

Photovoltaik am Weg zu einer führenden Energietechnologie – Technologietrends und Strategien zur Überwindung von Netz- und Marktlimitierungen

Hubert Fechner

FH-Prof. DI MSc MAS

Obmann Österr. Technologieplattform Photovoltaik, Stv. Vorsitzender des
Photovoltaikprogrammes der Internationalen Energieagentur (IEA- PVPS)

E-Mail: h.fechner@tppv.at

Mit einem Zubau von etwa 650 GW und dem Erreichen von 3 TW Gesamtinstallationen ist Photovoltaik (PV) global am Weg eine bedeutende Stromquelle zu werden. Etwa 9% des weltweiten jährlichen Strombedarfs dürfte aktuell mit Photovoltaik gedeckt werden, einige Publikationen sprechen sogar von Werten deutlich über 10%¹. In Europa entspricht der jährliche Zubau von etwa 70 GW in etwa der gesamten Lastspitze in Deutschland, im Juni 2025 lieferte Photovoltaik erstmals mit etwa 22% den größten Beitrag zur europäischen Stromversorgung. Österreich hat nach zwei Jahren des starken Ausbaus im Jahr 2025 einen moderaten Rückgang erlebt und deckt 2026 etwa 14% des Strombedarfs mit dieser Sonnenstromtechnologie.

Seitens der Wirkungsgrade ist über die letzten beiden Dekaden im Mittel ein Anstieg von etwa 5% zu beobachten, aktuelle Modulwirkungsgrade bewegen sich um die 22% mit Spitzenwerten um die 26%². In den Jahren nach 2030 könnten Werte um die 30% zum Standard bei den Modulwirkungsgraden werden. Speziell Silizium-Perowskit-Tandemzellen liegen dazu im Prototypenstadium bereits vor, allerdings stehen sie gegenwärtig noch vor Herausforderungen hinsichtlich Zuverlässigkeit, Skalierbarkeit und Wettbewerbsfähigkeit. Der zukünftige Fortschritt der Photovoltaik wird nicht nur an Kosten und Effizienz gemessen werden, sondern auch an ökologischen und sozialen Kennzahlen wie Nachhaltigkeit der Materialien (Reduzierung des Silber- und Siliziumverbrauchs), Energie- und Wasserverbrauch bei der Herstellung, Recyclingfreundliches Design und Kreislaufwirtschaft.³

Die in wenigen Jahren erreichten hohen Leistungs-Anteile an der Stromversorgung, die typischerweise nur vergleichsweise kurzzeitig auftreten, haben zu Limitierungen bei der Integration in die Netze geführt, an den Strombörsen aber auch zu merkbaren Effekten der geringen oder sogar negativen Strompreise bei starker Erzeugung aus PV, vor allem aufgrund des hohen Gleichzeitigkeitsfaktors der Erzeugung. Beginnend mit Schwachlastzeiten an Wochenenden um die Mittagsstunden weiten sich diese Zeiten mittlerweile signifikant aus.

Strategien, die dem Netz angebotene Leistung aus Photovoltaik optimalerweise nur zu diesen Spitzenerzeugungszeiten zu reduzieren sind daher wesentlich. Einspeiselimiteierungen, die exakt die betroffenen Zeiträume betreffen, sind auf Grund mangelnder Steuerungsmöglichkeiten bzw. Anreize aber oft noch Zukunftsthemen, Ansteuerungen und Spitzenkappungen sind nun auch im österreichischen „ELWG-Günstiger-Stromgesetz“ vorgesehen. Für PV-Erzeugungsspitzen, die nur

¹ Ember Climate Q3 Global Power Report 2025

² Champion Photovoltaic Module Efficiency Chart, National Laboratory of the Rockies, Colorado, US, 2026

³ Historical and future learning for the new era of multi-terawatt photovoltaics', Nature Energy, December 2025.

an wenigen Stunden des Jahres und überdies überwiegend auch zu Zeiten geringster Energiepreise anfallen im Stromnetz Platz zu schaffen, ist ein verfehelter Ansatz.

Im Rahmen des Photovoltaikprogrammes der internationalen Energieagentur (IEA-PVPS) wird aktuell weltweit analysiert, welche gesetzlichen und regulatorischen Maßnahmen in den 30 Mitgliedsländern getroffen werden, wo Netzrestriktionen und Strommarktentwicklungen den weiteren Ausbau der PV aktuell bremsen.

Generell verfolgen Länder, die sich den technischen Grenzen der Einspeisung von Solarstrom nähern, unterschiedliche Strategien: Ein gemeinsamer Nenner dieser Ansätze ist die wachsende Notwendigkeit einer Kenntnis der Echtzeit-Parameter des Stromnetzes bis hinunter auf die unterste Netzebene – beispielsweise durch Echtzeit-Daten im Netz und bei den Transformatoren und durch digitale Zwillinge –, um zu ermöglichen, dass Einspeisebeschränkungen dynamisch und nur bei strikter Notwendigkeit angewendet werden. Ergänzende Maßnahmen umfassen eine verbesserte Transparenz der verfügbaren Netzanschlusskapazitäten, die Erprobung eines vorausschauenden Engpassmanagements und die Einführung von Aggregator- und Eigenverbrauchsrahmenwerken, die darauf abzielen, lokale Flexibilität zu erschließen.

Die gemeinsame Nutzung von Netzanschlusspunkten durch Photovoltaikanlagen und Speichertechnologien sowie durch Windkraftanlagen hat sich ebenso als wirksame Maßnahme zur Steigerung der Netznutzungseffizienz erwiesen. Darüber hinaus fördert der Ausbau der Photovoltaik, der eng in umfassendere industrielle und wirtschaftliche Strategien eingebettet ist, häufig die Entwicklung von grünen Wasserstoff-Hubs, PV&batteriegestützten Entsalzungsanlagen oder Rechenzentren und batteriegestützten E-Charging-Parks als flexible Optionen für den Strombedarf.

Zusammen veranschaulichen diese Ansätze einen Wandel von statischen Netzengpässen hin zu einem dynamischeren, integrierten und flexibilitätsorientierten Betrieb des Stromsystems in Regionen, in denen die PV-Durchdringung die Netzgrenzen erreicht. Schließlich sollte die kurzzeitige PV-Abregelung auch als Teil eines kostengünstigsten Flexibilitätsportfolios betrachtet werden.

Besonders die Entwicklung von günstigen elektrochemischen Speichern wird die Entwicklung der Flexibilisierung des Stromsystems massiv vorantreiben, wobei auch andere ressourceneffizientere Flexibilisierungsmaßnahmen im Bereich des Managements des Verbrauchs nicht vergessen werden sollten.

Für die Zukunft sind weitere signifikante Kostenreduktionen bei den Komponenten nicht zu erwarten, die überdies aktuell nur mehr zu etwa 25-40% zu den Gesamtkosten einer typischen PV Anlage beitragen. Anreize, Photovoltaik in Österreich verstärkt dort zu nutzen, wo zusätzliche Synergieeffekte erreichbar sind (Agri-PV, Bauwerkintegrierte PV, Schallschutz, Überdachungen von Verkehrswegen etc...) sollten Basis zukünftiger Förderstrategien sein.

Global wird für die Photovoltaik trotz bereits erreichter Marktbedeutung dennoch ein massiver weiterer Zubau für möglich gehalten, von aktuell etwa 3 TW halten die führenden PV-MarktexpertInnen weltweit installierte Leistungen von 75 TW und mehr bis 2050 für realistisch.⁴⁵

⁴ Dominik Keiner, Ashish Gulagi, Christian Breyer, Energy demand estimation using a pre-processing macro-economic modelling tool for 21st century transition analyses, Energy Volume 272, 1 June 2023, 127199, School of Energy Systems, LUT University, Yliopistonkatu 34, 53850, Lappeenranta, Finland

⁵ Nancy M. Haegel, Pierre Verlinden, Marta Victoria, Andreas Bett u. a., Photovoltaics at Multi-Terawatt Scale: Waiting is Not an Option, Science, Vol. 380, Nr. 6640, pp. 39–42 07. April 2023,