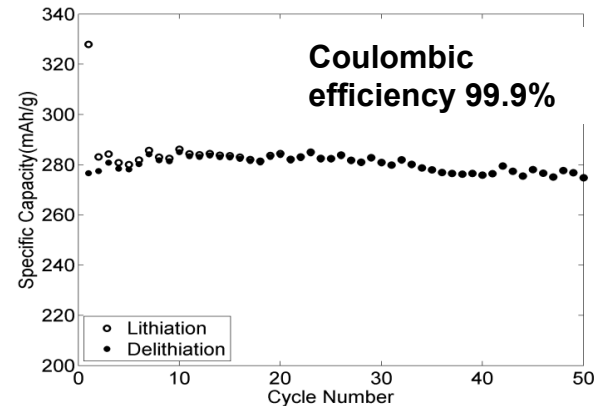
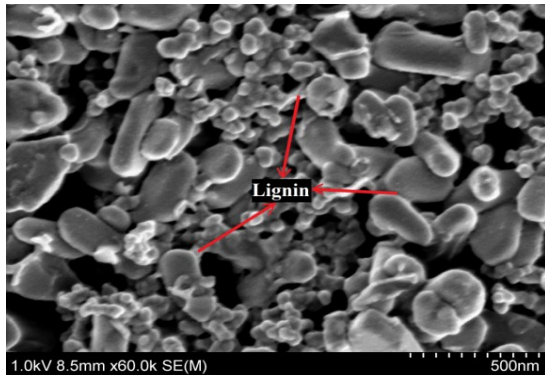


# Trämateriel i Li-jon batterier (WWSC)

Nanopapers from nanocellulose produced using a simple papermaking process



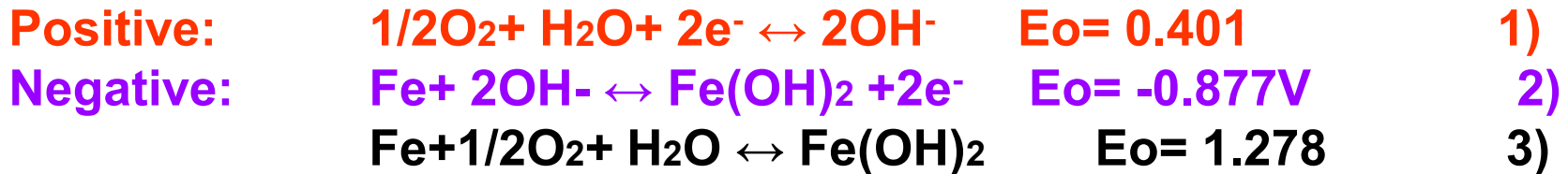
## Lignin as binder for Li-ion battery electrodes





# Fe-luftbatteriet (Batterifonden)

## During discharge and charge



Fe-air	50-75 Wh/kg, 2000 cycles, low cost <\$100/kWh, abundant & environmentally friendly	$\eta$ ~50-80% and cycle life need to be increased
--------	--	--

Cost estimate for iron-air system < 59\$/kWh

Cooperation between KTH, SU and Höganäs AB

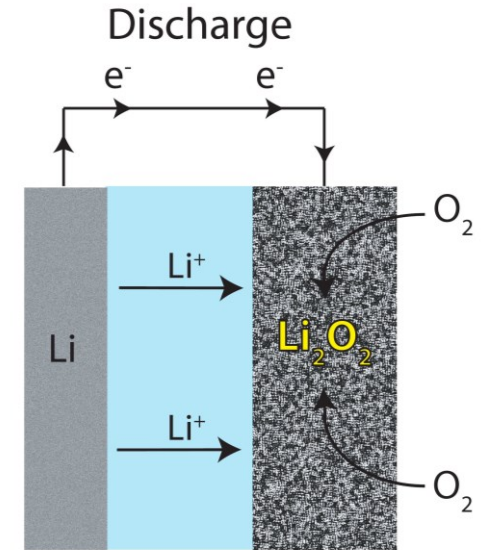
# Li-luftbatteriet (SSF)

## Goals:

- Determine reaction mechanism
- Nature of intermediate steps
- Solubility of species

## Approaches:

- QCM + potentiostat = electrochemical QCM (EQCM)
  - measures mass, current and potential simultaneously.
- Microelectrodes and physical modelling





# Återvinning av förbrukade NiMH-batterisystem inom fordonsindustrin

Batterifonden: 2014- Dec. 2017

Målet är att utveckla en process omfattande hela processen från demontering till nya råvaror.

## Hydrometallurgisk teknikutveckling (KTH)

- fyra olika process-alternativ som innefattar lakning i syra, kristallisation och vätskemembranextraktion.

## Systemanalys (IVL)

# Tillämpad forskning

