

Entsorgung, Prüfung und Vorbereitung zur Wiederverwendung von PV Modulen

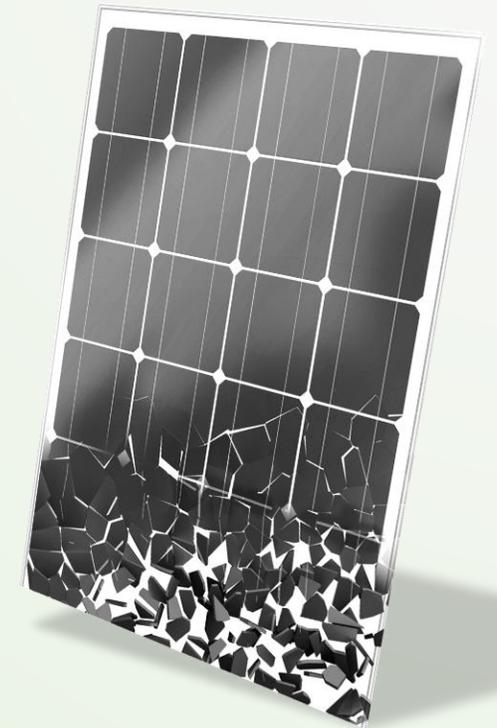
Christine Klos

Buhck Re.Energy GmbH & Co. KG – 2nd Life Solar

cklos@buhck.de

www.2ndlifesolar.de

1. Vorstellung Buhck Gruppe & Buhck Re.Energy
2. Hintergrund & Situation in Deutschland
3. Rechtliche Rahmenbedingungen
4. Prüfung zur Wiederverwendung
5. Nutzungsmöglichkeiten Re-Use Module



Kurz & bündig - die Buhck Gruppe



100% Familienbesitz
seit 125 Jahren



21 Standorte
in Norddeutschland



ca. **200 Mio. € Umsatz**
in 2022



35 Unternehmen in
Deutschland



5 Jahre
klimaneutral



+ 1.200 Mitarbeitende
(davon 55 Auszubildende)



© Buhck Gruppe 2023
Deutschlands erster klimaneutraler Umweltdienstleister



Zertifizierte
Erstbehandlung gemäß
KrWG / ElektroG



Nachhaltige Prüfung zur
Wiederverwendung



> 100.000 PV Module auf
Wiederverwendung
getestet



Rechtssichere
Entsorgungslösung



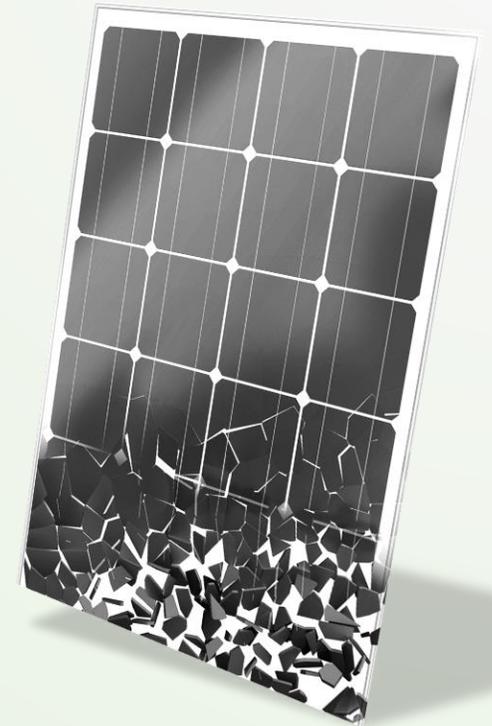
Einsparung von 300 kg
CO₂ pro Modul



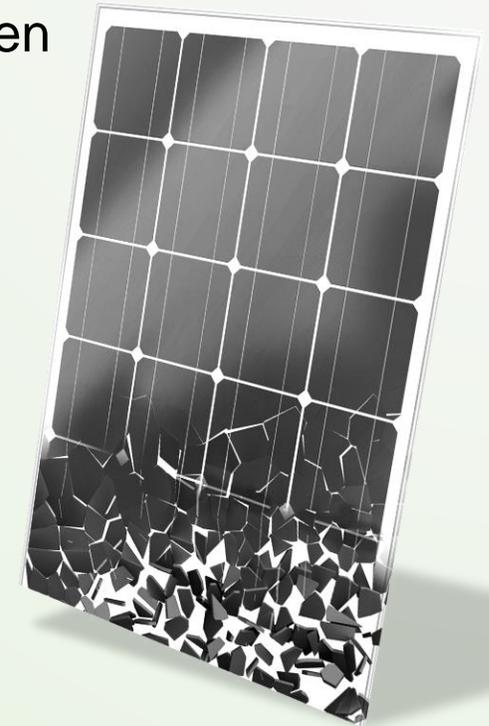
9 Mitarbeitende



- **Beratung- und Konzeptentwicklung**
- **Europaweite Logistik zur Entsorgung** von PV-Modulen
- **Rückbau** ganzer Anlagen, Solarparks etc.
- **Zertifizierte Entsorgung/Erstbehandlung** gem. KrWG/ElektroG
- Nachweis **ordnungsgemäßer Entsorgung** gem. ElektroG
- **Mengenmeldungen** an Stiftung EAR (§30 ElektroG)
- Nachhaltige **Prüfung zur Wiederverwertung**
(Ressourcen, Wertstoffrückgewinnung, CO₂-Einsparung)



- Solarmodule sind Elektrogeräte und dürfen nur durch **abfallrechtlich zertifizierte Entsorgungsfachbetriebe** und Erstbehandlungsanlagen VzW (Vorbereitung zur Wiederverwendung) entsorgt und erstbehandelt werden
- Kreislaufwirtschaft: **Wiederverwendung vor Entsorgung!**
- In naher Zukunft rasant wachsender und **großer Massenstrom an Altgeräten**
- Für den Stoffkreislauf gebrauchter PV-Module wird eine **gesetzeskonformer und ökologischer Entsorgungsweg** benötigt!



2nd Life Solar bietet diesen Weg!

Die aktuelle Situation in Deutschland

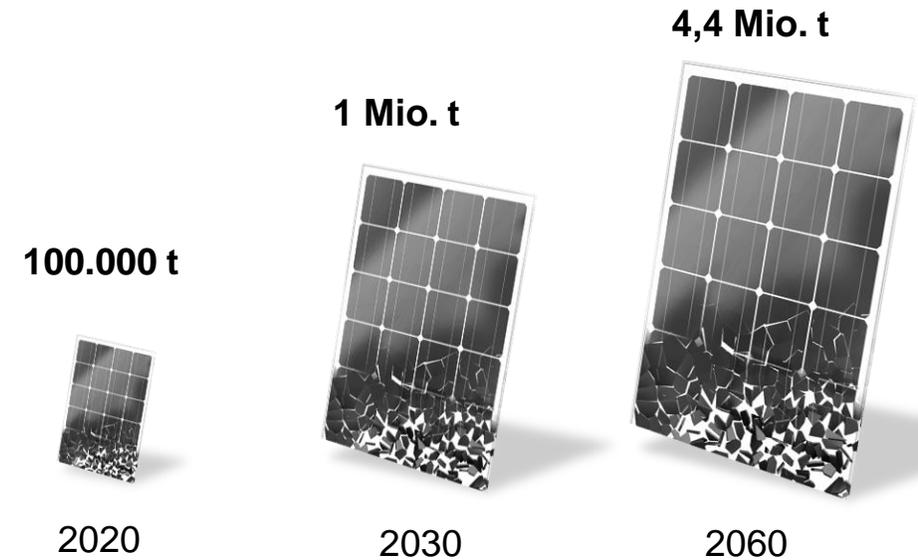
82,2 GW

verbaute Leistung
in Deutschland (März 2024)
2,8 Mio. PV-Anlagen

Quelle: Statista

~ 6.600.000 to
gesamte verbaute Modulmasse
in Deutschland (März 2024)

Menge gebrauchter Module in Deutschland



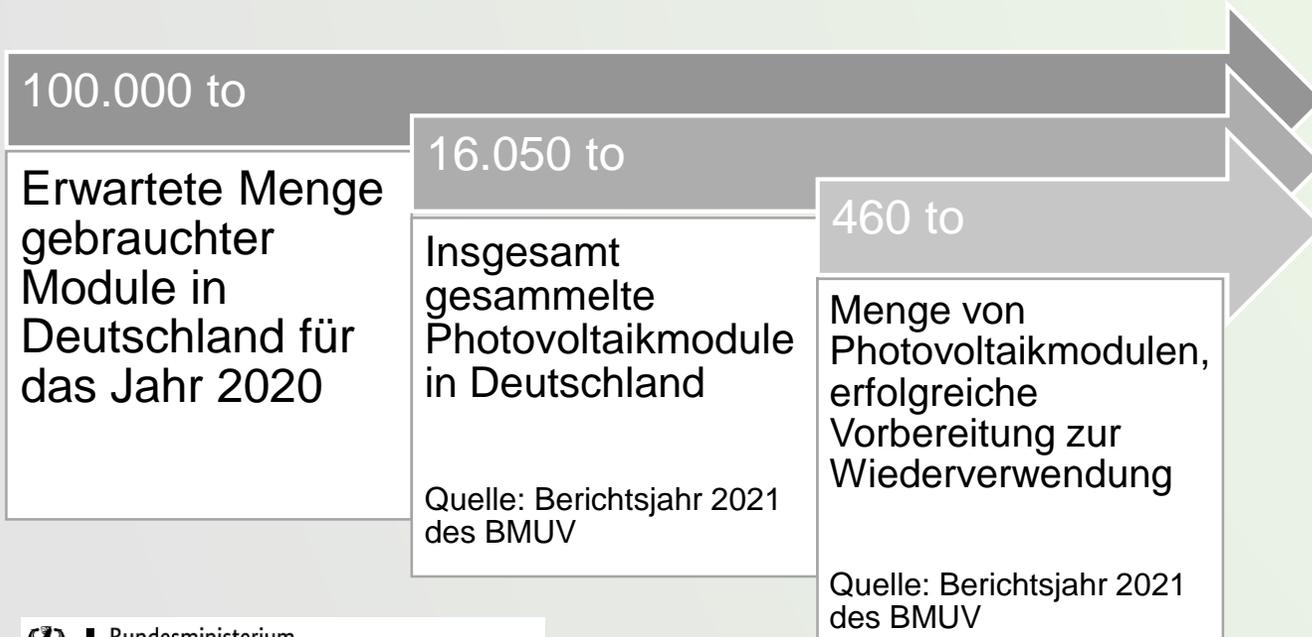
Quelle: International Renewable Energy Agency (IRENA), 2016, "End-of-life management: Solar Photovoltaic Panels"

Zum Vergleich: in 2018 wurden an das Elektro-Altgeräte-Register insgesamt 853.000 to Elektroaltgeräte (**aller** Kategorien!) als entsorgt gemeldet

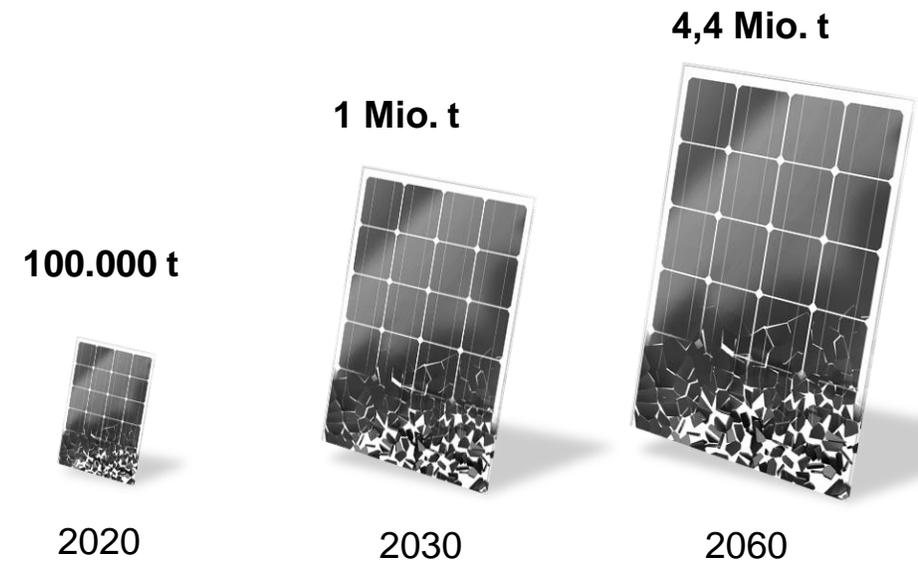
Die aktuelle Situation in Deutschland



Bericht des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz über Elektro- und Elektronikaltgeräte (WEEE Richtlinie):



Menge gebrauchter Module in Deutschland



Quelle: International Renewable Energy Agency (IRENA), 2016, "End-of-life management: Solar Photovoltaic Panels"

Rechtliche Rahmenbedingungen der Entsorgung von PV-Modulen

Illegale Entsorgung durch Export verhindern



- **Verkauf** ungeprüfter, gebrauchter Module an Händler **entbindet nicht von der Ewigkeitshaftung** → Letztbesitzer bleibt haftbar, Module sind als Abfall zu behandeln.

- **Export** von Solarmodulen **nur mit vollständiger Funktionsprüfung/ Funktionsnachweis** → **Nachweis der Produkteigenschaft!**

Anderenfalls: ggf. rechtswidriger Export von Abfall!

- Anstatt Export: Umweltschutz durch **Second-Life Nutzung** und **fachgerechte Entsorgung**

A photograph showing a person's hands using a tool to dismantle a solar panel. The panel is blue with silver grid lines. The background is slightly blurred, showing more panels and some outdoor setting.

Gesetze (KrWG, ElektrG) sind eindeutig und ausreichend!

Exekutive ist gefordert.
Der ZOLL, Abfallbehörden, StiftungEAR, Bundesnetzagentur usw.

Marktstammdatenregister nutzen für die Nachverfolgung demontierter PV-Module!

bei der Entsorgung oder Zweitvermarktung von PV-Modulen

ABFALL

Besitzer möchte sich einer **PV-Anlage entledigen**.
Bei den PV-Modulen handelt es sich um Abfall. Es muss vom Besitzer die Einhaltung aller abfallrechtlichen Bestimmungen sichergestellt werden (Abfallbesitzerpflichten).



möglichst zerstörungsfreier Rückbau und Transport,
um eine spätere **Wiederverwendung** zu ermöglichen



Eingang in eine Erstbehandlungsanlage
zur **Prüfung der Wiederverwendung**



Recycling zur stofflichen
Verwertung und/oder
Beseitigung



Wiederverwendung
(Ende der
Abfalleigenschaft)

KEIN ABFALL

Nach 100% Funktionsprüfung aller Module!



Besitzer möchte **funktionsfähige Module** einer
PV-Anlage im ursprünglichen Zweck **vermarkten**.
*Bei den PV-Modulen handelt es sich um Produkte.
Der Besitzer muss sich von der Nutzbarkeit – im ursprünglichen
Verwendungszweck – überzeugen.*



zerstörungsfreier Rückbau und Transport,
um eine **weitere Nutzung** zu ermöglichen



Verkauf der funktionsfähigen Module
und Wiederinbetriebnahme

A photograph showing two individuals, a man and a woman, both wearing bright orange high-visibility safety vests. They are in a laboratory or office environment, looking at a large solar panel array mounted on a wall. The man is pointing at a specific cell on the panel, and the woman is looking on attentively. A green semi-transparent banner is overlaid on the left side of the image, containing the title text.

Prüfung der Wiederverwendung von PV-Modulen

1. Schritt: Eingangsprüfung der PV-Module

- Anlieferung und Sichtprüfung

2. Schritt: Vorsortierung

- Defekte Module → Recycling
- Intakte Module → Detailprüfung

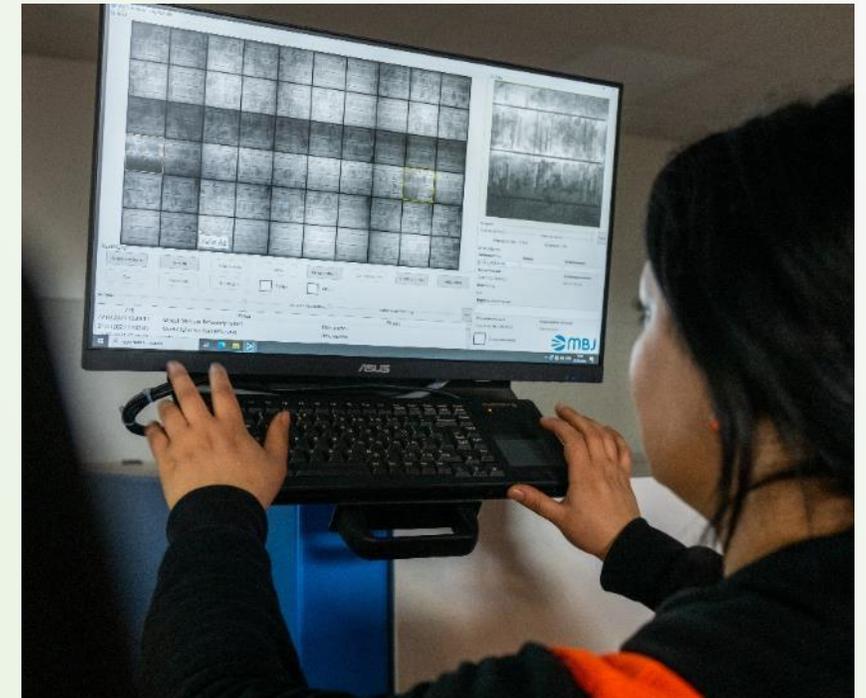
3. Schritt: Modulprüfung Prüfstraße/ mobile Prüflabore

- Prüfung in Herstellerqualität
- Funktion & elektr. Sicherheit, Protokoll



Prüfumfang

- **Leistungsmessung**
Bestimmung der Modulrestleistung
- **Elektrolumineszenz-Prüfung (EL)**
Detektion und Bewertung von Mikrorissen in den Solarzellen (mit bloßem Auge nicht zu erkennen)
- **Diodentest, Anschlussdose, Konnektivität**
Schutz vor Fehlströmen und Überhitzung/Brandgefahr
- **HiPot-Test und Erdungstest**
Bestimmung des Isolationswiderstandes,
Nachweis der elektrischen Sicherheit



Jedes Second-Life-PV-Modul ist 100% geprüft

Impressionen Solarmodulprüfung Inline



Impressionen Solarmodulprüfung mobil



Technische Moduldaten

Prüfprotokoll



Modul ID: 6120308402762
Hersteller: Trina Solar
Modultyp / Beschreibung: TSM-245PC05
Testcenter Seriennummer: 5004_Xena
Modulbewertung (Gesamt): CLASSA

Auftrag ID: PN 115
Adresse: Hamburger Mullentsorgung / Andreas Meyer Straße 39
Ort: DE 22113 Hamburg

Leistungsmessung

Pmpp @ STC IEC60891: 235,3W
Leistungsabweichung: -4,0% zu 245,0W (0,0%->+3,0%)
Tmod / Tref: 22,8C / 23,7C
Flash Dauer: 154,5ms
Flasher Parameter: /Poly/185ms
Referenz: S87210600405973
Bediener / Zeitpunkt: 2ndlifesolar IB 12.07.2023 06:55 Uhr

Elektrisch

Connection Check: Erfolgreich: 8,5A /41,8V
Diodentest: Erfolgreich: 10,0A /2,0V
GND Bond Tests: UNTESTED
GND Parameter / Return: 30,00A 1,0s / LEFT
HiPot Test: PASSED 6,0kV 1,0s / 0,010mA

Elektrolumineszenz

EL Zellbewertungen:
 0 very critical: >=20% cell area affected
 0 critical: 1<20% cell area affected
 0 Not used
 0 uncritical: <1% cell area affected
 0 Not used
 0 other EL abnormalities

Zellen ohne Bewertung: 60
EL Einstellungen: 3,5s / 43,7V / 12,0A / Zellbasiert / Statisch kein Setup
Bediener / Zeitpunkt: 2ndlifesolar IB 12.07.2023 06:55 Uhr

Prüfprotokoll erstellt mit dem MBJ Mobile PV-Testcenter (5004_Xena) am 12.07.2023 um 06:56 Uhr.

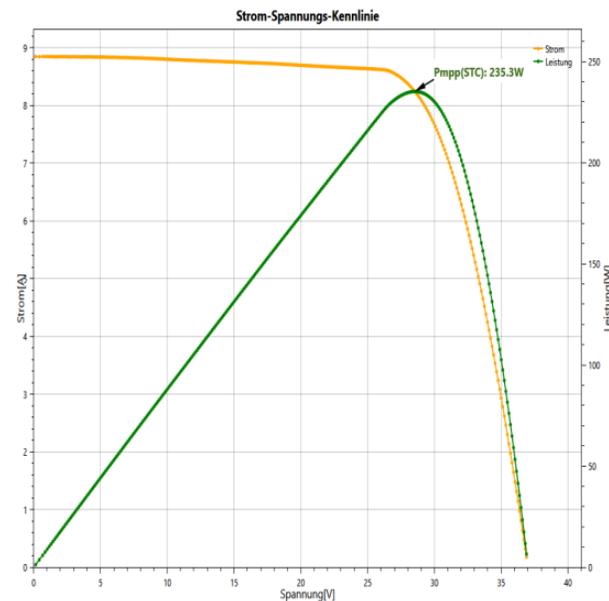
1

Strom- Spannungs- Kennlinie

Leistung



Modul ID: 6120308402762
Typ ID: Trina Solar / TSM-245PC05



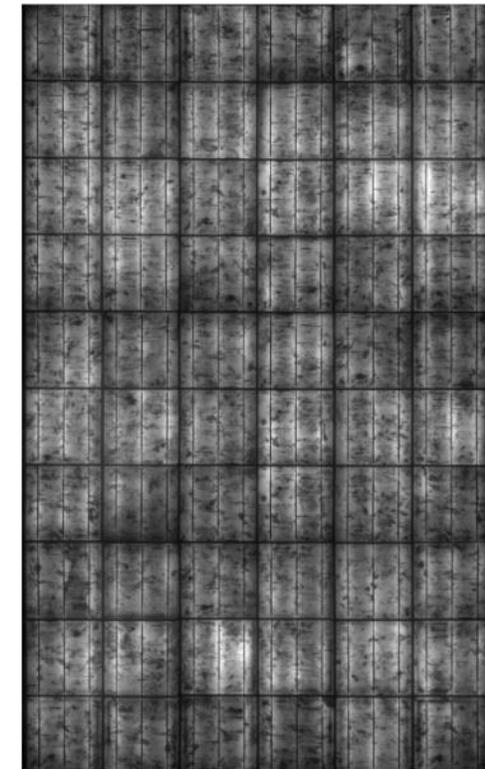
	Pmpp[W]	Imp[A]	Umpp[V]	Isc[A]	Uoc[V]	Irr[W/m2]	FF[%]		
IEC60891 STC	235,3	8,25	28,53	8,85	37,01	1000,0	71,8		
Gemessen	232,8	8,08	28,82	8,67	37,23	978,8	72,1		
Tmod[°C]:	22,8	Tref[°C]:	23,7	Tff[°C]:	25,30	Tout[°C]:	n/a	T[ms]:	154,5
Typ:	Poly	alpha[%]:	0,040	beta[%]:	-0,330				
IEC aICF:	0,060	IEC Rs[Ohm]:	0,60	kappa[mOhm/K]:	3,00				
Software:	780m2022/03/10	Referenz:	S87210600405973	FFCorr:	0,196%				

Prüfprotokoll erstellt mit dem MBJ Mobile PV-Testcenter (5004_Xena) am 12.07.2023 um 06:56 Uhr.

2

Elektrolumineszenz-Inspektion

Elektrolumineszenz für 6120308402762



Strom[A]: 12,010
Belichtungszeit [ms]: 3500

Spannung[V]: 43,720
2ndlifesolar IB 12.07.2023 06:55 Uhr

Prüfprotokoll erstellt mit dem MBJ Mobile PV-Testcenter (5004_Xena) am 12.07.2023 um 06:56 Uhr.

3

Unerkannte Folgeschäden

- beschleunigte Degradation
- Mikrorisse
- Hotspots
- Isolationsfehler
- Fehlerhafte Bypass Dioden



Quelle:

[Warum brennen Photovoltaikanlagen? Häufige Ursachen und Gründe | landundforst.de](https://www.landundforst.de/News/2023/07/warum-brennen-photovoltaikanlagen-haeufige-ursachen-und-gruende)

Rohstoffliche Verwertung von PV-Modulen

RENEW-Projekt – DE, Projektträger PtJ, Projektleiter ZSW Stuttgart

- Entwicklung neuer Isolationsprüfverfahren
- Entwicklung von **wirtschaftlichen Reparaturverfahren** für defekte PV-Modul Rückseitenfolien



QUASAR EU Horizon Project – EU, Projektleiter SINTEF Norway

- Das EU-Horizon-Projekt QUASAR zielt darauf ab, eine **Kreislaufwirtschaft für die PV-Industrie** zu ermöglichen.
- **18 Projektpartner aus 9 Ländern** werden Solarmodule, die ihr Lebensende erreicht haben, sammeln, behandeln und aufwerten, ihren Wert verdichten und sie als neue Produkte für Solarenergie und andere Zwecke freigeben
- Ziel: **70 % mehr Ökoeffizienz in der PV-EOL-Lieferkette** durch geschlossene Kreislaufsysteme mit verbesserten Recyclingraten, systematische Sammlung und Verwaltung unter Verwendung digitaler Zwillinge



A photograph of two workers in white hard hats and high-visibility vests standing in a solar farm, looking at solar panels. The image is framed by a large, semi-transparent green trapezoidal shape on the left side.

Nutzungsmöglichkeiten Re-Use-Module

Anwendungsbeispiele



Technische Daten Pilotanlage HME



PV-Module:

377

Fläche:

625 m²

Leistung:

97,6 kWp

Jahresertrag:

79.940 kWh/a

Eigenstrom-
nutzung:

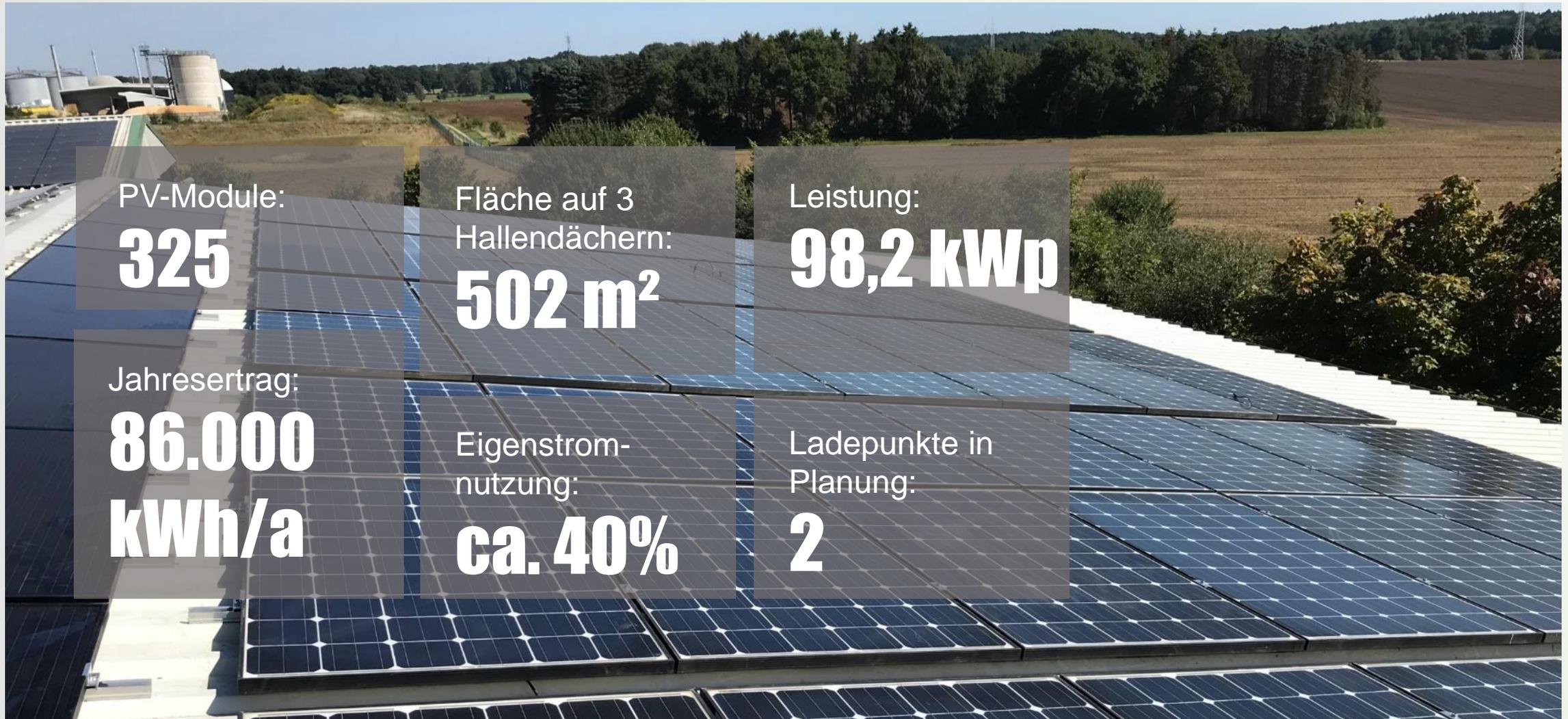
Ca. 60%

Ladepunkte für
E-PKW:

4



Eigenstromversorgung HEINZ HUSEN



PV-Module:

325

Fläche auf 3
Hallendächern:

502 m²

Leistung:

98,2 kWp

Jahresertrag:

**86.000
kWh/a**

Eigenstrom-
nutzung:

ca. 40%

Ladepunkte in
Planung:

2



Martin Wilke

Prokurist

040 - 720 00 058

mwilke@buhck.de



Christine Klos

Business Development

Managerin

040-73 43 36-14

cklos@buhck.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Re  Energy