

# ERFAHRUNGEN DER PRAXIS UMGESETZT

## NOVELLE DER GÜTEBESTIMMUNGEN FÜR SOLARENERGIENANLAGEN RAL-GZ 966

Wahrheit und Klarheit in technischen Lieferbedingungen ist das Motto des 1925 als Reichsausschuss für Lieferbedingungen gegründeten Deutschen Instituts für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (RAL). Das RAL-Institut wird von über 180 Gütegemeinschaften unterschiedlicher Bereiche getragen. Einige sind der Öffentlichkeit sehr bekannt wie das CMA Gütezeichen (RAL-GZ 164), andere hingegen eher der Fachwelt vorbehalten wie das RAL Gütezeichen Kupferrohr (RAL-GZ-641).

Die von der DGS initiierte RAL-Gütegemeinschaft Solarenergieanlagen e.V. war nach der RAL-Gütegemeinschaft Biogas die zweite in Bereich erneuerbarer Ener-

gien, wurde aber nun durch eine Gütegemeinschaft Sichere Erdwärme für den Bereich Geothermie vervollständigt.

Im vorliegenden Artikel werden die Änderungen der aktuellen Novelle der Güte- und Prüfbestimmungen vom Januar 2008 hinsichtlich des Bereiches Photovoltaik vorgestellt. In der nächsten Ausgabe lesen Sie die Änderungen im Bereich Solarthermie.

Die aktuellen Güte- und Prüfbestimmungen, sowie Möglichkeiten zur Zertifizierung Ihres Unternehmens oder zur kostenfreien Nutzung des RAL-GZ 966 zur Ausschreibung von Solarenergieanlagen finden Sie unter

[www.ralsolar.de](http://www.ralsolar.de).

Das RAL-GZ 966 für Solarenergieanlagen besteht aus 2 Bereichen mit jeweils 4 Kategorien:

Bereiche und Kategorien des RAL-GZ 966		
Gütezeichnehmer	Solarthermie (S)	Photovoltaik (P)
Hersteller	Komponenten S1	Komponenten P1
Planer	Konzeption S2	Konzeption P2
Handwerker	Ausführung S3	Ausführung P3
Betreiber-gesellschaften/Wartungsunternehmen/Fonds	Service/Betrieb S4	Service/Betrieb P4

### Bereich Photovoltaik

#### Änderungen im Kapitel besondere Güte- und Prüfbestimmungen für die Herstellung von Komponenten photovoltaischer Anlagen RAL-GZ 966 (P1)

##### 2.1.1 Solarmodule

An Module sind folgende Anforderungen zu stellen:

##### 2.1.1.1 Modul-Datenblatt

a) Das Datenblatt hat mindestens die Anforderung der DIN EN 50380 zu erfüllen. Weiterhin müssen folgende Angaben enthalten sein (s. Tabelle).

##### Anmerkungen zur Tabelle:

STC: Standard Test Conditions, Messbedingungen: Bestrahlungsstärke 1000 W/m<sup>2</sup>, Spektrale Verteilung AM 1,5, Temperatur 25±2 °C, entsprechend EN 60904-3

NOCT: Normal Operation Cell Temperature, Messbedingungen: Bestrahlungsstärke 800 W/m<sup>2</sup>, AM 1,5, Temperatur 20 °C, Windgeschwindigkeit 1 m/s, elektrischer Leerlauf  
Reduktion des Modulwirkungsgrades bei Rückgang der Bestrahlungsstärke von 1000 W/m<sup>2</sup> auf 200 W/m<sup>2</sup>, Temperatur 25 °C, entsprechend EN 60904-1

(...)

- b) Zusätzlich müssen mindestens folgende Angaben erfolgen:
- Kurzschlussstrom (IK) bei 200 W/m<sup>2</sup> (T Modul=25°C) nach EN 60904-1,
  - Leerlaufspannung (UL) bei 200 W/m<sup>2</sup> (T Modul=25°C) nach EN 60904-1,
  - Strom im Maximum-Power-Point (IMPP) bei 200 W/m<sup>2</sup> (Modultemperatur = 25 °C) nach EN 60904-1,
  - Anzahl und Verschaltung der Bypassdioden,

- Brandverhalten entsprechend DIN 4102,
- minimaler Abstand von Zellaußenkante zu Rahmeninnenkante in mm Angabe jeweils für Modul-längsseite und für Modulquerseite,

#### Modul-Datenblatt

Kenngröße	Formelzeichen	Einheit
<b>Leistungsdaten bei STC:</b>		
Nennleistung	Pn DC	WP
Nennspannung	UMpp	V
Nennstrom	IMpp	A
Kurzschlussstrom	IK	A
Leerlaufspannung	UL	V
Modulwirkungsgrad	η	%
<b>Leistungsdaten bei 800 W/m<sup>2</sup>, NOCT, AM:</b>		
MPP-Leistung	P800	WP
MPP-Spannung	UMpp	V
MPP-Strom	IMpp	A
Kurzschlussstrom	IK	A
Leerlaufspannung	UL	V
Wirkungsgradreduktion 25°C und 200 W/m <sup>2</sup>	Δη	%
Maximal zulässige Systemspannung	Umax	V
<b>Thermische Kenngröße</b>		
NOCT		°C
Temperaturkoeffizient der MPP-Leistung	γ	%/K
Temperaturkoeffizient der MPP-Spannung	βMPP	mV/K
Temperaturkoeffizient des Kurzschlussstromes	α	A/K
Temperaturkoeffizient der Leerlaufspannung	β	mV/K
<b>Weitere Kenndaten und Eigenschaften</b>		
Maße (Höhe, Breite, Dicke)		m
Gesamtgewicht		kg
Anzahl der Bypassdioden		-
IP Schutzgrad		-
Betriebstemperaturbereich	Min - Max	°C
Umgebungstemperaturbereich	Min - Max	°C
Messtoleranzen		±%
Zertifikate und Qualifikationen		-
Garantiebedingungen		-
Beschreibung Modulaufbau		-
Anzahl u. Art der Solarzellen		-
Art der Kabel u. Kabelanschluss		-
Mechanische Belastbarkeit		kPa
RAL Umweltlastgrad	Ziffer 1 und 2	-

- maximale Rahmenhöhe über Glasfläche und maximale Rahmenhöhe über Zellfläche in mm,
- minimaler Einfallswinkel der zu Schattenwurf auf Zelle führt,
- RAL-Solar Umweltlastgrad des Moduls (Ziffer 1 und 2).

(...)

- d) Module müssen mit einer eindeutigen, individuellen Kennzeichnung, z.B. einer Seriennummer ausgestattet sein. Die Kennzeichnung ist fälschungssicher so am Modul anzubringen, dass sie nicht entfernt bzw. in irgendeiner Art abgeändert oder ausgetauscht werden kann. Ferner ist die Kennzeichnung so am Modul anzubringen, dass sie im montierten Zustand eingesehen werden kann. Darüber hinaus sind alternative Maßnahmen zur Kennzeichnung (Beispiel RFID (Radio Frequency Identification, Identifizierung mit Hilfe von Hochfrequenz)).

(...)

#### 2.1.1.4 Witterungsbeständigkeit von Modulen, der RAL-Solar Umweltlastgrad

- a) Der Hersteller muss im Datenblatt Angaben zur Beständigkeit des Moduls gegen Umwelteinflüsse machen. Die Ausweisung dieser Beständigkeit hat verbindlich nach dem RAL-Solar Umweltlastgrad Ziffer 1 und Ziffer 2 zu erfolgen.
- b) Die Angabe zum RAL-Solar Umweltlastgrad enthält zwei Ziffern. Die erste Ziffer steht dabei für die verbindlich zugesagte Mindestwiderstandsfähigkeit des Moduls gegen Umweltlasten mindestens bestehend aus UV-Strahlung, Temperatur, Feuchte, Frost, Ha-
- gelschlag. Die zweite Ziffer steht dabei für die verbindlich zugesagte Mindestwiderstandsfähigkeit gegenüber mechanischen Lasten z.B. aus Schnee und Wind.
- c) Eine Einteilung von Modulen nach dem RAL-Solar Umweltlastgrad kann nur nach Vorlage eines gültigen Zertifikates IEC 61215 bzw. IEC 61646 erfolgen.
- d) Zur Klassifikation der zugesagten Mindestwiderstandsfähigkeit gegen Umweltlasten gemäß RAL-Solar Umweltlastgrad Ziffer 1 dient die Tabelle aus dem Anhang: „RAL-Solar Umweltlastgrad erste Ziffer (UV-Strahlung, Temperatur, Feuchte, Frost, Mechanik, Hagel, Zug, Kriechstrom)“
- e) Die Testprozeduren zur Bestimmung der Ziffer 1 des RAL-Solar Umweltlastgrades eines Moduls entsprechen bei kristallinen Modulen dem vollen Umfang und Inhalt der Testprozeduren der Bauartzertifizierung von PV-Modulen entsprechend IEC 61215 (2005, 2nd Edition) und bei Dünnschichtmodulen dem vollen Umfang und Inhalt der Testprozeduren der Bauartzertifizierung von PV-Modulen entsprechend IEC 61646.
- f) Ab dem RAL-Solar Umweltlastgrad „RAL 2 -“ (Ziffer 1, Grad > 2) wird mindestens ein Modul zusätzlich zu den Prüfungen der IEC 61215 bzw. der IEC 61646 einer Feuchte-Wärme-Luftfeuchte-Frost-Prüfung unterzogen. Dabei werden 200 bis 700 Zyklen (RAL 2 \_ bis RAL 7 \_ ) von -30 °C bis +95 °C bei 100 % Luftfeuchtigkeit unter kondensierenden Bedingungen durchlaufen. Im Übrigen entsprechen Prüfungs-aufbau, Prüfungsdurchführung und Prüfungsauswertung der

## Bereich Photovoltaik

- IEC 61215 bzw. der IEC 61646. Siehe Tabelle RAL-Solar Umweltlastgrad erste Ziffer (UV-Strahlung, Temperatur, Feuchte, Frost, Mechanik, Hagel, Zug, Kriechstrom)
- g) Ab dem RAL-Solar Umweltlastgrad „RAL 2 ...“ (Ziffer 1, Grad > 2) muss zusätzlich zu den Prüfungen der IEC 61215 bzw. der IEC 61646 die mechanische Belastbarkeit des Moduls anhand des Verfahrens zur Bestimmung des RAL-Solar Umweltlastgrades zweite Ziffer (mechanische Lasten aus Schnee und Wind) verbindlich angegeben werden.
- h) Die Prüfungen an einem Modul zum RAL-Solar Umweltlastgrad zweite Ziffer (mechanische Belastbarkeit) müssen den Prüfungen des RAL-Solar Umweltlastgrades erste Ziffer (Feuchte-Wärme-Luftfeuchte-Frost-Prüfungen) nachgelagert sein.
- i) Zur Klassifikation der zugesagten Mindest-Widerstandsfähigkeit gegen Umweltlasten gemäß RAL-Solar Umweltlastgrad Ziffer 2 dient die Tabelle aus dem Anhang: „RAL-Solar Umweltlastgrad zweite Ziffer (mechanische Lasten aus Schnee und Wind)“
- j) Es ist Herstellern freigestellt die Prüfungen zum RAL-Solar Umweltlastgrad Ziffer 2 auch an der technischen Kombination aus Modul und Montagesystem durchzuführen. Erteilte Angaben sind zwingend auf den in der Prüfung verwendeten Modultyp eines Herstellers und den Montagesystemtyp eines Herstellers beschränkt. Eine Verallgemeinerung der gewonnenen Ergebnisse ist unzulässig.
- k) Module müssen die Lasten der Prüfungen zum RAL-Solar Umweltlastgrad Ziffer 2 schadensfrei aufnehmen können. Es dürfen keine Schäden auftreten wie z.B. Brüche, Risse am Modul oder am Rahmen, verbogene oder verzogene Oberflächen, Brüche von Zellen, Verlust der mechanischen Stabilität, ...
- l) Nach Abschluss der Prüfungen zum RAL-Solar Umweltlastgrad Ziffer 1 und Ziffer 2 werden die Module noch einmal den Qualifikations-Tests Kennung 10.1, 10.2, 10.3 und 10.9 der Bauartzertifizierung von PV-Modulen IEC 61215 (bzw. IEC 61646) unterzogen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren. Bei Ergebnissen, die auch dazu geführt hätten, das das Prüfzertifikat entsprechend der IEC 61215 (bzw. IEC 61646) nicht hätte vergeben werden können, kann auch kein RAL-Solar Umweltlastgrad zugeteilt werden. Wenn bei der Bestimmung der Maximalleistung (Qualifikations-Test Kennung 10.2, Messung entsprechend IEC 60904) eine um mehr als 5% größere Abweichung nach unten auftritt, als im Rahmen der angegebenen Leistungstoleranz des Moduls zulässig, so kann ebenfalls kein RAL-Solar Umweltlastgrad zugeteilt werden. Toleranzen und Messungengenauigkeiten bei der Messung entsprechend IEC 60904 sind zu dokumentieren.
- m) Besonderheit: Eine Bauartzertifizierung von PV-Modulen entsprechend IEC 61215 oder IEC 61646 unter Berücksichtigung des Qualifikations-Tests 10.16 „Mechanische Belastbarkeit“ (Flächenzug- bzw. Druckbelastung mit 2.400 Pa) entspricht einem RAL-Solar Umweltlastgrad „RAL 1 1“. Eine Bauartzertifizierung von PV-Modulen entsprechend IEC 61215 oder IEC 61646 unter Berücksichtigung des Qualifikations-Tests 10.16 „Mechanische Belastbarkeit“ (Flächenzug- bzw. Druckbelastung mit 5.400 Pa) entspricht einem RAL-Solar Umweltlastgrad „RAL 1 3“.
- 2.1.1.5 Trag- und Sicherheitseigenschaften des Moduls**
- ... Die technischen Eigenschaften der Modul-Anschlussdosen müssen die Anforderungen der VVDE 0126-5 erfüllen.
- a) Allgemeine Anforderungen:
- Angabe der elektrischen Bemessungsgrößen Spannung und Strom,
  - Eignung zur dauerhaften Verwendung im Freien in einem Umgebungstemperaturbereich (-40 °C bis +95 °C),
  - spannungsführende Teile
- nicht mit dem Prüffinger nach IEC 60529 berührbar, dies gilt für alle Zustände bestimmungsgemäßen Gebrauchs,
- Schutzart der Gehäuse nicht beeinträchtigt, dies gilt für alle Zustände bestimmungsgemäßen Gebrauchs,
  - Witterungsbeständigkeit (Ozon, ISO 4892 mit [500 Stunden]),
  - Eignung für Außenanwendungen, Schutzart (EN 60529) (mindestens IP55),
  - Berührungsschutz (EN 60529),
  - Beständigkeit von stromführenden Teilen elektronischer Erzeugnisse gegen Entzündung und Beständigkeit anderer Teile gegen Entflammbarkeit (Glühdrahtprüfung nach DIN EN 60695-2-11),
  - Kennzeichnung (Spannung, IP, Hersteller, Typ, Gefahrenhinweise, etc.),
  - Nachweis der Isolationsfestigkeit (Stoss- und Hochspannungs-Test mit 6kV, IEC 60664),
  - doppelt oder verstärkt isoliert (IEC 60335-1/ IEC 61140),
  - Korrosion an Metallteilen darf die Sicherheit hinsichtlich elektrischer und mechanischer Kenngrößen nicht beeinträchtigen,
  - stromführende Teile müssen aus Metall sein, so dass im bestimmungsgemäßen Gebrauch unter den im Betriebsmittel auftretenden Bedingungen eine ausreichende mechanische Festigkeit, elektrische Leitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit gegeben ist,
  - unter feuchten Umgebungsbedingungen dürfen keine Metalle, die einen elektrochemischen Potentialunterschied von >350mV (entsprechend IEC 60943) haben, in Kontakt verwendet werden.
- b) Anforderungen für Modul-Anschlussdosen:
- Nachweis der maximal zulässigen DC-Spannung (Angabe Hersteller, Test nach EN 60998),
  - mechanische Festigkeit (Stahlkugelttest IEC 61721),
  - Kugeldruckprüfung (IEC 60695-10-2),
  - Nachweis der Klemmstellen mit Schraubklemmen (EN 60999),
  - Konformitätserklärung zu EN 60670,
  - Kabelverschraubungen (EN 50262),
  - Technische Zeichnungen, Dokumentation,
  - Austauschbarkeit von Bypassdioden,
  - Austauschbarkeit von Kabeln.
- c) Hersteller müssen Anschlussdosen durch folgende Angaben kennzeichnen und beschreiben:
- Name des Herstellers, Handelsmarke oder Ursprungskennzeichen,
  - Typbezeichnung,
  - Bemessungsstrom in Ampere (A),
  - Bemessungsspannungen oder Bemessungsisolationsspannung (V),
  - Bemessungsstoßspannung in Kilovolt (kV), wenn festgelegt,
  - Maximal zulässige Arbeitsspannung (V),
  - Verschmutzungsgrad,
  - Schutzgrad nach IEC 60529,
  - Temperaturbereich (untere und obere Umgebungstemperatur) wenn abweichend von der Norm,
  - Art der Anschlüsse,
  - anschließbare Leitung,
  - Bezugnahme auf die VVDE 0126-05,
  - Hinweis „Nicht Trennen unter Last“, entsprechendes Symbol,
  - Die Polarität der Steckverbinder (falls anwendbar),
  - Typ und Anzahl der Bypassdioden, falls vorhanden.
- d) Anforderungen an Photovoltaik-Steckverbinder:
- Steckverbinder müssen den Anforderungen der VDE 0126-3 entsprechen,
  - Werte für Bemessungsstrom und -spannung von Steckverbindern müssen mindestens mit den Bemessungswerten der Anschlussdose überein-

## Sunways Photovoltaic Report

[ 12 ]

**Performance pur. Wettbewerb genervt.** Der neue Solar-Inverter PT 30k mit HERIC®-Topologie von Sunways ist kompakt, leicht und schön. Dank seines maximalen Wirkungsgrades von bis zu 97,5 Prozent setzt er auch in puncto Ertrag neue Maßstäbe. Das technologische Konzept des Solar-Inverters PT 30k überzeugt auf der ganzen Linie. So verfügt er unter anderem über die neuste CAN-Bus-Technologie zur Invertervernetzung, über einen integrierten Webserver, über eine aktive Alarmierung und viele andere sinnvolle Eigenschaften für die professionelle Anlagenüberwachung.

Weitere Informationen über unsere Produkte und Ihren nächsten Ansprechpartner vor Ort erhalten Sie unter [www.sunways.de](http://www.sunways.de) oder auf Ihre Anfrage an [info@sunways.de](mailto:info@sunways.de)



**Sunways**  
Photovoltaic Technology

- stimmen,
- Leitungsanschluss und Verbindungen (IEC 60352, EN 60999, DIN 41611-4),
- mechanische Stabilität (Form, Haltbarkeit).

**2.1.1.7 Modulrahmen und Modul-Befestigung**

- Im Moduldatenblatt oder in einer Installationsanleitung müssen Vorgaben gemacht werden, wie und mit welchen Befestigungsmitteln das Modul sicher, herstellerkonform und verspannungsfrei zu montieren ist. Bei punktueller Klemmung sind die Anzahl und die Platzierung der Befestigungspunkte anzugeben. Außerdem sind die zulässigen statischen Lastgrade nach den Bedingungen des RAL-Solar Umweltlastgrades (Ziffer 2) verbindlich anzugeben. Hierbei ist eine Angabe der Kombination aus Modul und Montagesystem zulässig, wenn eine verbindliche Festlegung des Modultyps eines oder mehrerer Hersteller sowie des verwandten Montagesystems vorliegt.
- Bei gerahmten Modulen müssen Rahmenform, -höhe über dem Glas und Glaseinstand so bemessen sein, dass auch bei flachen Installationswinkeln Schmutz- und Wasserablagerungen sowie ein Schatteneinwurf auf die Zellen verhindert werden. In den Rahmen eingedrungenes Wasser muss ablaufen können.

**2.1.2 Wechselrichter**

Datenblätter von Wechselrichtern haben folgende Angaben aufzuführen:

**2.1.2.1 Wechselrichter-Datenblatt**

Kenngröße	Formelzeichen	Einheit
<b>Leistungsdaten:</b>		
Nennleistung DC	Pn DC	W
maximale DC-Eingangleistung	PDCmax	W
Nennleistung AC	Pn AC	W
maximale AC-Leistung	PACmax	W
Teilwirkungsgrade	$\eta(Uy, x\%)$	%
Max-Wirkungsgrad	$\eta_{max}\%$	%
Euro-Wirkungsgrad	$\eta_{Euro}$	%
Leistungsfaktor	cos j	
DC-Einschaltleistung	Pein	W
DC-Ausschaltleistung	Paus	W
Stand-By-Leistung	PStandBy	W
Nacht-Leistung	Pnacht	W
<b>Spannungen:</b>		
Nennspannung DC	Un DC	V
MPP-Spannungsbereich	MPPt	V
maximale DC-Spannung	UDCmax	V
Abschaltspannung	UDCab	V
Spannungsbereich AC		V
<b>Ströme:</b>		
Nennstrom DC	In DC	A
maximaler DC-Strom	IDCmax	A
Nennstrom AC	In AC	A
maximaler AC-Strom	IACmax	A
Klirrfaktor	k	%
<b>Sonstiges:</b>		
Maße (Höhe, Breite, Länge)		m
Gesamtgewicht		kg
Geräuschpegel		dB(A)
Temperaturbereich (Minimum, Maximum)	Tmin, Tmax	°C
Wirkungsgradänderung bei Tmax	$\Delta \eta_{Tmax}$	< %
Wirkungsgradänderung bei Abweichung von der DC Nennspannung	$\Delta \eta_U$	%/100 V
MPP-Wirkungsgrad	$\eta_{MPP}$	%
Überlastverhalten		Beschreibung
Art der Netzüberwachung		Beschreibung
Montageanleitung		Beschreibung
IP-Schutzgrad gemäß IEC 60529		Angabe
Isolationsüberwachung		Angabe
Anzahl der MPP-Tracker in Stück		Angabe

**2.1.2.2 Leistungsmessung des Wechselrichters, Teilwirkungsgrade**

Es muss die Messungen zur Bestimmung von Teilwirkungsgraden nach IEC 61683 ausgeführt werden. Darüber hinaus hat die Wirkungsgradbestimmung bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C +/- 2 °C und einer Netzspannung von 230 V +/- 2 V bei mehreren DC-Eingangsspannungen (Photovoltaik-Spannungen) zu erfolgen:

- 110% der kleinsten Spannung aus dem MPP-Spannungsbereich (1,1 x UMPP, min),
- DC-Nennspannung (Un DC),
- 67% der maximalen DC-Eingangsspannung (0,67 x UDCmax).

Die Teilwirkungsgrade  $\eta(Uy, x\%)$  werden für jede dieser DC-Eingangsspannungen Uy bei den Teilleistungen x% der DC-Nennleistung (x = 5, 10, 20, 30, 50, 100) bestimmt.

Es muss bei der Messung zur Bestimmung der Teilwirkungsgrade sichergestellt sein, dass die DC-Eingangsspannung Uy während der Messung konstant bleibt und die Eingangsleistung und die Ausgangsleistung des Prüflings direkt gemessen wird.

Ferner ist die Messgeschwindigkeit so zu wählen, dass sich ein stationärer Betriebszustand eingestellt hat.

Die zu den jeweiligen DC-Eingangsspannungen Uy gehörigen Euro-Wirkungsgrade  $\eta_{Euro, Uy}$  müssen mit folgender Formel aus den dazugehörigen Teilwirkungsgraden ermittelt werden. Zu jedem Euro-Wirkungsgrad ist anzugeben bei welcher DC-Eingangsspannung Uy er bestimmt wurde.

$$\eta_{Euro, Uy} = 0,03 \eta_{Uy, 5\%} + 0,06 \eta_{Uy, 10\%} + 0,13 \eta_{Uy, 20\%} + 0,1 \eta_{Uy, 30\%} + 0,48 \eta_{Uy, 50\%} + 0,2 \eta_{Uy, 100\%}$$

**2.1.5 Montagesysteme**

**2.1.5.1 Einwirkungen**

Für die Auslegung und den Standsicherheitsnachweis eines Montagesystems bzw. der Einheit Solargenerator und Montagesystem sind die Einwirkungen

**Bestimmung der Teilwirkungsgrade in Abhängigkeit der DC-Eingangsspannung Uy und der Teilleistungen**

Spannung Uy	Teilleistungen x % der DC-Nennleistung					
	x = 5 %	x = 10 %	x = 20 %	x = 30 %	x = 50 %	x = 100 %
1,1 x UMPP, min	$\eta_{1,1}(Uy, x)$	...	...	...	...	$\eta_{1,6}(Uy, x)$
Un DC	...	...	...	...	...	...
0,67 x UDCmax	$\eta_{3,1}(Uy, x)$	...	...	...	...	$\eta_{3,6}(Uy, x)$

und Lasten nach DIN EN 1991 (Eurocode 1) Teil 1-3 und 1-4 sowie DIN 1055 (Einwirkungen auf Tragwerke) zugrunde zu legen. Bei der Berechnung des statischen Nachweises gemäß DIN 1055 ist der erweiterte Kombinationslastfall Sk+Se (Schneelast und Schneeanhäufung) zu berücksichtigen.

**2.1.5.4 Lastannahmen und Statik**

Die Grenzbelastungen und Definition der Einsatzbereiche (Modulabmessungen, Modulrahmung, Dachdeckung, Dachkonstruktion, Dachneigung), und die Flächengewichte müssen angegeben werden. Für verschiedene Dacharten müssen entsprechende Dimensionierungstabellen mit Angabe der zu wählenden Einzelkomponenten vorhanden sein. Angaben in den Dimensionierungstabellen müssen dem Konzept eines Sicherheitsfensters folgen, d.h. maximale und minimale Abstände und Maße definieren. Der Hersteller sollte geeignete Berechnungsgrundlagen zur konkreten Auslegung, statische Berechnungen und Zulassungen zur Verfügung stellen. Bei der Berechnung des statischen Musternachweises gemäß DIN 1055 ist der erweiterte Kombinationslastfall Sk+Se (Schneelast und Schneeanhäufung) zu berücksichtigen.

**Anhang**

Anhang zu 0 2.1.1.4 Witterungsbeständigkeit von Modulen, der RAL-Solar Umweltlastgrad

Zur Verdeutlichung der Klassifikation der zugesagten Mindest-Widerstandsfähigkeit gegen Umweltlasten aus UV-Strahlung, Temperatur, Feuchte, Frost, Mechanik, Hagel, Zug und Kriechstrom)

**RAL Umweltlastgrad erste Ziffer (UV-Strahlung, Temperatur, Feuchte, Frost, Mechanik, Hagel, Zug und Kriechstrom)**

	RAL 1 x	RAL 1 x	RAL 1 x	RAL 2 x	RAL 3 x	RAL 4 x	RAL 5 x	RAL 6 x	RAL 7 x
IEC 61215 Standard entspricht RAL - 1 x									
Anzahl Module	2	2	2	mindestens 1	mindestens 1	mindestens 1	mindestens 1	mindestens 1	mindestens 1
UV-Vorkonditionierung	15 kWh	-	-	15 kWh	15 kWh	15 kWh	15 kWh	15 kWh	15 kWh
Feuchte/Wärme/Frost Prüfung	50 + 10 Zyklen -40° bis +85°C	200 Zyklen -40° bis +85°C	1.000h +85°C und 85% Feuchte	200 Zyklen -30° bis +95°C bei 100% Feuchte (kondensierend)	300 Zyklen -30° bis +95°C bei 100% Feuchte (kondensierend)	400 Zyklen -30° bis +95°C bei 100% Feuchte (kondensierend)	500 Zyklen -30° bis +95°C bei 100% Feuchte (kondensierend)	600 Zyklen -30° bis +95°C bei 100% Feuchte (kondensierend)	700 Zyklen -30° bis +95°C bei 100% Feuchte (kondensierend)
Mechanische Last	-	-	IEC 61215 Druck-Zug mit 2,4 kN/m <sup>2</sup>	IEC 61215 Druck-Zug mit 2,4 kN/m <sup>2</sup> + siehe RAL Ziffer 2	IEC 61215 Druck-Zug mit 2,4 kN/m <sup>2</sup> + siehe RAL Ziffer 2	IEC 61215 Druck-Zug mit 2,4 kN/m <sup>2</sup> + siehe RAL Ziffer 2	IEC 61215 Druck-Zug mit 2,4 kN/m <sup>2</sup> + siehe RAL Ziffer 2	IEC 61215 Druck-Zug mit 2,4 kN/m <sup>2</sup> + siehe RAL Ziffer 2	IEC 61215 Druck-Zug mit 2,4 kN/m <sup>2</sup> + siehe RAL Ziffer 2
Hageltest	-	-	Eiskugel 25mm mit 23m/s auf 11 Stellen	Eiskugel 25mm mit 23m/s auf 11 Stellen	Eiskugel 25mm mit 23m/s auf 11 Stellen	Eiskugel 25mm mit 23m/s auf 11 Stellen	Eiskugel 25mm mit 23m/s auf 11 Stellen	Eiskugel 25mm mit 23m/s auf 11 Stellen	Eiskugel 25mm mit 23m/s auf 11 Stellen
Festigkeit Anschlüsse	40 N Zug, Drehmoment	-	500 V oder Umax, sys	500 V oder Umax, sys	500 V oder Umax, sys	500 V oder Umax, sys	500 V oder Umax, sys	500 V oder Umax, sys	500 V oder Umax, sys
Kriechstromprüfung unter Benässung	500 V oder Umax, sys	500 V oder Umax, sys	500 V oder Umax, sys	500 V oder Umax, sys	500 V oder Umax, sys	500 V oder Umax, sys	500 V oder Umax, sys	500 V oder Umax, sys	500 V oder Umax, sys

**RAL Umweltlastgrad zweite Ziffer (statische Last)**

Umweltlastklasse	Schneelast Sk	Gesamtlast bei 30° =Sk+Sc (b=1m)	Höhengrenze (m) von Module mit 30° Neigung laut Schneelastkarte DIN 1055					Resultierende Hangabtriebslast auf Rahmen Fs
			Zone 1	Zone 1a	Zone 2	Zone 2a	Zone 3	
RAL x 1	1,97 kN/m <sup>2</sup>	2,40 kN/m <sup>2</sup>	ok	700	575	500	425	keine, da IEC 61215 normal (2,4 kN/m <sup>2</sup> )
RAL x 2	2,32 kN/m <sup>2</sup>	3,00 kN/m <sup>2</sup>	ok	800	675	575	525	0,93 kN/m
RAL x 3	3,50 kN/m <sup>2</sup>	5,40 kN/m <sup>2</sup>	ok	ok	850	725	625	keine, da IEC 61215 erweitert (5,4 kN/m <sup>2</sup> )
RAL x 4	3,75 kN/m <sup>2</sup>	6,00 kN/m <sup>2</sup>	ok	ok	900	750	675	1,50 kN/m
RAL x 5	4,89 kN/m <sup>2</sup>	9,00 kN/m <sup>2</sup>	ok	ok	1.075	925	825	1,95 kN/m
RAL x 6	5,86 kN/m <sup>2</sup>	12,00 kN/m <sup>2</sup>	ok	ok	1.175	1.025	900	2,34 kN/m
RAL x 7	6,72 kN/m <sup>2</sup>	15,00 kN/m <sup>2</sup>	ok	ok	ok	1.125	1.000	2,69 kN/m

Definition der Schneelast Sk, der Schneelast Se sowie der resultierenden Hangabtriebslast Fs ergeben sich aus der DIN 1055.

geben für ordnungsgemäßen und geprüften Service und Betrieb photovoltaischer Anlagen.

Diese Besonderen Güte- und Prüfbestimmungen für Service und Betrieb photovoltaischer Anlagen gelten nur in Verbindung mit den Allgemeinen Güte- und Prüfbestimmungen für Solarenergieanlagen.

**2 Gütebestimmungen**

Die Gütebestimmungen dieses Geltungsbereiches sollen sicherstellen, dass eine photovoltaische Anlage langfristig zuverlässig arbeitet, die gewünschten Erträge erwirtschaftet und der einwandfreie technische Zustand der Anlage langfristig erhalten bleibt.

**Teil I: Wartung bei Überwachung durch Anlageneigentümer**

Teil I der Güte- und Prüfbestimmungen RAL-GZ 966, P4 beschreibt die Wartung bei einer störungsfrei arbeitenden photovoltaischen Anlage, die vom Anlageneigentümer betrieben und auch überwacht wird. Der Anlageneigentümer beauftragt von sich aus in regelmäßigen Abständen und im Bedarfsfall einen Dienstleister, der dann die Wartung gemäß RAL-GZ 966, P4, Teil I durchführt.

- a) Eine Wartung erfolgt nach Beauftragung durch den Anlageneigentümer.
- b) Der Anlageneigentümer vereinbart mit der mit der Wartung beauftragten Person/Firma den

RAL Umweltlastgrad zweite Ziffer (statische Last)

RAL - 1	entspricht IEC 61215 Drucklast normal (2,4 kN/m <sup>2</sup> )
RAL - 2	
RAL - 3	entspricht IEC 61215 Drucklast erweitert (5,4 kN/m <sup>2</sup> )
RAL - 4	
RAL - 5	
RAL - 6	
RAL - 7	
Anzahl der Sandsackreihen á 4 Stck. bei 30° Modulneigung und Rahmen mit erhöhtem Reibkoeffizienten	

- Termin der Wartung.
- c) Die im Rahmen der Wartung vorgenommenen und geplanten Maßnahmen an der photovoltaischen Anlage sind zu dokumentieren. Sollten die Maßnahmen das Ausführen von Arbeiten beinhalten, sind die Ausführungen nach 2.2 zu beachten. Bezüglich der geplanten Maßnahmen ist ein Wartungsprotokoll anzufertigen. Dieses Wartungsprotokoll geht darüber hinaus auch noch mindestens auf die im zugehörigen Kapitel 2.1 „Wartungsprotokoll“ aufgeführten Punkte ein.
- d) Die mit der Wartung beauftragte Person/Firma macht dem Anlageneigentümer einen Vorschlag für zukünftig sinnvolle Wartungsrythmen. Hierbei ist vor allem auf eventuell auslaufende Garantie- und Eichzeiträume zu achten.

**2.1. Wartungsprotokoll**

- a) Bei einem Vor-Ort-Termin wird die Anlage von einem Fachmann in Augenschein genommen.
- b) Gesetzliche und behördliche Vorschriften sind einzuhalten. (Sicherheitsvorschriften, Vorschriften zur Arbeitssicherheit und Vorschriften der Berufsgenossenschaft)
- c) Wenn die Betriebsbereitschaft der Anlage oder von Teilen der Anlage nicht gegeben ist z.B. aufgrund ungünstiger Einstrahlungsverhältnisse oder Betriebsstörungen, so sind die Punkte aus dem Wartungsprotokoll nachzuarbeiten, die eine volle Funktionsbereitschaft der Anlage voraussetzen (z.B. Aufnahme der Messdaten).

**2.1.1 Inbetriebnahmeprotokoll Netzbetreiber**

Inbetriebnahmeprotokoll / Fertigstellungsanzeige vom Netzbetreiber liegt ausgefüllt vor. (ja/nein), Bemerkung

**2.1.2 Allgemeine Angaben**

Angaben zum Anlageneigentümer, zum Anlagenstandort und zur mit der Wartung beauftragten Person/Firma:

- a) Name, Vorname und Anschrift des Anlageneigentümers sind im Wartungsprotokoll zu benennen.
- b) Standort der Anlage (nur falls abweichend von Anschrift des Anlageneigentümers).
- c) Name, Vorname, Anschrift und Firma der Person/Firma, die die Wartung vornimmt, sind im Wartungsprotokoll zu benennen, eventuell weitere beteiligte Unternehmen sind zu benennen.
- d) Das Datum der Wartung (Tag, Monat, Jahr) ist zu dokumentieren.

**2.1.3 Technische Anlagendaten**

- a) Anlagendokumentation. Ist die Anlagendokumentation unvollständig, so ist dies zu dokumentieren. Falls der Anlageneigentümer einen entsprechenden Auftrag erteilt, kann die mit der Wartung beauftragte Person/Firma im Rahmen ihrer Möglichkeiten die Anlagendokumentation aktualisieren und vervollständigen. Zur vollständigen Dokumentation gehören mindestens folgende Unterlagen:
  - Konformitätserklärungen,
  - Unbedenklichkeitsbescheinigungen,
  - Bescheinigung zur selbsttätigen Freischaltstelle nach VDE

- 0126 Teil 1-1 (z.B. ENS oder vergleichbare Einrichtung), Technische Unterlagen und Datenblätter der wesentlichen Komponenten,
- Messprotokolle (so vorhanden),
- Seriennummern der installierten Module mit mindestens strangweiser Zuordnung zur Verschaltung,
- Zertifikate,
- Garantiebescheinigungen,
- Eichschein bei kundeneigenen Einspeisezählern (wenn vorhanden),
- Versicherungspolice (Kopie) (so vorhanden),
- Dachplan mit Modulbelegung, Modulverschaltung und Wechselrichterzuordnung,
- Betriebsanleitung insb. Wechselrichter,
- Betriebsanleitung Funktions-, Ertrags-, Daten(fern)überwachung (wenn vorhanden),
- Montageanleitungen der wesentlichen Komponenten,
- Inbetriebnahmeprotokoll des Netzbetreibers,
- Service-Telefonnummern,
- Dokumentation des Kundengesprächs (Standortbeurteilung) gemäß den Besonderen Güte- und Prüfbestimmungen P2 (wenn vorhanden). Z.B. durch Formblatt „dokumentiertes Kundengespräch (Standortbeurteilung)“,
- Nachweis zur Kundeneinweisung z. B. durch Formblatt zur „Kundeneinweisung gemäß RAL P3“,
- Formblatt zum selbstständigen Erfassen der Ertragsdaten durch den Kunden/ Anlageneigentümer (z.B. monatlicher Zählerstand), sind die Unterlagen alle mit Datum versehen bzw. gestempelt oder paraphiert? (ja/nein), Bemerkung
- b) ausgeführte Generatormennleistung (PPV) in kWp,
- c) eingesetzte Module (Hersteller, Typ, Anzahl),
- d) eingesetzte Wechselrichter (Hersteller, Typ, Anzahl, Wechselrichter Nennleistung AC),
- e) Modulanzahl pro Strang,
- f) Anzahl Stränge pro Wechselrichter,
- g) äußerer Blitzschutz vorhanden? (ja/nein), Bemerkung Wenn ja, fachgerechte Einbindung erfolgt/nicht erfolgt,
- h) Strang Sicherungen (wenn vorhanden) (Hersteller, Typ, Spannung/ Strom),
- i) Strangdioden (wenn vorhanden) (Hersteller, Typ, Spannung/Strom),
- j) DC-Freischalter (Hersteller, Typ, Spannung/Strom) die Kontrolle ergab: in Ordnung / beanstandet, Bemerkung,
- k) DC-seitige Überspannungsableiter (wenn vorhanden) (Hersteller, Typ, Spannung/Strom) die Kontrolle ergab: in Ordnung / beanstandet, Bemerkung,
- l) AC-seitige Überspannungsableiter (wenn vorhanden) (Hersteller, Typ, Spannung/Strom) die Kontrolle ergab: in Ordnung / beanstandet, Bemerkung,
- m) AC-seitiger RCD-Schalter (wenn vorhanden) (Hersteller, Typ, Spannung/Strom) die Kontrolle ergab: in Ordnung / beanstandet, Bemerkung,

- n) AC-seitige Sicherung (Hersteller, Typ, Spannung/Strom) die Kontrolle ergab: in Ordnung / beanstandet, Bemerkung,
- o) Potentialausgleich lückenlos und fachgerecht ausgeführt (ja/nein),
- p) Funktions-, Ertrags-, Daten(fern)überwachung (wenn vorhanden) (Hersteller, Typ) die Kontrolle ergab: in Ordnung / beanstandet, Bemerkung, die Kontrolle umfasst mindestens den Nachweis der Funktionstüchtigkeit der gesamten Überwachungskette,
- q) Ausführung Erdungswiderstand in Ordnung / beanstandet, Bemerkung Bei Messung: Erdungswiderstand des Hausers (PAS) in Ohm, Angabe des verwendeten Messgerätes: Hersteller, Typ, Datum der Messung,
- r) Angabe Isolationswiderstand PV-Generator in Ordnung / beanstandet, Bemerkung Bei Messung: Isolationswiderstand PV-Generator in MΩ (+/- 0,5 MΩ), Angabe des verwendeten Messgerätes: Hersteller, Typ, Datum der Messung,
- s) Angabe Isolationswiderstand DC-Hauptleitung in Ordnung / beanstandet, Bemerkung Bei Messung: Isolationswiderstand DC-Hauptleitung in MΩ (+/- 0,5 MΩ), Angabe des verwendeten Messgerätes: Hersteller, Typ, Datum der Messung.

**2.1.4 Prüfungen**

Sichtprüfungen, Abgleich mit der Anlagendokumentation. Bei den aufgeführten Punkten ist jeweils zu dokumentieren, ob sie „in Ordnung“ sind oder „beanstandet“ werden müssen. Falls Beanstandungen vorliegen, sind diese in geeigneter Form zu dokumentieren (z.B. Foto mit Aufnahmedatum und Beschreibung).

- a) Anlagenmontage- und Installationsorte ohne sichtbare Schäden an Anlage, Dach, Gebäude, ... Insbesondere in Hinblick auf optische Veränderungen, Auffälligkeiten, Zell- und/oder Glasbruch der Module, Marderbiss, Schädigung durch Witterungseinflüsse (z.B. UV-Strahlung), ...
- b) Schmutz, Ablagerungen, Anhaftungen, Bewuchs, (z.B. Flechten, Moose), ... vor allem an/ auf den Modulen und am Wechselrichter (Lüfter, Gitter, Kühlrippen, ...),
- c) Dachdurchdringungen / Abdichtungen,
- d) Montagesystem (Montagefehler, Standfestigkeit, Korrosion, ...),
- e) Verkabelung / Leitungsführung,
- f) Wechselrichter, Wechselrichterfunktion,
- g) Funktionsprüfung der Schutzrichtungen, sofern nicht unter 2.1.3 erfolgt,
- h) Einspeisekontrolle am Zähler,
- i) Funktions-, Ertrags-, Daten(fern)überwachung (wenn vorhanden), sofern nicht unter 2.1.3 erfolgt,
- j) Abgleich mit der bestehenden Anlagendokumentation in Hinblick auf bauliche oder allgemeine Veränderungen. Sämtliche Abweichungen zur bestehenden Anlagendokumentation sind zu dokumentieren.

**2.1.5 Plausibilitätskontrolle**

Aufnahme der Werte zum Wartungzeitpunkt, Angabe ob geschätzt oder gemessen. Bei Messung Angabe des verwendete-

- ten Messgerätes: Hersteller, Typ.
- Anlage voll funktionstüchtig? (ja/nein), Bemerkung,
  - gemessene Einstrahlung in W/m<sup>2</sup> oder geschätzte Einstrahlung in W/m<sup>2</sup> (Genauigkeit +/- 200 Watt/m<sup>2</sup>),
  - gemessene Außentemperatur in °C oder geschätzte Außentemperatur in °C (Genauigkeit +/- 5 Grad Celsius),
  - gemessene/geschätzte Anlagenleistung DC in kWp (Genauigkeit +/- 10 %, z.B. Messgerät oder Anzeige Wechselrichter Display),
  - gemessene/geschätzte Anlagenleistung AC in kWp (Genauigkeit +/- 10 %, z.B. Messgerät oder Anzeige Wechselrichter Display).

### 2.1.6 Zählerdaten

- Es sind Zählernummer und Zählerstand des Einspeisezählers und Zählernummer und Zählerstand des PV-Bezugszählers (falls vorhanden) in kWh zu dokumentieren. Es ist festzuhalten, ob kundeneigene Zähler oder Zähler des Netzbetreibers eingesetzt sind.
- Die Gültigkeit der Eichzeiten der Zähler ist zu kontrollieren. Bei bereits überschrittenen Eichzeiten bzw. wenn damit zu rechnen ist, dass Eichzeiten bis zur nächsten planmäßigen Wartung der Anlage überschritten sein werden, ist dies zu dokumentieren.

### 2.1.7 Messdaten

Über die hier genannten Anforderungen hinausgehende Messungen z.B. mittels eines Kennlinienmessgerätes sind sinnvoll und jederzeit möglich, im Rahmen der Güte- und Prüfbestimmungen aber nicht gefordert.

- Leerlaufspannung UL pro Strang in V,
- Kurzschlussstrom IK pro Strang in A,
- nur bei Anlagen mit Rückstromdiode: Spannungsabfall über Diode (im Kurzschluss) UK,D in mV,
- nur bei Anlagen mit Strangsicherungen: Spannungsabfall über Sicherung incl. Kontakte (im Kurzschluss) UK,Sich in mV.

### 2.1.8 Wartungsarbeiten

- Wenn die mit der Wartung betraute Person/Firma eine Abweichung vom Sollzustand bzw. Verstöße gegen Herstellerangaben, Verstöße gegen gesetzliche Vorgaben, Verstöße gegen geltendes Recht, Verstöße gegen anerkannte Regeln der Technik bzw. den aktuellen Stand der Technik, Verstöße gegen Regelwerksauflagen der andere in irgendeiner Form unzulässige Zustände oder Veränderungen am System bemerkt, so ist darauf im Wartungsprotokoll schriftlich hinzuweisen.
- Wenn Meldungen, Fehlermeldungen oder Störungen durch die Datenfernüberwachung oder durch sonstige Einrichtungen verzeichnet wurden, sind diese zu dokumentieren und zu interpretieren.
- Notwendige und noch nicht notwendige aber sinnvolle Wartungsarbeiten, Instandhaltungsarbeiten, Austauscharbeiten oder Reparaturarbeiten sind als solche gekennzeichnet aufzuzählen. Es ist auch der Grund für die Instandhaltung, den Austausch, die Reparatur anzugeben.

**2.1.9 Ertragsmindernde Faktoren**  
Ertragsmindernde Faktoren werden dokumentiert und bewertet. Maßnahmen zur Minimierung der Auswirkungen durch ertragsmindernde Faktoren sind vorzuschlagen.

### 2.1.10 Unterschrift

Die mit der Wartung beauftragte Person/Firma bestätigt durch Unterzeichnung des Wartungsprotokolls, dass sich die Anlage bis auf die genannten notwendigen und noch nicht notwendigen aber sinnvollen Wartungsarbeiten, Instandhaltungsarbeiten, Austauscharbeiten oder Reparaturarbeiten in einem einwandfreien Zustand befindet. Die Unterzeichnung umfasst: Datum, Ort, Unterschrift der mit der Wartung beauftragten Person/Firma.

### 2.2. Ausführen von Arbeiten

- Instandhaltung, Austausch und Reparatur darf nur nach Absprache mit dem Anlageneigentümer erfolgen. Vor Beginn von Arbeiten hat also eine Beauftragung durch den Anlageneigentümer zu erfolgen.
- Vor Beginn der Arbeiten kann eine Bagatellgrenze vereinbart werden. Die vereinbarte Bagatellgrenze ist schriftlich zu dokumentieren und durch beidseitige Unterschrift zu bestätigen.
- Eine oder mehrere Arbeiten, die in ihrer Summe die Bagatellgrenze nicht überschreiten, können ohne Beauftragung durch den Anlageneigentümer vorgenommen werden. Eine oder mehrere Arbeiten, die in ihrer Summe die Bagatellgrenze überschreiten, muss/müssen angeboten und vom Anlageneigentümer beauftragt werden.
- Jede vorgenommene Instandhaltung, jeder Austausch und jede Reparatur ist zu dokumentieren. Es ist auch der Grund für die Instandhaltung, den Austausch, die Reparatur anzugeben.
- Beim Einsatz von Reinigungs- und Verbrauchsmitteln ist auf deren Umweltfreundlichkeit zu achten. Beim Einsatz von Schmiermitteln (z.B. bei beweglichen Teilen von Nachführsystemen) ist auf deren biologische Abbaubarkeit zu achten.
- Nach Beendigung von Arbeiten an Komponenten sind diese und das Gesamtsystem auf volle Funktionsfähigkeit hin zu überprüfen.
- Nach Beendigung der Arbeiten ist die Baustelle zu reinigen (z.B. Metallspäne auf Foliendach).

### 2.3. Betriebliche Anforderungen

Es ist eine firmeninterne Liste von Referenzanlagen zu führen, die einen Überblick über die vorhandene Erfahrung bietet.

### 2.4. Personelle Anforderungen

- Gütezeichenbenutzer müssen über qualifiziertes Fachpersonal für die Anforderungen an Service und Betrieb photovoltaischer Anlagen verfügen.
- Der ausführende Betrieb muss Verfahren zur Schulung des Personals, welches qualitätsrelevante Ausführungstätigkeiten ausführt, einführen und aufrechterhalten. Entsprechende Aufzeichnungen über Schulungen sind zu führen.

**Teil II: Störungsbehebung bei Überwachung durch Anlageneigentümer**  
Teil II der Güte- und Prüfbestimmungen RAL-GZ 966, P4 beschreibt die Störungsbehebung bei einer photovoltaischen Anlage, die vom Anlageneigentümer betrieben und auch überwacht wird. Der Anlageneigentümer beauftragt von sich aus im Bedarfsfall einen Dienstleister, der dann die Störungsbehebung gemäß RAL-GZ 966, P4, Teil II durchführt.

- Eine Kontrolle, die die Störungsbehebung einleitet, erfolgt durch den Dienstleister wenn dieser durch den Anlageneigentümer beauftragt wurde.
- Die im Rahmen der Kontrolle zur Störungsbehebung vorgenommenen und geplanten Maßnahmen an der photovoltaischen Anlage sind zu dokumentieren. Sollten die Maßnahmen das Ausführen von Arbeiten beinhalten, sind die Ausführungen nach 2.4 zu beachten. Bezüglich der geplanten Maßnahmen ist ein Wartungsprotokoll anzufertigen. Dieses Wartungsprotokoll geht darüber hinaus auch noch mindestens auf die im zugehörigen Kapitel 2.5 „Protokoll zur verkürzten Wartung“ aufgeführten Punkte ein.
- Sollte die Kontrolle ergeben, dass die Störung ohne Vor-Ort-Termin zu beheben ist, so können geeignete Maßnahmen in Absprache mit dem Anlageneigentümer vorgenommen werden. Die Maßnahmen sind zu dokumentieren. Eine über diese Maßnahmen hinausgehende Wartung samt Wartungsprotokoll ist dann nicht notwendig.

### 2.5. Protokoll zur verkürzten Wartung

- Bei einem Vor-Ort-Termin wird die Anlage von einem Fachmann in Augenschein genommen.
- Gesetzliche und behördliche Vorschriften sind einzuhalten (Sicherheitsvorschriften, Vorschriften zur Arbeitssicherheit und Vorschriften der Berufsgenossenschaft).
- Wenn die Betriebsbereitschaft der Anlage oder von Teilen der Anlage nicht gegeben ist, z.B. aufgrund ungünstiger Einstrahlungsvhältnisse oder Betriebsstörungen, so sind die Punkte aus dem Wartungsprotokoll nachzuarbeiten, die eine volle Funktionsbereitschaft der Anlage voraussetzen (z.B. Aufnahme der Messdaten).
- Name, Vorname und Anschrift des Anlageneigentümers sind im Wartungsprotokoll zu benennen.
- Name, Vorname, Anschrift und Firma der Person/Firma, die die Wartung vornimmt, sind im Wartungsprotokoll zu benennen, eventuell weitere beteiligte Unternehmen sind zu benennen.
- Das Datum der Wartung (Tag, Monat, Jahr) ist zu dokumentieren.
- Sichtprüfungen. Bei den aufgeführten Punkten ist jeweils zu dokumentieren, ob sie „in Ordnung“ sind oder „beanstandet“ werden müssen. Falls Beanstandungen vorliegen, sind diese in geeigneter Form zu dokumentieren (z.B. Foto mit Aufnahmedatum und Beschreibung).
  - Anlagenmontage- und Installationsorte ohne sichtbare Schäden an Anlage, Dach, Gebäude, ...
  - Wechselrichter, Wechselrichterfunktion,

- Einspeisekontrolle am Zähler,
  - Funktions-, Ertrags-, Daten(fern)überwachung.
- Es sind Zählernummer und Zählerstand des Einspeisezählers und Zählernummer und Zählerstand des PV-Bezugszählers (falls vorhanden) in kWh zu dokumentieren.
  - Wenn die mit der Wartung betraute Person/Firma Verstöße gegen Herstellerangaben, Verstöße gegen gesetzliche Vorgaben, Verstöße gegen geltendes Recht, Verstöße gegen anerkannte Regeln der Technik bzw. den aktuellen Stand der Technik, Verstöße gegen Regelwerksauflagen der andere in irgendeiner Form unzulässige Zustände oder Veränderungen am System bemerkt, so ist darauf im Wartungsprotokoll schriftlich hinzuweisen.
  - Wenn Meldungen, Fehlermeldungen oder Störungen durch die Datenfernüberwachung oder durch sonstige Einrichtungen verzeichnet wurden, sind diese zu dokumentieren und zu interpretieren.
  - Notwendige und noch nicht notwendige aber sinnvolle Wartungsarbeiten, Instandhaltungsarbeiten, Austauscharbeiten oder Reparaturarbeiten sind als solche gekennzeichnet aufzuzählen. Es ist auch der Grund für die Instandhaltung, den Austausch, die Reparatur anzugeben.
  - Die mit der Wartung beauftragte Person/Firma bestätigt durch Unterzeichnung des Wartungsprotokolls, dass sich die Anlage bis auf die genannten notwendigen und noch nicht notwendigen aber sinnvollen Wartungsarbeiten, Instandhaltungsarbeiten, Austauscharbeiten oder Reparaturarbeiten in einem einwandfreien Zustand befindet. Die Unterzeichnung umfasst: Datum, Ort, Unterschrift der mit der Wartung beauftragten Person/Firma.

### 2.6. Ausführen von Arbeiten

Für das Ausführen von Arbeiten gemäß RAL-GZ 966 P4, Teil II gelten die in Teil I, Kapitel 2.2 gestellten Anforderungen.

### 2.7. Betriebliche und personelle Anforderungen

Für die betrieblichen und personellen Anforderungen gelten die Bestimmungen aus Teil I, Kapitel 2.3 und 2.4.

### Teil III: Wartung, Störungsbehebung bei Überwachung durch Dienstleister

Teil III der Güte- und Prüfbestimmungen RAL-GZ 966, P4 beschreibt die Wartung und Störungsbehebung einer photovoltaischen Anlage, die vom Anlageneigentümer betrieben und durch einen Dienstleister mittels Datenfernüberwachung überwacht wird. Der Dienstleister führt von sich aus in regelmäßigen Abständen eine Wartung bzw. im Bedarfsfall eine Störungsbehebung gemäß RAL-GZ 966, P4, Teil III durch.

- Um zeitnahe Maßnahmen zum einwandfreien Betrieb der Anlage zu gewährleisten, ist eine kontinuierliche Erfassung und Auswertung der Ertragsdaten notwendig. Ein Servicevertrag beinhaltet eine fernüberwachte Kontrolle der Anlagendaten durch den Dienstleister. Eine Einrichtung zur Ertragsdatenfernüberwachung mit Datenübermittlung an den Dienstleister ist Voraussetzung für eine Wartung

- gemäß RAL-GZ 966, P4, Teil III.
- a) Eine Wartung bzw. Störungsbehebung erfolgt durch den Dienstleister wenn:
    - aufgrund des im Servicevertrag definierten Wartungsintervalls eine Wartung ansteht. Nähere Ausführungen siehe Kapitel 2.8,
    - aufgrund einer Meldung der Ertragsdatenfernüberwachung eine Kontrolle bzw. Störungsbehebung der Anlage erforderlich ist. Nähere Ausführungen siehe Kapitel 2.9.
  - b) Die mit der Wartung/Störungsbehebung beauftragte Person/Firma macht dem Anlageneigentümer einen Vorschlag für zukünftig sinnvolle Wartungsrythmen. Hierbei ist vor allem auf eventuell auslaufende Garantie- und Eichzeiträume zu achten.

**2.8. Wartungsprotokoll bei Wartung innerhalb Wartungsintervall**

- a) Eine Wartung erfolgt durch den Dienstleister, wenn aufgrund des im Servicevertrag definierten Wartungsintervalls eine Wartung ansteht.
- b) Die im Rahmen der Wartung vorgenommenen und geplanten Maßnahmen an der photovoltaischen Anlage sind zu dokumentieren. Sollten die Maßnahmen das Ausführen von Arbeiten beinhalten, sind die Ausführungen nach 2.10 zu beachten. Bezüglich der geplanten Maßnahmen ist ein Wartungsprotokoll anzufertigen. Dieses Wartungsprotokoll geht darüber hinaus auch noch mindestens auf die im zugehörigen Kapitel 2.1 „Wartungsprotokoll“ aufgeführten Punkte ein.
- b) Die mit der Wartung/Störungsbehebung beauftragte Person/Firma teilt dem Anlageneigentümer den Termin der Wartung/ Störungsbehebung rechtzeitig im Vorfeld mit.

**2.9. Störungsbehebung und -protokollierung aufgrund Meldung Datenfernüberwachung**

- a) Das Einleiten von Maßnahmen zur Störungsbehebung erfolgt durch den Dienstleister, wenn aufgrund einer Meldung der Ertragsdatenfernüberwachung eine Kontrolle zur Störungsbehebung der Anlage erforderlich ist.
- b) Eine Kontrolle zur Störungsbehebung der Anlage ist erforderlich, wenn:
  - die Datenfernüberwachung eine Störung meldet,
  - aufgrund der Auswertung der Ertragsdaten bei taggenauer Betrachtung auf einen Ertragsverlust von mindestens 10 %, bezogen auf die Anlage im ungestörten Betrieb, geschlossen werden kann und gleichzeitig der Tagesertragsverlust mindestens 1 kWh/kWp beträgt.
- c) Wenn eine Kontrolle zur Störungsbehebung der Anlage erforderlich ist, hat der Dienstleister den Anlageneigentümer unverzüglich in Kenntnis zu setzen und ebenfalls unverzüglich Maßnahmen zur Störungsbehebung bzw. Maßnahmen zur Eindämmung des Ertragsverlustes einzuleiten. "Unverzüglich" im Sinne dieser Güte- und Prüfbestimmung bedeutet, dass der Ertragsverlust bis zum Einleiten von Maßnahmen

- 15 kWh/kWp nicht überschreiten darf.
- d) Die im Rahmen der Kontrolle zur Störungsbehebung geplanten Maßnahmen an der photovoltaischen Anlage sind zu dokumentieren. Sollten die Maßnahmen das Ausführen von Arbeiten beinhalten, sind die Ausführungen nach 2.10 zu beachten. Bezüglich der geplanten Maßnahmen ist ein Wartungsprotokoll anzufertigen. Dieses Wartungsprotokoll geht darüber hinaus auch noch mindestens auf die im zugehörigen Kapitel 2.5 „Protokoll zur verkürzten Wartung“ aufgeführten Punkte ein.
- e) Sollte die Kontrolle ergeben, dass die von der Datenfernüberwachung gemeldete Störung ohne Vor-Ort-Termin zu beheben ist, so können geeignete Maßnahmen in Absprache mit dem Anlageneigentümer vorgenommen werden. Die Maßnahmen sind zu dokumentieren. Eine über diese Maßnahmen hinausgehende Wartung samt Wartungsprotokoll ist dann nicht notwendig.

**2.10. Ausführen von Arbeiten**

Für das Ausführen von Arbeiten gemäß RAL-GZ 966 P4, Teil III gelten die in Teil I, Kapitel 2.2 gestellten Anforderungen.

**2.11. Betriebliche und personelle Anforderungen**

Für die betrieblichen und personellen Anforderungen gelten die Bestimmungen aus Teil I, Kapitel 2.3 und 2.4.

**Teil IV: Betrieb der Anlage durch einen Dienstleister**

Teil IV der Güte- und Prüfbestimmungen RAL-GZ 966, P4 beschreibt die Wartung, Störungsbehebung und Betrieb einer photovoltaischen Anlage, die nicht vom Anlageneigentümer, sondern von einem Dienstleister betrieben und durch diesen Dienstleister mittels Datenfernüberwachung überwacht wird. Der Dienstleister übernimmt alle für einen zuverlässigen und sicheren Anlagenbetrieb erforderlichen Aufgaben. Dazu zählen auch kaufmännische Tätigkeiten zur Kontrolle und Einleitung von Maßnahmen. Der Dienstleister führt von sich aus in regelmäßigen Abständen und im Bedarfsfall eine Wartung bzw. Kontrolle oder Störungsbehebung gemäß RAL-GZ 966, P4, Teil IV durch.

**2.12. Aufgaben zum Anlagenbetrieb**

- a) Die mit dem Anlagenbetrieb beauftragte Person/Firma übernimmt selbstständig alle für einen zuverlässigen und sicheren Anlagenbetrieb erforderlichen Aufgaben und kaufmännische Tätigkeiten.
- b) Die Bestimmungen eines Dachnutzungsvertrages (wenn vorhanden) sind einzuhalten. Die mit dem Anlagenbetrieb beauftragte Person/Firma setzt sich selbstständig für Rechte und Pflichten ein, die sich aus dem Dachnutzungsvertrag ergeben.
- c) Die Bestimmungen von Versicherungsverträgen (soweit vorhanden) sind einzuhalten. Die mit dem Anlagenbetrieb beauftragte Person/Firma setzt sich selbstständig für Rechte und Pflichten ein, die sich aus Versicherungsverträgen ergeben. Hierzu zählen auch Ansprüche aus einer Ertragsausfall-Versicherung.
- d) Die Bestimmungen von Garantien (z.B. Leistungsgarantie des Modul-

- herstellers, soweit vorhanden) sind einzuhalten. Die mit dem Anlagenbetrieb beauftragte Person/Firma setzt sich selbstständig für Rechte und Pflichten ein, die sich aus Garantien ergeben.
- e) Wartungsprotokolle sind über mindestens 21 Jahre aufzubewahren.
- f) Die korrekte Abrechnung mit dem Netzbetreiber ist von der mit dem Anlagenbetrieb beauftragten Person/Firma vorzunehmen. Die Abrechnung ist zu dokumentieren und über mindestens 21 Jahre aufzubewahren.
- g) Falls ein Kapitaldienstleister in Anspruch genommen wurde, setzt sich die mit dem Anlagenbetrieb beauftragte Person/Firma selbstständig für Rechte und Pflichten ein, die sich hieraus ergeben. Falls eine problemlose Bedienung des Kapitaldienstes nicht möglich ist, sind Maßnahmen mit dem Anlageneigentümer abzustimmen.
- h) Wurden im Rahmen der Wartung der Störungsbehebung oder des Betriebs der Anlage Dritte beauftragt, so sind deren Ausführungen nachzuverfolgen bzw. zu überprüfen.
- i) Es ist ein Jahresbericht zur Anlage zu erstellen und mit Datum und Unterschrift dem Eigentümer bis zum 28.2. des Folgejahres zu übergeben. Im Jahresbericht ist mindestens auf folgende Punkte einzugehen:
  - Dokumentation zu sämtlichen Vorgängen im Rahmen der Wartung, der Störungsbehebung und dem Ausführen von Arbeiten (Wartungsprotokolle, Protokolle der verkürzten Wartung, Dokumentation der ausgeführten Arbeiten),
  - Erträge: Interpretation der aktuellen Jahreserträge, Vergleich mit Prognose, Berücksichtigung des Wetters, Perspektive für Folgejahre,
  - Erträge: Vergleich mit Wert der Ertragsprognose falls vorhanden; sonst ist zu Beginn des Betriebs eine entsprechende Ertragsprognose zu erstellen,
  - Erträge: langfristige Ertragsauswertung, Interpretation der langfristigen Ertragsauswertung z.B. um schleichende Ertragsabsenkung festzustellen,
  - Stand laufende Verfahren (Versicherung, Garantiefälle),
  - Wirtschaftlichkeit: Einnahmen aus Vergütung, Ersatzleistungen, laufende Ausgaben (Wartung, Versicherung, Reparaturen, Zähler, Betriebsführung usw.),
  - Stand der Rücklagenbildung,
  - Jahresergebnis / Gewinn- und Verlustrechnung,
  - steuerliche Aspekte,
  - Checkliste Fristen und Zeiträume,
  - Checkliste Ansprechpartner,
  - die Jahresberichte sind langfristig, mindestens jedoch 21 Jahre lang aufzubewahren.

**2.13. Wartung und Störungsbehebung**

Bezüglich Wartung und Störungsbehebung gelten die in Teil III dieser Güte- und Prüfbestimmungen (RAL-GZ 966, P4) beschriebenen Bestimmungen. Zusätzlich gelten die in den folgenden

Kapiteln aufgeführten Bestimmungen zum Anlagenbetrieb.

**2.14. Checkliste Fristen und Zeiträume**

Es ist eine Checkliste zu erstellen, die sämtliche relevanten Fristen und Zeiträume nennt. Die Fristen und Zeiträume sind einmal jährlich zu überprüfen, die Checkliste ist dementsprechend zu aktualisieren. Rechtzeitig vor Ablauf von Fristen bzw. Zeiträumen sind mit dem Anlageneigentümer Maßnahmen abzustimmen, die im Sinne dieser Güte und Prüfbestimmungen sicherstellen, dass die photovoltaische Anlage langfristig zuverlässig arbeitet, die gewünschten Erträge erwirtschaftet und der einwandfreie technische Zustand der Anlage langfristig erhalten bleibt.

- a) Vergütungsfrist gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG),
- b) Versicherungszeitraum (für jede Versicherung einzeln zu betrachten),
- c) Gewährleistungen (für jede wesentliche Komponente einzeln zu betrachten),
- d) Hersteller-Garantie(n) (für jede wesentliche Komponente einzeln zu betrachten z.B. Module, Wechselrichter),
- e) Installationsgarantie(n) (wenn vorhanden),
- f) Ertragsgarantie(n) (wenn vorhanden),
- g) Frist bis zur nächsten turnusgemäß geplanten Wartung,
- h) Zeitraum der Gültigkeit der Zählereichung (für jeden Zähler einzeln zu betrachten),
- i) den Inhalt eines Dachnutzungsvertrages betreffende Fristen und Zeiträume (wenn vorhanden) (z.B. Zahlungsfristen, Vertragslaufzeit, ...).

**2.15. Checkliste Ansprechpartner**

Es ist eine Checkliste zu erstellen, die sämtliche relevanten Ansprechpartner nennt. Die Zuständigkeit der genannten Personen und Firmen ist zu überprüfen, die Checkliste ist dementsprechend zu aktualisieren.

- a) Anlagendefinition. Es sind alle Angaben des Wartungsprotokolls nach Teil I Kapitel 2.1 Wartungsprotokoll aufzunehmen bzw. zu dokumentieren,
- b) Name, Vorname, Anschrift und Firma der Person/Firma, die den Anlagenbetrieb vornimmt, sind zu benennen, eventuell weitere beteiligte Unternehmen sind zu benennen, z.B. Name, Vorname, Anschrift und Firma der Person/Firma in Bezug auf Anlagentechnik, Installation der Anlage.,
- c) Ansprechpartner bezüglich Abrechnung mit dem Netzbetreiber, in dessen Netz die Anlage einspeist,
- d) Ansprechpartner bezüglich Versicherung(en),
- c) Ansprechpartner des Gebäudes / Grundstückes, auf dem die Anlage installiert ist (Hausmeister) (falls vorhanden),
- d) Ansprechpartner der Telekommunikationseinrichtung (wenn vorhanden),
- e) Ansprechpartner der Datenfernüberwachung ,
- f) Ansprechpartner der Diebstahlschutzeinrichtung (wenn vorhanden).

**2.16. Betriebliche und personelle Anforderungen**

Für die betrieblichen und personellen Anforderungen gelten die Bestimmungen aus Teil I, Kapitel 2.3 und 2.4.