

Realfagskonferansen

Batteridemonstrasjon

12.05.2020

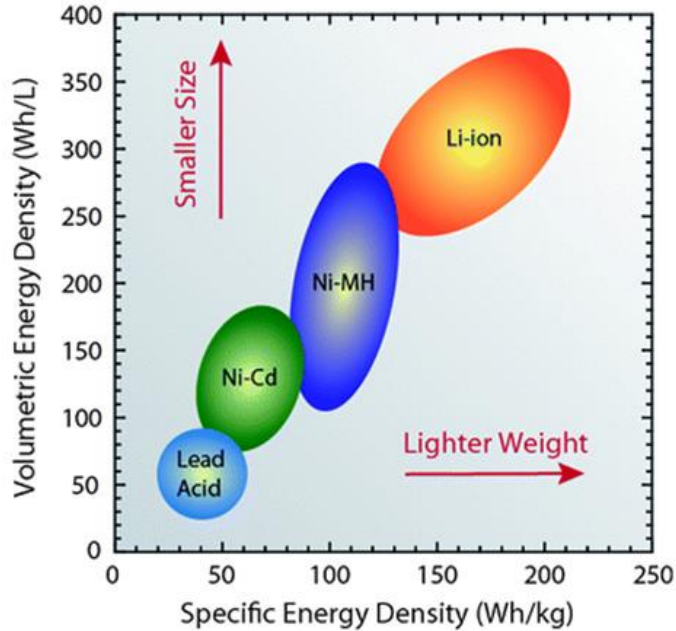
Ann Mari Svensson & Ingeborg Treu Røe

Institutt for materialteknologi, NTNU

Øktens plan

- Hvordan batterier fungerer
- En virtuell kikk inni batterier
- **Batterier i dag og i fremtiden (Ann Mari Svensson)**
Institutt for materialteknologi, NTNU

Li-ion batterier har den høyeste energitettheten – ca 5 ganger høyere enn blybatteri



enn blybatteri

Lithium-ion battery price survey results: volume-weighted average

Battery pack price (real 2018 \$/kWh)





Source: BloombergNEF


- Li-ion batteri har vært avgjørende for utvikling av forbrukerelektronikk



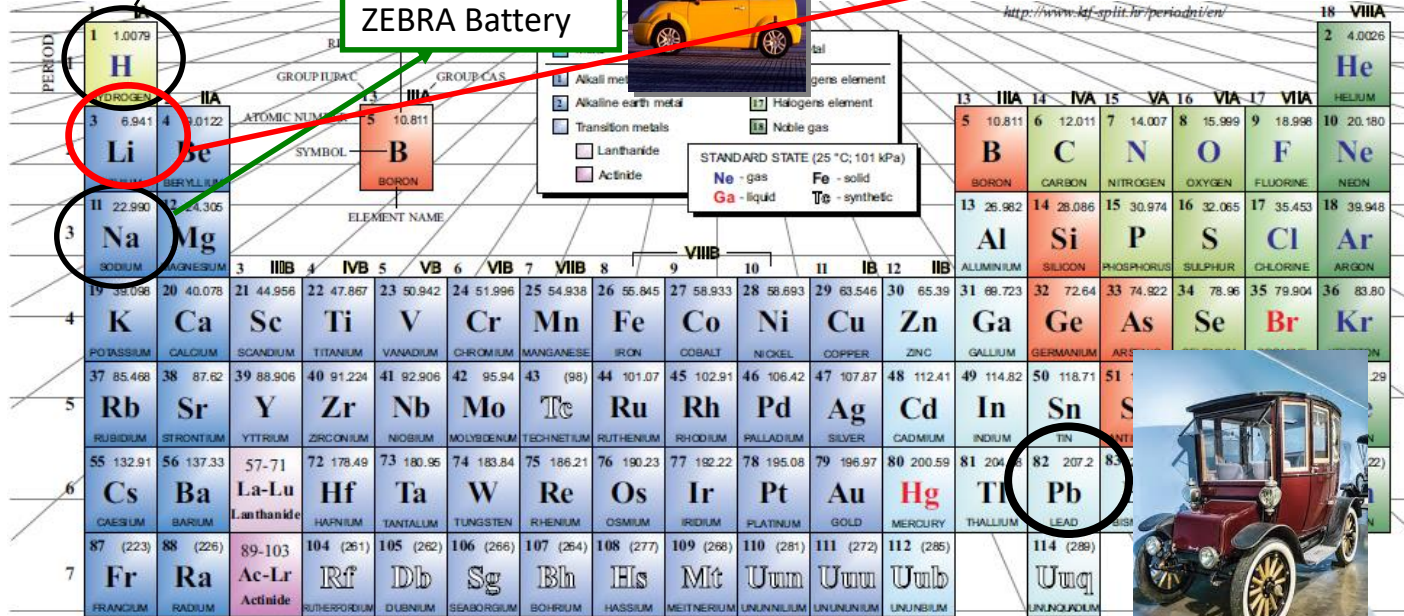
Veien mot lettere batterier

NiMH batteries 

ZEBRA Battery 

Li-ion batteries 

<http://www.kf-split.hr/periodni/en/>




Legend:

- Alkali metals
- Alkaline earth metal
- Transition metals
- Lanthanide
- Actinide
- Hydrogen element
- Halogens element
- Noble gas

STANDARD STATE (25 °C; 101 kPa)

- Ne - gas
- Fe - solid
- Ga - liquid
- Te - synthetic

1	2											18						
1	H																	He
2	3	4											10					
	Li	Be														Ne		
3	11	12	13	14	15	16	17	18								36		
	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar								Kr		
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
	Cs	Ba	La-Lu Lanthanide	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
	Fr	Ra	Ac-Lr Actinide	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub	Uuq	Uur	Uus	Uut	Uuq	Uuo



Tesla, ca 7000 18650 battericeller



Med batterier som er utviklet for forbrukerelektronikk



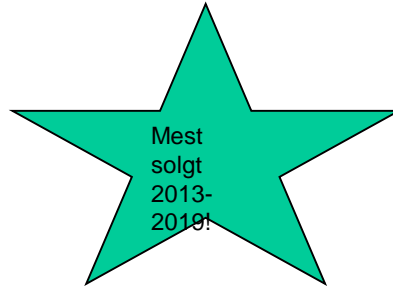
Kan leve videre i stasjonære anvendelser



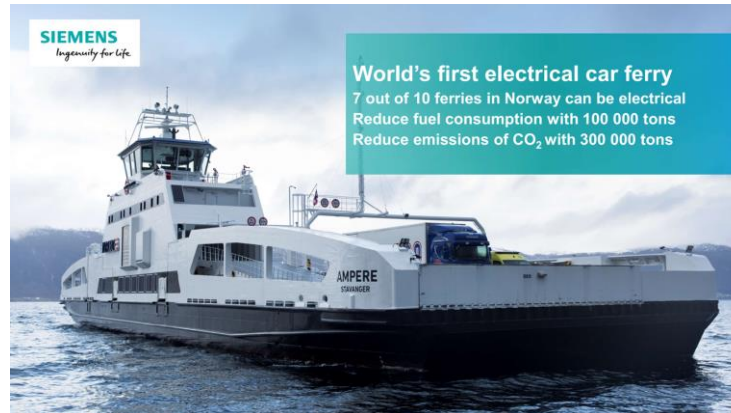
Elektrisk revolusjon i transportsektoren



LiMnO₂ cathode,
24 kWh,
1 battery pack



Li(NiCoAl)O₂ cathode,
75 -90 kWh, 400 km
6-7000 battery cells



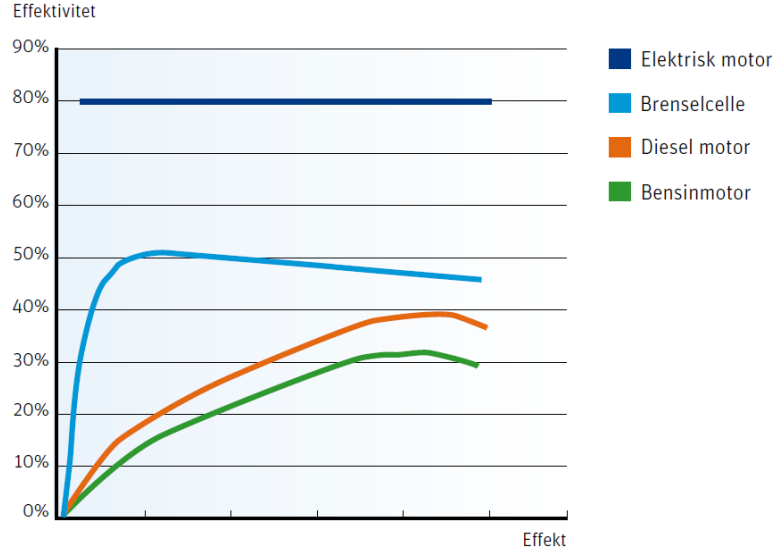
Battery pack

Charging station on the ferry pier
- how to manage fast charging from a weak grid

SIEMENS
Ingenuity for life



Effektivitet „*tank-to-wheel*“,

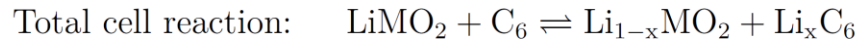
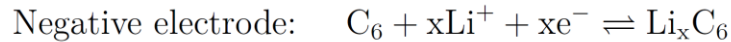
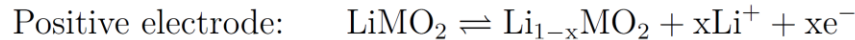
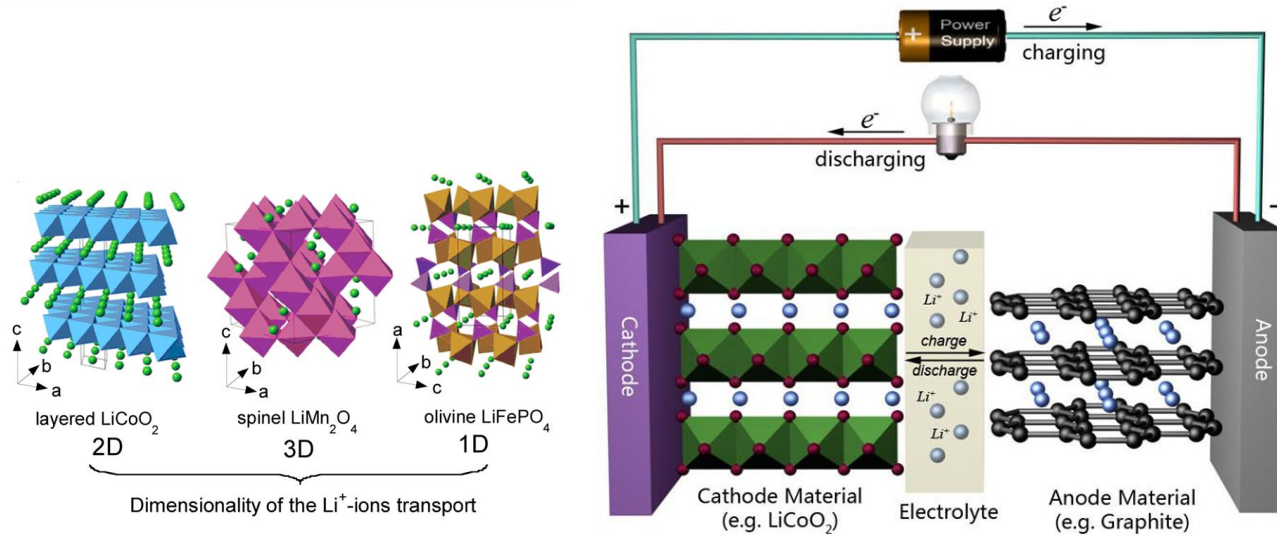


NB! Elektrisk motor er suveren så lenge vi har ren strøm

Per i dag, ved bykjøring
Ca **15 %** effektivitet for bensin
Kjøring på motorvei
Ca **30 %** effektivitet

Prinsipp Li-ion batteri

Energi = ladning * spenning

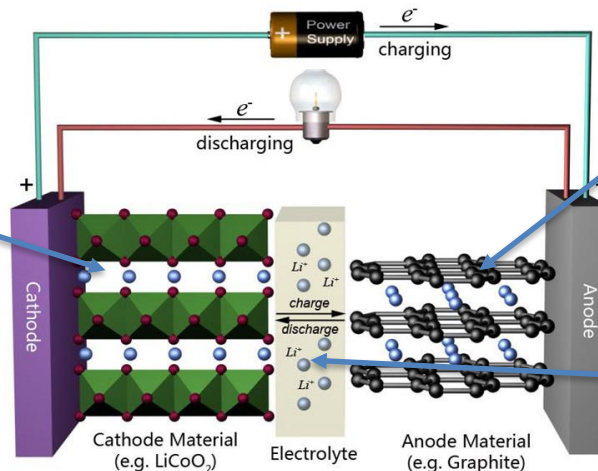


Forbedring av dagens Li-ion

$$\text{Energi} = \text{ladning} * \text{spenning}$$

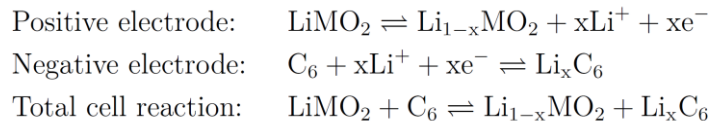
Nye katodematerialer som kan lagre mer litium
($\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$,
 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$
Og helst med minst mulig Co

Mer miljøvennlig produksjon



Innfasing av silisium i grafittanode, eller metallisk litium

Nye elektrolytter som ikke tar fyr



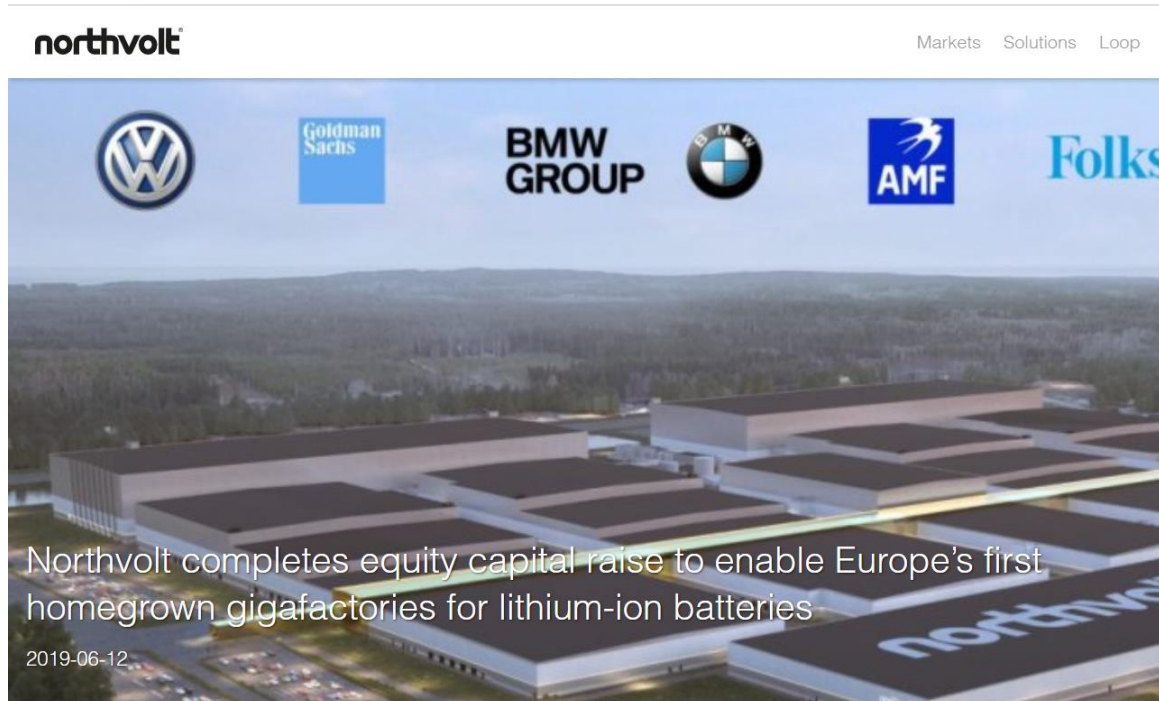
Avansert karakterisering, forstå reaksjonene!

Framtidens batteriteknologi

- Li-ion forventes å dominere i lang tid, kostnadsreduksjon og utbygging av produksjonskapasitet
- Vi kan forvente noe høyere energitetthet
- Forbedret ytelse i kaldt vær
- Lengre levetid
- Mer miljøvennlig produksjon
- *Ladetid? (kan ikke forvente bensinladetid)*



Northvolt, batterifabrikk Skellefteå



Northvolt completes equity capital raise to enable Europe's first homegrown gigafactories for lithium-ion batteries

2019-06-12

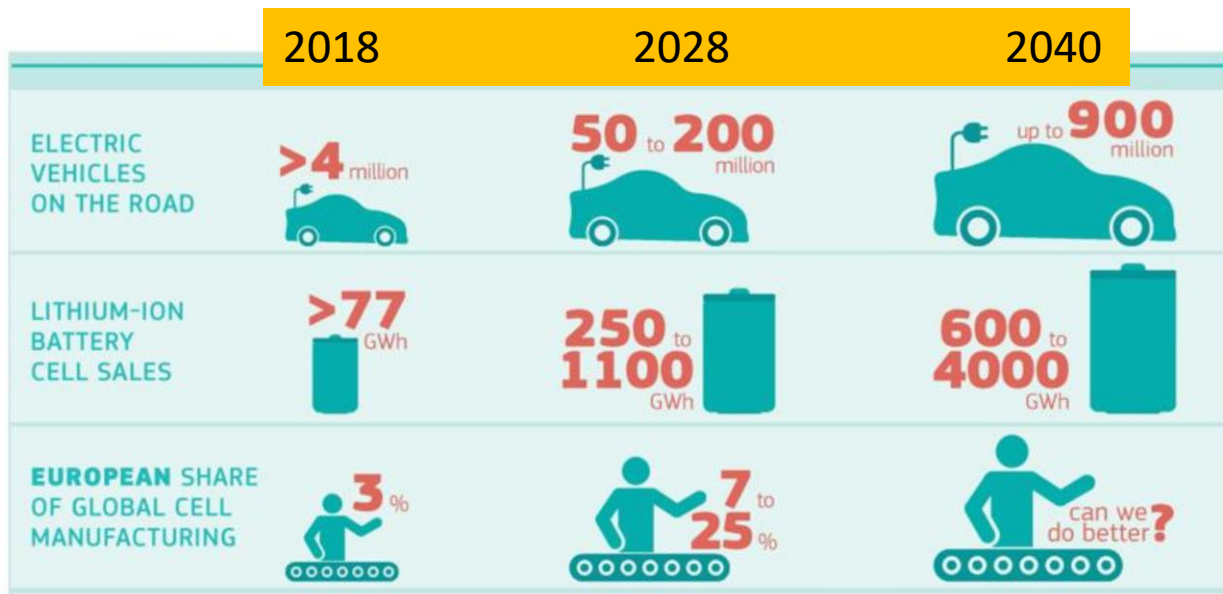
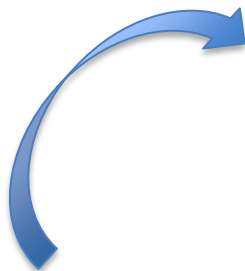
- Volkswagen Group and Goldman Sachs Merchant Banking Division lead a \$1 billion equity capital raise in Northvolt alongside BMW Group, AMF, Folksam Group and IMAS Foundation.



Råmaterialer fra nye gruver i Finland, f.eks Co og Li



EUROPEAN COMMISSION



Brussels, 9.4.2019
COM(2019) 176 final

REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE, THE COMMITTEE OF THE REGIONS AND THE EUROPEAN INVESTMENT BANK

on the Implementation of the Strategic Action Plan on Batteries: Building a Strategic Battery Value Chain in Europe

Year	GWh	No: 30 GWh Gigafactories
2010	30	1
2015	70	2
2020	250	8
2025	1000	30
2030	3000	100
2035	5000	150
2040	6500	220
2045	8000	250
2050	10500	350

Estimert
global
etterspørsel

Hvorfor går utvikling så sakte? (Moore's lov gjelder ikke for ionetransport)

■ Materialene skal oppfylle mange krav

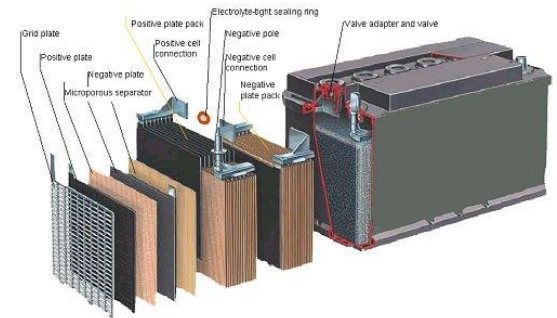
■ Safety!

- Høy energitetthet
- Effekttetthet/ladetid
- Kostnad
- Må være stabile
- Levetid
- Miljøvennlig produksjon/resirkulerbarhet
- MÅ VÆRE KOMPATIBLE

For en bensinmotor, energi og effekt er dekkoblet



Et batteri er en enhet



Nobel price 2019



III. Niklas Elmehed. © Nobel Media.

John B. Goodenough

Prize share: 1/3

Patented
 LiCoO_2
as cathode



III. Niklas Elmehed. © Nobel Media.

M. Stanley Whittingham

Prize share: 1/3

Demonstrated first Li-cell with Li anode, TiS_2 cathode (1960-70)



III. Niklas Elmehed. © Nobel Media.

Akira Yoshino

Prize share: 1/3

Carbon anodes,
allowed for «rocking chair»
Battery – 80'ies, (membrane,
Aluminum current collector)