



UPPSALA
UNIVERSITET



Ångström Advanced
Battery Centre

Drygt 50-tal forskare från tre olika institutioner:

Institutionen för kemi – Ångström (oorganisk kemi, polymerkemi och strukturkemi) och fysik och astronomi (kondenserade materien och teoretisk fysik)

Framförallt experimentalister men också teoretiker

Dessutom ca 6 personer i prof. Maria Strömmes grupp i nanoteknologi Inst teknikvetenskaper

Minst ca 50 internationella publikationer per år
3-5 disputationer per år

Disputerade finns i svensk industri och i olika akademiska miljöer



Batterifondsprogrammet



The Ångström Advanced Battery Centre

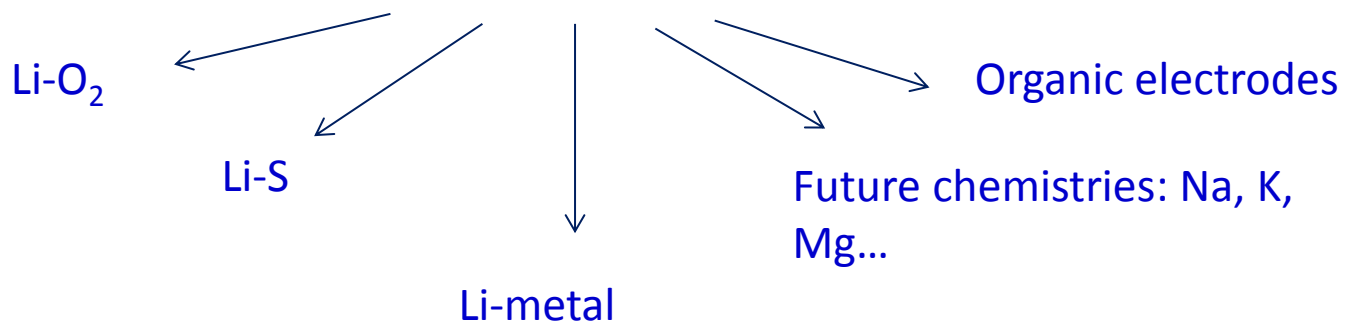
- Research activities

Li-ion, Na-ion och Mg-ion batterier Men också vattenbaserade

Anodes
Cathodes
Electrolytes
Interfaces
New concepts

- Synthesis of new materials
- New characterisation methods
- Fundamental processes (lifetime, energy, power (etc.))
- Large scale storage – grid, EVs (collab. with industry)

Beyond Li-ion





UPPSALA
UNIVERSITET

Här är huvudsakliga ÅABCs Pis!



Daniel Brandell
(Polymer-) elektrolyter
Litium-Svavel



Maria Hahlin
Interfaces och
Interphases
Finns på fysik

Kristina Edström
Det mesta

Reza Younesi
Framtida
system



Torbjörn Gustafsson
ALLT



Leif Nyholm
Pappers-
batterier,
Flexibla
batterier och
3D batterier
Finns på
oorganisk
kemi



Fredrik Björefors
Fördjupad
elektrokemi

Martin Sahlberg Nickel
metallhydrid

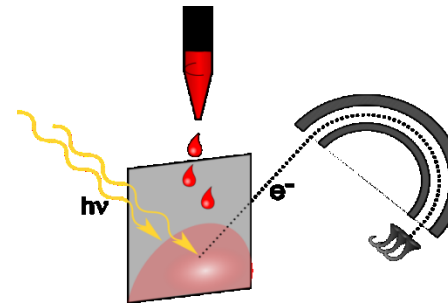
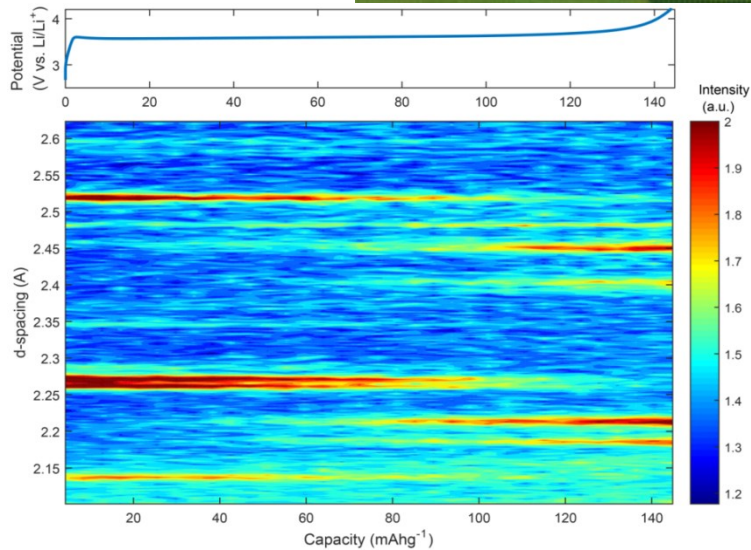
Det finns inga gränser och
vattentäta skott!

STandUP
for
ENERGY



UPPSALA
UNIVERSITET

Operando tools



In situ XPS?

Cykling av litiumjärnfosfat studerad med operando neutroddiffraktion



UPPSALA
UNIVERSITET

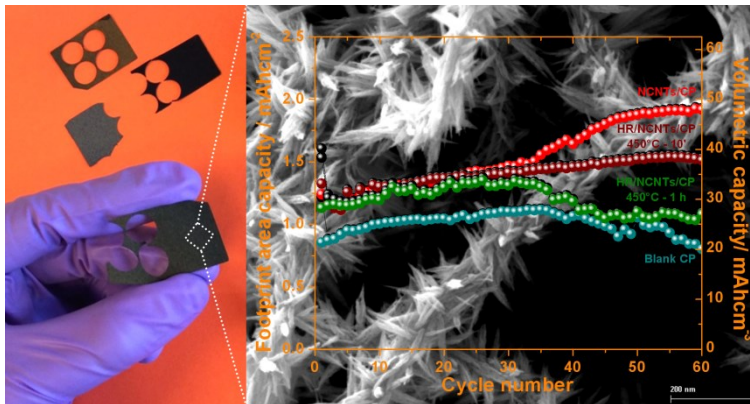
Negativa elektrodmaterial för litium och natriumbatterier

Stort kiselprogram men också kolmaterial och andra intermetaller och oxider

Mål: arbeta med energitäta och miljövänliga material

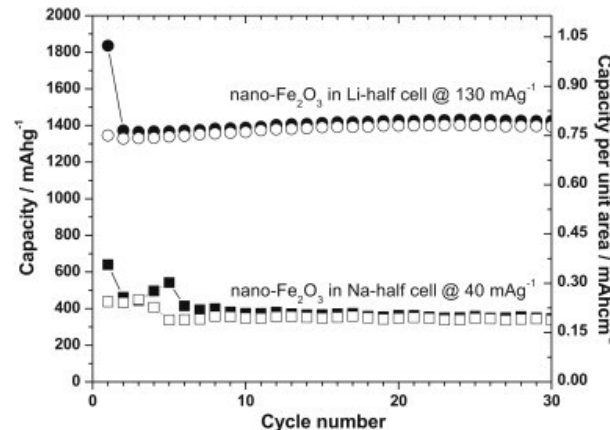
Exempel

Kisel, se poster SiLiCoat
Olika typer av järnoxider



Järnoxid på kolnanotuber

Hur väl fungerar järnoxid i litium och natriumceller?



Horizon 2020 som har kick-off snart. Koord. Varta

Finansiärer:
VR och
Formas

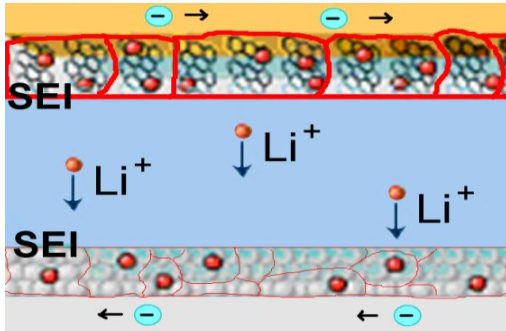
M. Valvo et al.,
JPS 2014



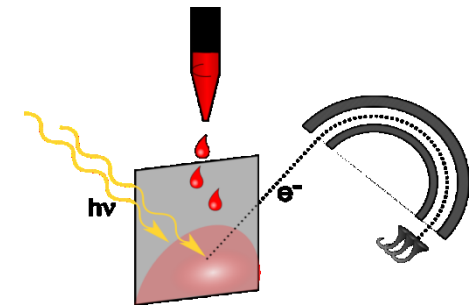
UPPSALA
UNIVERSITET

Interfaces och Interphases

Det vi är kända för internationellt! Ständig metodutveckling!
Månaders mättid på olika synkrotroner per år



Gränssytor mellan elektrolyt och elektrod påverkar livslängd, kapacitetsförlust, resistans etc. i batteriet! Studerar modell och verklighet!

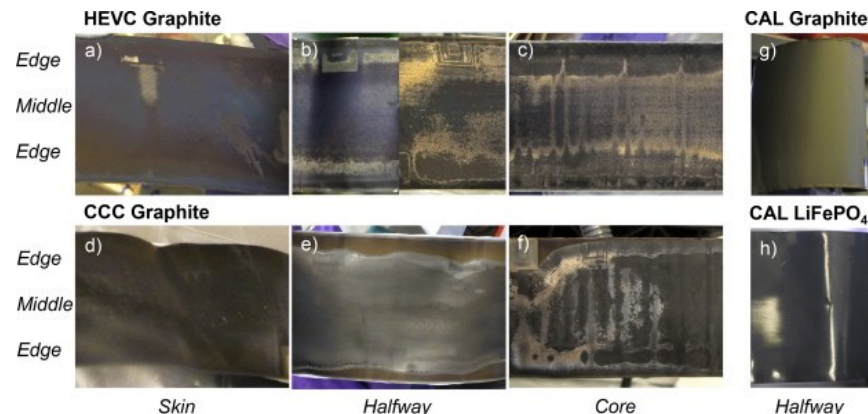
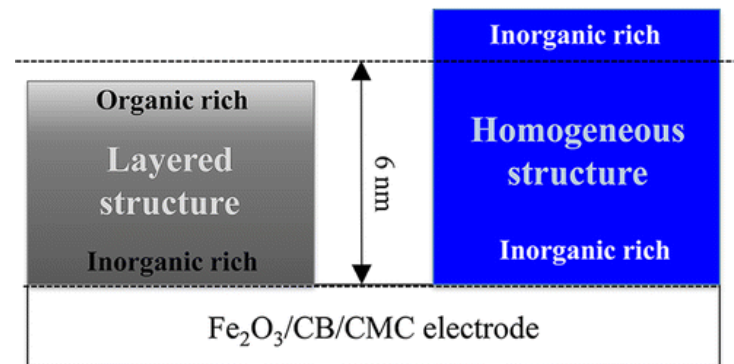


Ambient pressure XPS!



Li system

Na system





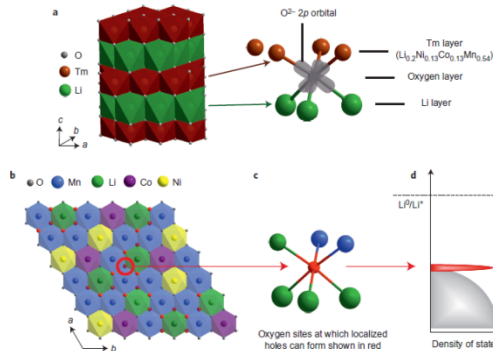
UPPSALA
UNIVERSITET

Positiva elektrodmaterial

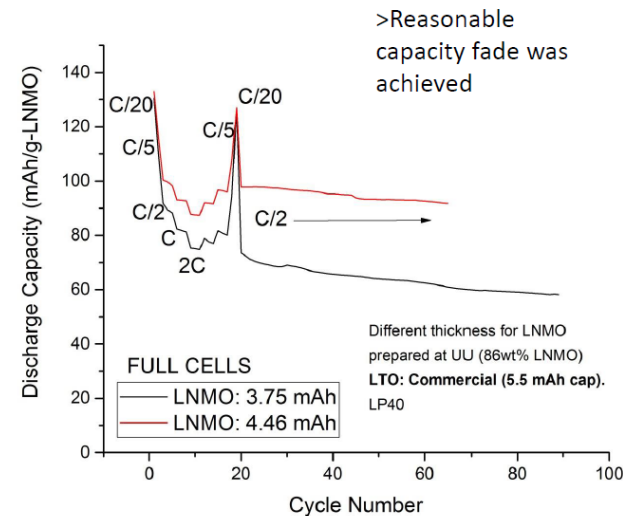
Av tradition alla möjliga oxider, silikater, fosfater, $\text{Li}_2\text{FeSO}_4\text{F}$, etc.

Litiumrika och $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$

Just nu högvoltsbatterikatoder



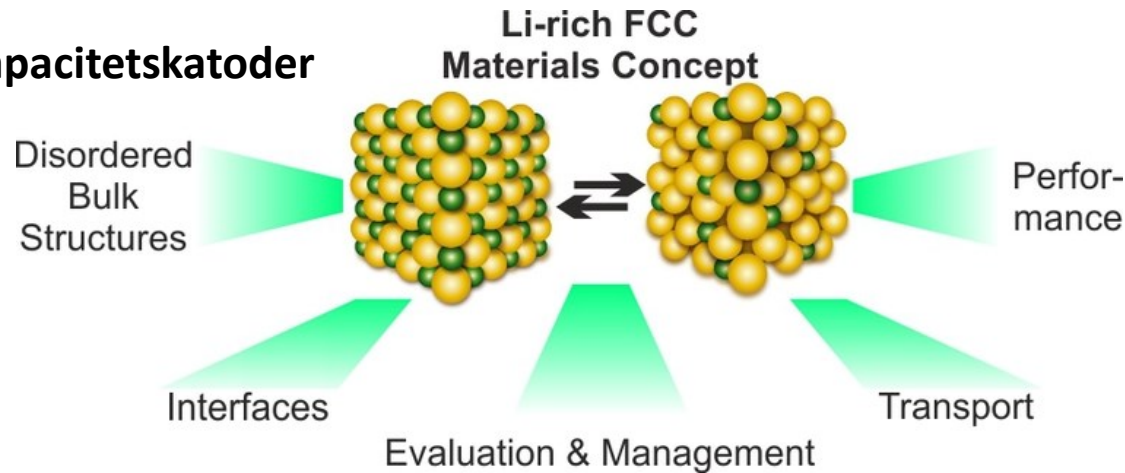
Samarbete P.G. Bruce. Nature Chem. 2016 on line



ReachMAX

Men också
Scania/Volkswagen

Just nu högkapacitetskatoder



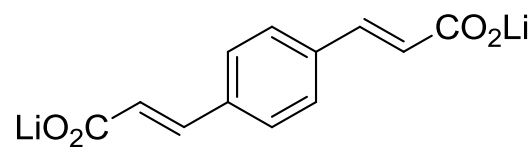
Nytt FET-open
Horizon 2020
Koordinator
Helmholtz
zentrum Ulm



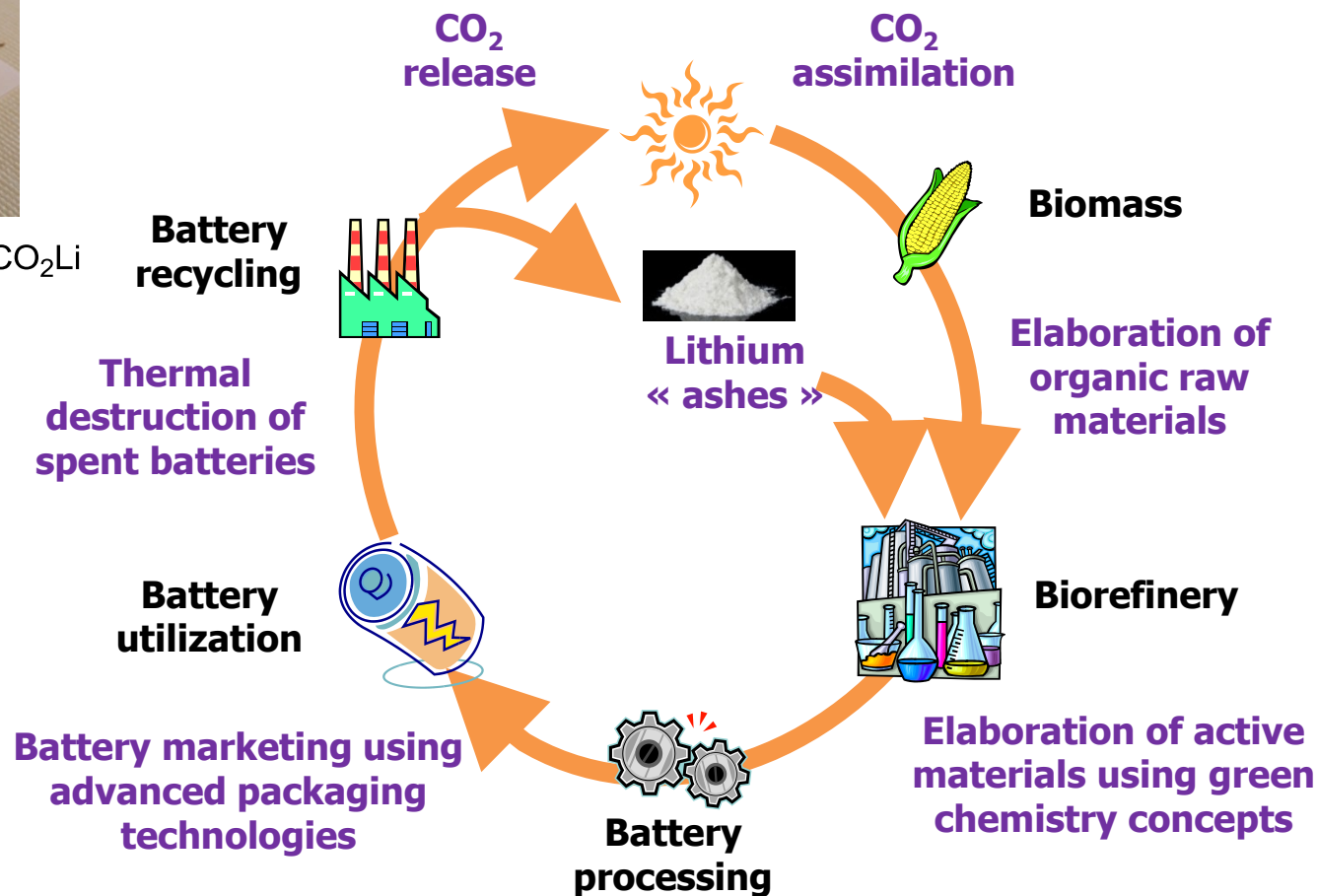
UPPSALA
UNIVERSITET

Organiska elektroder

Idealized life cycle of an organic electrode issued from renewable materials

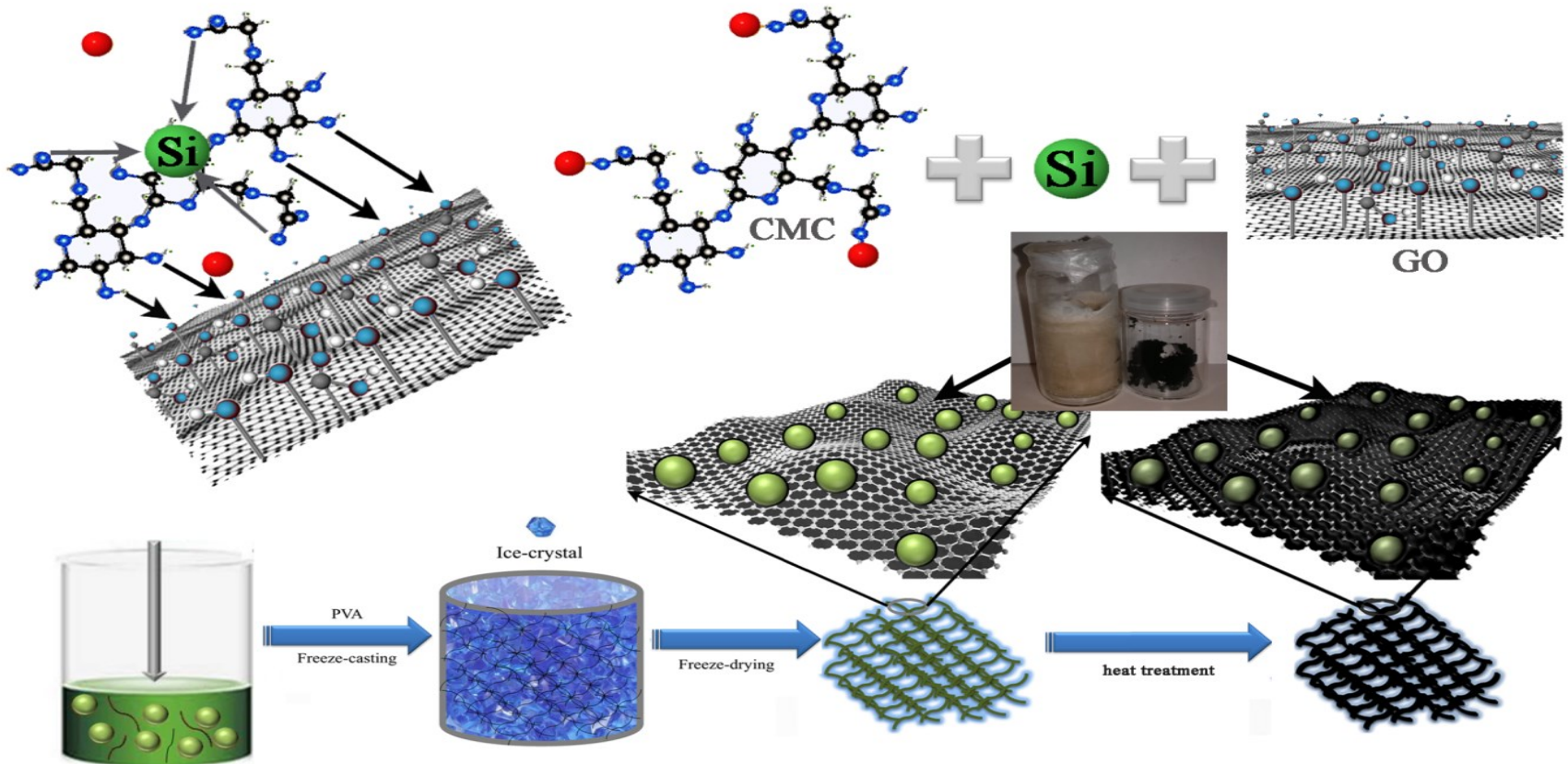


SUSBAT





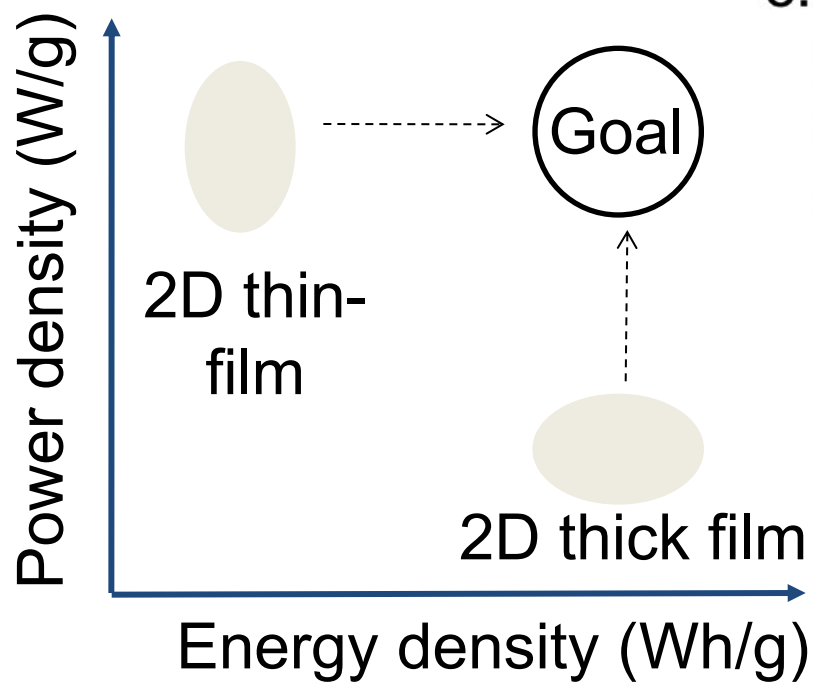
“Free-standing electrodes”



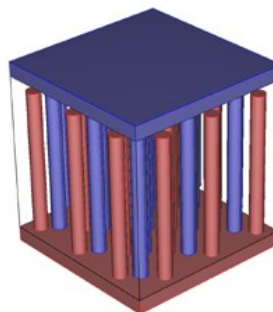
- ◆ No extra binder or carbon additive was added.
- ◆ 65.9 wt% of silicon in the electrode.
- ◆ Fully encapsulation of Silicon NPs within the 3D graphene foam.



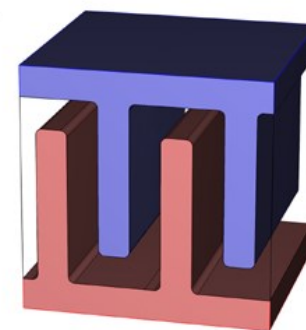
Förena energi och effekt – 3D



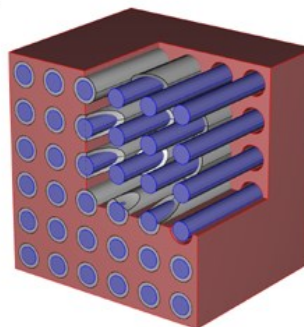
a.



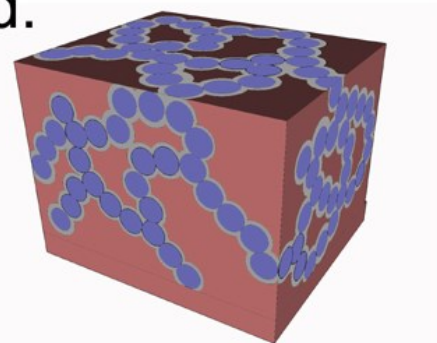
b.



c.

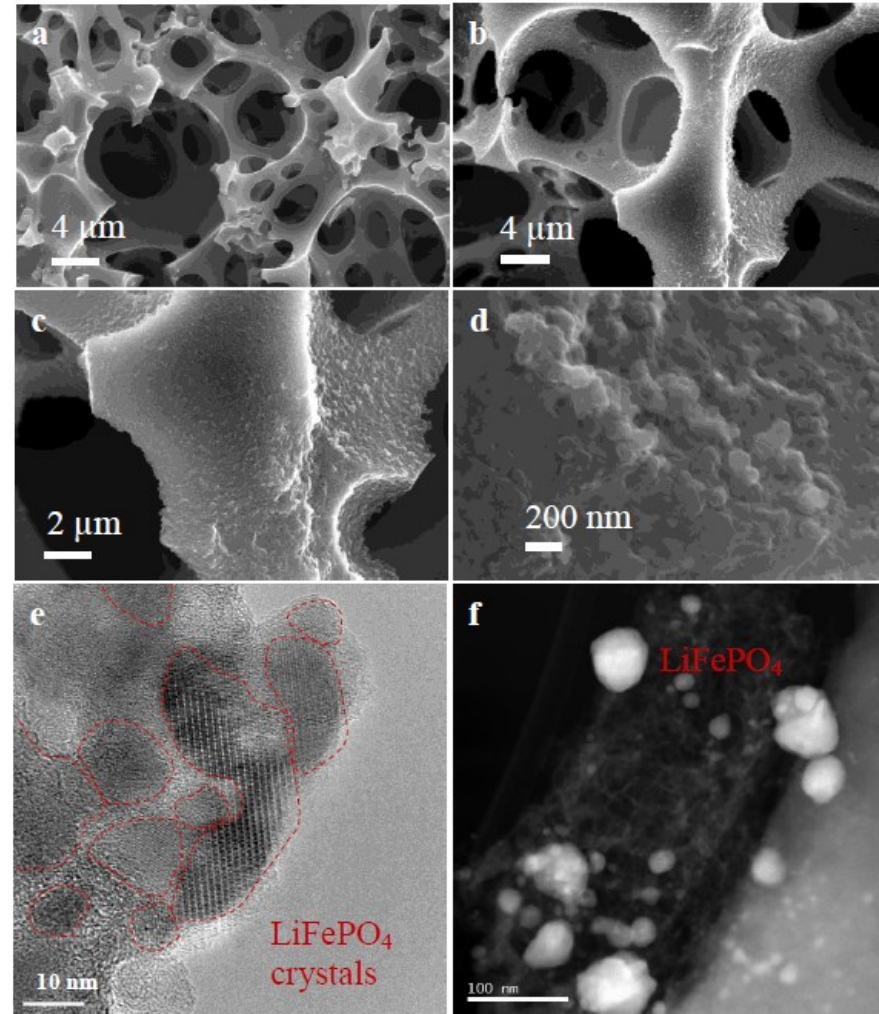
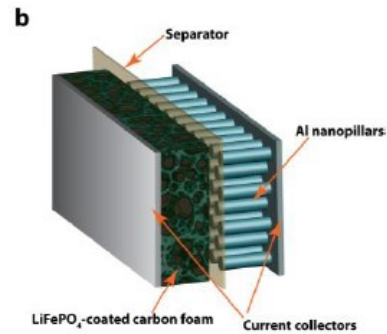
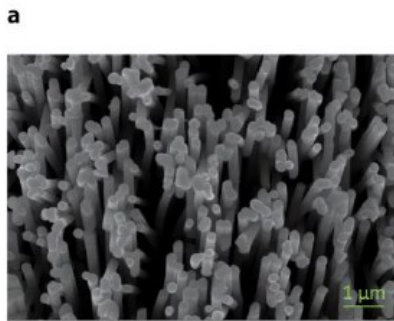


d.





UPPSALA
UNIVERSITET



Habtom Desta Asfaw Lic thesis 2015

Gabriel Oltean thesis 2014



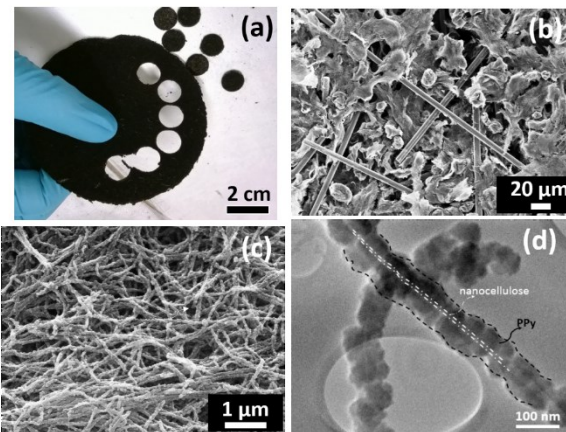
Kan också
användas för
att göra
fristående
elektroder



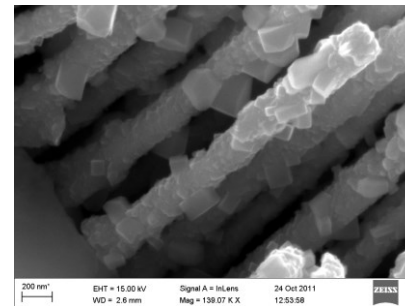
UPPSALA
UNIVERSITET

Electrochemistry - Leif Nyholm

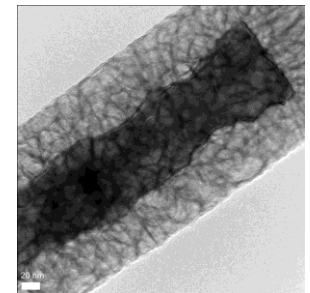
- ✓ **3D Li-ion microbatteries and other Li based batteries**
- ✓ **Flexible paper based energy storage devices**
- ✓ **Electrodeposition, electropolymerisation and anodisation**
- ✓ **Corrosion and bipolar corrosion screening**



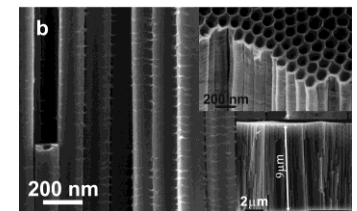
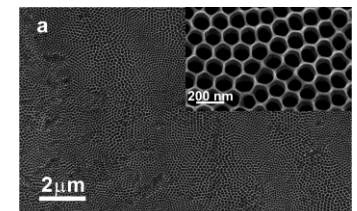
Paper based energy storage devices



Cu nanorods with Cu₂O



Al nanorod with Al₂O₃



TiO₂ nanotubes



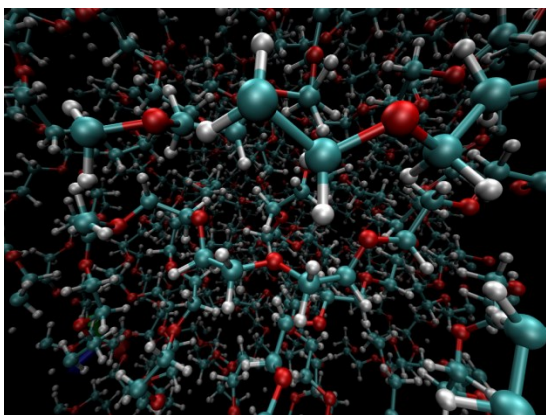
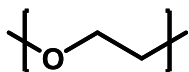
UPPSALA
UNIVERSITET

Elektrolytutveckling: Solid Polymer Electrolytes

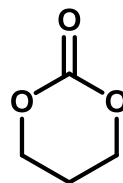
SPEs can realize solid-state batteries: higher energy density, Li-metal possible, lower cost, prolonged ageing, more safe, etc...
But: Conductivity is too low!

Our approach at UU: investigating novel polymer materials – polyester and polycarbonates instead of polyethers.

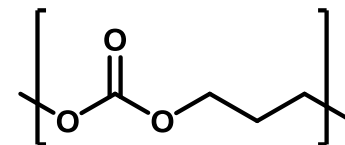
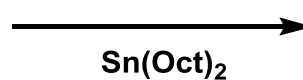
>95% of scientific literature: polyethers



Easily synthesized and functionalized: PTMC

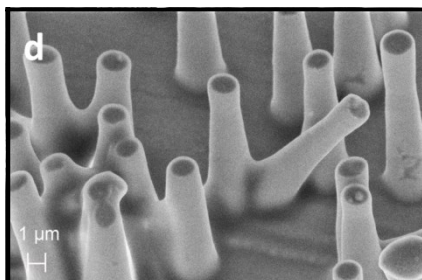
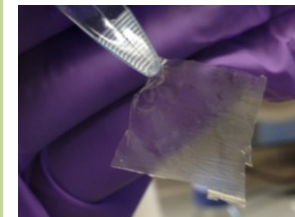


TMC



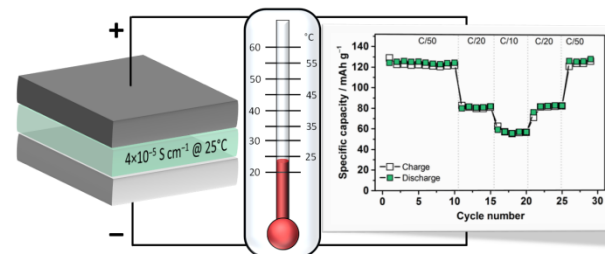
PTMC

- ✓ Amorphous
- ✓ High dielectric constant
- ✓ Thermally stable
- ✓ Biodegradable



SPE coated pillar battery electrodes

PTMC-based batteries:
Operational at room temperature!





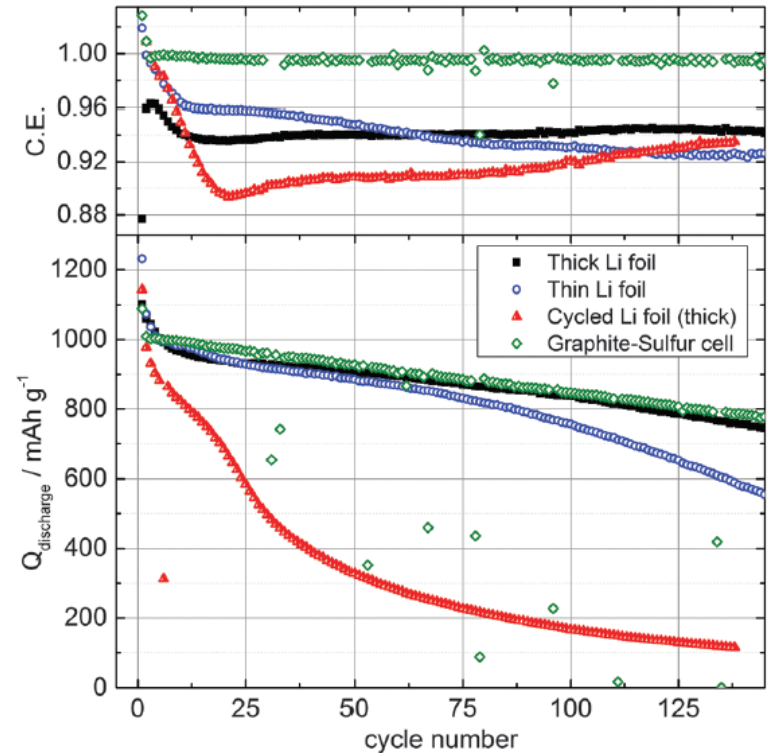
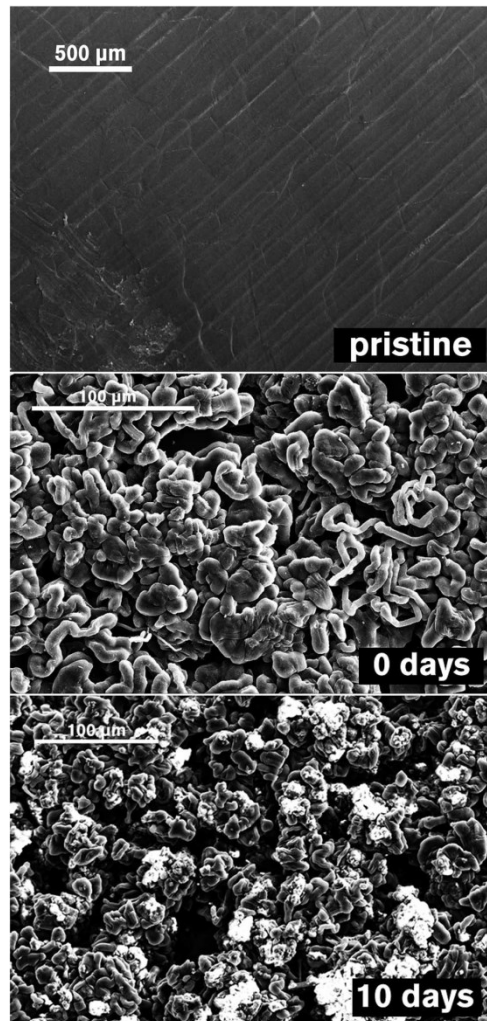
UPPSALA
UNIVERSITET

Beyond intercalation/insertion

Li-S and Li-O₂ batteries

Started as an ERA-NET
together with Scania

Continues as a STEM/VR
project



It is possible to use graphite
as an anode in Li-S
D. Brandell & M. Lacey



UPPSALA
UNIVERSITET

Cellstudier

Projekt inom och relaterade till SHC

Snabbladdning

Livslängdsstudier - ALP som leds av Volvo Cars

Anti Liivat SHC-associerad Teoretiska
beräkningar



Högtempbatterier



UPPSALA
UNIVERSITET

Impact och samverkan

Inbjudna som talare på de flesta batterikonferenser

Aktiva i EU-projekt



LiRichFCC

Medlem sedan starten i network of excellence
ALISTORE-ERI

Medarbetare från flera av de viktigaste batterigrupperna i världen – samarbetar aktivt med flera

Initiativtagare till NORDBAT – en nordisk batterikonferens

Organiserar i år ISPE. Har anmält intresse att arrangera IBA



UPPSALA
UNIVERSITET



**ALISTORE-ERI and
French Ministry**



Welcome to
**EIT KIC InnoEnergy
CC Sweden**



Vetenskapsrådet



STINT

Stiftelsen för internationalisering av
högre utbildning och forskning