

Gestaltungsleitfaden Solaranlagen



Einleitung

Die Nutzung von Wasserkraft hat in Graubünden eine lange Tradition. Nun gewinnt eine weitere natürliche Energiequelle an Bedeutung: die Solarenergie. Sowohl für die Nutzung von Wasserkraft wie auch von Solarenergie bietet das inneralpine Trockenklima Graubündens ideale Voraussetzungen: Wenig Niederschlag und kaum Nebel sorgen für viele Sonnenstunden.

Der Kanton Graubünden mit seiner einmaligen Natur ist aber mehr als ein grosser Energiewandler. Er ist Heimat dreier Sprachen, besitzt schöne Dörfer und ein über Jahrhunderte geformtes Kulturland. Und: Er ist Reiseziel für unzählige Besucherinnen und Besucher. Die Solarenergie leistet einen wichtigen Bestandteil zur Energiewende und trägt dazu bei, Graubündens Werte zu erhalten.

Dabei muss nicht ein Wert zugunsten eines anderen geopfert werden. Die Solaranlagen können so installiert werden, dass sie sich bestmöglich ins Gesamtbild eines Gebäudes einfügen. Gerade in Graubünden ist dies wichtig, da das Dach die fünfte Fassade bildet und oft von weither gesehen wird.

Das häufig vorgebrachte Argument, eine Solaranlage müsse exakt ausgerichtet werden, damit sie einen optimalen Ertrag liefere, ist ein Trugschluss – insbesondere, wenn man die vermeintlich wirtschaftlichen Vorteile und die optische Beeinträchtigung eines Gebäudes gegeneinander abwägt.

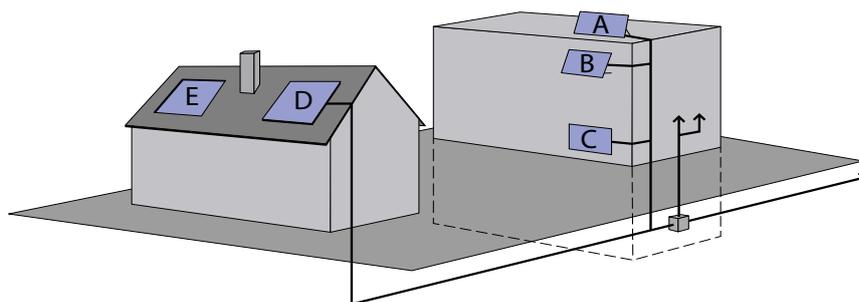
Mit diesem Leitfaden möchten wir Ihnen – sei es als Bauherrschaft, Baubehörde oder Anlagenplanerin – aufzeigen, wie man bei der Planung von Solaranlagen mit wenig Grundregeln eine hohe Qualität erreicht. Nicht zuletzt geht es auch darum, Vorurteile abzubauen und die Akzeptanz von Solaranlagen in der Bevölkerung zu steigern.



Solaranlagen: Grundsätze und Begriffserklärungen

Die Photovoltaik-Module erzeugen mittels Sonneneinstrahlung elektrische Energie. Das Modul besteht in der Regel aus einer Glasabdeckung, den laminierten Solarzellen und einer Rückseitenfolie oder zweiten Glasabdeckung. Die Module sind mit Elektroleitungen verbunden, welche den erzeugten Gleichstrom zu einem Wechselrichter führen. Der Wechselrichter transformiert den Strom in Wechselstrom, welcher ins öffentliche Netz eingespeist werden kann.

Photovoltaik-Anlagen (PVA)



A auf Flachdach

B Aufbau auf Fassade

C Parallel zur Fassade

D Aufbau auf Dach

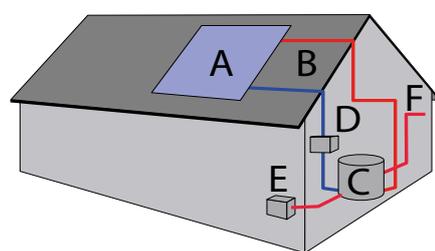
E Einbau in Dach

1 m² Photovoltaik erzeugt 90 bis 100 kWh Strom pro Jahr. Der durchschnittliche Stromverbrauch eines Haushalts mit vier Personen beträgt 4000 kWh/a für Beleuchtung und Elektrogeräte. Demnach kann der Bedarf eines durchschnittlichen Haushaltes mit 40 m² Photovoltaikfläche gedeckt werden.



Thermische Solaranlagen

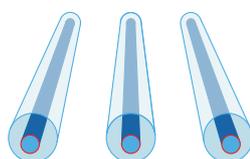
Die thermischen Kollektoren produzieren bei Sonneneinstrahlung warmes Wasser oder warme Luft. Der Kollektor besteht in der Regel aus einer Glasabdeckung, einem Metallkörper (Absorber), in welchem Wasserleitungen eingebaut sind; einer Wärmedämmschicht, welche Wärmeverluste verhindert und einer Rückseite. Die zirkulierende Flüssigkeit in den Leitungen wird durch Pumpen in einen Speicher transportiert und dient der Erwärmung von Brauchwasser, der Beheizung von Gebäuden oder wird für gewerbliche und industrielle Prozesse genutzt. Zwischen dem Kollektor und dem Speicher besteht ein geschlossener Kreislauf, welcher dank Frostschutzmittel auch die Zirkulation im Winter gewährleistet.



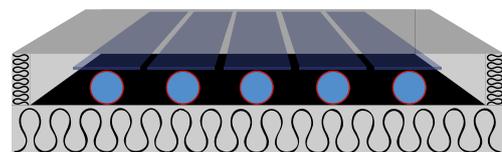
- A Sonnenkollektoren
- B Zirkulationsleitung
- C Speicher
- D Pumpe
- E Zusatzheizung
- F Zapfstelle für Warmwasser

Ein vierköpfiger Haushalt kann mit ca. 8 m² Kollektorfläche ungefähr 70 % des jährlichen Warmwasserbedarfs decken. Dies entspricht einer Einsparung von rund 250 bis 300 Litern Heizöl pro Jahr.

Grundsätzlich werden zwei Typen von thermischen Kollektoren unterschieden: die Flachkollektoren und die Vakuumröhrenkollektoren. Vakuumröhrenkollektoren sind 20 bis 40 % leistungsfähiger; zudem spielt die Neigung des Kollektors eine untergeordnete Rolle. Flachkollektoren hingegen haben ein besseres Preis-Leistungs-Verhältnis und sind seit 20 Jahren erprobt.



Vakuumkollektoren



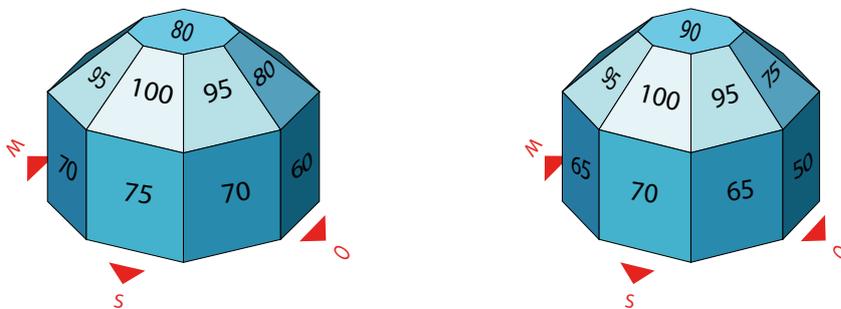
Flachkollektoren



Ausrichtung und Neigung

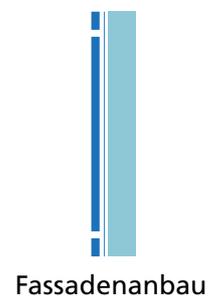
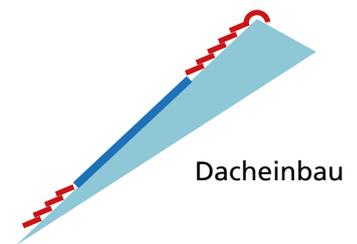
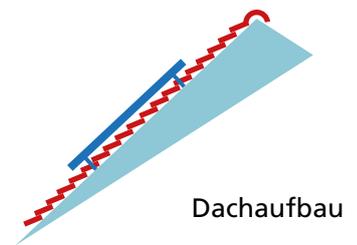
Für die Montage einer Solaranlage gibt es verschiedene Möglichkeiten: Sie kann in der Dachhaut eingebaut werden (etwa bei einem Blech- oder Ziegeldach), auf die Dachhaut aufgesetzt, auf die Fassade oder an einer Brüstung montiert oder frei aufgestellt werden.

Oft wird befürchtet, der Verlauf des Daches und die Ausrichtung der Solaranlage seien massgebend für den Ertrag der Anlage. Diese Befürchtung kann stark relativiert werden: Einen hundertprozentigen Ertrag liefern Thermische Anlagen und Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen), die gen Süden ausgerichtet sind und eine Horizontalneigung von 30 bis 45 Grad aufweisen. Aber auch mit Anlagen, die von dieser Idealausrichtung deutlich abweichen, werden immer noch hohe Erträge erzielt: Eine nach Osten orientierte Anlage mit 25 Grad Neigung beispielsweise kann einen Ertrag von knapp 85 Prozent liefern.



Skizze Ausrichtung von thermischen Kollektoren (links) und Photovoltaikanlagen.

Die Ausrichtung eines Daches oder einer Fassade stimmt nicht immer mit der technischen Ausrichtung überein, die optimal für die Solaranlage wäre. Oft kann diese Diskrepanz wettgemacht werden, indem man bei ästhetisch guten Lösungen – etwa bei der Integration der Solarmodule in die Dachhaut – die Kollektorfläche minim vergrößert. Diese Lösung ist einer Aufständigung der Solarmodule vorzuziehen: In der Regel können nämlich die höheren Kosten, die eine Aufständigung mit sich bringt, praktisch nie mit dem geringen Mehrertrag wettgemacht werden. Bei thermischen Anlagen ist zudem der Wärmeverlust, der durch die Aufständigung erfolgt, deutlich höher.



Schnee und Solaranlagen

Sicherheit

Ein in Graubünden oft vorgebrachter Punkt ist das Zusammenwirken von Solaranlage und Schnee. Dabei stehen zwei Aspekte im Vordergrund: Sicherheit und Ertragseinbusse.

Zur Sicherheit: Um Dachlawinen vorzubeugen, müssen mit dem Bauprojekt Massnahmen definiert werden, die der Solaranlage und dem Gebäude entsprechen.

Wir empfehlen, entweder das Kollektorfeld ganzflächig bis zur Traufe zu planen (damit der Schnee laufend abrutschen kann) und den Zugang unter der Traufe für Mensch und Tier entsprechend abzusperren; oder das Abgleiten des Schnees mit einem ausreichenden Schneefang ganz zu verhindern. Dabei muss beachtet werden, dass Dachlawinen auch darunterliegende Dächer (z. B. Wintergärten) beschädigen können, und das schon bei relativ kleinen Fallhöhen.

Die Kollektoren müssen – was Ausführungsart und Befestigung betrifft – den Standortbedingungen bezüglich Wind und Schnee entsprechen. Die überarbeitete SIA Norm 261, die sich mit Einwirkungen auf Tragwerke befasst, liefert Zahlen betreffend Schnee- und Windlasten.

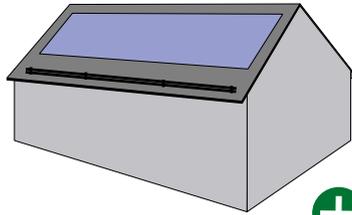
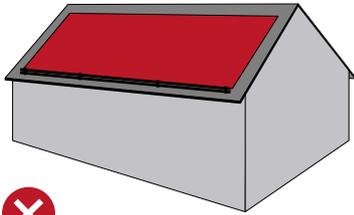
Ein Problem könnte im Weiteren die einseitige Dachbelastung darstellen, die entsteht, wenn Schnee auf der Nordseite eines Daches liegenbleibt, während er auf der Südseite abgerutscht ist. Dieser Faktor muss bei der Dimensionierung eines Daches berücksichtigt werden. Für die Planung einer Solaranlage sollte ohnehin eine Fachperson beigezogen werden.

Weitergehende Informationen zur Dachlast und zur Vorbeugung von Elementarschäden erhalten Sie bei der Gebäudeversicherung Graubünden (www.gvg.gr.ch oder esp@gvg.gr.ch).

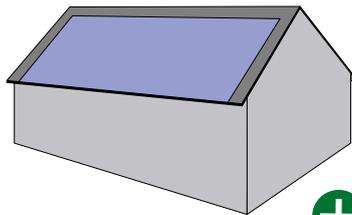
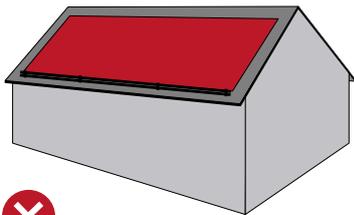
Zum Aspekt Ertrag sollte bereits bei der Planung bedacht werden, dass Solaranlagen im Sommer, wenn die Sonne am höchsten steht, den grössten Ertrag generieren.

Ertragseinbusse

Die Ertragseinbusse, die durch schneebedeckte Sonnenkollektoren entstehen kann, beträgt in einer Lage von 1000 m. ü. M. und höher lediglich rund fünf bis acht Prozent; darunter sogar nur zirka ein bis vier Prozent. Von aufwändigen Gegenmassnahmen wie Aufständerrung ist abzuraten. Sie rechnen sich nicht und vermögen auch optisch nicht zu überzeugen.



Bei grösseren Dachflächen werden unter Umständen Bedienungsgänge und fixe Sicherungsvorrichtungen nötig. Dies sollte von Anfang mit bei der Planung bedacht werden.

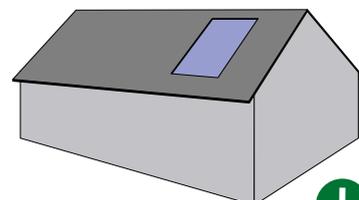
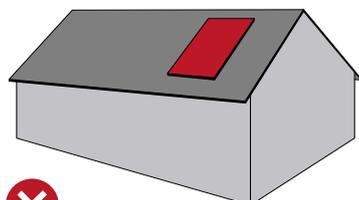


Gestaltungsempfehlungen

Empfehlung 1 – bündiger Einbau

Der Einbau der Kollektoren in die Dachneigung, bündig mit der Dachoberfläche, erzielt eine hohe Integration in die Gebäudehülle. Die Dachbegrenzungen, wie First, Ort und Traufe, dürfen von den Kollektoren nicht überragt werden.

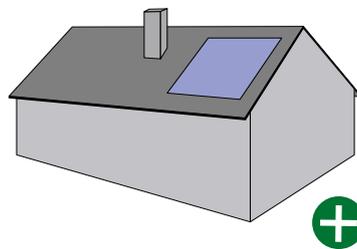
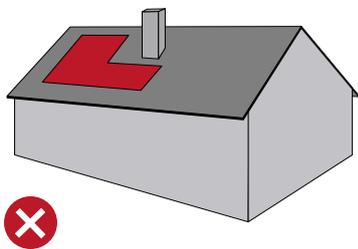
Ist der integrierte Einbau nicht möglich oder unverhältnismässig, sind Kollektoren und Befestigungsmaterialien mit geringer Bauhöhe (kleiner als 20 cm) zu wählen.



Empfehlung 2 – rechteckige oder an Dachrand angepasste Formen

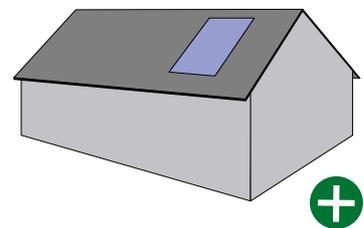
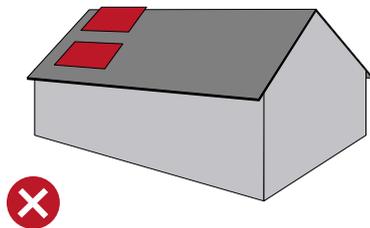
Die Verteilung der Kollektorflächen auf der Dachfläche ist mit der Anordnung der Öffnungen in der Fassade (Türen, Fenster etc.) gleichzustellen. Darum muss die Planerin oder der Planer dies als eine Gestaltungsaufgabe angehen. Dabei gelten folgende Grundsätze:

- Gemeinsame Form des Daches und Kollektorfeldes ermöglichen eine starke optische Einbindung.
- Vollflächige Anlagen sind Teilflächen vorzuziehen.
- Es sind rechteckige Kollektorfelder oder der Dachform angepasste Felder anzustreben.
- Der Dachform angepasste Felder sind gegenüber L- und U-förmigen Feldern vorzuziehen, da diese unruhig und störend wirken.



Empfehlung 3 – Horizontlinien und Proportionen

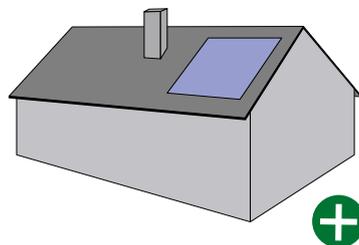
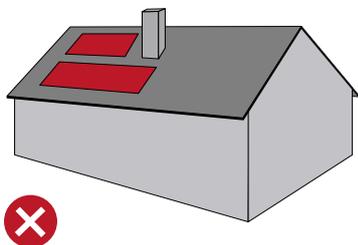
Die vorbildliche Integration verlangt eine konsequente Beachtung der Konturen des Gebäudes. Aufgesetzte, nicht dachbündige Kollektoren dürfen die First- bzw. Seitenlinien des Daches nicht überragen. Bei dachbündigen Kollektoren kann der Dachrand als Begrenzung des Kollektorenfeldes dienen.



Empfehlung 4 – Zusammenfassung der Kollektorenfelder

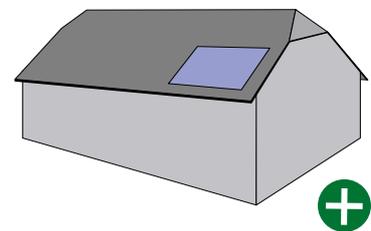
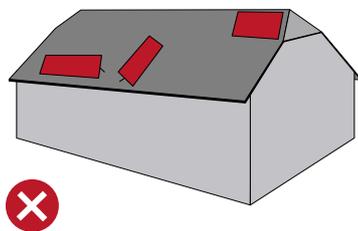
Ein-Feld-Anlagen sind grundsätzlich Anlagen mit mehreren Feldern vorzuziehen.

Aus technischer Sicht ist die Segmentierung der Kollektorenfelder nicht notwendig – die Sonne scheint überall. Rastermassen, Farben und Einbauhöhen sind bei verschiedenen Kollektorsystemen grosse Beachtung zu schenken, eventuell kommen auch Kombikollektoren (auch Solar-Hybridkollektoren genannt) in Betracht, welche PV-Anlagen und Thermische Anlagen vereinen.



Empfehlung 5 – parallele Linien und parallele Flächen

- Kollektoren sind parallel zur Dachfläche zu montieren. Der Anstellwinkel entspricht der Dachneigung.
- Parallele Flächen und Linien erzeugen starke Integrationswirkung.
- Falls Parallelität aufgrund spezieller Dachformen nicht möglich ist, soll genügend Abstand zwischen nicht parallelen Linien eingehalten werden.
- Bei speziellen Dachformen (z. B. Walmdächern) können auch massgeschneiderte Solaranlagen in Betracht gezogen werden.



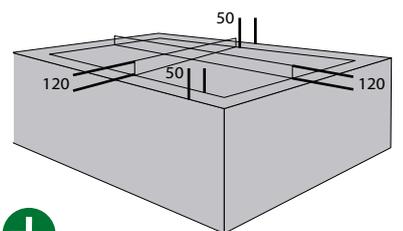
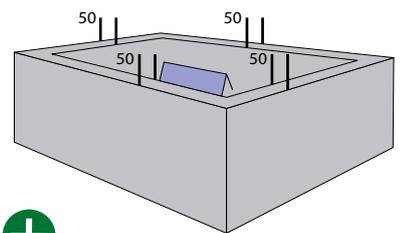
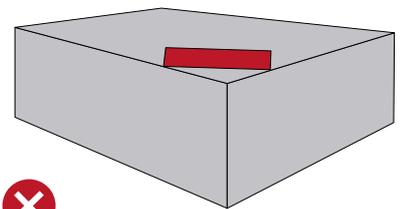
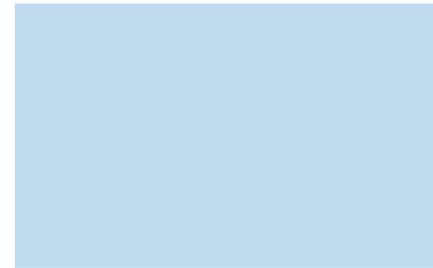
Empfehlung 6 – bei Flachdächern: Abstand zum Dachrand

Bei Kollektorenfeldern auf Flachdächern lässt sich eine Aufständering in der Regel nicht vermeiden. Dennoch sollten auch hier ein paar Grundregeln beachtet werden:

- Die Kollektoren sollten in Abstand zum Dachrand stehen. Die maximale Höhe der Aufständering ist abhängig von der Schneemenge: In Davos etwa ist eine höhere Aufständering möglich als in Chur. Die Aufständering kann also regional angepasst werden.
- Die Aufteilung der Kollektoren in mehrere Felder mit gleicher Neigung und Orientierung ist notwendig.
- Die gesamte Kollektoranlage muss innerhalb der Höchstmasse des Baugesetzes für Dachaufbauten liegen. Bei Gebäuden mit geschlossenen Brüstungen sollte deren Oberkante nicht überragt werden.
- Damit sie nicht stören, müssen die aufgeständerten Kollektorenfelder parallel zur Dachkante montiert werden.

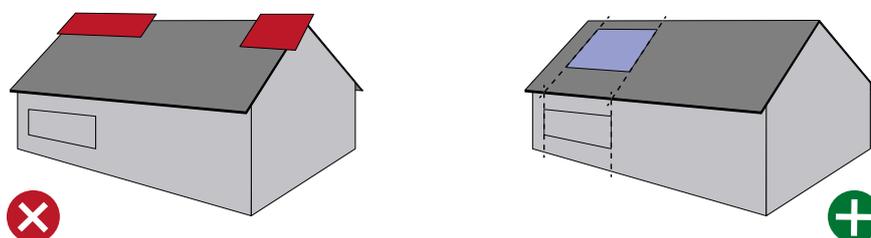


Quelle Heizplan AG



Empfehlung 7 – Anpassungen an bestehende Bauteile

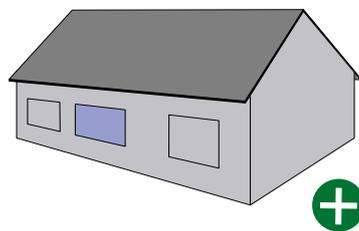
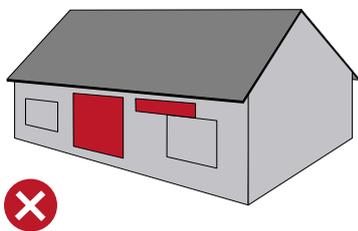
Die Proportionen der Solaranlage sollten auf bestehende Bauteile ausgerichtet werden. So entsteht eine gewisse Symmetrie, die harmonischer wirkt. Dieser Grundsatz gilt für alle Dach- und Fassadenarten.



Empfehlung 8 – Fassaden, Brüstungen

Grundsätzlich ist die Integration von Kollektoren in Fassaden möglich. Analog zu Dächern wird eine Montage parallel zur Fassade einer Aufständering vorgezogen.

Kollektoren, welche an oder als Brüstungen ausgeführt werden, müssen deren Aufgabe als Absturzsicherung erfüllen und zugleich sorgfältig gestaltet sein.



Empfehlung 9 – sorgsame Gestaltung der Details

- Grundsätzlich sollen Leitungen und Armaturen unter Dach geführt werden.
- Abschlüsse und Rahmen sollen farblich zurückhaltend ausgeführt werden.
- Die Farben und Oberflächen der Kollektoren widerspiegeln die technische Funktion der Anlage. Der Gestaltung der Übergänge zum bestehenden Dach ist besondere Beachtung betreffend Farbe, Reflexion und Detailgestaltung zu schenken. Auch sollte kein Kontrast zwischen der Solaranlage und der restlichen Dachfläche sowie den Dächern der Umgebung entstehen.
- Spiegelungen sind zu vermeiden.



Empfehlung 10 – Nebengebäude und Anlagen

Auch auf Nebengebäuden und Anlagen (wie Mauern) ist eine sorgfältige Platzierung von Solaranlagen wichtig.



Solaranlagen an Nebengebäuden



Solaranlagen auf Anlagen
Foto z.B. Schallschutzwand Domat Ems

Empfehlung 11 – wertvolle Gebäude und Ortsbilder

Bauhistorisch wertvolle oder gar geschützte Bauten vertragen in der Regel keine Solaranlagen. Ob die Installation in Frage kommt, kann nur im Einzelfall zusammen mit der kommunalen Bauberatung oder – bei geschützten Häusern – der kantonalen Denkmalpflege beurteilt werden. In solch einem Fall ist es in Ausnahmefällen sinnvoller, eine Solaranlage an unbedeutenden Nebenbauten, Mauern oder weiteren Aussenanlagen zu errichten – sofern damit nicht die Umgebung oder das Gebäude selbst beeinträchtigt wird.

Doch auch wenn ein Gebäude nicht besonders schützenswert ist, aber in einem schützenswerten Ortsbild steht, kann das Anbringen einer Solaranlage kritisch sein. Auch hier ist in Absprache mit der Bauberatung oder der Denkmalpflege eine fallweise Lösung zu suchen. In diesem Zusammenhang sollte auch daran gedacht werden, dass mit einer Dämmung mehr Energie eingespart wird, als beispielsweise mit einer Warmwasseranlage erwirtschaftet wird.



Adresse

Amt für Raumentwicklung Graubünden (ARE GR)
Grabenstrasse 1, 7000 Chur
info@are.gr.ch
www.are.gr.ch

Impressum

Herausgeber: Amt für Raumentwicklung Graubünden (ARE GR)

Projektleitung: Linus Wild, ARE GR

Bearbeitung: Seraina Felix-Gallmann, dipl. Arch ETH / SIA, Sent
Raimund Hächler, dipl. Ing. ETH, Chur, Spezialist
Solarenergie-Nutzung

Mitwirkung: Andreas Cabalzar, Amt für Natur und Umwelt (ANU)
Andrea Caduff, Landwirtschaftliches Bildungs- und
Beratungszentrum Plantahof (LBBZ)
Markus Feltscher, Gebäudeversicherung Graubün-
den (GVG)
Daniel Güttinger, ANU
Giovanni F. Menghini, Kantonale Denkmalpflege
Reto Stockmann, GVG

Gestaltung: Markus Bär, ARE GR

Fotos: Raimund Hächler
Markus Bär

Grundlagen: «Solaranlagen richtig gut. Richtlinien zur Anwen-
dung von Artikel 18a des Bundesgesetzes über die
Raumplanung», Kanton Thurgau 2009.
«Solaranlagen planen und gestalten. Ein Leitfaden
zur Errichtung von thermischen Solaranlagen und
Photovoltaikanlagen», Land Vorarlberg

1. Auflage Februar 2014

