

Kronos Solar Projects

Photovoltaics und Reflection

A snapshot analysis on the effects of
Solar Rays on solar panels



Prepared by

Kronos Solar Projects GmbH
Munich

Based on data and information provided by:

Jens Teichelmann, Dipl.-Ing. Lighting Engineering

Glint and Glare Study by Power Engineers, provided with information eg. by the University of Minnesota

Kronos Solar Projects

This Document provides an overview over reflection caused by solar panels. It displays different aspects like the appearance, impacts, mitigation as well as comparison to other reflecting objects.

Definition:

- Photovoltaic Panel – Photovoltaic panels, also known as PV panels, are designed to absorb solar energy and retain as much of the solar spectrum as possible in order to produce electricity.
- Glint – Also known as a specular reflection, produced as a direct reflection of the sun in the surface of the PV solar panel. This is the potential source of the visual issues regarding viewer distraction (Figure 1).
- Glare – A continuous source of brightness, relative to diffused lighting. This is not a direct reflection of the sun, but rather a reflection of the bright sky around the sun. Glare is significantly less intense than glint (Figure 2).

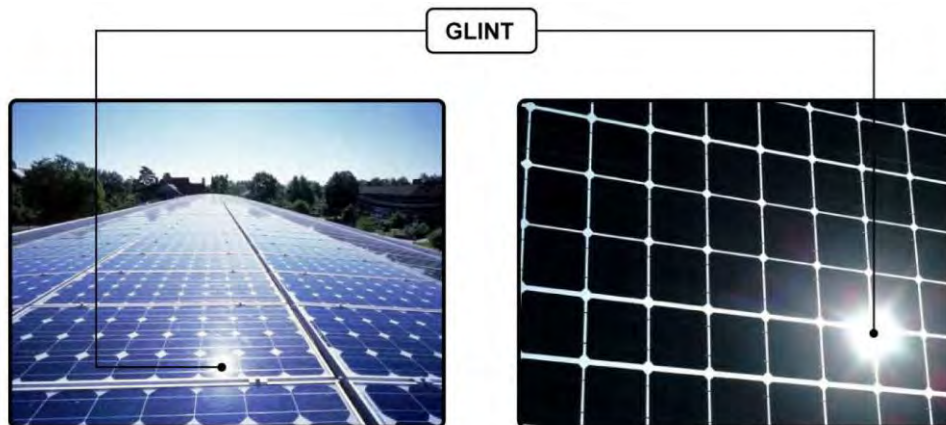


Figure 1

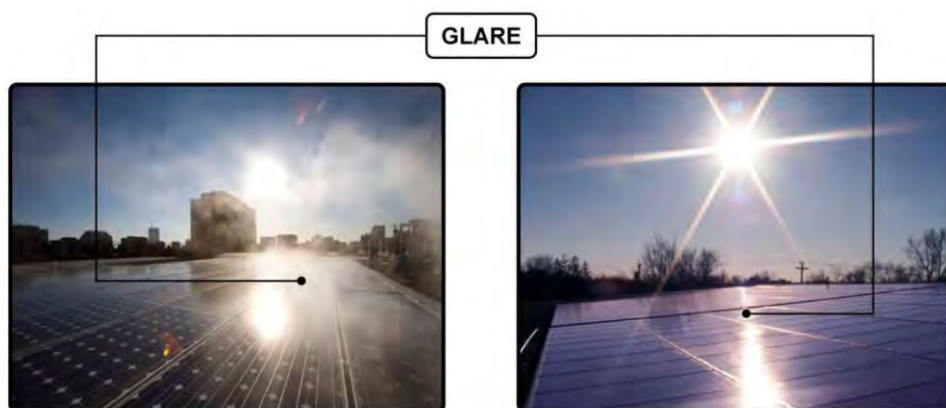


Figure 2

Figures 1 and 2 show the two different types of reflection on solar panels. In this document hereafter, these will be combined in the term “reflection”.

Kronos Solar Projects

Reflection means, throwing rays or waves back from an object. In this specific case sun rays are reflected by the modules surface. This can lead to the demonstrated Effect shown in Figure 1 and 2.

Essential in the study of solar modules is their structure. Their aim is to use the energy of each ray of the sun to convert it into electrical energy. Therefore each reflected ray is a loss of produced power and is thereby reducing the efficiency of the module. For this reason, the entire structure of the modules is designed to absorb as much radiation as possible to maximize the efficiency. Thus the reflection is not a desired effect but rather a result of the construction that leads to an unwanted side effect.

This unwanted side effect, however, occurs not only on solar modules, this phenomenon also occurs on glass windows, greenhouses and other reflective materials (as steel, plastic etc.). Even in the environment on surfaces like on water or snow this reflection is visible. In contrast to the above mentioned reflectors the solar panels return within the least amount of energy (compare Figure 3).

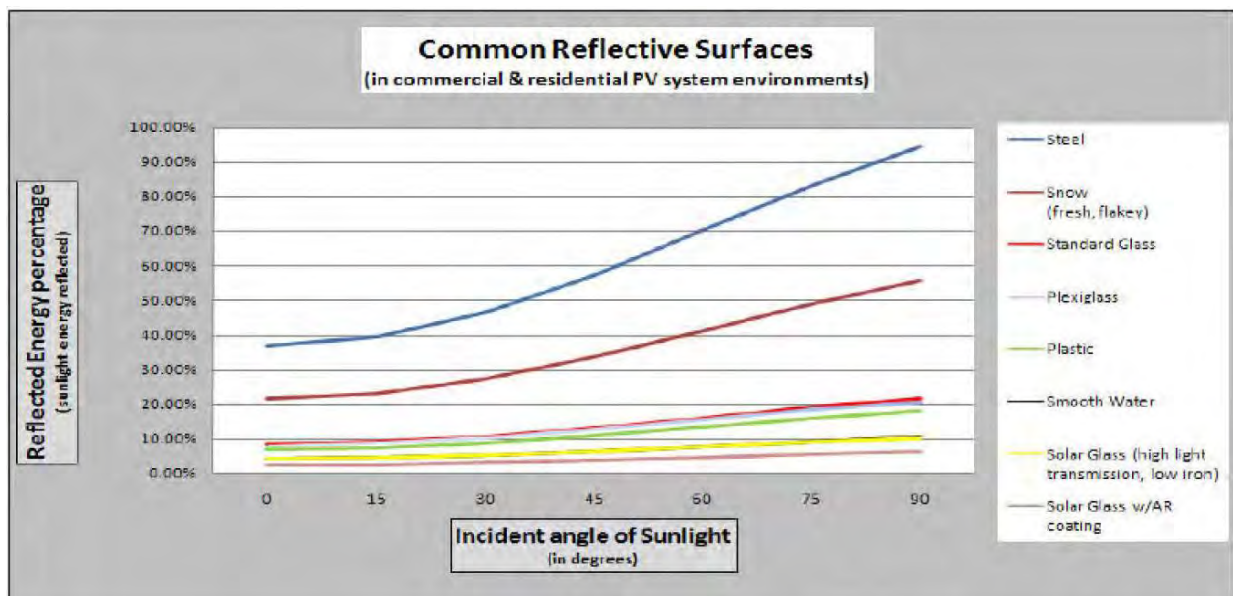


Figure 3

Figure 3 shows the reflection intensity of several materials as a function of the incident angle. It shows as already has been described, the solar panels, respectively the protective glass, reflect with the least radiation. A detailed view of Figure 3 is shown again in Figure 4.

Kronos Solar Projects

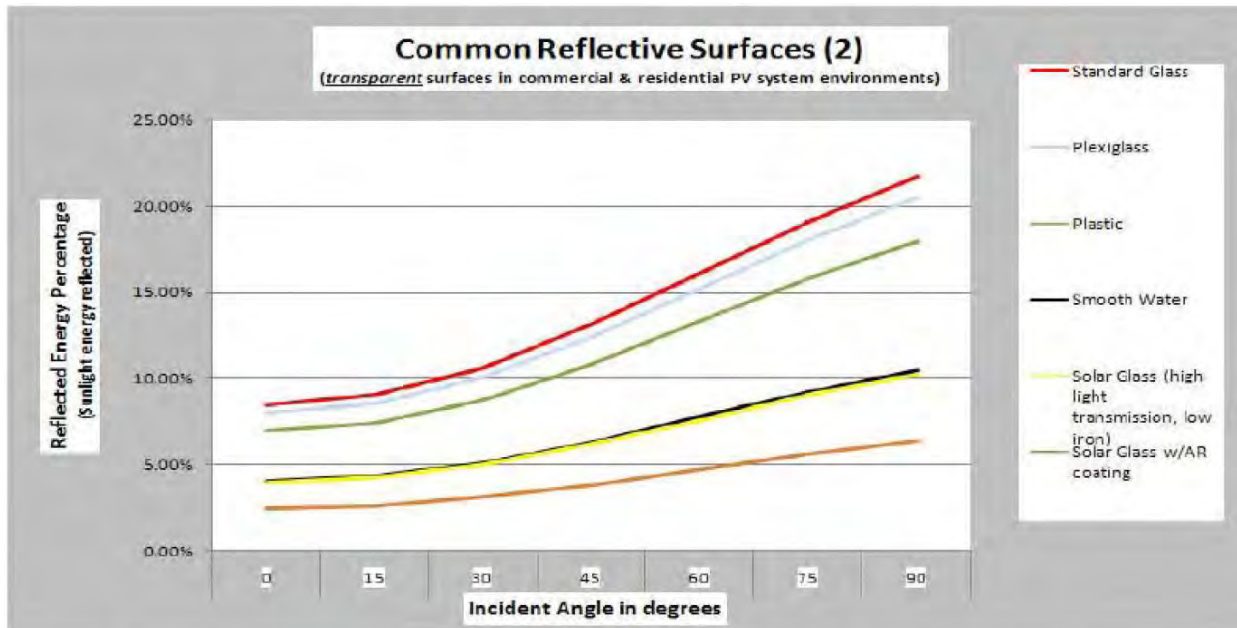


Figure 4

It should be noted that the reflected energy percentage of solar glass is far below of a standard glass and more on the level of smooth water. In addition to this, there are other ways to reduce the impact of this already low reflectance values even more or intercept the rays.

This includes:

- Special surfaces that increase the absorption and minimize the reflection
- The installation angle of the modules
- Absorption of the rays by plantings

That the reflection of all the solar farms will not cause major problems is further supported by the fact that solar farms can be found at airports and right beside highways.

Furthermore, the effect of reflection is not a permanent phenomenon. It depends very much on both, the weather conditions and angle of incidence. Simply by the last point the period of reflection is limited to few hours a day, but only by good weather conditions.

Summarized, it has to be expected that from the construction of the modules, significantly less light is reflected than in conventional glass facades of office buildings. Additional options exists to further eliminate any reflection.

This is also provided by the statement of a Glare study that was provided with information for example by the University of Minnesota. Therein it is stated as follows:

Kronos Solar Projects

“The studies prove that solar glass has less glare and reflectance than standard glass. The figures also make it clear that the difference is very decisive between solar glass and other common residential/commercial glasses.”

Kronos Solar Projects GmbH

September 2012

Kronos Solar Projects GmbH
Oettingenstrasse 2 • 80538 Munich • Germany

Kronos Solar Projects

PV-panelen en reflectie

Een korte analyse van de effecten van zonnestralen op zonnepanelen



Opgesteld door Kronos Solar Projects GmbH te München.

Op basis van data en informatie die ter beschikking is gesteld door:

Jens Teichelmann, Dipl.-Ing. Lighting Engineering

Glint en een Glare studie door Power Engineers, op basis van informatie van de Universiteit van Minnesota.

Kronos Solar Projects

Dit document geeft een overzicht van de reflectie die wordt veroorzaakt door PV-panelen. Het geeft verschillende aspecten weer, zoals die betreffende verschijningsvorm, impact, verlichting en maakt tevens een vergelijking met andere reflecterende objecten.

Definitie:

- PV-panelen – ook wel fotovoltaïsche panelen of zonnepanelen genaamd, zijn ontworpen om zonne-energie te absorberen en zoveel mogelijk van het zonnespectrum vast te houden om elektriciteit te genereren.
- Glint – ook wel spiegelreflectie genaamd, wordt geproduceerd door een directe reflectie van de zon op de oppervlakte van een PV- paneel. Dit kan leiden tot eventuele visuele problemen als gevolg van kijker afleiding.
- Glare – een voortdurende bron van licht, als gevolg van diffuus licht. Het betreft niet de directe reflectie van de zon maar een reflectie van de verlichting in de lucht rondom de zon. Glare is aanzienlijk minder intens dan Glint. (Figure 2).

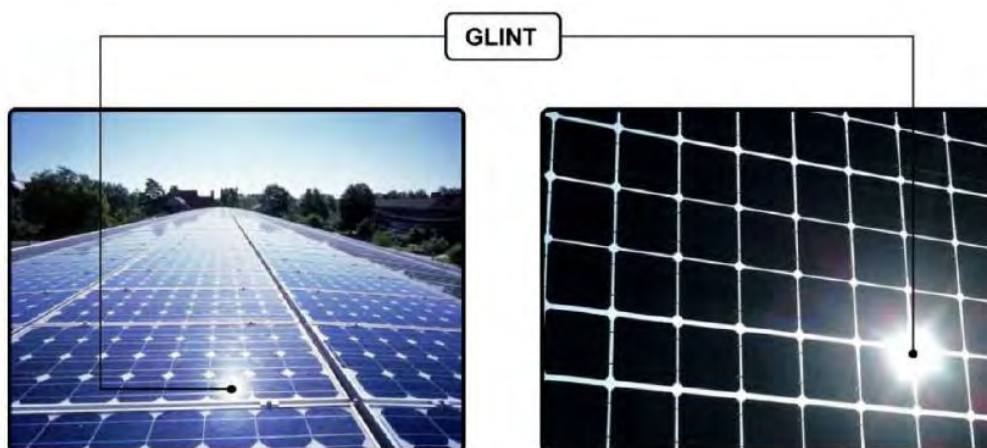


Figure 1

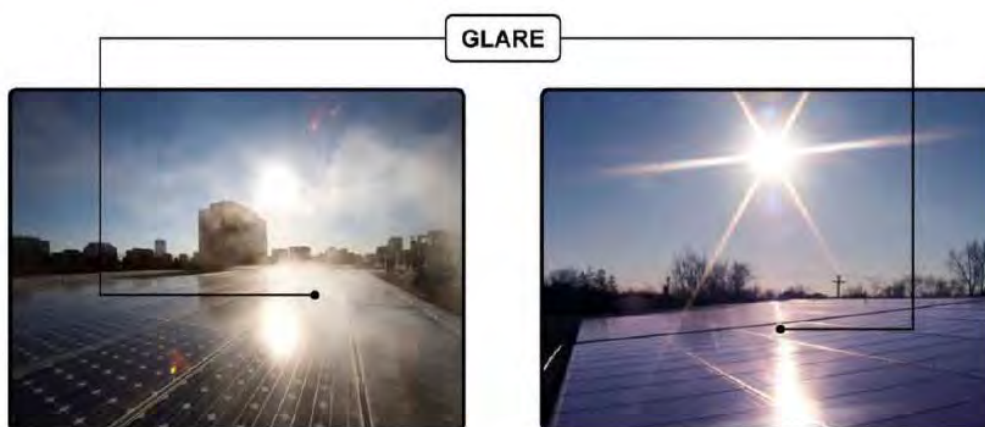


Figure 2

Kronos Solar Projects

Figuren 1 en 2 laten de twee verschillende typen van reflectie zien die plaatsvindt op zonnepanelen, hierna aangeduid als “reflectie”.

Reflectie betekent dat stralen of golven die van een object worden teruggekaatst. In dit specifieke geval worden zonnestralen gereflecteerd door het oppervlak van PV-panelen. Dit kan het effect hebben dat wordt aangetoond in figuren 1 en 2.

Essentieel in de studie over PV-panelen is de structuur van de panelen. Het doel van de PV-panelen is om de energie van elke zonnestraal te gebruiken en om te zetten in elektrische energie. Elke reflectie van een zonnestraal betekent derhalve het verlies van geproduceerd vermogen waardoor de effectiviteit van het PV-paneel wordt gereduceerd. Om die reden zijn de PV-panelen zo ontworpen dat deze zoveel mogelijk straling absorberen waardoor de effectiviteit wordt geoptimaliseerd. Reflectie is dus niet het gewenste effect maar juist het resultaat van de constructie dat leidt tot een ongewenst neveneffect.

Dit ongewenste neveneffect doet zich echter niet alleen voor bij PV-panelen. Het fenomeen doet zich tevens voor bij glazen vensters, broeikassen en andere reflecterende materialen (zoals staal, plastic etc.). Zelfs in de natuur is deze reflectie zichtbaar, zoals op oppervlakten van water en sneeuw. In tegenstelling tot voornoemde reflecterende objecten, komt de reflectie van PV-panelen echter terug met de minst mogelijke hoeveelheid energie (zie vergelijking Figuur 3).

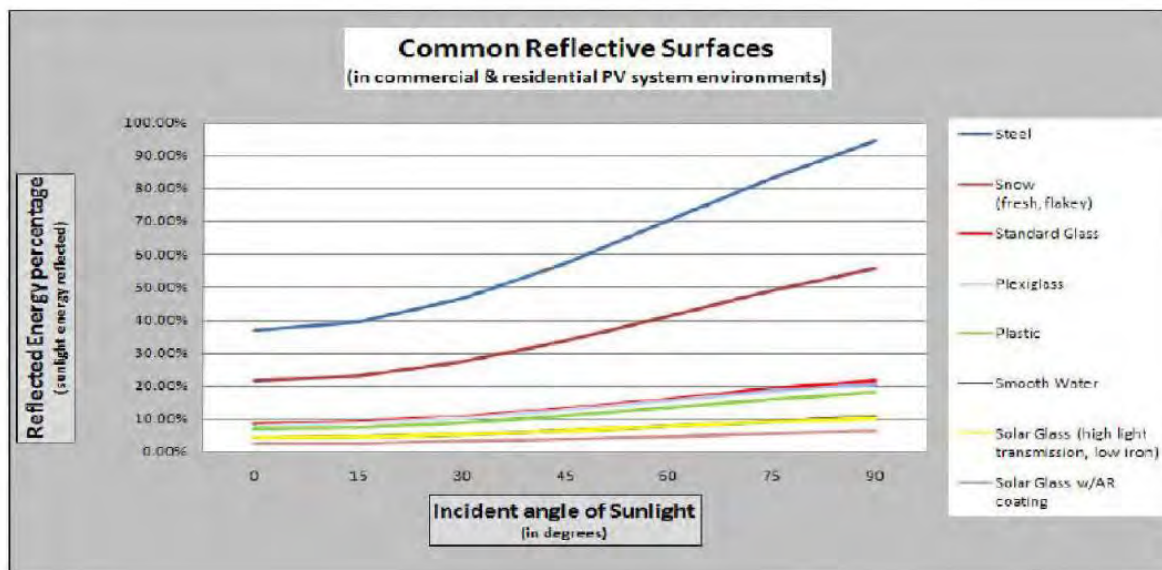


Figure 3

Figuur 3 toont de intensiteit aan van de reflectie van verschillende materialen vanuit een bepaalde invalshoek. Zoals hiervoor reeds beschreven, toont figuur 3 aan dat de PV-panelen, respectievelijk het beschermende glas dat bovenop de PV-panelen is aangebracht, reflecteert met de minste straling. Figuur 4 geeft vervolgens een meer gedetailleerd overzicht van Figuur 3.

Kronos Solar Projects

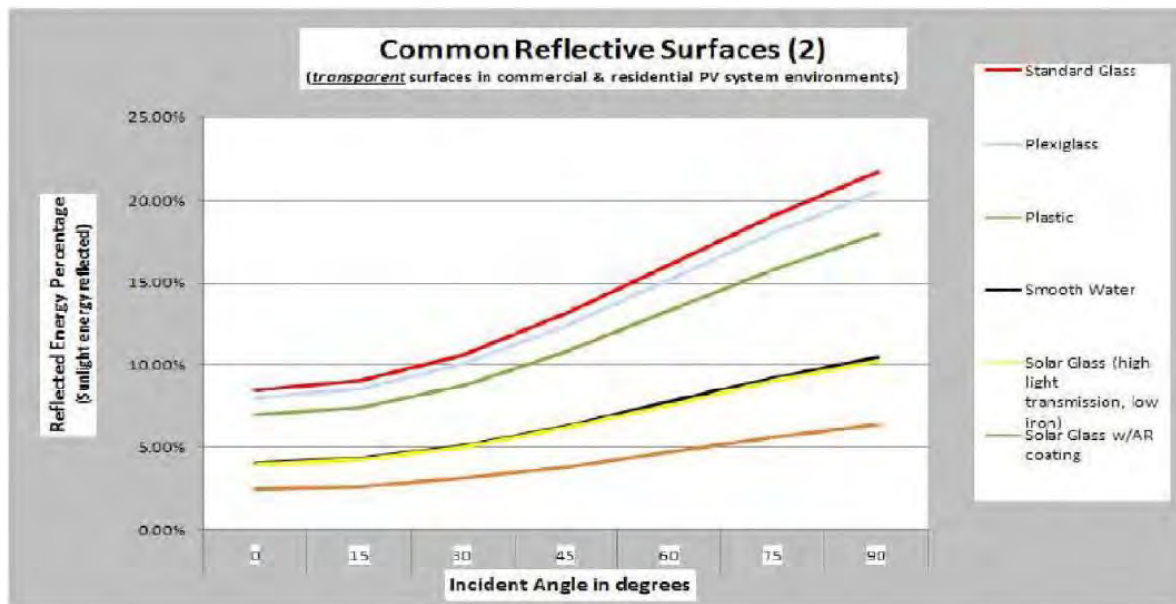


Figure 4

Wij wijzen erop dat het percentage gereflecteerde energie van het glas van PV-panelen ver onder dat van normaal glas ligt en meer op het niveau van glad water. Er zijn bovendien nog verschillende manieren om de impact van de reeds lage reflectie waarden nog verder te verminderen of om de stralen te ondervangen.

Dit gebeurt onder meer door:

- Speciale oppervlaktes die de absorptie verhogen en de reflectie verminderen.
- De installatiehoek van de PV-panelen.
- Het absorberen van stralen door beplanting.

Dat de reflectie van de PV-panelen geen grote problemen veroorzaakt, blijkt overigens al uit het feit dat zich ook boerderijen met PV-panelen bevinden in de nabijheid van luchthavens en snelwegen.

Het effect van de reflectie is bovendien geen voortdurend fenomeen. Het is zeer afhankelijk van zowel de weeromstandigheden als de invalshoek van de zon. Alleen al vanwege dit laatste punt is de periode van reflectie beperkt tot slechts enkele uren per dag en doet dit zich bovendien alleen voor bij goed weer.

Kort gezegd, kan men stellen dat als gevolg van de (wijze van de) constructie van de PV-panelen aanzienlijk minder reflectie te verwachten is dan van normale glazen façades, zoals bijvoorbeeld die van kantoorgebouwen. De reflectie kan bovendien nog op verschillende wijzen verder worden verminderd.

Dit blijkt ook uit een Glare studie die ter beschikking is gesteld onder meer op basis van informatie van bijvoorbeeld de universiteit van Minnesota. Daarin staat:

Kronos Solar Projects

“The studies prove that solar glass has less glare and reflectance than standard glass. The figures also make it clear that the difference is very decisive between solar glass and other common residential/commercial glasses.”

“De studies bewijzen dat het glas van PV-panelen minder Glare heeft en minder reflecteert dan normaal glas. De figuren tonen ook aan dat er een zeer beslissend verschil bestaat tussen het glas van PV-panelen en het glas dat wordt gebruikt in de reguliere bouw van woningen en kantoren.”
(Vertaling door Kronos Solar)

Kronos Solar Projects GmbH
September 2012