



Foto: Teckwerke Bürgerenergie eGt / Kirchheim

REPOWERING VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN

FAKTENPAPIER

Mai 2025

Repowering von Photovoltaikanlagen wird immer wichtiger, auch im Hinblick auf die steigende Anzahl der aus der EEG-Vergütung fallenden Anlagen. Aufgrund technischer Entwicklungen und der Langlebigkeit der Anlagen besteht dabei erhebliches Optimierungspotenzial. Betreiberinnen und Betreiber sollten dabei jedoch die geltenden EEG-Bestimmungen beachten. Werden die Module trotzdem abgebaut, kann man sie werkstofflich recyceln oder einer Wiederverwendung zuführen.

Einleitung und Motivation

Die Energiewende im Stromsektor basiert in Deutschland neben Windenergie auch zu einem großen Anteil auf Sonnenstrom aus Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen). Für eine zu 100 Prozent erneuerbare Energieversorgung hat sich das Land Baden-Württemberg das Ziel gesetzt, bis 2040 mindestens 47,2 GW_p an PV-Leistung zu installieren - zwei Drittel davon auf Dach- bzw. versiegelten Flächen¹. Stand Ende 2024 sind in Baden-Württemberg bereits 12,4 GW_p PV installiert². Neben dem Zubau neuer

PV-Anlagen steigert auch die Erneuerung oder Erweiterung von bestehenden PV-Anlagen die installierte Leistung. Ersetzt man Komponenten einer PV-Anlage bzw. eines PV-Anlagenteils mit dem Effekt einer Leistungserhöhung, wird dieser Vorgang als Repowering bezeichnet. Damit wird nicht nur die Energiewende vorangetrieben, auch die Wirtschaftlichkeit der Anlage kann sich durch größere Stromkosteneinsparungen erhöhen.

¹ Siehe auch: www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/land-strebt-deutlichen-photovoltaik-ausbau-an-1/

² PV-Dashboard der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW): <https://umweltdaten.lubw.baden-wuerttemberg.de/w/m-energie-sonne-dashboard-ausbau>

Während Repowering bei PV-Anlagen innerhalb der EEG-Vergütungszeit vor allem im Zuge einer Reparaturmaßnahme erfolgt, steigt seine Bedeutung nun bei ausgeförderten Ü20-Anlagen mit jedem Jahr, spiegelt doch ihre wachsende Zahl den steilen Zubau in den Nuller- und Zehnerjahren wider. Bilder 1a und 1b zeigen

die Anzahl sowie die Leistung der Ü20-Anlagen in den Jahren 2024 bis 2030 in Baden-Württemberg. 2024 sind bereits 5.873 PV-Anlagen mit einer mittleren Leistung von 6,7 kW_p und damit einer Gesamtleistung von 39 MW_p aus der EEG-Förderung gefallen.

Anzahl der Ü20-Anlagen und der durchschnittlichen Anlagengröße in BW in den Jahren 2024 bis 2030

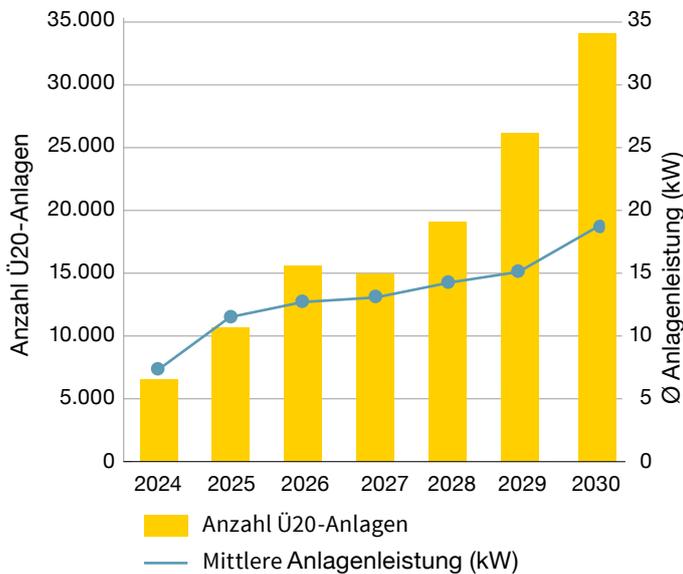


Bild 1a: Bis zum Jahr 2030 steigt die Anzahl der aus dem EEG fallenden PV-Anlagen auf 33.952.

Quelle: ZSW auf Basis der Daten des Marktstammdatenregisters

Gesamtleistung der Ü20-Anlagen in BW in den Jahren 2024 bis 2030

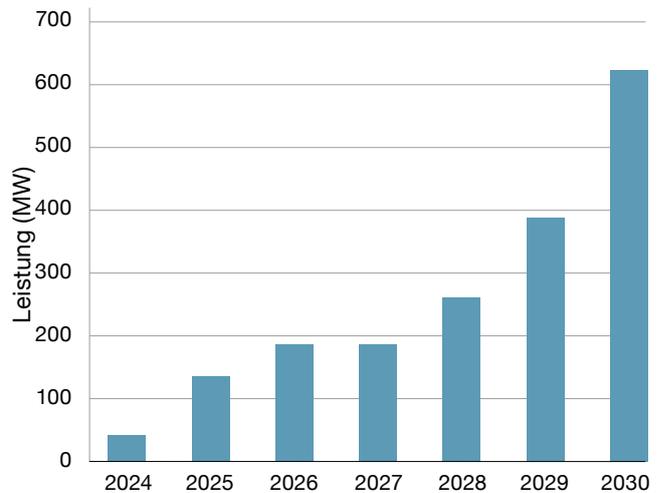


Bild 1b: Die Leistung der Anlagen, die aus dem EEG fallen, beläuft sich im Jahr 2030 bereits auf 630 MW.

Quelle: ZSW auf Basis der Daten des Marktstammdatenregisters

Im Vergleich dazu steigt 2030 die Anzahl der Ü20-Anlagen um das knapp 6-fache auf 33.952, was bei einer Durchschnittsleistung von 18,5 kW_p über 630 MW_p Gesamtleistung entspricht und damit den Gesamtleistungswert aus 2024 um das 16-fache übersteigt. 2030 stellt sich somit für das 16-fache der heutigen Ü20-Anlagenleistung die Frage nach der zukünftigen Betriebsweise. Dabei sind die Optionen Weiterbetrieb, Umstellung von Voll- auf Eigenversorgung und Repowering abzuwägen.³

Dieser Beitrag beleuchtet das Thema Repowering von PV-Anlagen in Baden-Württemberg mit all seinen Facetten, wobei der Fokus auf PV-Dachanlagen liegt. Gerade für Kommunen, Gewerbe und Industrie, aber auch für

Privatpersonen, dient das Dokument sowohl als Informations-, als auch als Entscheidungsgrundlage für die Frage, ob Repowering-Maßnahmen im Einzelfall sinnvoll sind. Während es unabhängige und neutrale Beratungsstellen gibt (z. B. PV-Netzwerk Baden-Württemberg, Verbraucherzentrale), an die Sie sich wenden können, sollten Sie außerdem Ihren Elektrofachbetrieb kontaktieren – im günstigsten Fall derselbe Installationsbetrieb, der Ihre Anlage ursprünglich geplant und errichtet hat. Den Fachkräften stehen in der Regel die Hersteller der Wechselrichter mit Rat zur Seite, wenn es um komplexere Fragen wie das Neu-Verstricken der Module, die Kommunikation mit der Anlage oder auch deren externe Ansteuerung geht.

³ Mehr zum Thema „Was tun, wenn nach 20 Jahren die EEG-Förderung ausläuft?“ auf unserer Homepage und in dem dort verlinkten Faktenblatt: www.photovoltaik-bw.de/themen/ue20-photovoltaik-anlagen

Was ist Repowering?

Der Begriff „Repowering“ beschreibt den Prozess des Erneuerns oder des Austauschs bestehender Module oder Systeme durch leistungsfähigere PV-Komponenten. Dies umfasst den Austausch veralteter Solarmodule und Wechselrichter sowie die Integration fortschrittlicher Steuerungs- und Überwachungssysteme. Werden nur defekte oder ineffiziente Komponenten ausgetauscht, um die ursprüngliche installierte Leistung wiederherzustellen, spricht man von Revamping.

Das Hauptziel von Repowering besteht darin, die Effizienz und Leistungsfähigkeit vorhandener PV-Anlagen zu verbessern, um ihre Lebensdauer zu verlängern und die Energieausbeute zu maximieren. Der Hauptunterschied zwischen Repowering und dem Aufbau einer neuen Anlage ist, dass beim Repowering die vorhandene Infrastruktur und derselbe Standort genutzt werden, während der Bau einer neuen Anlage an einem neuen Standort oder auf einem bisher ungenutzten Grundstück erfolgt.

PRAXISBEISPIEL: AUSTAUSCH VON PV-MODULEN UND WECHSELRICHTERN

Motivation: Die Firma LUX hat seit 2009 auf der Boris-Becker-Tennishalle in Leimen eine 90 kW_p PV-Anlage in Betrieb. Das gesamte Dach wurde damals mit Dünnschichtmodulen belegt. Im Jahr 2021/2022 wurden die 90 kW_p Dünnschichtmodule durch 90 kW_p kristalline Module ersetzt, die wesentlich weniger Platz benötigen.

Auf die freigewordene Dachfläche passen weitere 250 kW_p, die als Überschusseinspeiseanlage den Tennisclub mit günstigem Strom versorgt. Auch die bisherigen Wechselrichter (15 Geräte Typ KACO 5001) wurden durch vier neue Geräte ersetzt.



Repowering	Vorher	Danach
Standort	Leimen	Leimen
Inbetriebnahme	2009	2021/2022
Modul, Hersteller und Typ, Masse	Dünnschichtmodule	kristalline Module
Anlagenleistung	90 kW _p	340 kW _p
Wechselrichter, Hersteller und Typ	15 x KACO 5001	1 x BP92, 1 x BP105, 1 x BP50, 1 x BP20
Ausrichtung und Neigung	Ost-West	Ost-West

Repowering einer 90 kW PV-Anlage. Die zusätzlich neu installierten 250 kW versorgen den Tennisclub mit Strom.

Fotos: Ralf Hofmann / Firma LUX

Wie wirkt sich Repowering auf die EEG-Vergütung aus?

Repowering nach Ende des EEG-Vergütungszeitraums (Ü20-Anlagen)

Für PV-Anlagen erlischt nach 20 Jahren plus dem Jahr der Inbetriebnahme der EEG-Vergütungsanspruch, sie werden dann vereinfacht als „Ü20-Anlagen“ bezeichnet. Repowerte Ü20-Anlagen mit neuen PV-Modulen⁴ sind nach dem EEG 2023 gleichgesetzt mit einer Neuanlage, wodurch die repowerte Anlage nach Austausch und Neuanschaffung die dann gültige EEG-Vergütung für 20 Jahre plus anteiliges Inbetriebnahmejahr erhält. Laut EEG 2023 beträgt die Vergütung für Anlagen bis 10 kW_p derzeit 12,60 Cent/kWh bei Volleinspeisung und 7,94 Cent/kWh bei Überschusseinspeisung (Stand April 2025).⁵

Repowering innerhalb des EEG-Vergütungszeitraums

Mit dem Solarpaket I wurde eigentlich auch das Repowering von PV-Dachanlagen ermöglicht, die noch EEG-Vergütung erhalten – unabhängig davon, ob ein Defekt vorliegt oder nicht. Damit wollte der Gesetzgeber die Regelung an die der Freiflächen-PV angleichen, bei der Repowering von intakten Anlagen schon seit der EEG-Novelle 2023 möglich ist. Solarmodule auf Dächern könnten seit Mai 2024 ebenfalls einfach ausgetauscht werden, ohne dass dies die bestehenden Vergütungsansprüche beeinflusst. Allerdings fehlt für diese Gesetzesänderung nach wie vor die beihilferechtliche Genehmigung der EU, wodurch sie noch nicht in Kraft treten konnte.⁶

Umgang mit leistungsfähigeren Modulen

Erhöht sich durch den Tausch bzw. die Installation zusätzlicher neuer PV-Module die Anlagenleistung, besteht auf den zusätzlichen Leistungsanteil ein neuer EEG-Vergütungsanspruch. Der dadurch zusätzlich produzierte Strom (leistungsanteilig berechnet) erhält für 20 Jahre plus anteiliges Inbetriebnahmejahr die zum Inbetriebnahmezeitpunkt aktuell geltende EEG-Vergütung. „Alt-“ und „Neu-Anlage“ müssen dafür nicht technisch getrennt sein. Die unterschiedlich zu vergütende Strommenge wird leistungsanteilig berechnet und der jeweiligen Vergütung zugeordnet.⁷

Aber Achtung: Der zusätzliche Leistungsanteil fällt auch unter die neuen gesetzlichen Regelungen (Stichwort Solarspitzengesetz 2025). Insofern noch kein intelligentes Messsystem (iMSys) eingebaut ist, muss der neue PV-Anlagenteil auf 60 Prozent gedrosselt werden; ist ein iMSys eingebaut, kann der neue PV-Anlagenteil zu Zeiten negativer Börsenstrompreise abgeregelt werden und erhält den Vergütungsausfall nach den 20 Jahren angehängt. Allein aufgrund dieser neuen gesetzlichen Regelungen kann eine technische Trennung der „Alt-“ und „Neu-Anlage“ notwendig werden.

INFO

Neue Module mit höherer Leistung

Werden neue Module mit höheren Leistungen installiert, hat dies automatisch Konsequenzen für den oder die Wechselrichter: Passt die Ausgangsspannung des PV-Generators (der Gesamtheit der PV-Module) noch zu Strom- und Spannungsfenster (also dem elektrischen Arbeitsbereich) des Wechselrichters? Sollte man vom 1-phasigen Anschluss ans öffentliche Netz zu einem 3-phasigen wechseln? Sprechen der Wechselrichter und nachgelagerte Kommunikationseinrichtungen „dieselbe Sprache“? Diese Fragen klärt Ihr Installationsbetrieb für Sie, ggf. auch gemeinsam mit den Herstellern.

⁴ Die EEG-Vergütung bezieht sich auf die jeweiligen PV-Module

⁵ Die aktuellen Einspeisevergütungen für Solaranlagen veröffentlicht die Bundesnetzagentur regelmäßig auf ihrer Homepage unter www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergien/EEG_Foerderung/start.html

⁶ Den aktuellen Stand des Solarpaket I sowie der beihilferechtlichen Genehmigung der EU veröffentlicht das BMWK auf seiner Homepage unter www.bmwk.de/Redaktion/DE/FAQ/Solarpaket/faq-solarpaket.html

⁷ Siehe auch BMWK:

www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/solarpaket-1.html und <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/FAQ/Solarpaket/faq-solarpaket.html>; vgl. § 38h Abs 2 EEG

Welche Kriterien sind entscheidend beim Repowering?

Es gibt zahlreiche Gründe, sich mit Repowering einer bestehenden PV-Anlage auseinanderzusetzen.

Für das eigene Projekt gilt es, die verschiedenen Aspekte zu identifizieren und näher zu analysieren. Schließlich spielt bei der Entscheidung für oder gegen Repowering der wirtschaftliche Mehrwert einen entscheidenden

Faktor. Allerdings sollten auch ökologische Aspekte wie die Weiterverwendungsmöglichkeit alter PV-Module mit betrachtet werden. Gerade bei begrenzten finanziellen Mitteln ist es ökologisch und meist auch wirtschaftlich sinnvoller, zunächst freie Dachflächen mit PV zu belegen, bevor eine noch funktionsfähige PV-Anlage repowert wird.

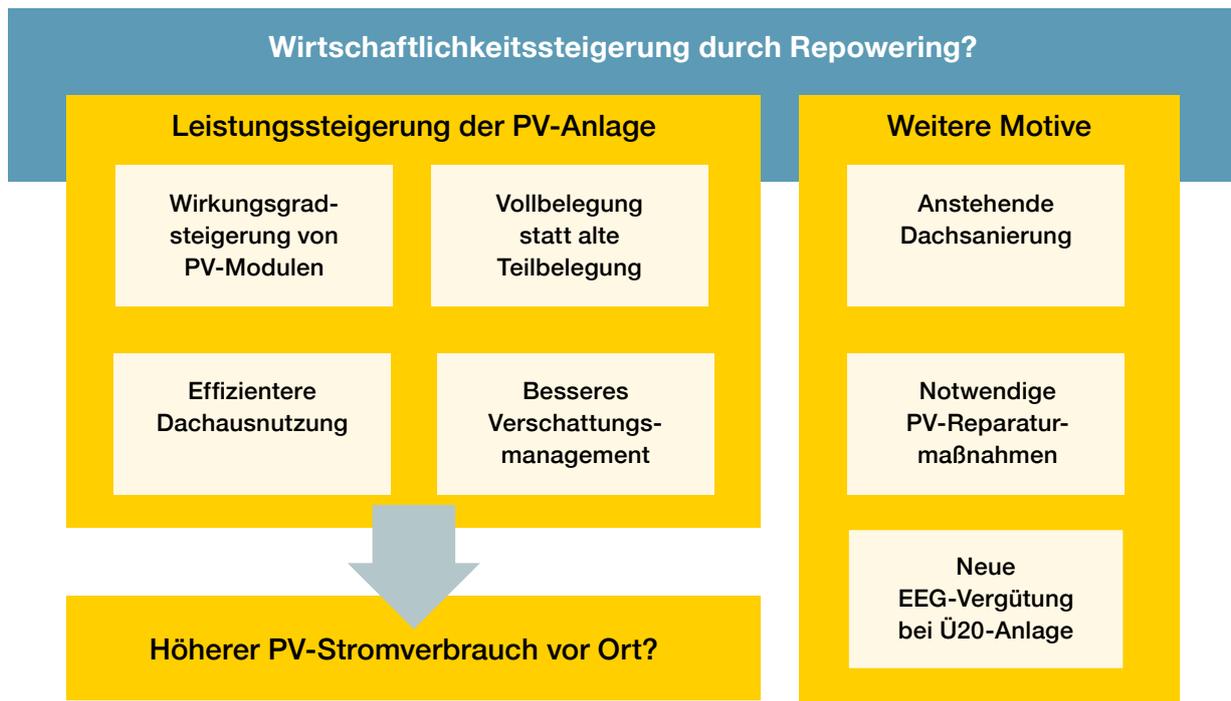


Bild 2: Motive für Repoweringmaßnahmen unter dem Aspekt der zu prüfenden Wirtschaftlichkeitssteigerung, etwa durch höheren PV-Stromverbrauch vor Ort. Quelle: PV-Netzwerk BW

Im Folgenden werden Gründe für Repowering zusammengefasst:

PV-Anlage ist aus der 20-jährigen EEG-Vergütung gefallen:

Für jede in das öffentliche Stromnetz eingespeiste kWh PV-Strom schreibt das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) eine feste Einspeisevergütung für 20 Jahre zuzüglich dem Inbetriebnahmejahr fest. Endet dieser Vergütungszeitraum, stellt sich die Frage nach dem Weiterbetrieb der Anlage. Abgesehen vom Abschalten und dem Rückbau besteht die Möglichkeit, die zu der Zeit meist als Volleinspeisung betriebene Anlage entweder weiterzubetreiben oder diese auf Eigenverbrauch umzurüsten. Detaillierte Informationen sind auf der Themenseite Ü20-Photovoltaikanlagen und im Faktenblatt „Ü20-Anlagen“ des PV-Netzwerks zu finden. Eine weitere Option stellt Repowering dar, um durch die Leistungssteigerung der PV-Anlage einerseits mehr Strom

vor Ort verbrauchen zu können, oder um erneut eine Einspeisevergütung für weitere 20 Jahre plus anteiligem Inbetriebnahmejahr zu erhalten. Repowering ist anhand der weiteren aufgeführten Punkte zu prüfen.

Erforderliche Dachsanierung bzw. Dachsanierung vor Repowering prüfen:

Ist eine Dachsanierung notwendig, die eine Demontage der bestehenden Anlage erfordert? Wenn ja, sollte geprüft werden, ob Repowering zusammen mit der Dachsanierung sinnvoll ist. Beim Repowering im Zuge einer Dachsanierung lassen sich Synergien nutzen, wie beispielsweise das schon vorhandene Gerüst oder das Zusammenlegen von Gewerken. Gegebenenfalls kann das Sanierungsunternehmen auch PV installieren. Eine weitere Möglichkeit ist die

Installation einer PV-Indachanlage, die einen Teil der Dach-eindeckung und somit Material und Kosten einspart. Wenn aus anderen Gründen Repowering geplant ist, sollte das Dach stets auf mindestens weitere 20 Jahre Lebensdauer geprüft werden, sodass eine Dachsanierung während der PV-Betriebszeit ausgeschlossen werden kann.

Höhere Wirtschaftlichkeit durch höheren PV-Stromverbrauch vor Ort:

Bei der Entscheidung für oder gegen Repowering spielt die Wirtschaftlichkeit einen entscheidenden Faktor. Sie wird maßgeblich vom vor Ort verbrauchten PV-Strom und dadurch vermiedenen Strombezugskosten bestimmt. Hier gilt es zu klären, ob der zusätzlich durch Repowering erzeugte PV-Strom die Eigenverbrauchsquote vor Ort erhöht. Sofern der Stromverbrauch in der Vergangenheit gestiegen ist oder in absehbarer Zukunft durch den Einsatz einer Wärmepumpe, Klimatisierung oder E-Mobilität steigen wird, besteht eine große Wahrscheinlichkeit, dass sich durch eine leistungstärkere, repowerte PV-Anlage mehr Strom vor Ort verbrauchen lässt. Darüber hinaus kann der zusätzlich erzeugte PV-Strom auch in anderen Liegenschaften zu einer Stromkostenreduktion führen, sofern diese sich in einem Stromverbund oder in einem Strombilanzkreis befinden. Sollte in den nächsten Jahren Energy-Sharing zwischen Liegenschaften gesetzlich ermöglicht werden, würde auch dies zu einer Steigerung des PV-Stromverbrauchs führen.

Höhere Leistung durch Wirkungsgrad-/Effizienzsteigerung bei PV-Modulen:

Der Wirkungsgrad bestimmt die Leistungsfähigkeit eines Moduls und damit auch die erwartbare Energieausbeute. Die beiden größten Einflussfaktoren auf den Wirkungsgrad von PV-Modulen sind die eingesetzte Zell-Technologie und das Alter der PV-Module. Durch Repowering lässt sich die Leistung der PV-Anlage allein durch den Modulwechsel verdoppeln bis vervierfachen, abhängig der ursprünglich eingesetzten Zell-Technologie. Hier weist der Tausch von Dünnschichtmodulen das größte Steigerungspotenzial auf. Nicht eingerechnet ist der Wirkungsgradverlust durch die Degradation über 20 Jahre, die bei Dünnschichtmodulen bis zu 25 Prozent ausmachen kann, und die bei kristallinen Modulen ca. 10 Prozent beträgt.⁸

Mängel und Reparaturbedürftigkeit bei bestehender PV-Anlage:

Weist die bestehende PV-Anlage größere Mängel oder Schäden auf? Funktioniert die PV-Anlage nur eingeschränkt oder gar nicht mehr? Sollte die Reparatur eine Gerüststellung erfordern, bzw. größere Anlagenteile ausgetauscht werden müssen, könnten mit Repowering-Maßnahmen Synergieeffekte genutzt werden. Auch verbaute mangelhafte Qualität führt aufgrund schnellerer Komponententalterung sowie höherer Anfälligkeit für Ausfälle zu Ertragsverlusten.

PRAXISBEISPIEL: REPOWERING EINER BESTANDSANLAGE BEI GLEICHER DACHBELEGUNG

Motivation: Der Fortschritt bei der Leistung der PV-Module zwischen 2012 und 2023 veranlasste die Betreiber dieser privaten PV-Anlage, die in der Überschusseinspeisung betrieben wurde, Repowering vorzunehmen. Dadurch konnten die Leistung und damit der Jahresertrag nahezu verdoppelt werden. Außerdem wurde im Zuge des Repowerings zusätzlich ein Speicher installiert, um den optimalen Eigenverbrauch des zusätzlichen Stromertrags zu ermöglichen.



Durch Austausch der Module konnte bei gleicher Anzahl und Anordnung die Leistung nahezu verdoppelt werden.

Fotos: Teckwerke Bürgerenergie eGt / Kirchheim

Repowering	Vorher	Danach
Standort	Kirchheim u. Teck	Kirchheim u. Teck
Inbetriebnahme	2012	2023
Modul, Hersteller und Typ, Masse	12 x SCHOTT PERFORM POLY 240	12 x IBC Monosol 425 MS10-HC-N
Anlagenleistung	2,882 kW _p	5,1 kW _p
Wechselrichter, Hersteller und Typ	1 Stk. Fronius IG Plus 30	SMA STP 6.0 Smart Energy (mit Speicher)
Ausrichtung und Neigung	Süd-West	Süd-West

⁸ <https://photovoltaik.org/photovoltaikanlagen/solarmodule/degradation-von-solarmodulen>

PRAXISBEISPIEL: TAUSCH EINES DEFEKTEN WECHSELRICHTERS

Motivation: Der defekte Wechselrichter dieses Privathaushalts führte zu der Frage, ob zusätzlich zum Wechselrichter auch die Module gegen leistungsstärkere ausgetauscht werden sollten. Nach Abwägen entschied sich der Eigentümer für den günstigen Tausch des defekten Wechselrichters. Hauptgrund war die Tatsache, dass beim Modulrepowering die neuen Module (bis 5,2 kW_p) nur für zwei weitere Jahre die hohe Einspeisevergütung erhalten hätten. Im Anschluss wären sie als ausgefördert bezeichnet worden; und hätten nur noch den Jahresmarktwert Solar (gedeckelt auf max. 10 Ct/kWh) erhalten. Der Eigentümer wird nach dem Auslaufen der Förderung in zwei Jahren Repowering der Module vornehmen und/oder die PV-Anlage auf Eigenverbrauch umstellen.



Repowering	Vorher	Danach
Standort	Renningen	Renningen
Inbetriebnahme	2006	2024
Modul, Hersteller und Typ, Masse	AXITEC AC-145P/156-40S MIG	AXITEC AC-145P/156-40S MIG
Anlagenleistung	5,2 kW _p	5,2 kW _p
Wechselrichter, Hersteller und Typ	1*SolarMax2000 mit 1,8 kW und 1,98 kVA	1*Growatt MIC 200 TL-X mit 2 kW und 2 kVA
	1*Kaco PVI 2500 xi mit 2,6 kW	1*Kaco PVI 2500 xi mit 2,6 kW
Ausrichtung und Neigung	Süd, 20 Module 56°, 16 Module 35°	Süd, 20 Module 56°, 16 Module 35°

Repowering oder Revamping? Gemäß Definition ist dies Repowering, da der neu verbaute Wechselrichter eine höhere Leistung als der alte aufweist. Nach der Intention der Wiederinstandsetzung der Anlage kann dies jedoch auch als Revamping bezeichnet werden.

Fotos: PV-Netzwerk BW / Antonia Gordt

Höhere Leistung durch neue Vollbelegung statt bisheriger Teilbelegung:

Heutzutage ist es meist sinnvoll, eine Dachfläche möglichst vollständig für Photovoltaik zu nutzen. Nicht nur zugunsten des Klimaschutzes, sondern auch zur ausreichenden Stromerzeugung bei Bewölkung oder nicht optimaler Einstrahlung. Außerdem sind die Preise für Solaranlagen in den letzten Jahren stark gesunken. Oftmals sind Dachflächen nur teilweise mit PV belegt. Eine Option zur Nutzung noch freier Dachflächen besteht in der Erweiterung der schon bestehenden Anlagen bzw. in der Ergänzung um eine weitere Anlage mit dem Ziel,

mehr PV-Strom direkt vor Ort nutzen zu können. Sollte die bestehende PV-Anlage für eine Anlagenerweiterung räumlich störend sein, bspw. eine kleine Anlage in der Mitte eines großen Daches liegen, sollte Repowering dringend geprüft werden. Doch auch unabhängig davon ist die Prüfung von Repowering unter Einbeziehung der weiteren hier aufgeführten Gründe zu empfehlen, da durch Synergieeffekte Vorteile entstehen können (z. B. Verwaltung und Überwachung einer anstelle von zwei Anlagen).

PRAXISBEISPIEL: VOLLBELEGUNG ANSTATT TEILBELEGUNG EINES FLACHDACHS

Motivation: Das Repowering der bereits installierten 2,5 kW_p-Anlage erfolgte in zwei Schritten: Im ersten Schritt wurden 2019 die ersten 30 kW_p installiert, 2020 folgten dann weitere 30 kW_p. So konnten eine Vollbelegung des Flachdaches erreicht und gleichzeitig die Kosten für das Messkonzept unter Einhaltung gesetzlicher Vorschriften reduziert werden.

Repowering	Vorher	Danach
Standort	Kirchheim u. Teck	Kirchheim u. Teck
Inbetriebnahme	2006	2019 bzw. 2020
Modul, Hersteller und Typ, Masse	Nicht bekannt	IBC Polysol 280 VL5 und IBC Monosol 290
Anlagenleistung	2,5 kW _p	60 kW _p
Wechselrichter, Hersteller und Typ	2*SMA mit 1,5 kVA	2*SMA STP 25000TL-30
Ausrichtung und Neigung	Süd	Ost-West



Eine kleinere Anlage mit wenigen, einzeln aufgeständerten Modulen wurde nach 14 Jahren erweitert, um die gesamte Dachfläche zu nutzen.

Fotos: Teckwerke Bürgerenergie eG / Kirchheim.

Höhere Leistung durch effizientere Dachflächennutzung:

Auch bei alten, „voll belegten“ Dächern lässt sich die vorhandene Dachfläche heutzutage effizienter nutzen. In der Vergangenheit wurde aufgrund hoher Systemkosten und Einspeisevergütungen sowie niedriger Stromkosten eine Volleinspeisung mit optimaler Südausrichtung der Module angestrebt, indem z. B. die Module auf Ost-/Westdächern nach Süden gegengeständert oder auf flachen Süddächern zusätzlich aufgeständert wurden. Um gegenseitiges Verschatten zu vermeiden, ist ein gewisser Abstand zwischen den aufgeständerten Reihen notwendig. Heutzutage arbeiten die Module jedoch auch bei nicht optimalen Einstrahlungsverhältnissen wesentlich effizienter als früher. Dementsprechend lassen sich auf der gleichen Dachfläche mit einer flachen, nicht aufgeständerten Belegung wesentlich mehr Module installieren.

Höhere Leistung durch besseres Verschattungsmanagement:

Bei älteren PV-Anlagen kann sich die Verschattung einzelner Module negativ auf die gesamte PV-Anlage auswirken und damit zu erheblichen Ertragsminderungen führen. Neue Wechselrichter-Konzepte und der Einsatz von Leistungsoptimierern ermöglichen ein verbessertes Verschattungsmanagement, wodurch erhebliche Steigerungen im Energieertrag möglich sind. Beispielsweise werden durch den Einsatz von Leistungsoptimierern verschattete Module von der restlichen Anlage entkoppelt.

Welche weiteren Vorteile bringt Repowering?

Neben dem Haupteffekt der Leistungssteigerung und den daraus resultierenden höheren Energieerträgen gibt es noch weitere Vorteile. Beispielsweise lassen sich mit Repowering-Maßnahmen durch die Einbindung neuer Komponenten Ausfall- und Stillstandzeiten vermeiden, Revisions- und Wartungsintervalle verlängern sowie Reparaturmaßnahmen reduzieren. Das führt zu geringeren Betriebskosten und höherer Wirtschaftlichkeit. Zudem besitzen neu eingesetzte Komponenten neue Garantien.

Welche Faktoren beeinflussen die Wirtschaftlichkeit einer Repowering-Maßnahme?

Ob Repowering-Maßnahmen durchgeführt werden, hängt nach wie vor maßgeblich vom wirtschaftlichen Mehrwert ab, den es mit den Alternativen (Weiterbetrieb, Umrüstung auf Eigenverbrauch) zu vergleichen gilt. Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des jeweiligen Projekts sind die entsprechenden Kosten sowie die prognostizierten Einnahmen zu ermitteln und gegenüberzustellen. Die nachfolgende Auflistung spezifiziert mögliche finanzielle Punkte, die bei Repowering-Projekten zutreffen können.

- **Kosten:** Erwerb der Altanlage vom bisherigen Fremdbetreiber, Demontage und Entsorgung der Altanlage, Planung, Material (PV-Module, Verkabelung, Wechselrichter, Speicher etc.), Installation, ggf. Zählerumrüstung
- **Einsparpotenzial:** Wiederverwenden der Unterkonstruktion, Demontage- und Entsorgungskosten ggf. vom Fremdbetreiber getragen, Verkauf der alten Module, falls noch intakt
- **Prognostizierte Einnahmen:** Stromkosteneinsparungen, Erlöse aus der EEG-Vergütung oder ggf. aus der Direktvermarktung
- **Einnahmen steigernde Optionen:** Anlagensplitting in Volleinspeise- und Überschusseinspeiseanlage wegen höherer EEG-Vergütung bei Volleinspeisung, zukünftige zusätzliche Strombedarfe, mögliche Sektorenkopplung mit E-Mobilität (E-Auto), Wärmeerzeugung (Wärmepumpe, Heizstab) oder Klimatisierung, Energiemanagementsystem, Stromvermarktung über Strombilanzkreis/ Energy-Sharing, gesamte Lebenszykluszeit von 30 Jahren für Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ansetzen anstatt übliche 20 Jahre.



Bild 3: Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beim Repowering erfolgt über die Gegenüberstellung von Einnahmen und Kosten, die in dieser Grafik detailliert aufgelistet sind. Quelle: PV-Netzwerk BW

Rechenbeispiel Repowering einer Bestandsanlage auf einer großen Dachfläche:

Leistung PV-Anlage bisher:	60 kW _p
Betreibermodell:	EEG-Volleinspeisung zu 30 Ct/kWh
Jährliche Einnahmen durch EEG-Vergütung:	ca. 18.000 €

Leistung PV-Anlage nach dem Repowering:	120 kW _p
Investitionskosten:	60.000 €
Jährliche Einnahmen durch EEG-Vergütung (nur für „Bestands-60-kW _p -Anlage“):	ca. 18.000 €

„neue 60 kW_p-Anlage“: Annahme: 50 % Eigenverbrauch, 50 % neue EEG-Vergütung

- Jährliche Ersparnis durch Eigenverbrauch: ca. 30.000 kWh * 30 Ct/kWh Strombezugskosten = 9.000 €
- Jährliche Einnahmen durch neue EEG-Vergütung: 30.000 kWh * 7 Ct/kWh = 2.100 €

Jährliche Einnahmen vor dem Repowering:	18.000 €
Jährliche Einnahmen nach dem Repowering:	29.100 €

D.h. nach ca. 6 Jahren haben sich die Investitionskosten durch den Mehrerlös (11.100 € pro Jahr) amortisiert.

Dies stellt eine vereinfachte, überschlägige Berechnung dar. Wartungs- und Instandhaltungskosten wurden beispielsweise ebenso wenig berücksichtigt wie steuerliche Aspekte oder jährliche Kosten von Messeinrichtungen (Zähler) und Energiemanagementsystemen. Auch wurde davon ausgegangen, dass die Bestandsanlage noch mind. 6 Jahre EEG-Förderung erhält und keine Statikprüfung notwendig ist. Dynamische Stromtarife, die seit dem 1.1.2025 angeboten werden müssen, können die Berechnung ebenfalls erheblich beeinflussen. Daran sieht man, wie wichtig die Betrachtung jedes einzelnen Repowering-Projekts ist

INFO

Weitere wichtige Hinweise

- **Prüfen Sie**, ob Ihr Netzanschluss genügend Anschlusskapazität für eine leistungsstärkere Anlage aufweist.
- **Analysieren Sie** Ihren EEG-Einspeisevergütungsanspruch
- **Beachten Sie** die Leistungsgrenzen für technische Mehranforderungen
- **Beachten Sie** auch steuerliche Aspekte. Siehe Faktenblatt „Photovoltaik und Steuerrecht“
- **Prüfen Sie** eine mögliche Wiederverwendung von Materialien (z.B. Unterkonstruktion)
- **Klären Sie** die Besitzverhältnisse der alten PV-Anlage
- Ist das Investitionsvolumen begrenzt, kann es sinnvoller sein, eine Neuanlage an einem anderen Ort zu errichten, anstatt die alte Anlage zu repowern, mit gleichem Invest kann mehr erneuerbarer Strom erzeugt werden

Welche Meldungen muss ich beim Repowering vornehmen?

Meldung bei dem Netzbetreiber:

Warum? Jede Änderung der Photovoltaikanlage muss dem Netzbetreiber gemeldet werden, um die Netzverträglichkeit und den sicheren Betrieb zu gewährleisten.

Wie? In der Regel übernimmt eine Elektrofachkraft des Installationsbetriebs die Meldung an den Netzbetreiber. Bei vorhandener Kenntnis können auch Sie als Betreiberin oder Betreiber die Meldung übernehmen. Verwenden Sie dazu die Formulare auf der Homepage Ihres Netzbetreibers.

Meldung bei der Bundesnetzagentur über das Marktstammdatenregister (MaStR):

Warum? Um die EEG-Vergütung weiterhin zu erhalten, muss jede Änderung der installierten Leistung bei der Bundesnetzagentur gemeldet werden (§ 5 Abs. 2, Abs. 3, § 6 Abs. 1 Nr. 1 AnlRegV). Eine Nichtmeldung kann zur Reduzierung der Vergütung auf Null führen. Keine Meldung ist erforderlich, wenn die Leistung unverändert bleibt.

Wie? Melden Sie als Anlagenbetreiberin oder Anlagenbetreiber die Änderungen online über das Meldeportal der

Bundesnetzagentur. Alternativ kann die Aktualisierung auch eine Elektrofachkraft für Sie durchführen.

Hinweis: Im Falle einer Direktvermarktung melden Sie das Repowering auch an Ihr Direktvermarktungsunternehmen, da bei einem Modultausch vorübergehend Produktionsausfälle eintreten können.

Meldung bei der Versicherung

Warum/Wie? Melden Sie als Anlagenbetreiberin/-betreiber oder -eigentümerin/-eigentümer die neue PV-Anlage oder Änderungen immer bei Ihrer Gebäudeversicherung und bei Ihrer Privathaftpflicht- bzw. Gebäudehaftpflicht-Versicherung an. Dort werden die Anlage und das von ihr ausgehende Risiko kostengünstig oder sogar kostenlos mitversichert. Falls für eine alte PV-Anlage noch eine spezielle Elektronikversicherung (PV-Versicherung) besteht, ist der zu zahlende Beitrag vergleichsweise hoch. Nach Ablauf der EEG-Vergütung ist das meist wirtschaftlich nicht mehr sinnvoll. Tipp: Sie können diese Spezialversicherung in der Regel jährlich kündigen.

Was geschieht mit den abmontierten Modulen?

Sobald eine PV-Anlage das Ende ihrer Lebensdauer erreicht hat, greift die EU-Richtlinie WEEE (Waste of Electrical and Electronic Equipment), die in Deutschland im Rahmen des ElektroG und der ergänzenden Elektro- und Elektronik-Altgeräte-Verordnung umgesetzt wird⁹. Diese regelt die ordnungsgemäße Sammlung und Rückgewinnungsquote für das Recycling von PV-Modulen und verpflichtet dazu, mindestens 85 Prozent aller verkauften Module einzusammeln und insgesamt mindestens 80 Prozent der Module, bezogen auf das Modulgewicht, zu recyceln. In der Praxis nutzen Recyclingunternehmen oft bestehende Glasabfallanlagen, um Materialien wie Glas und Aluminium in hoher Qualität zurückzugewinnen. Außerdem werden die Kunststoffe thermisch verwertet. Dadurch ist bereits heute eine gewichtsmäßige Recyclingquote von über 90 Prozent erreichbar¹⁰. Wertvolle Materialien mit geringem Gewichtsanteil wie Silizium, Tellur und Indium gehen jedoch bisher leider oftmals verloren. Die Branche arbeitet an Methoden, um deren Rückgewinnung in Zukunft wirtschaftlich zu ermöglichen.

Beim Umsetzen dieser gesetzlichen Vorschriften muss zwischen verschiedenen Routen der Verwertung von PV-Altmodulen unterschieden werden – zwischen gewerblichen Anlagen wie Solarparks und Gewerbedächern einerseits und privaten Anlagen auf Einfamilienhäusern andererseits (siehe Abbildung).

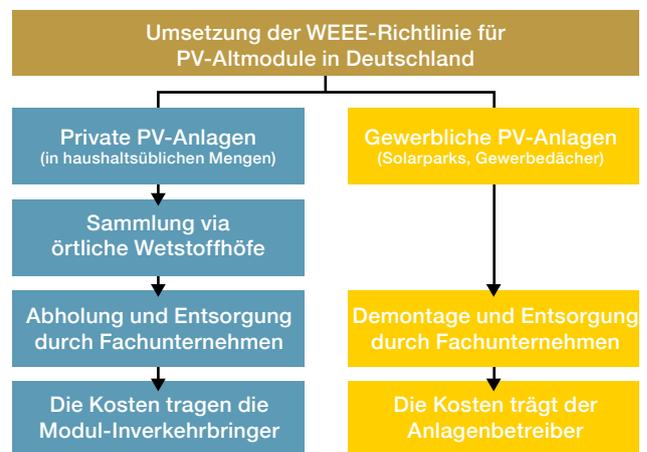


Bild 4: Fallunterscheidung bei der Umsetzung der WEEE-Richtlinie für PV-Altmodule in Deutschland. Quelle: PV-Netzwerk BW

⁹ <https://deutsche-recycling.de/weee-eu-richtlinie/>

¹⁰ www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/photovoltaik#Entsorgung

Beim Rückbau von gewerblichen PV-Anlagen wie z. B. auf großen Gewerbedächern oder Solarparks ist der Anlagenbetreiber für die ordnungsgemäße Entsorgung der PV-Module verantwortlich. In diesem Falle werden meist professionelle Dienstleister beauftragt, welche die logistische Abwicklung, die Entsorgung in eigenen Netzwerken sowie die Dokumentation zur Einhaltung der Regularien für die Hersteller übernehmen. Die Kosten trägt die Anlagenbetreiberin/der Anlagenbetreiber. Ein Beispiel ist das international agierende Unternehmen PV-Cycle¹¹, das sowohl die Entsorgung von Produktionsabfällen bei Herstellern als auch den Rückbau und die Entsorgung von Bestandsanlagen übernimmt. Das entsorgende Unternehmen zertifiziert somit, dass alle gesetzlichen Mindestanforderungen eingehalten werden.

Bei der Verwertung von privaten PV-Anlagen können Privatpersonen haushaltsübliche Mengen von 20 bis 50 PV-Modulen kostenfrei beim kommunalen Wertstoffhof

abgeben. Dort werden diese separat vom restlichen Elektroschrott gesammelt und regelmäßig von Fachbetrieben abgeholt und entsorgt. Die Kosten für die Entsorgung tragen dabei die Modul-Hersteller bzw. Inverkehrbringer. Dazu erfasst die Stiftung EAR in Deutschland die Mengen der inverkehrgebrachten PV-Module pro Hersteller, und stellt diesen daraufhin anteilig die anfallenden Entsorgungskosten in Rechnung.¹²

Wiederverwendung gebrauchter PV-Module

Neben dem stofflichen Recycling von PV-Altmodulen gibt es immer mehr Beispiele für die Weiternutzung bzw. Wiederverwendung von gebrauchten PV-Modulen. Dazu gehört u.a. die Weiternutzung als Steckersolargerät¹³ sowie der Export gebrauchter Module und Weiternutzung als Insel-Anlagen im Ausland. Gleichzeitig gibt es auch Anbieter und Lösungen für sogenannte „2nd-Life“-PV-Anlagen in Deutschland. Mehr Infos dazu finden sich auf der Themenseite Kreislaufwirtschaft für PV-Module.

¹¹ <https://pvcycle.de/unsere-dienstleistungen/>

¹² <https://www.elektrogesetz.de/themen/photovoltaik-pv/>

¹³ <https://balkon.solar/balkonkraftwerk-selbst-bauen/>

Quellen:

- www.vectorenrenewables.com/en/blog/revamping-and-repowering-renewable-energy-assets
- www.baywa-re.com/de/services/pv-revamping-und-repowering
- www.intersolar.de/neuigkeiten/repowering-photovoltaik-dachanlagen
- www.clearingstelle-eeg-kwkg.de
- <https://greentech.energy/repowering-pv-anlage/>
- www.marktstammdatenregister.de/MaStRHilfe/subpages/faq.html
- DGS-Seminar „Wirtschaftliche Optimierung/Modernisierung von PV-Bestandsanlagen“, Solarakademie Franken, 11.03.24
- Photovoltaik: Garantie- und Versicherungsbedingungen genau lesen. Verbraucherzentrale: www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/erneuerbare-energien/photovoltaik-garantie-und-versicherungsbedingungen-genau-lesen-6700#6

Impressum

Herausgeber	Solar Cluster Baden-Württemberg e.V. Meitnerstr. 1, 70563 Stuttgart Mail: info@solarcluster-bw.de www.solarcluster-bw.de
V.i.s.d.P.	Andreas Schlumberger (Solar Cluster Baden-Württemberg)
Autoren	Antonia Gordt, Simon Kostelecky, Irina Kroo, Magnus Schulz-Mönninghoff, Immanuel Schäfer, Nico Schneider, Susanne Schulze
Stand	Mai 2025
Titelbild	Teckwerke Bürgerenergie eGt / Kirchheim
Satz und Layout	www.kissundklein.de , Konstanz

Dieses Faktenpapier ist im Rahmen des **Photovoltaik-Netzwerks Baden-Württemberg** entstanden. Das Netzwerk setzt neue Impulse für den Ausbau der Sonnenstromnutzung im Südwesten, bringt Akteure zusammen und unterstützt so die Energiewende in allen zwölf Regionen Baden-Württembergs. Aktuell sind bereits über 450 Institutionen & Unternehmen aktiv. Als Anlaufstelle richten sich die regionalen Netzwerke an Kommunen, Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen, Landwirtinnen und Landwirte, Umweltschutzverbände und weitere Institutionen.

Das Photovoltaik-Netzwerk wird vom Umweltministerium Baden-Württemberg gefördert.

Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner in Ihrer Region finden Sie unter:
www.photovoltaik-bw.de