

# Ästhetische Integration von Solarenergie an sensiblen Gebäuden



Bildquelle: Amt für Raumentwicklung Graubünden

Im Auftrag von:



Denkmalpflege Graubünden / Amt für Kultur  
Tgira da monuments dal Grischun / Uffizi da cultura  
Servizio monumenti dei Grigioni / Ufficio della cultura



Amt für Energie und Verkehr Graubünden  
Uffizi d'energia e da traffic dal Grischun  
Ufficio dell'energia e dei trasporti dei Grigioni

*Autoren:*

Michel Haller, SPF Institut für Solartechnik, [michel.haller@ost.ch](mailto:michel.haller@ost.ch)  
Evelyn Bamberger, SPF Institut für Solartechnik, [evelyn.bamberger@ost.ch](mailto:evelyn.bamberger@ost.ch)  
Andreas Bohren, SPF Institut für Solartechnik, [andreas.bohren@ost.ch](mailto:andreas.bohren@ost.ch)  
Carlo Vassella, Vassella Energie Sagl, [carlo@vassella-energie.ch](mailto:carlo@vassella-energie.ch)

17 Februar 2022

Version: 1.5

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Aufbau des Dokuments</b> .....	<b>1</b>
<b>Teil 1: Photovoltaik</b> .....		
<b>2</b>	<b>Referenz: Aufdachsysteme mit kristallinen Standardmodulen</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Farblich angepasste Module</b> .....	<b>4</b>
3.1	Module mit schwarz eloxiertem Rahmen, rahmenlose Module .....	4
3.2	Module mit schwarzer Rückseitenfolie und All Black Module .....	5
3.3	Farbige Module.....	6
<b>4</b>	<b>Farblich angepasste Aufdachmontagesysteme</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Indachsysteme mit Standard Modulgrösse</b> .....	<b>8</b>
5.1	Indachsysteme mit überlappender Montage .....	8
5.2	Indachsysteme mit ebener Montage .....	9
<b>6</b>	<b>Solardachziegel mit mehrfacher Ziegelgrösse</b> .....	<b>10</b>
6.1	Solardachziegel als halbintegriertes Aufdachsystem .....	10
6.2	Solardachziegel als Indachsystem mit überlappender Montage.....	11
6.3	Solardachziegel als Indachsystem mit diagonal überlappender Montage .....	12
6.4	Halbintegrierte Aufdachsysteme für Stehfalzdächer.....	13
<b>7</b>	<b>Solardachziegel (1:1 Ersatz)</b> .....	<b>14</b>
7.1	Solardachziegel Falzziegel/Dachstein.....	14
7.2	Solardachziegel Biberschwanz .....	15
7.3	Solardachziegel Schiefer .....	16
7.4	Solardachziegel Mönch-Nonne .....	17
<b>8</b>	<b>Semiflexible Module auf Metall oder Folie</b> .....	<b>18</b>
8.1	Integrierte Systeme auf Metall .....	18
8.2	Semiflexible Module für Folien- und Bitumendächer .....	19
<b>9</b>	<b>Fassadensysteme</b> .....	<b>20</b>
<b>Teil 2: Solarthermie</b> .....		
<b>10</b>	<b>Referenz: Aufdachsysteme mit Flachkollektoren</b> .....	<b>22</b>
<b>11</b>	<b>Indachsysteme mit Flachkollektoren</b> .....	<b>23</b>
11.1	Standardsysteme.....	23
11.2	Massanfertigung .....	24
11.3	Solardach .....	25
<b>12</b>	<b>Semiflexible Systeme mit unverglasten Kollektoren</b> .....	<b>26</b>
<b>13</b>	<b>Flachdach mit Vakuumröhrenkollektoren</b> .....	<b>27</b>
<b>14</b>	<b>Fassadensysteme</b> .....	<b>28</b>
14.1	Fassadensysteme mit Flachkollektoren .....	28
14.2	Fassadensysteme mit farbigen Gläsern.....	29
14.3	Fassadensysteme mit Vakuumröhrenkollektoren.....	30
<b>15</b>	<b>Systeme für Balkon, Vordach etc</b> .....	<b>31</b>
15.1	Balkon und Vordach mit Flachkollektoren .....	31
15.2	Balkon mit Vakuumröhrenkollektoren.....	32
<b>16</b>	<b>Systeme ausserhalb des Gebäudes</b> .....	<b>33</b>

# 1 Aufbau des Dokuments

Teil 1 des Dokuments behandelt verfügbare Techniken für die Photovoltaik (PV). Zunächst wird ein Referenzsystem definiert, eine typische PV-Anlage, wie sie heute üblicherweise errichtet wird. Auf dieses Referenzsystem beziehen sich bei den weiteren Systemen alle relativen Angaben zu Mehrkosten oder Minderleistungen. In den weiteren Kapiteln folgen verschiedene Stufen der Anpassung. Als erstes werden Anpassungsmöglichkeiten beim Solarmodul betrachtet, dann beim Montagesystem für Standard-Aufdachmontagen. Als nächste Stufe werden Indachsysteme mit Standard Modulgrössen aufgeführt, bevor auf bestimmte Dacheindeckungen abgestimmte Gesamtsysteme folgen. Schliesslich werden mit flexiblen Modulen auf Metall oder Folie noch einige Sonderformen aufgeführt. Neben dem Dach kann auch die Fassade genutzt werden, wozu zum Ende von Teil 1 einige Beispiele vorgestellt werden.

In Teil 2 werden verfügbare Techniken für solarthermische (ST) Systeme vorgestellt. Zunächst wird ebenfalls ein Referenzsystem definiert, wie es aktuell am häufigsten installiert wird und worauf sich alle relativen Angaben beziehen. Es werden zunächst die Anpassungsmöglichkeiten für Dächer und dann für Fassaden, Vorbauten und Freiflächen vorgestellt.

Für jede Art der Anpassung wird eine Tabelle gemäss folgendem Muster aufgeführt:

<b>Bilder</b>	Beispielhafte Fotos mit Detail- und Gesamtaufnahmen einer Anwendung
<b>Material</b>	Materialangaben zu den verwendeten Komponenten
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Angaben zur Anpassung der Form an die Dachstruktur
<b>Farbliche Anpassung</b>	Möglichkeiten der farblichen Anpassung, allenfalls mit Angabe der Farben
<b>Rastermass</b>	Deckbreite und –länge eines Elements
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Gesamtbreite und –länge eines Elements
<b>Nur PV: Leistung je Einheit</b>	Leistung eines Elements bei Standard Test Bedingungen (Angabe in $W_p$ )
<b>Nur PV: Spezifische Leistung</b>	Leistung eines Elements pro Quadratmeter ( $W_p/m^2$ ) sowie prozentuale Abweichung zum Referenzsystem
<b>Nur ST: Spezifischer Ertrag</b>	Spezifischer Ertrag im Schweizer Mittelland ( $kWh/m^2$ ) sowie prozentuale Abweichung zum Referenzsystem, siehe Einleitung Teil 2: Solarthermie

**Nur PV: Mehrkosten pro kW<sub>p</sub>  
(Schätzung)**

Ungefähre Mehrkosten der schlüsselfertig montierten PV-Anlage bezogen auf die Leistung (CHF/kW<sub>p</sub>) im Vergleich zum Referenzsystem, ggfs. unter Abzug der Kosten der Originaldacheindeckung. Preise können je nach Grösse, Geometrie, Zugänglichkeit etc. des Daches/Gebäudes stark variieren.

Einteilung Mehrkosten:

\$: < 10 %  
\$\$: 10 bis 40 %  
\$\$\$: 40 bis 100 %  
\$\$\$\$: > 100 %

**Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)**

Ungefähre Mehrkosten des schlüsselfertig montierten Systems pro Quadratmeter Dachfläche (CHF/m<sup>2</sup>) im Vergleich zum Referenzsystem, ggfs. unter Abzug der Kosten der Originaldacheindeckung (PV oder ST). Preise können je nach Grösse, Geometrie, Zugänglichkeit etc. des Daches/Gebäudes stark variieren.

Einteilung Mehrkosten:

\$: < 10 %  
\$\$: 10 bis 40 %  
\$\$\$: 40 bis 100 %  
\$\$\$\$: > 100 %

**Anbieter (Beispiele)**

Beispiele von Anbietern der Systeme (keine vollständige Liste)

# Teil 1: Photovoltaik

## 2 Referenz: Aufdachsysteme mit kristallinen Standardmodulen

Die meistverbaute Form sind Aufdachsolaranlagen, bei denen die Originaldacheindeckung erhalten bleibt. Die Befestigung erfolgt in der Regel in der Dachunterkonstruktion (Sparren/Pfetten), Systeme gibt es für nahezu alle Dacheindeckungen. Auf dem Befestigungselement (Dachhaken, Stockschraube o.ä.) werden die Module auf einem Schienensystem mit Klemmen befestigt. Üblicherweise werden mono- oder polykristalline Glas-Folien Module mit Aluminiumrahmen eingesetzt. PV-Anlagen, die weder auf Bau- oder Kulturdenkmälern noch in Schutzzonen errichtet werden, gelten als gut angepasst und damit bewilligungsfrei, wenn sie:

- die Dachfläche im rechten Winkel um höchstens 20 cm überragen;
- von vorne und von oben gesehen nicht über die Dachfläche hinausragen;
- nach dem Stand der Technik reflexionsarm ausgeführt werden; und
- als kompakte Fläche zusammenhängen (Art. 32a RPV)



Bildquellen: Solarmarkt GmbH, Hanesun Austria GmbH<sup>1</sup>

<b>Material</b>	Mono- oder polykristalline Glas-Glas oder Glas-Folien Module
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, keine Anpassung
<b>Farbliche Anpassung</b>	Nein
<b>Rastermass</b>	Typisch 1'020 x 1'670 mm <sup>2</sup>
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Typisch 1'000 x 1'650 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	275 – 340 W <sub>p</sub>
<b>Spezifische Leistung</b>	170 – 200 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup>
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	-
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	-
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Standard

<sup>1</sup> [www.solarmarkt.ch](http://www.solarmarkt.ch), <https://hanesun.ch>.

### 3 Farblich angepasste Module

Gegenüber Standard-Modulen gibt es eine Reihe einfacher Massnahmen für ein einheitlicheres Erscheinungsbild. Dazu trägt zunächst ein schwarz eloxierter Rahmen bei (3.1), als nächste Stufe auch eine schwarze Rückseitenfolie. Zusätzlich kann eine "Nadelstreifenoptik" verhindert werden indem die Busbars entweder abgedeckt, viele sehr feine Busbars oder rückseitenkontaktierte Zellen eingesetzt werden (3.2).

Neben diesen relativ einfachen Massnahmen sind farblich angepasste Module deutlich aufwändiger. Prinzipiell sind alle Farben und Muster umsetzbar, auch Strukturen im Glas sind möglich. Diese Module werden als Sonderanfertigungen hergestellt und sind damit entsprechend teuer. Daneben gibt es von einzelnen Herstellern erste Serien mit bestimmten Farben und/oder Glasstrukturen. Je nach Farbe und Technik weisen farbige Module deutliche Leistungseinbussen auf (3.3).

#### 3.1 Module mit schwarz eloxiertem Rahmen, rahmenlose Module

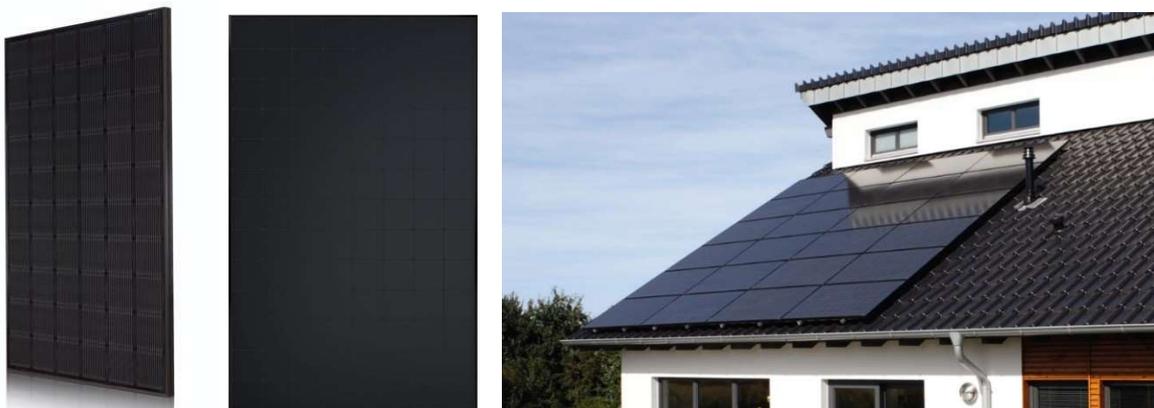


Bildquellen: Solarmarkt GmbH, KONZEPT HAUS GmbH<sup>2</sup>

<b>Material</b>	Kristalline Glas-Glas oder Glas-Folien Module
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, keine Anpassung
<b>Farbliche Anpassung</b>	Schwarzer Rahmen oder rahmenlos
<b>Rastermass</b>	Typisch 1'020 x 1'670 mm <sup>2</sup>
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Typisch 1'000 x 1'650 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	275 – 340 W <sub>p</sub>
<b>Spezifische Leistung</b>	170 – 200 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup>
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Trina, Soluxtec, Bisol, Aleo, JA Solar, LG, Panasonic etc.

<sup>2</sup> [www.solarmarkt.ch](http://www.solarmarkt.ch), [www.konzept-haus.info](http://www.konzept-haus.info).

### 3.2 Module mit schwarzer Rückseitenfolie und All Black Module

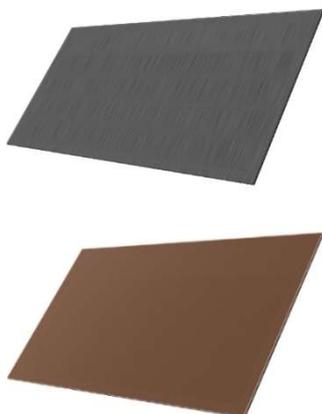


Bildquellen: Solarmarkt GmbH, Viessmann AG<sup>3</sup>

<b>Material</b>	Monokristalline Glas-Glas oder Glas-Folien Module
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, keine Anpassung
<b>Farbliche Anpassung</b>	Schwarzer Rahmen oder rahmenlos, schwarze Rückseitenfolie, ggfs. Abdeckung Busbars
<b>Rastermass</b>	Typisch 1'020 x 1'670 mm <sup>2</sup>
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Typisch 1'000 x 1'650 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	275 – 340 W <sub>p</sub>
<b>Spezifische Leistung</b>	170 – 200 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup>
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	LG, Aleo, Sunpower, Panasonic, JA Solar, Trina, Soluxtec, Sonnenstromfabrik etc.

<sup>3</sup> [www.solarmarkt.ch](http://www.solarmarkt.ch), [www.viessmann.ch](http://www.viessmann.ch).

### 3.3 Farbige Module



Bildquellen: Megasol Energie AG, BISOL Group<sup>4</sup>

<b>Material</b>	Kristalline Glas-Glas oder Glas-Folien Modul
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, Sonderformen möglich
<b>Farbliche Anpassung</b>	Beliebige Farben und Muster möglich
<b>Rastermass</b>	Variabel
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Variabel
<b>Leistung je Einheit</b>	Ca. 10 – 300 W <sub>p</sub> je nach Grösse
<b>Spezifische Leistung</b>	Ca. 40 – 160 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> je nach Farbe und Technik (-10 bis -80 % je nach Farbe und Technik)
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$\$\$ bis \$\$\$\$ (je nach Farbe und Ausführung)
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$ (Standardfarben und –ausführungen) bis \$\$\$ (Sonderausführungen)
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Sunage, Megasol, Issol, Bisol, Ertex, Solaxess, Sunerg, Sonnenstromfabrik, Intelligent Solar

<sup>4</sup> [www.megasol.ch](http://www.megasol.ch), <https://www.bisol.com>.

## 4 Farblich angepasste Aufdachmontagesysteme

Bei Aufdachsystemen bleibt die Original-Dacheindeckung erhalten. Die Befestigung erfolgt in der Regel in der Dachunterkonstruktion (Sparren/Pfetten), Systeme gibt es für nahezu alle Dacheindeckungen. Auf dem Befestigungselement (Dachhaken, Stockschraube o.ä.) werden die Module auf einem Schienensystem mit Klemmen befestigt. Alternativ werden Einlegesysteme mit durchgehenden Schienen angeboten. Unterschiede bestehen in der Aufbauhöhe, bei einlagigen Systemen beträgt diese ca. 10 cm, bei zweilagigen, einem sogenannten Kreuzverbund, bis 20 cm.



Bildquellen: Kibernetik AG, ALTEC Metalltechnik GmbH, photovoltaik4you<sup>5</sup>

<b>Material</b>	Montagesystem aus schwarz eloxiertem oder pulverbeschichtetem Aluminium
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Nein, wie Standard Aufdachsystem
<b>Farbliche Anpassung</b>	Standardmässig schwarz, teils andere Farben wie Terracotta möglich
<b>Rastermass</b>	Beliebig
<b>Grösse Gesamtelement</b>	
<b>Leistung je Einheit</b>	Wie Referenz, je nach verwendetem Modul
<b>Spezifische Leistung</b>	Wie Referenz, je nach verwendetem Modul
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Ernst Schweizer AG, K2 Systems, Novotegra, Altec Metalltechnik, Omniablock

<sup>5</sup> <https://shop.kibernetik.ch>, [www.altec-metalltechnik.de](http://www.altec-metalltechnik.de), <https://www.photovoltaik4you.com>.

## 5 Indachsysteme mit Standard Modulgrösse

Bei Indachsystemen bilden die PV-Module die Dacheindeckung. Die Originaleindeckung wird entweder vollflächig ersetzt oder bleibt als Rahmen in nicht durch die PV-Anlage genutzten Dachbereichen erhalten. Bei vollflächigem Ersatz werden Randabschlüsse in der Regel mit Dummymodulen realisiert. Alternativ sind auch Module in Sondermassanfertigungen möglich, diese sind aber teuer in der Herstellung und elektrisch schwierig zu integrieren.

Übliche Indachsysteme werden mit ähnlichen Modulformaten wie Aufdachsysteme verbaut. Meistens werden rahmenlose oder Module mit einem Spezialrahmen eingesetzt, die ähnlich wie Ziegel überlappend verlegt werden (5.1). Alternativ gibt es Systeme für gerahmte Standardmodule, die eben nebeneinander montiert werden. Diese haben einen etwas höheren Aufbau und können die Originaleindeckung allenfalls leicht überragen (5.2).

### 5.1 Indachsysteme mit überlappender Montage



Bildquellen: Arres Solarmarkt GmbH, Ernst Schweizer AG<sup>6</sup>

<b>Material</b>	Aluminium und/oder Stahl Montagesystem mit speziellen Glas-Glas oder Glas-Folien Modulen (rahmenlos oder mit Spezialrahmen)
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, Anpassungen an die Dachgeometrie mit Blindmodulen
<b>Farbliche Anpassung</b>	Schwarz oder Aluminium blank, teils andere Farben wie Terracotta möglich
<b>Rastermass</b>	Typisch 1'670 x 1'020 mm <sup>2</sup>
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Typisch 1'650 x 1'000 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	275 – 340 W <sub>p</sub>
<b>Spezifische Leistung</b>	170 – 200 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup>
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$\$ bis \$\$\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$ bis \$\$\$

<sup>6</sup> [www.arres.ch](http://www.arres.ch), [www.solarmarkt.ch](http://www.solarmarkt.ch), [www.ernstschweizer.ch](http://www.ernstschweizer.ch).

## Anbieter (Beispiele)

Arres, 3S Solar Plus AG, Ernst Schweizer AG, Eternit, GSK Advanceng AG, Megasol, Soltop, blue energy systems GmbH, Solarwatt, Sunage SA, solarpartner

## 5.2 Indachsysteme mit ebener Montage



Bildquelle: Megasol Energie AG<sup>7</sup>

<b>Material</b>	Aluminium Montagesystem für gerahmte Glas-Glas oder Glas-Folien Modulen
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, Anpassungen an die Dachgeometrie mit Blindmodulen
<b>Farbliche Anpassung</b>	Schwarz oder Aluminium blank, teils andere Farben wie Terracotta möglich
<b>Rastermass</b>	Typisch 1'670 x 1'020 mm <sup>2</sup>
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Typisch 1'650 x 1'000 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	275 – 340 W <sub>p</sub>
Spezifische Leistung	170 – 200 Wp/m <sup>2</sup>
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$\$ bis \$\$\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$ bis \$\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Megasol, ClicCon, Alectron AG, Mecosun, Solarteam, Tritec, GSK Advanceng AG, Solarstand, solarpartner

<sup>7</sup> [www.megasol.ch](http://www.megasol.ch).

## 6 Solardachziegel mit mehrfacher Ziegelgrösse

In diesem Abschnitt sind Systeme zusammengefasst, die ein mehrfaches der Ziegel der Originaleindeckung ersetzen. Es gibt Systeme, die auf speziellen Ziegeln montiert werden (6.1) und solche, die die Ziegel ersetzen (6.2). Die Randabschlüsse werden meist mit der Originaldacheindeckung realisiert, wobei auf die Kompatibilität der Systeme zu achten ist. Alternativ gibt es Systeme, die durch eine diagonale Verlegung (6.3) oder durch Wellenoptik (6.4) verschiedenen Dacheindeckungen ähneln, diese aber komplett ersetzen. Für Trapezblech- und Stehfalzdächer werden halbintegrierte Systeme mit geringer Aufbauhöhe und einer Anpassung der Module an das Rastermass des Daches angeboten (6.5).

Aufgrund der kleineren Modulgrösse sind solche Systeme deutlich aufwändiger in der Verlegung und vor allem der Verkabelung, aber wesentlich weniger aufwändig als Systeme, die eins zu eins Ziegel ersetzen.

### 6.1 Solardachziegel als halbintegriertes Aufdachsystem



Bildquelle: NELSKAMP GmbH<sup>8</sup>

<b>Material</b>	Spezialziegel mit aufgelegtem monokristallinen Modul
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, Überdeckung von 6 Ziegeln
<b>Farbliche Anpassung</b>	Schwarze Rückseitenfolie und schwarzer Rahmen
<b>Rastermass</b>	ca. 1'992 x 510-540 mm <sup>2</sup> (6 Spezialziegel)
<b>Grösse Gesamtelement</b>	1'965 x 399 mm <sup>2</sup> (Grösse PV-Element)
<b>Leistung je Einheit</b>	120 W <sub>p</sub>
<b>Spezifische Leistung</b>	ca. 115 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> (- 35 %)
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$\$\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Nelskamp

<sup>8</sup> [www.nelskamp.de](http://www.nelskamp.de).

## 6.2 Solardachziegel als Indachsystem mit überlappender Montage



Bildquellen: NELSKAMP GmbH, Braas BMI Group<sup>9</sup>

<b>Material</b>	Kristalline Glas-Glas oder Glas-Folien Module ggfs. mit Unterlage aus Ziegel, Kunststoff oder Metall
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, ersetzt 4 bis 8 Ziegel, Aufbauhöhe wie Originaleindeckung
<b>Farbliche Anpassung</b>	Standard schwarz, teils auch in Farbe möglich
<b>Rastermass</b>	z.B. 1'500 x 320 oder 1'984 x 394 mm <sup>2</sup> (4 bis 8 Ziegel)
<b>Grösse Gesamtelement</b>	z.B. 1'530 x 370 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	45 – 125 W <sub>p</sub>
<b>Spezifische Leistung</b>	135 – 180 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> (-5 % bis -25 %)
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$\$\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Nelskamp, Braas, Gasser Ceramic, Megasol, Issol

<sup>9</sup> [www.nelskamp.de](http://www.nelskamp.de), [www.braas.de](http://www.braas.de).

### 6.3 Solardachziegel als Indachsystem mit diagonal überlappender Montage

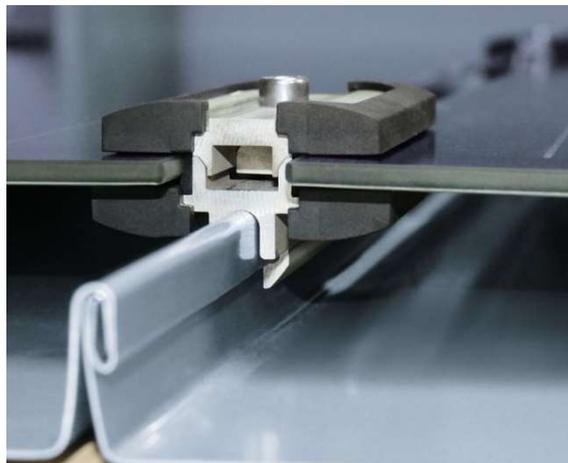


Bildquellen: SUNSTYLE AG, SolteQ Solardach GmbH<sup>10</sup>

<b>Material</b>	Kristalline Glas-Glas oder Glas-Folien Module
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Diagonal überlappend verlegte Quadrate, Sonderformen für Randabschlüsse
<b>Farbliche Anpassung</b>	Standard schwarz, auch in Farbe möglich
<b>Rastermass</b>	z.B. 780 x 710 mm <sup>2</sup>
<b>Grösse Gesamtelement</b>	z.B. 540 x 540 oder 870 x 870 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	40 – 115 W <sub>p</sub>
<b>Spezifische Leistung</b>	160 – 180 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> , in grau oder rot 130 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> (-5 % bis -30 %)
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$\$\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Sunstyle, SolteQ

<sup>10</sup> [www.sunstyle.com](http://www.sunstyle.com), [www.solteq.eu](http://www.solteq.eu).

## 6.4 Halbintegrierte Aufdachsysteme für Stehfalzdächer



Bildquelle: RHEINZINK GmbH & Co KG in D-Datteln<sup>11</sup>

<b>Material</b>	Monokristallines Glas-Folien Modul mit Stehfalzklemmen
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck auf Rastermass Stehfalz angepasst
<b>Farbliche Anpassung</b>	Nein
<b>Rastermass</b>	430 oder 530 mm
<b>Grösse Gesamtelement</b>	406 x 1640 oder 506 x 1640 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	100 oder 150 W <sub>p</sub>
<b>Spezifische Leistung</b>	140 oder 170 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> (-5 % bis -20 %)
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Rheinzink / Soluxtec

<sup>11</sup> [www.rheinzink.de](http://www.rheinzink.de).

## 7 Solardachziegel (1:1 Ersatz)

Solardachziegel ersetzen in ihrer Form eins zu eins je einen Ziegel, auch die Verlegung erfolgt identisch oder zumindest ähnlich zur Originaleindeckung. Dadurch können Randabschlüsse einfach in der Originaleindeckung realisiert werden. Solardachziegel gibt es für verschiedenste Dacheindeckungen. Die Hauptschwierigkeit besteht im durch die Kleinteiligkeit entstehenden hohen Verkabelungsaufwand. Auch werden die Systeme bisher nur in Kleinstserien gefertigt.

### 7.1 Solardachziegel Falzziegel/Dachstein

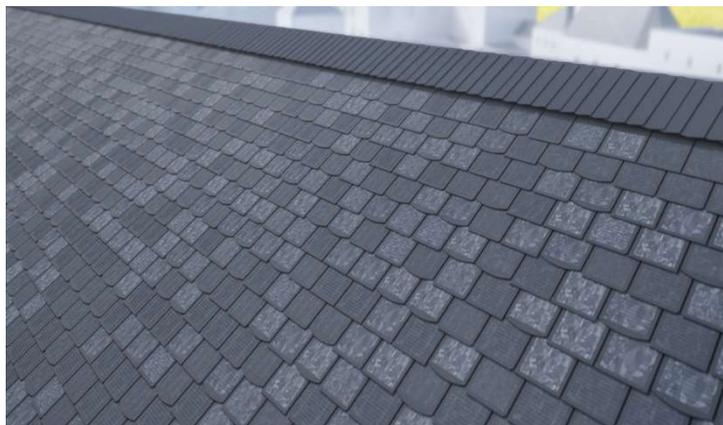
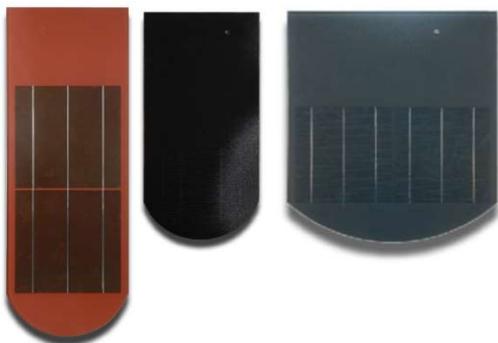


Bildquellen: Gasser Ceramic, SolteQ Solardach GmbH<sup>12</sup>

<b>Material</b>	Kristalline Siliziumzellen mit Glasabdeckung auf Ziegel (alternativ: auf Kunststoff oder als Glaselement)
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Falzziegel
<b>Farbliche Anpassung</b>	Je nach Hersteller möglich
<b>Rastermass</b>	ca. 335 x 350 mm <sup>2</sup>
<b>Grösse Gesamtelement</b>	ca. 370 x. 420 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	ca. 10 – 20 W <sub>p</sub>
<b>Spezifische Leistung</b>	ca. 60 – 160 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> (-10 % bis -65 %)
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$\$\$\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Gasser Ceramic, Autarq Nelskamp, SolteQ, Gielleplast

<sup>12</sup> [www.gasserceramic.ch](http://www.gasserceramic.ch), [www.solteq.eu](http://www.solteq.eu).

## 7.2 Solardachziegel Biberschwanz



Bildquelle: SolteQ Solardach GmbH<sup>13</sup>

<b>Material</b>	Kristallines Glas-Folien Modul
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Biberschwanz
<b>Farbliche Anpassung</b>	Möglich
<b>Rastermass</b>	z.B. 184 x 410 oder 184 x 270 mm <sup>2</sup>
<b>Grösse Gesamtelement</b>	z.B. 180 x 500 oder 180 x 380 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	3 – 10 W <sub>p</sub>
<b>Spezifische Leistung</b>	100 – 150 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> (-15 % bis -45 %)
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$\$\$\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	SolteQ

<sup>13</sup> [www.solteq.eu](http://www.solteq.eu).

### 7.3 Solardachziegel Schiefer



Bildquelle: SolteQ<sup>14</sup>

<b>Material</b>	Kristallines Glas-Folien Modul
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, Form und Aufbau wie Schiefer-/Kunststein-/Faserzement-Schindeln
<b>Farbliche Anpassung</b>	Verschiedene Farben und Glasstrukturen
<b>Rastermass</b>	z.B. 335 x180 oder 545 x 340 mm <sup>2</sup>
<b>Grösse Gesamtelement</b>	z.B. 330 x 500 oder 540 x 540 mm <sup>2</sup> auch 810 x 400 mm <sup>2</sup> oder 1630 x 400 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	7 – 37 W <sub>p</sub>
<b>Spezifische Leistung</b>	90 – 170 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> (-5 % bis -50 %)
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$\$\$\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	SolteQ, Freesuns, DAS Energy GmbH

---

<sup>14</sup> [www.solteq.eu](http://www.solteq.eu).

## 7.4 Solardachziegel Mönch-Nonne



Bildquellen: Cotto Possagno S.p.A., Dyaqua Srls<sup>15</sup>

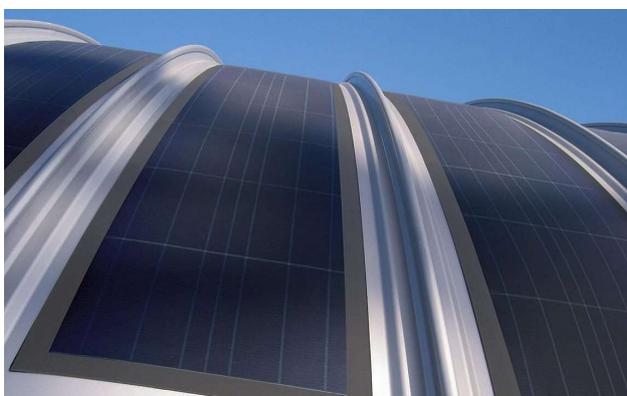
<b>Material</b>	Kristalline Siliziumzellen auf Ziegel (alternativ: auf Kunststoff oder als Glaselement)
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Mönchziegel mit PV, Verlegung wie Mönch-Nonne System
<b>Farbliche Anpassung</b>	Je nach Hersteller möglich
<b>Rastermass</b>	ca. 200 x 360 mm <sup>2</sup>
<b>Grösse Gesamtelement</b>	145-185 x 450-460 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	ca. 7.5 W <sub>p</sub>
<b>Spezifische Leistung</b>	ca. 80 – 112 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> (-40 bis 55 %)
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$\$\$\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Cotto Possagno, Invent, Dyaqua

<sup>15</sup> [www.cottopossagno.com](http://www.cottopossagno.com), [www.dyaqua.it](http://www.dyaqua.it).

## 8 Semiflexible Module auf Metall oder Folie

Module mit einer Kunststoffabdeckung (z.B. ETFE) statt Glas können in einem gewissen Umfang biegsam gestaltet werden. Es kommen sowohl kristalline Zellen (geringe Flexibilität) als auch Dünnschichtmodule (hohe Flexibilität) zum Einsatz. Ein weiterer Vorteil semiflexibler Module ist ihr geringes Gewicht, dem gegenüber stehen höhere Kosten und tendenziell eine geringere Lebensdauer aufgrund der fehlenden Schutzschicht aus Glas. Meist werden die Module als fertige Elemente für Stehfalzdächer (8.1) oder als Dachbahnen für Foliendächer gefertigt (8.2). Teilweise können sie auch Vorort auf die vorhandene Dacheindeckung geklebt werden, dafür gelten allerdings hohe Anforderungen an die Sauberkeit der Materialien.

### 8.1 Integrierte Systeme auf Metall



Bildquellen: Kalzip Schweiz/FL, Flisom AG<sup>16</sup>

<b>Material</b>	Kristallines oder Dünnschicht (CIGS) Folienmodul auf Aluminium Profiltafeln
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Semiflexibel, als Stehfalzdach
<b>Farbliche Anpassung</b>	Nein
<b>Rastermass</b>	z.B. 537 mm
<b>Grösse Gesamtelement</b>	z.B. PV-Modul: 355 x 2035 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	z.B. 110 W <sub>p</sub>
<b>Spezifische Leistung</b>	ca. 80 – 100 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> (-45 % bis -55 %)
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$\$\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Kalzip, DAS Energy, Flisom

<sup>16</sup> [www.kalzip.com](http://www.kalzip.com), [www.flisom.com](http://www.flisom.com).

## 8.2 Semiflexible Module für Folien- und Bitumendächer



Bildquellen: DAS Energy / Kalzip, Flisom AG<sup>17</sup>

<b>Material</b>	Kristallines oder Dünnschicht (CIGS) Folienmodul auf Dachbahn
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Semiflexible Dachbahn
<b>Farbliche Anpassung</b>	Nein
<b>Rastermass</b>	z.B. 1'260 – 1'440 mm
<b>Grösse Gesamtelement</b>	z.B. 1'500 / 1'550 x 3'470 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	z.B. 460 W <sub>p</sub>
<b>Spezifische Leistung</b>	ca. 80 – 100 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> (-45 % bis -55 %)
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$\$ bis \$\$\$
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$ bis \$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	DAS Energy / Kalzip, Flisom

<sup>17</sup> [www.kalzip.com](http://www.kalzip.com), [www.flisom.com](http://www.flisom.com).

## 9 Fassadensysteme

Auch die Fassade kann zur Integration von PV-Modulen genutzt werden. Die möglichen Flächen sind allerdings häufig begrenzt und eine Integration aufwändig. Eine Südfassade erreicht etwa 70 % des Ertrages eines Süddaches.

Prinzipiell können die gleichen Modultypen wie für Dachanlagen eingesetzt werden, wobei einige Sicherheitsaspekte zu beachten sind. Farbe und Form können ebenfalls entsprechend angepasst werden.



Bildquellen: Solvatec, ertex solartechnik GmbH<sup>18</sup>

<b>Material</b>	Kristalline Glas-Glas oder Glas-Folien Module
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, Anpassung möglich
<b>Farbliche Anpassung</b>	Standardmodule oder beliebige Farben möglich
<b>Rastermass</b>	Typisch 1'020 x 1'670 mm <sup>2</sup>
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Typisch 1'000 x 1'650 mm <sup>2</sup>
<b>Leistung je Einheit</b>	275 – 340 W <sub>p</sub> (Standardmodul ohne Anpassung)
<b>Spezifische Leistung</b>	170 – 200 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> (Standardmodul ohne Anpassung)
<b>Mehrkosten pro kW<sub>p</sub> (Schätzung)</b>	\$\$ (Standardmodule) bis \$\$\$\$ (Sonderformen oder -farben)
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$ (Standardmodule) bis \$\$\$\$ (Sonderformen oder -farben)
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	3S, Megasol, Ertex, Burlet-Bau, Solarglas

<sup>18</sup> <https://www.solvatec.ch>, [www.ertex-solar.at](http://www.ertex-solar.at).

## Teil 2: Solarthermie

Thermische Sonnenkollektoren sind meistens in einem Rastermass von etwa 1 m x 2 m erhältlich, es gibt aber für fast jedes Mass und jede Form Produkte und Hersteller. Eine Übersicht der verfügbaren Typen und Technologien findet man in diesem Kapitel. Der Ertrag einer thermischen Solaranlage ist sehr stark davon abhängig wozu und auf welchem Temperaturniveau die Wärme genutzt wird. Eine gute Übersicht der möglichen Erträge findet man unter [www.spftesting.info](http://www.spftesting.info). Dort sind für viele Kollektormodelle jährliche Ertragszahlen für ein Standardsystem im Schweizer Mittelland aufgeführt. Dabei gibt es grosse Unterschiede und im Folgenden sind typische Jahresertragszahlen aufgeführt:

- Warmwasseranlagen (QWW): 450 – 700 kWh/m<sup>2</sup>
- Vorwärmanlagen (QVW): 650 – 900 kWh/m<sup>2</sup>
- Heizungsunterstützung (QHU): 300 – 600 kWh/m<sup>2</sup>

Die Erträge sind in der folgenden Zusammenfassung der einzelnen Technologien nicht mehr weiter aufgeführt. Die grosse Leistungsspanne ist einerseits technologiebedingt, es gibt aber auch eine eindeutige Korrelation mit den Gestehungskosten der Kollektoren.

## 10 Referenz: Aufdachsysteme mit Flachkollektoren

Die einfachste Form sind Aufdachsolaranlagen, bei denen die Originaldacheindeckung erhalten bleibt. Die Befestigung erfolgt in der Regel in der Dachunterkonstruktion (Sparren/Pfetten), Systeme gibt es für nahezu alle Dacheindeckungen. Auf dem Befestigungselement (Dachhaken, Stockschraube o.ä.) werden die Kollektoren auf einem Schienensystem mit Klemmen befestigt. Üblicherweise haben die Kollektoren einen Aluminiumrahmen der blank oder eingefärbt ist. Das Frontglas ist aus ästhetischen Gründen oft leicht strukturiert, die Absorberfarbe in aller Regel dunkelblau bis schwarz. Anlagen, die weder auf Bau- oder Kulturdenkmälern noch in Schutzzonen errichtet werden, gelten als gut angepasst und damit bewilligungsfrei, wenn sie:

- die Dachfläche im rechten Winkel um höchstens 20 cm überragen;
- von vorne und von oben gesehen nicht über die Dachfläche hinausragen;
- nach dem Stand der Technik reflexionsarm ausgeführt werden; und
- als kompakte Fläche zusammenhängen (Art. 32a RPV)



Bildquelle: Rotex / DAIKIN<sup>19</sup>

<b>Material</b>	Glas, Kupfer, Aluminium
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, je nach Hersteller in verschiedenen Grössen erhältlich, keine Anpassung
<b>Farbliche Anpassung</b>	In aller Regel dunkelbläuliche oder schwarze Farbe und metallischer Rahmen. Erscheinung kann durch Glas variiert werden.
<b>Rastermass</b>	Typisch 1'070 x 2'020 mm <sup>2</sup> (Hoch- und Querformat)
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Typisch 1'000 x 2'000 mm <sup>2</sup>
<b>Spezifischer Ertrag</b>	Siehe Einleitung Teil 2: Solarthermie
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	-
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Ernst Schweizer AG, Soltop, u.v.m. Häufigstes Produkt in Europa

<sup>19</sup> [www.daikin.de](http://www.daikin.de).

## 11 Indachsysteme mit Flachkollektoren

Dachintegrierte Anlagen sind etwas aufwändiger als Aufdachanlagen. Indachanlagen ersetzen die Dacheindeckung und erfüllen damit die üblichen Dachfunktionen. Sie sind gegenüber hohen Wind- und Schneelasten beständiger als Aufdachanlagen. Bei der Dachunterkonstruktion müssen einige wichtige Punkte wie Hinterlüftung, Feuchtigkeit und Temperatur beachtet werden.

Meist werden Standardmodule analog zu Aufdachsystemen verbaut (11.1). Mit Mehrkosten können auch Massanfertigungen zur Anpassung an die Dachgeometrie erstellt werden (11.2). Bei Solardachanlagen werden PV-Module und Solarkollektoren in einem System integriert. Sie bestehen zu einem grossen Teil aus PV-Modulen, die Kollektoren werden im gleichen Rastermass gefertigt und ergänzen das Dach (11.3).

### 11.1 Standardsysteme



Bildquelle: SOLTOP Schuppisser AG<sup>20</sup>

<b>Material</b>	Glas, Kupfer, Aluminium
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, je nach Hersteller in verschiedenen Grössen erhältlich, keine Anpassung
<b>Farbliche Anpassung</b>	In aller Regel dunkelbläuliche oder schwarze Farbe und metallischer Rahmen. Erscheinung kann durch Glas variiert werden
<b>Rastermass</b>	Typisch 1'000 x 2'000 mm <sup>2</sup> (Hoch- und Querformat)
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Typisch 1'000 x 2'000 mm <sup>2</sup>
<b>Spezifischer Ertrag</b>	Siehe Einleitung Teil 2: Solarthermie
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Ernst Schweizer AG, Soltop, solarpartner, u.v.m.

<sup>20</sup> [www.soltop.ch](http://www.soltop.ch).

## 11.2 Massanfertigung



Bildquelle: Ernst Schweizer AG<sup>21</sup>

<b>Material</b>	Glas, Kupfer, Aluminium
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Nahezu beliebige Elementgrößen und -formen
<b>Farbliche Anpassung</b>	In aller Regel dunkelbläuliche oder schwarze Farbe und metallischer Rahmen. Erscheinung kann durch Glas variiert werden
<b>Rastermass</b>	Je nach Massanfertigung, beliebig
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Je nach Massanfertigung, beliebig
<b>Spezifischer Ertrag</b>	Siehe Einleitung Teil 2: Solarthermie
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Ernst Schweizer AG, Winkler Solar, Lenz, SST, u.v.m.

---

<sup>21</sup> [www.ernstschweizer.ch](http://www.ernstschweizer.ch)

## 11.3 Solardach



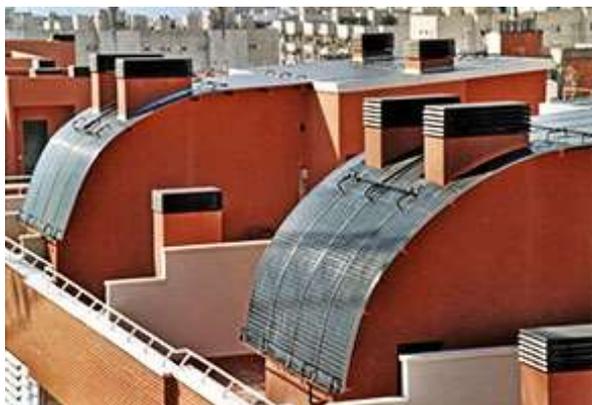
Bildquellen: Soltop Shuppisser AG, 3S Solarplus<sup>22</sup>

<b>Material</b>	Glas, Kupfer, Aluminium
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, je nach Hersteller in verschiedenen Grössen erhältlich, keine Anpassung (Anpassung an PV-Elementgrösse)
<b>Farbliche Anpassung</b>	In aller Regel dunkelbläuliche oder schwarze Farbe und metallischer Rahmen. Erscheinung kann durch Glas variiert werden
<b>Rastermass</b>	Typisch 1'020 x 1'670 mm <sup>2</sup> (Hoch- und Querformat)
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Typisch 1'000 x 1'650 mm <sup>2</sup>
<b>Spezifischer Ertrag</b>	Siehe Einleitung Teil 2: Solarthermie
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$ bis \$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	3S, Soltop, solarpartner

<sup>22</sup> [www.soltop.ch](http://www.soltop.ch), [www.3s-solarplus.ch](http://www.3s-solarplus.ch).

## 12 Semiflexible Systeme mit unverglasten Kollektoren

Kollektoren ohne Frontglas können bis zu einem gewissen Grad gebogen werden. Durch die fehlende Isolierung ist das Temperaturniveau allerdings tiefer als bei üblichen Kollektoren. Sie eignen sich daher vor allem für Niedertemperaturanwendungen wie Vorwärmung, insbesondere aber auch in Kombination mit Wärmepumpen.



Bildquellen: Energie Solaire SA, Kigo-Swiss<sup>23</sup>

<b>Material</b>	Stahl
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, Grösse kann angepasst werden
<b>Farbliche Anpassung</b>	Schwarz oder dunkelblau
<b>Rastermass</b>	z.B. 2'368 x 866 mm <sup>2</sup>
<b>Grösse Gesamtelement</b>	z.B. 2'368 x 866 mm <sup>2</sup>
<b>Spezifischer Ertrag</b>	Für Vorwärmung 500-700 kWh/m <sup>2</sup> (-20 bis -25 %), in Kombination mit Wärmepumpen höher.
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	Keine Mehrkosten
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Energie Solaire (Sierre)

<sup>23</sup> [www.kigo-swiss.com](http://www.kigo-swiss.com), [www.energie-solaire.com](http://www.energie-solaire.com).

### 13 Flachdach mit Vakuumröhrenkollektoren

Thermische Kollektoren können im Allgemeinen nicht horizontal aufgebaut werden. Einzige Ausnahme sind direktdurchströmte Vakuumröhrenkollektoren, die z. B. auf einem Flachdach aufgebaut werden können, so dass sie vom Boden aus nicht mehr sichtbar sind.



Bildquellen: Euro Sun Solar, Helvetic Energy GmbH<sup>24</sup>

<b>Material</b>	Glas, Kupfer, Aluminium
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, je nach Hersteller in verschiedenen Grössen erhältlich, keine Anpassung
<b>Farbliche Anpassung</b>	Glasröhren mit dunkelblauem bis schwarzem Absorber, keine Anpassung
<b>Rastermass</b>	Fast beliebig
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Fast beliebig
<b>Spezifischer Ertrag</b>	Siehe Einleitung Teil 2: Solarthermie
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	SOLTOP, Augusta Solar, EuroSun

<sup>24</sup> [www.euro-sun-solar.de](http://www.euro-sun-solar.de).

## 14 Fassadensysteme

Die Integration von Kollektoren in die Fassade ist aufwändiger als auf dem Dach. Häufig kommen aufgrund der Geometrie Sondermasse zum Einsatz (14.1). Das Erscheinungsbild kann durch farbige Gläser angepasst werden (14.2). Alternativ zu Flachkollektoren werden auch Vakuumröhrenkollektoren eingesetzt (14.3). Gegenüber Dachanlagen sinkt der Gesamtertrag der Anlage zwar, dagegen steigt der Winterertrag.

### 14.1 Fassadensysteme mit Flachkollektoren



Bildquellen: Rosskopf Solar, Retec Solar GmbH<sup>25</sup>

<b>Material</b>	Glas, Kupfer, Aluminium
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, je nach Hersteller in verschiedenen Grössen erhältlich
<b>Farbliche Anpassung</b>	In aller Regel dunkelbläuliche oder schwarze Farbe und metallischer Rahmen. Erscheinung kann durch Glas variiert werden
<b>Rastermass</b>	Typisch 1'070 x 2'020 mm <sup>2</sup> (Hoch- und Querformat)
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Typisch 1'000 x 2'000 mm <sup>2</sup>
<b>Spezifischer Ertrag</b>	Siehe Einleitung Teil 2: Solarthermie
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Ernst Schweizer AG, Winkler, Lenz, Retec, u.v.m.

<sup>25</sup> [www.sonnenkollektoren.at](http://www.sonnenkollektoren.at), <https://retec-solar.de>.

## 14.2 Fassadensysteme mit farbigen Gläsern



Bildquellen: Ernst Schweizer AG / Doma, General Solar Systems GmbH<sup>26</sup>

<b>Material</b>	Glas, Kupfer, Aluminium
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, je nach Hersteller in verschiedenen Grössen erhältlich
<b>Farbliche Anpassung</b>	Eingeschränkte Farbpalette, prinzipiell beliebige Farben möglich
<b>Rastermass</b>	Typisch 1'070 x 2'020 mm <sup>2</sup> (Hoch- und Querformat)
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Typisch 1'000 x 2'000 mm <sup>2</sup>
<b>Spezifischer Ertrag</b>	Gegenüber Standardkollektoren muss mit ungefähr 20 % Minderertrag gerechnet werden.
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Ernst Schweizer AG

<sup>26</sup> [www.ernstschweizer.ch](http://www.ernstschweizer.ch), [www.sonnenkraft.com](http://www.sonnenkraft.com).

### 14.3 Fassadensysteme mit Vakuumröhrenkollektoren



Bildquellen: Hewalex, Solarpartner GmbH<sup>27</sup>

<b>Material</b>	Glas, Kupfer, Aluminium
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, je nach Hersteller in verschiedenen Grössen erhältlich, keine Anpassung
<b>Farbliche Anpassung</b>	Glasröhren mit dunkelblauem bis schwarzem Absorber, keine Anpassung
<b>Rastermass</b>	Fast beliebig
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Fast beliebig
<b>Spezifischer Ertrag</b>	Siehe Einleitung Teil 2: Solarthermie
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Soltop, Augusta Solar, EuroSun, Hewalex, u.v.m.

<sup>27</sup> [www.hewalex.pl](http://www.hewalex.pl), [www.solarpartner-systeme.ch](http://www.solarpartner-systeme.ch).

## 15 Systeme für Balkon, Vordach etc

Vorhandene Flächen an Balkonen oder eine Realisierung als Vordach sind für eine Nutzung zur Warmwassererwärmung häufig ausreichend. Meistens werden Standard-Flachkollektoren (15.1) oder Vakuumröhrenkollektoren (15.2) installiert, aber auch eine Anpassung der Grösse oder Farbe ist analog zu Fassadensystemen möglich.

### 15.1 Balkon und Vordach mit Flachkollektoren



Bildquellen: Ernst Schweizer AG<sup>28</sup>

<b>Material</b>	Glas, Kupfer, Aluminium
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, je nach Hersteller in verschiedenen Grössen erhältlich, keine Anpassung üblich
<b>Farbliche Anpassung</b>	In aller Regel dunkelbläuliche oder schwarze Farbe und metallischer Rahmen.
<b>Rastermass</b>	Typisch 1'070 x 2'020 mm <sup>2</sup> (Hoch- und Querformat)
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Typisch 1'000 x 2'000 mm <sup>2</sup>
<b>Spezifischer Ertrag</b>	Siehe Einleitung Teil 2: Solarthermie
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	\$-\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Ernst Schweizer AG, Soltop, Meier Tobler, FK Solar, solarpartner, Retec Solar, u.v.m.

<sup>28</sup> [www.ernstschweizer.ch](http://www.ernstschweizer.ch)

## 15.2 Balkon mit Vakuumröhrenkollektoren



Bildquellen: Kämpfen Zinke und Partner AG, Andreas Bohren<sup>29</sup>

<b>Material</b>		Glas, Kupfer, Aluminium
<b>Anpassung Dachstruktur</b>	<b>Form an</b>	Rechteck, je nach Hersteller in verschiedenen Grössen erhältlich, keine Anpassung üblich
<b>Farbliche Anpassung</b>		Glasröhren mit dunkelblauem bis schwarzem Absorber, keine Anpassung
<b>Rastermass</b>		Fast beliebig
<b>Grösse Gesamtelement</b>		Fast beliebig
<b>Spezifischer Ertrag</b>		Siehe Einleitung Teil 2: Solarthermie
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>		\$\$
<b>Anbieter (Beispiele)</b>		Ernst Schweizer AG, Soltop, Meier Tobler, FK Solar, u.v.m.

<sup>29</sup> [www.kaempfen.com](http://www.kaempfen.com), [www.spf.ch](http://www.spf.ch).

## 16 Systeme ausserhalb des Gebäudes

Solaranlagen können auch auf Freiflächen oder beispielsweise als Parkplatzüberdachungen realisiert werden. Die Fläche sollte möglichst nahe am Gebäude sein, um Verrohrungsaufwand und Wärmeverluste gering zu halten.



Bildquellen: Ernst Schweizer AG, Beosolar GmbH<sup>30</sup>

<b>Material</b>	Glas, Kupfer, Aluminium
<b>Anpassung Form an Dachstruktur</b>	Rechteck, je nach Hersteller in verschiedenen Grössen erhältlich, keine Anpassung
<b>Farbliche Anpassung</b>	In aller Regel dunkelbläuliche oder schwarze Farbe und metallischer Rahmen. Erscheinung kann durch Glas variiert werden
<b>Rastermass</b>	Typisch 1'070 x 2'020 mm <sup>2</sup> (Hoch- und Querformat)
<b>Grösse Gesamtelement</b>	Typisch 1'000 x 2'000 mm <sup>2</sup>
<b>Spezifischer Ertrag</b>	Siehe Einleitung Teil 2: Solarthermie
<b>Mehrkosten pro m<sup>2</sup> (Schätzung)</b>	Keine Mehrkosten
<b>Anbieter (Beispiele)</b>	Ernst Schweizer AG, Soltop, u.v.m. Häufigstes Produkt in Europa

<sup>30</sup> [www.ernstschweizer.ch](http://www.ernstschweizer.ch), [www.beosolar.ch](http://www.beosolar.ch).