Bundesministerium
Innovation, Mobilität
und Infrastruktur

IEA Photovoltaik (PVPS) Task 13: Leistungsfähigkeit, Betrieb und Zuverlässigkeit von Photovoltaiksystemen

Arbeitsperiode 2024 - 2025

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 68/2026

Wien, 2026

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
Verantwortung und Koordination: Abteilung III/3 - Energie und Umwelttechnologien
Leitung: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM
Kontakt zu „IEA Forschungskooperation“: Mag.[a] Sabine Mitter
Autorinnen und Autoren: Dr. Gernot Oreski, Dr. Bernhard Kubicek, Dr. Gabriele Eder
Wien, 2026.

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von

IEA Forschungskooperation
im Rahmen von open4innovation

Rückmeldungen:
Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an iii3@bmimi.gv.at.

Rechtlicher Hinweis

Dieser Ergebnisbericht wurde von die/der Projektnehmer:in erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität sowie die barrierefreie Gestaltung der Inhalte übernimmt das Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) keine Haftung.

Mit der Übermittlung der Projektbeschreibung bestätigt die/der Projektnehmer:in ausdrücklich, über sämtliche für die Nutzung erforderlichen Rechte – insbesondere Urheberrechte, Leistungsschutzrechte sowie etwaige Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen – am bereitgestellten Bildmaterial zu verfügen.

Die/der Projektnehmer:in räumt dem BMIMI ein unentgeltliches, nicht ausschließliches, zeitlich und örtlich unbeschränktes sowie unwiderrufliches Nutzungsrecht ein, das übermittelte Bildmaterial in allen derzeit bekannten sowie künftig bekannt werdenden Nutzungsarten für Zwecke der Berichterstattung, Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit der geförderten Maßnahme zu verwenden, insbesondere zur Veröffentlichung in Printmedien, digitalen Medien, Präsentationen und sozialen Netzwerken.

Für den Fall, dass Dritte Ansprüche wegen einer Verletzung von Rechten am übermittelten Bildmaterial gegen das BMIMI geltend machen, verpflichtet sich die/der Projektnehmer:in, das BMIMI vollständig schad- und klaglos zu halten. Dies umfasst insbesondere auch die Kosten einer angemessenen rechtlichen Vertretung sowie etwaige gerichtliche und außergerichtliche Aufwendungen.

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts im Rahmen der IEA Forschungskooperation. Es wurde vom Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) initiiert, um österreichische Forschungsbeiträge zu den Kooperationsprojekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu unterstützen.

Die IEA Forschungskooperationen umfassen eine breite Palette an Energiethemen mit dem Ziel Energiesysteme, Städte, Mobilitäts- und Industriesysteme fit für eine nachhaltige Zukunft bis 2050 zu machen. Auch Themen wie Gendergerechtigkeit oder Ressourcen- und Kreislaufwirtschaftsaspekte werden berücksichtigt.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen und Unternehmen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch die vielen IEA-Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und neue internationale Standards. Auch in der Marktumsetzung konnten richtungsweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Daher werden alle Berichte nach dem Open Access Prinzip in der Schriftenreihe des BMIMI über die Plattform nachhaltigwirtschaften.at veröffentlicht.

Inhalt

Rechtlicher Hinweis 3
Vorbemerkung 4
1 Kurzfassung 6
2 Abstract 7
3 Ausgangslage 8
4 Projektinhalt 11
5 Ergebnisse 17
6 Vernetzung und Ergebnistransfer 21
7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen 23
Anhang 26
Tabellenverzeichnis 34
Abbildungsverzeichnis 35

1 Kurzfassung

Die zunehmende Bedeutung der Photovoltaik (PV) als zentrale Technologie der Energiewende stellt neue Anforderungen an Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Nachhaltigkeit von PV-Systemen. Gleichzeitig gewinnen Themen wie Degradation neuer Technologien, Digitalisierung sowie die Wiederverwendung von PV-Modulen zunehmend an Relevanz. Vor diesem Hintergrund beteiligten sich österreichische Partner am IEA PVPS Task 13, der sich mit der Performance und Zuverlässigkeit von PV-Systemen befasst.

Ausgangspunkt des Projekts war die Notwendigkeit, ein verbessertes Verständnis von Degradationsmechanismen, Fehlerbildern und systemischen Einflüssen auf PV-Anlagen zu entwickeln und daraus Strategien zur Optimierung von Betrieb, Lebensdauer und Ressourceneffizienz abzuleiten.

Das Projekt umfasste Beiträge zu mehreren Subtasks, darunter (i) Degradation und Failure Modes neuer Technologien, (ii) Second-Life-Konzepte für PV-Module, (iii) Digitalisierung und digitale Zwillinge sowie (iv) klima- und applikationsbezogene Systemoptimierung. Methodisch wurden internationale Datenanalysen, experimentelle Untersuchungen, Modellierungen sowie der Austausch innerhalb des internationalen Konsortiums kombiniert.

Zu den wichtigsten Ergebnissen zählen mehrere veröffentlichte Task-13-Reports, die zentrale Aspekte entlang des gesamten Lebenszyklus von PV-Systemen abdecken. Darüber hinaus wurden neue Ansätze zur datenbasierten Bewertung von PV-Systemen, zur automatisierten Fehlererkennung sowie zur Wiederverwendung von Modulen entwickelt.

Die Ergebnisse wurden umfassend international disseminiert und tragen zur Verbesserung der Zuverlässigkeit, Effizienz und Nachhaltigkeit von PV-Systemen bei. Das Projekt wurde erfolgreich abgeschlossen; verbleibende Berichte werden bis Ende 2026 veröffentlicht.

2 Abstract

The increasing importance of photovoltaics (PV) as a key technology for the energy transition requires improved reliability, lifetime, and sustainability of PV systems. At the same time, topics such as degradation of new technologies, digitalisation, and reuse of PV modules are gaining importance. In this context, Austrian partners contributed to IEA PVPS Task 13, focusing on the performance and reliability of PV systems.

The project addressed the need for improved understanding of degradation mechanisms, failure modes, and system-level influences, and aimed to derive strategies for optimising operation, lifetime, and resource efficiency.

Contributions were made to several subtasks, including degradation and failure modes, second-life PV, digitalisation and digital twins, and climate-specific optimisation. The methodological approach combined international data analysis, experimental work, modelling, and collaboration within the international consortium.

Key results include several published Task 13 reports covering the full PV lifecycle. In addition, new approaches for data-driven assessment, automated fault detection, and reuse strategies were developed.

The results were widely disseminated internationally and contribute to improving reliability, efficiency, and sustainability of PV systems. The project has been successfully completed, with remaining reports expected to be published by the end of 2026.

3 Ausgangslage

Die Photovoltaik (PV) hat sich in den letzten Jahren zu einer der zentralen Technologien für die globale und nationale Energiewende entwickelt. Der kontinuierlich steigende Ausbau von PV-Anlagen ist ein wesentlicher Baustein zur Dekarbonisierung des Energiesystems und zur Erreichung nationaler und internationaler Klimaziele. Auch in Österreich spielt die Photovoltaik eine Schlüsselrolle: Um die angestrebte bilanziell vollständige Versorgung mit erneuerbarer elektrischer Energie bis 2030 zu erreichen, ist ein massiver Ausbau der installierten PV-Leistung erforderlich. Dies geht mit einer starken Zunahme installierter Module und Systeme einher, die langfristig zuverlässig und effizient betrieben werden müssen.

Parallel zu diesem Wachstum unterliegt die Photovoltaik einem intensiven technologischen Wandel. Neue Zelltechnologien, innovative Moduldesigns sowie neue Materialien werden in immer kürzeren Entwicklungszyklen in den Markt eingeführt. Gleichzeitig erschließt die Photovoltaik zunehmend neue Anwendungsfelder, etwa in der Bauwerksintegration (BIPV), in der Landwirtschaft (Agri-PV), auf Gewässern (Floating PV) oder in infrastrukturellen Anwendungen. Diese Entwicklungen führen zu einer zunehmenden Diversifizierung von Systemdesigns und Betriebsbedingungen.

Mit dieser Dynamik steigen jedoch auch die Anforderungen an die Qualität, Zuverlässigkeit und Langzeitstabilität von PV-Systemen. Während klassische kristalline Module über viele Jahre hinweg relativ standardisierte Eigenschaften aufwiesen, bringen neue Technologien und Anwendungen zusätzliche Unsicherheiten mit sich. Insbesondere fehlen für viele neue Materialien und Konzepte belastbare Langzeiterfahrungen unter realen Betriebsbedingungen. Dies erschwert die Bewertung von Degradationsmechanismen, Ausfallrisiken und tatsächlicher Lebensdauer.

Ein zentrales Problem besteht darin, dass neue Technologien häufig unter hohem Kostendruck und mit kurzen Innovationszyklen in den Markt eingeführt werden. Dies kann dazu führen, dass potenzielle Schwachstellen erst im Feldbetrieb sichtbar werden. Beispiele aus der Vergangenheit – wie etwa Degradation von Rückseitenfolien oder Einkapselungsmaterialien – zeigen, dass solche Effekte erhebliche Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer von PV-Anlagen haben können. Daraus ergibt sich ein

klarer Bedarf an systematischer Analyse, Bewertung und Vergleichbarkeit von Technologien und Materialien.

Neben material- und komponentenbezogenen Fragestellungen rücken auch systemische Aspekte zunehmend in den Fokus. Dazu zählen unter anderem die Auswirkungen von Betriebsbedingungen, Verschattung, klimatischen Einflüssen sowie Extremwetterereignissen auf die Performance von PV-Anlagen. Insbesondere in Regionen mit anspruchsvollen klimatischen Bedingungen – wie etwa alpinen Regionen – ist eine angepasste Systemauslegung und Bewertung von entscheidender Bedeutung.

Darüber hinaus gewinnen neue Themen wie Digitalisierung und datenbasierte Analyse zunehmend an Bedeutung. Die Verfügbarkeit großer Mengen an Betriebsdaten eröffnet neue Möglichkeiten zur Überwachung, Diagnose und Optimierung von PV-Systemen. Konzepte wie digitale Zwillinge ermöglichen es, den Zustand von Anlagen in Echtzeit abzubilden und fundierte Entscheidungen für Betrieb und Wartung zu treffen. Gleichzeitig entstehen neue Herausforderungen hinsichtlich Datenintegration, Standardisierung und Interpretation.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die zunehmende Relevanz von Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft im PV-Sektor. Mit der wachsenden Anzahl installierter Module wird auch die Frage nach deren Lebensende und möglicher Wiederverwendung immer wichtiger. Second-Life-Konzepte für PV-Module bieten das Potenzial, Ressourcen effizienter zu nutzen und die Umweltwirkungen zu reduzieren. Voraussetzung dafür sind jedoch geeignete Methoden zur Bewertung des Zustands und der Restlebensdauer von Modulen sowie standardisierte Prüf- und Entscheidungsverfahren.

Vor diesem Hintergrund adressiert der IEA PVPS Task 13 die zentralen Fragestellungen zur Leistungsfähigkeit, zum Betrieb und zur Zuverlässigkeit von Photovoltaiksystemen. Ziel des Tasks ist es, internationale Erfahrungen und Forschungsergebnisse zu bündeln, systematisch aufzubereiten und in Form von Berichten, Leitfäden und Empfehlungen bereitzustellen. Dabei wird ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt, der die gesamte Wertschöpfungskette von Materialien über Module und Systeme bis hin zum Betrieb und zur Wiederverwertung umfasst.

Die österreichischen Partner – das Austrian Institute of Technology (AIT), das Polymer Competence Center Leoben (PCCL) sowie das Österreichische Forschungsinstitut für Chemie und Technik (OFI) – sind seit vielen Jahren aktiv in Task 13 eingebunden und bringen

ihre komplementären Kompetenzen in den Bereichen Materialanalyse, Systembewertung und Betriebsanalyse ein. Durch ihre enge Vernetzung mit nationalen und internationalen Forschungsprojekten sowie mit der österreichischen Industrie leisten sie einen wichtigen Beitrag zur internationalen Wissensbasis und stellen gleichzeitig sicher, dass relevante Erkenntnisse in Österreich Anwendung finden.

Die Teilnahme am Task 13 ermöglicht es, internationale Entwicklungen frühzeitig zu erkennen, eigene Forschungsergebnisse einzubringen und gemeinsam mit internationalen Partnern Lösungen für aktuelle und zukünftige Herausforderungen der Photovoltaik zu erarbeiten. Damit trägt das Projekt wesentlich dazu bei, die Grundlage für einen zuverlässigen, effizienten und nachhaltigen Ausbau der Photovoltaik in Österreich zu schaffen.

4 Projektinhalt

Der IEA PVPS Task 13 „Reliability and Performance of Photovoltaic Systems“ ist ein internationales Kooperationsprojekt mit Beteiligung von über 60 Organisationen aus mehr als 20 Ländern aus Forschung, Industrie und Prüfinstituten. Ziel des Tasks ist es, ein umfassendes Verständnis der Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und langfristigen Betriebsverhalten von Photovoltaiksystemen zu entwickeln und international harmonisierte Bewertungsansätze bereitzustellen.

Photovoltaik als weltweit tragende Säule der Transformation zur nachhaltigen Energieversorgung braucht für nachhaltige Erträge Zuverlässigkeit und Qualität über die gesamte Wertschöpfungskette von der Komponente bis zum Betrieb.

- PVPS Task 13 thematisiert die Qualität und Zuverlässigkeit von Photovoltaikanlagen und deren Komponenten in einem umfassenden Sinn, und stellt daher Schlüsselinformationen zur Verfügung, um PV bestmöglich zu nutzen.
- Ziel von Task 13 ist, alle Akteure dabei zu unterstützen Zuverlässigkeit und Qualität und damit die Erträge von Photovoltaiksystemen zu verbessern.
- Task 13 wurde nach einem ersten 4-Jahresprogramm (2010-2014) bereits dreimal um jeweils 3 Jahre (2014-2017, 2018-2021, 2022-2025) verlängert.

Die Arbeiten im Task 13 sind in mehrere Subtasks gegliedert (siehe Abbildung 1), die unterschiedliche Aspekte entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Photovoltaiksystemen adressieren. Diese umfassen material- und komponentenbezogene Fragestellungen, systemische Aspekte neuer Anwendungen, die Bewertung von Leistungskennzahlen unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen sowie die internationale Dissemination der Ergebnisse.

Die österreichischen Projektpartner – AIT, PCCL und OFI – beteiligten sich aktiv an den Subtasks ST1 bis ST3 sowie an den Disseminationsaktivitäten in ST4. Dabei übernahmen sie teilweise auch koordinierende Rollen, insbesondere PCCL in der Co-Leitung von ST1.2 (Modulreparatur und Wiederverwendung) sowie AIT in der Leitung von ST2.5 (modulintegrierte Leistungselektronik). OFI brachte seine Expertise insbesondere in materialbezogenen Fragestellungen sowie in klima- und applikationsbezogenen Analysen ein.

		PCCL	AIT	OFI	ST4 Aktivitäten
ST1	**New PV concepts**				
ST1.1	Degradation	x	x	x	RE, WS, WE
ST1.2	2nd Life	Lead		x	RE, WS, 2 WE
ST1.3	Test strategies	x	x	x	RE, WS, WE
ST1.4	PV + Storage		x		RE, WS
ST2	**Performance and durability of PV applications**				
ST2.1	Floating PV		x	x	RE, WS
ST2.2	Agrivoltaics		x		RE, 2 WS
ST2.3	Bifacial Tracking Systems				RE, WS
ST2.4	Digital Integration		x		2 RE, WS
ST2.5	Module Power Electronics		Lead		RE, WS
ST3	**Techno economic key performance indicators**				
ST3.1	Extreme weather				RE, WS
ST3.2	KPIs for specific conditions	x	x	x	RE, WS, WE
ST3.3	PV projects economic KPIs				2 RE, WS (WE)
ST3.4	Mapping KPIs		x	x	2 RE, WS
RE – Report, WS – Workshop, WE – Webinar					

Abbildung 1: Taskgliederung und Übersicht der österreichischen Subtaskbeteiligungen – Arbeitsprogramm 2022-2025

Teilnehmende Staaten:

Australien, Belgien, Chile, China, Dänemark, Deutschland (Leitung), Finnland, Frankreich, Israel, Indien, Italien, Japan, Kanada, Niederlande, Norwegen, Österreich, Schweden, Schweiz, Singapur, Spanien, Taiwan, Thailand, Vereinigtes Königreich, Vereinigte Staaten von Amerika

Tabelle 1: Teilnehmende Partner

Australia	Ekistica (EKI)
Australia	University of New South Wales (UNSW)
Australia	Murdoch University (MU)
Austria	AIT Austrian Institute of Technology (AIT)
Austria	Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik (OFI)
Austria	Polymer Competence Center Leoben (PCCL) GmbH Leoben
Belgium	3E nv/sa
Belgium	Interuniversity Microelectronics Centre (IMEC)
Belgium	KU Leuven

Canada	CANMET Energy Technology Centre
Chile	URREJOLA INGENIEROS SpA
Chile	Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Chile	Fraunhofer Chile Research
China	Electrical Engineering Institute, Chinese Academy of Sciences
Denmark	SiCon • Silicon and PV consulting
Denmark	European Energy A/S
Denmark	Danish Technical University (DTU)
Denmark	Syddansk Universitet (SDU)
Finland	Turku University of Applied Sciences
France	Institut National de l'Energie Solaire (INES)
France	EDF R&D
Germany	BayWa r.e. Solar Projects GmbH
Germany	DLR
Germany	LSPV Consulting
Germany	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Germany	Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH
Germany	Institut für Solarenergieforschung GmbH Hameln/ Emmerthal
Germany	SunSniffer GmbH & Co. KG
Germany	TÜV Rheinland Solar GmbH
Germany	VDE Renewables GmbH
Germany	Virtuous-Re GmbH
Israel	Arava EC&T
Israel	Solar Edge
India	Indian Institute of Technology (IIT)
Italy	ENEA
Italy	European Academy Bozen/Bolzano (EURAC)
Italy	Gestore dei Servizi Energetici - GSE S.p.a.
Italy	Università Cattolica del Sacro Cuore
Italy	RSE S.p.A.
Italy	Sapienza University of Rome
Japan	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
Netherlands	TNO
Netherlands	Utrecht University
Norway	Institutt for Energieteknikk (IFE)
Norway	Multiconsult
Singapore	Solar Energy Research Institute of Singapore (SERIS)

Spain	Centro Nacional de Energías Renovables (CENER)
Spain	Lucisun
Spain	Universidad de Jaén
Sweden	RISE Research Institutes of Sweden AB
Sweden	Mälardalen University
Sweden	CheckWatt
Switzerland	ISAAC - SUPSI
Switzerland	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW)
Switzerland	Berner Fachhochschule (BFH)
Switzerland	Institut für Solartechnik SPF (OST)
Switzerland	CSEM PV-Center and EPFL Photovoltaics Laboratory
Taiwan	PV Guider
Taiwan	ITRI
Thailand	King Mongkut University of Technology Thonburi
UK	Everoze
USA	SDLE, Case Western Reserve University
USA	National Renewable Energy Laboratory (NREL)
USA	Sandia National Laboratory (SNL)
USA	Envision Digital LLC
USA	Alaska Center for Energy and Power (ACEP), University of Alaska Fairbanks
USA	VDE Americas
SPE	SolarPower Europe

ST1 – Zuverlässigkeit von Materialien, Komponenten und Modulen

Subtask 1 konzentriert sich auf die Analyse von Degradations- und Ausfallmechanismen auf Material-, Komponenten- und Modulebene. Ziel ist es, die Auswirkungen neuer Materialien, Fertigungsprozesse und Moduldesigns auf die langfristige Zuverlässigkeit rechtzeitig zu verstehen und geeignete Prüf- und Bewertungsmethoden zu entwickeln.

Ein Schwerpunkt lag auf der Untersuchung neuer Zell- und Modultechnologien sowie deren spezifischer Degradationsmechanismen (ST1.1). Dabei wurden insbesondere polymerbasierte Materialien wie Einkapselungen und Rückseitenfolien analysiert, die eine zentrale Rolle für die mechanische und elektrische Stabilität von PV-Modulen spielen. Die österreichischen Partner brachten hier umfangreiche Erfahrungen aus nationalen und europäischen Forschungsprojekten ein. Ein weiterer Fokus lag auf der Bewertung und Weiterentwicklung von Prüfstrategien (ST1.3). Bestehende Normen und

Qualifizierungsverfahren wurden hinsichtlich ihrer Aussagekraft für neue Solarzellen-Technologien analysiert. Ziel war es, bestehende Testmethoden zu ergänzen und an neue Einsatzbedingungen anzupassen.

Im Bereich der Modulreparatur und Wiederverwendung (ST1.2) wurden Methoden zur Bewertung des Zustands von PV-Modulen sowie Strategien zur Verlängerung der Lebensdauer entwickelt. Dabei wurden insbesondere Ansätze zur Requalifizierung und zur Abschätzung der Restlebensdauer untersucht. Diese Arbeiten leisten einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung von Kreislaufwirtschaftskonzepten im PV-Bereich. Darüber hinaus wurden Fragestellungen zur Zuverlässigkeit von PV-Batteriesystemen adressiert. Ziel war es, ein besseres Verständnis für das Zusammenspiel von PV- und Speichersystemen zu entwickeln, und daraus Anforderungen für Betrieb und Wartung abzuleiten.

ST2 – Performance und neue PV-Anwendungen

Subtask 2 befasst sich mit der Performance und Alterungsbeständigkeit von Photovoltaiksystemen in neuen und zunehmend komplexen Anwendungen. Dazu zählen unter anderem Agri-PV, Floating-PV, sowie Systeme mit bifazialen Modulen oder Nachführsystemen. Diese neuen Anwendungen unterscheiden sich teilweise deutlich von klassischen Freiflächen- oder Dachanlagen, sowohl hinsichtlich ihrer Betriebsbedingungen als auch der auftretenden Belastungen. Ziel der Arbeiten war es daher, die spezifischen Anforderungen dieser Anwendungen zu analysieren und geeignete Bewertungs- und Optimierungsansätze zu entwickeln.

Ein zentraler Bestandteil von ST2 ist die Digitalisierung von PV-Systemen. Hier wurden Konzepte zur digitalen Repräsentation von Anlagen („digitale Zwillinge“) entwickelt, die eine verbesserte Analyse und Überwachung ermöglichen. Durch die Verknüpfung von Monitoringdaten, Inspektionsdaten (z. B. aus Drohnenbefliegungen) und georeferenzierten Informationen können neue Ansätze zur Fehlererkennung und Performancebewertung realisiert werden. Ein weiterer Schwerpunkt lag auf dem Verhalten von PV-Systemen unter Teilverschattung sowie auf dem Einsatz modulintegrierter Leistungselektronik. Ziel war es, die Auswirkungen unterschiedlicher Systemkonfigurationen auf die Energieerträge zu analysieren und Optimierungspotenziale aufzuzeigen.

Die österreichischen Partner brachten insbesondere ihre Expertise in der Systemanalyse, Datenverarbeitung und Bewertung elektrischer Performance ein. Darüber hinaus wurden Synergien mit anderen IEA Tasks genutzt, insbesondere im Bereich der Gebäudeintegration und der Systemintegration.

ST3 – Technisch-wirtschaftliche Kennzahlen und Klimaanpassung

Subtask 3 widmet sich der Entwicklung und Bewertung von techno-ökonomischen Kennzahlen (Key Performance Indicators, KPIs) zur Beschreibung und Vergleichbarkeit von PV-Systemen. Ziel ist es, eine fundierte Basis für die Bewertung von Systemperformance unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen zu schaffen. Ein Schwerpunkt liegt auf der Analyse klimatischer Einflüsse auf PV-Systeme. Dazu gehören sowohl langfristige klimatische Bedingungen als auch Extremwetterereignisse wie Schnee, Hagel oder hohe Temperaturen. Die Arbeiten zielen darauf ab, deren Einfluss auf Ertrag, Degradation und Zuverlässigkeit zu quantifizieren.

Darüber hinaus wurden Leitfäden zur Optimierung von PV-Systemen für unterschiedliche Klimazonen sowie unterschiedlichen Applikationen (Agri-PV, Floating PV, BIPV) entwickelt (ST 3.2. Berichte Teil I und II). Diese berücksichtigen sowohl material- und komponentenspezifische Aspekte als auch systemische Fragestellungen. Ein weiterer Fokus liegt auf der Analyse von Entscheidungsprozessen entlang der gesamten Wertschöpfungskette von PV-Projekten. Ziel ist es, die Auswirkungen von Design-, Installations- und Betriebsentscheidungen auf wirtschaftliche Kennzahlen zu verstehen und Best-Practice-Ansätze abzuleiten. Die österreichischen Partner, insbesondere OFI und PCCL, brachten ihre Expertise im Bereich materialbezogener Bewertungen für unterschiedliche Klimabedingungen ein, OFI war auch für den anwendungsbezogenen Teil zur BIPV verantwortlich. AIT leistete Beiträge zur Analyse von Leistungskennzahlen und Systemverhalten.

ST4 – Dissemination und internationale Zusammenarbeit

Ein wesentlicher Bestandteil des Projekts war die internationale Dissemination der Ergebnisse. Im Rahmen von ST4 wurden die erarbeiteten Inhalte in Form von Berichten, wissenschaftlichen Publikationen, Konferenzbeiträgen, Workshops und digitalen Formaten aufbereitet und verbreitet. Die Task-13-Reports stellen dabei das zentrale Ergebnis der Zusammenarbeit dar. Sie bündeln die Erkenntnisse der beteiligten Partner und stellen diese der internationalen Fachöffentlichkeit zur Verfügung. Ergänzend wurden Workshops und Sessions bei internationalen Konferenzen organisiert, um den Austausch zwischen Forschung, Industrie und weiteren Stakeholdern zu fördern. Die österreichischen Partner waren aktiv an diesen Disseminationsaktivitäten beteiligt und trugen wesentlich zur internationalen Sichtbarkeit der Ergebnisse bei.

5 Ergebnisse

Im Rahmen des Projekts wurden wesentliche Beiträge zur internationalen Forschung und Wissensbasis im Bereich der Photovoltaik geleistet. Die Arbeiten im IEA PVPS Task 13 adressierten zentrale Fragestellungen zur Zuverlässigkeit, Leistungsfähigkeit und Nachhaltigkeit von PV-Systemen entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von Materialien und Komponenten über Module und Systeme bis hin zu Betrieb, Bewertung und Wiederverwertung.

Ein zentrales Ergebnis des Projekts ist die erfolgreiche Mitwirkung an einer Reihe international abgestimmter Task-13-Berichte, die als wesentliche Referenzdokumente für Forschung, Industrie und weitere Stakeholder dienen. Diese Berichte decken ein breites Themenspektrum ab, darunter Degradations- und Ausfallmechanismen neuer PV-Technologien, systematische Aufbereitung typischer Schadensbilder in Form von Failure Fact Sheets, Strategien zur Wiederverwendung von PV-Modulen, die Optimierung von PV-Systemen unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen sowie neue Ansätze im Bereich Digitalisierung und digitale Zwillinge. Die Berichte bündeln internationale Erfahrungen und ermöglichen erstmals eine vergleichbare Bewertung unterschiedlicher Technologien, Materialien und Systemkonzepte.

Im Bereich der Material- und Modulanalyse konnten wichtige Erkenntnisse zu Degradationsmechanismen neuer Technologien gewonnen werden. Insbesondere polymerbasierte Komponenten wie Einkapselungsmaterialien und Rückseitenfolien wurden hinsichtlich ihres Langzeitverhaltens unter verschiedenen Umweltbedingungen untersucht. Diese Materialien spielen eine zentrale Rolle für die mechanische Stabilität, elektrische Isolation und den Schutz der Zellen vor Umwelteinflüssen. Die Arbeiten zeigen, dass neue Materialkombinationen und Designansätze zwar häufig Vorteile hinsichtlich Effizienz oder Kosten bieten, jedoch gleichzeitig neue Degradationspfade entstehen können. Die systematische Analyse dieser Mechanismen trägt wesentlich dazu bei, Risiken frühzeitig zu erkennen und geeignete Testmethoden zu entwickeln.

Ein weiterer wesentlicher Schwerpunkt lag auf der Weiterentwicklung von Prüf- und Bewertungsmethoden für PV-Module. Bestehende Normen und Qualifizierungsverfahren wurden hinsichtlich ihrer Eignung für neue Technologien und Anwendungen analysiert. Dabei wurde deutlich, dass klassische Testverfahren nicht alle relevanten

Belastungsszenarien abdecken, insbesondere im Hinblick auf neue Einsatzbereiche und klimatische Bedingungen. Die Arbeiten im Task 13 leisten hier einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung von Teststrategien und zur Verbesserung der Aussagekraft von Prüfverfahren.

Im Bereich der Wiederverwendung von PV-Modulen (Second-Life PV) wurden neue Ansätze zur Bewertung des Zustands und der Restlebensdauer von Modulen entwickelt. Ziel war es, Methoden zu identifizieren, die eine zuverlässige und gleichzeitig effiziente Sortierung von gebrauchten Modulen ermöglichen. Dazu zählen unter anderem vereinfachte Prüfverfahren sowie Ansätze zur Abschätzung der Leistungsfähigkeit auf Basis elektrischer Messungen. Diese Entwicklungen sind von hoher Relevanz für die Umsetzung von Kreislaufwirtschaftskonzepten, da sie die Grundlage für eine wirtschaftliche und sichere Wiederverwendung von PV-Modulen schaffen. Gleichzeitig wurden Reparaturstrategien und Anforderungen an Requalifizierungsprozesse untersucht, um die Lebensdauer bestehender Systeme zu verlängern.

Ein weiterer wichtiger Beitrag des Projekts liegt im Bereich der Digitalisierung und datenbasierten Analyse von PV-Systemen. Die Arbeiten zu digitalen Zwillingen zeigen, wie durch die Kombination von Monitoringdaten, georeferenzierten Informationen und bildgebenden Verfahren neue Möglichkeiten zur Analyse und Optimierung von PV-Anlagen entstehen. Insbesondere die Verknüpfung von Betriebsdaten mit Inspektionsdaten, beispielsweise aus Drohnenbefliegungen, ermöglicht eine detaillierte Bewertung des Anlagenzustands und die frühzeitige Erkennung von Fehlern. Darüber hinaus wurden Ansätze zur automatisierten Fehlererkennung unter Einsatz von künstlicher Intelligenz und Bildverarbeitung entwickelt. Diese Entwicklungen tragen dazu bei, Betrieb und Wartung von PV-Systemen effizienter zu gestalten und die Verfügbarkeit der Anlagen zu erhöhen.

Im Bereich der Systemperformance wurden neue Erkenntnisse zu PV-Anwendungen unter komplexen Betriebsbedingungen gewonnen. Dazu zählen insbesondere Systeme mit Teilverschattung sowie der Einsatz modulintegrierter Leistungselektronik. Die Analysen zeigen, dass optimierte Systemkonfigurationen und geeignete elektronische Komponenten einen signifikanten Einfluss auf die Energieerträge haben können. Gleichzeitig wurde deutlich, dass die Bewertung solcher Systeme eine differenzierte Betrachtung erfordert, da klassische Kennzahlen nicht immer ausreichend sind, um die tatsächliche Performance abzubilden.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Analyse klimatischer Einflüsse auf PV-Systeme. Die Arbeiten zeigen, dass sowohl langfristige klimatische Bedingungen als auch Extremwetterereignisse einen erheblichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit von PV-Anlagen haben können. Insbesondere in Regionen mit anspruchsvollen klimatischen Bedingungen, wie etwa im alpinen Raum, sind spezifische Anpassungen in Design, Materialwahl und Betriebsführung erforderlich. Die im Projekt entwickelten Ansätze zur klimabezogenen Optimierung von PV-Systemen liefern hierfür wichtige Grundlagen.

Darüber hinaus wurden techno-ökonomische Kennzahlen zur Bewertung von PV-Systemen weiterentwickelt und harmonisiert. Ziel war es, eine bessere Vergleichbarkeit von Systemen unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen zu ermöglichen. Dies ist insbesondere für Investitionsentscheidungen sowie für die Bewertung von Systemperformance im internationalen Kontext von Bedeutung. Die Arbeiten tragen dazu bei, die Aussagekraft bestehender Kennzahlen zu verbessern und deren Anwendung zu standardisieren.

Neben den technischen Ergebnissen ist auch die internationale Wirkung des Projekts hervorzuheben. Die enge Zusammenarbeit im Rahmen von Task 13 ermöglichte einen intensiven Austausch zwischen Forschungseinrichtungen, Industrie und weiteren Stakeholdern. Die Ergebnisse wurden über zahlreiche internationale Konferenzen, Workshops und Publikationen verbreitet und haben zur Weiterentwicklung von Standards, Methoden und Best Practices beigetragen. Insgesamt wurden sieben Task Berichte mit österreichischer Beteiligung angefertigt, (fünf davon sind bereits veröffentlicht, zwei weitere werden bis Ende 2026 veröffentlicht). Der Anhang listet alle Berichte, Veröffentlichungen und Vorträge im Arbeitsprogramm 2022-2025.

Für Österreich ergeben sich aus dem Projekt mehrere konkrete Nutzenaspekte. Die österreichischen Partner konnten ihre Expertise in zentralen Themenfeldern weiter ausbauen und ihre internationale Sichtbarkeit stärken. Gleichzeitig wurde sichergestellt, dass internationale Erkenntnisse in nationale Forschungsaktivitäten und industrielle Anwendungen einfließen. Dies trägt dazu bei, die Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen PV-Branche zu stärken und den nachhaltigen Ausbau der Photovoltaik zu unterstützen. Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse des Projekts, dass ein ganzheitlicher Ansatz, der Materialien, Komponenten, Systeme und Betriebsstrategien integriert betrachtet, entscheidend für die Weiterentwicklung der Photovoltaik ist. Die im Rahmen des Task 13 erarbeiteten Erkenntnisse leisten einen wesentlichen Beitrag dazu, die

Zuverlässigkeit, Effizienz und Nachhaltigkeit von PV-Systemen zu verbessern und deren Rolle als zentrale Technologie der Energiewende weiter zu stärken.

6 Vernetzung und Ergebnistransfer

Die Vernetzung und der Ergebnistransfer bildeten einen zentralen Bestandteil der Arbeiten im Rahmen des IEA PVPS Task 13. Ziel war es, die erarbeiteten wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht nur innerhalb des internationalen Konsortiums zu verbreiten, sondern gezielt an relevante Stakeholder aus Forschung, Industrie, Anlagenbetrieb sowie Politik und Verwaltung zu kommunizieren und deren Anwendung zu unterstützen.

Die Zielgruppen des Projekts umfassen insbesondere Forschungseinrichtungen, Hersteller von PV-Modulen und Komponenten, Betreiber:innen von Photovoltaikanlagen, Prüf- und Zertifizierungsstellen sowie politische Entscheidungsträger:innen. Durch die breite internationale Aufstellung des Task 13 konnten diese Zielgruppen direkt in die Arbeiten eingebunden werden. Die kontinuierliche Zusammenarbeit zwischen den Partnerinstitutionen ermöglichte einen intensiven Austausch von Erfahrungen aus unterschiedlichen Märkten, Klimazonen und Anwendungsbereichen.

Insgesamt wurden im Berichtszeitraum eine hohe Anzahl an wissenschaftlichen und technischen Ergebnissen verbreitet. Dazu zählen **insgesamt 6 veröffentlichte Task-13-Reports**, an denen die österreichischen Partner maßgeblich beteiligt waren. Darüber hinaus wurden **12 wissenschaftliche Publikationen und Konferenzbeiträge** erarbeitet sowie **16 Präsentationen (Vorträge und Poster)** auf internationalen Konferenzen und Workshops gehalten. Die österreichischen Projektpartner präsentierten ihre Ergebnisse unter anderem auf der European Photovoltaic Solar Energy Conference (EU-PVSEC), der IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC) sowie dem PV-Symposium in Bad Staffelstein. Diese breite Dissemination unterstreicht die hohe Sichtbarkeit und Relevanz der Arbeiten im internationalen Kontext.

Darüber hinaus wurden im Rahmen von Task 13 **Fünfzehn** Disseminationsevents (Webinare, Workshops, Parallel Sessions auf Konferenzen) organisiert, um spezifische Themen vertieft zu behandeln und den Austausch zwischen internationalen Expert:innen zu fördern. Besonders hervorzuheben ist der Task-13-Workshop im Rahmen der EU-PVSEC 2025 in Bilbao, der als Parallelveranstaltung organisiert wurde und maßgeblich durch österreichische Beteiligung, unter anderem durch Gernot Oreski (PCCL), mitgestaltet wurde.

Neben Präsenzveranstaltungen wurden auch digitale Formate genutzt, um eine breite Dissemination zu gewährleisten. Dazu zählen von Task 13 stammende Beiträge auf LinkedIn (https://www.linkedin.com/company/iea-photovoltaic-power-systems-programme/) sowie Videoformate für Youtube (https://www.youtube.com/@IEAPVPS). Ein Beispiel ist das Videointerview mit Gernot Oreski zur Veröffentlichung des 2nd Life Reports Anfang 2026, wo die zentralen Ergebnisse zu Second-Life PV einem internationalen Publikum vermittelt wurden.

Die österreichischen Partner spielten eine aktive Rolle in der internationalen Vernetzung und trugen durch ihre Beteiligung an mehreren Subtasks sowie an der Organisation von Veranstaltungen wesentlich zur Sichtbarkeit und Wirkung des Projekts bei. Gleichzeitig wurde der Wissenstransfer auf nationaler Ebene durch die Einbindung in die österreichische Technologieplattform Photovoltaik (TPPV) unterstützt. Neben den formalen Veranstaltungen fanden zahlreiche informelle Treffen im Rahmen internationaler Konferenzen statt, beispielsweise bei der Intersolar Europe, der IEEE PVSC sowie weiteren Fachveranstaltungen. Diese informellen Austauschformate ermöglichten eine flexible und effiziente Abstimmung innerhalb des internationalen Konsortiums.

7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

Im Rahmen des Projekts konnten wesentliche Erkenntnisse zur Zuverlässigkeit, Leistungsfähigkeit und zukünftigen Entwicklung von Photovoltaiksystemen gewonnen werden. Die Arbeiten im IEA PVPS Task 13 haben deutlich gezeigt, dass die zunehmende Diversifizierung von PV-Technologien, Materialien und Anwendungen neue Anforderungen an Bewertung, Standardisierung und Betrieb von PV-Systemen stellt.

Eine zentrale fachliche Erkenntnis betrifft die mangelnde Transparenz entlang der Wertschöpfungskette von PV-Modulen. Insbesondere fehlt häufig der Zugang zu detaillierten Informationen über die verwendeten Materialien und Komponenten (Bill of Materials). Dies erschwert die systematische Bewertung der Eignung von Modulen für unterschiedliche klimatische Bedingungen sowie die Identifikation von Degradations- und Ausfallmechanismen. Für das Projektteam ergibt sich daraus die klare Schlussfolgerung, dass eine verbesserte Nachvollziehbarkeit der Materialzusammensetzung eine wesentliche Voraussetzung für die langfristige Sicherstellung von Qualität und Zuverlässigkeit ist.

Darüber hinaus wurde deutlich, dass bestehende Test- und Qualifizierungsverfahren nur eingeschränkt geeignet sind, um die Performance neuer und zunehmend komplexer Solarzellen aufbauten einerseits und PV-Anwendungen andererseits zuverlässig zu bewerten. Insbesondere integrierte PV-Systeme, wie etwa gebäudeintegrierte oder multifunktionale Anwendungen, weisen spezifische Belastungsprofile auf, die durch bestehende Normen nur unzureichend abgebildet werden. Hier besteht ein klarer Bedarf an weiterentwickelten, anwendungsangepassten Testmethoden sowie an neuen Bewertungsansätzen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die zunehmende Bedeutung datengetriebener Methoden für den Betrieb und die Bewertung von PV-Systemen. Die Kombination von Monitoringdaten, digitalen Zwillingen sowie Machine-Learning- und AI-Methoden eröffnet neue Möglichkeiten zur Optimierung des Anlagenbetriebs. Insbesondere automatisierte Inspektionsverfahren, beispielsweise unter Einsatz von Drohnen oder robotischen Systemen, werden künftig eine zentrale Rolle spielen. Diese Technologien ermöglichen einen hohen Durchsatz bei der Zustandsbewertung und bilden die Grundlage für „Predictive

and Preventive Maintenance“-Ansätze, die eine frühzeitige Erkennung von Fehlern und eine effiziente Wartungsplanung erlauben.

Weiterführende Projekte

Aufbauend auf den im Projekt gewonnenen Erkenntnissen wurden bereits mehrere weiterführende Forschungsaktivitäten und taskübergreifende Kooperationen initiiert. 2025 wurde auf Grund der teilweise synergistisch ineinandergreifenden Berichtschwerpunkte eine Wissenaustausch- und Unterstützungsaktivität zwischen Task 13 (Zuverlässigkeit) und Task 15 (BIPV) ins Leben gerufen. OFI ist in beiden Tasks aktiv und koordiniert diese Intertaskaktivitäten. Im Rahmen der CET Partnership wird das Projekt DREAM PV durchgeführt, das sich mit der Zuverlässigkeit von PV-Modulen mit TOPCon-Zellen befasst und vom PCCL koordiniert wird. Darüber hinaus wurde im November 2025 ein Leitprojekt im Bereich Energieforschung eingereicht, das sich mit integrierten PV-Systemen in Kombination mit Natrium-Ionen-Speichern beschäftigt, die in Stahlfassadenelemente integriert werden. Auch hier übernimmt das PCCL die Konsortialführung, während OFI und AIT als Partner beteiligt sind.

Zusätzlich wurden 2026 mehrere Projektanträge aus dem Umfeld des Task 13 in aktuellen Horizon-Europe-Ausschreibungen eingereicht. Dazu zählen insbesondere Einreichungen zu folgenden Calls unter Beteiligung der österreichischen Partner PCCL, AIT und OFI:

- **HORIZON-CL5-2026-02 (Cluster 5 – Call 02/2026)**
  - ✓ HORIZON-CL5-2026-02-D3-10: Towards commercialisation of Perovskite PV and development of dedicated manufacturing equipment
  - ✓ HORIZON-CL5-2026-02-D3-12: Extending the lifetime of crystalline silicon PV modules
- **HORIZON-CL5-2026-03 (Cluster 5 – Call 03/2026)**
  - ✓ HORIZON-CL5-2026-03-D3-13: Industrial scale up and circularity pathway for IPV technologies (EUPI-PV Partnership)
  - ✓ HORIZON-CL5-2026-03-D3-12: Long-lifetime and optimised use of materials in recyclable Ag and In-free Si PV modules (EUPI-PV Partnership)

Diese Aktivitäten zeigen, dass die im Projekt aufgebauten Kompetenzen und Netzwerke eine wichtige Grundlage für zukünftige internationale Forschungskooperationen darstellen.

Empfehlungen für die österreichische Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik

Aus den Projektergebnissen lassen sich mehrere Empfehlungen für die österreichische Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik ableiten. Erstens bleibt die Forschung im Bereich Qualitätskontrolle und Zuverlässigkeitsprüfung von PV-Systemen von zentraler Bedeutung. Angesichts des starken Ausbaus der Photovoltaik ist es essenziell zu verstehen, welche Technologien unter welchen Bedingungen langfristig zuverlässig funktionieren.

Zweitens besteht ein erheblicher Forschungsbedarf im Bereich integrierter PV-Anwendungen. Für viele dieser Anwendungen fehlen bislang ausreichende Langzeiterfahrungen sowie standardisierte Bewertungsmethoden. Es wird daher empfohlen, begleitende Forschung entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu fördern, von der Material- und Komponentenentwicklung über die Prozessoptimierung bis hin zur Qualitätssicherung und Zuverlässigkeitsbewertung im realen Betrieb.

Drittens sollte die Entwicklung und Anwendung digitaler Methoden im PV-Bereich weiter gestärkt werden. Insbesondere der Einsatz von Machine Learning und künstlicher Intelligenz bietet großes Potenzial zur Optimierung des Anlagenbetriebs und zur Verbesserung der Fehlererkennung. In diesem Zusammenhang sind auch automatisierte Inspektionssysteme als Schlüsseltechnologie zu sehen, um den steigenden Anforderungen an Betrieb und Wartung großer PV-Flotten gerecht zu werden.

Viertens wäre es sinnvoll, die Forschung um die lokale Auswirkung von neueren Anlagenkonzepten wie Agrar-PV, Bifazialen Trackern, und Floating-PV zu intensivieren. Die Interaktion mit typisch österreichischem Bewuchs, Tierwelt, Insekten, Fische, Biodiversität, Bodenstruktur und auch Mikrobiom wird nur lokal zu erforschen sein.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Projekt einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung der Photovoltaik geleistet hat. Die gewonnenen Erkenntnisse bilden eine solide Grundlage für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und unterstützen den nachhaltigen Ausbau der Photovoltaik in Österreich und international.

Anhang

Tabelle 2: Übersicht der IEA-PVPS Task 13 Reports mit österreichischer Beteiligung (Volle Förderperiode 1.1.2024 – 31.12.2025)

Subtask	Titel	Autor:innen	DOI / ISBN / Link
ST1.1	Degradation and Failure Modes in New Photovoltaic Cell and Module Technologies **(02/2025)**	Marc Köntges, Jay Lin, Alessandro Virtuani, **Gabriele C. Eder**, Junjie Zhu, **Gernot Oreski**, Peter Hacke, Joshua S. Stein, Laura Bruckman, Paul Gebhardt, Dounya Barrit, Mirra Rasmussen, Ina Martin, Kristopher O. Davis, Gianluca Cattaneo, Bram Hoex, Ziv Hameiri, Ebrar Özkalay; Sara Baumann	https://iea-pvps.org/key-topics/degradation-failure-modes-new-cell-module-technologies/ ISBN: 978-3-907281-71-0
ST1.1	Photovoltaic Failure Fact Sheets **(02/2025)**	Gabi Friesen, Marc Köntges, Jay Lin, **Gernot Oreski**, **Gabriele Eder**, Peter Hacke, Paul Gebhardt, Ebra Özkalay, Christof Bucher, Mauro Caccivio, Romain Couderc, Sergiu Viorel Spataru	https://iea-pvps.org/key-topics/photovoltaic-failure-fact-sheets-2025/ https://doi.org/10.69766/CKCD1805
ST1.2	Performance and Reliability Aspects of 2nd Life Photovoltaic Modules **(02/2026)**	**Gernot Oreski**, Ioannis Tsanakas, **Gabriele C. Eder,** Arvid van der Heide, Rich Stromberg, Anika Gassner, Daniella Ariolli, Guillermo Oviedo Hernandez, Laura Bruckman, Ulrike Jahn	https://iea-pvps.org/key-topics/t13-performance-2nd-life-modules-2026/ https://doi.org/10.69766/JGYV3909 ISBN: 978-1-7642902-8-9
T1.3	Accelerated Testing – Combined stress vs. sequential stress testing methods and inclusion of	Karl-Anders Weiß, Laura S. Bruckman, **Gabriele C.Eder,** Paul Gebhardt, Ismail Kaaya, Nikoleta Kyranaki, Jordan Macknick, David Miller, Gaute Otnes**, Gernot Oreski,** Silvana Ovaitt, Wilfried van Sark, Tadanori Tanashi,	To be published Q2/2026

Subtask	Titel	Autor:innen	DOI / ISBN / Link
	specific load situations 06/2026	Ioannis Tsanakas, Eliás Urrejola Davanzo, Dounya Barrit,	
ST2.4	Digitalisation and Digital Twins in Photovoltaic Systems **(02/2026)**	Atse Louwen. Christian Schill, Lluvia Ochoa, Nikola Hrelja, Roger H. French, Erika I. Barcelos, Mengjie Li, Magnus Herz, **Bernhard Kubicek**, David Dassler, Franz Baumgartner, Laura S. Bruckman, Ulrike Jahn	https://iea-pvps.org/key-topics/t13-digitalisation-twins-pv-systems-2026/ https://doi.org/10.69766/RMPH3089 ISBN: 978-1-7642902-6-5
ST2.5	Performance of Partially Shaded PV Generators Operated by Optimized Power Electronics 2024 **(2024)**	Franz Baumgartner, Cyril Allenspach, Ebrar Özkalay, Matthew Berwind, Anna Heimsath, Christof Bucher, David Joss, Sara Mirbagheri Golroodbari, Wilfried van Sark, Alexander Granlund, Felipe Valencia Arroyave, **Roland Bründlinge**r, Werner Herrmann, Bert Herteleer, Ulrike Jahn	https://iea-pvps.org/key-topics/performance-of-partially-shaded-pv-generators-operated-by-optimized-power-electronics-2024/ https://doi.org/10.69766/LEOF5152 ISBN: 978-3-907281-64-2
ST3.2 I	Optimisation of Photovoltaic Systems for Different Climates **(06/2025)**	Gabi Friesen, Leonardo Micheli, **Gabriele C. Eder**, Thore Müller, Jaffar Moideen Yacob Ali, Mariella Rivera, Julián Ascencio Vásquez, **Gernot Oreski**, Laurie Burnham, Christopher Baldus-Jeursen, Alexander Granlund, Elias Urrejola, Carlos D. Rodriguez-Gallegos, Shariq Goriawala	https://iea-pvps.org/key-topics/t13-optimisation-pv-systems-different-climates-2025/ https://doi.org/10.69766/QSYC8858
ST3.2 II	Optimisation of Photovoltaic Systems for Different Applications	Gabi Friesen, Leonardo Micheli, Pietro Elia Campana, **Gabriele C. Eder**, Sara Golroodbari, Álvaro Fernández Solas, Jan Kroon, **Gernot Oreski,** Josefine Selji,	To be published Q2/2026

Subtask	Titel	Autor:innen	DOI / ISBN / Link
		Giuseppe Marco Tina, Stefan Wieland,	

Tabelle 3: Übersicht der Publikationen mit österreichischer Beteiligung (Volle Förderperiode 1.1.2024 – 31.12.2025)

Datum	Autor:innen	Titel	Erschienen in	DOI
02.06.2024	Baloji Adothu, Sagarika Kumar, Jim Joseph John, **Gernot Oreski**, Gerhard Mathiak, Bengt Jäckel, Vivian Alberts, Jabir Bin Jahangir, Muhammad Ashraful Alam, Ralph Gottschalg	Comprehensive review on performance, reliability, and roadmap of c-Si PV modules in desert climates: A proposal for improved testing standard	Progress in Photovoltaics 2024;32(8):495-527.	https://doi.org/10.1002/pip.3827
29.07.2024	Sara Baumann, Giles E. Eperon, Alessandro Virtuani, Quentin Jeangros, Dana B. Kern, Dounya Barrit, Jackson Schall, Wanyi Nie, **Gernot Oreski,** Mark Khenkin, Carolin Ulbrich, Robby Peibst, Joshua S. Stein, Marc Köntges	Stability and reliability of perovskite containing solar cells and modules: degradation mechanisms and mitigation strategie	Energy & Environmental Science 17, 7566-7599	https://doi.org/10.1039/D4EE01898B
11.12.2024	Ioannis (John) A. Tsanakas, **Gernot Oreski, Gabriele Eder**, Anika Gassner, Arvid van der Heide, Daniela M. Godinho Ariolli, Guillermo Oviedo Hernandez, David Moser, Karsten Wambach	Toward Reuse-Ready PV: A Perspective on Recent Advances, Practices, and Future Challenges	Advanced Energy & Sustainability Research 6: 2400237	https://doi.org/10.1002/aesr.202400237
01.12.2024	**Gernot Oreski, Chiara Barretta,** Karl-Anders Weiß	Recent developments in PV module backsheets	Conference Proceedings EU-PVSEC 2024, 020244-001 - 020244-003	http://doi.org/10.4229/EUPVSEC2024/3BO.12.4

Datum	Autor:innen	Titel	Erschienen in	DOI
21.11.2025	Carlos Meza, Brian Azzopardi, **Bernhard Kubicek, Rita Ebner**, Aritz Legarrea Oyarzun, Miquel Ezquer-Mayo, Ioannis Tsanakas, Kai Kaufmann, Dominik Lausch, Vlad Costea, Brian Bartolo	Fault Diagnostic Techniques in Practice: A Case Study on Hands-On Training for PV System Reliability	IEEE PES ISGT Europe 2025 Proceedings	https://doi.org/10.1109/ISGTEurope64741.2025.11305333
23.11.2025	Vlad Costea; Carlos Meza; Sophia Jarhreis; Siwoo Lee; Hugo Sánchez; Zonghan Jiang; Carmel Azzopardi; Brian Bartolo; Miquel Ezquer-Mayo; Aritz Legarrea-Oyarzun; **Rita Ebner; Bernard Kubicek**; Brian Azzopardi; Austeja Mockeviciute-Azzopardi; Ioannis Tsanakas	Qualitative Multimodal Diagnostic Assessment of PV Installations: Field Results from the PROMISE Second Advanced School in Malta	IEEE PES ISGT Europe 2025 Proceedings	https://doi.org/10.1109/ISGTEurope64741.2025.11305463
08.6.2025	**Bernhard Kubicek; Marcus Rennhofer**	Georeferenced Correction Factors to the Ineichen Clearsky Model for the Al pine regions in Austria/Europe	2025 IEEE 53rd Photovoltaic Specialists Conference (PVSC)	https://doi.org/10.1109/PVSC59419.2025.11132737
12.3.2025	**Bernhard Kubicek, Marcus Rennhofer**	Georeferenzierte Clearsky Korrekturfaktoren	PV Symposium Bad Staffelstein	
12.3.2025	**Ebner, R., Rennhofer, M., Neussl, V., Kubicek, B., Mittal, A., Ujvari, G.,** Azzopardi, B., Mignonac, A., Meza, C., Dittmann, S., Gracia-Amillo, A. & Cuadra,	Errichtung und Vergleich von Outdoor PV Teststänaden in unterschiedlichen Klimazonen	PV Symposium Bad Staffelstein	
24.9.2025	Brian Bartolo, Brian Azzopardi, Carmel Azzopardi, Austeja Mockeviciute-Azzopardi, Alexandre Mignonac, **Marcus Rennhofer, Bernhard Kubicek, Rita Ebner**, Carlos Meza, Melodie	Advancing Photovoltaic Performence through Digitalisation in Living Laboratories: Insights from the Promise Project	Proceedings EU-PVSEC 2025	http://doi.org/10.4229/EUPVSEC2025/4CV.1.25

Datum	Autor:innen	Titel	Erschienen in	DOI
	de l`Epine, Eugenia Zugasti, Steve Zerafa, Kenneth Scerri			
24.9.2025	**Bernhard Kubicek, Marcus Rennhofer, Philipp Weihs**	Specialized Irradiation Modeling for Alpine Regions: Clearsky and Diffuse Fraction Estimation	Proceedings EU-PVSEC 2025	http://doi.org/10.4229/EUPVSEC2025/4BV.3.21
26.09.2025	Bert Herteleer, Gernot Oreski, Silvana Ovaitt, Ulrike Jahn, Ralph Gottschalg, Ian Marius Peters, Gabi Friesen, Mauro Caccivio	A Commodity Today, Incompatible Tomorrow: The Paradox of PV?	Proceedings EU-PVSEC 2025	http://www.doi.org/10.4229/EUPVSEC2025/5EP.1.3
Q2.2024	Ebrar Özkalay, Alessandro Virtuani, **Gabriele Eder,** Yuliya Voronko, Pierluigi Bonomo, Mauro Caccivio, Christophe Ballif, Gabi Friesen;	Correlating Long-term Performance and Aging Behaviour of Building Integrated PV Modules;	Energy & Buildings 2024, 316, 114252;	DOI: 10.1016/j.enbuild.2024.114252
Q2.2024	Bin Luo*, Jonathan Govaerts, Fabiana Lisco, Gabriele Eder, Bram Breukers, Bart Ruttens, Jan D'Haen, Rik Van Dyck, Hariharsudan Sivaramakrishnan Radhakrishnan, Aart Willem Van Vuure, Jef Poortmans;	Encapsulation Strategies for Mechanical Impact and Damp Heat Reliability Improvement of Lightweight Photovoltaic Modules Towards Vehicle-integrated Applications;	Solar.Mat. Volume 273, 2024, 112932;	DOI: 10.1016/j.solmat.2024.112932
Q1 2025	Ebrar Özkalay, Hugo Quest, **Anika Gassner**, Alessandro Virtuani, **Gabriele C. Eder,** Stefanie Vorstoffel, Claudia Buerhop-Lutz, Gabi Friesen, Christophe Ballif, Matthias Burri, Christof Bucher	Three Decades, Three Climates: Environmental and Material Impacts on the Long-Term Reliability of Photovoltaic Modules,	EES solar	DOI: 10.1039/D4EL00040D
Q3 2025	**Anika Gassner, Gabriele C. Eder,** Ebrar Ozkalay, Gabi Friesen, Markus Feichtner and Vasiliki-Maria Archodoulaki,	Enhanced Mechanical Load Testing of Photovoltaic Modules for Cold and Snowy Climates,	EES Solar	DOI: 10.1039/d5el00125k

Datum	Autor:innen	Titel	Erschienen in	DOI
Q1.2026	**Anika Gassner**, **Gabriele C. Eder**, Benedikt Hufnagl, Vasiliki-Maria Archodoulaki	NIR Spectroscopy and Chemometrics as a Tool for Non-Destructive Polymer Degradation Analysis in PV Modules;	Solar RRL; accepted 02.2026	In press

Tabelle 4: Übersicht der Präsentationen mit österreichischer Beteiligung (Volle Förderperiode 1.1.2024 – 31.12.2025)

Datum	Titel	Vortragende/r	Veranstaltung	Ort (Land)
07.11.2024	Reliability challenges for new PV module designs	Gernot Oreski	Sayuri PV Workshop	Tsukuba (J)
24.09.2024	Recent developments in PV module backsheets	Gernot Oreski	EU-PVSEC	Wien
27.09.2024	Toward Reuse-Ready PV: A Perspective on Recent Advances	Ioannis Tsanakas, Gernot Oreski, Gabriele Eder	EU-PVSEC	Wien
28.05.2024	PV module encapsulation reliability	Gernot Oreski	LayTec Webinar India	Online
17.04.2024	Photovoltaics made in Austria - Polymers in PV	Gernot Oreski	Triple N Talks	Leoben
Juni 2024	Polymers in PV-modules – Recent developments towards increased sustainability	Gabriele Eder, Yuliya Voronko, Anika Gassner	PolyMerTec24	Merseburg
06.03.2025	"What is a polyolefin? A critical overview of ethylene copolymers as PV module encapsulants"	**Gernot Oreski**, Chiara Barretta, Petra Christöfl, Paul Gebhardt, Karl-Anders Weiß, David C. Miller, Soňa Uličná, Michael Kempe, Laura S. Bruckman, Alessandro Virtuani, Hengyu Li, Brian Habersberger, Jeff Munro, Kristof Proost, Marcel Kühne	NREL PV Reliability Workshop 2025	Denver (USA)

Datum	Titel	Vortragende/r	Veranstaltung	Ort (Land)
12.03.2025	Georeferenzierte Clearsky Korrekturfaktoren	**Bernhard Kubicek, Marcus Rennhofer**	PV Symposium 2025	Bad Staffelstein (D)
12.03.2025	Errichtung und Vergleich von Outdoor PV Teststänaden in unterschiedlichen Klimazonen	**Ebner, R., Rennhofer, M., Neussl, V., Kubicek, B., Mittal, A., Ujvari, G.**, Azzopardi, B., Mignonac, A., Meza, C., Dittmann, S., Gracia-Amillo, A. & Cuadra,	PV Symposium 2025	Bad Staffelstein (D)
11.03.2025	Charakterisierung und Degradation von Perowskit-Minimodulen	Rita Ebner	PV Symposium 2025	Bad Staffelstein (D)
08.06.2025	Georeferenced Correction Factors to the Ineichen Clearsky Model for the Al pine regions in Austria/Europe	Bernhard Kubicek	IEEE-PVSC 53	Montreal (CAN)
23.09.2025	Construction and comparison of outdoor PV test stands in different climate zones	Rita Ebner	EU-PVSEC 2025	Bilbao (E)
23.09.2025	Specialized Irradiation Modeling for Alpine Regions: Clearsky and Diffuse Fraction Estimation	Bernhard Kubicek, Marcus Rennhofer, Philipp Weihs	EU-PVSEC 2025	Bilbao (E)
24.04.2025	Overview of PV Module Repair Procedures	Gernot Oreski, Gabriele Eder	EU-PVSEC 2025	Bilbao (E)
April 2024	Characterization and reliability test protocols for lightweight/glass-free PV components and modules	Gabriele C. Eder, Yuliya Voronko, Umang Desai, Elisabeth Reiser, Meriç Çaliskan, Sonja Feldbacher, Gernot Oreski,	Sophia Reliability WS	Kopenhagen
25.09.2025	"Design for Repair of PV modules: A meaningful or crazy idea?"	Gernot Oreski, Sonja Feldbacher, Anika Gassner, Gabriele Eder,	EU-PVSEC 2025	Bilbao (E)

Datum	Titel	Vortragende/r	Veranstaltung	Ort (Land)
		Ioannis Tsanakas, Timea Bejat		
26.09.2025	A Commodity Today, Incompatible Tomorrow: The Paradox of PV?	Bert Herteeler, **Gernot Ores**ki, Silvana Ovaitt, Ulrike Jahn, Ralph Gottschalg, Ian Marius Peters, Gabi Friesen, Mauro Caccivio	EU-PVSEC 2025	Bilbao (E)
12.11.2025	Adapting Module design and BOM for harsh climates - Understanding of material response to extreme climatic conditions	Gernot Oreski	PV Days 2025	Halle (D)
Nov.2025	Neue Entwicklungen bei polymeren Einkapselungsmaterialien	Gabriele Eder, Yuliya Voronko, Anika Gassner	Österr. PV-Tagung	Wien

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Teilnehmende Partner 12
Tabelle 2: Übersicht der IEA-PVPS Task 13 Reports mit österreichischer Beteiligung (Volle Förderperiode 1.1.2024 – 31.12.2025) 26
Tabelle 3: Übersicht der Publikationen mit österreichischer Beteiligung (Volle Förderperiode 1.1.2024 – 31.12.2025) 28
Tabelle 4: Übersicht der Präsentationen mit österreichischer Beteiligung (Volle Förderperiode 1.1.2024 – 31.12.2025) 31

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Taskgliederung und Übersicht der österreichischen Subtaskbeteiligungen – Arbeitsprogramm 2022-2025 12