

STRÖMSTAD AKADEMIS FRIA SKRIFTSERIE

Rune Wigblad



**Spaning 3.0 på internationell mass-
produktion av perovskite solceller**

No. LIX, April MMXXVI

ISBN: 978-91-89979-74-1

Spaning 3.0 på internationell massproduktion av perovskite solceller

Rune Wigblad
Professor i Företagsekonomi med inriktning Industriell ekonomi

2026-03-30

Sammanfattning

Föreliggande dokument är spaning 3.0 om möjligt genombrott för perovskite. I januari 2024 publicerades den första spaningen på internationella investeringsplaner för perovskite (Strömstad akademi; FFS, 2024-01-14, No. 40, JANUARI MMXXIV)¹. I februari 2025 uppdaterades denna perovskite-spaning till 2.0² och i mars 2026 föreligger alltså kunskapsuppdateringen till 3.0.

Perovskite är en ny kristall för bland annat solcellsteknik som har utvecklats snabbt och visar stor potential att bli konkurrenskraftig, och den kan delvis ersätta, traditionella kiselbaserade solceller. Tekniken erbjuder flera fördelar: lägre produktionskostnader, hög effektivitet, flexibilitet och låg vikt.

Teknikutvecklingen har gått mycket snabbare än för kiselceller, men tekniken befinner sig fortfarande tidigt i sin utvecklingskurva, men också med stor framtida potential. Ett viktigt steg är kombinationen av perovskite och kisel i så kallade tandemceller, vilket kan ge ännu högre verkningsgrad.

År 2026 sker ett genombrott i kommersiell produktion, där flera företag – främst i Kina – når eller planerar att nå gigawatt-skala. Den globala produktionskapaciteten för perovskite kan nå cirka 20 GW vid slutet av 2026, motsvarande mellan 2–4 % av nyinstallerad solcellskapacitet i världen. Detta innebär att tekniken når början på den så kallade "kritiska massan", vilket ofta leder till snabb spridning.

Trots detta finns viktiga utmaningar kvar, särskilt kring livslängd och stabilitet. Perovskiteceller har ännu inte bevisat att de kan hålla hög effektivitet över 20 år, vilket är standard för kisel. Forskning pågår för att lösa problem med värme- och miljötålighet.

Kinesiska företag dominerar utvecklingen och har kommit längst i certifiering och kommersialisering.

¹ <https://stromstadakademi.se/FFS/FFS-40.pdf>

² <https://stromstadakademi.se/FFS/FFS-45.pdf>

Samtidigt sker ett parallellt genombrott för högeffektiva tandemceller i nischmarknader, där hög prestanda är viktigare än lågt pris, exempelvis i små elektronikprodukter.

Slutsats:

Perovskite-solceller är på väg in i ett tidigt kommersiellt genombrott under år 2026, men dess långsiktiga framgång beror på om tekniska utmaningar – särskilt livslängd – kan lösas.

Abstract

Perovskite is a new crystal for solar cell technology that has developed rapidly and shows great potential to compete with—and partly replace—traditional silicon-based solar cells. The technology offers several advantages: lower production costs, high efficiency, flexibility, and low weight.

The development has been much faster than for silicon cells, and the technology is still at an early stage of its development curve, with significant future potential. An important advancement is the combination of perovskite and silicon in so-called tandem cells, which can achieve even higher efficiency.

By 2026, a breakthrough in production is occurring, with several companies—mainly in China—reaching or planning to reach gigawatt-scale capacity. Global production capacity for perovskite could reach around 20 GW by the end of 2026, corresponding to about 2–4% of newly installed solar capacity in the world. This indicates that the technology is reaching the beginning of the so-called “critical mass,” which often leads to rapid further adoption.

Despite this progress, important challenges remain, particularly regarding lifetime and stability. Perovskite cells have not yet proven that they can maintain high efficiency over 20 years, which is the standard for silicon. Research is ongoing to address issues related to heat and environmental durability.

Chinese companies dominate the development 2026 and are leading in certification and commercialization.

At the same time, a parallel breakthrough is occurring for high-efficiency tandem cells in niche markets, where performance is more important than cost—for example, in small electronic devices.

Conclusion:

Perovskite solar cells are entering an early commercial breakthrough phase around 2026, but their long-term success depends on whether key technical challenges—especially durability—can be resolved.

Innehåll

Sammanfattning	2
Abstract.....	3
Bakgrund	4
Kommer det ett genombrott för massproduktion av perovskite solceller?	6
Diskussion: Är detta ett hållbart genombrott för massproduktion av enbart perovskitebaserade solceller?	8
Kommer det ett genombrott för tandem-solceller (kombinerat kisel och perovskite)?	10
Bilaga 1.....	14
Bilaga 2.....	15

Bakgrund

Perovskite är en relativt nyupptäckt kristall som åren 2023/2024 var en ”hype” där mycket låga produktionskostnader förutsågs, kombinerat med tillräckligt hög effektivitet.

Den historiskt snabba utvecklingen av ökad omvandlingseffektivitet för Perovskite solceller illustreras av *figur 1*³, vilket indikerar att den redan år 2020 var på väg att bli konkurrenskraftig. År 2025 passerade perovskite-solcellslösningar kiselbaserade i effektivitet. Perovskite solceller har på kort tid visat en skarp ökning av effektivitet – 15 år jämfört med 40 år för kiselbaserade.

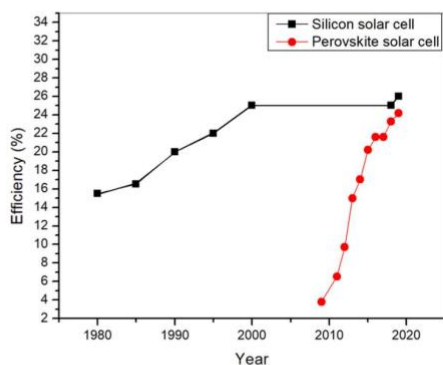


Fig. 2. Recorded Power Conversion Efficiency of the PSC in progressive years.

Figur 1. Utvecklingen av omvandlingseffektiviteten för Perovskite solceller från år 2009 fram till 2020.

Perovskite-baserade lösningar är lättvikt, flexibla, och anges i en nära framtid vara billigare att producera, samt ha högre effektivitet, jämfört med kisel. Detta är fördelar som indikerar ett potentiellt nära förestående genombrott för denna teknologi, som delvis ersätter och

³ 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

delvis kompletterar kiselbaserade celler. Det uppträder dessutom flera tillämpningsområden för perovskite, där genombrotten har kommit olika långt.

Rena perovskite-baserade solceller kan produceras snabbare och billigare än kiselceller⁴, vilket bäddar för en potentiell massproduktion.

Med massproduktion kommer dessutom sänkta produktionskostnader över tid, eftersom det finns en inlärningskurva (en klassisk referens till inlärningskurvan är Wright, 1936)⁵ som kan sänka produktionskostnaderna med mellan 10-30%.

Medan det har forskats mycket på kisel och dess energieffektivitet (verkningsgrad) och kiselbaserade solceller börjar närma sig effektivitetstaket, är perovskite fortfarande i början på sin möjliga utvecklingskurva (S-kurva enligt **Bilaga 1**), d v s i början på sin utvecklingspotential effektivitetsmässigt. När Perovskite-baserade solceller uppvisar samma stabilitet och högre energieffektivitet jämfört med kiselbaserade kommer det definitiva genombrottet för den nya teknologin. År 2026 finns Perovskite-baserade solceller med ca 36-38 % effektivitet bara i lab-format, d v s små solceller, men utvecklingspotentialen finns.

Perovskitebaserade solceller befinner sig alltså i ett tidigt utvecklingsstadium och det finns stora möjligheter i framtiden. Detta gäller inte minst om kisel och perovskite kombineras i så kallade Tandemceller som kombinerar två olika ljusområden (ljusspektra), för ökad effektivitet.

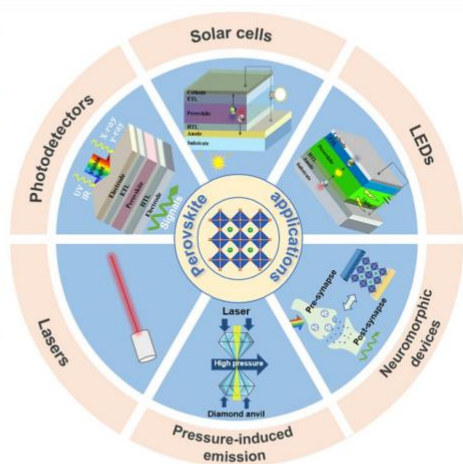
Nästan alla solceller som finns på marknaden idag är kiselbaserade och 2024 installerades ca 600 GW (Gigawatt) nya solceller i världen. Bedömningar visar en kapacitetsökning på ca 10% per år. Prognosen för år 2025 ligger i storleksordningen 650 GW och bedöms passera 700 GW nyinstallerad kapacitet år 2026⁶. År 2024 befann sig tekniken för perovskite-baserade solceller i början på utvecklingen mot massproduktion och låg då klart under 1 procent eller på enstaka MW-nivå. I mars 2026 går det att göra en säkrare bedömning av hur nära massproduktion perovskite-tekniken befinner sig inom solcellsområdet, vilket analysen nedan fokuserar.

Perovskite-tillämpningar inom andra traditionellt kiseldominerande teknikområden såsom displayer, halvledare, soltak för bilar m fl tas inte upp i denna rapport.

⁴ [Comparing Perovskite vs Silicon Solar Cells Efficiency and Cost Analysis - Lecheng Intelligence Technology \(Suzhou\) Co., Ltd.](#)

⁵ Wright, T. P. (1936). "Factors Affecting the Cost of Airplanes" (PDF). *Journal of the Aeronautical Sciences*. **3** (4): 122–128. doi:10.2514/8.155.

⁶ [Global Market Outlook for Solar Power 2025-2029 - SolarPower Europe](#)



Figur 2. Några marknadssegment för perovskite-baserade lösningar⁷

Det är alltså "Solar cells" som fokuseras i föreliggande rapport. Den metod som används är AI-genererade och kontrollerade fakta, perovskite-nyheter ("The Perovskite-Info Newsletter")⁸ och andra på nätet tillgängliga reportage i facktidskrifter samt företagsnyheter.

I Sverige är rapporteringen om det förestående genombrottet för perovskite-baserade lösningar nästan obefintligt. I rena tekniktidskrifter eller den internationella nyhetsrapporteringen kan man dock hitta intressanta nyhetsinslag. Ett exempel på detta är en informativ artikel (16 October 2025) i BBC⁹. Vän av ordning undrar vilka svenskar som uppmärksammar denna typ av publiceringar. Strömstad akademi har i flera sammanhang påpekat att Sverige behöver bättre teknikvärderingar för att skapa upplysning (kunskap och förståelse) om denna typ av teknikutvecklingar i världen (se till exempel akademins framställan till regeringskansliet Dnr KN2024/02279). Strömstad akademi har också ett "Tema" för bättre teknikvärderingar¹⁰.

Kommer det ett genombrott för massproduktion av perovskite solceller?

I januari 2024 publicerade jag den första spaningen på internationella investeringsplaner för perovskite-baserade solceller (Strömstad akademi; FFS, 2024-01-14, No. XXXX, JANUARI MMXXIV)¹¹. Det var en tidig spaning på att denna teknikutveckling förutsågs ha mycket god potential för framtiden som initierade undersökningen. I den publikationen (jan 2024) angavs:

⁷ L Zhang at al. *Nano-Micro Lett.* (2023) 15:177

⁸ *Perovskite-Info* roni.peleg@perovskite-info.com

⁹ [Perovskite: The 'wonder material' that could transform solar](#)

¹⁰ [Publikationer SAS Teknikvärderingsgrupp – Teknikvärdering](#)

¹¹ <https://stromstadakademi.se/FFS/FFS-40.pdf>

”Fem företag pekades under hösten 2023 ut som ”first movers” av Andries Wantenaar (Solar Analyst - Rethink Energy)¹². Dessa var; Microquanta Hangzhou, UtmoLight Wuxi Jiangsu Province, GCL System Integration München, Caelux Kalifornien, och Oxford PV UK. Han bedömde också ett genombrott för nästan alla aktörer år 2026¹³. Bedömningen som Wantenaar gjorde avsåg ca två år fram i tiden, d v s fram till år 2026.”

Hur ser en teknikvärdering ut i mars 2026? Vilka är ”first movers” år 2026? Sker det ett genombrott för massproduktion år 2026 som Wantenaar bedömde? Finns det ”followers”?

Mellan år 2021 och 2024 etablerades ca 10 stycken perovskite produktionslinjer med MW-kapacitet, inklusive GCL Optoelectronics (Kunshan, Kina) Microquanta, Utmolight, CATL, Renshine Solar, Photon Crystal Energy, Mellow Energy, BOE, Kelin Power, Shandong Energy Group, and Precision Systems¹⁴

I februari 2025 då jag genomförde en uppgraderande perovskite-spaning (2.0)¹⁵ var det kinesiska företaget MicroQuanta Semiconductor tidigt ute med kvantiteter som kan ses som en begynnande massproduktion¹⁶. De hade dessutom certifierat sina solceller vilket gav viss kvalitetssäkring¹⁷. De hade dels genomfört leverans till en perovskite-baserad solcellspark på ca 8 MW (megawatt) i Kina som då utgjorde den största perovskite solpark-anläggningen i drift i världen (ca 95 000 moduler). Företaget framhöll också att de hade startat bygget av en park på 12 MW. Ett år efter februari 2025 hade alltså denna utveckling av massproduktion tagit ett språng till en högre nivå.

I februari 2026 fanns det några aktörer i världen som har nått eller kommer att nå GW-kapacitet (GigaWatt/år) i existerande anläggningar med perovskite, det vill säga minst 100 gånger högre än 10 MW (MegaWatt), eftersom 1 GW är 1000 MW. Detta är en mycket stor uppskalning av kapacitet på kort tid. UtmoLight (Kina) har en fabrik igång med 1 GW kapacitet¹⁸. Ytterligare några kinesiska tillverkare har planer på att nå GW-nivåer under år 2026. Dessa är; MicroQuanta; GCL Optoelectronics [2 GW]; Renshine Solar. Wonder Solar [10 GW]¹⁹. Även Perovs satsning på en 3 GW anläggning i Kina kan nämnas här, även om tidsplanen är osäker, så är satsningen i närtid²⁰.

Vilken produktionskapacitet för perovskite kommer att finnas vid utgången av år 2026 och början på 2027?

Förutom de kinesiska aktörerna sker det en uppskalning av produktionskapacitet hos First Solar (USA) som med hjälp av produktionsutrustning från det tidigare svenska teknikföretaget Evolar (som köptes år 2023) och ett nytt avtal med Oxford PV år 2026, ökar sin kapacitet av perovskitebaserade tunnfilmsolceller, väsentligt. First Solar har en investering i en ny fabrik (South Carolina) som planeras kunna leverera ca 3-4 GW-kapacitet under år 2027.

¹² [Commercial perovskites imminent – pv magazine International \(pv-magazine.com\)](https://www.pv-magazine.com/2023/10/12/commercial-perovskites-imminent/)

¹³ [Commercial perovskites imminent – pv magazine International \(pv-magazine.com\)](https://www.pv-magazine.com/2023/10/12/commercial-perovskites-imminent/)

¹⁴ Mo, Y., Yang, M., Lee, JK. et al. ”Solution-processed halide perovskite solar cells: from coating to modules”. J Mater Sci: Mater Energy 2, 1 (2026). <https://doi.org/10.1007/s44308-025-00012-z>

¹⁵ <https://stromstadakademi.se/FSS/FSS-45.pdf>

¹⁶ Wigblad R. (febr 2025) Spaning 2.0 på internationell massproduktion av perovskite solceller”

¹⁷ <https://stromstadakademi.se/FSS/FSS-45.pdf>

¹⁸ [CHINA ROUND-UP: UtmoLight, UtmoLight and Leapting - PV Tech](#)

¹⁹ [Why China is leading perovskite solar commercialization](#)

²⁰ [Perovs shares updates on its 3 GW perovskite module base in Chongqing | Perovskite-Info](#)

Det europeiska företag som pekades ut av Wantenaar som "first mover" var Oxford PV, som har produktion i England (FoU) och Tyskland (pilotanläggning). Oxford PV tycks dock ligga minst ett år efter kineserna med massproduktion, men har fortfarande ambitioner att nå GW-nivå. De är idag underleverantörer av "know how" till First Solar²¹ och ett kinesiskt företag, Trina Solar²².

I slutet av år 2026 och i början av år 2027 kommer det alltså med stor sannolikhet att finnas upp emot 20 GW perovskite-kapacitet i världen. Detta under förutsättning att de av företagen annonserad kapacitetsökning verkligen byggs ut och att planerna inte avbryts. **Om vi jämför med den prognosticerade totala nytillkomna solcellskapaciteten i världen på ca 700 GW för år 2026, blir prognosen för andelen perovskite i slutet av år 2026 mellan 2-4% av all ny solcellskapacitet i världen.** Detta innebär ett genombrott i det första skedet av spridningsprocessen, det vill säga spridning till "Innovators" (enligt Rogers, 1962 [jfr bilaga 2]).

Med ovanstående information är det tydligt att Perovskite-baserad massproduktion i världen under 2026 kommer att nå början på den kritiska massan (jfr **Bilaga 1**), vilket verifierar den tidigare nämnda Wantenaars framtidsbedömning, från den 31 oktober 2023.

Diskussion: Är detta ett hållbart genombrott för massproduktion av enbart perovskitebaserade solceller?

Teoretiskt framhåller spridningsteorin att framgångsrika innovationer genomgår en S-kurva (utvecklingskurva, se **Bilaga 1**) där spridningen från en låg nivå ökar snabbt efter de inledande faserna. Denna spridningsteori för innovationer klargör också att det finns en kritisk massa som ligger mellan 2-10% (beroende på vilken typ av innovation som är aktuell). När den kritiska massan är uppnådd ökar innovationens spridningstakt självmant, utan "subventionerande" insatser från storföretag, investmentbolag eller det offentliga (jfr Rogers, 1962; "Diffusion of Innovations"). Frågan om ett perovskite-begynnande genombrott gäller alltså om perovskite når den kritiska massan i årsskiftet 2026/2027. Genomgången ovan klargjorde att den tidiga fasen av den kritiska massan uppnås.

En bedömning av framtida investeringar bör också göras, det vill säga om expansionen fortsätter med hög takt och kommer att nå "Early majority" (Rogers, 1962 [jfr **Bilaga 2**]). Övergångsfasen från "Innovators" och "Early adopters" till "Early majority" har diskuterats av Moore (1991) som identifierade ett gap (The Chasm) [**Bilaga 2**]. Det är förutom effektiv marknadsföring främst en svårighet att uppnå hög kvalitet på produkter som behöver övervinnas. Perovskite har fortfarande problem med att garantera hög effektivitet under minst 20 år, vilket är den vanliga livslängden som garanteras av tillverkare som säljer kiselbaserade solceller. Sänkningen av effektiviteten bör vara mindre än 20% över 20 års tid. Kanske är det säkrare för företag att vara "followers" eller "second mover" jämfört med "first movers" eftersom forskningen om långsiktig stabilitet då har kommit längre?

²¹ [First Solar locks in key perovskite tech with a new Oxford PV deal | Electrek](#)

²² [Why China is leading perovskite solar commercialization](#)

En av flera intressanta forskningsområden som i framtiden skulle kunna ge "second movers" en fördel, är en kombination av perovskite och grafen med hög energieffektivitet. Grafen som utgör ett tunt lager av kolatomer i ett hönsmonster uppges kunna skapa moduler utan dyrt silver och utan bly, vilket gör dessa moduler mer miljövänliga och lättare att återvinna²³.

Genombrottet för perovskite-baserade solceller drivs av att priserna är pressade i branschen²⁴. De betydligt lägre produktionskostnaderna som hägrar för perovskite-baserade solceller driver fram ett snabbt genombrott. År 2023 uppgav en källa att produktionskostnaderna för Perovskitebaserade solceller låg på ca hälften mot kiselbaserade sådana och massproduktionen driver ner kostnaderna ytterligare (Figur 3).

Säker information om produktionskostnader är svåra att uppnå eftersom det dels är företagsintern information som är hemlig och som dessutom beror på vilken teknisk lösning som respektive företag har valt. Dessa frågor är viktiga i konkurrensen med andra företag.

Det som är ännu mer kritiskt för ett perovskite-genombrott är livstiden på cellerna.

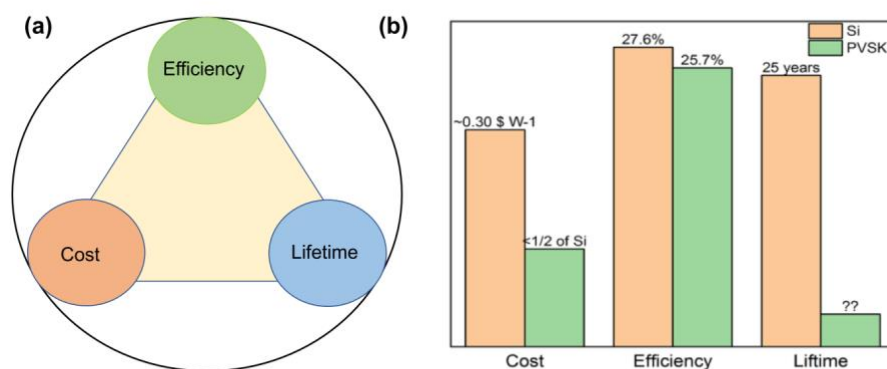


Figure 1. (a) Schematic representation of PSCs' 'golden triangle' parameters of efficiency, lifetime, and cost. (b) Compared with crystalline silicon solar cells, only cost has a clear advantage in the near future.

Figur 3: Illustration av livstidsproblemet år 2023 som forskare försöker lösa.

Det är dålig smuts- och värmestålighet hos perovskite-celler som identifierades som ett problem år 2023, men mycket forskning i labmiljö har sedan dess ägnats åt att komma till rätta med detta problem. En typ av problemlösning som det forskas på är att lägga ett skyddande lager (glas eller plast) över perovskite-lagret, men det gör också att solpanelerna blir dyrare.

Eftersom perovskitebaserade solceller inte har funnits på marknaden så många år, finns det en mycket kort historik av naturliga tester, d v s i verkliga miljöer. En tidig test är Wonder Solar som till exempel har testat 110 m² perovskite utomhus sedan 2018, med uppgivet godkänt resultat. MicroQuanta, UtmoLight, GCL och Renshine har alla utomhustester som de också uppger ger godkänt resultat. Dessa fyra företag har certifierats enligt International Electrotechnical Commission (IEC) 61215 (Tyskland)²⁵. Sådan certifiering tycks vara en

²³ <https://advancedcarbonscouncil.org/blogpost/2151389/515422/Solar-Power-Breakthrough--Graphene-Perovskite-Hits-30-6-Efficiency-Slashing-Solar-Costs>

²⁴ [Solar PV prices extend decline as weak demand and oversupply persist across value chain - Green Building Africa](#)

²⁵ [Why China is leading perovskite solar commercialization](#)

förutsättning för att övervinna gapet och säkra övergången till "Early majority" (Bilaga 2). Tester görs också med ISOS-O protokollet, och många tusen timmar för ISOS L, under höga temperaturer, upp till 85 grader Celsius. Men, som sagts tidigare, är teknologin relativt ny och svårtestad över en längre tidsperiod.

Detta innebär att det huvudsakligen är kinesiska "First mover"-företag som har certifierats och därmed har ett kommersiellt försprång. Det europeiska företaget Oxford PV har istället blivit underleverantör till andra företag och certifieringssträvanden pågick år 2025.

De fem kinesiska företagen, Wonder Solar, MicroQuanta, UtmoLight, GCL och Renshine tycks därför år 2026 vara marknadsledande för "Early majority"-marknaden.

First movers är inte alltid en fördel eftersom det främst kan finnas kvalitetsbrister. Ovanstående information indikerar dock att några "first movers" är väl medvetna om att de måste erbjuda marknaden accepterad kvalitet för att kunna konkurrera med kiselbaserade solceller. Kina hade mer än 80% av världens solcellstillverkning under 2025. Ytterligare några kinesiska solcells företag har annonserat att de som efterföljare till dessa "first movers" kommer att ha perovskite produktionslinjer med hög kapacitet under 2027/2028 och dessa är t ex Jolywood, Hiking PV och Mellow Energy. Vid sidan av alla kinesiska företag finns också satsningen hos det ledande amerikanska solcells företaget First Solar (USA)²⁶. Detta indikerar att många av de idag ledande företagen inom solcellsproduktionen, även kommer att skaffa sig Perovskite-baserad produktion inom en nära framtid.

Kommer det ett genombrott för tandem-solceller (kombinerat kisel och perovskite)?

Förutom stora solcellspaneler utvecklas det också en stor mängd mindre och ibland böjliga solceller, där fokus är på att skapa hög effektivitet på relativt liten yta. För dessa tillämpningar är hög effektivitet viktigare än låga produktionskostnader. Genombrottet för högeffektiva solceller handlar inte så mycket om stor skala (GW), utan mer om ett högt kvalitetsregister, som inte är lika priskänsligt. Ett exempel är en högeffektiv solcell i ett armbandsur, vilket gör att klockan inte behöver batteribyte. Det finns många sådana marknader för små högeffektiva tandemceller (jfr *Figur 2*).

Exempelvis levererar det svenska företaget Exeger solcellsunderlag till flera sådana produkter:

²⁶ [First Solar locks in key perovskite tech with a new Oxford PV deal | Electrek](#)



Figur 4 Några produkter från det svenska företaget Exeger²⁷ (fotomontage William Liljedahl)

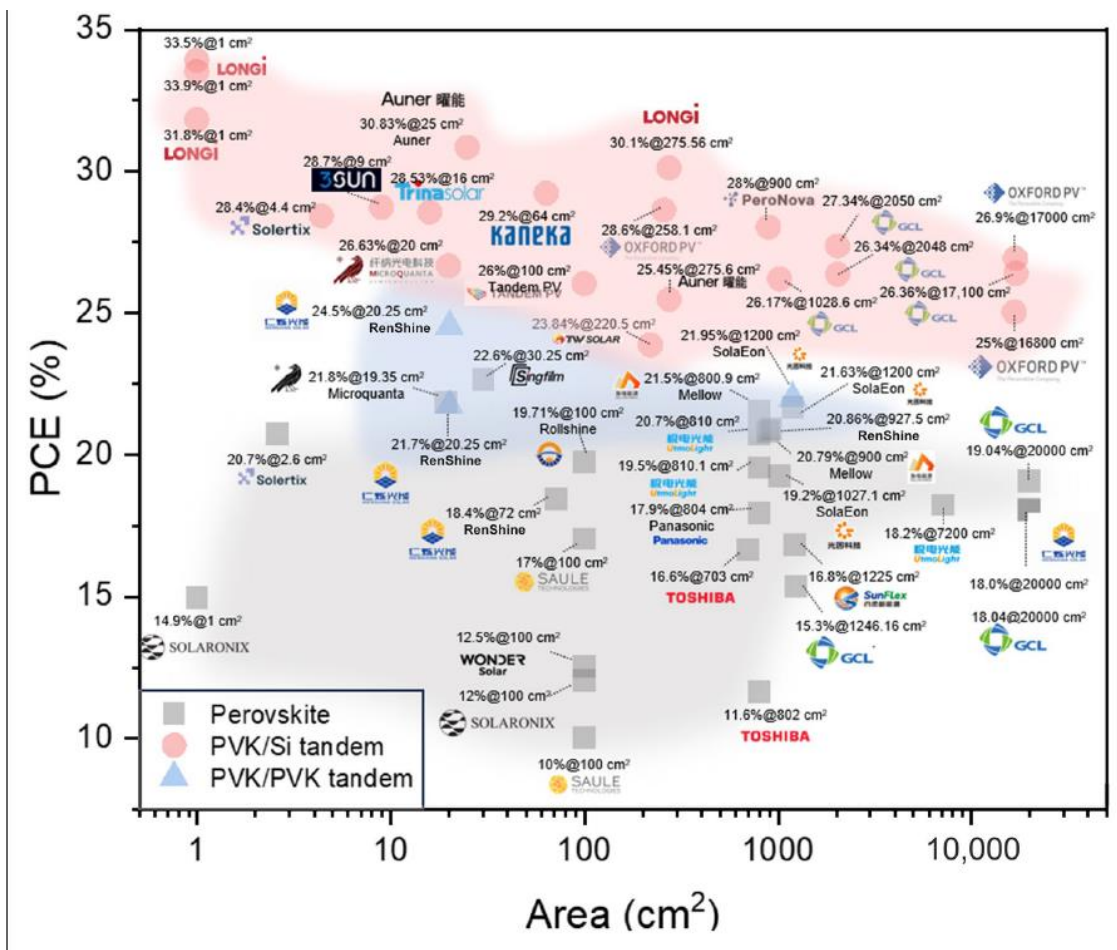
Genom att lägga ihop olika lager ovanpå varandra kan kisel och perovskite kombineras i flera lager, så kallade "wafers", och då skapas de tandemceller. Dessa tillämpningar hade i vissa laboratoriemiljöer redan år 2023 nått effektivitet upp emot 36%²⁸.

Det är möjligt att skapa denna kombination kisel och perovskite i tandemceller, för att nå ett brett ljusspektrum och därmed mycket hög omvandlingseffektivitet. Perovskite absorberar andra spektra av solljus (särskilt i "grönt ljus"-området; toppar med ljus med kortare våglängd än 500 nm) jämfört med kiselbaserade (särskilt det infraröda området; toppar mellan 850 nm och 950 nm) solceller.

Den teoretiskt maximala effektiviteten för kiselceller är ca 34% SQ Limit (Shockley–Queisser Limit, 1961) som anger att "single junction PV cells", baserade på kisel inte kan nå högre effektivitet än 33.7%. För Perovskite är motsvarande teoretiska begränsning ca 43%. Men, det går också att kombinera kisel och perovskite, samt tillämpa flera olika perovskite-kristaller i tandemmoduler. Därmed blir över 50% verkningsgrad teoretiskt möjligt om man blickar ca 5-10 år fram i tiden.

²⁷ <https://www.exeger.com/>

²⁸ 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/acsenergylett.3c01649>



Figur 5. Energieffektiviteten år 2025 (PCE=Power conversion efficiency) hos olika företags produkter med olika storlekar på modulerna²⁹. (PVK = Poly (9-vinylcarbazole). Tandem = kisel+perovskite)

En översikt över effektiviteten år 2025 hos olika företags solceller illustreras i figur 5, där företag med tandemceller är markerade i den övre delen av figuren med rosa (ljusröd) färg.

Av figur 5 framgår att det Shanghai-baserade företaget LONGI innehar de högsta effektivitetssiffrorna i lab- och kommersiella miljöer för små perovskite & kisel-baserade tandemceller som nådde 34,6 % - 34,85 % under år 2025³⁰. Även kinesiska Jinko Solar, Trina Sol kan nämnas här, eftersom de har hög effektivitet på tandemceller liksom Boston-baserade CubicPV and NREL som har uppnått 24% effektivitet på tandemceller.

Oxford PV ligger också i framkant för tandemceller enligt figuren, men då i ett segment med större moduler. Oxford PV har en tillverkning i Tyskland som producerar ca 100 kW tandem paneler med effektivitet 24.5% som säljs i USA³¹. Oxford PV säljer också kommersiella tandemceller med en verkningsgrad på 26,6 % i modulform. Även här finns det dock skarp kinesisk konkurrens från bland annat GCL enligt figur 5.

²⁹ Kenedy Tabah Tanko et al (2025). "Stability and reliability of perovskite photovoltaics: Are we there yet?" doi:10.1557/s43577-025-00863-5

³⁰ <https://www.longi.com/en/news/silicon-perovskite-tandem-solar-cells-new-world-efficiency/>

³¹ [Perovskite: The 'wonder material' that could transform solar](#)

Kanske är det möjligt att via kundanpassning ("customization") anpassa massproduktionen och tillfredsställa viss variation i produktutbudet och samtidigt vissa kundönskemål vid beställning. Ett exempel från december 2025 är TNO i Holland³².

Även CubicPV (USA) har idag minimoduler med tandemceller och certifierad effektivitet på 24%. CubicPV hade tidigare planer på att bygga en stor anläggning för kiselceller i USA med en kapacitet på 10 gigawatt (GW), men skrotade dessa planer i februari 2024 på grund av marknadsförhållanden. Konkurrensen från Kina var hård och det förelåg ca 98% kinesisk dominans på den kiselbaserade marknaden. CubicPVs ändrade då planerna för företaget och skapade istället en inriktning mot nästa generations solcellsteknik (perovskite) mot nischmarknader.

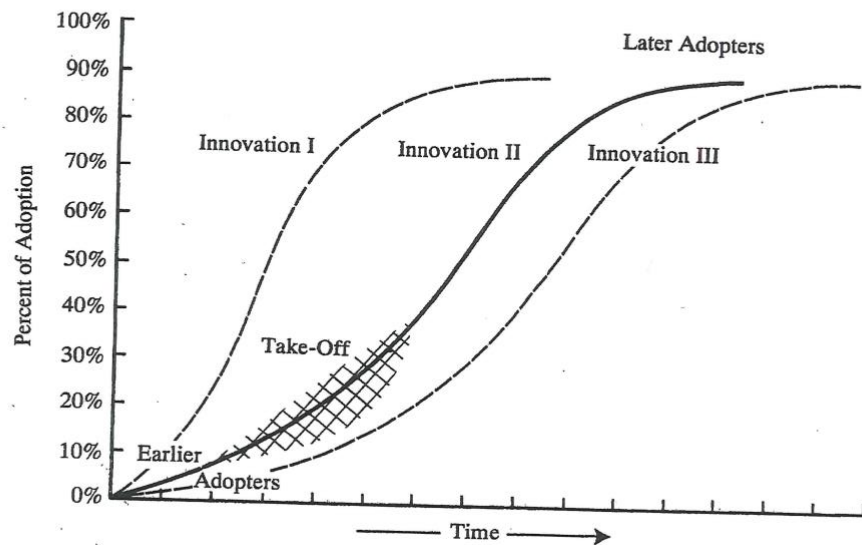
Sammanfattningsvis sker det enligt ovan även ett genombrott för högeffektiva solceller till nischmarknader med unika specialiserade behov.

³² [TNO's new mass customization line to enable flexible perovskite solar films for any building surface | Perovskite-Info](#)

Bilaga 1

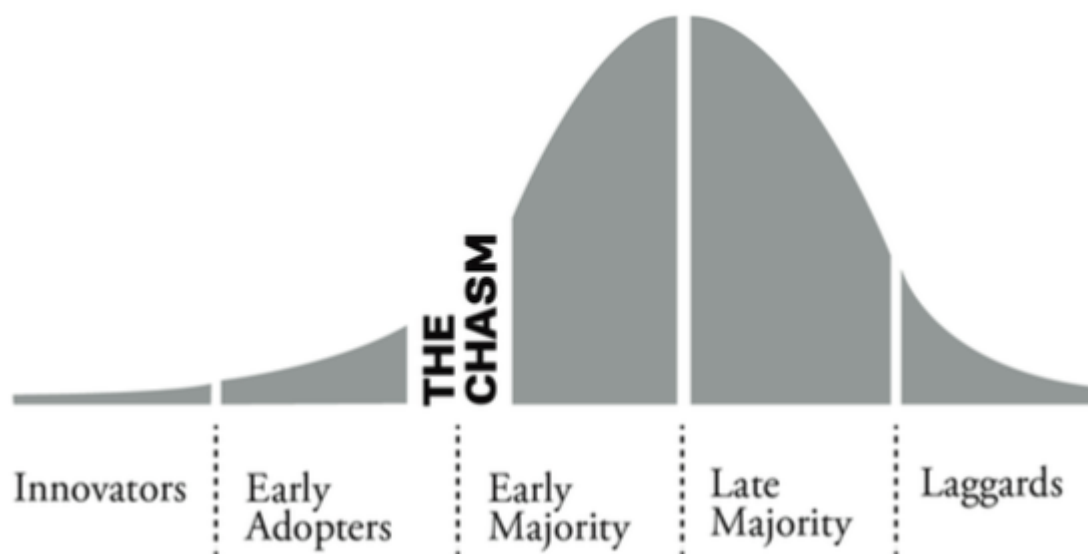
Rogers spridningsteori för innovationer. Området som är markerat som "take off" har också kallats "Kritisk massa":

Figure 1-1. Diffusion Is the Process by Which (1) an *Innovation* (2) Is *Communicated* Through Certain *Channels* (3) Over *Time* (4) Among the Members of a *Social System*



Källa: Everett M. Rogers (1962); "Diffusion of Innovations"

Bilaga 2



Källa: Geoffrey Moore (1991) "Crossing the Chasm"