

STRÖMSTAD AKADEMIS FRIA SKRIFTSERIE

Rune Wigblad



Om nästa generation lokala energisystem

Strömstad akademis styrelse beslutade 24 juli 2013 att inrätta Strömstad Akademis Fria Skriftserie med följande riktlinjer: Ledamöter i Strömstad akademi har rätt att utan granskning få manuskript publicerade elektroniskt i Strömstad akademis fria skriftserie. Det enda som gäller är att författaren ansvarar för innehållet och för att det inte strider mot svensk lag eller innehåller copyrightskyddat material. Manus skickas direkt till web-ansvarig.

Om nästa generation lokala energisystem

Professor Rune Wigblad

Strömstad akademi

2024-08-23

Historien om framväxten av datorer är intressant för den omställning som energisystemet står inför den närmaste tiden. IBM var det mest framgångsrika multinationella företaget på datorer när de växte fram på 1970-80-talen. I slutet på 1980 och början på 1990 drabbades IBM av stora förluster och tappade en stor del av världsmarknaden huvudsakligen beroende på att det utvecklades så kallade PCs (personal computers). Det uppstod andra företag och IBM missbedömde kraften i den omställningen. Det var en övergång från stora centraliserade stordatorer till små portabla laptops.

Mycket tyder på att energisystemen idag står inför en liknande teknikrevolution där det storskaliga systemet utgörs av stamnätets "två hål i väggen" och de småskaliga systemen är lokala, antingen med kontakt med kraftnätet eller oberoende av nätet, det vill säga "off grid". "Off grid" innebär att systemet inte matar in eller ut energi via stamnätet och att det därför inte behövs "två hål i väggen". Medan denna utveckling mot lokala energisystem pågår utvecklas det också mellanvarianter. Tyskland upplever till exempel år 2024 en boom för balkong-solceller¹, vilka möjliggörs därför att Tyskland erbjuder goda inkomster till hushållen om energin matas in på stamnätet. Detta innebär att viss energi förbrukas direkt och resten går till det centraliserade nätet. Det lokala alternativet för energisystem är att man lagrar elen i till exempel batterier, istället för att mata in elen på stamnätet.

Små och enkla att installera – stort intresse för solkraft på balkong



I Tyskland är det fritt fram för privatpersoner att själva installera solceller på balkongen. W&W Gruppe

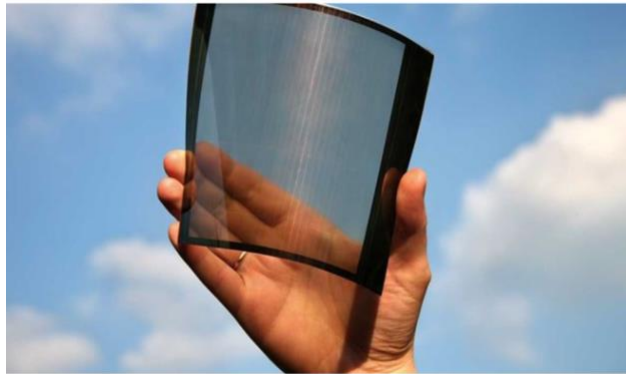
Figur 1: Ny Teknik 3 MAJ 2024. Små och enkla att installera – stort intresse för solkraft på balkong (nyteknik.se)

Den fortsatta framställningen fokuserar på framtida lösningar för lokal el-produktion och konsumtion där det är förmånligt, till exempel Kosteröarna med tillhörande naturreservat.

1 Ny trend i Tyskland: Solpaneler på balkongen (tv4.se)

Nästa generation effektivare solceller

De solceller som dominerade marknaden år 2022/2023 var kisel-baserade (ca 95% silicon-based cells) och dessa hade blivit billigare. Mycket tyder på att dessa äldre celler kommer att ersättas eller kompletteras med en ny generation solceller med bättre prestanda.



Flexible semi-transparent perovskite module

Figur 2. Illustration av en av flera utvecklingar av lätta, böjbara och delvis genomskinliga solceller.

Figur 2 visar en av den nya generationen solceller som är baserad på "miracle material" perovskite. Perovskite är lättvikt, flexibel, och mycket billigare att producera, samt har hög effektivitet. De absorberar andra spektra av solljus jämfört med kisel. Det är möjligt att kombinera kisel och perovskite i så kallade **tandemceller**, för att nå ett brett ljusspektrum och därmed mycket **hög** omvandlingseffektivitet.

Ett exempel: **Oxford PV** som har relativt **stor skala på sin produktion** hävdade **världsrekord** den 6 februari 2024 med sin stora tandempanel som hade nått **25% verkningsgrad (omvandlingseffektivitet)** vilket är högre än enbart kiselbaserade celler (18-24%)².

En drivande kraft för förändring är att nästa generation solceller med enbart perovskite förväntas bli mycket billiga att tillverka i en "simple manufacturing procedure"³.

Ovanstående bäddar för snabba kommersiella genombrott.

Andries Wantenaar (Solar Analyst - Rethink Energy) bedömde den 30e oktober 2023⁴ att "First movers" på marknaden kommer att bli fem aktörer; Microquanta Hangzhou, UtmoLight Wuxi Jiangsu Province, GCL System Integration München, Caelux Kalifornien, och

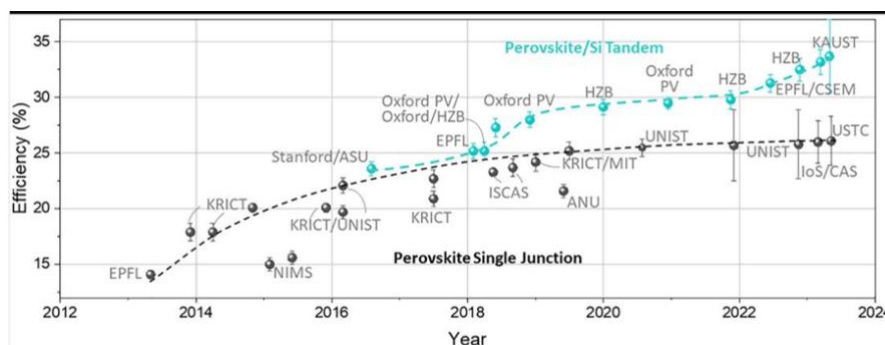
2 Oxford PV sets new solar panel efficiency record (optics.org)

3 Gu. Z. et al. (2015) "Interfacial engineering of self-assembled monolayer modified semi-roll-to-roll planar heterojunction perovskite solar cells on flexible substrates"

4 Commercial perovskites imminent – pv magazine International (pv-magazine.com)

Oxford PV UK. Han bedömde också ett genombrott för nästan alla aktörer år 2026. Wigblad⁵ identifierade i januari 2024 ca 20 massproduktionsinvesteringar i världen fram till år 2027.

Figuren nedan visar effektivitetsökningen för **små tandemceller** från olika labmiljöer⁶.



Figur 3. Effektivitetsökning av små perovskite-baserade tandemceller över tid.

Nästa generation små vindkraftverk (maglev)



Figur 4. En av flera små magnetlagrade vindkraftverk

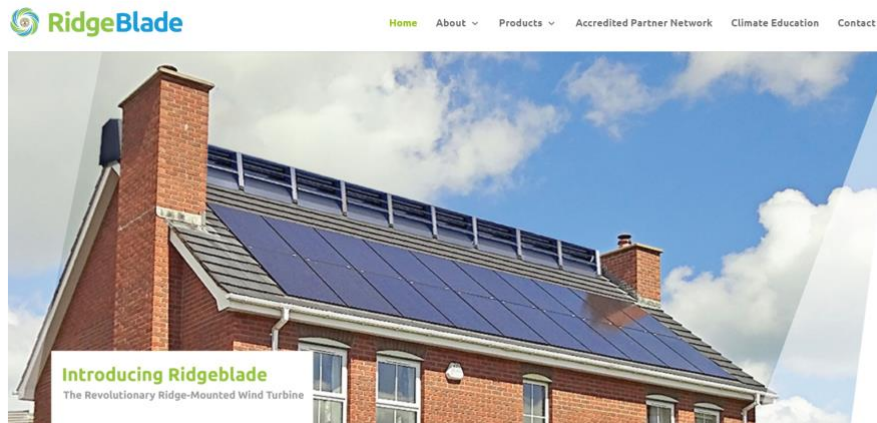
Figur 4 illustrerar en av många vertikalaxlade vindkraftverk med magnetlager (maglev) som finns på marknaden. De är massproducerade och det finns konkurrens på marknaden, vilket ger sjunkande priser per producerad Watt (W). Några fördelar som är möjliga att hitta på denna marknad är:

1. Generatoren till vertikalaxlade verk kan placeras **på marken** eller nära havsytan och **saknar växellåda**, vilket ger **mindre driftsavbrott, ger lägre underhållskostnader och längre livslängd**.
2. Magnetlagrade verk **börjar snurra vid ca 1,5 m/s** jämfört med 4-6 m/s för konventionella verk. De klarar också mycket höga vindhastigheter.

5 Wigblad, R., jan 2024 FSS-40.pdf (stromstadakademi.se). No. XXXX, JANUARI MMXXIV, ISBN: 978-91-988820-5-6

6 Szabo G. (2023) "Are Perovskite Solar Cells Reaching the Efficiency and Voltage Limits?". ACS Energy Lett. 2023, 8, 3829–3831. <https://doi.org/10.1021/acsenerylett.3c01649>

3. Vertikalaxlade vindkraftverk har enligt Möllerströms doktorsavhandling relativt **lågt buller**⁷.
4. Vertikalaxlade vindkraftverk **stör inte fågellivet lika mycket** – de är lättare att upptäcka för fåglar bland annat därför att de roterar långsammare.



Figur 5. Magnetlagrade vindturbiner på taknocken.

Det har också kommit magnetlager-lösningar som utgör vindkraft för taknocken – en av dessa visas ovan. Magnetlager gör lösningen tystgående. Vinden träffar taket och tvingas upp mot taknocken, vilket är fördelaktigt.

Nästa generation batterier

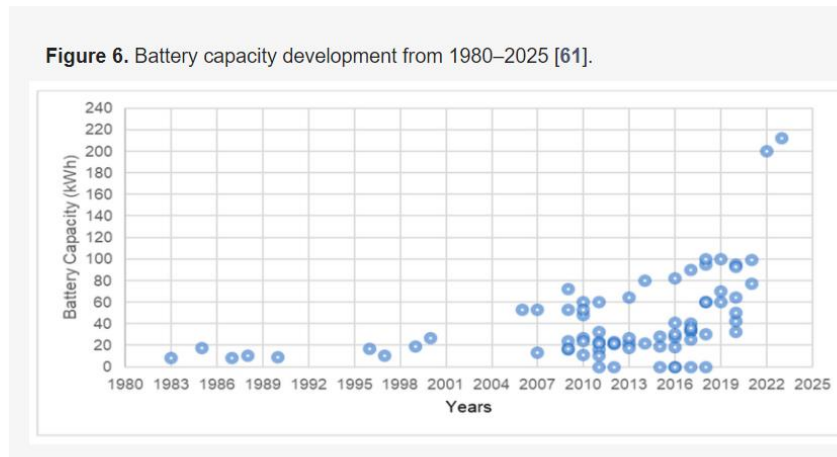
Den så kallade "intermittenta" elproduktionen från vind och sol innebär att när det blåser mycket producerar vindkraften bra och när solen lyser mycket producerar solceller bra, medan efterfrågan kanske inte finns just då elen produceras. Den lokalt producerade elen behöver därför lagras om det är ett helt lokalt system. Dels handlar det om utjämning mellan dag och natt, över en vecka och dels handlar det om långlagring ett helt år.

Det finns många tekniker för lagring av el. Den senaste tiden har vi sett storskaliga planer på pumpkraftanläggningar som bland annat byggs i gamla gruvor. Det byggs även storskaliga batteriparker som aldrig förr. Ny Teknik producerade i början på 2024 ett kompendium om den kommersiella batteriutvecklingen⁸ i Sverige. Den visar att det byggs oväntat många batteriparker. Christian Gustafsson, vd för Ilmatar Solar formulerar det målande som att "Vi har en padelhallseffekt på energilager". Detta förklaras med att priset på el har ökat samt att det behövs stödtjänster för att balansera det stora centraliserade elsystemet, där man också kan tjäna pengar på inmatning av el till stamnätet.

7 Erik Möllerström 2017, Diss., "Noise, eigenfrequencies and turbulence behavior of a 200 kW H-rotor vertical axis wind turbine", urn:nbn:se:uu:diva-316385

8 Den Svenska Batteriboomen – Ett kompendium från Ny Teknik 2024.

De sista två åren har priset på batterier sjunkit något i genomsnitt⁹, men som figur 6 visar har prestanda också ökat avsevärt, främst inom bilindustrin. Det går idag att få bättre prestanda för ungefär samma eller lägre pris jämfört med för 3 år sedan.



Figur 6: Electric Vehicles: Benefits, Challenges, and Potential Solutions for Widespread Adaptation, Fayez Alanazi, Appl. Sci. 2023, 13(10)

De innovationer som kommer inom batteriområdet kan enkelt komplettera solceller och små vindkraftverk i lokala energisystem.

Den förhärskande tekniken för batterier är olika former av Lithium-ion (mer än 80%). Det finns emellertid många nya innovationer inom batteriteknikområdet. Några av dessa är:

1. **Solid-state batterier** (September 4, 2023). "Big companies and car manufacturers like Samsung and Toyota are betting big on solid-state batteries"¹⁰. Solid-state-batterier kan potentiellt hålla dubbelt så länge som traditionella litiumjon-batterier. Den första energipassiva elbilen med Solid state-batteri lanserades i mars 2024 av den kinesiska biltillverkaren SAIC Motor. Den klarar 200 mil på en laddning (SAIC)¹¹.
2. **Zinc-air batteries**. Edith Cowan University, **august 21, 2023**: "have emerged as a better alternative to lithium"¹³.
3. **Graphene aluminum ion batteries**, som av vissa anses ha en potential att revolutionera energilagring och elbilsindustrin¹⁴.
4. **Sodium-ion batterier**. Det svenska företaget Nothvolt satsar på dessa¹⁵.

9 Price of selected battery materials and lithium-ion batteries, 2015-2024 – Charts – Data & Statistics - IEA

10 What you need to know about solid-state batteries – DW – 09/04/2023

11 Första elbilen med solid state-batteri lanserad | Carup.se. Räckvidd på 200 mil i nytt rekordbatteri | Carup.se

12 ECU | Move over lithium-ion: Zinc-air batteries a cheaper and safer alternative

13 <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2015/6g/c4cs00015c>

14 Graphene Aluminium-Ion Battery - Graphene Manufacturing Group | GMG (graphenemg.com)

15 <https://cleanenergyfrontier.climatechangenews.com/northvolt-how-a-swedish-battery-company-wants-to-power-europes-green-transition-with-sodium/>

5. **Flödesbatterier** för långlagring av el¹⁶. Rivus i Sverige satsar på organiska sådana.

M m

Det finns anledning att hålla ögonen öppna för vilka nya innovationer som kommer att få genomslag på marknaden på grund av bättre pris och/eller bättre prestanda.

Nästa generation lokala energisystem

Att kombinera nästa generation solceller och små vindkraftverk för lokal elproduktion och samtidigt lagra överskottsel i batterier för korttidslagring och/eller långtidslagring (långlagringsbatterier eller vätgas), skapar möjligheter för "off grid"-lösningar. Den huvudsakliga möjliggöraren är de sjunkande priserna för ingående komponenter och därmed hela sådana system.

2024-08-12 kom en rapport från Fraunhofer ISE (Tyskland) som visade att solceller med batterilagring har blivit billigare än andra konventionella kraftanläggningar¹⁷.

Den närmaste framtiden tycks vara ljus för lokala fossilfria energisystem.

16 <https://growsverige.se/2023/07/14/sockerbaserat-flodesbatteri-kan-lagra-energi-i-mer-an-ett-ar/>

17 Solar Photovoltaics with Battery Storage Cheaper than Conventional Power Plants - CleanTechnica