

STRÖMSTAD AKADEMIS FRIA SKRIFTSERIE

Rune Wigblad



**Spaning 2.0 på internationell masspro-
duktion av perovskite solceller**

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.

Spaning 2.0 på internationell massproduktion av perovskite solceller

Rune Wigblad

*Professor i Företagsekonomi med inriktning Industriell ekonomi
Strömstad akademi*

2025-02-11

I januari 2024 publicerade undertecknad en spaning på internationella investeringsplaner för perovskite-baserade solceller (FFS, 2024-01-14, No. XXXX, JANUARI MMXXIV).

Frågeställningen gällde ett försök till värdering av när teknikgenombrott skulle ske i världen för nästa generation perovskite-baserad solcellsteknik. Perovskite är ett material vars potential är relativt utforskat. Ett 20-tal investeringsprojekt listades i januari 2024 och bedömningen pekade på att det skulle ske ett troligt genombrott för massproduktion under år 2026. I början av år 2025 har denna lista på investeringsprojekt ökat ytterligare till ca 30 (se **Bilaga**). Fem företag pekades under hösten 2023 ut som "first moovers" av Andries Wantenaar (Solar Analyst - Rethink Energy)¹. Vad har hänt med dessa tidiga projekt?

Föreliggande rapport är en uppdaterande spaning på investeringsläget för massproduktion av perovskite-baserade produkter jämfört med januari 2014.

Innehåll

English abstract	2
Bakgrund.....	2
Utvecklingen av massproduktion för solcellspaneler.....	4
Utveckling av massproduktion med integrerad perovskite i fordon	6
Trösklar för utveckling av hållbara perovskitelösningar.....	9
Diskussion om en tänkbar framtid för perovskitebaserad massproduktion	10
Bilaga Aktörer som investerar	11

¹ [Commercial perovskites imminent – pv magazine International \(pv-magazine.com\)](https://www.pv-magazine.com)

English abstract

In January 2024 a reconnaissance on investments for mass production into perovskite-based production disclosed 20 actors in the world (FFS, 2024-01-14, No. XXXX, JANUARI MMXXIV). In the present study additional 10 investment actors were identified (see the list in Appendix).

Since three “early moovers”, Oxfröd PV, MicroQuanta and Hangzhou Xianna Optoelectronic Technology Co., Ltd, had strong activities during 2024, the former prediction concerning a breakthrough for mass production in the year 2026 is reinforced. Two middle sized solar plants, with perovskite based technology, were established in the world during 2024, replacing silicon-based solutions.

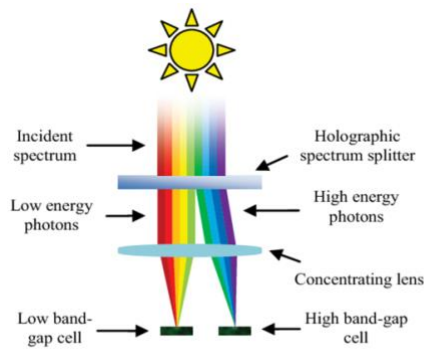
Bakgrund

El från solceller ökar globalt och priserna sjunker. Detta teknologiområde står inför ett teknikgenombrott för innovationen perovskite solceller, som skapar bättre prestanda. Perovskite är en kristall som är relativt utforskad jämfört med Kisel (Silicon) där vi känner till olika tillämpningsområden och där det har förekommit många nya Silicon Valley-baserade innovationer. När det gäller kristallen perovskite är det ett nytt grundläggande kristallbaserat innovationsområde som söker sina tillämpningar.

Den nya generationen solceller är i hög utsträckning baserad på det som har kallats för ett ”miracle material” – perovskit [perovskite]. Halide perovskite material är kristaller ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$). Halider eller halogenider är ett sammanfattande namn på fluorider, klorider, bromider, jodider och astatider. Perovskit-baserade solceller är ovanliga i kommersiella tillämpningar idag. Till exempel är de solceller som dominerar marknaden silikonbaserade (ca 95% silicon-based cells; mono-Si [82,3%] och multi-Si [12,7%]) och dessa har blivit billigare.

Perovskite är lättvikt, flexibel, och mycket billigare att producera, samt har hög effektivitet. De absorberar andra spektra av solljus jämfört med kiselbaserade celler. Perovskite solceller kan också produceras snabbare än kiselceller.

Det är möjligt att kombinera kisel och perovskite i så kallade tandemceller, för att nå ett brett ljusspektrum och därmed mycket hög omvandlingseffektivitet. Kisel ligger huvudsakligen i det röda spektrat och Perovskite ligger huvudsakligen i det blåa ljusspektrat. Den teoretiskt maximala effektiviteten för Kiselceller är 34% (Shockley-Queisser Limit or SQ Limit [1961] states that single junction PV cells, Silicon, cannot exceed an efficiency of 33.7%) och för Perovskite ca 43%, men det går också att kombinera kisel och perovskite (tandem) samt flera olika perovskite-kristaller (upp emot 50% verkningsgrad är då möjligt med så kallade ”Wafers”).



Figur 1 Solljusets olika spektra illustrerad.

Den snabba utvecklingen över tid av ökad omvandlingseffektivitet för perovskit solceller illustreras av figur 2².

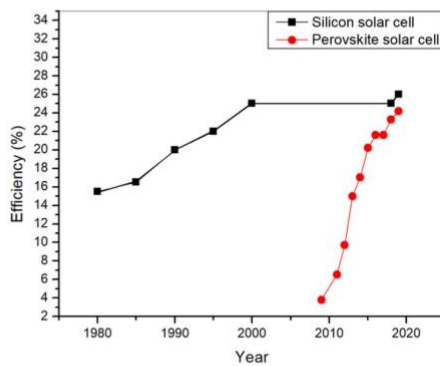
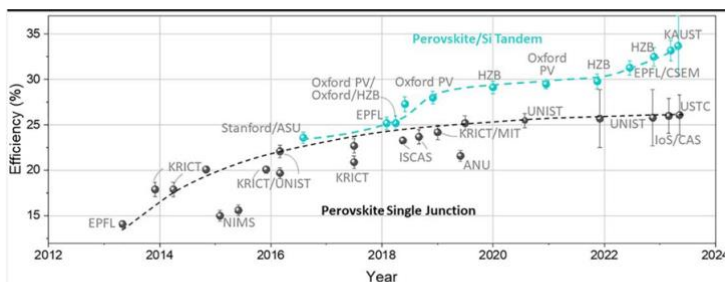


Fig. 2. Recorded Power Conversion Efficiency of the PSC in progressive years.

Figur 2. Utvecklingen av omvandlingseffektiviteten för Perovskite solceller från år 2009 fram till 2020.

Redan år 2024 fanns det kommersiell produktion av små perovskit-baserade solceller med anmärkningsvärt hög verkningsgrad (omvandlingseffektivitet uppemot 35%). Steget upp till större paneler ger dock idag lägre verkningsgrad, men det kommer troligen att ändras inom en snar framtid.

Figuren nedan visar effektivitetsökningen för **små tandemceller** från labmiljöer³.

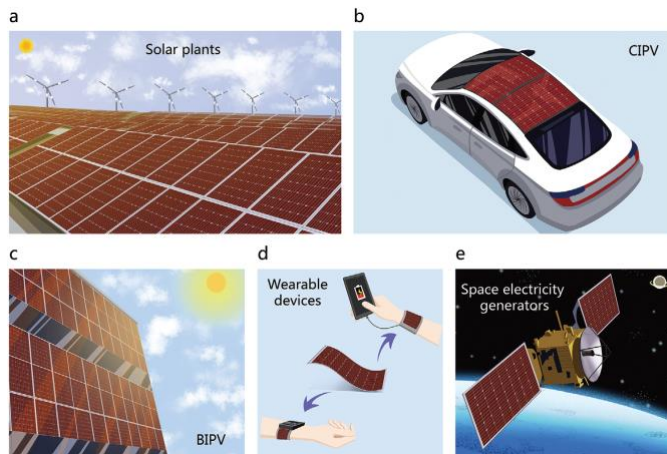


² Roy P. et al (2020). "A review on perovskite solar cells: Evolution of architecture, fabrication techniques, commercialization issues and status" *Solar Energy* 198 (2020) 665–688

³ 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>

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

Inom vilka tillämpningsområden kan perovskite tänkas bryta igenom?



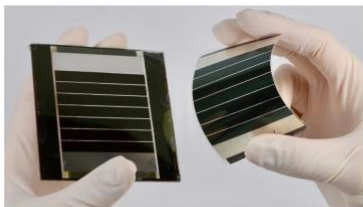
Figur 4. Potential applications of PS. a) Solar plants. b) Car integrated [CIPV]. c) Building integrated [BIPV]. d) Wearable flexible electronics. e) Electricity generators in satellites or space shuttles⁴.

Figur 4 illustrerar viktiga framtida möjligheter för Perovskitebaserade lösningar. Idag är det få tillämpningar och det är solpaneler utomhus som dominerar, huvudsakligen på tak. Tillämpningar inomhus är en växande marknad.

I Japan och flera andra länder hoppas forskare och regeringar att detta material kan öka landets energiproduktion. Det finns också starka förhoppningar om användning av små perovskite-baserade solceller i elektriska apparater. De största och mest intressanta massmarknaderna tycks dock vara solcellspaneler och integrering av solceller i olika produktmaterial såsom fordon och byggmaterial. Utvecklingen år 2024 av dessa områden behandlas nedan.

Utvecklingen av massproduktion för solcellspaneler

I optimistiska prognoser är den nya generationen solceller med ”miracle material” Perovskite, lättvikt, flexibel, och mycket billigare att producera, samt har högre effektivitet. Figuren illustrerar en typ av perovskite solceller som har tagits fram.



Figur 5 Thin-film perovskite solar cells are flexible, expanding their range of potential uses. (Photo courtesy of Kyoto University)⁵

⁴ Pengchen Zhu et al. “Toward the Commercialization of Perovskite Solar Modules.” *Adv. Mater.* 2024, 36, 2307357. DOI: 10.1002/adma.202307357

⁵ [China leads in research on next-generation solar cells - Nikkei Asia](#)

Ett företag som är tidigt ute heter Oxford PV och de rapporterade i februari 2024 att de tagit fram en tandem (kisel och perovskite) solcellspanel med rekordhög verkningsgrad på 25%⁶, vilket var en ökning från tidigare rekord på 24% för kommersiella solcellsmoduler. Oxford PVs ambition är att öka energiomvandlings-effektiviteten 1% per år. I september 2024 var denna effektivitet uppe i 26,9 % vilket de hävdade var världsrekord. Oxford PV lanserade också kommersiellt en perovskite-baserad solcellspanel för den amerikanska marknaden med 24,5% effektivitet, som massproduceras i Tyskland. Fabriken är dock inte jättstor. I full produktion ska den tillverka solcellspaneler om 100 MW per år. Förbättrad verkningsgrad utgör dock en anmärkningsvärt snabb ökning av effektivitet för massproducerade solcellspaneler från Oxford PV under åren 2025/2026.

Ett annat företag som är tidigt ute med massproduktion är det kinesiska företaget MicroQuanta Semiconductor, som i december 2024 meddelade att en perovskite-baserad solcellspark på 8,2 MW (megawatt) togs i drift⁷ och utgör den största perovskite anläggningen i drift i världen (ca 95 000 moduler). Företaget framhöll också att de har startat bygget av en park på 12 MW. Det finns betydligt större solcellsparker på över 100 MW i världen, som är enbart kiselbaserade, men för att kunna bygga medelstora solcellsparker som är perovskite-baserade, krävs det massproduktion.



Figur 6 Den kinesiska solcellsparken (dec. 2024) med betesmark under solpanelerna.

En liknande massproduktion av perovskite-baserade solceller var Hangzhou Xianna Optoelectronic Technology Co., Ltd. som i november 2024 levererade solpaneler till ett demonstrationsprojekt på 50 MW efter erfarenheter från en försöksanläggning på 500 kW som installerades tidigare⁸.

Att Oxford PV erbjuder marknaden den högsta verkningsgraden och att MicroQuanta och Hangzhou Xianna Optoelectronic bygger medelstora solcellsparker är starka indikationer på ett genombrott. Dessa exempel från år 2024 indikerar att det

⁶ [Oxford PV sets new solar panel efficiency record \(optics.org\)](https://www.optics.org/news/2024/02/01/oxford-pv-sets-new-solar-panel-efficiency-record/)

⁷ <https://www.pv-magazine.com/2024/12/09/chinese-developer-switches-on-worlds-largest-perovskite-based-pv-plant/>

⁸ [Four-terminal perovskite-silicon tandem modules delivered for 50 MW project in China | Perovskite-Info](https://www.perovskite-info.com/news/2024/11/20/four-terminal-perovskite-silicon-tandem-modules-delivered-for-50-mw-project-in-china/)

förkommer fortsatt starka satsningar, vilket i sin tur stärker prognosen om ett större genombrott i världen år 2026.

Ett svenskt företag, Midsummer (Järfälla), erbjuder integrerade lösningar för takbeläggningar och har nu startat ett samarbete med Scania om framtidens ”**solar-powered trucks**, generating electrical propulsion from onboard solar cells”⁹. Resultat från Scantias försöksverksamhet väntas publiceras år 2025.



Källa: Scania

Utveckling av massproduktion med integrerad perovskite i fordon

Perovskitebaserade solceller kan idag sprayas, målas eller tryckas på ett mycket större antal ytor jämfört med traditionella kiselceller. Detta skapar en stark utveckling inom fordonsindustrin. I november 2024 deklarerade Mercedes att de satsar på en solcellsfärgning av framtida elbilar¹⁰. Prestandan på detta förväntas bli att solcellslacken bidrar med 62 procent av energin som behövs för att köra invånarna i Mercedes hemstad Stuttgart en genomsnittlig daglig körsträcka på 52 kilometer. På svenska breddgrader kan man nog räkna med något mindre än så.

Toyota har satsat på möjlig laddning via solceller på taket hos några bilmodeller. Detta gäller 2023 Prius Prime plug-in hybrid som laddar vid parkering samt Prius Hybrid och Toyota bZ4X som har ett soltak som tillval. Dessa ger dock bara några kilometer extra laddning under en dag, vilket även flera andra bilmodeller erbjuder¹¹. Även Sono Sion och Squad Solar City Car är bilar med soltak och de ger ca 20 km laddning per dag under goda solförhållanden.

I januari 2024 annonserade Toyota att de tillsammans med det nystartade företaget EneCoat Technologies Co., startade ett utvecklingsprojekt med lättare och ultratunna perovskite solceller som också är vikbara. Dessa solceller kan integreras i fordonets chassi (vehicle-integrated photovoltaics, VIPV eller CIPV) med hög effektivitet. Toyota förväntade sig att dessa nya solceller ska kunna användas i elbilar redan år 2026¹². I juli 2024 stärktes dessa planer genom att Toyota tillkännagav en investering

⁹ https://midsummer.se/mfn_news/midsummer-levererar-solpaneler-till-scantias-soldrivna-hybridlastbil-i-banbrytande-projekt-testas-nu-i-trafik/

¹⁰ [Mercedes' Solar Paint Could Make Plugging In EVs a Thing of the Past](#)

¹¹ [10 High-Tech Cars Equipped With Solar Panels 2025](#)

¹² [Perovskite solar cells for vehicle-integrated - Electric Motor Engineering](#)

på ca 400 miljoner sek för detta projekt¹³. Även andra investerare bidrar till EneCoats projekt. Denna investering bekräftar att tidsplanen för Toyotas satsning verkar vara ganska realistisk.

Flera andra biltillverkare intresserar sig nu för solcellsintegrerade elbilar. Lightyear hade en elbil (Lightyear 0) med ca 60 kilometers extra laddning per dag, som inte fungerade på marknaden och nu är nedlagd. Lightyear kommer emellertid med en nystart under år 2025, med bilen Lightyear 2, som uppges vara en andra generation sol-laddande elbil, som närmar sig energiautonomi.

Den största kinesiska biltillverkaren BYD beslutade under år 2024 att utforska möjligheterna med perovskite solteknologi¹⁴. Även Hyundai och Tesla har utvecklingsprojekt med integrerade solceller.

Hur hög effektivitet på solcellerna behövs för att fordonen ska bli helt energiautonoma?

På några nishmarknader har det utvecklats energiautonoma fordon.

En svensk tillverkare, Clean Motion, säljer en trehjulig stadsbil som är helt energiautonom¹⁵.



Källa: Clean Motion

Silent-Yachts säljer en solcellsdriven katamaran (Silent 62 3-Deck) som är helt energiautonom¹⁶.

¹³ [Toyota Eyes Perovskite Solar Cells For Solar Car Of The Future \(cleantechnica.com\)](https://www.cleantechnica.com/news/2023/05/13/toyota-eyes-perovskite-solar-cells-for-solar-car-of-the-future/)

¹⁴ [BYD actively explores perovskite solar cell technology | Perovskite-Info](https://www.perovskite-info.com/news/byd-actively-explores-perovskite-solar-cell-technology/)

¹⁵ [Clean Motion](https://www.cleanmotion.se/)

¹⁶ [Obegränsad räckvidd för solcellsdriven katamaran - Båtliv - Medlemstidning för Svenska Båtunionen \(battiv.se\)](https://www.battiv.se/obegransad-rackvidd-for-solcellsdriven-katamaran/)



Källa: Silent-Yachts

Aptera har också utvecklat en energiautonom trehjulsbil¹⁷.



Källa: Aptera

Under år 2024 utvecklades också en solpanel av Dartsolar, som tillhör till elbilar i form av en takbox¹⁸. Takboxen kan fällas ut när bilen står på parkeringen och täcker då hela bilen.

Sammanfattningsvis har det hänt mycket under 2024 när det gäller utvecklingen av mer energiautonom fordon och det kommer att hända ännu mer under 2025.

Utveckling av massproduktion med perovskite för displayer, hushållsapparater med flera områden.

Ett inom forskningen spektakulärt teknikområde är perovskite för halvledare, där det pågår en del forskning och utveckling i ett tidigt skede och där det därför är svårt att bedöma när genombrottet kommer. Ett av flera exempel på ett udda teknikområde är en smart ögontillämpning ”that track eye position using arrays of perovskite light sensors instead of cameras or contact lenses”¹⁹.

Den över tiden snabbt ökande verkningsgraden för perovskitebaserade solceller gör att det kommer fler och fler genombrott för inomhustillämpningar och displayer.

¹⁷ <https://elbilen.se/nyheter/aptera-visar-lanseringsversion-av-sin-trehjuliga-solcellsbil/>

¹⁸ <https://feber.se/bil/utfallbart-solcellstak-till-elbilen/474868/>

¹⁹ [Perovskite-based smart eyeglasses can detect eye position without cameras | Perovskite-Info](#)

Laddningsförmågan inomhus är låg jämfört med utomhus om laddstationen är en bit bort från fönstret. Då blir det viktigt med ökade verkningsgrader för ett genombrott.

Det svenska solcellsbolaget Exeger har utvecklat en tunn och böjbar solcell med hög ledningsförmåga som kan sättas på till exempel läsplattor, hjälmar eller kläder. Exeger tillkännagav, i samband med jättemässan CES i Las Vegas (jan 2024), att de dubblar produktutbudet med en rad nya lanseringar²⁰.

Trösklar för utveckling av hållbara perovskitelösningar

Att vara "First mover" är inte alltid bäst. Risken finns för kvalitetsbrister. Flera forskningsrapporter varnar för snabbt sjunkande effektivitet på perovskitelösningar över tid (se t ex Helal Mia et al, 2025)²¹, på grund av känslighet hos cellerna för påfrestningar såsom smuts och värme.

Många FoU-satsningar fokuserar på att lösa degraderingsproblemet (t ex Japan's Ritsumeikan University and Sekisui Chemical)²², men ett kvardröjande problem är att testerna inte är tillräckligt bra ännu.

"The accelerated aging test of the PSCs requires more attention, and outdoor field experiments must be performed to understand the real field degradation and failure mechanism."²³

Det tidigare nämnda kinesiska företaget MicroQuanta Semiconductor uppger att:

"The modules have passed stability certification under the updated IEC 61215 and IEC 61730 standards by the International Electrotechnical Commission (IEC). MicroQuanta has also become the world's first perovskite solar cell company to obtain certification from the German Association for Electrical, Electronic and Information Technologies (VDE)"²⁴.

Den 6 febr 2024 noterades att resultaten från Oxford PV är spännande, men det påpekades också att företaget inte berättar något om panelens stabilitet över tid²⁵.

²⁰ [Exeger visar upp nya solcellsprodukter på CES i Las Vegas \(di.se\)](#)

²¹ Key degradation mechanisms of perovskite solar cells and strategies for enhanced stability: issues and prospects RSC Adv., 2025, 15, 628; DOI: 10.1039/d4ra07942f

²² [Researchers examine the importance of barrier films in maintaining the long-term durability and stability of flexible PSC modules | Perovskite-Info](#)

²³ Kashimul Hossain ; Suryanarayan Nayak ; Dinesh Kabra **Challenges and opportunities in high efficiency scalable and stable perovskite solar cells**, *Appl. Phys. Lett.* 125, 170501 (2024) <https://doi.org/10.1063/5.0232621>

²⁴ <https://www.pv-magazine.com/2024/12/09/chinese-developer-switches-on-worlds-largest-perovskite-based-pv-plant/>

²⁵ [Oxford PV hävdar världsrekord för tandempanel för solel \(nyteknik.se\)](#)

Diskussion om en tänkbar framtid för perovskitebaserad massproduktion

Den helhetsbild som ovanstående utveckling indikerar är ett snabbt genombrott för massproduktion av perovskitebaserade lösningar.

Många kommer kanske ihåg Moores lag som visade sig tillförlitlig fram till år 2010 för kiselbaserade produkter. Moores lag syftade på att kiselbaserade processorer i våra datorer blev dubbelt så snabba varje år (eller efter 18 månader), utan att bli dyrare.

Kanske minns vi också att när man köpte en dator mellan år 1990 - 2010, och då blev det dags att köpa en ny redan efter två-tre år, på grund av den snabba teknikutvecklingen.

Kommer det nu en liknande utveckling för perovskite-baserade produkter?

Mycket tyder på att det år 2026 kommer att finnas många perovskitebaserade produkter på marknaden, produkter som inte tappar mer än 20% av effektiviteten på två år. Samtidigt släpps det snabbt nya produkter med högre effektivitet. En tanke är att det då kanske är en god idé att skapa modulariserade produkter där det lätt går att byta till mer effektiva solceller eftersom effektivitetsgraden fortfarande ökar snabbt.

Om det är så, blir frågan om miljövänliga komponenter för produktion av perovskitebaserade celler viktig. I forskningslaboratorier har man därför ersatt allt bly med andra material. Mycket tyder på att perovskitebaserade lösningar kan bli mer miljövänliga jämfört med kiselbaserade.

Professor Feng Gao vid Linköpings universitet framhåller att nya forskningsresultat visar möjligheter att återvinna alla komponenter från degraderade perovskite solceller²⁶.

En avslutande frågeställning som är intressant gäller var i världen som vi kommer att få ett Perovskite Valley, med en liknande utveckling som vi har sett historiskt i Silicon Valley, Kalifornien, USA.

²⁶ [Why perovskite is the buzz in the solar tech world - Vattenfall](#)

Bilaga: Aktörer som investerar

Spaningen är inte heltäckande, eftersom den enbart bygger på publika källor. Speciellt finns det mörkertal i Kina. En bruttolista på alla företag som håller på med Perovskite-baserade lösningar, finns hos Perovskite-info: [Perovskite solar panels developers | Perovskite-Info](#)

Perovskite-info rankade “the top ten perovskite companies” såsom; Saule Technologies; GCL-SI, UtmoLight Com Ltd; Hunt Perovskite Technologies; Shenzhen HikingPV Technology Co., Ltd; Hubei Wonder Solar LLC; Microquanta Semiconductor; Oxford PV; Greatcell Energy; EneCoat Technologies Co., Ltd.

Nedan återges en uppdaterad spaning på internationella och framtida investeringsplaner för perovskite-baserade solceller jämfört med rapporten 2024 (FFS, 2024-01-14, No. XXXX, JANUARI MMXXIV).

Perovskite har redan funnit tillämpningar på vissa nischmarknader och den är nära ett genombrott för massproduktion på minst följande ställen i världen:

1. **Saule Polen. Commercialization** is coming very **soon**. (02.02.2022)²⁷

Saule annonserade i december 2024 att de startar en ”pilot demonstration”²⁸

2. **Voltec Solar. French** solar module manufacturer and the IPVF have announced plans to set up a factory for (4T) tandem perovskite solar panels in France. The first **pilot production line by the end of 2023**. February 2, 2023: In France, the IPVF solar institute has partnered with French manufacturer Voltec Solar to build a solar panel factory that will produce Tandem 4T Perovskite/Silicon cells. The partners aim to **start production in 2025** and ramp up capacity to 5 GW by 2030. (Febr 14, 2023)²⁹
3. **HoloSolis, France**. Set up in 2022, HoloSolis intends to open a EUR-700-million (USD 755m) factory with the capacity to produce **10 million solar panels annually**. The production base will be located in Hambach, northern France, and will employ about 1,700 people. It is **set to be put on stream in 2025 and reach full capacity two years later**.

²⁷ [Saule Technologies Brings Perovskites To ESLs | Printed Electronics Now](#)

²⁸ [Saule Technologies to start a pilot demonstration for perovskite solar cells with H.I.S and Lawson | Perovskite-Info](#)

²⁹ [Perovskite solar goes commercial as yield gains align with market forces | Reuters](#)

4. **Oxford PV** The company has achieved significant success in the solar market and is planning on expanding its presence via **the introduction of a new factory** to support its lofty goals (Sept 6 2023)³⁰. This new factory is not yet on the public agenda.
5. **Helio Display Materials** UK has announced it will be moving its perovskite-based display materials (that were jointly invented within Cambridge and Oxford Universities) to **pilot-scale production**. (Dec 08,2023)³¹
6. **GCL System Integration, München**. **GCL-SI has launched a new 320 W perovskite solar module** perovskite solar panel with 16.02% efficiency. The company guarantees that the 10-year end power output will be at least 90% of the nominal output power, which decreases to 80% after 25 years. (June 26, 2023)³²
[GCL Group Holdings](#), a major Chinese solar materials maker, has reportedly begun building 'the world's biggest perovskite solar cell factory' in the city of Suzhou. The plant's production capacity will reach two gigawatts, according to GCL Photoelectric Materials. The new facility will be built in two phases and the products will be 2.4 meters in length and 1.2 meters in width, the Company's recent statement specified. GCL Perovskite says it has obtained nearly CNY 500 million (\$68 million) of funding from several Chinese investors to make perovskite-silicon modules³³. Dec 28,2023
7. **Midsummer** inked a deal with the European Union Innovation Fund grant to receive €32.3 million (\$34.8 million) to pay for a third of the company's soon-to-be-built copper indium gallium selenide (CIGS) solar module production facility in **Sweden**. Midsummer currently operates a 50 MW manufacturing facility in Bari, southern Italy, and another factory in **Sweden**. The factory is tipped to **produce thin cells suitable for European roofs in the first quarter of 2026**. Midsummer said its long-term goal is to expand the factory's production to over 1 GW by 2030. Swedish thin-film solar manufacturer Midsummer. (Dec 6, 2024)³⁴
 Midsummer (Järfälla), erbjuder integrerade lösningar för takbeläggningar

³⁰ . [‘All options are open’ on new solar facility location for Oxford PV, says CTO - Solar Power Portal](#)

³¹ <https://www.perovskite-info.com/helio-display-materials-move-perovskite-based-display-materials-pilot-scale>

³² [GCL-SI unveils perovskite solar panel with 16.02% efficiency – pv magazine International \(pv-magazine.com\)](#)

³³ [Chinese PV Industry Brief: GCL Perovskite secures funds for module production – pv magazine International](#)

³⁴ <https://www.pv-magazine.com/2023/12/06/midsummer-secures-funding-for-200-mw-swedish-solar-factory/>

och har nu startat ett samarbete med Scania om framtidens ”**solar-powered trucks**, generating electrical propulsion from onboard solar cells”³⁵.

8. **QD Solar Inc., Toronto, Canada** - a Toronto-based venture - **3rd party-validated efficiencies** of their single junction perovskite cells among the highest efficiencies ever reported for this material class. (Febr 14, 2023)³⁶
9. **First Solar Louisiana manufacturing plant** are expected to **start commercial shipments** by the first half of **2026**. Evolar’s laboratory in **Uppsala, Sweden**, will continue to conduct research activity for First Solar. (September 21, 2023)³⁷. First Solar acquired the Swedish start up Evolar in may 2023³⁸.
10. **Tandem PV** - San Jose, **California** - perovskite-specific reliability tests - in (PACT) New Mexico. **The latest step** that seven-year-old Tandem PV is taking **toward commercializing**. (May 27, 2023)³⁹
11. **Cubic PV**. CubicPV aims to build 10 gigawatts (GW) of wafer production in the **United States**. Solar wafer manufacturer NexWafe recently secured €30 million (~\$32 million) from investors, including Reliance New Energy, to **accelerate the construction of its first commercial-scale green solar wafers production facility in Germany’s Bitterfeld**. In parallel, NexWafe will work with one of its other investors Aramco Ventures, on a green solar wafer production facility that will be built in **Saudi Arabia** with participation from the latter’s \$1.5 billion Sustainability Fund. (June 16,2023)⁴⁰
12. **Caelux**. The company makes perovskite-coated photovoltaic glass to be used in solar panel manufacturing, and Chief Executive Scott Graybeal said that the new **Baldwin Park facility** (California) will be producing more than 500,000 square meters of the glass **by the end of**

³⁵ https://midsummer.se/mfn_news/midsummer-levererar-solpaneler-till-scantias-soldrivna-hybridlastbil-i-banbrytande-projekt-testas-nu-i-trafik/

³⁶ [QD Solar reports on highly efficient perovskite solar cells developed for large scale manufacturing | Business Wire](#)

³⁷ [First Solar, Inc., First Solar Breaks Ground on \\$1.1 Billion, 3.5 GW Louisiana Manufacturing Facility](#)

³⁸ [First Solar acquires Swedish perovskite specialist Evolar – pv magazine International](#)

³⁹ <https://supertandem.eu/>

⁴⁰ [Solar Technology Provider Cubic PV Raises \\$100 Million - Mercom Capital Group](#)

next year. (AUGUST 14, 2023)⁴¹

13. **Sekisui Chemical Japan** to mass-produce bendable perovskite solar cells in an effort to catch up with Chinese competitors. **A new manufacturing facility** with an annual production volume of several hundred thousand square meters by **2030** (Aug 19,2023)⁴²
14. The start-up company **EneCoat** Technologies Co., with headquarters in Kyoto prefecture, have announced a project for the development of state-of-the-art **perovskite (PSC) solar cells** together with the automotive company **Toyota Motor Corp in Japan**. It is a particular type of lighter and thinner photovoltaic cells than those made of crystalline silicon, and they are also foldable. They are expected to be used in **electric vehicles** already in 2026. According to some rumours, the Japanese **Itochu Corporation** might soon start collaborating with **ZF German Group**, third world supplier of car components, **for the launch of a commercial electric vehicle already in 2026**⁴³.(jan 13, 2024)
15. **Qcells, Seoul, South Korea** – will build a **pilot tandem-cell production line** at its Jincheon factory in South Korea. The facility is expected to be operational by **late 2024**. (May 17, 2023)⁴⁴
16. **MicroQuanta Hangzhou**, Chinese perovskite module maker [Microquanta](#) has reported 20.2% conversion efficiency on a 20cm², 'third generation' solar cell. The Company said the result had been confirmed by Chinese government's 'China Institute of Metrology'. Perovskite solar developer [Microquanta](#) and Xiaer Tela, a company specializing in floating PV applications, recently **signed a strategic cooperation agreement to develop water surface perovskite applications and various floating solar products**. (Jun 05,2023)⁴⁵. I december 2024 meddelade företaget att en perovskite-baserad solcellspark på 8,2 MW (megawatt) togs i drift⁴⁶.
17. **UtmoLight** Wuxi Jiangsu Province, “UtmoLight started research work on perovskite photoelectric technology in 2018....**pilot production**

⁴¹ [Caelux Opens New Facility - Los Angeles Business Journal \(labusinessjournal.com\)](#)

⁴² [Sekisui Chemical to mass-produce bendable perovskite solar cells | Perovskite-Info](#)

⁴³ [Perovskite solar cells for vehicle-integrated - Electric Motor Engineering](#)

⁴⁴ [Qcells Solar Review: A Solid Manufacturer Expanding Its Reach - CNET](#)

⁴⁵ [Microquanta Semiconductor | Perovskite-Info](#)

⁴⁶ <https://www.pv-magazine.com/2024/12/09/chinese-developer-switches-on-worlds-largest-perovskite-based-pv-plant/>

lines are also under construction in an area of more than 5000m²“
(19/08/2023)⁴⁷

18. **RenShine Solar China** plans to bring online a 150 MW **mass production line** at the Changshu Economic Development Zone in **Q3/2023 (October 29 2022)**⁴⁸. **RenShine Solar** has announced that following the [completion and commissioning of its 150MW perovskite photovoltaic module project](#) in January, 2024 [Renshine Solar announces large perovskite modules with 18.4% efficiency | Perovskite-Info](#) May 13,2024
19. **GCL Group Holdings**, a major Chinese solar materials maker, has reportedly begun building '**the world's biggest perovskite solar cell factory**' in the city of Suzhou. The plant's production capacity will reach two gigawatts, according to GCL Photoelectric Materials (Dec 28,2023) ⁴⁹.
20. **Beijing Yaoneng Technology Co. (Auner)**. In early 2023, a pilot production base with production capacity of 2MW of perovskite products was established by Auner in Beijing City of China.... **The first mass production pilot line with a production capacity of 100 MW of perovskite-silicon tandem solar cells will then be launched in 2024**. Focusing on the technology and processing of perovskite cells, Auner is continuously making breakthroughs to lead the perovskite cells and modules in the PV industry⁵⁰. (MAY 12, 2023)
21. **DaZheng** has sold more than 100 megawatts worth of perovskite panels to customers in China, the U.S. and and Australia, according to the company... Ma's firm aims to **build a factory to produce 100 megawatts of panels a year, and has plans to lift annual capacity to 1,000 megawatts as early as 2025**⁵¹.
22. [Shenzhen Hiking PV](#) has announced plans to build a factory that have a total capacity of 7 GW of perovskite/polysilicon tandem cells, with an investment of CNY 5 billion (around USD\$700 million). The plan is to build the plant in three phases. Feb 03,2024

⁴⁷ [Wuxi Utmost Light Technology \(UtmoLight\) | Perovskite-Info](#)

⁴⁸ [China's RenShine Solar Reports 'World Record' Steady-State Efficiency For Perovskite Tandem Cell Module – EQ Mag Pro – The Leading Solar Magazine In India](#)

⁴⁹ [GCL announces new perovskite solar cell plant | Perovskite-Info](#)

⁵⁰ [30.83%! Auner Sets World Record for Large Tandem Solar Cell Efficiency - PVTIME](#)

⁵¹ [China is still backing an elusive breakthrough for solar panels - The Japan Times](#)

23. **SolaEon** plans to invest about 1.2 billion yuan (almost USD\$170 million) in the perovskite solar cell production base in the High-Tech Zone. Upon completion of the production lines with an annual capacity of 200MW and 1GW of perovskite cells, the production value is expected to reach 2 billion yuan (approximately USD\$283 million) per year. [1.2 Billion Yuan! SolaEon Tech to Launch 200MW + 1GW Perovskite Cell Production Lines – PVTIME](#) Oct 10,2024
24. **Hanwha Q CELLS** is reportedly set to complete the final inspection of its 40MW perovskite-tandem cell pilot line in Jincheon, Chungbuk, as early as October this year and begin trial operations. The company aims to start commercial production by 2026, believing that entering mass production ahead of China is crucial to gaining the upper hand in the market. [Hanwha Q CELLS to focus on rapid commercialization of tandem PSCs | Perovskite-Info](#) Aug 20,2024
25. **Solaires**. Canada-based [Solaires Entreprises](#), developer of sustainable and scalable perovskite-based photovoltaic modules, has announced the launch of its first production line. high power conversion efficiency of 35% for indoor light that would otherwise be wasted. The product enables self-charging of battery-driven devices such as wireless keyboards, smart door locks, electronic shelf labels, sensors, IoT devices, and more⁵². Jan 18,2024
26. **Maxwell**. It was reported that solar production equipment maker Maxwell recently held the groundbreaking ceremony for its HJT perovskite tandem cell equipment facility, located in Wujiang District, Suzhou, Jiangsu Province. The company is investing about RMB 5.4 billion (\$750.16 million) in the facility focused on research and manufacturing of next-generation HJT perovskite tandem cells. The construction is scheduled to be completed within 2 years⁵³. Mar 26,2024.
27. **Epishine** started in year 2022 building a roll-to-roll production line for its flexible printed organic solar cells in Linköping, Sweden⁵⁴. Företaget har samarbeten med två större spelare. Svenska Pricer, som årligen säljer fler än 30 miljoner elektroniska hyllkantsetiketter, vill integrera Epishines teknik för att kunna driva etiketter och andra skyltar med ljus från

⁵² [Solaires announces first low cost perovskite-only PV modules pilot line | Perovskite-Info](#)

⁵³ <https://www.perovskite-info.com/researchers-develop-record-efficiency-inverted-pscs-improving-charge-extraction>

⁵⁴ ENERGY HARVESTING MATERIALS & PROCESSES

butiksbelysning. ABB vill använda de tryckta solcellerna för att driva olika typer sensorer som behövs för att kunna optimera inomhusmiljön i smarta byggnader. Samarbetet startade efter att Epishine vann den internationella innovationstävlingen ABB Electrification Challenge.

28. Dyenamo launches new product category for fullerene acceptors

We continue to broaden our portfolio of high-quality materials for chemistry-based solar cells by launching a novel product category of fullerene acceptors including different purity grades of C60, C70, PCBM, PC71BM and ICBA⁵⁵. 2023-10-20. Dyenamo's Passivation Initiative is our latest contribution to our continuous efforts to provide chemistry allowing device-manufacturers to improve perovskite solar cells. Our novel product category [Perovskite passivation materials](#) comprises molecules that reduce the impact from defects in the perovskite crystals. 2023-10-20

29. Exeger. Det svenska solcellsbolaget Exeger dubblar produktutbudet med en rad nya lanseringar i samband med jättemässan CES⁵⁶. 11 januari 2024

30. China's Yanhe Solar has announced that is has signed an investment agreement with Changde City, Hunan Province, China, to establish a new perovskite material production base with a total investment of approximately RMB 1 billion (\$137.91 million)⁵⁷.

⁵⁵ [News | Dyenamo](#)

⁵⁶ [Exeger visar upp nya solcellsprodukter på CES i Las Vegas \(di.se\)](#)

⁵⁷ [Yanhe Solar to set up perovskite manufacturing base | Perovskite-Info](#)