

DLG-Merkblatt 414

Reinigung von Solaranlagen auf Ställen



DLG-Mitgliedschaft. Wir geben Wissen eine Stimme.



Jetzt Mitglied werden!

Die DLG ist seit mehr als 130 Jahren offenes Netzwerk, Wissensquelle und Impulsgeber für den Fortschritt.

Mit dem Ziel, gemeinsam mit Ihnen die Zukunft der Land-, Agrar- und Lebensmittelwirtschaft zu gestalten.

www.DLG.org/Mitgliedschaft



DLG-Merkblatt 414

Reinigung von Solaranlagen auf Ställen

Autoren

- DLG-Ausschuss für Technik in der Tierproduktion
- Matthias Voss, Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
- Wolfgang Holzwarth, Alfred Kärcher GmbH & Co. KG
- Benjamin Weiss, Alfred Kärcher GmbH & Co. KG
- Jürgen Wolf, ST Check GmbH
- Iris Beckert, DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel
- Sander Schwick, DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel

Alle Informationen und Hinweise ohne jede Gewähr und Haftung

Herausgeber:

DLG e.V.
Fachzentrum Landwirtschaft
Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main

2. Auflage, Stand: 9/2016

© 2018

Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder – auch für den Zweck der Unterrichtsgestaltung – nur nach vorheriger Genehmigung durch DLG e.V., Servicebereich Marketing, Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main, Tel. +49 69 24788-209, M.Biallowons@DLG.org

Inhalt

1. Vorwort	5
2. Reinigungsbedarf	6
3. Grundlagen Reinigung	6
3.1 Verschmutzungsarten	6
3.2 Reinigungsprinzipien	7
3.3 Reinigen mit Reinigungsmitteln	7
3.4 Reinigen mit entmineralisiertem/enthärtetem Wasser	7
4. Übersicht über verschiedene Reinigungssysteme	9
4.1 Grundsätzliches	10
4.1.1 Flächenleistung	10
4.1.2 Qualität	10
4.2 Einsatzmöglichkeiten und -grenzen der Systeme	10
4.2.1 Manuelle Reinigungssysteme (Wischer oder Bürsten)	10
4.2.2 Halbautomatische Reinigungssysteme mit Hochdruck	11
4.2.3 Halbautomatische Reinigungssysteme mit wassergetriebenen, rotierenden Bürsten	11
4.2.3.1 Rotationsachse vertikal (Ablassen vom First)	11
4.2.3.2 Rotationsachse horizontal	12
4.2.3.3 Rotationsachse vertikal (Teleskopstange)	12
4.2.4 Halbautomatische Reinigungssysteme mit elektrisch angetriebenen, rotierenden Bürsten	13
5. Die Garantiebedingungen der PV-Modulhersteller	13
6. Sicherheitsmaßnahmen bei Reinigungsarbeiten von Photovoltaikanlagen	15
6.1 Welche Sicherheitsmaßnahmen sind notwendig?	15
6.2 Sicherheitsmaßnahmen bei der Reinigung von Photovoltaikanlagen	16
6.3 Vorsicht vor spannungsführenden Anlagenteilen	17
6.4 Professionelle Reinigungsfirmen als Alternative	17
7. Allgemeine Anwendungsempfehlungen	17
8. Quellen und Literaturverzeichnis	18

1. Vorwort

Die Reinigung von PV-Modulen kann unter bestimmten Rahmenbedingungen und durch Umwelteinflüsse notwendig werden. Diese Notwendigkeit entsteht aus der Tatsache heraus, dass verschmutzte Module eine geringere Leistung erzielen als saubere Module, weil die Lichteinkopplung in das Modul nicht mehr so intensiv stattfindet. Die geringere Leistung der Module schmälert die Einnahmen des Anlagenbetreibers aus der Einspeisevergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) proportional.

Verschmutzungen der Module treten besonders in Bereichen auf mit vermehrten Staub- und Schmutzanteilen in der Luft: Zum Beispiel in Gebieten, die sich in der Nähe von Industrieanlagen, Kraftwerken oder entlang von Bahntrassen befinden. Ebenfalls hoch sind die Belastungen mit verschmutzter Luft in der Nähe von landwirtschaftlichen Betrieben, die durch Stäube aus dem Stall, von Futtermitteln, durch Einstreu (Milchviehställe) oder durch Ernterückstände verursacht werden. Stäube bestehen hauptsächlich aus organischen Verbindungen, wie Fetten, Kohlenhydraten und Proteinen sowie mineralischen Rückständen beispielsweise aus Asche oder Ruß. Für den Grad der Verschmutzung haben die Hauptwindrichtung, die Höhe der Abluftkanäle und die Lage des Stalls großen Einfluss.

Durch eine Erhitzung des Photovoltaik-Moduls durch Sonneneinstrahlung können die Stäube sehr stark an der Oberfläche der Module anhaften. Meistens kann dieser starke Verschmutzungsverbund nicht mehr von Regen, Schnee und Wind abgetragen werden. Zudem verbinden sich neue Verschmutzungspartikel besser mit der bereits verschmutzten Oberfläche als mit der glatten Glasoberfläche selbst. Die Ertragsverluste können im Bereich von 10 bis 15%, bei extremen Verschmutzungen sogar bis zu 30% liegen.

Bei einer intensiven Schmutzablagerung ist es sinnvoll, die PV-Anlage zu reinigen, um der Leistungsminderung entgegenzuwirken. Die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme ist unmittelbar von den Kosten für die Reinigung abhängig

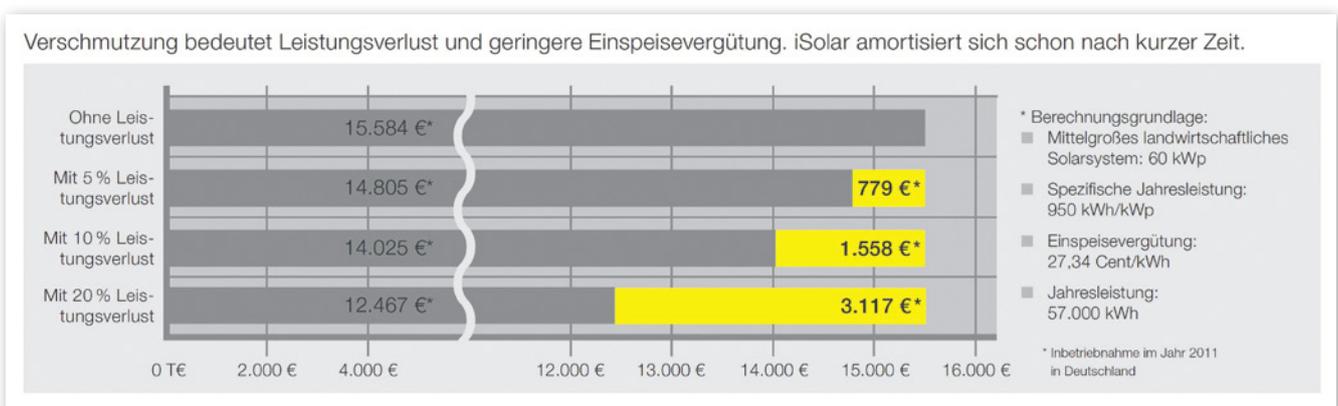


Abbildung 1: Ertrag einer PV-Anlage, Leistungsverlust und Reinigungskosten (Quelle: Kärcher)

Das vorliegende Merkblatt soll zunächst auf den grundsätzlichen Reinigungsbedarf und verschiedene Verschmutzungsarten und Reinigungsprinzipien eingehen. Anschließend wird eine Auswahl der am Markt erhältlichen Reinigungssysteme miteinander verglichen. Vor einer Reinigung zu beachten sind die Garantiebedingungen und Anwendungsempfehlungen der Komponentenhersteller. Die erforderlichen Anforderungen an die Arbeitssicherheit sind ebenfalls zu beachten.

2. Reinigungsbedarf

Wie häufig müssen Photovoltaikanlagen gereinigt werden?

Die Reinigungshäufigkeit ist sehr stark von den örtlichen Gegebenheiten und letztendlich vom Verschmutzungsgrad der Anlage abhängig.

Sinkt der Ertrag tiefer als die Kosten der Reinigung, ist es stets wirtschaftlich, eine Reinigung vorzunehmen.

Oftmals empfiehlt sich die Reinigung zweimal jährlich durchzuführen: einmal nach der Blütezeit (Verschmutzung durch Pollen und Blütenstaub) und einmal nach der Ernte (Verschmutzung durch aufgewirbelten Staub).

Anlässe für eine häufigere Reinigung sind lange Trockenperioden, in der Nähe befindliche Futtermittelanlagen oder Industrieanlagen sowie Abluftanlagen auf Geflügel- und Schweineställen.

Woran erkennt man, dass eine Anlage gereinigt werden muss bzw. an Leistung verliert?

- *Optische Betrachtung:* bei sehr starker optischer Verschmutzung (Staub, Pollen, Futtermittelreste, Vogelkot, Moose und Flechten).
- *Vergleich mit Einspeisevergütung des Vorjahres:* aufgrund der wechselnden Wetterverhältnisse jedoch sehr schwierig.
- *Vergleich mit benachbarten Anlagen:* häufig vergleichen Landwirte die Entwicklung des Ertrags ihrer Anlage untereinander. Dadurch werden Wettereinflüsse weitestgehend relativiert.
- *Datenlogger:* immer mehr Photovoltaikanlagen werden mit Datenloggern oder Fernüberwachung ausgestattet. Damit lassen sich die Erträge der Anlage sehr komfortabel kontrollieren.
- *Vergleichsmessung durch Testreinigung:* ein String wird gereinigt und anschließend der gereinigte mit dem nicht gereinigten String am Wechselrichter verglichen. Dadurch können wetterbedingte Einflüsse ausgeschlossen werden.

Die Reinigung ist als wirtschaftlicher Faktor sowohl für den Werterhalt der Anlage als auch für die Amortisation der Investition wichtig. Oftmals fehlt jedoch die Berücksichtigung von möglichen Leistungseinbußen durch Verschmutzungen bei der Investitionsentscheidung oder bei der Kalkulation.

3. Grundlagen Reinigung

3.1 Verschmutzungsarten

Welche Verschmutzungen sind auf PV-Modulen relevant?

Die Verschmutzungen auf PV-Modulen sind neben Vogelkot in erster Linie vom Ursprung der Stäube und Aerosole aus der Umgebung abhängig. Meist sind dies in der Landwirtschaft Stäube aus dem Stall, von Futtermitteln, durch die Verwendung von Einstreu, durch feine Sandpartikel oder durch Ernterückstände. Die Stäube bestehen hauptsächlich aus organischen Verbindungen (Fette, Kohlenhydrate, Proteine) und mineralischen Rückständen (Asche, Ruß etc.). In welchen Anteilen die Inhaltsstoffe auf einem Stalldach anzutreffen sind, hängt in hohem Maße von der Tierart und der Haltungsform, insbesondere des Einstreumanagements, ab. Nach DLG-eigenen Untersuchungen verschiedener Verschmutzungen im Stallaußenbereich variierten die Rohascheanteile zwischen 12–20%, Rohprotein-

anteil zwischen 35–60% und Rohfettanteil zwischen 6–10%. Dies deckt sich weitestgehend auch mit anderen Literaturangaben.

Wird bei der Reinigung hartes Wasser verwendet, ist gegebenenfalls auch mit Kalkablagerungen zu rechnen (siehe Kapitel 3.4).

3.2 Reinigungsprinzipien

Welche Möglichkeiten gibt es für effektives Reinigen?

Generell beschleunigen gutes Einweichen, höhere Temperaturen und Reinigungsmittelzusätze den Reinigungsverlauf. Schlecht in Wasser lösliche Verschmutzungen wie Fett können mit kaltem Wasser nicht vollständig entfernt werden und bedürfen höheren Temperaturen und/oder eines tensidhaltigen Reinigungsmittels.

Wie bei jeder Reinigung gilt das Grundprinzip des „Sinerschen Kreises“: Die Reinigungsleistung ist das Produkt aus der Einwirkdauer, der Reinigungstemperatur, der Mechanik und der Chemikaliauswahl bzw. der Wasserqualität. Wird einer der vier Faktoren reduziert, muss ein anderer erhöht werden. Möchte man beispielsweise schneller reinigen, muss man mit besseren Chemikalien und mit höherer Mechanik arbeiten.

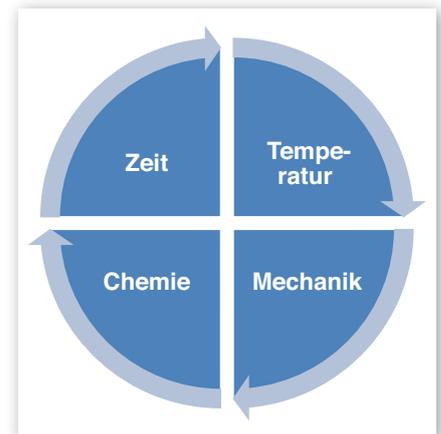


Abbildung 2: Sinnerscher Kreis

3.3 Reinigen mit Reinigungsmitteln

Wann empfiehlt sich die Verwendung eines Reinigungsmittels?

- Bei fetthaltigen Verschmutzungen (vor allem bei Anlagen auf Geflügel- und Schweineställen)
- Bei hartnäckigen Verschmutzungen wie Vogelkot
- In Regionen mit hartem, kalkhaltigem Wasser (ca. ab 8 °dH / 1,5 mmol/l) zur Enthärtung.

Was ist bei der Verwendung eines Reinigungsmittels zu beachten?

Grundsätzlich eignen sich saure Reinigungsmittel bei anorganischen Verschmutzungen wie Kalkablagerungen. Alkalische Reiniger oder neutrale Mittel mit hohem Tensidanteil werden bei fett- und proteinhaltigen Verschmutzungen eingesetzt. Wichtig ist allerdings, stets die **Materialverträglichkeit** des jeweiligen Produktes zu beachten. Hierbei geht es nicht nur um das Modul selbst. Das Reinigungsmittel kann auch die Modulbefestigung oder das Dach angreifen.

So gilt in jedem Fall: Nur vom Hersteller freigegebene Produkte einsetzen!

Ein weiterer Aspekt ist die **Umweltverträglichkeit**: Es ist im Einzelfall zu prüfen, wo die Reinigungslösung abfließen kann, z. B. in die Güllegrube oder in die Wiese. Die Inhaltsstoffe des Reinigungsmittels müssen ökologisch und ggf. auch für die Ausbringung als Gülle auf dem Feld unbedenklich sein.

3.4 Reinigen mit entmineralisiertem/enthärtetem Wasser

Welches Wasser eignet sich am besten für die Reinigung?

Es sind viele Wasserarten im Gespräch: Leitungswasser, Regenwasser, Brunnenwasser, enthärtetes Wasser, entmineralisiertes Wasser, Osmosewasser.

In Regionen mit weichem, kalkarmem Wasser (bis ca. 8 °dH / 1,5 mmol/l) kann Leitungswasser in der Regel problemlos zur Reinigung eingesetzt werden.

In Regionen mit hartem, kalkhaltigem Wasser (ab ca. 8 °dH / 1,5 mmol/l) sollte zusätzlich ein Reinigungsmittel oder ein Wasserenthärtungssystem eingesetzt werden. Wird weder ein Reinigungsmittel noch ein Wasserenthärtungssystem eingesetzt, bleiben nach der Abtrocknung der gereinigten Module Kalkflecken auf der Oberfläche zurück, die ebenfalls die Leistung des Moduls herabsetzen können.

Üblicherweise liegt die Wasserhärte von Regenwasser nahe null. Dadurch eignet sich auch Regenwasser prinzipiell zur Reinigung von Photovoltaikanlagen. Eine Wasserprobe des Regenwassers ist allerdings unerlässlich, da es beim Auffangen und Speichern des Wassers zu Verunreinigungen kommen kann. Dies gilt auch für Brunnenwasser, da hier häufig erhöhte Mangan- und Eisengehalte vorkommen können.

Bei der Nutzung von Regen-/Brunnenwasser empfiehlt sich stets die Verwendung eines Wasserfeinfilters am Geräteeingang.

Die Herstellerangaben für das zu verwendende Wasser sind zu beachten.

Was hilft gegen Kalkflecken?

Sollte nach dem Auftrocknen der Module Kalkflecken zurückbleiben, empfiehlt sich bei der nächsten Reinigung der Einsatz eines säurehaltigen Reinigungsmittels oder einer Wasserenthärtungsanlage.

Wie bestimmt man die Wasserhärte vor Ort?

Die lokale Wasserhärte kann bei dem jeweiligen Wasserversorger erfragt werden. Alternativ können Schnelltests verwendet werden.

Heiß- oder Kaltwasser, womit reinigt man am besten?

In den meisten Anwendungsfällen ist eine Reinigung mit Kaltwasser völlig ausreichend. Die meisten Systeme arbeiten vor allem mit mechanischer Reinigungskraft, wie rotierenden Bürsten oder hohem Wasserdruck. Der Großteil der Verschmutzungen (Emissionsverschmutzungen, Staub, Pollen, Vogelkot, Moose und Flechten) kann meist so entfernt werden.

4. Übersicht über verschiedene Reinigungssysteme

System		Manuell		Halbautomatisch				Auto- matisch	Träger- fahrzeug	
				mit Hoch- druck	mit wassergetriebenen, rotierenden Bürsten					mit elektrisch angetrie- benen, rotieren- den Bürsten
Bei- spiel	Gerät	Wischer/Bürste (starr)	Hochdruck- reiniger mit Flachstrahl oder Rotordüse	PVSpin	Sola- Tecs C700	Sola- Tecs W800	iSo- lar800 (iSo- lar400)	Rotaqleen Vario	Solarmopp	FWG 700
			Flächen- reiniger							
			Düsen- balken							
	Her- steller	–	Grundsätz- lich nicht empfohlen	Schlet- ter GmbH	Cleantecs GmbH	Alfred Kärcher GmbH & Co. KG	Karlhanns Lehmann KG	Agro- service GmbH	Mulag Fahrzeug- werk Heinz Wössner GmbH & Co. KG	
Flächenleistung [m²/h]		20–50		100– 200	150– 300	150– 300	100– 300	50–100	150	3.500– 5.000
Arbeitsbreite [mm]		250–600		1.100	350– 900	800 / 1.000	800 (400)	500 / 1.000	600– 1.200	3.200 / 5.000
Drehzahl [1/ min]		–		150	700	350	200 - 300	160	k.A.	100
Wassereinsatz [l/h]		10 (Wischer) – 100 (Bürste)		600– 1.500	420– 600	420– 600	700– 1.300	150–300	k.A.	k.A.
Gewicht [kg]		bis 1 kg		25	2,5–4	17 / 20	6,5	5 / 10	36	320 / 415
Bürstenart		Starr		Scheibe	Walze	Walze	Scheibe	Walze	Walze	Walze
Borstenmaterial		Wi- scher	Mikro- faser	Poly- amid	Poly- amid	Poly- amid	Poly- amid	Polyamid	Polyamid	k.A.
		Bürste	Nylon, Kunst- haar, Ross- haar							
Max. Länge Teleskopstange [m]		20		Ab- lassen vom First	15	–	14	14	–	6,3 (hori- zontal) 7 (vertikal)

4.1 Grundsätzliches

4.1.1 Flächenleistung

Die tatsächliche Flächenleistung hängt von vielen Einflussfaktoren ab. Die in der Übersicht angegebenen Werte sind somit als Durchschnittswerte zu sehen.

Entscheidende Einflussfaktoren:

- Erfahrung des Anwenders
Nach mehrmaliger Anwendung steigt die Flächenleistung durch eine verbesserte Handhabung deutlich an.
- Rüstzeiten für den Auf- und Abbau
- Reinigungsmethode von oben oder von unten:
Erfahrungsgemäß ist bei einigen System von oben eine höhere Flächenleistung erzielbar.
- Beschaffenheit der Photovoltaikanlage, Dachneigung und Modulaufbau
- Verschmutzungsgrad der Photovoltaikanlage
Bei stark verschmutzten Anlagen kann mehrfaches Reinigen erforderlich sein.
- Bei Teleskopsystemen: Länge der Teleskopstange
Je weiter diese ausgefahren wird, desto geringer die Flächenleistung wegen der schlechteren Handhabbarkeit der Teleskopstange. Bei sehr großen Anlagen bietet es sich daher an, die Hälfte der Anlage von oben und die andere Hälfte von unten zu reinigen.

4.1.2 Qualität

Das Borstenmaterial von Reinigungssystemen mit Bürsten ist prinzipiell sehr weich. Kratzer auf den Modulen werden somit vermieden. Allerdings ist zu beachten, dass die Bürsten nicht im ausgeschalteten Zustand über trockene, verschmutzte Module geschoben werden. Schmutzpartikel könnten so Kratzspuren verursachen. Rotierende Bürsten schleudern Wasser nach außen und sorgen somit für eine Vorwässerung der benachbarten Module. Dies löst den Schmutz an und beugt in gewissem Umfang Kratzspuren vor.

4.2 Einsatzmöglichkeiten und -grenzen der Systeme

4.2.1 Manuelle Reinigungssysteme (Wischer oder Bürsten)

Einsatzmöglichkeiten

Die manuellen Systeme wurden ursprünglich für die Glasreinigung von Gebäuden entwickelt und eingesetzt. Für die PV-Modul-Reinigung sind sie nicht speziell konzipiert und daher je nach System und Bauart der PV-Anlage nur bedingt geeignet.

Für kleine und nur leicht verschmutzte Anlagen mit guter Zugänglichkeit ist die Reinigung mit diesen Systemen akzeptabel. Der Vorteil liegt in der Handhabung insbesondere durch das geringe Gewicht des Bürstenkopfes. Bei entsprechenden bau-



Abbildung 3: Manuelle Reinigung

lichen Gegebenheiten kann vom Boden aus gereinigt werden.

Einsatzgrenzen

- Reichweite und Erreichbarkeit der Module nur praktikabel, wenn großzügige Wartungsgänge vorgesehen sind.
- Begrenzte Flächenleistung, sehr hoher Zeitaufwand.
- Hoher Kraftaufwand erforderlich, um ausreichende mechanische Reinigungswirkung zu erzielen.
- Bei starken Verschmutzungen weniger geeignet, da der Schmutz mit der geringen Wassermenge nicht ausreichend gut abtransportiert werden kann.
- Erhöhte Beschädigungsgefahr, wenn mit sehr geringen Wassermengen gearbeitet wird. Schmutzpartikel können zu Kratzern auf der Oberfläche führen.

4.2.2 Halbautomatische Reinigungssysteme mit Hochdruck

Bei Verwendung dieser Reinigungsmethoden erlischt bei den meisten Modulherstellern der Garantieanspruch. Dichtungen, elektrische Leitungen oder Bauteile können beschädigt werden und Wasser in das Modulinnere eindringen. Vor einer Reinigung mit Hochdrucksystemen muss geklärt sein, ob der Modulhersteller diese Reinigungsverfahren zugelassen hat.

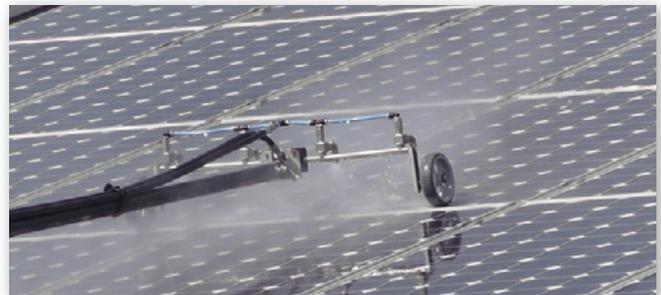


Abbildung 4: Halbautomatische Reinigungssysteme mit Hochdruck

4.2.3 Halbautomatische Reinigungssysteme mit wassergetriebenen, rotierenden Bürsten

4.2.3.1 Rotationsachse vertikal (Ablassen vom First)

Einsatzmöglichkeiten

Geeignet für Anlagen, bei denen die baulichen Gegebenheiten einen guten Dachzugang erlauben. Der Anwender benötigt genügend Raum und sicheren Stand, um das Gerätegewicht von etwa 25 kg handhaben zu können.

Aufgrund seiner großen Arbeitsbreite eignet sich dieses System für mittlere und größere PV-Anlagen. Das Gerät kann mit einer Vielzahl von bestehenden Hochdruckreinigern betrieben werden.



Abbildung 5: Rotationsachse vertikal (Quelle: Schletter)

Einsatzgrenzen

- Bei großer Dachneigung: erhöhter Kraftaufwand und schwierige Bedingungen für Arbeiten mit dem relativ schweren Gerät auf dem Dach.
- Relativ hoher Kraftaufwand: eingeschränkte Arbeitsdauer durch körperliche Belastung für den Anwender.
- Nur bei trockenen Bedingungen einsetzbar.
- Hohe Anforderungen an Wasserqualität aufgrund Wasserhydraulikmotor.

- Bei großen Anlagen: Reinigung der äußeren Modulreihen kritisch, da seitliche Steuerung nur sehr eingeschränkt möglich (Absturzgefahr!)
- Anwendung vom Boden, Gerüst, Hubsteiger oder Fahrbühne nicht möglich.
- Nicht für aufgeständerte Module geeignet.

4.2.3.2 Rotationsachse horizontal

Walzenbürsten sind aufgrund ihrer Bauweise für eine Vielzahl von Anlagentypen von klein bis groß, flach montiert oder in Ständerbauweise geeignet.

Je nach Gegebenheit kann vom Boden, vom Gerüst, vom Hubsteiger oder vom Dach aus gearbeitet werden. Die variable Arbeitsbreite von 350–900 mm bietet für kleine bis größere PV-Anlagen jeweils die richtige Auswahlmöglichkeit.

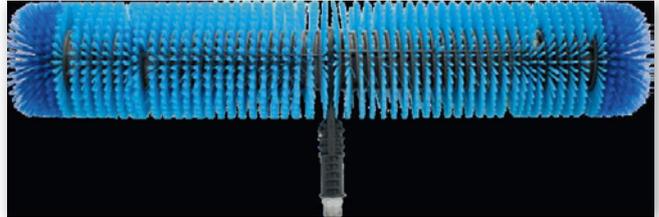


Abbildung 6: Rotationsachse horizontal
(Quelle: Cleantecs GmbH)

Einsatzgrenzen

- Reinigung der letzten Module (oben oder unten je nach Standpunkt des Anwenders) kritisch. Beim Überschreiten des Modulrandes besteht so erhöhte Absturzgefahr der Walzenbürste.
- Die Walzenbürste kann in Modulzwischenräume einhaken – Handhabbarkeit bei Modulübergängen eingeschränkt.
- Hohe Drehzahl erzeugt sehr viel Spritzwasser, was bei Arbeiten auf dem Dach je nach Oberfläche (z. B. Trapezblech) zu erhöhtem Sicherheitsrisiko (Ausrutschen) führt.
- Für den Antrieb wird ein Hochdruckreiniger mit 420–600 l/h Wasserdurchsatz mit Funkfernbedienung benötigt.

4.2.3.3 Rotationsachse vertikal (Teleskopstange)

Einsatzmöglichkeiten

Geeignet für flach montierte Anlagen. Je nach Gegebenheit kann vom Boden, vom Gerüst, vom Hubsteiger oder vom Dach aus gearbeitet werden. Für Anlagen in Ständerbauweise empfiehlt sich eine Variante mit nur einer rotierenden Scheibenbürste in Verbindung mit der Standardlanze des Hochdruckreinigers.

Ein Hochdruckreiniger mit mindestens 700 l/h (Drehstromgerät) ist für den Betrieb des Reinigers dieser Bauart erforderlich.



Abbildung 7: Rotationsachse vertikal (Quelle: Kärcher)

4.2.4 Halbautomatische Reinigungssysteme mit elektrisch angetriebenen, rotierenden Bürsten Einsatzmöglichkeiten

Aufgrund der Bauweise für flach montierte Anlagen jeglicher Größe geeignet. Je nach Gegebenheit kann vom Boden, vom Gerüst, vom Hubsteiger oder vom Dach aus gearbeitet werden. Für Anlagen in Ständerbauweise empfiehlt sich die Variante mit 500 mm Arbeitsbreite.

Bemerkung: zusätzlicher Schaltkasten mit 230V/24V Anschluss erforderlich, kann nicht mit Hochdruckreiniger betrieben werden

Einsatzgrenzen

- Reinigung der letzten Module (oben oder unten je nach Standpunkt des Anwenders) kritisch, da nur eine punktuelle Auflage erfolgt. Kommt man mit der Auflage über den Modulrand hinaus, besteht erhöhte Absturzgefahr für die Walzenbürste.
- Walzenbürste kann in Modulzwischenräume einhaken – schwer handhabbar bei Modulübergängen.
- Umständliche Handhabung bei Veränderung der Länge des Stangensystems durch das zusätzliche Elektrokabel sowie zwei außenliegende Wasserleitungen für Wasser bzw. Reinigungsmittel.
- Durch den geringen Wasserdurchsatz ist die Flächenleistung begrenzt, stark verschmutzte Module sind nur durch mehrfaches Überfahren vollständig zu reinigen.
- Das Steckstangensystem ist für Arbeiten auf dem Dach nur begrenzt geeignet, da einzelne Elemente mitgeführt und auf dem Dach montiert bzw. demontiert werden müssen.



Abbildung 8: Rotationsachse horizontal
(Quelle: Puragleen)

5. Die Garantiebedingungen der PV-Modulhersteller

Auf dem Markt werden unterschiedliche Reinigungssysteme für Photovoltaikanlagen angeboten. Bei der Entscheidung für ein System ist nicht allein das Reinigungsergebnis ausschlaggebend. Im Vorfeld ist zu prüfen, welche Form der Reinigung für die Module der eigenen PV-Anlage zulässig ist. In den Installations- und Gebrauchsanleitungen der Modulhersteller finden sich Angaben über Wassertemperaturen, Härtegrade sowie erlaubte Reinigungsmittel, die für die jeweiligen Module zulässig sind. Eine vom Modulhersteller nicht freigegebene Form der Reinigung kann im Schadensfall zum Erlöschen der Produktgarantie sowie der Leistungsgarantie führen.

Wasser:

Anforderungen an das für die Reinigung zu verwendende Wasser sind in Kapitel 3.4 beschrieben.

Wasserzusätze:

Auch bei der Wahl eines Zusatzmittels im Wasser ist auf die Vorgaben des jeweiligen Modulherstellers zu achten. Einige Hersteller untersagen jegliche Art von Reinigungsmittel. Sie verweisen darauf,

dass Reinigungsmittel zu einer Beschädigung der Beschichtung und somit zum Erlöschen der Produkt- und Leistungsgarantie führen können. Andere Hersteller empfehlen, ein mildes und biologisch abbaubares Spülmittel für die Modulreinigung zu verwenden. Einzelne Firmen sprechen die Empfehlung aus, Ethanol oder einen handelsüblichen Glasreiniger einzusetzen. Einigkeit besteht darüber, dass keine aggressiven Reinigungsmittel, Scheuermittel, alkalische Chemikalien oder Ammoniaklösungen verwendet werden dürfen.

Reinigung generell:

Bereits bei der Angabe, ob Module gereinigt werden müssen, treffen die Modulhersteller unterschiedliche Aussagen. Die Einschätzungen reichen von: „... die Modulfläche ist generell regelmäßig zu reinigen ...“ bis hin zu der Aussage „... Photovoltaikmodule sind auch, wenn sie niemals abgewaschen werden, effizient im Betrieb ...“.

In den meisten Fällen gehen die Hersteller jedoch von der Annahme aus, dass der Regen die Module auf natürliche Weise reinigt, wenn diese mit entsprechender Neigung installiert wurden. Je geringer der Neigungswinkel ist, desto höher ist der erforderliche Reinigungsaufwand.

Reinigungsmaterial:

Weiterhin besteht unter den Herstellern Einigkeit, dass weiche Bürsten, Schwämme oder Mikrofasertücher zur Reinigung zu verwenden sind. Der Einsatz von scharfkantigem Werkzeug ist bei allen Herstellern untersagt.

Vermeidung von Temperaturschocks:

Zur Temperatur des Wassers wird nicht von allen Herstellern eine Angabe gemacht. Generell sind Temperaturschocks zu vermeiden. Die Temperatur des Wassers ist auf die Umgebungstemperatur oder auf die Temperatur der Module anzupassen. Einige Hersteller begrenzen die maximale Wassertemperatur auf 40 °C. Mehrfach findet man die Empfehlung, die Module am frühen Morgen zu reinigen, wenn sie noch kühl sind.

Wasserdruck:

Viele Modulhersteller untersagen generell die Verwendung von Dampfreinigern und Hochdruckreinigern. In anderen Gebrauchsanweisungen werden Mindestabstände zu der besprühten Fläche angegeben oder einen maximaler Wasserdruck von 690 kPa festgelegt.

Reinigungsmaschinen:

Auf den Einsatz von automatischen Reinigungsmaschinen für Solaranlagen wird in den wenigsten Herstellerangaben eingegangen. Ein Hersteller weist zumindest darauf hin, dass die Verwendung einer Reinigungsmaschine auf eigene Verantwortung erfolgt und nicht durch den Hersteller freigegeben ist. In einer anderen Installations- und Gebrauchsanleitung finden sich sehr konkrete Anforderungen an den Härtegrad (< 5 °dH), die Reinigungsgeräte sowie den Borstendurchmesser ($< 0,15$ mm) und den Typ der Walzenbürsten, die verwendet werden dürfen.

Haftung:

Generell gilt, dass die Hersteller keine Haftung für Schäden übernehmen, die aus einem nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch bzw. Verwendung entstehen. Daher ist es in jedem Fall wichtig, die Herstellerangaben für die zu reinigenden Module heranzuziehen, bevor man sich für eine Reinigungsmethode oder ein Reinigungssystem entscheidet.

Die Herstellervorgaben sind genauestens zu beachten. Eine fehlerhafte Reinigung der Module kann zum Verlust der Produkt- und Leistungsgarantie führen.

6. Sicherheitsmaßnahmen bei Reinigungsarbeiten von Photovoltaikanlagen



Abbildung 9: Durch Schneeräumversuche auf PV-Anlagen sind schon schwere Unfälle geschehen: Besser warten, bis es taut und der Schnee abrutscht. Betreten Sie schneebedeckte Dächer keinesfalls ungesichert!

Unfälle durch Absturz oder lebensgefährlichen Stromschlag ereignen sich immer wieder bei Reinigungs- und Wartungsarbeiten von Photovoltaikanlagen. Sie enden oftmals mit schweren Verletzungen oder sind mitunter tödlich. Nachfolgend werden Möglichkeiten und erforderliche Sicherheitsmaßnahmen aufgezeigt, damit unerwünschte Ablagerungen, entfernt werden, ohne die eigene Sicherheit zu riskieren.

6.1 Welche Sicherheitsmaßnahmen sind notwendig?



Abbildung 10: Ein sicherer Arbeitsort: Vom Arbeitskorb aus können Reinigungsarbeiten der PV-Anlage erledigt werden ohne auf das Dach zu steigen

Wer zu Reinigungsarbeiten auf Dächer steigt, muss sich der Unfallrisiken bewusst sein. Darum sind die Unfallverhütungsvorschriften für diese als gefährlich eingestuftem Arbeiten auf Dächern unbedingt zu befolgen. Bestehen Dachflächen oder Teile von Dachflächen aus nicht durchbruch- oder abrutschsicheren Bauteilen, sind besondere Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Bereits vor der Montage von PV-Elementen auf Dächern sollten mögliche Reinigungs- und Wartungsarbeiten

auf der Dachfläche berücksichtigt werden und nötige konstruktive Schutzmaßnahmen ergriffen sowie bei Bedarf fachlicher Rat eingeholt werden.

Empfohlen werden bauliche Maßnahmen, die das sichere Erreichen sowie Service und Wartung der PV-Anlage ermöglichen. Hierzu zählen zum Beispiel Treppen, Leitern, Plattformen mit entsprechenden Brüstungen sowie Tritte und Stege, die den geltenden baulichen Bestimmungen entsprechen.

Aufgrund der Reinigungsarbeiten mit Wasser müssen Laufstege auf Dächern Schutz gegen Abrutschen bei Nässe gewährleisten.

Im Korb arbeiten: anseilen, nicht hinaus lehnen etc.

Besondere Gefährdungen bei Reinigungsarbeiten auf Dächern durch:

- Durchsturz durch nichttragfähige Bauteile
- Absturz an Gebäudeaußenkanten
- Gleichgewichtsverlust beim Transport von Lasten
- elektrischen Strom.

6.2 Sicherheitsmaßnahmen bei der Reinigung von Photovoltaikanlagen

Das Reinigen von Photovoltaikanlagen birgt eine große Gefahr des Ein- oder Abstürzens. Daher sollte ein Reinigungsverfahren favorisiert werden, das ein Betreten unnötig macht. Hubarbeitsbühnen stellen einen idealen Arbeitsort für Reinigungs- oder Wartungsarbeiten auf dem Dach dar. Ausgerüstet mit Auslegern von bis zu 24 Metern kann man diese stunden- oder tageweise ausleihen. Auch ein vorschriftsgemäß am Frontlader angebrachter Arbeitskorb ermöglicht einen guten Standort, um anfallende Arbeiten ohne Betreten der Dachfläche auszuführen. Hierbei ist die LSV-Information T 01 „Auswahl und Betrieb von Arbeitsplattformen an Traktoren“ zu beachten. Die Informationsschrift finden Sie unter: www.svlfg.de > Prävention > Gesetze und Vorschriften > Informationen und Regeln der LSV > LSV-Informationen/Technische Informationen.

Leichte Teleskopstangen aus Karbon bieten sich für eine Reinigung vom Boden aus an, da hiermit jede Stelle der Anlage einfach erreicht werden kann. Die Verwendung einer Teleskopstange hat mehrere Vorteile: Die Dachflächen müssen für die Reinigung nicht betreten werden und somit entsteht weder für die Reinigungsper-



Abbildung 11: Bei der Reinigung von Photovoltaikanlagen ist auf die Sicherheit zu achten. Mit einer ausziehbaren Teleskopstange können die Module vom Boden aus gereinigt werden. Somit wird die Gefahr eines Absturzes vom Dach ausgeschlossen und einen Stromschlag zu erleiden deutlich minimiert

son noch für die Anlage ein unnötiges Risiko. Je nach Gebäudebauart kann die Solaranlage damit vom Boden, einem Dachfenster oder vom Arbeitskorb aus gesäubert werden. Ein wichtiger Sicherheitsaspekt bei dieser Arbeitsweise ist, dass kein elektrischer Strom durch die Glasfaserstangen geleitet werden kann bzw. die elektrische Leitfähigkeit bei einer Glasfaserverstärkung im Griffbereich der Karbonstangen herabgesetzt wird.

6.3 Vorsicht vor spannungsführenden Anlagenteilen

Elektrischer Strom kann lebensgefährlich sein! Eine PV-Anlage ist eine elektrische Energieerzeugungsanlage und besitzt spannungsführende Anlagenteile. Durch Beschädigung, Defekt oder sonstige Undichtigkeiten können diese freiliegen und gerade bei Reinigungsarbeiten mit Wasser zu einem lebensgefährlichen Stromschlag führen. Insbesondere vor einer Reinigung sollte die Anlage auf beschädigte Kabel (z. B. durch Windschäden oder Marderbiss) überprüft und defekte Stellen durch eine Elektrofachkraft repariert oder ersetzt werden, die gegebenenfalls vor Reinigungsarbeiten auch eine Fehlerstromprüfung vornehmen kann. Die Überwachung der Anlage übernimmt im Betrieb normalerweise der Wechselrichter.

6.4 Professionelle Reinigungsfirmen als Alternative

Für die professionelle Reinigung von großen und schwierig zu erreichenden PV-Modulen werden qualifizierte Reinigungsfirmen empfohlen. Sie bieten eine fachgerechte Reinigung mit professioneller Ausrüstung und elektrisch nicht leitendem Wasser (entmineralisiert) sowie Erfahrung bei Arbeiten in der Höhe.

7. Allgemeine Anwendungsempfehlungen

Was ist das beste Reinigungsverfahren?

Grundsätzlich kann die manuelle oder halbautomatische Reinigung auf zwei Arten durchgeführt werden. Die Reinigung kann direkt vom Dachfirst erfolgen, in dem der Anwender per Klettergurt gesichert wird und die Module oben stehend nach unten hin reinigt. Alternativ können die Module von unten nach oben gereinigt werden, während der Anwender auf einer Arbeitsbühne (Hubsteiger oder Gerüst) in Traufhöhe arbeitet.

Eine Einweisung vom Hersteller oder Händler ist für den Anwender empfehlenswert.

Es sollte auf eine gute Handhabbarkeit des Reinigungssystems geachtet werden. Sowohl die Reinigung von einer Arbeitsbühne in Höhe der Traufe als auch das Reinigen auf dem First stehend sollte gut beherrschbar sein und gute Reinigungsergebnisse erzielen.

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.

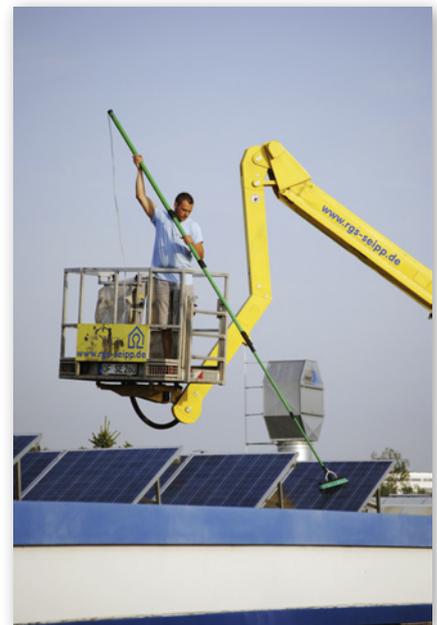


Abbildung 12: Hubarbeitsbühnen sind ideal für Reinigungs- und Wartungsarbeiten auf dem Dach. Professionelle Fachfirmen bieten eine fachgerechte Reinigung sowie Erfahrung und schnelle Arbeitsabfertigung (Quelle: RGS Seipp GmbH, Dietzenbach)

Wie lang darf eine Teleskopstange sein?

Es ist zu beachten, dass das Reinigen mit manuellen und halbautomatischen Systemen (z. B. rotierende Bürsten) einen gewissen Kraftaufwand bedarf. Der Aufwand nimmt mit der Länge der verwendeten Teleskopstange stark zu. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, bis zu einer Länge von etwa 8 m zu reinigen und nur in Ausnahmefällen mit einer längeren Stange zu arbeiten. Die Erfahrungen bei praktischen Tests haben gezeigt, dass die Möglichkeit des Durchhängens der Stange bei einer großen Länge besteht, so dass die Bürste oder die Wischer ggf. nicht mehr flach auf den Modulen aufliegen können.

Um den Kraftaufwand zu verringern und ein besseres Handling zu gewährleisten, sollte nur gerade gereinigt werden, d. h. die Teleskopstange verläuft parallel zum Ortgang und der Anwender steht direkt hinter der Stange.

Kann man die Reinigung alleine durchführen?

Es ist ratsam, die Reinigung mit zwei Personen durchzuführen. Hierbei bedient eine Person das Reinigungsgerät während die andere für unterstützende Handgriffe zuständig ist, wie beispielsweise das Bedienen des Hubsteigers, das Nachführen von Schläuchen oder das Bedienen des Hochdruckreinigers. Das Arbeiten zu zweit erleichtert die Reinigung und erhöht die Sicherheit.

Bei welcher Dachneigung kann vom Dach aus gereinigt werden?

Vor Beginn der Reinigungsarbeiten muss die Dachneigung beachtet werden. Die Erfahrungen 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, welches Reinigungsverfahren verwendet werden soll, mit einfließen.

Zu welcher Tageszeit sollte die Reinigung durchgeführt werden?

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 die Maximaltemperatur für das Reinigungssystem zu beachten.

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

8. Quellen und Literaturverzeichnis

DLG Prüfbericht 6103F
DLG Prüfbericht 6184F
DLG Prüfbericht 6218F

DLG-ANERKANNT. Qualität für die Praxis geprüft



GESAMT-PRÜFUNG
HERSTELLER
PRODUKT
DLG-Prüfbericht 0000



Erst informieren, dann investieren!

4.000 Prüfberichte online unter www.DLG-Test.de

www.DLG.org



DLG-Merkblätter. Wissen für die Praxis.

- DLG-Merkblatt 396
Flexibilitätsprämie bei Biogas
- DLG-Merkblatt 395
Planung von Windenergieanlagen
- DLG-Merkblatt 392
**Schadinsekten und Krankheiten
in Kurzumtriebsplantagen**
- DLG-Merkblatt 386:
**Biogas aus Gras –
Wie Grünlandaufwüchse
zur Energieerzeugung
beitragen können**
- DLG-Merkblatt 372
**DLG-Standard zur Kalkulation
einer Kurzumtriebsanlage**
- DLG-Merkblatt 371
**Kurzumtriebsplantagen –
Anlage, Pflege, Ernte und
Wertschöpfung**
- DLG-Merkblatt 368
**Stromvermarktung außerhalb
des EEG 2012 – Chancen
und Risiken für Biogasanlagen**
- DLG-Merkblatt 367
Windräder im Wald
- DLG-Merkblatt 363
Biomasse-Rüben

Download unter www.DLG.org/Merkblaetter



DLG e.V.
Mitgliederservice
Eschborner Landstraße 122 • 60489 Frankfurt am Main
Deutschland
Tel. +49 69 24788-205 • Fax +49 69 24788-124
Info@DLG.org • www.DLG.org