

Sicherheit in der Photovoltaik

DGS-Vortragsreihe auf der Neuheitenbörse Intersolar 2015,
München 12.06.2015

Ralf Haselhuhn

Vorsitzender des Fachausschusses Photovoltaik
und Geschäftsführer der

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.

DGS - Landesverband Berlin Brandenburg e.V.

www.dgs-berlin.de

rh@dgs-berlin.de

Inhalt

- 5 Fachgerechte Montage und Installation
- 5 Fachgerechte Wechselrichterinstallation
- 5 Leitungsverlegung: normativ und Praxis
- 5 Steckerproblematik
- 5 Typische Fehler an GAK
- 5 Auswahl Strangsicherungen
- 5 Brandschutz
- 5 Sicherheitsanforderungen an Solarstromspeicher

Fachgerechte Montage und Installation

- Qualifizierte Komponenten (Module, Leitungen, Wechselrichter, Montagesystem...)
- Planung und Errichtung nach DIN VDE 0100-712 (Ende 2015 neue Version)
- Isolationsüberwachung
- Blitz- und Überspannungsschutz nach insb. EN 62305-3 Beiblatt 5
- Fachgerechte Verlegung und Befestigung der Leitungen
- Fachgerechte Befestigung Module und Unterkonstruktion nach Eurocode (DIN EN 1991-1-3 bzw. 4)

Fehlerhafte
Modulbefestigung
[Bilder: DGS Berlin]



- Inbetriebnahme, Prüfungen und Dokumentation nach EN 62446
- Achtung bei Verwendung von Aluminiumleitungen !
- Stand der Technik: DGS - Leitfaden Photovoltaische Anlagen 5. Aufl. 2013

Fachgerechte Wechselrichtertermontage

- keine Installation von DC-Leitungen, Wechselrichter oder GAK im Treppen- und Ausgangsbereich
- Montage Wechselrichter und GAK auf nichtbrennbaren Untergrund und, nicht direkt auf Holzwände, sondern auf 15 mm starke Platte der Baustoffklasse A1 (nicht brennbar) mit einem umlaufenden Überstand von 10 cm)
- Abwärme des Wechselrichters und Luftaustausch beachten
- Abwärme des Wechselrichters und Luftaustausch beachten
- Mindestabstände laut Hersteller unterschritten



[www.photon-pictures.com]



[Bild: DGS Berlin]



[Bilder: DGS Berlin]



Normgerechte PV-Leitungsverlegung

- 5 VDE-Norm VDE 0100-530 zur Leitungsverlegung hat Fokus Standard Elektro-Hausinstallation -> Biegeradien und Mindestbefestigungsabstände
- 5 PV-Leitungen unterscheiden sich in ihren Eigenschaften von Standard-Elektrleitungen: flexible einadrige halogenfreie Leitungen mit vernetzter Isolierhülle, erwartete Gebrauchsdauer: 25 Jahre
- 5 daraus könnten sich u.U. andere Biegeradien und Mindestbefestigungsabstände ergeben
- 5 Geeignete PV-Leitungen werden nach dem Normentwurf E - EN 50618: „Leitungen für PV-Systeme“ angeboten:

- höhere Anforderungen an Witterungs- und Alterungsbeständigkeit und mechanische Belastungen (Zugfestigkeit, Reißdehnung, dynamische Durchdringungsprüfung, vertikale Flammausbreitung EN 603332-1-2...)

- 5 Ungeeigneter Leitungstyp H07RN-F -> durch Normentwurf ausgeschlossen!



[Bild: Peter Funtan]

Praxis: Leitungsverlegung für PV-Leitungen

- Die Befestigung von PV-Leitungen an der Unterkonstruktion insbesondere am Schrägdach wird häufig nicht ausgeführt.



[Bilder: DGS Berlin]



Isolationsfehler durch Montagefehler

- Leitungen auf scharfkantige Kanten oder Schrauben bzw. auf Bohrspäne



[Bilder: DGS Berlin]

- Quetschungen

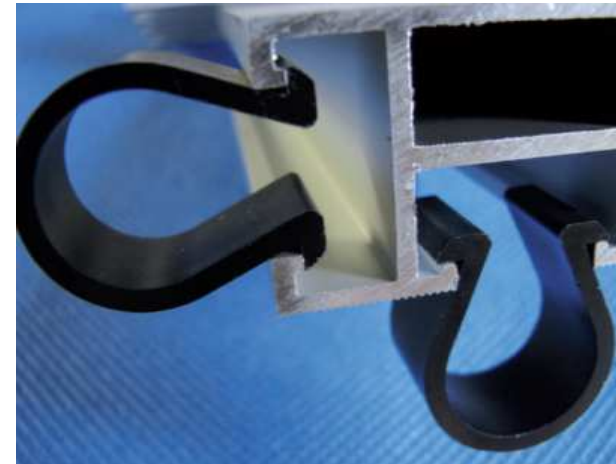


Nichtausreichende Biegeradien und Zugentlastung



Fachgerechte Leitungsverlegung

- Die Leitungen werden am besten in den Schienenprofilen verlegt und fixiert (z. B. durch UV-beständige Kabelbinder oder mit speziellen Nutschellen).
- Übergänge zwischen Modultischen in Schutzrohren
- Kabeltragsysteme einsetzen



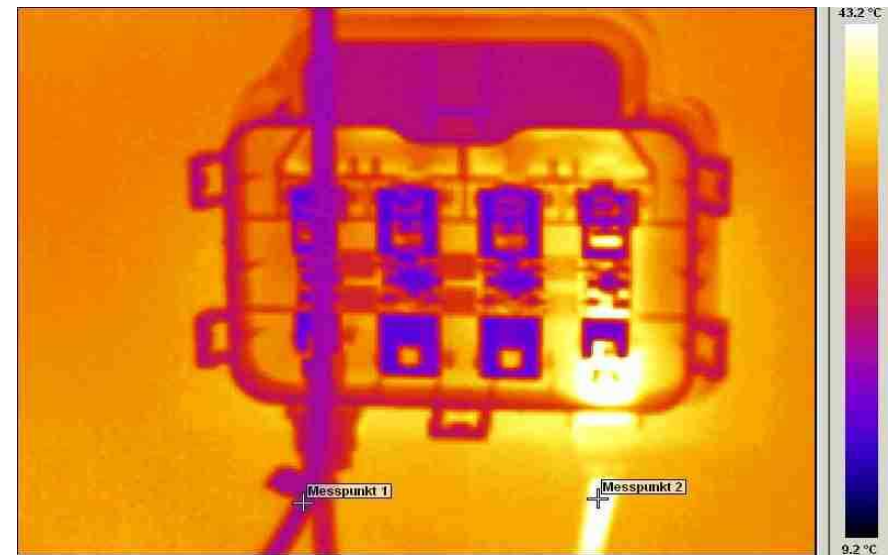
[EBI]
✓ Lower Material Cost
✓ Quicker Installation
✓ Easy Maintenance

[Bilder: DGS Berlin]

[CabProducts]

Steckerproblematik

- keine standardisierten Steckverbinder
- Deshalb: Kontaktprobleme bzw. Undichtigkeiten beim Verbinden unterschiedliche Steckverbindungstypen (Achtung vor Plagiaten, nichtautorsierten Adaptern...)
- Steckermontage mit ungeeignetem Werkzeug
- Stecker nicht korrekt geschlossen
- Nicht ausreichende Kontaktverbindungen können zu seriellen Lichtbögen führen !



[Bilder: DGS Berlin]



Häufige Fehlerbilder: GAK und Unterverteilungen



[Bilder: DGS Berlin]

- ❏ Undichtigkeiten bzw. fehlender Druckausgleich bei Verteilerkästen im Außenbereich
- ❏ Feuchtigkeit trotz prinzipieller Eignung, häufig durch Fehler bei der Leitungseinführung, dadurch Korrosion an weiteren Komponenten
- ❏ Abgespleiste Adern mit der Gefahr von Kurzschlüssen und Berührung gefährlicher Spannungen



Auswahl Strangsicherungen

- ☐ Nur Sicherungen die explizit für PV-Anlagen geeignet sind verwenden:
- ☐ Kennzeichnung gPV nach IEC 60269-1
- ☐ Entsprechend der Einsatztemperaturen ($\geq 50^\circ$), des Aufbaus, der Anzahl und der Anordnung der Sicherungshalter und der Wechsellastbedingungen müssen Reduktionsfaktoren für den Bemessungsstrom berücksichtigt werden
- ☐ Achtung: Falsch gewählte Sicherungen, Sicherungshalter oder fehlerhafter Einbau in GAK... können zu Lichtbögen und somit Bränden führen.
- ☐ Meldekontakte verhindern ein unbemerktes Auslösen
- ☐ Elektronische Sicherungen gut geeignet
- ☐ In vielen Fällen kann auf Sicherungen verzichtet werden!



[Bild: Peter Kremer, DKE]



[SIBA]

Baulicher Brandschutz nach Musterbauordnung

- Kein Überbauen von Brandwänden durch Module oder Leitungen (Leitungsdurchführungen nach MLAR zu schotten)



Quelle: VGH



Quelle: OBO Bettermann

- Brandwände müssen mind. 0,30 m über die Oberkante des PV-Generators ragen oder
- 1,25 m Abstand zu den Brandwand ist einzuhalten

Die Ergebnisse des Forscherprojektes zu Brandrisiken bei Photovoltaik-Anlagen von Fh ISE, TÜV-Rheinland, Berufsfeuerwehr München, DGS Berlin, Berner Fachhochschule, Currenta und Energiebau liegen in Form eines über 300 Seiten starken Leitfadens vor. Der Leitfaden mit Empfehlungen für die brandschutzgerechte Planung, Installation und Betrieb von PV-Anlagen kann unter www.pv-brandsicherheit.de abgerufen werden.

LEITFADEN

Bewertung des Brandrisikos in Photovoltaik-Anlagen und Erstellung von Sicherheitskonzepten zur Risikominimierung

Projektträger
Dr.-Ing. Klaus Prume, Projektträger Jülich
Dipl.-Ing. Jochen Viehweg, Projektträger Jülich

Verbundpartner
TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Projektpartner
Berner Fachhochschule Technik und Informatik
Berufsfeuerwehr München
Currenta GmbH & Co. OHG
Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. Berlin
Energiebau Solarstromsysteme GmbH
TÜV Rheinland LGA Products GmbH

1. Auflage - März 2015

Geördert durch:

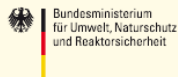




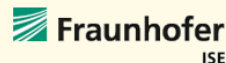
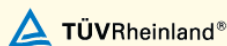
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Forschungs-Verbundprojekt Brandrisiko PV-Anlagen

gefördert durch



Verbundpartner



Projektpartner



KIT-Sicherheitsuntersuchungen an Lithium-Ionen-Hausspeicher

- Im Mai 2014 wurden bei Tests des Fraunhofer KIT an mehreren erhältlichen Systemen schwerwiegende Sicherheitsmängel festgestellt
- KIT stellte Exponate auf Intersolar 2014 aus
- Auch die allgemein als sicher beworbenen Li-Eisenphosphatzellen (LiFePO_4) können brennen
- KIT hat Checkliste herausgegeben um die Sicherheit eines Systems abzuschätzen



Kurz-Checkliste für Li-Ionen-Heimspeicher

Technische Merkmale	Punktzahl
2 elektro-mechanische, stromlos offene Gleichstrom-Relais zur redundanten Abschaltung der Batterie	50
Über- und Unterspannungsüberwachung auf Zellebene mit redundanter Auslösung der Batterieabschaltung	10
Einzelzelltemperaturüberwachung an jeder Zelle oder „Current Interrupt-Device (CID)“ in jeder Zelle	20
Sicherer Schutz vor einer Wiederbetriebnahme nach Tiefentladung oder anderer signifikanter Schädigung der Batterie	20
Keine ungesicherte, direkte Parallelschaltung von Zellen ohne „Current Interrupt Device (CID)“ in jeder Zelle	10
Aktive Stromregelung als Funktion von Zellspannung und Zelltemperatur	20
Metallisches, geschlossenes Batteriegehäuse, alternativ geschlossener Metallbatterieschrank	10
Transport-Tests nach UN38.3 für das Batteriesystem bzw. für ein Batteriemodul	10
Gesamtpunktzahl	

Wenn die Gesamtpunktzahl kleiner ist als 110, sollte das System detaillierter geprüft werden.

Die oben aufgeführten technischen Merkmale geben nur eine erste grobe Indikation zur Bewertung der sicherheitsrelevanten Baugruppen. Die Sicherheit wird darüber hinaus durch die Betriebsweise, den Aufstellungsort und die Installation beeinflusst und ist in jedem Fall separat zu prüfen. Zusätzlich müssen die geltenden internationalen Normen und Richtlinien (IEC, DIN EN, UN) erfüllt sein. Empfehlenswert ist ebenfalls die Zertifizierung gemäß Entwurf DIN EN 62619.

Karlsruhe © KIT 06/2014/01

Erster Brandfall mit PV-gekoppeltem Lithium-Ionen-Speicher in Filderstadt



Hinter dem ausgebrannten PV-Stromspeicher sind der Wechselrichter und die DC-Freischaltstelle an der Giebelwand zu sehen.



Blick in den Dachboden mit ausgebrannte PV-Stromspeicher Im Vordergrund liegt die durch die Feuer beschädigte Hauptanschlussleitung der Hausinstallation.

[Quelle: BrandSchutz Deutsche Feuerwehr-Zeitung 8-2014]

- Erstellt von BVES, BSW, DGS, KIT und Experten aus Industrie und Prüflaboren
- Ziel: Verbreitung von Informationen zur Umsetzung sicherer Speichersysteme
- Legt Schutzziele für Batteriespeichersysteme mit wiederaufladbaren Li-Ionenzellen fest
- Unterscheidung zwischen Zell-, Modul- und Systemebene mit Anforderungen und Verweise auf Normen
- Erläuterung des Zellaufbaus, kritischer Betriebszustände und entsprechender Maßnahmen
- Empfehlungen für die Zellauswahl



VDE-Anwendungsregel für stationäre elektrische Energiespeichersysteme am Niederspannungsnetz

Entwurf Dezember 2014

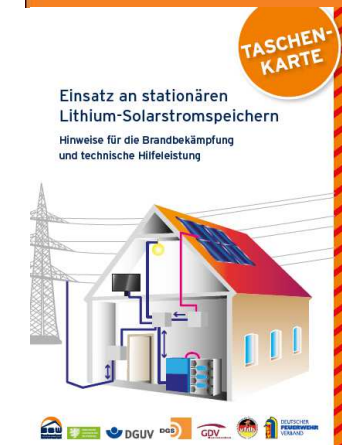
	E VDE-AR-E 2510-2	VDE
	<small>Dies ist eine VDE-Anwendungsregel im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach der Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.</small>	DKE
<p>Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.</p> <p>ICS 29.220.30; 91.140.50</p> <p style="text-align: center;"> Entwurf </p> <p style="text-align: right;">Einsprüche bis 2015-01-28</p> <p>Stationäre elektrische Energiespeichersysteme vorgesehen zum Anschluss an das Niederspannungsnetz</p>		

- Vielzahl der relevanten Normen, Richtlinien und Verordnungen zusammengefasst
- Normative Lücken
- Hilfe, Hinweise und allgemeingültige Regeln für Branche
- Norm erscheint Aug. 2015

- Scope:
 „Sicherheitsanforderungen für die Planung, Errichtung, Betrieb, Demontage und Entsorgung für ortsfeste elektrische Energiespeichersysteme **bis 30 kW**, soweit diese nicht in der VDE 0510 berücksichtigt sind.
 Die Anwendungsregel berücksichtigt verschiedene Gefährdungen, die durch unterschiedliche Betriebsarten **im Netzparallel- oder Inselnetzbetrieb und bei der Umschaltung** zwischen diesen Betriebsarten entstehen können...“

BSW Merkblatt und Taschenkarte „Einsätze an Lithium-Ionen-Solarstromspeichern“

- Erstellt in Zusammenarbeit mit der Universität Wuppertal, DFV, DGS, DGUV, GDV, vfbd
- Hinweise für die Brandbekämpfung und die technische Hilfeleistung
- Beschreibt die in Ausnahmesituationen auftretenden Gefahren
- gibt Hilfestellung bei der Gefahrenbeurteilung und sicheren Einsatzbewältigung
- Gefahren und Maßnahmen bei Bränden oder mechanischer Beschädigung von Zellen werden erläutert



3. Deutsche Photovoltaik - Sicherheitstagung: Sicherheits- und Schutzkonzepte für PV-Anlagen und Batteriespeichersysteme

in Berlin 12.-13. Oktober 2015

- Arbeitsschutz
- Bauliche Sicherheit
- Sichere Montage
- Brandsicherheit
- Elektrische Sicherheit
- Netzsicherheit
- Blitz- und
Überspannungsschutz
- Alterung und
Fehlerdetektion
- Sicherheitsaspekte
Batteriespeicher



In Kooperation mit



Mehr Infos:
www.dgs-akademie.de

Call for Paper bis 15. Juni 2015

Demnächst in Berlin am 24. Juni 2015

Mehr Infos:
www.dgs-akademie.de



HAUS DER TECHNIK

Außeninstitut der RWTH Aachen
Kooperationspartner der Universitäten Duisburg-Essen
Münster - Bonn - Braunschweig

Kooperationspartner



Tagung

2. Tagung zur Betriebsführung von PV-Anlagen

in Zusammenarbeit mit der DGS-Akademie Berlin
der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.



DGS-Leitfaden Photovoltaische Anlagen

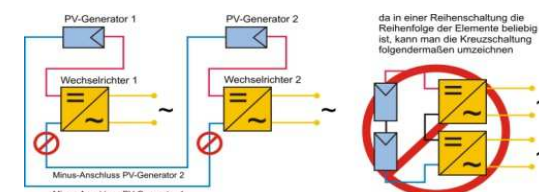
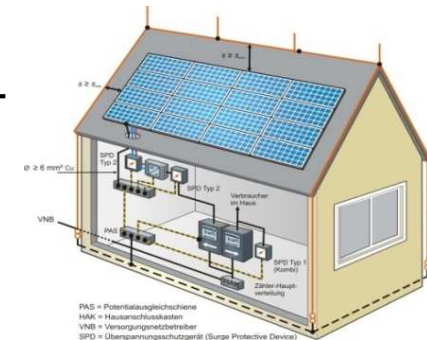
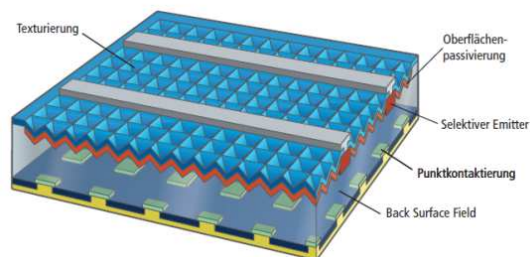
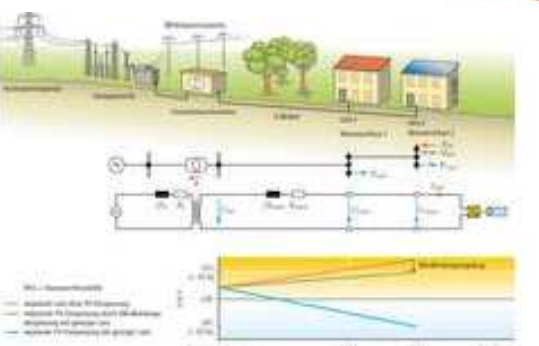
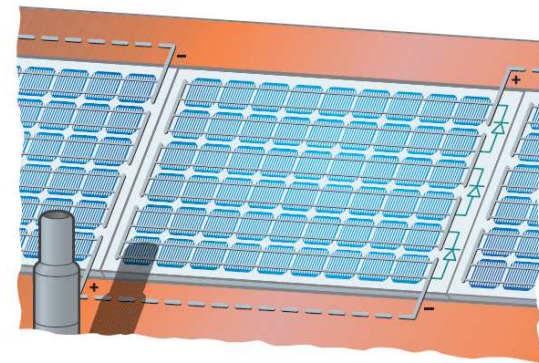
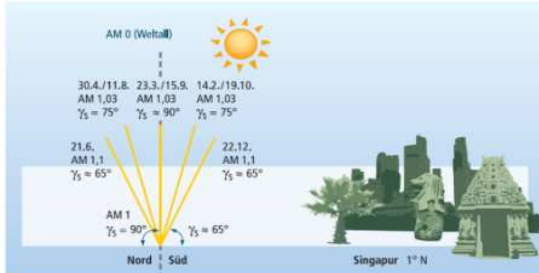
5. Auflage 2013

Messe-Jubiläums-
Rabatt: 40 Jahre DGS

20%

Standardwerk der Branche seit 2000

- Aktualisierung aller Normen und Richtlinienverweise sowie Interpretationen
- weltweiten Einstrahlungsbedingungen
- innovative Zell- und Modultechnologien
- Modulwechselrichter und Leistungsoptimierer
- AC- und DC-gekoppelten Speichersystemen
- Versch. Speichertechnologien, inkl. Lithium
- Verschattungsoptimierungen
- Planungsgrundlagen und Details für Anlagen mit Eigenverbrauch mit und ohne Speicher
- Netzintegration: Spannungshaltung, Blindleistungs- und Frequenzreglung
- Isolationswiderstände, Erdung und Funktionspotenzialausgleich und Blitz-/Überspannungsschutz
- Kosten und Bauzeiten
- Bauregeln und Brandschutz
- Abnahmen und Fehlersuche
- EEG-Anforderungen, Wirtschaftlichkeit...



da in einer Reihenfolge die Reihenfolge der Elemente beliebig ist, kann man die Kreuzschaltung folgendermaßen umzeichnen

DGS Berlin e.V.

Ihr Partner für:

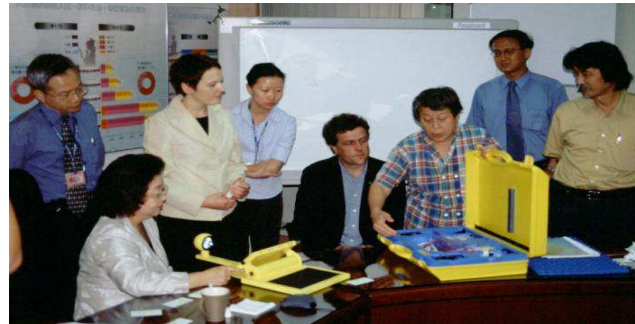
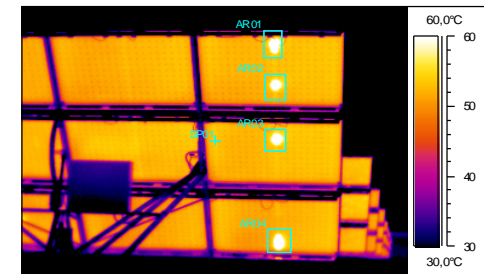
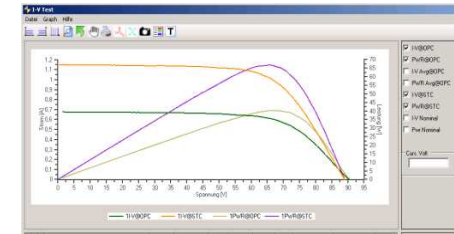
Unabhängige
Dienstleistungen
und Sachverstand



SolarSchule

www.dgs-berlin.de

- ☐ Ertragsgutachten
- ☐ Fach- und Sachverständigen – Gutachten
- ☐ Technical Due Diligence
- ☐ Planungsunterstützung
- ☐ Anlagenabnahme/Ertragsauswertung
- ☐ Fehlersuche und Intensivmessungen
- ☐ Kooperation mit dem TÜV - Rheinland e.V. zum „PV-Anlagen –TÜVdotCOM“
- ☐ Erfahrung aus PV-Projekten in aller Welt mit über 4 Gigawatt
- ☐ DGS Fachkraft Photovoltaik / Solarthermie
- ☐ Solarberater Photovoltaik / Solarthermie
- ☐ Tagesseminare: z.B. Simulation, Eigenverbrauch....
- ☐ Mitarbeiterschulungen: maßgeschneidertes Coaching
- ☐ Schulungen zu Regenerativen Energien weltweit



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

contact: rh@dgs-berlin.de

The world reads DGS-Manual PV-Systems:

