

Entsorgung, Prüfung und Vorbereitung zur Wiederverwendung von PV Modulen

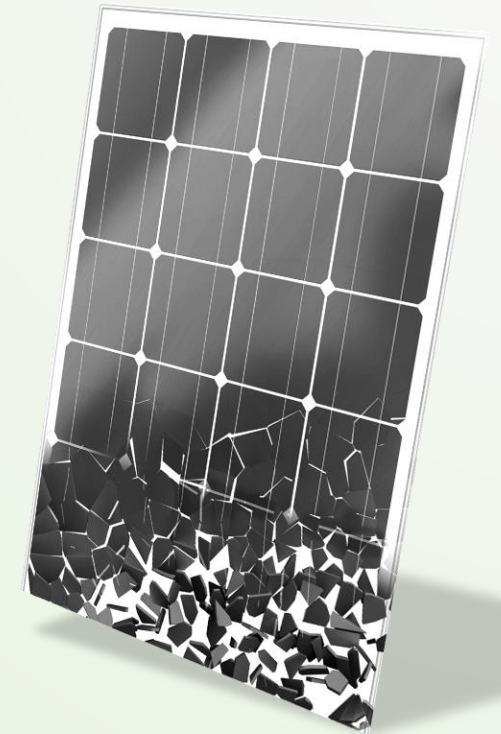
Christine Klos

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



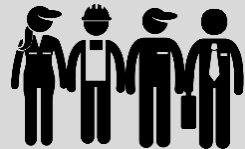
ca. **200 Mio. € Umsatz**
in 2022



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**



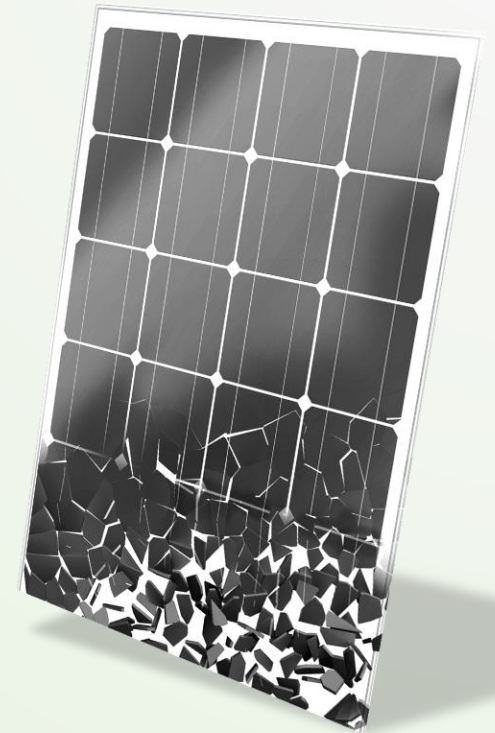
**Einsparung von 300 kg
CO₂ pro Modul**



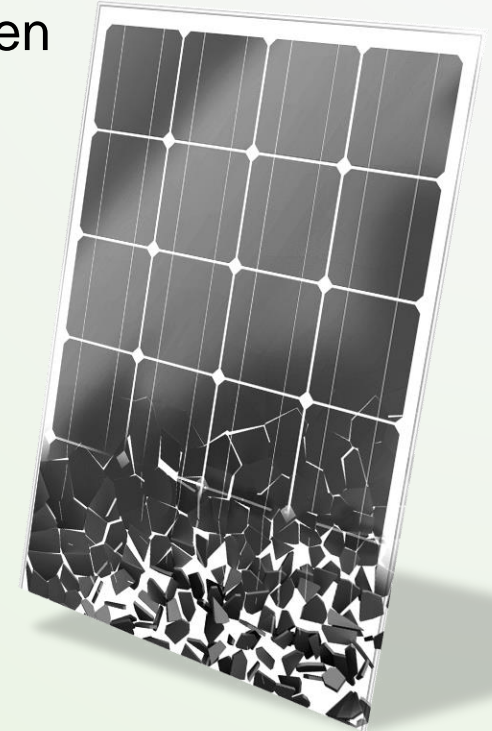
9 Mitarbeitende



- **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

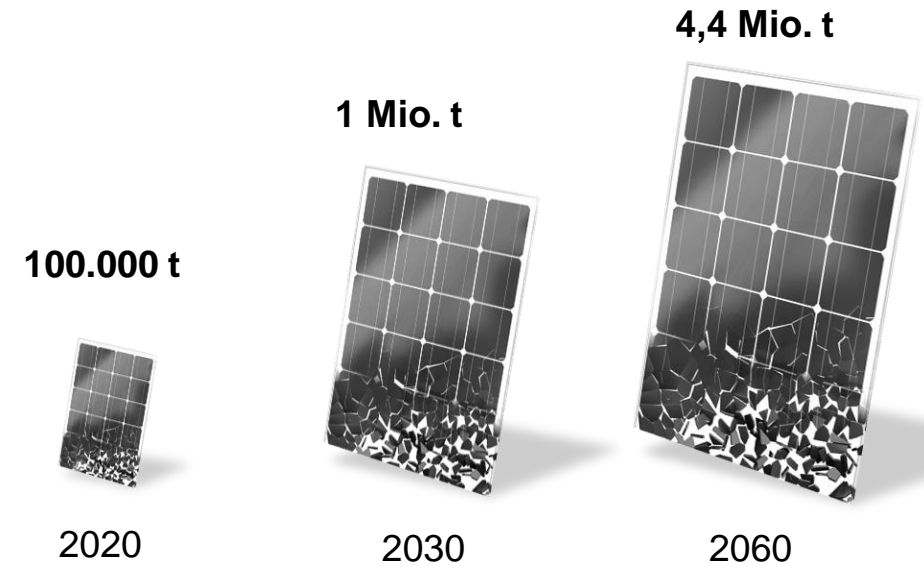
82,2 GW

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



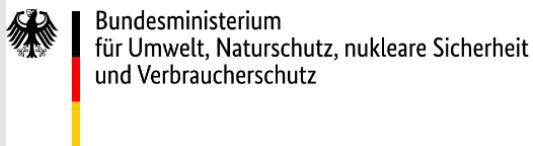
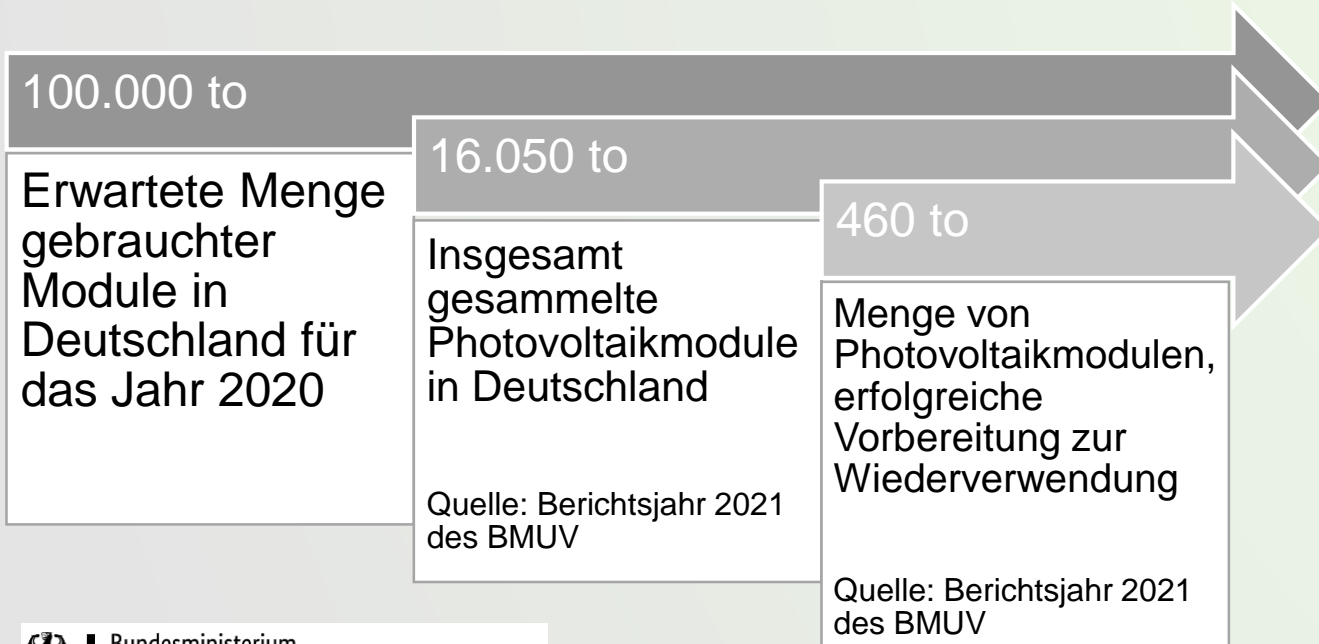
Quelle: International Renewable Energy Agency (IRENA), 2016, "End-of-life management: Solar Photovoltaic Panels"

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

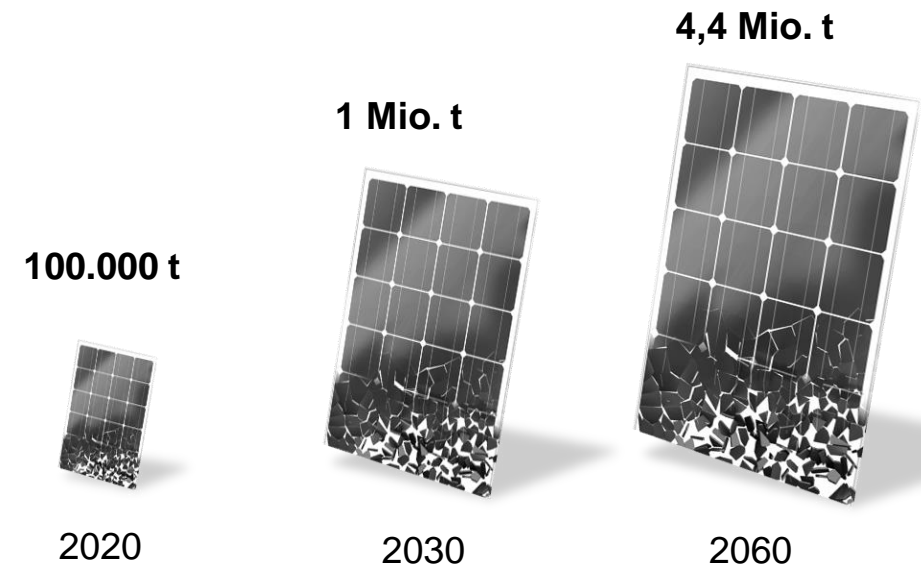
Die aktuelle Situation in Deutschland



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**



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

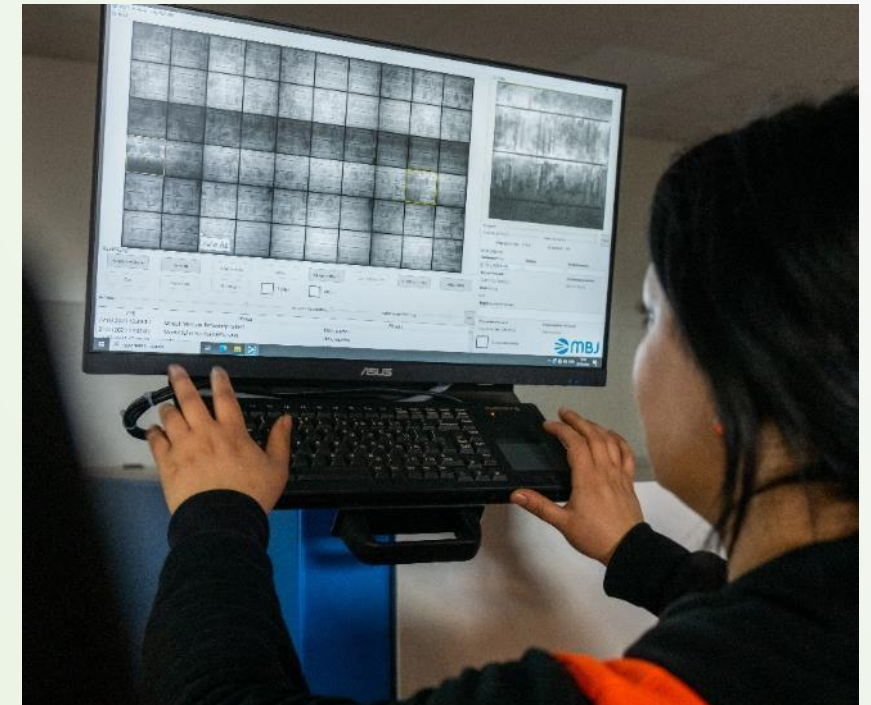
3. Schritt: Modulprüfung Prüfstraße/ mobile Prüflabore

- 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.

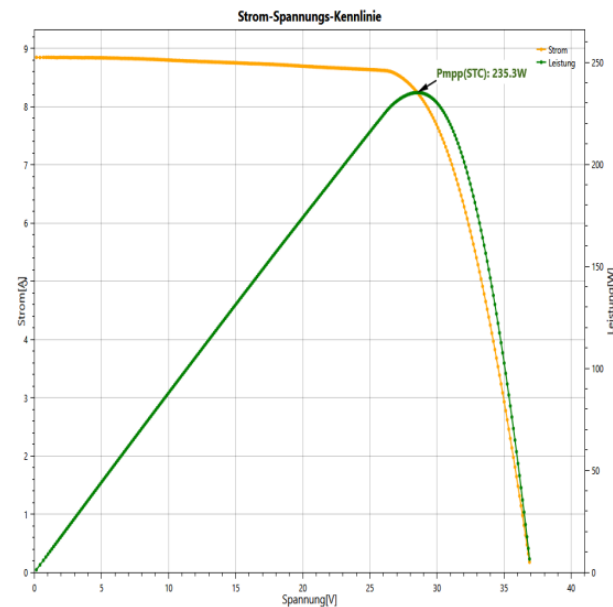
1

Strom- Spannungs- Kennlinie

Leistung



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



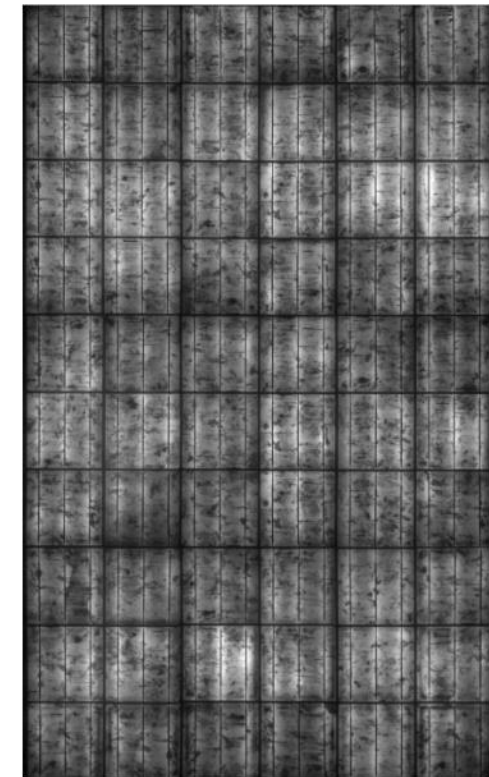
	Pmpp[W]	Imp[A]	Umpp[V]	Isc[A]	Uoc[V]	Irr[W/m2]	FF[%]
IEC60891 STC	235,3	8,25	28,53	8,85	37,01	1000,0	71,8
Gemessen	232,8	8,08	28,82	8,67	37,23	978,8	72,1
Tmod[°C]:22,8	Tref[°C]:23,7	Tff[°C]:25,30	Tout[°C]:n/a	T[ms]:154,5			
Typ:Poly	alpha[%]:0,040	beta[%]:-0,330					
IEC aICF:0,060	IEC Rs[Ohm]:0,60	kappa[mOhm/K]:3,00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



The background image shows a solar farm with rows of solar panels. Two workers in white hard hats and high-visibility vests are standing in the foreground, looking at the panels. The scene is set in a field with dry grass under a clear blue sky. A green semi-transparent box is overlaid on the left side of the image, containing the text.

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:

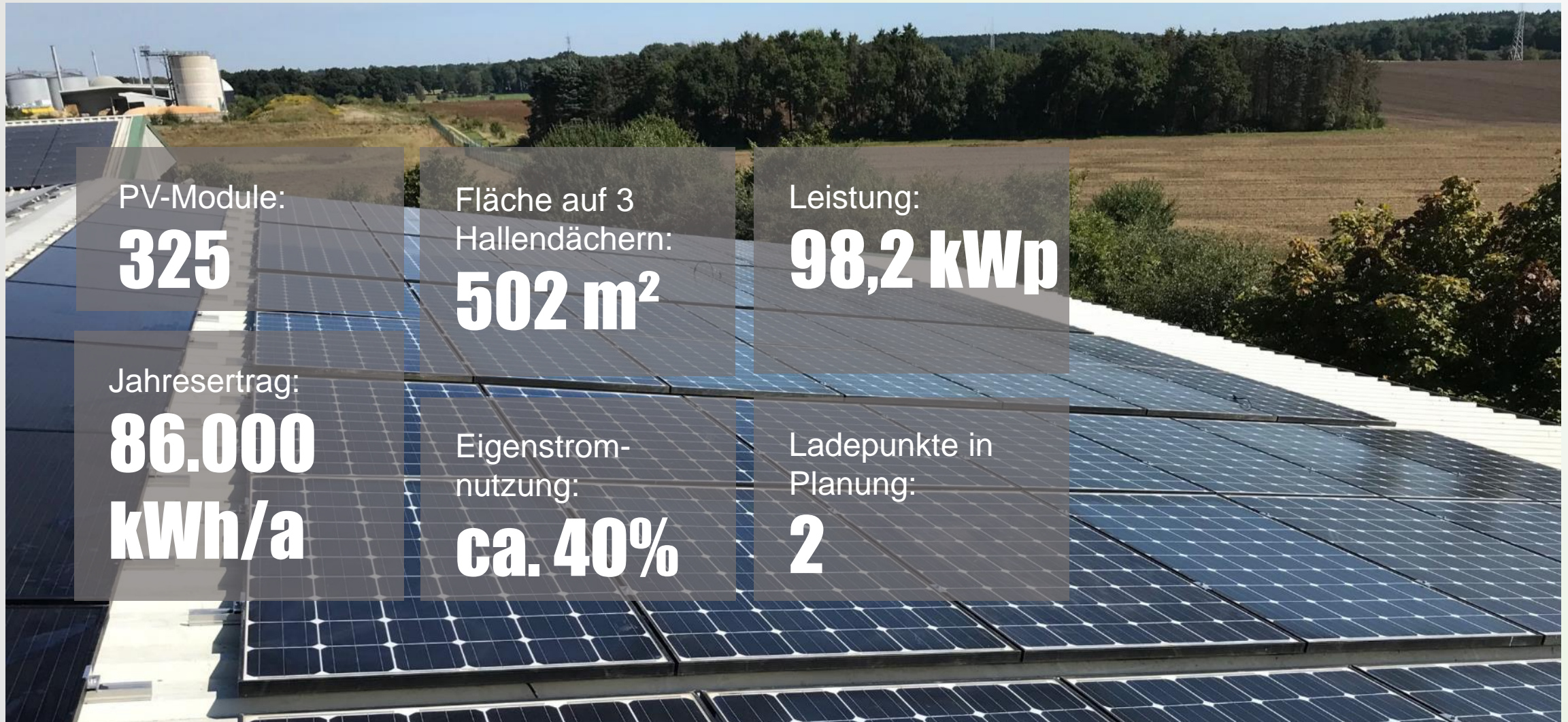
Ca. 60%

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