

Sinkt der Wirkungsgrad einer Photovoltaikanlage (PV) im Laufe der Zeit? Was kann man als Anlagenbesitzer tun? Worauf sollte geachtet werden? Was helfen Wärmebildaufnahmen von der PV Anlage?

Peter Maag, Maag-isch® GmbH, drohneneinsatz.ch und waermebildfoto.ch (Stand Februar 2018)

Diese Fragen stellen sich wohl viele Anlagebesitzer vor der Entscheidung eine PV Anlage anzuschaffen und oftmals auch danach.

PVA sind hervorragende Kraftwerke, vor allem auch für private Besitzer. Sie arbeiten fast autonom und brauchen verhältnismässig wenig Unterhalt. Und genau um diesen geht es im nachfolgenden Artikel.

Die Qualität der PV Produkte kann ein Anlagebesitzer nur beeinflussen, indem er sich vor dem Kauf sehr gut informiert und sich entsprechend entscheidet.

Hingegen im Bereich des Unterhaltes und der Pflege können die Anlagebesitzer sehr viel für den Erhalt eines hohen Wirkungsgrades tun.

Je nach Standort können solche Anlagen stark verschmutzen:

- Staub, vor allem auch Blütenstaub wirkt wie ein Lichtreduktionsfilter



Bild: Aus Distanz sieht alles sauber aus....

- Staub von landwirtschaftlichen Arbeiten, wie z.B. mit Heugebläsen oder einfach nur schon dem Hofplatzstaub

- Ammoniak das aus Vieh-, Schweine- und Geflügelbetrieben ausdünstet verbindet sich mit Staub und setzt sich auf dem Solardach als dicker fester Film ab, der vorüberfliegende Staub wird förmlich davon angezogen
- von Strassen und von Gewerbebetrieben entstehender Staub und Schmutz, verklebt sich mit Regenwasser und verkrustet, die darunter liegende Zelle wird durch die „Verdunkelung“ in der Regel wärmer, produziert jedoch weniger Leistung
- in der Nähe von Eisenbahnen entwickelt sich zudem oft zusätzlicher Schmutz
- alles was von Bäumen herum geweht werden kann, wie Blätter und Nadeln bleibt oftmals am Rand zwischen dem Zellglas und

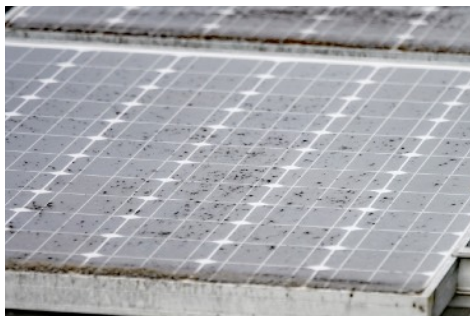


Bild: ... aus der Nähe sieht man die durch Algen und Staub stark verschmutzte PV Anlage.

- dem Rahmen liegen und verrottet
- Veralgung, Flechten und Vermoosung können bei flacher liegenden Anlagen durchaus passieren
- Vogelkot verhält sich ebenfalls wie eine starke Sonnenbrille und wirkt zudem ätzend
- es bleiben Schmutzablagerungen am Übergang zwischen Glas und Rahmen
- Schattenwurf von Anlagenteilen wie Schutzgittern, herausstehende Montageösen, nahe stehende Stangen, Antennen, Satelliten-

schüsseln, Kaminen, Fahnen und vieles mehr sind Schattenspende und werden in der Summe oftmals unterschätzt

Verschmutzungen können je nach Verschmutzungsgrad und je nach Informationsquelle einen Leistungsverlust von bis zu 30% oder mehr ausmachen.

Im mitteleuropäischen Raum beginnt ab einer Anlagenneigung von ca. 12 bis 20 Grad die „Selbstreinigung“. Jedoch heisst das nicht, dass diese Anlage dann perfekt sauber ist. Sondern es werden durch Regen, Wind und



Bild: Schnee auf der PVA hat niemand gerne. Vorsicht! Das Entfernen kann Schäden verursachen.

Schnee nur ein kleiner Teil der Verschmutzungen abgeführt. Festgebackener Vogelkot oder angeklebter Blütenstaub bleibt nach wie vor an der Anlage.

Es ist mit einem schmutzigen Auto zu vergleichen. Wenn es im Regen steht, ist es danach auch nicht einfach nur sauber.

Allgemein wird empfohlen eine regelmässige Anlagenreinigung bei Landwirtschaftsbetrieben und in der Nähe von staubentwickelnden Gewerbebetrieben ab einem Turnus von ca. 6 Monaten zu planen. Kleinanlagen auf Einfamilienhäusern können auch schon mal nur alle eins bis zwei Jahre gereinigt werden.

Wer selber reinigen will:

- soll auf keinen Fall Hochdruckreiniger dazu einsetzen
- muss auf stark ätzende und scheuernde Reinigungsmittel verzichten
- soll unbedingt kalkarmes, möglichst destilatgleiches Wasser verwenden
- nicht trocken scheuern, um Kratzer zu vermeiden

Achtung Garantieverlust! Solarzellen sind in der Regel mit einer hauchdünnen Antireflexschicht überzogen und können durch falsches Reinigen beschädigt werden. Das reduziert oder löscht unter Umständen sogar die Herstellergarantie.

Professionelle Reiniger verwenden anlage schonendes, destilatgleiches Wasser und für solche Reinigungsarbeiten speziell hergestellte Geräte.

Verschattungen

Leistungsverhinderer sind „Verschattungen“, welche manchmal erst nach dem PV Anlagenbau bemerkt werden. Um solche Fälle vorzusehen, gibt es sogenannte „Verschattungssimulationen“. Unter Einbezugnahme z.B. von (wachsenden) Bäumen, Dachaufbauten, Kaminen oder auch Schatten von Bergen stellen sie die „Verschattung“ auf der zu bauenden PV Anlage dar. Leistungsmischrechnungen mit



Bild: Verschattungen sind oftmals nicht zu verhindern. Darum muss diese bewusst in die Planung mit einbezogen werden.

verschatteten Anlagenteilen sind anspruchsvoll.

Es gibt spezielle in Anlagen verbaubare „Tracker“, welche aus verschatteten PV Anlagebereichen die optimale Leistung heraus holen. Ohne solche Tracker finden die angeschlossenen Wechselrichter nicht immer den optimalsten „Arbeitspunkt“ für die maximale Leistung. Verschattungen können nicht immer verhindert werden. Es gibt Spezialisten, welche ein sogenanntes Verschattungsmanagement planen und Empfehlungen abgeben.

Äusserst interessant und wichtig ist es vor dem Bau einer PV Anlage über die Grenzen zu schauen wo Verschattungen auf die PV Anlage, je nach Sonnenstand, Tages- und Jahreszeit einen Einfluss haben können. (Z.B. hohe Nachbargebäude, Strommasten, Stromleitungen, Fahnen, Bodenerhebungen, entfernte Türme usw.)

Anlagen können von aussen Schaden nehmen oder einen inneren Defekt bekommen:

- Hagel-, durch starken Wind herumgeschleuderte Sachen oder Steinschlag (z.B. auch Lausbubenstreichle)
- Anlagen sind 365 Tage im Jahr Kälte bis hin zu hohen Temperaturen ausgesetzt, das bedeutet, dass diese Teile sich um Millimeter bis hin zu Zentimeter bewegen. Diese Bewegungen können im dümmsten Fall Schäden an der Anlage verursachen.
- Es können auch ganze Module ausfallen die nichts mehr produzieren.
- Zellenausfälle bedeuten, dass dort in der Regel eine Vorkerbung in Aktion tritt, die verhindert, dass die nachfolgenden Zellen (im String) ausfallen. Die ausgefallene Zelle wird quasi überbrückt und wärmt sich auf. Dadurch entsteht ein sogenannter Hotspot, der mit Hilfe von Wärmebildaufnahmen sehr gut sichtbar gemacht werden kann.
- Umwandler und andere sekundäre Anlagenteile können einen Defekt erleiden.

- Das Antireflexschutzlaminat kann sich ablösen, das kann z.B. bei falscher Reinigung passieren.

Was kann der Anlagebesitzer tun, um solche wirkungsgradsenkenden Ursachen zu finden und zu verhindern?

- regelmässige eigene Sichtkontrollen, insbesondere nach der Winter- und Sturmzeit
- regelmässige Kontrolle durch Fachleute, verbunden mit Wärmebildaufnahmen
- regelmässige Reinigung durch Fachpersonen oder mit Hilfe geeigneter, professioneller, speziell für Photovoltaikanlagen hergestellte Reinigungsgeräte
- Verschattung über alle Jahreszeiten kontrollieren und wo möglich die Ursachen entfernen

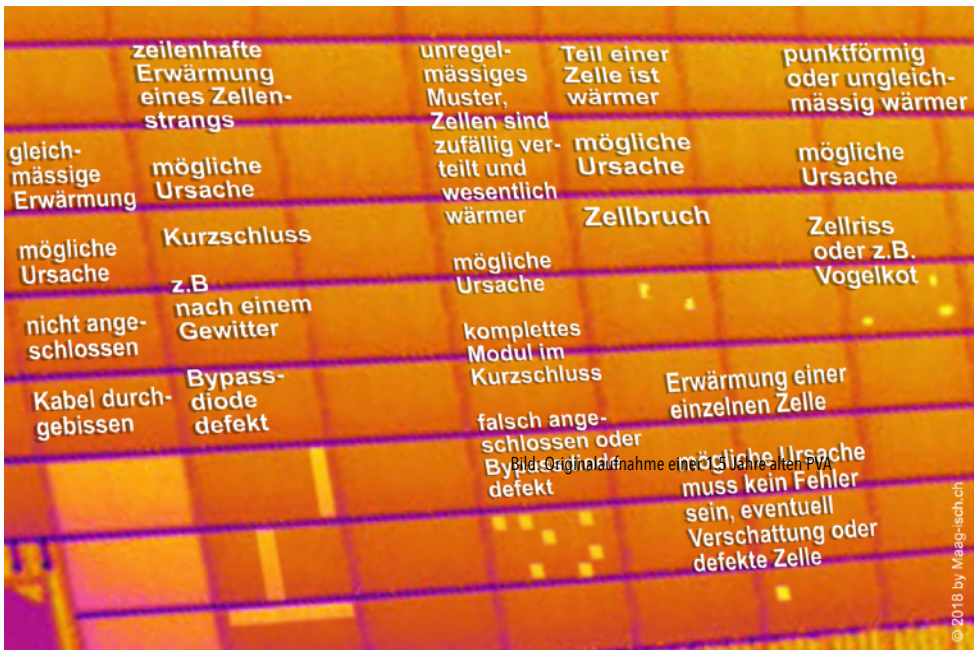
Führen eines Leistungsbuches

Wichtig für Einträge in einem Leistungsbuch ist, dass die Sonnenintensität für jede Dachseite



Bild: mit Hilfe der Drohne und einer starken Zoom-Kamera sieht man viele Details in grosser Höhe vom Boden aus.

te separat gemessen werden sollte. Denn bei einigen Dächern stehen die Anlagen nicht zu 100% im idealen Winkel zur Sonne und die meisten Anlagen richten sich nicht selber nach dem optimalen Sonnenstand aus. Viele Leistungen werden automatisch durch die Anlage selbst schon protokolliert. Hierbei ist es



wichtig für den Anlagehalter, diese zu verstehen und richtig zu interpretieren. Im Leistungsbuch sollten auch spezielle Ereignisse wie z.B. Stürme, Schäden, Reparaturen Wärmebildaufnahmen und Reinigungen notiert werden.

Wie wird festgestellt, ob eine Anlage ihre Leistung erbringt?

In der Theorie ist dies sehr einfach. Man misst die Leistung in Bezug auf die Sonneneinstrahlung und vergleicht sie mit der Hersteller Leistungsangabe in kWp (Kilowatt Peak) und der Gesamtleistung. Die Frage, wie genau diese Messungen sind und ob dadurch jeder Zellendefekt gefunden werden kann bleibt hier offen. Die Herstellerwerte sind Laborwerte, wonach Zellen/Module normalerweise nach einer allgemeinen Norm getestet und gemessen worden sind.

Es gibt Anlagen, bei denen die Leistungen einzelner Module und Zellen recht detailliert angezeigt bzw. gemessen werden können. Auf diese Weise können Modul- oder gar Zellschäden und demzufolge Leistungsabfälle festge-

Bild: Fotomontage verschiedener Wärmebildanzeigen und möglicher Ursachen.

stellt werden. Manchmal sind es keine Zellschäden sondern „nur“ Unterbrüche bei den Anschlussstellen oder starke Verschmutzung.

Wie sicher und aussagekräftig sind diese Messungen? Dies kann der Autor nicht beurteilen. Es gibt Anlagenbauer, welche vorbildlich ihre Messresultate durch Sichtkontrollen mit Hilfe von Wärmebildaufnahmen ergänzen. Sie scheuen dies nicht, obwohl die Wärmebildmethode die harte Realität des Zustandes auf dem PV-Dach präzise und sehr schnell anzeigt. Die Kombination Messungen und Wärmebildaufnahme liefert hervorragende und aussagekräftige Resultate über den PVA Zustand.

Wärmebildfotografie einer PV Anlage

Wärmebildaufnahmen sind keine Leistungsmessinstrumente, hingegen zeigen sie klar und deutlich an, wo eine Anlage Leistungsprobleme

haben kann. Bei kleineren Anlagen reichen oftmals 3 - 4 Wärmebilder aus.

Wärmebildaufnahmen sind für die Anlagenbesitzer:

- bei der Anlagenübernahme und
- vor Ablauf der Garantiezeit sehr wertvoll.

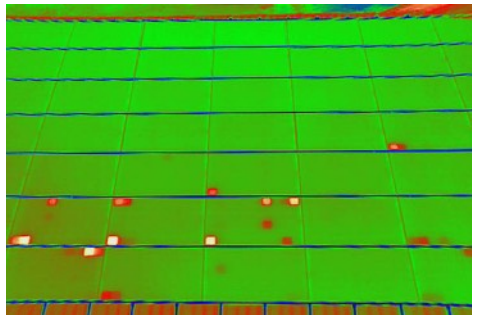
Einerseits zeigen sie zwischen der Anlagenübernahme und der Garantieabnahme (nach meistens etwa 23 Monaten) an, was sich zwischenzeitlich verändert hat. Und andererseits sind sie ergänzende Informationsinstrumente zur reinen Leistungsberurteilung einer Anlage. Kleinere Schäden und Verschmutzungen liegen je nach Anlagengrösse „in der Streuung“ einer Leistungsberechnung und werden deshalb bei reiner Messung nicht immer erkannt.

Der Anlagenbauer kann sich mit Hilfe solcher Aufnahmen gegenüber dem Anlagenhersteller schützen, indem er im Garantiefall Wärmebildfotobeweise zusätzlich vorlegt.

Was kann mit Hilfe der Wärmebildfotografie erkannt werden?

- Hotspots (heisse Stelle, wo eine defekte Zelle automatisch „überbrückt“ wurde), solche Zellen können sich bis zur Zerstörung erhitzen (es gab deswegen auch schon Brände)
- Zell- oder Modulglasrisse, welche von Auge beinahe nicht sichtbar sind
- Ausfall von ganzen Modulen oder Teilen davon
- inaktive Stellen, verursacht durch Schattenwurf, das ist für die Optimierung der Anlage interessant
- Kurzschlüsse in den Solarzellen
- Verschmutzungen z.B. durch Vogelkot
- sich im Leerlauf befindliche Module (z.B. Verschattung)

Wie werden Wärmebildaufnahmen gemacht?



Tagsüber bei möglichst voller Sonnenbestrahlung.

Bei gut zugänglicher Anlage:

- mit Hilfe terrestrischer Wärmebildkameras
- grosse Anlagen können schneller mit Hilfe von Drohneneinsätzen fotografiert werden

Bei Anlagen auf Giebel- oder Schrägdächern:

Das Problem bei den meisten PV Anlagen ist, dass die Sicherheitsvorrichtungen (Geländer, Ösen für Sicherheitshaken usw.) für die Handwerker nicht immer vorhanden sind. Zudem wurden schon viele Anlagen so verbaut, dass der Kontrolleur gar keinen Platz hat, um auf dem Dach um die Anlage herum steigen zu können.

- Die effizienteste Fotografiemethode ist hier in den meisten Fällen der Drohneneinsatz mit Wärmebild, Normalbild und mit starkem Zoom für Detailaufnahmen.

Was kann mit Hilfe von Drohneneinsätzen bei der optischen Kontrolle eingespart werden?

- Kosten für Skyllifte oder Hebebühnen
- das gefährliche Aufsteigen mit Leitern und Sichern mit „Gstättli“ und Seilen



Unsere derzeit modernste Inspektionsdrohne mit Wärmebild und Normalbild-Zoomkamera gleichzeitig.

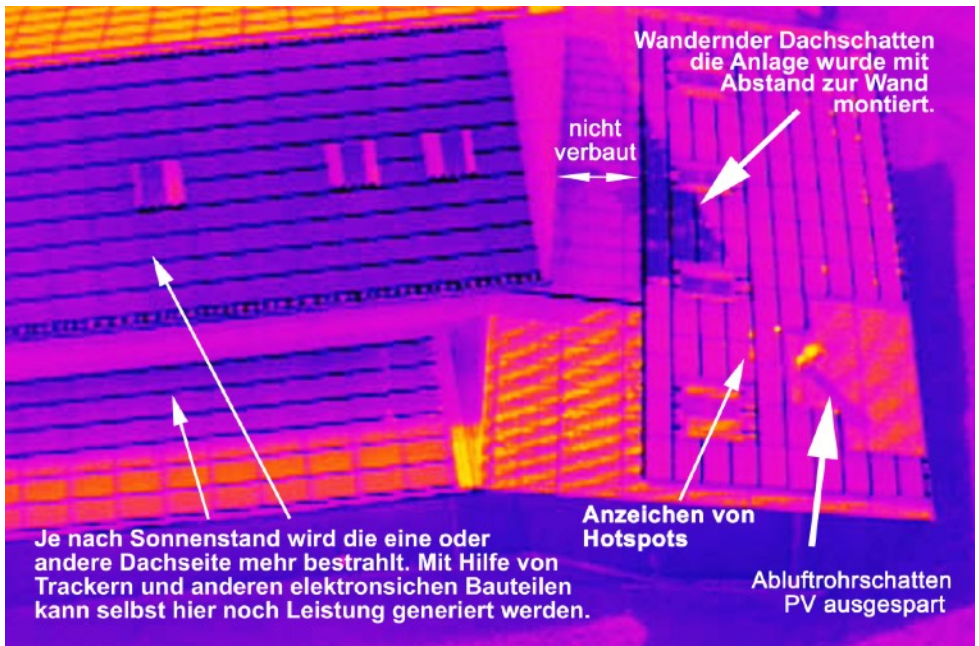
- ab grösseren Gebäudehöhen obligatorische Gerüste oder Geländer
- viel Zeit, denn ein Drohnenüberflug dauert für hervorragende Aufnahmen je nach Anlagegrösse ab ca. 2-3 Stunden Vorbereitungs- und Flugarbeit vor Ort

Welche Leistungsverluste kommen überhaupt und in welcher Grössenordnung vor?

Berechnungsgrundlagen zu dieser Frage können online für jede PVA Fläche gefunden werden. Doch was bedeuten solche Zahlen für Ihre Anlage?

Die Wirkungsgradbestimmenden Faktoren sind unter anderem:

- Photovoltaikmodule (Qualität des verwendeten Materials, einfache oder tandem-Zelltypen, Bauweise der Zellen)
- Wechselrichter welche für die Umwandlung vom erzeugten Gleichstrom in Wechselstrom zuständig sind
- Standort des Wechselrichters (möglichst nahe am Einspeisepunkt ins Netz)
- an die Anlage angepasster Leitungsquerschnitt (hier zu sparen bedeutet Leistungsverlust und Brandrisiko)
- Verschmutzungsgrad der Anlage



- Verschattungen (je nach Tages-, Jahres und Winterzeit)
- „Degradation“ einer Anlage, in der Regel auf die Dauer von ca. 20 Jahren berechnet. Je nach Qualität der Zellen kann der Leistungsverlust innerhalb von 20 Jahren ca. 10-20 Prozent betragen. Üblich wird mit einer Leistungsabnahme von ca. 0.5% je Jahr gerechnet. Neuere Studien schreiben von nur noch 0.1% je Jahr. Jedoch wird angemerkt, dass dies möglicherweise mit der immer stärkeren Sonneneinstrahlung zu tun habe.
- Bei sogenannten Dünnschichtzellen (amorphen Zellen) liegt der Verlust in den ersten 1000 Betriebsstunden bei bis zu 25% und verändert sich danach nur noch wenig.
- die Dauer der Schneebedeckung auf der PV Anlage

Die Langzeiterfahrung kommt langsam zum Tragen und hilft uns Leistungsverluste zu verstehen.

Theoretische Leistungsverlustberechnung bei einer kleineren Anlage:

PVA Fläche: 266 m²

**theoretische Leistung:
ca. 25'845 kWh, ca. 31.80 kWp**

**Kosten ca. Fr. 73'000.-
Jahresertrag ca. Fr. 4350.-**

Annahme: 3 Jahre alte PV Anlage die 12 Monate keinen Service und keine Reinigung erhielt.

Degradation: im Idealfall 0.5% je Jahr
Verschmutzung Annahme: 18%
(Reiniger schreiben von bis zu 30%)
Defekte Zellen Annahme: 1.5% Verlust

Ertragsverlust nach 12 Monaten

20% von Fr. 4350.- = **Fr. 870.-**
Generatorfläche 266 m² davon 20%
= **53.20 m² wären theoretisch inaktiv**

Alleine durch die nicht aufhaltbare Degradation fehlen nach 36 Monaten ca. 1.5% Leistung = Fr. 65.- Ertrag und entspricht ca. 4m² Generatorfläche.

Quasi verlorener Hypozins bei 1.5% Verzinsung: **Fr. 219.-** je Jahr
Ohne künftigen Service und Unterhalt mit Sicherheit steigend.

Der rechnende Besitzer könnte hier versucht sein zu sagen, dass sich eine Reinigung und eine Anlagenkontrolle (noch) nicht rentiert. Bedenkt man jedoch, dass der Verlust vorher schon ansteigend war und nach dem 12. unterhaltsfreien Monat in der obigen Berechnung noch und wahrscheinlich steiler ansteigen wird, so dürfte ein Service und eine Reinigung einen längerfristig grossen Mehrwert und eine Wirkungsgradsteigerung bzw. Zurückholung nahe an die ursprüngliche Leistung bringen.

Approximatives Rechnungsbeispiel einer grossen PV Anlage mit 4'000 m² Generator-

PVA Fläche: 4000 m²

**theoretische Leistung:
ca. 403'685kWh, ca. 478.20 kWp**

**Kosten ca. Fr. 860'500.-
Jahresertrag ca. Fr. 58'730.-**

fläche:

Wirkungsgradertragsverlust:

20% von 58'730.- = **Fr. 11746.-**
20% von 4'000 m² = 800 m² wären im 36. Monat theoretisch inaktiv oder fehlen für die optimale Produktion dieser Anlage.

„Nicht aktiver“ Hypozins bei 1.5% Verzinsung: Fr. 2581.- je Jahr

Die Degradation wirkt sich hier nach 3 Betriebsjahren wie folgt aus:

nach 36 Monaten ca. 1.5% Leistungsverlust = Fr. 881.- Ertragsverlust und entspricht ca. 60 m² theoretisch inaktiver Generatorfläche.

(Diese approximativen Berechnungen können natürlich von Objekt zu Objekt abweichen. Sie basieren auf Leistungsrechnungen und Zahlen von Onlinerechnern, Links dazu finden Sie unter den Quellenangaben)

Egal wie man es betrachtet kann daraus erkannt werden, dass ein regelmässiger Unterhalt durchaus wertvoll sein kann. Wer eine gut funktionierende Anlage möchte, kommt an Unterhaltskosten längerfristig nicht vorbei.

Bedenken Sie: der „verlorene Minderertrag“ kann nie mehr eingeholt werden!

Der Preis für Service und Unterhalt ist je nach Anlage sehr unterschiedlich und kann nur individuell als Angebot z.B. von Ihrem Installateur eingefordert werden.

Zudem hängt der Preis letztlich auch davon ab, was ersetzt und repariert werden muss.

Wärmebildaufnahmen aus der Luft beginnen bei ca. Fr. 550.- je Objekt und liegen im Schnitt zwischen Fr. 600.- und Fr. 750.- je Objekt. Die Aufwendungen variieren je nach Objektgrösse. Terrestrische Wärmebildaufnahmen liegen bei uns im Bereich von Fr. 145.- je Stunde.

Im „Wärmebildserviceabonnement“ günstiger.

Fazit:

- **Photovoltaikanlagen sind genial, werden immer effizienter und sind zu empfehlen.**
- **Erträge aus Photovoltaikanlagen mittels Service und Reinigung stets auf hohem Niveau zu erhalten kostet ist jedoch längerfristig sehr wertvoll.**
- **verlorengegangene Produktion kann nicht mehr eingeholt werden.**

- **nichts tun kostet auch und über die Jahre sogar sehr viel.**

Gönnen Sie nicht nur Ihrem Auto den regelmässigen Service.

Die meist noch teurere PV Anlage hält 365 Tage jedem Wetter stand und hat Ihre regelmässige Aufmerksamkeit verdient.

Wir von Drohneinsatz.ch offerieren

- PV Anlagenherstellern
- PV Anlageneigentümern
- PV Anlagenserviceunternehmen



unsere Dienstleistung zur PV-Anlagenfotografie mit Normal- und Wärmebildaufnahmen.

Sie erhalten hochauflösendes, wertvolles Bildmaterial für Ihre Analyse.

- Sie können damit auch vorher -nachher Vergleiche anstellen.
- Mit Hilfe von Dachtotos aus der Luft können Verschattungen sehr gut festgestellt werden.

Mögliche Drohneinsatztermine sind:

- Projektplanung
- Übernahme /Übergabe einer PV Anlage
- Garantieabnahme nach ca. 23 Monaten
- danach in regelmässigen Abständen
- ergänzend zu den Leistungsmessungen der PV Servicefachleute

Photovoltaik E-Smog
Converter auf den
Wechselrichter kleben.



Zum Schluss die Frage: „Produzieren PVA gefährlichen Elektrosmog?“

Der Generator auf dem Dach ist eher kein Problem. Hingegen strahlen die Wechselrichter für Mensch, Tier Lebensmittel und sogar Pflanzen bis zu 50 Meter störenden Elektrosmog aus. Solcher Elektrosmog kann die Körperzellen stören.

Mit speziellen Convertern kann solcher Elektrosmog stark reduziert und in positive Energie umgewandelt werden.

Weitere Informationen dazu und E-Smog Converter zum Kauf unter:

Elektrosmog-Converter.i-like.net/de

Wir wünschen Ihnen viele sonnige Tage und Freude an Ihrer Photovoltaikanlage!

Peter Maag

Maag-isch® GmbH, Kantonsstrasse 1

8863 Buttikon 079 363 96 46

drohneinsatz.ch

waermebildfoto.ch

Quellenangaben:

<https://www.solarpotenzial.ch>

<http://www.kalkulatoren.ch>

<http://www.photovoltaiik.org/photovoltaikanlagen/solarmodule>

<https://www.solarenergie-vergleich.ch/online-rechner/>

<https://www.photovoltaiik.eu/Archiv/Meldungsarchiv/article-709704-110949/7-tipps-solarmodule-richtig-saeubern-.html>

<https://www.solaranlage-ratgeber.de/photovoltaik/photovoltaik-wartung/photovoltaik-reinigung>

<https://www.photovoltaiik.eu/Archiv/Meldungsarchiv/article-709704-110949/7-tipps-solarmodule-richtig-saeubern-.html>

Berechnungsbelege:

Erhaltene Werte: bei 266 m²

Erwartete Ergebnisse

Bitte beachten Sie, dass es sich bei diesen Ergebnissen um grobe Schätzwerte handelt. Für eine exakte Kalkulation fordern Sie bitte bei Ihrer Solaranlagefirma eine unverbindliche Offerte an.

Auf Ihr Haus passt eine Photovoltaik-Anlage mit einer Leistung von rund **31.8 kWp**. Damit produzieren Sie etwa **26'845 kWh/Jahr**. Bereits nach **17 Jahren** sollte Ihre Anlage amortisiert sein.

Dachfläche:	266 m ²
Leistung:	31.8 kWp

KEY	Stromproduktion:	26'845 kWh/Jahr
	Jahresertrag:	4'350.- CHF
	Investitionskosten:	73'000.- CHF
	Amortisationszeit:	17 Jahren

Jetzt unverbindliche Offerte beantragen

© 2017 - kalkulatoren.ch - Solarschmor v1.3

Erhaltene Werte bei 4000m²

Erwartete Ergebnisse

Bitte beachten Sie, dass es sich bei diesen Ergebnissen um grobe Schätzwerte handelt. Für eine exakte Kalkulation fordern Sie bitte bei Ihrer Solaranlagefirma eine unverbindliche Offerte an.

Auf Ihr Haus passt eine Photovoltaik-Anlage mit einer Leistung von rund **478.2 kWp**. Damit produzieren Sie etwa **403'685 kWh/Jahr**. Bereits nach **15 Jahren** sollte Ihre Anlage amortisiert sein.

Dachfläche:	4'000 m ²
Leistung:	478.2 kWp

KEY	Stromproduktion:	403'685 kWh/Jahr
	Jahresertrag:	58'730.- CHF
	Investitionskosten:	860'500.- CHF
	Amortisationszeit:	15 Jahren

Jetzt unverbindliche Offerte beantragen

© 2017 - kalkulatoren.ch - Solarschmor v1.3

Copyright © 2018 by Maag-isch® GmbH, Buttikon.
Kopieren, auch auszugsweise und in irgend einer Form weiterverwenden, ist nur mit Erlaubnis des Autors gestattet.