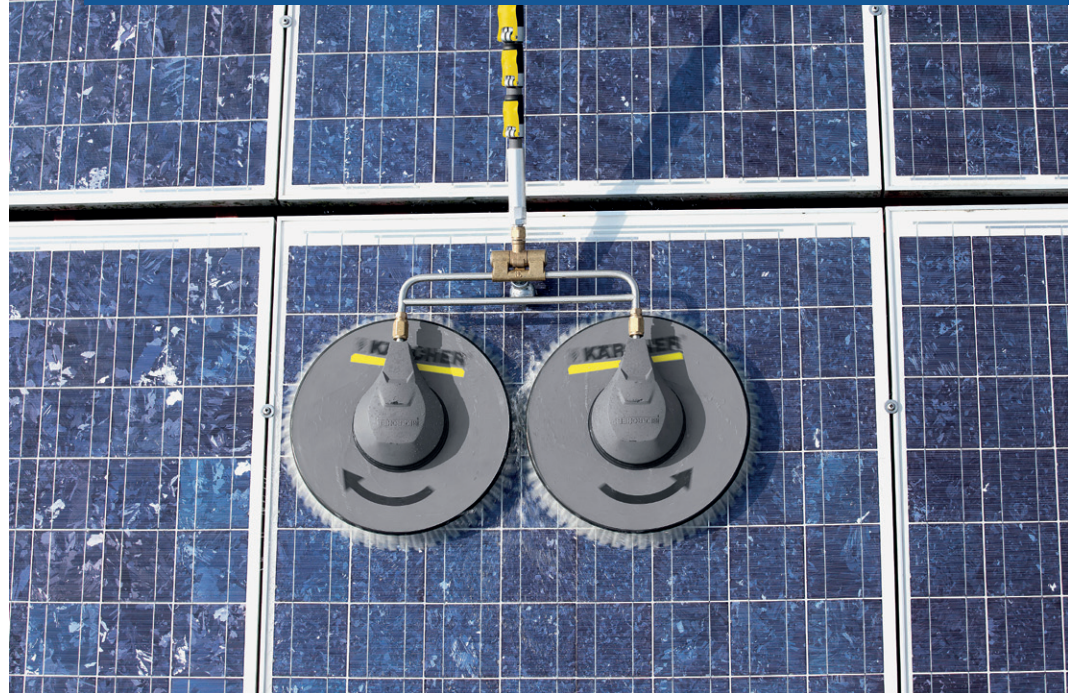


Alfred Kärcher GmbH & Co. KG

Reinigungssystem iSolar800

Reinigungswirkung und Handhabung

DLG-Prüfbericht 6103 F



Anmelder / Hersteller
 Alfred Kärcher GmbH & Co. KG
 Alfred-Kärcher-Straße 28-40
 71364 Winnenden
 Deutschland
 Telefon: +49 (0)7195 903-0
 Fax: +49 (0)7195 903-2805
 info@kaercher.com
 www.karcher.com



DLG e.V.
 Testzentrum
 Technik und Betriebsmittel

Kurzbeschreibung

Testkriterium / Testergebnis	Bewertung*
Reinigungswirkung	
– Laborprüfung: gute Reinigungseffekte – abhängig von den Parametern	+ / ++
– Praxistest: visuell sehr gute Effekte, die Höhe der tatsächlichen Leistungsverbesserungen sind vom jeweiligen Anlagensystem und der Jahreszeit sowie Einstrahlung abhängig	+
Handhabung	
– mechanisch wurden keine Beschädigungen festgestellt	○
– deutliche Zeiteinsparung gegenüber der manuellen Reinigung	+
– bis ca. 8 m Teleskoplänge in gerader Linie gute Führung der Bürsten möglich	k.B.
Sicherheit	
– Sicherheitsmaßnahmen für die Dachbegehung von oben (z.B. Klettergurt) oder von unten (z.B. Hubsteiger) sind einzuhalten	○
– ausführliche Bedienungsanleitung existiert	○
– durch DPLF begutachtet	k.B.
Isolationsprüfung und Isolationswiderstand unter Benässung	
– normative Anforderungen werden erfüllt, trotz teilweiser Verminderung des Isolationswiderstandes bleibt ein hohes bis sehr hohes Niveau erhalten	k.B.

* Bewertungsbereich: + / + / ○ / - / - - (○ = Standard, k.B. = keine Bewertung)

Prüfergebnis

Das Photovoltaik-Reinigungssystem vom Typ „iSolar800“ hat den DLG-FokusTest „Reinigungswirkung und Handhabung“ bestanden.

Aufgrund der Testergebnisse ist das Reinigungssystem zur Reinigung von Photovoltaik-Anlagen vorzugsweise in landwirtschaftlicher Umgebung grundsätzlich geeignet.

Technische Hauptdaten (Herstellerangaben)

Bauweise

Reinigungsbürsten

Solarreinigungssystem bestehend aus zwei kugelgelagerten gegenläufig rotierenden Bürsten, die durch den Wasserstrahl eines Hochdruckreinigers angetrieben werden, mit Messingknickgelenk.

Teleskopstangen

Zur Verwendung des Reinigungssystems ist eine Teleskopstange notwendig. Diese besteht je nach Ausführung aus einer Glas-Karbonfaser-Mischung oder aus Vollkarbon. Sie ist in unterschiedlichen Gesamtlängen lieferbar.

Hochdruckreiniger

Das Reinigungssystem wird mit einem Hochdruckreiniger betrieben, der vom Anwender gestellt werden muss.

Reinigungsbürsten iSolar800

Arbeitsbreite	800 mm
Gewicht	7 kg
Fördermenge	700 – 1000 l/h/1000 – 1300 l/h
Anschlussgewinde	M18 x 1,5IG

Teleskopstangen

	iSolar TL 7 H	iSolar TL 10 H	iSolar TL 10 C	iSolar TL 14 C
Gewicht	3,5 kg	4,0 kg	3,7 kg	5 kg
Länge	1,8 m – 7,2 m	2,4 m – 10,2 m	2,4 m – 10,2 m	2,4 m – 14 m
Anschluss	M18x1,5AG/M22x1,5AG	M18x1,5AG/M22x1,5AG	M18x1,5AG/M22x1,5AG	M18x1,5AG/M22x1,5AG
Material	Glas-Karbonfaser-Mischung	Glas-Karbonfaser-Mischung	Vollkarbon	Vollkarbon

Hochdruckreiniger

Typ	HDS 8/18-4 C
Anschlussleistung	6,0kW
Fördermenge Wasser	300 – 800 l/h
Arbeitsdruck Wasser	30 – 180 bar
Maximaler Betriebsüberdruck	215 bar
Brennerleistung	61 kW
Brennstoff	Heizöl EL oder Diesel
Länge / Breite / Höhe	1060 mm / 650 mm / 920 mm
Gewicht	126,1 kg

Prüfkriterium „Reinigungswirkung“

Das Prüfkriterium „Reinigungswirkung“ des DLG-FokusTests „Reinigungssysteme für Photovoltaik-Module“ wurde sowohl im Labor als auch in der Praxis untersucht.

I. LABORTEST

Prüfbedingungen und Prüfdurchführung

Der Labortest soll die Eignung des Systems zur Reinigung von Photovoltaik (PV)-Modulen belegen. Hierfür standen 10 baugleiche, handelsübliche Photovoltaik-Module zur Verfügung. Diese wurden mit einer für diese Anwendung standardisierten Verschmutzung beaufschlagt. Nach einer Einwirk- und Trockenzeit wurden je 2 Module mit identischen Reinigungsparametern gereinigt, d.h. dass 5 unterschiedliche Reinigungsvarianten, wie verschiedene Reinigungstemperaturen oder der Zusatz eines Reinigungsmittels, bewertet werden konnten.

Zur Bewertung der Reinigungswirkung wurden mit den PV-Modulen folgende Einzelprüfungen nach oder in Anlehnung an internationale Normen durchgeführt:

- Bestimmung der elektrischen Leistung unter Standardtestbedingungen (10.2*) mit einem Class A-Sonnensimulator
- Glanzgrad des Frontglases**
- Isolationsprüfung (10.3*)
- Isolationsprüfung unter Benässung (10.15*)
- Visuelle Prüfung (10.1*)

Im ersten Schritt wurden die Glanzgrade, Leistungswerte und

* Prüfschrittnummer nach IEC 61215
„Terrestrische kristalline Silizium-Photovoltaik- (PV-) Module – Bauartprüfung und Bauartzulassung“

** in Anlehnung an die DIN EN ISO 7668
„Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Messung des gerichteten Reflexionsgrades und des Spiegelglanzes von anodisch erzeugten Oxidschichten bei Winkeln von 20°, 45°, 60° oder 85°“



Bild 2:
Modulreinigung beim Labortest

Isolationswiderstände des Moduls im Neuzustand aufgenommen und eine erste visuelle Prüfung durchgeführt. Die dokumentierten Werte gelten während der Prüfung als Referenz- und Bezugswerte.

Anschließend erfolgte die definierte Anschmutzung der PV-Module mit der DLG-Standard-Verschmutzung für den Stallaußenbereich. Diese Verschmutzung lehnt sich an die EN ISO 15883-5 an, wobei zusätzlich Erkenntnisse über die Zusammensetzung von Stäuben aus der Abluft von Stallanlagen mitberücksichtigt sind. Insofern kann damit eine hohe Praxisnähe gewährleistet werden. Die Verschmutzung wurde homogen und deckend auf die 10 Module aufgetragen und je nach Testansatz 5 bis 7 Tage getrocknet.

In dem so verschmutzten Zustand erfolgte die zweite Leistungsmessung und visuelle Prüfung der Module. Dies belegt den tatsächlichen Verschmutzungsgrad. Eine Messung des Glanzgrads war in diesem Zustand nicht zweifelsfrei möglich.

Anschließend wurden jeweils 2 Module gemäß Herstellervorgaben folgendermaßen gereinigt:

- mit kaltem Leitungswasser (ca. 20°dH und 10 °C)
- mit warmem Leitungswasser (ca. 20°dH und ca. 60 °C)
- mit kaltem Leitungswasser und Reinigungsmittel (1 %-ige Konzentration)
- mit warmem Leitungswasser und Reinigungsmittel (1 %-ige Konzentration)
- mit enthärtetem Wasser (0°dH und 10 °C)

Anmerkung:

Aus den Ergebnissen dieser Prüfung hat der Hersteller Vorgaben für die maximale Wassertemperatur abgeleitet. Nach Angaben des Herstellers muss die maximale Temperatur für den dauerhaften Einsatz auf 40 °C reduziert werden, um die Dauerfestigkeit der Bürsten zu gewährleisten.

Die Reinigung erfolgt ähnlich wie bei der praktischen Reinigung für genau 60 Sekunden.

Hierbei wurde das Modul 30 Sekunden von oben nach unten auf der linken Seite gereinigt. Die anderen 30 Sekunden wurde das Modul auf der rechten Seite von unten nach oben gereinigt (siehe Bild 2).

Der Wechsel erfolgte ohne Absetzen und Ausschalten des Reinigungssystems.

Bei der Reinigung wurde eine Teleskopstange von 2 m Länge verwendet (maximale Länge der Stange 7,2 m).

Nach dem Abtrocknen der Module wurde eine dritte Leistungsmessung sowie visuelle Prüfung durchgeführt. Anschließend wurden wieder der Glanzgrad des Frontglases und die beiden Isolationswiderstände ermittelt.

Anhand der aufgenommenen Messwerte und deren Auswertung lässt sich eine Aussage über die Reinigungswirkung des Systems treffen.

Für die vergleichende Sichtprüfung nach der Reinigung stand ein baugleiches Referenzmodul zur Verfügung.

Leistungsänderung durch die Reinigung

Im Mittel wurde durch die Laborverschmutzung eine Leistungsreduktion von 14,9 % hervorgerufen. Dieser Leistungsverlust spiegelt den tatsächlichen Verlust eines stark verschmutzten Dachs auf einem landwirtschaftlichen Betrieb wieder.

Um die Leistungsfähigkeit bei schwächeren Einstrahlungsverhältnissen festzustellen, wurden zusätzlich zu den Standardtestbedingungen (STC: Strahlungsstärke 1000 W/m², Modultemperatur 25 °C, Spektrum AM 1,5) Messungen bei Bestrahlungsstärken von 800 W/m² sowie 200 W/m² durchgeführt. Zur Bewertung der Reinigungswirkung werden nur die Werte unter STC ausgewertet.

In Tabelle 1 und 2 ist dargestellt, bei welchen Reinigungsparametern wieviel des Leistungsverlusts in Folge der Verschmutzung mit Hilfe des Reinigungssystems ausgeglichen werden konnte (Reinigungswirkung).

Die Ergebnisse zur Reinigungswirkung in den untenstehenden

Tabellen stellen nur bedingt die Ergebnisse dar, die in der Praxis erzielt werden können. Ein geringer Wert in der Reinigungswirkung bedeutet nicht, dass die Reinigung schlecht funktioniert, sondern nur, dass die Reinigungszeit erhöht werden muss. Dies konnte mit einer zweiten Versuchsreihe belegt werden (Tabelle 2).

Glanzgrad

Der Glanzgrad des Frontglases der PV-Module wurde im Neuzustand und nach der Reinigung gemessen.

Die Messung erfolgte in Anlehnung an die EN ISO 2813 bzw. DIN 67530 mit einem Glanzgradmessgerät bei Testwinkeln von 20°, 60° und 85°.

Zur Übersichtlichkeit wird in diesem Bericht nur der Glanzgrad bei 60° dargestellt (siehe Bild 3).

Der jeweilige Glanzgrad ist der Mittelwert aus 9 Messpunkten auf einem Modul. Wie in Validierungsmessungen bestätigt werden konnte, ist die Wiederholbarkeit dieser Messgröße mit nur ca. 1 % Abweichung sehr gut.

Tabelle 1:
Reinigungswirkung bei unterschiedlichen Parametern (Versuchsreihe 1)

Wassertemperatur	Reinigungszeit	Reinigungsmittel	enthärtetes Wasser	Leistungsmessung	Reinigungswirkung
10 °C	1 Minute	nein	nein	STC*	31 %
10 °C	1 Minute	1 %	nein	STC*	35 %
10 °C	1 Minute	nein	ja	STC*	46 %
60 °C	1 Minute	nein	nein	STC*	94 %
60 °C	1 Minute	1 %	nein	STC*	100 %

Tabelle 2:
Reinigungswirkung bei unterschiedlichen Parametern (Versuchsreihe 2)

Wassertemperatur	Reinigungszeit	Reinigungsmittel	enthärtetes Wasser	Leistungsmessung	Reinigungswirkung
10 °C	1 Minute	nein	nein	STC*	46 %
10 °C	1 Minute	0,25 %	nein	STC*	57 %
10 °C	2 Minuten	nein	nein	STC*	96 %

* STC = Standardtestbedingungen (siehe Seite 5)

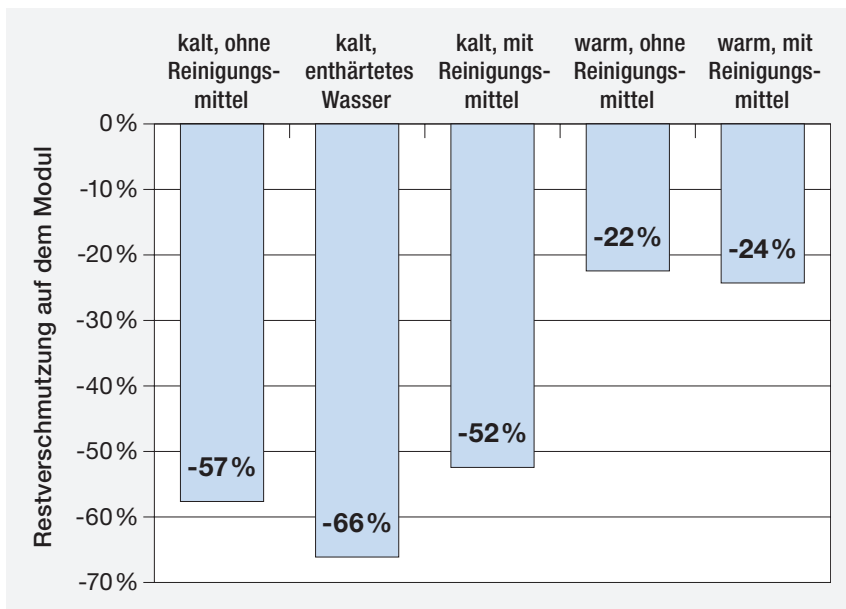


Bild 3: Veränderung des Glanzgrades nach der Reinigung – je größer der Wert, desto größer die Restverschmutzung

Isolationsprüfung mit und ohne Benässung

Bei der Isolationsprüfung mit und ohne Benässung wurden die Anforderungen der IEC 61215* (kein Durchschlag, kein Oberflächenriss, Isolationswiderstand mindestens 40 MΩm²) erfüllt.

Im Neuzustand wurden ohne Benässung Widerstandswerte zwischen 804 MΩm² und 1672 MΩm² gemessen. Unter Benässung lagen die gemessenen Werte zwischen 104 MΩm² und 267 MΩm². Nach der Reinigung haben sich die Isolationswiderstände gegenüber den Anfangswerten nicht verändert.

Die Konstanz der Isolationswiderstände ist ein Zeichen dafür, dass die Module durch einen einmaligen Reinigungsvorgang nicht beschädigt werden.

* IEC 61215 „Terrestrische kristalline Silizium-Photovoltaik-(PV-) Module – Bauartprüfung und Bauartzulassung“

II. PRAXISTEST

Prüfbedingungen und -durchführung

Zur Prüfung der Reinigungsleistung in der Praxis wurden zwei landwirtschaftliche Betriebe ausgewählt, um die Photovoltaik-Anlagen der Betriebe unter praktischen Bedingungen mit dem System zu reinigen.

Hierbei wurden die erzeugte Energie eines Tages von zwei Modulverbänden (Strings) direkt vor dem Wechselrichter gemessen. Danach wurde die Reinigung eines Strings durchgeführt und die Energie der beiden Anlagenteile wieder

Tabelle 3: Praxisbetrieb 1 – Vergleich der Höchstleistungen

Höchstleistung [W]	String 1	String 2	Differenz von String 2
Vor Reinigung	2022,33	2054,20	+1,58%
Nach Reinigung	1878,38	1918,90	+2,16%
Einfluss der Reinigung	+0,58%		

Tabelle 4: Praxisbetrieb 1 – Vergleich der Erträge

Ertrag [Wh]	String 1	String 2	Differenz von String 2
Vor Reinigung	1863,13	1897,76	+1,86%
Nach Reinigung	3062,17	3132,75	+2,31%
Einfluss der Reinigung	+0,45%		

für 24 Stunden gemessen. Die Unterschiede sollen die erzielte Reinigungswirkung aus dem Laborversuch bestätigen.

Um die Sauberkeit der Moduloberfläche bewerten zu können, wurden die Glanzgrade des Frontglases der verschmutzten und gereinigten Module wie im Laborversuch miteinander verglichen.

Beim ersten Betrieb handelte es sich um einen Schweinemast- und Milchviehbetrieb im Landkreis Böblingen mit einem Steinbruch in nächster Nähe. Die Anlage bestand aus gerahmten kristallinen PV-Modulen. Der zweite Betrieb war ein Legehennenbetrieb im Landkreis Darmstadt-Dieburg. In unmittelbarer Nähe befand sich eine Maistrocknung. Bei dieser Anlage waren rahmenlose Dünnschicht-Module montiert.

Erzeugte Energie und Leistung

Praxisbetrieb 1

Auf Praxisbetrieb 1 lag gegenüber Praxisbetrieb 2 ein verhältnismäßig sauberes Dach vor, da die letzte Reinigung erst vier Wochen zurück lag und hohe Niederschläge vor dem Testzeitraum gefallen sind.

Zur Zeit der Prüfung an dieser Anlage existierte für die gesamte Dauer eine geringe Solarstrahlung. In den Tabellen 3 und 4 ist der Einfluss der Reinigung mit dem iSolar 800 ersichtlich. Sowohl die

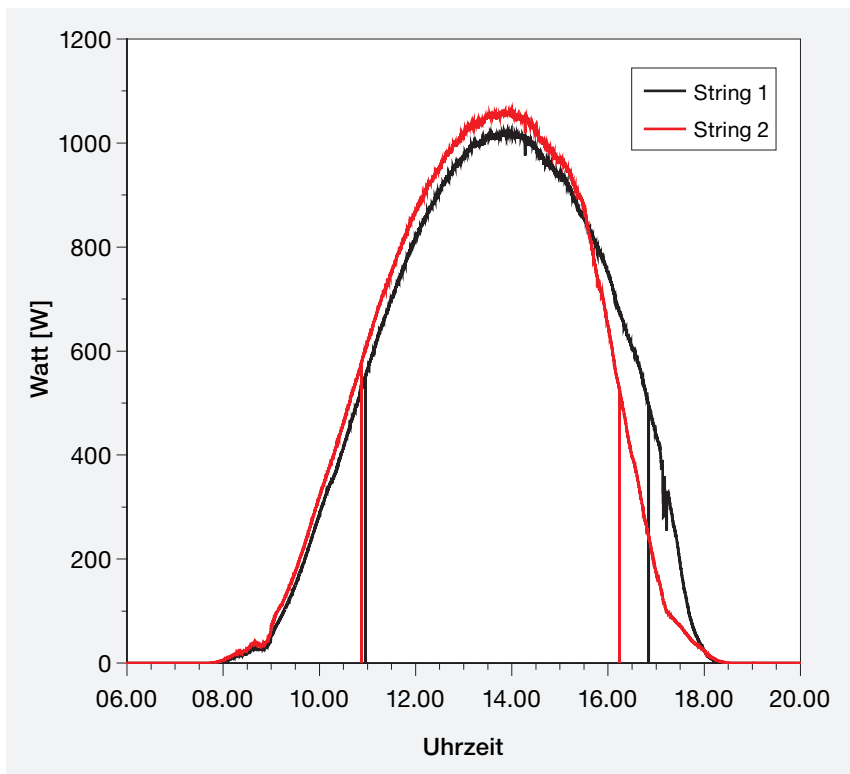


Bild 4:
Vergleich des Leistungsverlaufs eines Tages der Strings 1 und 2
auf Praxisbetrieb 2

Verbesserung der Höchstleistung
als auch der Zugewinn des Ertrags
liegen bei etwa 0,5%. String 2
läuft bereits vor der Reinigung bes-
ser als String 1.

Durch die Reinigung wird die
Leistung und der Ertrag von String 2
weiter verbessert. Auf Bild 5 sind
im Vordergrund die gereinigten
Module erkennbar (untere Reihe).
Alle höher liegenden Reihen wur-
den nicht gereinigt.

Optisch erkennt man deutliche
Unterschiede im Glanz.

Praxisbetrieb 2

Nur die Ergebnisse aus dem Zeit-
raum sind für die vergleichende Be-
trachtung repräsentativ, weil:

- vor 9.15 Uhr wenig Direkt-
strahlung vorhanden war
- nach 15.15 Uhr eine Ver-
schattung auf String 2 existierte
(siehe Bild 4)



Bild 5:
Vergleich zwischen gereinigten Modulen (untere Reihe) und ungereinigten Modulen (obere Reihen)
auf Praxisbetrieb 1

Auf Praxisbetrieb 2 lag ein deutlich verschmutzteres Dach vor.

Zur Zeit der Prüfung an dieser Anlage existierte fast dauerhaft eine für diese Jahreszeit hohe Solarstrahlung.

In den Tabellen 5 bis 7 kann der Einfluss der Reinigung mit dem Reinigungssystem erkannt werden. Sowohl die Verbesserung der Höchstleistung als auch der Zugewinn des Ertrags lagen bei über 7%. Der Ertrag von String 2 war vor der Reinigung etwa um 2,5% kleiner als der Ertrag von String 1. Durch die Reinigung wurde die Leistung und der Ertrag von String 2 derart verbessert, dass er höhere Werte erzielen konnte als String 1. String 2 erreichte somit eine fast 8%-ige Steigerung des Ertrags und eine etwa 7%-ige Steigerung bei der Höchstleistung.

Auf Bild 6 sind im Vordergrund die gereinigten Module erkennbar (die 5 sichtbaren unteren Reihen).

*Tabelle 5:
Vergleich der Höchstleistungen*

Höchstleistung [W]	String 1	String 2	Differenz von String 2
Vor Reinigung	1182,14	1142,78	-3,33 %
Nach Reinigung	1022,55	1061,45	+3,80 %
Einfluss der Reinigung	+7,13 %		

*Tabelle 6:
Vergleich der Erträge*

Ertrag [Wh]	String 1	String 2	Differenz von String 2
Vor Reinigung	4448,58	4202,11	-5,54 %
Nach Reinigung	5771,19	5848,89	-1,33 %
Einfluss der Reinigung	+4,21 %		

*Tabelle 7:
Vergleich der Erträge von 9.15 Uhr bis 15.15 Uhr*

Ertrag [Wh]	String 1	String 2	Differenz von String 2
Vor Reinigung	3310,69	3233,75	-2,32 %
Nach Reinigung	4383,53	4629,81	+5,62 %
Einfluss der Reinigung	+7,94 %		



*Bild 6:
Vergleich zwischen gereinigten Modulen (untere Reihen) und ungereinigten Modulen (obere Reihen) auf Praxisbetrieb 2*

Alle höher liegenden Reihen wurden nicht gereinigt.

Optisch erkennt man massive Unterschiede im Glanz, die auch durch die Messungen des Glanzgrades bestätigt wurden (siehe Kapitel Glanzgrad).

Erläuterungen zu den Einflüssen und Unterschiede zwischen den Betrieben

Grundsätzlich muss beachtet werden, dass es sich bei den Praxisprüfungen um Momentaufnahmen handelt. Daraus kann nicht geschlossen werden, dass durch die Messung eines Tages der Mehrertrag für das gesamte Jahr gilt. Dieser Wert kann sowohl höher als auch niedriger liegen, aufgrund der vielen Einflussfaktoren, wie z.B. Temperatur, Sonnenstand, Wetter etc. Mit der Prüfung konnte sicher nachgewiesen, dass eine Reinigung von stark verschmutzten Photovoltaik-Anlagen als sinnvoll angesehen werden kann. Ab welchem Verschmutzungsgrad das Reinigen sinnvoll ist, sollte von einer

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung abhängig gemacht werden.

Auf Betrieb 1 war die Verschmutzung nicht sehr stark, so dass nur eine geringe Verbesserung der relevanten Werte erzielt werden konnte (vgl. Seite 5). Auf Betrieb 2 waren die Unterschiede vor und nach der Reinigung eindeutiger (vgl. Seite 7).

Die gemessenen Werte lassen sich nicht pauschal auf andere PV-Anlagen übertragen.

Glanzgrad

Wie im Labortest wurden die Glanzgrade der verschmutzten und der gereinigten Frontgläser auch in der Praxis direkt auf dem Dach mit dem Glanzgradmessgerät gemessen. Auf beiden Praxisbetrieben wurde der Glanzgrad nach der Reinigung erhöht. Dies bestätigt die visuellen Eindrücke.

Auf Praxisbetrieb 1 wurde der Glanzgrad von 37 GE auf 53 GE verbessert.

Auf Praxisbetrieb 2 lag der Wert vor der Reinigung bei 66 GE, nach der Reinigung bei 99 GE.

Die absoluten Werte variieren aufgrund der verschiedenen Glasarten und lassen keinen Rückschluss auf die Reinigungsqualität zu. Jedoch war bei den beiden Praxistests eine deutliche Verbesserung des Glanzes festzustellen. Damit belegen die Daten relativ betrachtet eine gute Reinigungsleistung.

Prüfkriterium „Handhabung“

Prüfbedingungen und -durchführung

Auf den beiden Praxisbetrieben wurde neben den Leistungseffekten auch die praktische Anwendung bezüglich der Arbeits-, Funktions- und Betriebssicherheit bewertet. Außerdem konnten zwei mögliche Herangehensweisen verglichen werden: Die Reinigung kann direkt vom Dachfirst erfolgen, in dem der Anwender per Klettergurt gesichert wird und die Module von oben nach unten reinigt (siehe Bild 8). Alternativ können die Module von unten nach oben gereinigt werden, während der Anwender auf einer Arbeitsbühne in Traufhöhe arbeitet (siehe Bild 7).

Funktions- und Betriebssicherheit

Während des Betriebs innerhalb der Prüfung fiel das System nicht aus. Ebenso wurden keine Abnutzungserscheinungen in diesem Zeitraum festgestellt.

Im Zuge der Anwendung hat jedoch eine Verfärbung der Borsten stattgefunden. Der Hersteller hat an dieser Stelle im Laufe dieser Prüfung reagiert. Die weißen Borsten wurden durch schwarze Borsten ersetzt.

Aufgrund der einfachen Handhabung trat während der Prüfung keine Fehlbedienung ein. Hierbei sei angemerkt, dass die durch-

führenden Personen eine Einweisung seitens der Herstellers erhalten haben und während der Prüfung Anwendungshinweise erhielten. Eine solche Einweisung für den Anwender ist empfehlenswert.

Die Ergebnisse der Funktions- und Betriebssicherheitsbetrachtung beziehen sich auf die Bewertung der Nullserie des Reinigungssystems. Sie gelten nicht für weiterentwickelte Reinigungssysteme des gleichen Typs.

Betrachtet wurde ausschließlich der Prüfzeitraum. Eine Aussage zur langfristigen Nutzung ist hiermit nicht möglich.



Bild 7:
Reinigung aus dem Hubsteiger nach oben mit zwei Personen

Anwenderfreundlichkeit und Anwendungsempfehlungen

Das Reinigungssystem lässt sich grundsätzlich gut handhaben. Sowohl die Reinigung von einer Arbeitsbühne in Höhe der Traufe als auch das Reinigen auf dem First stehend lässt sich gut beherrschen und führt zu guten Reinigungsergebnissen.

Es ist allerdings zu beachten, dass das Reinigen eines gewissen Kraftaufwands bedarf. Der Aufwand nimmt mit der Länge der Teleskopstange stark zu. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, bis zu einer Länge von etwa 8 m zu reinigen und nur in Ausnahmen mit einer längeren Stange zu arbeiten. Die Beobachtungen bei den praktischen Tests haben gezeigt, dass die Bürsten bei

einer Stangenlänge von 14 m durch das Durchhängen der Stange nicht mehr flach auf den Modulen aufliegen. Der Hersteller hat im Zuge dieser Prüfung auch hier bereits auf die Problematik reagiert und eine neue Bauweise eingeführt. Hierbei befindet sich das Knickgelenk zur Teleskopstange zentral zwischen den beiden rotierenden Bürsten. Um den Kraftaufwand zu verringern und ein besseres Handling zu gewährleisten, sollte nur gerade gereinigt werden, d.h. die Teleskopstange verläuft parallel zum Ortsgang und der Anwender steht direkt hinter der Stange.

Es ist ratsam, die Reinigung mit zwei Personen durchzuführen. Hierbei bedient eine Person das Reinigungsgerät während die andere für unterstützende Handgriffe zu-

ständig ist, wie beispielsweise das Bedienen des Hubsteigers, das Nachführen von Schläuchen oder das Bedienen des Hochdruckreinigers (vgl. Bilder 7 und 8). Das Arbeiten zu zweit erleichtert die Reinigung und erhöht die Sicherheit.

Ebenfalls ist darauf hinzuweisen, dass eine erhöhte Rutschgefahr beim Reinigen auf dem First durch spritzendes Wasser entsteht. Hierbei sollten geeignete Schuhe getragen und für einen sicheren Stand gesorgt werden.

Zudem muss vor Beginn der Reinigungsarbeiten die Dachneigung beachtet werden. Die Praxis-tests haben gezeigt, dass eine Reinigung auf dem Dachfirst stehend bis 40° Dachneigung möglich ist. Allerdings wird die Reinigung mit zunehmender Dachneigung deutlich anstrengender und birgt ein höheres Gefahrenpotenzial. Die Dachneigung muss unbedingt in die Entscheidung wie gereinigt wird mit einfließen.

Ein sehr wichtiger Punkt, der bei der Reinigung von PV-Modulen generell beachtet werden muss, ist der Temperaturunterschied zwischen den Modulen und dem Wasser. Dieser Unterschied darf nicht zu groß sein, da es sonst zu sehr hohen Spannungen in der Glasoberfläche und im schlimmsten Fall zum Riss des Glases kommen kann. Diese irreparable Beschädigung ist unbedingt zu vermeiden. Generell sollte die Reinigung nur morgens oder abends und/oder bei Bewölkung erfolgen, da zu diesen Zeitpunkten die Modultemperatur am geringsten ist. Optional ist die Wassertemperatur an die Modultemperatur anzupassen. Hierbei ist allerdings die Maximaltemperatur des Herstellers von 40°C zu beachten.

Hinweis: Ein PV-Modul kann im Betrieb Temperaturen von bis zu 80°C erreichen.



Bild 8:
Reinigung auf dem Dach stehend nach unten mit zwei Personen

Übersicht Praxistests

	Schweinebetrieb: Scheunendach / Pferdestall	Schweinebetrieb: Maschinenhallendach	Hühnerbetrieb: Stall
Reinigungsparameter**:	Betrieb 1	Betrieb 1	Betrieb 2
Temperatur	kalt	kalt	30 °C
Reinigungsmittel	nein	0,25 %	nein
Wasser	enthärtetes Wasser	enthärtetes Wasser	enthärtetes Wasser
Wasserdurchfluss	Ø ca. 13,8 l/min bis 14,5 l/min		Ø ca. 14 l/min
Druck (Hochdruckreiniger)	ca. 50 bar		ca. 50 bar
Energiebedarf (Hochdruckreiniger)	ca. 0,8 kW		
Zeit seit der letzten Modul-Reinigung	4 Wochen	4 Wochen	noch nie gereinigt
Verschmutzungsgrad	matter Schleier sichtbar	matter Schleier sichtbar vereinzelt Vogelkot	deutlich sichtbar (Maistrock- nungsanlage in der Nähe)
Reinigungsdauer*	7,25 min / 10 Module = 34 s/m ²	11,5 min / 21 Module = 26 s/m ²	1,25 min / 6 Module (rahmenlos) = 17 s/m ²
Reinigungsmittelverbrauch		2 l Lösung aus: 1 l Konzentrat + 3 l Wasser für 21 Module à 80 cm x 120 cm	
Dachzugang	Hubsteiger	Klettergurt	Hubsteiger
Verwendete Teleskopstange	7 m	14 m	10 m

* Die Reinigungsdauer und die Flächenleistung sind sehr stark von den Erfahrungen des Anwenders abhängig. Mit zunehmender Übung kann die Flächenleistung erhöht werden.

** 1-phasige Reinigung: weder grobe Vorreinigung noch Nachspülen

Flächenleistung

Auf Praxisbetrieb 1 wurden alle installierten Anlagen regelmäßig manuell mit Schaffellen gereinigt. Hierbei waren 15 Personentage für die gesamte Modulfläche von 2000 m² notwendig, inklusive aller Rüstzeiten. Das entspricht 3,6 min/m² bzw. 133 m²/Tag.

Bei der ermittelten Flächenleistung von 2 x 0,5 min/m² mit dem Reinigungssystem, würden auf Praxisbetrieb 1 nur noch 4,2 Per-

sonentage (ohne Rüstzeiten) notwendig sein, um die gesamte Modulfläche zu reinigen. Das entspricht 480 m²/Tag. Mit Berücksichtigung der Rüstzeit kann mit Hilfe des Reinigungssystems etwa zwei Drittel der ursprünglich benötigten Zeit eingespart werden.

Nach Herstellerangaben lässt sich eine Flächenleistung von 100–300 m² pro Stunde erreichen.

Die Flächenleistung hängt von folgenden Faktoren ab:

- Arbeitsrichtung (nach Herstellerangaben: auf dem Dach stehend nach unten ca. 200–300 m² pro Stunde, aus dem Hubsteiger nach oben ca. 100–150 m² pro Stunde)
- Übungsgrad des Anwenders
- vorhandene Verschmutzung
- Zugänglichkeit der Module (Rüstzeiten)
- Arbeitslänge der Teleskopstange

Arbeitssicherheit

Das Kärcher Solarreinigungssystem iSolar 800 wurde durch die Deutsche Prüfstelle für Land- und Forsttechnik (DPLF) begutachtet.

Gegen die Verwendung des Systems bestehen aus arbeitssicherheitstechnischer Sicht keine Bedenken.

Der FokusTest umfasste die Prüfung der Reinigungsleistung eines Reinigungssystems für PV-Module unter Laborbedingungen und im Praxistest auf zwei landwirtschaftlichen Betrieben.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse erfüllt das PV-Reinigungssystem vom Typ „iSolar800“ bezüglich der Prüfkriterien „Reinigungswirkung“ und „Handhabung“ die Anforderungen (Bewertung „o“

oder besser) für die Vergabe des Prüfzeichens DLG-FokusTest.

Andere Kriterien wurden nicht geprüft.

Prüfungsdurchführung

DLG e.V.,
Testzentrum
Technik und Betriebsmittel,
Max-Eyth-Weg 1,
64823 Groß-Umstadt

Prüfingenieure

Dipl.-Ing. agr. I. Beckert

Dipl.-Ing. (FH) S. Schwick, M.Sc.

Projektleiter Erneuerbare Energien

Dipl.-Ing. J. Drmić

Dipl.-Ing. W. Gramatte



ENTAM – European Network for Testing of Agricultural Machines, ist der Zusammenschluss der europäischen Prüfstellen. Ziel von ENTAM ist die europaweite Verbreitung von Prüfergebnissen für Landwirte, Landtechnikhändler und Hersteller. Mehr Informationen zum Netzwerk erhalten Sie unter www.entam.com oder unter der E-Mail-Adresse: info@entam.com

11-11056
April 2013
© DLG



DLG e.V. – Testzentrum Technik und Betriebsmittel

Max-Eyth-Weg 1, D-64823 Groß-Umstadt, Telefon: 069 24788-600, Fax: 069 24788-690
E-Mail: tech@dlg.org, Internet: www.dlg-test.de

Download aller DLG-Prüfberichte kostenlos unter: www.dlg-test.de!