

SOLAR LEIT FADEN

INHALT

	Vorwort Maria Vassilakou	4
	Vorwort Ulli Sima	5
1	Einleitung	7
2	Die Sonne nutzen – Solarenergie und Bauwerksbegrünung	11
2.1	Solare Technologien	11
2.2	Solarwärme	11
2.3	Photovoltaik	13
2.4	Hybridkollektoren	14
2.5	Bauwerksbegrünung	14
2.6	Gründach	15
2.7	Fassadenbegrünung	16
2.8	Nutzen, Eignung, Energieertrag und Lebensdauer	19
3	Zukunftsfähige Gebäude	23
3.1	Kombination der Technologien	23
3.2	Kombinationsmöglichkeiten und Synergien	24
3.3	Synergien von Kombinationen hinsichtlich Architektur, Stadtplanung und Umweltschutz	26
4	Gestaltung von Solaranlagen	29
4.1	Architektur und neue Technologien	29
4.2	Integration solarer Technologien in den Bestand	30
4.3	Integration solarer Technologien im Neubau	31
4.4	Gestalterische Richtlinien zur Montage von Solaranlagen	32
4.5	Brandschutzbestimmungen	47
5	Produkte	49
5.1	Typologien photovoltaischer Solarwärme-Produkte	49
5.2	Solarwärme-Systeme	51
	Unverglaste Flachkollektoren	51
	Verglaste Flachkollektoren	52
	Vakuum-Röhrenkollektoren	55
	Innovative Weiterentwicklungen	55
5.3	Photovoltaiksysteme	56
	Poly- oder multikristalline Zellen	56
	Monokristalline Zellen	59
	Dünnschichtzellen	60
	Bildnachweis	61
	Impressum	62
	Beilage	
	Genehmigungsverfahren und Fördermöglichkeiten	



Magª Maria Vassilakou,
Vizebürgermeisterin
der Stadt Wien, amts-
führende Stadträtin
für Stadtentwicklung,
Verkehr, Klimaschutz,
Energieplanung und
BürgerInnenbeteili-
gung

VORWORT

Wien ist auf dem besten Weg zur Solarstadt und forciert den Ausbau der solaren Energieerzeugung. Damit leistet Wien einen wesentlichen Beitrag für eine nachhaltige Energiezukunft.

Das Potenzial für Solarenergie ist in Wien noch lange nicht ausgeschöpft. Vor allem auf den Dachflächen der Stadt machen Solaranlagen Sinn: 55 Prozent der Dachfläche Wiens sind für die Nutzung von Sonnenenergie geeignet. Hinzu kommt, dass in Wien die Sonne rund 2.200 Stunden pro Jahr scheint. Das sind beste Voraussetzungen, um den Ausbau von solaren Technologien noch weiter voranzutreiben. Mittlerweile existieren in Wien bereits über 1.100 Photovoltaikanlagen, darunter auch zahlreiche Vorzeigeprojekte auf Dächern öffentlicher Gebäude.

Mit diesen Anlagen werden in Wien jährlich etwa 23.000 Megawattstunden Solarstrom generiert. Dies entspricht dem Strombedarf von über 8.400 Haushalten. Was die Solarwärme-Anlagen betrifft, wird in Wien derzeit auf über 80.000 Quadratmetern Wärme für Warmwasser und Heizung produziert. Die positiven Eigenschaften liegen auf der Hand: Sonnenenergie ist lautlos, abgasfrei und regional verfügbar.

Die zentrale Herausforderung im urbanen Raum ist die architektonische Einbindung von Solaranlagen in unsere gebaute Umgebung. Da ist in den letzten Jahren bereits einiges an Know-how entwickelt worden: Innovative Lösungen und Best-Practice-Beispiele zeigen, dass ökologische, ästhetische und sicherheitstechnische Aspekte keinen Widerspruch darstellen müssen, sondern wunderbar miteinander vereinbar und umsetzbar sind.

Maria Vassilakou
Vizebürgermeisterin



Magª Ulli Sima,
amtsführende Stadt-
rätin für Umwelt und
Tierschutz

VORWORT

Wien hat in vielen Fragen der ökologischen Energienutzung eine Vorbildfunktion in Europa. Dazu zählt auch die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten beim ökologischen Bauen.

Neben der Bauwerksbegrünung stellt auch die Nutzung von Sonnenenergie auf Dächern und Fassaden eine besonders effiziente Maßnahme des umweltgerechten Bauens dar. Gerade diese beiden Aspekte wurden in der Vergangenheit oft als Widerspruch gesehen, wenn sich viele PlanerInnen die Frage stellen, ob ein Gründach oder Solardach zu bevorzugen ist.

Diese beiden wichtigen Ziele stehen jedoch nicht in Konkurrenz zueinander. Ganz im Gegenteil: Bei wissenschaftlichen Untersuchungen konnten wechselseitige Vorteile gefunden werden, da Photovoltaik auf einem Gründach noch effizienter arbeitet als auf einem konventionell errichteten Dach. Denn die im Vergleich niedrigeren Temperaturen auf begrünten Dächern sorgen für einen höheren Wirkungsgrad der Anlagen.

Aber auch das Gründach profitiert vom Zusammenspiel mit der Solarenergie: Durch den Schattenwurf der Paneele entstehen vielfältige Standortbedingungen am Dach. Extrem heiße und trockene Stellen wechseln sich mit stark beschatteten, kühleren Bereichen ab. Dadurch erhöht sich die Vielfalt an Lebensräumen und damit auch die Artenvielfalt am Dach!

Diese Symbiose von Technik und Natur – von Energieproduktion und Lebensraum – möchte ich Ihnen mit diesem neuen Leitfaden näher bringen!

Ihre Ulli Sima
Wiener Umweltstadträtin



1 EINLEITUNG

In Zeiten der Verknappung der Ressourcen und des klimatischen Wandels liefert die Nutzung von Sonnenenergie eine zukunftsfähige Antwort auf diese Herausforderungen.

Unter dem Motto „Die Sonne nutzen“ werden in diesem Leitfaden die verschiedenen solaren Technologien gezeigt und leicht verständlich die einzelnen Komponenten und Bauteile von Solarwärme- und photovoltaischen Anlagen erläutert.

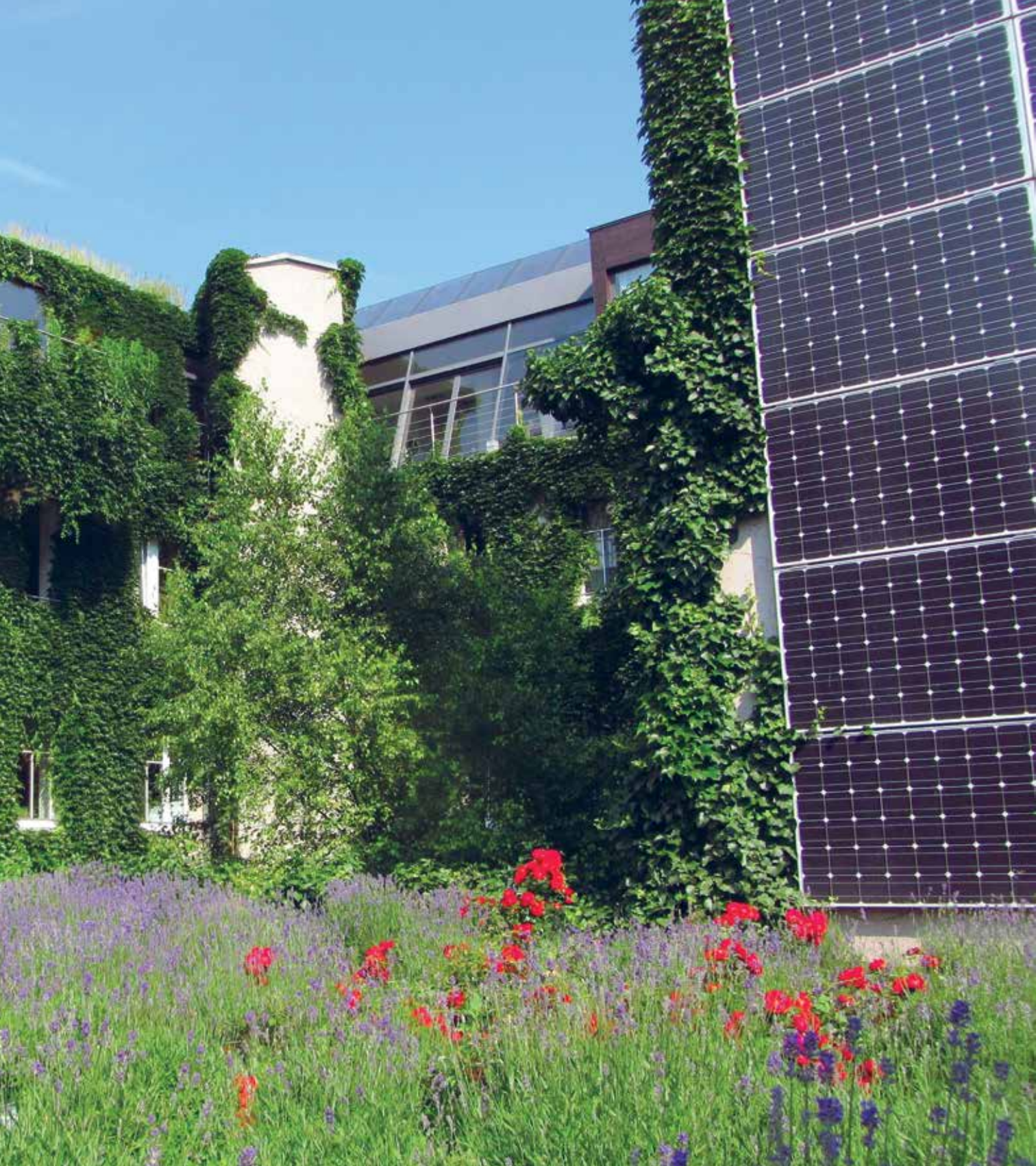
Die Sonne kann aber nicht nur mit den Techniken von Solarwärme und Photovoltaik genutzt werden, sondern auch durch Bauwerksbegrünung. Diese liefert einen wertvollen Beitrag in den Bereichen Kleinklima, Regenwassermanagement sowie Sonnenschutz und erhöht die Lebensqualität besonders im dicht verbauten Stadtgebiet.

Die Kombination von technologischer und natürlicher Sonnennutzung ergibt neue Synergien, die in diesem Leitfaden beschrieben werden.

Der Einsatz neuer Technologien im Stadtraum stellt einen Eingriff in das Stadtbild dar und ist eine Herausforderung an PlanerInnen. Richtlinien zur Gestaltung geben Klarheit, welche Anlagen wo und wie möglich sind. Bilder von gelungenen Beispielen von Solarwärme- und photovoltaischen Anlagen zeigen, wie diese zum integralen Teil der Architektur in Bestand und Neubau werden. Besonders wichtig ist der Stadt Wien, dass solche Gebäude höchste Ansprüche der Energieeffizienz erfüllen.

Der vorliegende Leitfaden liefert aufbereitete fachliche Informationen und soll als Entscheidungshilfe bei der Nutzung der Sonne dienen.





2 DIE SONNE NUTZEN - SOLARENERGIE UND BAUWERKSBEGRÜNUNG

2.1 Solare Technologien

Sonnenenergie bietet vielfältige Anwendungsmöglichkeiten und kann einen Teil des Energiebedarfs eines Gebäudes abdecken.

Die Lichtenergie der Sonne kann in Wärme oder Strom umgewandelt werden, demzufolge wird zwischen den Technologien der Solarwärme und der Photovoltaik unterschieden.

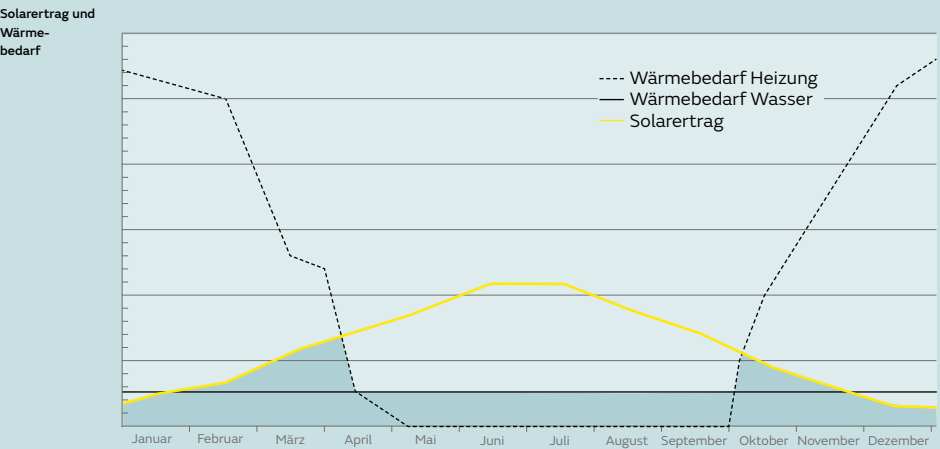
2.2 Solarwärme

In thermischen Solaranlagen wird solare Strahlung in Wärme umgewandelt, die von der Brauchwassererwärmung bis zur Heizungsunterstützung genutzt wird. Die grundlegenden Elemente dieses Systems sind der Solarkollektor, die Pumpe, der Wärmetauscher und der Pufferspeicher beziehungsweise Boiler.

Funktionsweise und Bestandteile eines Solarwärme-Systems

In einem Solarwärme-System sammeln Solarkollektoren die im Sonnenlicht enthaltene Energie. Zentraler Bestandteil eines Solarkollektors ist der Solarabsorber, der die Lichtenergie der Sonne in Wärme umwandelt. Durch den Solarabsorber fließt ein Wärmeträger (Wasser, Wasser-Frostschutzmittelgemisch), der die Wärme aufnimmt und zum Wärmetauscher weitertransportiert. Im Wärmetauscher erfolgt die Weitergabe der Wärmeenergie an den Wasserspeicher. Der nun abgekühlte Wärmeträger wird im Kreislauf zurück zum Kollektor gepumpt, wo er erneut erwärmt wird.

Wärmebedarf und Solarertrag einer Solaranlage für Heizung und Warmwasser



Abwägung von Kosten und Nutzen

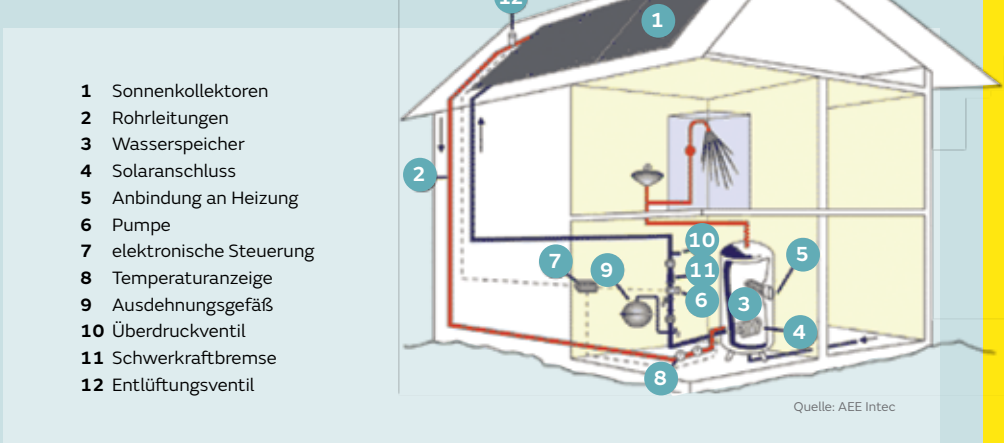
Wird eine Solarwärme-Anlage für die Brauchwassererwärmung und/oder Gebäudeheizung installiert, ist eine bedarfsgerechte Planung unbedingt nötig. Die Auslegung einer Anlage darauf, dass der gesamte Warmwasser-/Heizbedarf auch an kalten Wintertagen nur durch solare Energie gedeckt werden kann, ist nicht immer sinnvoll, weil an Sommertagen dieselbe Anlage einen sehr großen Überschuss produzieren würde, der nicht genutzt werden kann. Die Anlage wäre überdimensioniert und könnte nicht wirtschaftlich betrieben werden. Daher gilt es, einen guten Kompromiss zwischen Investitionskosten für die Solaranlage und eingesparter konventioneller Energie zu finden. Zur Sicherstellung maximaler Erträge wird dringend die Planung durch spezialisierte Fachleute empfohlen, die primär die Zielsetzung verfol-

gen, in der strahlungsreichsten Zeit Erträge zur sofortigen Nutzung zu erwirtschaften und allfällige nicht sofort nutzbare Erträge speichern zu können.

Einsatzmöglichkeiten der Solarwärme

- **Raumheizungsunterstützung**
Auf eine weitere Wärmequelle kann durch den Einsatz von Solarwärme meist nicht verzichtet werden, jedoch hilft die Raumheizungsunterstützung, Brennstoff zu sparen. Entsprechend dimensionierte und optimierte Anlagen können 20–40% des Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasser liefern. Die Anzahl der Kollektoren sowie Puffer- oder Kombispeicher werden darauf abgestimmt.
- **Brauchwassererwärmung**
Bis zu 60% des Energiebedarfs zur Erwär-

Funktionsschema Warmwasser-Solaranlage



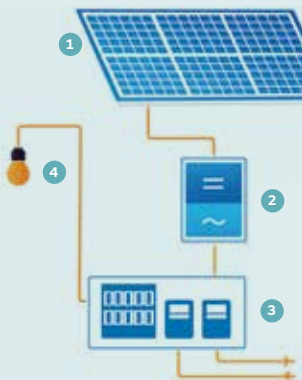
mung des Wasserverbrauchs eines Haushalts können durch eine entsprechend dimensionierte und optimierte Solarwärme-Anlage abgedeckt werden.

- **Schwimmbaderwärmung**
Die Erwärmung von Schwimmbädern mittels Solarwärme ist effektiv und kostengünstig. Besonders in der saisonalen Übergangszeit ist diese Technologie ein wertvoller Beitrag zur Energieeinsparung.
- **Kühlung**
Wärme aus Solarwärme kann in Kühlanlagen zur Trocknung des Wärmeträgermediums eingesetzt werden und stellt eine sinnvolle Nutzung der im Sommerhalbjahr anfallenden Überschüsse bei groß dimensionierten Anlagen dar.

2.3 Photovoltaik

Unter Photovoltaik versteht man die direkte Umwandlung von Lichtenergie mittels Solarzellen in elektrische Energie. Die Photovoltaikmodule erzeugen dabei Gleichstrom, der durch einen Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt wird, um diesen direkt im Hausnetz für den Betrieb von Geräten zu nutzen bzw. Überschüsse in das Stromnetz einzuspeisen. Photovoltaikmodule sind flach, flexibel und anpassungsfähig und lassen so Spielraum in der Gestaltung. In diesem Leitfaden werden monokristalline Zellen, multikristalline Zellen (auch polykristallin genannt) und Dünnschichtzellen vorgestellt. Diese Systeme bestimmen aktuell den Markt und das Produktangebot.

Photovoltaikanlage mit Netzanschluss



- 1 Photovoltaikmodule
- 2 Wechselrichter
- 3 Netzanschluss
- 4 Verbrauch - direkte Nutzung für Eigenbedarf

Standardmodul eines Hybridkollektors.



Funktionsweise und Bestandteile eines photovoltaischen Systems

Die kleinste Einheit einer Photovoltaikanlage ist die Solarzelle, sie wandelt das Sonnenlicht in elektrische Energie um. Am weitesten verbreitet sind die kristallinen Siliziumsolarzellen. Zur Produktion größerer Strommengen werden Solarzellen zu Modulen verbunden. Zur Umwandlung des erzeugten Gleichstroms in Wechselstrom wird ein Wechselrichter verwendet.

Einsatzmöglichkeiten der Photovoltaik

Bei Photovoltaikanlagen unterscheidet man zwischen netzgekoppelten Anlagen, die sowohl für den Eigenbedarf produzieren als auch in das öffentliche Netz einspeisen können, und Inselanlagen, die Strom nur für den Eigenbedarf erzeugen. Inselanlagen sind im urbanen Raum nicht üblich und finden zum Beispiel auf Berg- hütten Verwendung.

Um in das Netz einspeisen zu können, muss ein Vertrag mit einem Energieversorgungsunternehmen geschlossen werden, das den eingespeisten Solarstrom abnimmt. Für eingespeisten Strom wird eine Einspeisevergütung an die Anlagenbetreiberin bzw. den Anlagenbetreiber bezahlt. Da die Einspeisevergütung meist niedriger ist als der Preis für aus dem Stromnetz bezogenen Strom, ist es in so einem Fall sinnvoll, möglichst viel erzeugten Solarstrom selbst zu verbrauchen.

2.4 Hybridkollektoren

Hybridkollektoren vereinen Solarwärme- und Photovoltaik-Technologie innerhalb eines Kollektors und erzeugen Strom und Wärme gleichzeitig.

Bei der Nutzung von Solarwärme zur Wasser- erwärmung stellt sich oft die Frage nach der Stromerzeugung. Die zwei Techniken lassen sich, unter gewissen Voraussetzungen, mit photovoltaisch-thermischen (PV-T) Hybridkollektoren nutzen.

Der Wirkungsgrad eines Photovoltaikmoduls liegt bei ca. 25 Grad Celsius am höchsten. Steigen die Temperaturen, verliert ein Photovoltaikmodul pro Grad etwa 0,5% Leistungsvermögen. Ein Solarwärmekollektor hingegen funktioniert bei deutlich höheren Temperaturen besser – ein Flachkollektor bei durchschnittlich circa 80 Grad, ein Vakuumröhrenkollektor erreicht oft die doppelten Temperaturen. Um eine Überhitzung zu vermeiden, muss bei Hybridkollektoren die Wärme abgeführt werden. Hierfür ist ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher und ein entsprechend großer Wärmebedarf erforderlich.

2.5 Bauwerksbegrünung

Bauwerksbegrünungen stellen „grüne Bausteine“ in der Stadt dar, besonders im dicht bebauten Stadtgebiet und an Stellen, die für andere Pflanzen ein zu geringes Raumangebot bieten. Sie sind Lebensraum für Tiere und Pflanzen, Erholungsraum für Menschen auch mitten im dicht verbauten Stadtgebiet. Gründächer und Fassadenbegrünungen entfalten eine kühlende Wirkung im Sommer und tragen zur Wärmedämmung im Winter bei. Das heißt, sie beeinflussen im stark verdichteten städtischen Raum das lokale Kleinklima maßgeblich – sie tragen wesentlich zur Staubbindung, zur Luftbefeuchtung und zur Luftkühlung und damit zur Förderung der menschlichen Gesundheit bei.

Sie besitzen somit die Funktion einer lokalen „naturnahen Klimaanlage“. Bauwerksbegrünungen helfen, je nach Gebäudeart, langfristig Betriebskosten zu senken.

2.6 Gründach

Die Errichtung von Gebäuden bewirkt eine fortschreitende Versiegelung der Böden und den Verlust von Grünflächen. Dadurch kommt es unter anderem zu einem schnelleren Abfluss der Niederschläge und in der Folge zu Hochwässern. Begrünte Dachflächen sind eine Möglichkeit, manche dieser Auswirkungen zu verhindern oder zumindest abzuschwächen, und sie speichern das Regenwasser mit Vorteilen für Umwelt und Budget. Extensiv begrünte Dächer kosten nur unwesentlich mehr. Zwar sind die Kosten in der Herstellung höher als ein konventionelles, meist bekiesstes Flachdach, erhöhen seine Lebensdauer aber merklich und sind so langfristig auch wirtschaftlich interessant.

Extensive und intensive Gründächer

Extensiv begrünte Dächer kommen mit wenigen Zentimetern (5 bis 15 Zentimeter) Bodenaufbau aus. Die Vegetationsschicht, bestehend aus sehr widerstandsfähigen und niederwüchsigen krautigen Pflanzen wie beispielsweise Mauerpfeffer (Sedum), hat eine Wuchshöhe von rund 15 Zentimetern und ist nicht begehbar. Ab 5 bis 7 Zentimetern Aufbauhöhe sind Blütenstauden und Polsterpflanzen möglich, ab ca. 12 Zentimetern Substrataufbau kann Gras kultiviert werden. Vorteile der extensiven Begrünung sind der geringe Pflegeaufwand sowie das geringe Gewicht durch leichte Bauweise (Flächengewicht ca. 80 und 150 Kilogramm pro Quadratmeter).

Intensiv begrünte Dächer benötigen mindestens 30 Zentimeter Bodenaufbau. Es können begehbare Wiesen, Sträucher und Bäume damit gepflanzt und Gemüse- und Blumenbeete angelegt werden. Bei intensiv begrünten Dächern sind in der Regel Pflege und künstliche Bewässerung erforderlich. Auch die Statik der Dachkonstruktion muss aufgrund des höheren Flächengewichts geprüft werden, die zusätzliche durch das Dach zu tragende Masse beträgt zwischen 300 und 1000 Kilogramm pro Quadratmeter. Extensive (in Ausnahmefällen auch intensive) Gründächer eignen sich oft sehr gut für eine Kombination mit solartechnischen Nutzungen.

Einsatzmöglichkeiten von Gründächern

- **Flachdächer auf Neubauten**
Besonders gute Einsatzmöglichkeiten von Gründächern im Geschosswohnungsbau und bei großflächigen Industriegebäuden.
- **Flachdächer auf bestehenden Gebäuden**
Bei der Sanierung eines Flachdachs sollte immer der Einsatz eines Gründachs angedacht werden.
- **Schrägdächer**
Extensive Begrünungen sind auch auf schrägen Dächern möglich (bis zu 45°), wobei ab 15° Neigung Rutsch- oder Schub Sicherungen notwendig werden.
- **Retentionsdächer**
Retentionsdächer halten die bei starken Niederschlägen entstehenden hohen Abflussmengen zurück. Retentionsdächer können begrünt oder nicht bewachsen ausgeführt werden.

Die MA 22 hat die Grundlagen der Dachbegrünung in einem Folder zusammengestellt.
Download-Link: <http://www.wien.gv.at/umwelt-schutz/raum/gruendaecher.html>

BKK2, Wohnhausanlage Sargfabrik. 1140 Wien, Goldschlagstraße 169. Foto Firma Dachgrün



Versuchsanlage der MA 22 zu verschiedenen Dachbegrünungen. 1200 Wien, Dresdner Straße 45

Extensivbegrünung in der Stadt Zürich



Extensiv begrüntes Flachdach

Fassadengebundene Begrünung am Gebäude der MA 48. 1050 Wien, Einsiedlergasse 2.



2.7 Fassadenbegrünung

Vor der Realisierung einer Fassadenbegrünung müssen einige Fragen geklärt werden, unter anderem welche Pflanzen und welches System für das Vorhaben geeignet sind. Ausgangspunkt für diese Überlegungen ist der Standort. An nach Ost und West orientierten Fassadenteilen herrschen gemäßigte, an Nord- und Südlagen extremere Verhältnisse. So sind z.B. an südseitig exponierten Fassaden nur wenige Pflanzen bei einer fassadengebundenen Begrünung dazu imstande, die extreme Sonneneinstrahlung und die damit verbundenen Temperaturen zu bewältigen. An nordseitig orientierten Standorten hingegen ist auf die Schattenverträglichkeit der Pflanzengesellschaften zu achten. Eine Wasserversorgung der Pflanzen für die Fassadenbegrünung ist auch einzuplanen, denn die Pflanzen benötigen nicht nur im Sommer eine ausreichende Bewässerung, sondern auch an manchen Wintertagen, um Trockenschäden bei tiefen Temperaturen vorzubeugen. Aus diesem Grund muss eine bedarfsorientierte Winterbewässerung vorgesehen werden. Durch eine Kombination von

Retentionsdach und einem integrierten Bewässerungssystem für die Vertikalbegrünung wird das am Gründach gespeicherte Regenwasser einer Nutzung zugeführt, anstatt in den Kanal abgeleitet zu werden.

Arten der Fassadenbegrünung

Es wird zwischen einer bodengebundenen Begrünung, wo die Pflanzen im Boden wurzeln, und einer fassadengebundenen Begrünung, bei welcher die Pflanzen in Pflanzgefäßen wie Trögen unterschiedlicher Größe wachsen, unterschieden. Weiters gibt es Unterscheidungsmerkmale bei Pflanzen und den benötigten Kletterhilfen: Selbstklimmer wachsen direkt an der Mauer, Gerüstkletterer benötigen Rankhilfen wie Stahlseile, Gitter oder Stäbe. Darüber hinaus gibt es eine relativ breite Palette an Pflanzen, die sich für eine fassadengebundene Begrünung eignen.

Pflanzen für die Fassadenbegrünung

- **Selbstklimmer:** Wilder Wein, Mauerkatze (Veitchii)

- **Schlingpflanzen:** Clematis, Akebie, Kletterrosen, Geißblatt, Weinrebe, Glyzinie, Hopfen, Kiwi, Pfeifenwinde
- **Pflanzen für fassadengebundene Begrünung:** Sukkulente wie Mauerpfefferarten, verschiedene Gräser wie *Sesleria albicans* (Blaugras), *Luzula sylvatica* (Waldmarbel), *Carex morrowii* (Japansegge) und manche Blattpflanzen wie Storchenschnabel und Bergenie.

Die Auswahl der für den Standort geeigneten Pflanzen ist einer der wichtigsten Punkte für eine erfolgreiche Fassadenbegrünung und erfordert entsprechendes Fachwissen.

Einsatzmöglichkeiten von Fassadenbegrünung

- **Fassadenbegrünung an Neubauten:** Besonders gute Einsatzmöglichkeiten von Fassadenbegrünungen gibt es im Neubau, da von vornherein gute Wuchs- und Pflegebedingungen geschaffen werden können.
- **Fassadenbegrünung an bestehenden Gebäuden:** Auch bei bestehenden Gebäuden gibt es vielfältige Möglichkeiten zur Fassadenbegrünung. Mit der MA 19 – Architektur und Stadtgestaltung sind die geplanten Maßnahmen im Vorhinein abzustimmen.

Gestalterische Richtlinien von Fassadenbegrünungen

Bei Fassadenbegrünungen sind folgende Richtlinien zu beachten:

- Die Eignung einer Fassade für eine Fassadenbegrünung aus gestalterischer Sicht ist im Vorfeld von der **MA 19 – Architektur und Stadtgestaltung** zu überprüfen.
- Begrünungen der **Straßenfront** sind an die architektonische Gestaltung des Gebäudes in Proportion und Maßstab anzupassen, die Anordnung der eingesetzten Elemente muss mit der Gesamtfassade in Bezug stehen.

- Für Fassadenbegrünungen im **Hofbereich** oder eigenen Garten bestehen geringere Anforderungen hinsichtlich der Gestaltung.
- **Rankhilfen** (Stäbe, Drähte, Netze) und **Pflanztröge** sind so unauffällig wie möglich zu halten, die Pflanze soll im Mittelpunkt stehen. Sichtbare Bewässerungsleitungen sind zu vermeiden.

Die MA 22 hat die Grundlagen zur Fassadenbegrünung in einem Leitfaden zusammengestellt.

Download-Link:

<http://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/fassadenbegruenung.html>

Vor der Anbringung von Dach- und Fassadenbegrünungen sind die Anforderungen in Bezug auf Brandschutz zu prüfen, wobei besonders folgende Punkte zu berücksichtigen sind:

- Maßnahmen zur wirksamen Einschränkung einer Brandweiterleitung über die Fassade
- Anleiterbarkeit mittels Rettungsgeräten der Feuerwehr
- gegenseitige Beeinflussung von Solarwärme-/Photovoltaik-Anlage und Bauwerksbegrünung

Bodengebundene Begrünung im WUK. 1090 Wien, Währinger Straße 59.



Begrünung mittels Trögen und Rankgerüst. Architekt Stelzhammer, Wohnbau. 1200 Wien, Adalbert-Stifter-Straße 69.

Bodengebundene Begrünung Die bodengebundene Fassadenbegrünung ist im natürlich gewachsenen Boden platziert und ermöglicht lediglich eine Begrünung in der Wuchshöhe der verwendeten Kletterpflanze. Eine ausreichend (insb. der Wuchshöhe) dimensionierte Pflanzgrube ist herzustellen.		Fassadengebundene Begrünung Bei der fassadengebundenen Begrünung handelt es sich um eine Pflanzung an der Fassade. Diese benötigt im Gegensatz zur bodengebundenen Fassadenbegrünung keinen Bodenanschluss.	
A.1. MIT KLETTERHILFE Zur Begrünung der Fassade werden Kletterpflanzen (Winder, Ranker etc.) verwendet, die eine Kletterhilfe benötigen. Hierdurch ist es möglich, nur bestimmte Flächen zu begrünen und sogar Muster zu realisieren. Es ist auf eine ausreichende Dimensionierung der Kletterhilfe und auf eine ausreichende Anzahl von Ankerpunkten zu achten.	A.2. OHNE KLETTERHILFE Die flächige Fassadenbegrünung kann nur durch Kletterpflanzen erzielt werden, die selbstkletternd sind. Ein überdurchschnittlich guter Fassadenzustand ist erforderlich (andernfalls Beschädigung der Fassade durch: Gewicht der ausgewachsenen Pflanze, Haftwurzeln bei Efeu).	B.1. VOLLFLÄCHIGER VEGETATIONSTRÄGER Der vollständige Vegetationsträger definiert sich dadurch, dass sich an jedem Punkt der Begrünung ein durchgehender Substratkörper befindet.	B.2. TEILFLÄCHIGER VEGETATIONSTRÄGER Bei der teilflächigen Begrünung ist kein durchgehender Substratkörper gegeben.
A.1.1. STARR Die Kletter-/Rankhilfe wird durch eine starre Konstruktion hergestellt. Diese kann sowohl aus Metall, aber auch aus Holz oder Kunststoff bestehen. Starre Konstruktionen werden vor allem für Kletterpflanzen verwendet, die ein starkes Dickenwachstum aufweisen und/oder die bei Seilkonstruktionen zu einer zu hohen Spannung führen könnten. Dabei ist auch hier auf eine ausreichende Dimensionierung (Durchmesser der Rohre/Stäbe) der Kletterhilfen zu achten.		B.1.1. LAGE DER PFLANZE 90° Die Pflanzen werden hierbei mit den Ballen in 90° zur Fassade eingesetzt.	B.2.1. LINEAR Die Form der teilflächigen Begrünung wird durch Tröge/Kaskaden erzielt, die linear an die Fassade angebracht sind.
A.1.1a. Flächig Die Kletterhilfe erfolgt über netzartige Konstruktionen, die eine flächige Begrünung durch Kletterpflanzen ermöglichen.		B.1.1a. Baukastensystem Das Baukastensystem ermöglicht den Einbau der fassadengebundenen Begrünung in Modulen. Diese werden an ein Gerüst angebracht und bilden zusammengesetzt die gesamte Fassadenbegrünung.	B.2.1a. ≤ 50 cm Abstand Die Zentimeterangabe beschreibt den Abstand zwischen den Fassadenbegrünungselementen/-trögen. Die Pflanzauswahl für eine vollständige Begrünung ist durch diverse krautige Pflanzen möglich.
A.1.1b. Linear Einzelne lineare Kletterhilfen (z. B. Stahl- oder Carbonfaserstäbe) ermöglichen das Begrünen von Teilbereichen der Fassade.		B.1.1b. Gesamtsystem Das „Gesamtsystem“ besteht aus einem Element.	B.2.1b. > 50 cm Abstand (entspricht Kategorie Unterpunkt 2.1a) Die Zentimeterangabe beschreibt den Abstand zwischen den Fassadenbegrünungselementen/-trögen. Für eine vollständige Fassadenbegrünung sind Kletterpflanzen oder andere höher wachsende Gehölze (Hecken) notwendig.
A.1.2. FLEXIBEL Flexible Kletterhilfen dienen Kletterpflanzen mit geringem Dickenwachstum.	*) Fassadengebundene Begrünung mit Kletterpflanzen und Trögen am Boden stellt eine Übergangsform zur bodengebundenen Begrünung dar. Zu beachten ist, dass Pflanzungen in Trögen auch bei entsprechender Dimensionierung aufwändiger sind. Tröge stellen für die Pflanzen einen limitierenden Faktor dar, vor allem betreffend Raum für Wurzeln, Wasserhaushalt, Nährstoffversorgung und Temperaturverhältnisse. Aus diesen Gründen sollte v. a. für großwüchsige Kletterpflanzen die Schaffung von Pflanzflächen mit Erdkontakt bevorzugt werden.	B.1.2. LAGE DER PFLANZE < 90° Die Pflanzen werden hierbei mit den Ballen in < 90° zur Fassade eingesetzt.	B.2.2. PUNKTUELL Diese Form der fassadengebundenen Begrünung stellt eine Einzellösung mittels Trögen in/an der Fassade dar.)* Für die Begrünung werden die Tröge lediglich punktuell verwendet. Eine vollständige Begrünung der Fassade kann hier nur durch Kletterpflanzen mit oder ohne Kletterhilfe (Unterpunkt a, b) analog zur bodengebundenen Begrünung erzielt werden, eine Bepflanzung mittels Sedum, Gräsern, Stauden und anderen Gehölzen (Unterpunkt c) ermöglicht lediglich einen kleinflächigen Begrünungsaspekt.
A.1.2a. Flächig Die Kletterhilfe erfolgt über Netze bzw. netzartige Konstruktionen, die eine flächige Begrünung durch Kletterpflanzen ermöglichen.		B.1.2a. Baukastensystem Das Baukastensystem ermöglicht den Einbau der fassadengebundenen Begrünung in Modulen. Diese werden an ein Gerüst angebracht und bilden zusammengesetzt die gesamte Fassadenbegrünung.	
A.1.2b. Linear Einzelne lineare Kletterhilfen (z. B. Stahlseile) ermöglichen das Begrünen von Teilbereichen der Fassade.		B.1.2b. Gesamtsystem Das „Gesamtsystem“ besteht aus einem Element.	

2.8 Nutzen, Eignung, Energieertrag und Lebensdauer

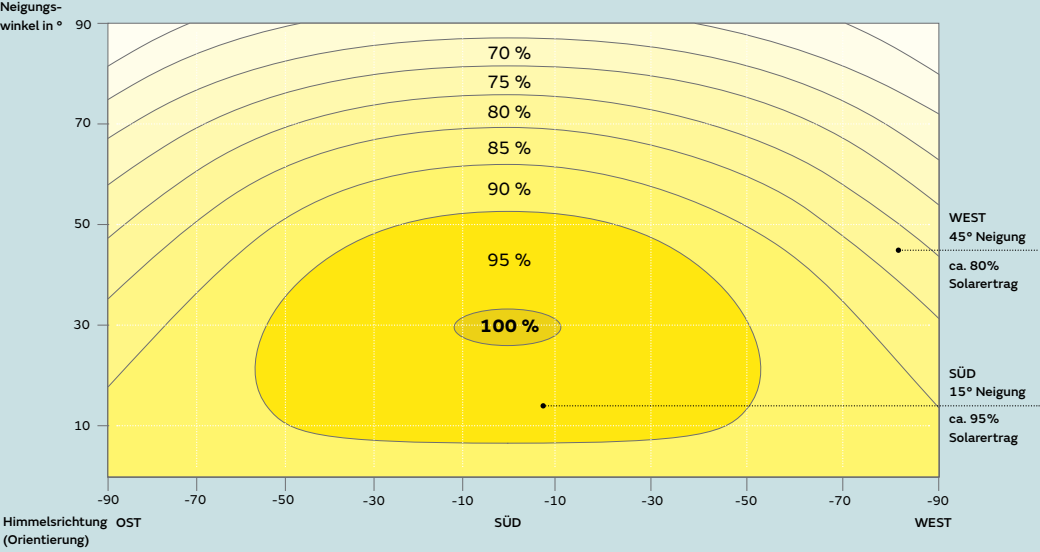
Am Beginn der Erörterung, wie solare Energie konkret genutzt werden kann, steht die Frage nach der Gebäudenutzung und dem daraus resultierenden Energiebedarf. Im Zuge dieser Analyse und Planung werden die passenden Technologien gewählt. Sonneneinstrahlung kann zur Warmwassererwärmung und Heizungsunterstützung bzw. Stromerzeugung eingesetzt werden. Mit Fachleuten gilt es, zunächst die Zielsetzung festzulegen: Wie viel Prozent meines Energiebedarfs kann ich sinnvollerweise mittels solarer Energie decken?

Solarpotenzialkataster: Eignung der Dachflächen für solare Nutzung

Wien erstreckt sich über eine Gesamtfläche von 415 km², die Fläche der Dächer beträgt derzeit 52 km² und allein davon sind 21 km² für den Einsatz von Solarenergie zumindest gut geeignet (Einstrahlung von 900 W/m² pro Jahr oder mehr). Eine erste Einschätzung über die Möglichkeiten zur solaren Energienutzung gibt

der Solarpotenzialkataster, der über die Rubrik „Dächer nutzen“ in der Karte „Umweltgut“ des Wiener Stadtplans abrufbar ist. Seit Mitte 2014 sind auch für solare Energienutzung geeignete Fassaden abrufbar. Weiters findet sich dort auch eine Einschätzung der Eignung der Dachflächen für die Dachbegrünung. <http://www.wien.gv.at/umweltgut/public/grafik.aspx?ThemePage=9>

Einfluss von Orientierung und Neigung auf den jährlichen Solarertrag



Einflüsse auf den Energieertrag

Photovoltaik-Anlagen liefern auch bei waag-rechter Montage sehr gute Jahreserträge, der Einfluss von Dachneigung und Orientierung auf den Solarertrag wird oftmals überschätzt. Höchste Energieerträge werden erzielt, wenn eine Photovoltaik- oder Solaranlage in Süd-richtung mit etwa 30–45 Grad Neigung zur Horizontalen errichtet wird. Bei reiner Ost- oder Westausrichtung können 80–85% Ertrag er-reicht werden, wenn die Dachneigung zwischen 25 und 40 Grad liegt. Auch wenig geneigte Dä-cher eignen sich hervorragend: Eine Solaranlage auf einem nur 15 Grad geneigten Dach gegen Süden bringt 95% Solarertrag im Vergleich zur optimalen Neigung. Jedenfalls ist bei der Planung der Ausrichtung der Anlage eine Blendung durch Sonnenreflexi-on weitgehend zu vermeiden. Eine Ost-West-Ausrichtung macht besonders dann Sinn, wenn die erwarteten Verbrauchs-spitzen mit den Erzeugungsspitzen zusammen-

fallen. Durch eine Vergrößerung der Kollektor-bzw. Modulfläche können durch Abweichung von der Idealausrichtung bedingte Minder-erträge ausgeglichen werden. Die Gesamtkos-ten erhöhen sich dadurch nur gering , da die Kosten für die restlichen Anlagenkomponenten (Speicher, Rohrleitung, Pumpe, Steuerung, Kabel, Wechselrichter ...) und für die Montage gleichbleiben.

Die Auswirkungen auf den Solarertrag gelten im Wesentlichen auch bei Solaranlagen zur Heizungsunterstützung. Hier werden die Kollektorflächen etwas steiler geneigt, um die tiefer stehende Sonne in den Übergangszeiten optimal zu nützen. Größere Solarwärmeanlagen mit Heizungsein-bindung liefern bei steilerer Montage im Winter einen höheren Beitrag zur Heizung und im Sommer weniger Überschüsse.

Einsparpotenziale

Raumheizung und Brauchwassererwärmung verursachen den größten Teil des Energiever-brauchs im Bereich des Wohnens, dieser kann zu einem großen Teil durch die Nutzung von Solarwärme abgedeckt werden. Der zu errei-chende Prozentsatz ist abhängig vom Gesamt-system, insbesondere von der thermischen Qualität der Gebäudehülle. Durch eine richtig dimensionierte thermische Solaranlage muss der Heizkessel für die Brauchwassererwär-mung in den Sommermonaten nicht in Betrieb genommen werden, energieaufwendige Starts des Heizkessels werden dadurch vermieden. Im Jahresdurchschnitt können durch Sonnen-kollektoren bis zu 60% der zur Brauchwas-sererwärmung notwendigen Energie erzeugt werden, in der Heizperiode liegt der Anteil bei bis zu 20–40%. Bei Schlechtwetter reicht die gewonnene Wärme nur für die Vorerwärmung, ein zusätzliches Heizgerät muss aktiv werden. Für eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 1 Kilowatt-Peak (kWp) sind ca. 6,5–7,5 m² Modulfläche erforderlich, ein Vier-Personen-Haushalt benötigt durchschnittlich 5 Kilowatt-Peak (kWp), um seinen Energieverbrauch in der Jahresbilanz zu decken. Es ist sinnvoll, den Strom der eigenen Photovoltaik-Anlage so weit wie möglich für den Eigenbedarf zu nutzen. Dazu kann der Verbrauch, beispielsweise Waschmaschine und Geschirrspüler, mittels steuer- und regeltechnischer Einrichtungen mit der Stromproduktion abgestimmt werden, nur der Überschuss wird ins Netz eingespeist. Mit dieser Methode ist die beste wirtschaftliche und energetische Ausnutzung der Anlage ge-geben und die Beanspruchung des öffentlichen Netzes wird darüber hinaus minimiert.

Energetische Rücklaufzeit

Die energetische Rücklaufzeit, auch Erntefaktor genannt, ist eine Angabe darüber, wie lange eine Anlage zur solaren Energienutzung in Betrieb sein muss, um die zu ihrer Herstellung aufgewendete Energie selbst produziert zu haben. Bei kristallinen Zellen beträgt die ener-getische Rücklaufzeit in Wien 2 bis 4 Jahre, bei Dünnschichtmodulen 1 bis 2 Jahre. Bei Solarwärme-Anlagen liegt die energetische Rücklaufzeit zwischen 2 und 4 Jahren.

Lebensdauer

Derzeit wird bei Solarwärme-Anlagen von einer Lebensdauer von über 30 Jahren und bei Photovoltaik-Anlagen von über 25 Jahren ausgegangen. Eine Ausnahme bilden Wechsel-richter, die eine ungefähre Lebensdauer von 10 bis 15 Jahren erreichen. Regelmäßige Wartung und fachgerechte Montage sind für eine opti-male Ausnutzung erforderlich. Besonders die Messsensoren bei Solarwärme-Anlagen sind sensible Elemente, die für eine einwandfreie Funktion und lange Lebensdauer überprüft werden müssen. Die gesetzliche Vorgabe für die Gewährleistung auf sämtliche Teile beträgt 2 Jahre. Hersteller geben in der Regel wesent-lich längere Garantien von bis zu über 25 Jah-ren. Bei den Verträgen ist auf einschränkende Klauseln und Formulierungen zu achten.



ZUKUNFTSFÄHIGE GEBÄUDE

3.1 Kombination der Technologien

Die hier vorgestellten Solar- und Begrünungstechnologien ergänzen einander bei fachgerechtem Einsatz und stehen nicht in Konkurrenz zueinander. Um den Verbrauch von fossilen Energieträgern zu reduzieren, ist es notwendig, sowohl auf Solarwärme als auch auf Photovoltaik zurückzugreifen sowie diese mit konventionellen Systemen zu kombinieren. Auch die Kombination mit unterschiedlichen Begrünungssystemen steigert die Effizienz solarer Technologien und wird in diesem Kapitel untersucht.

Balkone mit fassadengebundener Begrünung und Photovoltaikpaneelen. zillerplus Architekten, Wohnbau, Hamburg, Deutschland.

Kombination von unverglasten Solarwärme-Paneelen mit Photovoltaik-Modulen. Umbau Zürichbergstraße. kämpfen für architektur ag



Kombination von Photovoltaik-Modulen mit extensiver Begrünung. Grün+Dach/ZinCo

3.2 Kombinationsmöglichkeiten und Synergien

Durch die hier angeführten Kombinationen können die Vorteile der einzelnen Technologien verstärkt und Synergien genutzt werden.

Kombination von Photovoltaik und Solarwärme

- + Gemeinsame Nutzung derselben baulichen Konstruktion.
- + Beachtung der Gestaltung, um einheitliches Gesamtbild zu erzielen.

Kombination von Photovoltaik und Fassadenbegrünung

- + Gemeinsame Nutzung derselben baulichen Konstruktion.
- + Funktionsübernahme feststehender Systeme wie Sonnenschutz.
- + Positive Beeinflussung von Photovoltaik-Anlagen durch die Kühlwirkung von Begrünungen.

Kombination von Photovoltaik und Gründach

- + Die Last des Substrats der Begrünung stellt in den meisten Fällen eine ausreichende statische Last für die Montage einer Solaranlage dar. Es werden keine statisch wirksamen Beschwerungen wie Betonfüße mehr benötigt. Technisch aufwändige Durchdringungen der Bauwerksabdichtung können vermieden werden.

- + Positive Beeinflussung von Photovoltaik-Anlagen durch die Kühlwirkung von Begrünungen.
- + Förderung der Pflanzenvielfalt durch partielle Verschattung.

Kombination von Solarwärme und Fassadenbegrünung

- + Gemeinsame Nutzung derselben baulichen Konstruktion.

Kombination von Solarwärme und Gründach

- + Die Last des Substrats der Begrünung stellt in den meisten Fällen eine ausreichende statische Last für die Montage einer Solaranlage dar. Es werden keine statisch wirksamen Beschwerungen wie Betonfüße mehr benötigt. Technisch aufwändige Durchdringungen der Bauwerksabdichtung können vermieden werden.
- + Förderung der Pflanzenvielfalt durch partielle Verschattung.

! Zur Vermeidung brandschutztechnischer Probleme wird dringend eine integrale Planung empfohlen.



Fassadenbegrünung im dicht
verbauten Stadtgebiet.
Magistratisches Bezirksamt
Margareten. 1050 Wien,
Schönbrunnerstraße 54



Photovoltaikmodule auf extensiv
begrüntem Dach, Blick über Anlage.
Donnig + Unterstab Architekten,
Schulzentrum. Neckargmünd,
Deutschland.

3.3 Synergien von Kombinationen hinsichtlich Architektur, Stadtplanung und Umweltschutz

Die Kombinationen verschiedener Solar- und Begrünungstechnologien bewirken – neben der Energiegewinnung – weitere Synergien im Bereich von Architektur, Stadtplanung und Umweltschutz.

Kühlung, Kleinklima und Stadtklima

Begrünte Dächer verringern die versiegelten Flächen im Stadtgebiet, welche insbesondere in den Sommermonaten zur Erwärmung des Stadtklimas beitragen. Die dauernde Wasserverdunstung durch die Bepflanzung einer Bauwerksbegrünung bewirkt eine Befeuchtung der Luft und sorgt so für eine Abkühlung und ein günstiges Kleinklima während der Vegetationsphase.

Schadstoffbindung und Luftqualität

Bauwerksbegrünungen haben eine Puffer- und Reinigungswirkung. Die Vegetation filtert Schadstoffe und Staub aus der Luft. Nach Regenfällen werden diese im Bodenaufbau gebunden. Zusätzlich wird durch die Bepflan-

zung der Anteil des wichtigsten Treibhausgases Kohlendioxid (CO_2) in der Luft verringert. Selbst bei einem extensiv begrünten Flachdach bindet 1 m^2 Grünfläche jährlich bis zu 10 kg CO_2 (das entspricht einer Fahrt von rund 70 Kilometern mit einem Mittelklassewagen).

Lärmschutz

Das aufgebrachte Substrat und die Pflanzen können für eine Lärminderung sorgen.

Nutzbare Freiräume

Die gemeinsame Nutzung von Gründächern, beispielsweise als Gemeinschaftsgärten, stellt ein zusätzliches Freiraumangebot dar, das dem Freiflächenmangel im dicht verbauten Stadtgebiet entgegenwirkt.

Wasserrückhalt

Dachbegrünungen sind eine ökologisch sinnvolle Kompensation der Versiegelung des Bodens. Bei versiegelten Flächen gelangen Niederschlagswässer in vollem Umfang

und ohne Verzögerung in das Kanalnetz. Bei Starkregenereignissen führt das zu einer Überlastung der Kanalsysteme und in der Folge zu Überflutungen. Dachbegrünungen bewirken durch ihr Rückhaltevermögen eine Verzögerung und Verringerung des Abflusses der Niederschläge und leisten dadurch einen Beitrag zum Überflutungsschutz. Das Substrat von Gründächern kann bei Extensivbegrünung rund 60%, bei Intensivbegrünung rund 85% des jährlichen Niederschlags speichern.

Artenschutz und Lebensraum

Auch wenn begrünte Dächer und Fassaden Naturlandschaften nicht ersetzen können, bringen sie Natur in die Stadt. Bereits kleine Flächen können vielfältige Lebensräume für Fauna und Flora schaffen. In bebauten Gebieten sind die Distanzen zwischen Naturstandorten oft sehr groß und erschweren dadurch die Verbreitung von Tier- und Pflanzenarten. Begrünte Flächen helfen, diese Distanz zu überbrücken, und stellen dadurch Bausteine zur Biotopvernetzung dar.



Straßenfassade mit Fassadengebundener Begrünung und Photovoltaik-Paneelen. Hotel Stadthalle. 1150 Wien, Hackengasse 20



Einkaufszentrum InCenter mit
Photovoltaik-Modulen und extensiv
begrüntem Dach (Sedumteppich).
Architekturbüro Drenske.
Landsberg/Lech, Deutschland.



4 GESTALTUNG VON SOLARANLAGEN

4.1 Architektur und neue Technologien

Der Einsatz von Solarenergie in der Architektur gewinnt angesichts der Knappheit fossiler Energieträger und einem akuten Bedarf an der Verringerung unseres Einflusses auf die globale Erwärmung rasch an Bedeutung. Der Gebäudesektor ist für etwa ein Drittel des gesamten Energieverbrauchs der westlichen Länder verantwortlich. Aus diesen Argumenten resultiert die klare Anforderung an ArchitektInnen und PlanerInnen, in diesem Feld das Know-how zu vertiefen und Strategien für ganzheitliche Planungen zu entwickeln.

Die Nachhaltigkeitsdebatte hat zu einem geschärften Umweltbewusstsein und neuen Umsetzungsstrategien in unserem Handeln geführt. Diese neuen Ansätze ergänzen unsere kulturell gewachsenen Perspektiven auf Architektur, Landschaftsarchitektur und Städtebau. Bezogen auf Form und Gestalt unserer Städte gilt es, die veränderten Anforderungen an die Oberflächen und die Gebäudehülle in einer ästhetischen und funktionalen Gesamtheit zu betrachten. Gestalterische, ökologische und funktionale Argumente müssen aufeinander abgestimmt werden, um Flächen für die Energiegewinnung, zur optimalen Belichtung, für Begrünungssysteme und Verschattungstechniken in Einklang zu bringen.

Die passiven Erträge der Sonnenenergie, wie solarer Wärmegegewinn oder Tageslichtsteuerung, sind Bestandteile des Entwurfsprozesses,

die keine zusätzlichen Elemente in die Architektur einbringen. Es wird in Folge der Fokus auf jene aktiven Technologien gelegt, welche die bestehende Architektursprache erweitern und noch nicht Eingang in den Gestaltungskanon gefunden haben. Durch die komplettierende Wirkung der verschiedenen Solartechnologien untereinander ist eine Kombination zu bevorzugen.

Auf Grund der steigenden Bedeutung ressourcenschonender Energiequellen sind die PlanerInnen gefordert, die neuen Technologien von Beginn an mitzudenken. Durch die dynamische Entwicklung der nachhaltigen Energiewirtschaft ist es sinnvoll, auch die nachträgliche Anbringung zu berücksichtigen. Im Entwurfsprozess wird den Solarsystemen somit ein Platz in der Gestaltung zugewiesen und spätere Konflikte werden vermieden.



4.2 Integration solarer Technologien in den Bestand

Fassaden und Dächer von Gebäuden weisen sehr unterschiedliche architektonische und gestalterische Qualitäten auf und werden für eine Eignung als Anbringungsort von Solaranlagen demzufolge auch unterschiedlich beurteilt. So ist die Anordnung von Solarpaneelen auf Fassaden und Dächern von bestehenden Gebäuden immer in Bezug zum Charakter des Gebäudes (Einfamilienhaus, mehrgeschossiges Gebäude, dekorierte oder glatte Fassade usw.) und zur Gesamtgestaltung zu setzen. In Wien existieren im innerstädtischen Raum viele Gebäude mit gestalteten Fassaden, die durch differenzierte Strukturen und Gliederungen dekoriert sind und bei entsprechendem kulturhistorischem und architektonischem Wert auch dem Ensembleschutz unterliegen. Glatte Fassaden wiederum sind entweder Ausdruck und Stilmittel eines architektonischen Konzepts, wie bei Bauten ab den 1920er Jahren und der Nachkriegsmode, oder sind durch nachträgliche Veränderungen, wie Kriegsschadenbehebungen und Fassadenabschattungen, entstanden.

Der weitaus häufigste Ort für die Montage von Photovoltaik- oder Solarwärme-Anlagen sind Dächer von Bauwerken. Es lassen sich aus gestalterischer Sicht folgende Kategorien von Bestandsdächern unterscheiden, wobei bei allen eine Begutachtung durch die MA 19 nötig ist:

- Flachdächer

Flachdächer haben meist eine untergeordnete gestalterische Wirkung in der architektonischen Gesamtkomposition eines Gebäudes. Eine Montage stellt gestalterisch meist einen geringen Eingriff in die Gesamterscheinung eines Gebäudes dar, Voraussetzung ist die Einhaltung von einigen

gestalterischen Grundprinzipien, wie dem entsprechenden Abstand zu den Dachkanten (siehe Kapitel 4.4).

- Steildächer

Hier werden gestalterisch zwei Typologien unterschieden:

Steildächer als reine ‚Funktionserfüller‘

Diese Steildächer sind typischerweise von der Straße aus nicht wahrnehmbar, weil sie beispielsweise von einer Attika (Aufmauerung über dem Kranzgesims) verdeckt werden und spielen keine direkte Rolle in der architektonischen Gesamtkomposition des betreffenden Gebäudes. Sie können jedoch Teil der einheitlichen Dachlandschaft der Stadt sein und ihre Bedeutung dadurch erhalten. Eine Montage von Photovoltaik- oder Solarwärme-Anlagen kann in vielen Fällen ohne wesentliche gestalterische Eingriffe in die Gesamterscheinung eines Gebäudes vorgenommen werden.

Steildächer als Teil des architektonischen Gesamtkonzepts

Bei sehr vielen Bestandsgebäuden stellt das Dach einen integralen Teil des architektonischen Gesamtkonzepts und der Inszenierung des Gebäudes dar. Das Hinzufügen neuer Elemente wie Anlagen zur Nutzung solarer Technologien stellen tiefgreifende gestalterische Veränderungen für das Gesamtgebäude dar und sind daher besonders sensibel.

Bei der sichtbaren Montage einer Photovoltaik- oder Solarwärme-Anlage auf einem bestehenden Bauwerk kann sich die ästhetische Gesamtcharakteristik des Gebäudes verändern. Die gestalterische Einheitlichkeit der Fassaden und der Dachlandschaft ist bei der Anbringung

zu erhalten, wobei der Straßenseite in der Beurteilung die hauptsächliche Bedeutung beigemessen wird, da sie als Schauseite – auch im Ensemble mit Nachbargebäuden – im Stadtraum wirkt.

So ist grundsätzlich die gestalterische Eignung im Vorfeld mit der MA 19 – Architektur und Stadtgestaltung abzuklären, da alle Änderungen des äußeren Erscheinungsbildes eines

Gebäudes, wie sie Solaranlagen an Fassade und auf Dach darstellen, von der MA 19 hinsichtlich der gestalterischen Integration in das örtliche Stadtbild überprüft werden. Die Bewilligung erfolgt durch die zuständige Behörde: MA 37 – Baupolizei oder MA 64 – Rechtliche Bau-, Energie-, Eisenbahn- und Luftfahrtangelegenheiten (siehe auch Beilage, Kapitel 4 und 5: Genehmigungsverfahren und Förderungen).



4.3 Integration solarer Technologien im Neubau

Der Neubau bietet die Chance, Solartechnologien von Anbeginn in das Bauwerk integriert zu gestalten und zur Entwurfsaufgabe der Architektur zu machen. Bei der Gestaltung eines Gebäudes werden viele Entscheidungen, die die Gestaltung beeinflussen, getroffen. Mit der gestalterischen Integration solarer Anlagen kann die innovative Technologie gezeigt werden oder auch unsichtbar bleiben. Die Fragen nach der Anordnung von Elementen in Bezug zur architektonischen Gestaltung sowie die Auswahl von Materialien und Farben tragen entscheidend zur Integration und der selbstverständlichen Nutzung der neuen Technologien bei.

Über ihre primäre Funktion der Energiegewinnung hinaus können Solartechnologien auch einen funktionalen Mehrwert in der Architektur erzielen oder einzelne Bauteile ersetzen. Die Röhren von Vakuumröhrenkollektoren können beispielsweise als Lamellen zur Beschattung oder als Sichtschutz eingesetzt werden. In die Verglasung integrierte Photovoltaik-Zellen bieten Sonnenschutz und steuern Einblicke. Solarpaneele finden Verwendung als Brüstungen und Geländer. In diesem Leitfaden wird daher auf die Bedeutung der gestalterischen und funktionalen Integration der neuen Technologien eingegangen, die vorgestellten Projekte dienen zur Inspiration und Anregung für die Planungspraxis.

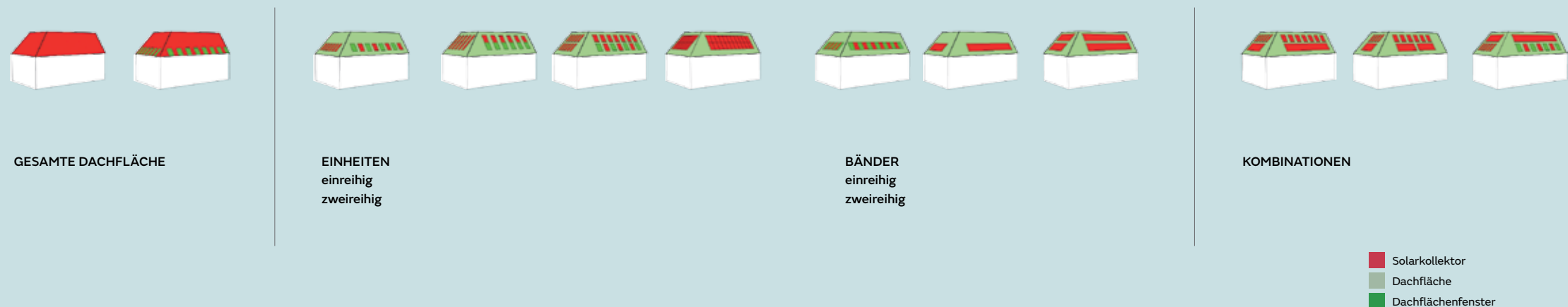


Die Photovoltaikpaneele werden in die Fassade integriert. Architekt Nikolaus Holstein, Einfamilienhaus. Mannswörth, Niederösterreich.

Photovoltaikmodule als Abschattungslamellen. Privathaus. Paris, Frankreich.



Detail von schindelartigen Photovoltaik-Paneelen an einer Fassade. TU Darmstadt Solardecathlon, Solarhaus. USA.



4.4 Gestalterische Richtlinien zur Montage von Solaranlagen

- Die Montage von Photovoltaik- und Solarwärme-Anlagen auf zum Hofbereich oder eigenen Garten gerichteten Fassaden und Dachflächen ist zu bevorzugen.
- Die Angleichung der Photovoltaik- und Solarwärme-Anlagen in Proportion und Maßstab an die vorhandenen architektonischen Gegebenheiten des Gebäudes ist unumgänglich.
- Photovoltaik- und Solarwärme-Anlagen sind am Schrägdach parallel zur Dachneigung einzubauen.
- Bei Aufdachsystemen ist der Abstand zwischen der Dachoberkante und der Oberkante der Paneele auf das technisch erforderliche Minimum zu reduzieren.
- L-, T-, U- oder C-förmige Anordnungen von Solarpaneelen auf Steildächern sind zu vermeiden.
- Die Kombination von Photovoltaik- und Solarwärme-Anlagen mit keramischen Ziegeln ist gestalterisch problematisch.
- Ist bei Aufdachsystemen ein Rahmen erforderlich, ist dieser an die Farbe der Paneeloberflächen anzugleichen.
- Ein Übertreten der Dachkanten durch einzelne Teile der Solaranlage ist zu vermeiden.
- Werden unterschiedliche Paneele kombiniert, dann sind diese entweder mit denselben Außenabmessungen oder in einem gestalterischen Raster integriert auszuführen.
- Bei Flachdächern mit geneigten Modulen ist ein Randabstand der doppelten (senkrecht gemessenen) Modulhöhe einzuhalten.
- Auf Steildächern sind einzelne Elemente, wie Solarpaneele und/oder Dachflächenfenster zu gestalteten Einheiten zusammenzufassen. Dabei sind folgende Anordnungen für Photovoltaik- oder Solarwärme-Anlagen möglich:

Gesamte Dachfläche (Bild 1 und 2)

Bei der Deckung der gesamten Dachfläche ist darauf zu achten, dass aus Brandschutzgründen (siehe Kapitel 4.5 Brandschutzbestimmungen für Abstände und Lage von Photovoltaikanlagen) an den Grundstücksgrenzen keine Photovoltaikpaneele angebracht werden dürfen. Aus gestalterischer Sicht sind daher diese Bereiche mit nichtstromführenden Modulen (Attrappen) zu decken.

Rechteckige Einheiten (Bild 8, 9, 10)

Rechteckige Einheiten können in einem Feld oder mehreren Feldern angeordnet werden, wobei auf vorhandene Einbauten wie Dachflächenfenster Bezug zu nehmen ist bzw. diese zu integrieren sind. Aus gestalterischer Sicht sind in Bereichen, für die aus Brandschutzgründen keine Photovoltaikpaneele

verwendet werden können, Attrappen anzubringen (siehe Kapitel 4.5. Brandschutzbestimmungen für Abstände und Lage von Photovoltaikpaneelen).

Bänder (Bild 3, 4, 6 und 7)

Paneele können als lineare Einheit allein, mit integrierten Dachflächenfenstern oder in Kombination mit rechteckigen Einheiten angeordnet werden. Auch hier sind aus gestalterischer Sicht in Bereichen, für die aus Brandschutzgründen keine Photovoltaikpaneele verwendet werden können, Attrappen anzubringen (siehe Kapitel 4.5. Brandschutzbestimmungen für Abstände und Lage von Photovoltaikpaneelen).



Dachfläche aus Photovoltaik-Modulen auf bestehendem Gründerzeithaus. 1140 Wien, Hadikgasse 24.

Beispiele
BESTAND



Insgesamt 93 m² Photovoltaikanlage und 130 m² Solarfläche erzeugen Strom und Warmwasser. Die thermische Solaranlage dient zur Frischluftvorwärmung für die Lüftung und zur Warmwasserbereitung. Hotel Stadthalle. 1150 Wien, Hackengasse 20



Dachausbau auf Gründerzeithaus mit straßenseitiger Photovoltaik-Anlage. Die Anlage besteht aus 57 Modulen à 75 Wp und erzeugt ca. 3.900 kWh pro Jahr. 1140 Wien, Hadikgasse 24.



Dachausbau mit hofseitiger Photovoltaik-Anlage. Die rahmenlosen Elemente wurden wie herkömmliche Dachziegel verlegt. 1160 Wien, Lienfeldergasse 16.



Beispiele
BESTAND

Beispiele BESTAND



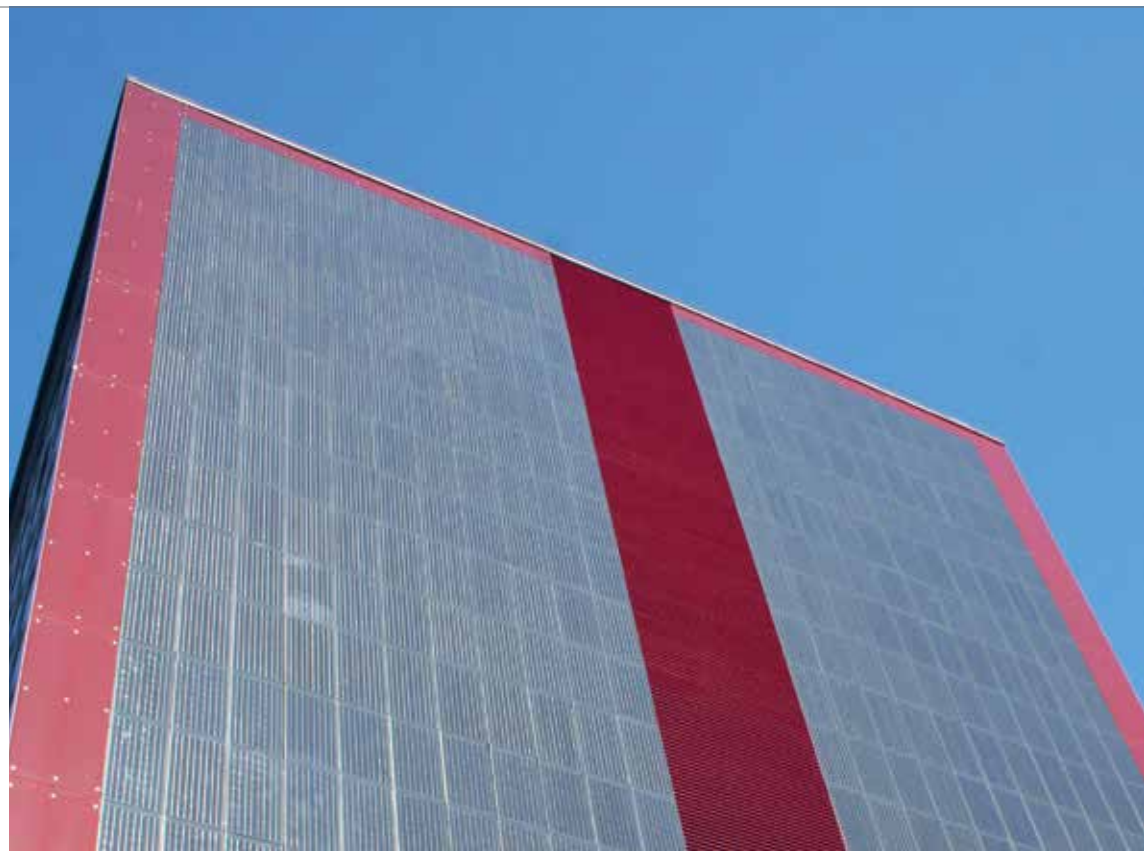
Die Photovoltaikanlage wurde auf dem Dach der Hauptschule in Wallsee-Sindelbach installiert. Leistung: 46 kWp
IKW-Ingenieurkanzlei für Wasserwirtschaft, Umwelttechnik und Infrastruktur ZT GmbH



Photovoltaikelemente als Balkonbrüstung.
zillerplus Architekten, Wohnbau.
Hamburg, Deutschland.



Bei der Sanierung wurde die Süd-Ost-Fassade der Wirtschaftskammer Wien mit schwarzen monokristallinen Photovoltaik-Modulen bestückt. Neben der Bereitstellung von elektrischer Energie übernehmen die Photovoltaik-Module auch die Aufgabe des Wetterschutzes und sind architektonisches Gestaltungselement. 447 m² Fläche mit 55 kWp installierter Leistung.
Architekt Neversal, Fassade Wirtschaftskammer Wien. 1040 Wien, Wiedner Hauptstraße 63.



Fassadenintegrierte Photovoltaikanlage.
Ablinger; Vedral & Partner ZT GmbH, privates Wohnhaus. Wien.

Die Photovoltaikpaneele werden in die Fassade integriert. Architekt Nikolaus Holstein, Einfamilienhaus. Mannswörth, Niederösterreich.

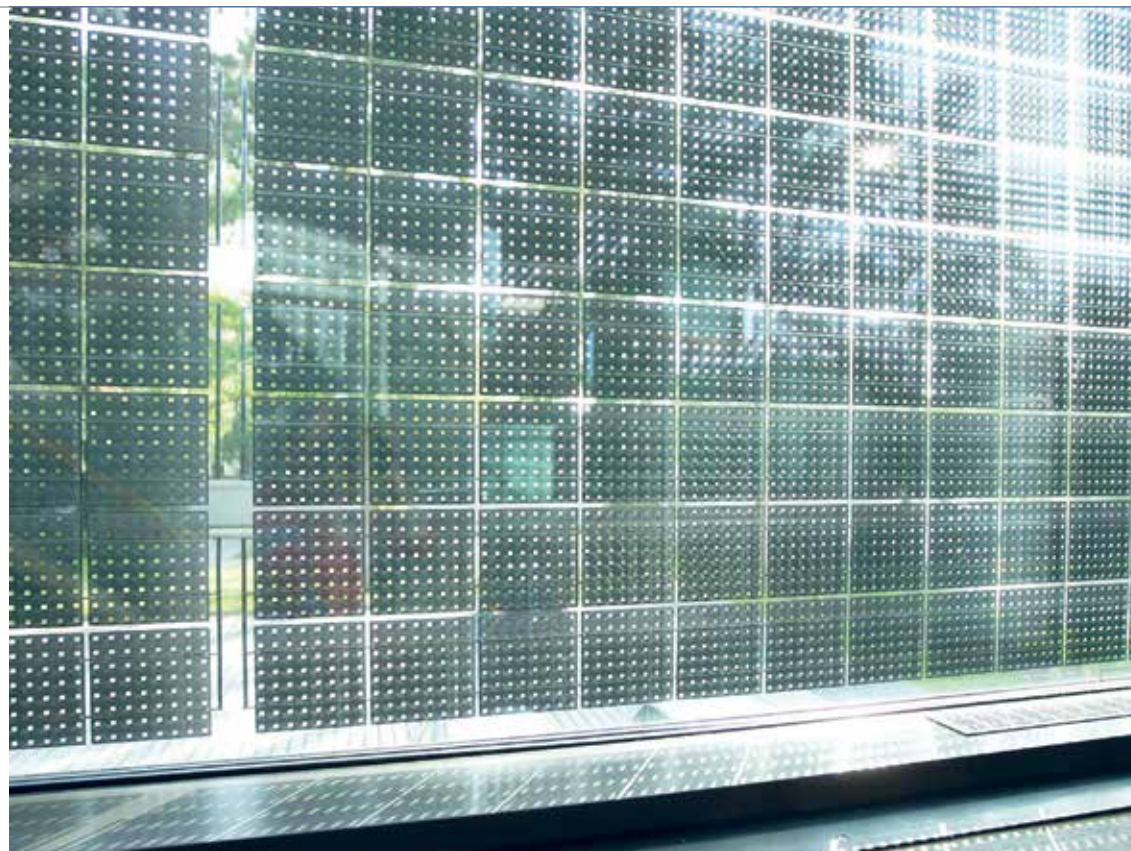


Integration von Photovoltaik-Modulen in einer Fassade aus Faserzementplatten. Das grafische Muster der Anordnung unterstreicht die architektonische Form. RAHM Architekten, privates Wohnhaus. Wien.



Die Farben von Verglasung, Photovoltaik-Modulen und Fassadenverkleidung entstammen einer gemeinsamen Farbfamilie. Bétrix & Consolascio Architekten AG, Bürogebäude. Zug, Schweiz.

Integration von Photovoltaik-Zellen in Verglasung. Die regelmäßige Anordnung erzeugt ein Wechselspiel aus Transparenz und Undurchsichtigkeit. Architekt Arnold Wild, Stadtwerke Konstanz. Konstanz, Deutschland.



Die Südfassade dieser Wohnanlage ist mit Photovoltaik-Modulen auf Schiebeläden bestückt, die sich als Kontrast von der Holzfassade abheben. Arch. Hermann Kaufmann, Wohnbau. 6971 Hard, Spinnereistraße.



Vakuum-Röhrenkollektoren als Beschattungselemente auf einer Dachterrasse.



Sonnenschutzlamellen mit integrierten Photovoltaik-Elementen.
Privates Wohnhaus.
Architekt Pascal Gontier, Privathaus.
Paris, Frankreich..

Dieses Glasdach eines Gemeindezentrums kombiniert Energieerzeugung und Sonnenschutz.
Architekt Hermann Kaufmann, Glasdach Gemeindezentrum Ludesch.
6713 Ludesch, Raiffeisenstraße 56.



Vakuum-Röhrenkollektoren als Beschattungselemente vor der Verglasung im Treppenhaus. kämpfen für architektur, Mehrfamilienhaus.
Dübendorf, Schweiz.

Die in die Verglasung der Dachgauben integrierten Photovoltaik-Elemente dienen auch als Sonnenschutz.
jan & jan architektencooperati-on, Wohnhaus. Frankfurt am Main, Deutschland.

Beispiele
NEUBAU
Sichtschutz



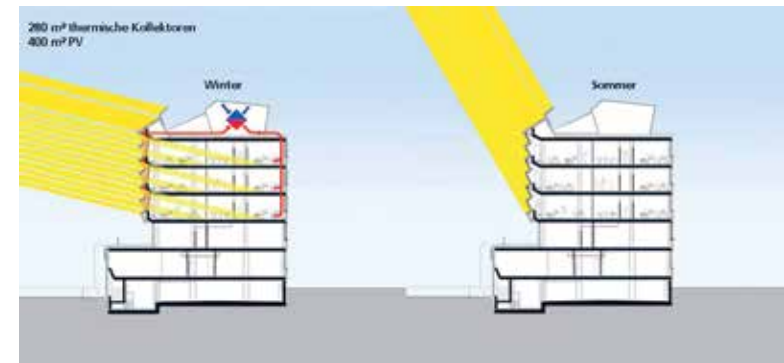
Vakuum-Röhrenkollektoren als Sichtschutz vor dem Balkon. kämpfen für architektur, Mehrfamilienhaus. Zürich-Höngg, Schweiz.



Beispiele
INTEGRATION
Bausteine



Schindelartige Montage der Photovoltaik-Paneele auf der Fassade. TU Darmstadt Solardecathlon, Solarhaus. USA.



Beispiele
NEUBAU
Gebäudeteile

ENERGYbase nutzt die Kraft der Sonne 4-fach: zweimal passiv und zweimal aktiv. Die passiven thermisch solaren Gewinne werden direkt den Südräumen und indirekt den Nordräumen zugeführt. Die spezielle Form der gefalteten Fassade bewirkt dabei, dass diese Gewinne nur im Winter anfallen, im Sommer verschattet sich die Fassade zunehmend selbst. Die Photovoltaik-Anlage ist gebäudeintegriert an der Südfassade und liefert jährlich rund 43.600 kWh Solarstrom. Solar cooling mit thermischen Kollektoren. Sie werden für die Frischluftkühlung und -entfeuchtung und zur Heizungseinbindung verwendet. pos architekten, Bürogebäude. 1210 Wien, Giefinggasse 6.

Wohnbau am Quai de Valmy mit 7.700 smaragdgrünen Solarzellen, einer Modulfläche von 173,6 m² und einer installierten Leistung der Fassade von etwa 17 kW. Die Fassade ist auf den ersten Blick reduziert, die multikristallinen Zellen erzeugen aber mit ihrer Tiefenwirkung und den Kontrasten einen harmonischen Gesamteindruck mit dem historischen Ensemble. Architekten Emmanuel Saadi & Jean-Louis Rey, Wohnhaus. Paris, Frankreich.



Die Südseite der Berghütte auf 2154 m Seehöhe ist mit Solarkollektoren und Solarzellen ausgestattet. ARGE: pos architekten ZT KG (Planung), Treberspurg&Partner ZT GmbH (AVA, ÖBA). Hochschwab, Steiermark.



Der Gemeindesaal St. Franziskus ist als schwarze Glasbox ausgebildet, mit 200 m² in die Fassade integrierten Photovoltaik-Modulen. Der Jahresertrag der Photovoltaik-Anlage liegt bei ca.15.300 kWh und ist damit höher als der Energie-Eigenbedarf des Gemeindesaals. Architekten Luger & Maul, Gemeindesaal. Wels, Oberösterreich.

Regelmäßig gesetzte Photovoltaik-Paneele gliedern die Fassade des Pavillons. Ortner & Ortner Baukunst, Solar Pavillon. Potsdam, Deutschland.



Die aus mehreren Abschnitten bestehende Lärmschutzwand hat eine Gesamtlänge von zirka 150 Metern und eine Höhe von 18 Metern. Die Elemente sind aus Glas, um genügend Licht und Helligkeit in die Innenbereiche zwischen den Häusern zu bringen. In der obersten Reihe wurde eine netzgekoppelte lichtdurchlässige Photovoltaik-Anlage installiert. Architekt Andreas Treusch, Lärmschutzwand. Theodor-Körner-Hof, 1050 Wien, Margaretengürtel 68-70.

Unten: Die Anordnung der PV-Module aus VSG Glas an der Fassade sorgt für Verschattung der Büroräume und dient als raumbildendes Element. Rechts: Die schwarzen monokristallinen PV-Module übernehmen als Fassadenelemente auch den Witterungsschutz. ATP Architekten und Ingenieure, Bürogebäude Aspern IQ. 1220 Wien, Seestadtstraße 27.



Sporthalle mit 20.000 farbigen, multikristallinen Solarzellen auf 520 m² Fassadenfläche. Die große architektonische Form bekommt durch dieses glitzernde Detail einen lebendigen Charakter. Alman-Sattler-Wappner, Sporthalle. Tübingen, Deutschland.



4.5 Brandschutzbestimmungen

Bei Photovoltaikanlagen sind insbesondere die Brandschutzbestimmungen genau zu prüfen. Solange die Sonne scheint, produzieren die Module weiterhin Strom, und offenliegende Kabel stellen eine Gefahr für Einsatzkräfte dar. Es gilt die bundesweite Richtlinie R11-1 des ÖVE, in der die Sicherheitsanforderungen für die Planung und Errichtung von Photovoltaikanlagen definiert sind.

Derzeit wird in Wien jede Photovoltaikanlage hinsichtlich des Brandschutzes überprüft. Dabei sind die folgenden Punkte einzuhalten:

- Die Lage des Photovoltaik-Wechselrichters, direkt am Photovoltaik-Modul oder nahe der Dacheinführung der Gleichstrom-Leitung, ist eindeutig anzugeben.
- Photovoltaik-Module und Photovoltaik-Anlagenbestandteile müssen zur Grundgrenze einen allseitigen Abstand von mindestens 1 Meter aufweisen.
- Photovoltaik-Module und Photovoltaik-Anlagenbestandteile müssen zu Dachausstiegen und dergleichen einen allseitigen Abstand von mindestens 3 Metern aufweisen. Diese Regelung betrifft nicht Dachflächenfenster.
- Zu Dacheinbauten ist ein Abstand von mindestens 50 Zentimeter einzuhalten.
- Sofern eine Rauch- und Wärmeabzugsanlage mit Rauchabzügen vorhanden ist, darf die Photovoltaik-Anlage den Rauch- und Wärmeabzug nicht behindern. Dies ist sichergestellt, wenn Photovoltaik-Module und

Photovoltaik-Anlagenteile einen allseitigen seitlichen Abstand von mindestens 1 Meter um Rauchabzüge einhalten, sofern die Oberkante der Photovoltaik-Anlagenteile allseitig tiefer liegt als die Oberkante der Hutze der Rauchabzüge; anderenfalls erhöht sich der seitliche Abstand auf mindestens 3 Meter.

- Photovoltaik-Module und spannungsführende Anlagenteile müssen zu Rauchfangkehrerstegen einen allseitigen seitlichen Abstand von mindestens 1 Meter aufweisen und dürfen im Bereich dieses Mindestabstandes nicht höher liegen als das Gehniveau des Rauchfangkehrersteges.

Bei Solarwärme-Elementen gibt es keine allgemein gültigen Bestimmungen. Für Elemente, die bestehende Bauteile ersetzen, gelten die Vorgaben des jeweiligen Gewerks – also beispielsweise bei der Integration in Blechdächer die Normen für Spenglerarbeiten und Dachabdichtungen. Bis jetzt werden Aufdachlösungen nicht als Gebäudeteile interpretiert und als solche beurteilt. Ein Regelwerk dazu ist in Arbeit.

Die ÖNORM L 1131, „Begrünung von Dächern und Decken auf Bauwerken: Anforderungen an Planung, Ausführung und Erhaltung“ erläutert zulässige, anerkannte Bauweisen von **Dachbegrünungen** und die Anwendung von Baustoffen und Vegetationsgruppen sowie deren fachgerechte Pflege.

5 PRODUKTE

Das folgende Kapitel stellt die gängigen Systeme photovoltaischer und Solarwärme-Anlagen vor. Die Gliederung erfolgt aus architektonischer Sichtweise und bildet eine typologische Übersicht. Die Kategorien entsprechen der gestalterischen und konstruktiven Entscheidung, auf welche Art und Weise die Technologie am Gebäude zum Einsatz kommt. Die Abbildungen zeigen die Beschaffenheit der Oberflächen (Materialität, Farben, Transparenzen) und den größeren Zusammenhang in den konkreten Einbausituationen.

5.1 Typologien photovoltaischer und Solarwärme-Produkte

Photovoltaische und Solarwärme-Bauelemente werden in verschiedenen Ausführungen und Typen angeboten. Sie können Teil der Architektur oder Zusatzelement sein und die neue Technologie zeigen oder aber verbergen. Manche Typen kommen entweder bei Solarwärme-Anlagen oder photovoltaischen Systemen zum Einsatz, die meisten finden sich bei beiden Formen der solaren Energienutzung.

Elemente/Module

Solarwärme und Photovoltaik

Diese Produkte werden der Architektur hinzugefügt oder als Teil dieser geplant. Durch die Vervielfältigung einzelner Elemente entstehen einheitliche Flächen, die beispielsweise als Solarwand oder Solardach die Funktion eines Gebäudeteils übernehmen.

Bausteine

Solarwärme und Photovoltaik

Solare Bausteine ersetzen existierende Bauelemente, beispielsweise Dachziegel.

Masken

Solarwärme

In bereits existierende architektonische Elemente wie Dachhaut oder Fassadenverkleidung werden Solarwärme-Systeme integriert, von außen ist keine Innovation erkennbar.

Integration in Bauelemente

Photovoltaik

Photovoltaische Systeme werden mit bereits existierenden architektonischen Elementen kombiniert. Deren Anwendungsmöglichkeiten reichen von der Integration in Verglasungen bis zu Aufsatzelementen für Dachschindeln.

Unverglaste
FLACHKOLLEKTOREN
Masken



Unverglaste Flachkollektoren.
Masken. Die Kollektoren liegen unter
einem konventionellen Blechdach.
Die Solarwärme-Anlage ist nicht
von einem herkömmlichen Dach zu
unterscheiden.



Unverglaste
FLACHKOLLEKTOREN
Solarziegel



Unverglaste Flachkollektoren.
Solardachziegel. Die Kollektoren sind
in Form und Farbe an die Dachziegel
angepasst. Die Solarziegel werden
durch ein Stecksystem miteinander
verbunden.



Unverglaste
FLACHKOLLEKTOREN
Solarziegel



Unverglaste Flachkollektoren.
Solardachziegel. Die Kollektoren
sind in Form und Farbe traditionellen
Dachziegeln nachempfunden. Die
Solarziegel werden durch ein Steck-
system miteinander verbunden, die
Dachziegel sind auch als Attrappen
erhältlich.

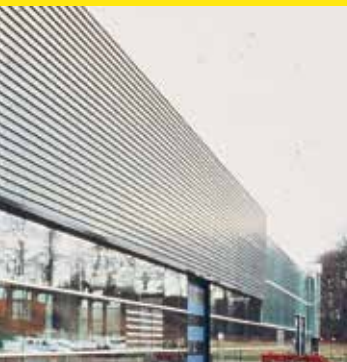


5.2 Solarwärme-Systeme

Unverglaste Flachkollektoren

Preis: in der Herstellung und Anbringung am
billigsten, unverglaste Flachkollektoren dienen
als Preisbasis für die nachfolgend dargestellten
Technologien.
Jährlicher Energieertrag¹: 300–350 kWh/m²

Unverglaste Flachkollektoren eignen sich für
Niedrigtemperatursysteme. Ideal für den Ein-
satz bei Schwimmbädern, zur Warmwasservor-
erwärmung oder zur Heizungsunterstützung.
Sie bestehen aus einer Absorberplatte, einem
darunter liegenden hydraulischen System und
einer dahinter liegenden Dämmung.



Unverglaste Flachkollektoren.
Masken. Bei der Ausführung als
„Solarwall“ ist kein Unterschied zu
einer konventionellen Metallfassade
ersichtlich.
4a Architekten GmbH, Gewerbe-
bau, Eisenach, Deutschland.

¹ Solar Energy Systems in Architecture, SHC International Energy Agency – Solar Heating and Cooling Programme, Task 41, Seite 15
Bestätigung der Preise für den österreichischen Markt durch Solar Austria

Verglaste Flachkollektoren.
Elemente/Paneele. Die Ausführungs-
beispiele zeigen Aufdachlösungen.



Verglaste Flachkollektoren.
Bausteine. Die Solarwärme-Anlage
bildet gleichzeitig die äußere Fas-
sadschicht und übernimmt deren
architektonische Aufgaben.

Verglaste Flachkollektoren

Preis: ungefähr um die Hälfte mehr als unver-
glaste Flachkollektoren.

Jährlicher Energieertrag²: 400–600 kWh/m²

Verglaste Flachkollektoren sind das in der

Europäischen Union am weitesten verbreitete
System und dienen vor allem der Warmwas-
seraufbereitung und Heizungsunterstützung.
Verglaste Flachkollektoren sind aus Absorber,
hydraulischem System und Dämmung aufge-
baut. Der Absorber wird durch die Verglasung
zur Außenluft hin zusätzlich isoliert.

² Solar Energy Systems in Architecture, SHC International Energy Agency – Solar Heating and Cooling Programme, Task 41, Seite 15
Bestätigung der Preise für den österreichischen Markt durch Solar Austria



Verglaste Flachkollektoren.
Bausteine. Die Kollektoren wurden
bündig in die Fassade integriert.

Vakuum Röhrenkollektoren. Die Aneinanderreihung von Glasröhren bietet interessante Möglichkeiten zur Integration in die Gestaltung.



Integration in Architektur.
Solarwärme-Anlage in einer
Stehfalzdeckung. Villa Libeskind,
Deutschland.



Innovative Produkte. Die Oberflächenbearbeitung von Glas bietet ein breites Spektrum. Für die architektonische Gestaltung hat diese Technologie großes Potenzial.

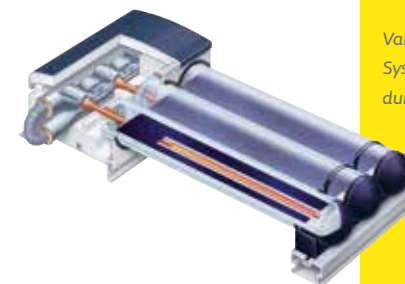
Vakuum-Röhrenkollektoren

Preis: ungefähr der dreifache Preis pro m² bezogen auf unverglaste Flachkollektoren
Jährlicher Energieertrag³: 480–650 kWh/m²

Vakuum-Röhrenkollektoren sind auf besonders hohe Arbeitstemperaturen ausgelegt, können aber auch für Warmwasseraufbereitung und zur Raumheizungsunterstützung herangezogen werden. Absorber und hydraulisches System werden in Glasröhren geführt, in denen ein Vakuum hergestellt wurde. Das Vakuum zeichnet sich durch seine sehr hohe Dämmwirkung aus. Vakuum-Röhrenkollektoren werden als zusätzliches Element oder in die Architektur integriert eingesetzt. Diese zusätzlichen Funktionen schaffen Mehrwerte, beispielsweise beim Einsatz als Brüstung oder als Beschattungselement.

Innovative Weiterentwicklungen

Produkte wie beispielsweise Algenfassaden werden derzeit entwickelt und sind am Markt noch nicht als standardisierte Produkte erhältlich. Sie werden hier auf Grund ihrer außergewöhnlichen architektonischen Integrationsmöglichkeiten vorgestellt.



Vakuum Röhrenkollektoren.
Systemdarstellung mit Schnitt
durch Glasröhre.

³ Solar Energy Systems in Architecture, SHC International Energy Agency – Solar Heating and Cooling Programme, Task 41, Seite 15
Bestätigung der Preise für den österreichischen Markt durch Solar Austria



Polykristalline Zellen. Hybride.
Integration in Fassade und Dach.



Polykristalline Zellen. Hybride.
Integration in Verglasung.

5.3 Photovoltaiksysteme

Das Kapitel gibt einen Überblick über die gängigen Photovoltaiksysteme und gliedert sich nach den Zellarten. Die Kennzahlen von Kosten und Energieertrag sind relativ zur installierten Leistung angegeben in Kilowattstunden/Kilowatt-Peak (kWh/kWp). „Watt peak“ ist laut Definition die Leistung, die ein Modul unter standardisierten Testbedingungen erbringt. Als jeweilige Preisbasis mit dem Faktor 1 dienen Standardprodukte (Standardformate und -aufbau).

Eine Anlage mit einer installierten Leistung von 5 kW produziert bei einer Ausrichtung von 30° Süd im Jahr durchschnittlich 5.000 kWh. Zum Vergleich: Ein durchschnittlicher österreichischer Haushalt hat einen Jahresstromverbrauch von ca. 4.500 kWh (Statistik Austria, 2011). Um eine Leistung von 1 kWp zu erzielen, wird eine Fläche von ca. 6,5–7,5 m² für eine Photovoltaikanlage mit multikristallinen oder monokristallinen Zellen benötigt. Für die 4.500 kWh in dem Rechenbeispiel (durchschnittlicher Jahresverbrauch eines Haushalts) ist also eine Grundfläche mit ca. 35 m² erforderlich.

Poly- oder multikristalline Zellen

1 kWp = ca. 7,7 m² Kollektorfläche

Jährlicher Energieertrag: ca. 130 kWh/m²

Standardformate und Standardaufbau

Preis: in der Herstellung und Anbringung am billigsten, Standardformate und -aufbau dienen als Preisbasis für die nachfolgend dargestellten Formate und Varianten.

Jährlicher Energieertrag: ca. 1.000 kWh/kWp installierter Leistung bei ca. 30° Neigung Richtung Süd.

Fassade

Sonderformate z.B. als hinterlüftete Fassade

Preis: ca. das Doppelte der Preisbasis.

Jährlicher Energieertrag: ca. 700 kWh/kWp installierter Leistung bei ca. 30° Neigung Richtung Süd.

Sonderformate z.B. als Überkopfverglasung mit Isolierglas

Preis: ca. das Fünffache der Preisbasis.

Jährlicher Energieertrag: ca. 900 kWh/kWp ins-

tallierter Leistung bei ca. 30° Neigung Richtung Süd, da aufgrund des Aufbaus mit Isolierglas mit geringen Verlusten zu rechnen ist.

Polykristalline Solarmodule sind die am häufigsten installierten Module. Charakteristisch ist die Kristallstruktur, welche die polykristallinen Solarmodule der Photovoltaikanlage bei Sonneneinstrahlung stark reflektieren lässt. Da für polykristalline Solarmodule weniger reines Silizium verwendet wird und Kristallstrukturen bestehen, die für Lichtbrechungen sorgen, ist der Wirkungsgrad der Solarmodule mit rund 15 Prozent geringer als bei monokristallinen Solarmodulen. Aufgrund der geringeren Effizienz werden polykristalline Solarzellen häufig für Photovoltaikanlagen auf größeren Dachflächen eingesetzt, bei denen die Leistung eines einzelnen Solarmoduls nicht so sehr ins Gewicht fällt. Das äußere Erscheinungsbild wirkt durch glänzende, reflektierende Stellen und dunklere Flächen heterogen. Durch den Einsatz von farbigem Glas ist mit einer Reduktion des Energiegewinns um 10% bis 20% zu rechnen.



Polykristalline Zellen. Elemente/
Paneele. In die Fassade integrierte
farbige Module.



Polykristalline Zellen. Bausteine.
Kombination aus Dachziegeln mit
Photovoltaik-Modulen.





Monokristalline Zellen. Elemente/
Paneele. Erscheinungsbild der Ober-
fläche von rahmenlosen gebäudein-
tegrierten Photovoltaik-Modulen.



Monokristalline Zellen. Elemente/
Paneele. Die Ausführungsbeispiele
zeigen eine Aufdachlösung und eine
gebäudeintegrierte Photovoltaikan-
lage im Vergleich.



Monokristalline Zellen

1 kWp = ca. 6,6 m² Kollektorfläche

Jährlicher Energieertrag: ca. 150 kWh/m²

Standardformate und Standardaufbau

Preis: in der Herstellung und Anbringung am
billigsten, Standardformate und -aufbau dienen
als Preisbasis für die nachfolgend dargestellten
Formate und Varianten.

Jährlicher Energieertrag: ca. 1.000 kWh/kWp
installierter Leistung bei ca. 30° Neigung Rich-
tung Süd.

Fassade

Sonderformate z.B. als hinterlüftete Fassade

Preis: ca. das Doppelte der Preisbasis.

Jährlicher Energieertrag: ca. 700 kWh/kWp ins-
tallierter Leistung bei ca. 30° Neigung Richtung
Süd.

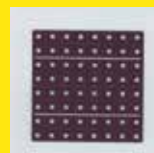
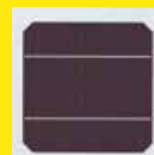
Sonderformate z.B. als Überkopfverglasung mit Isolierglas

Preis: ca. das Fünffache der Preisbasis.

Jährlicher Energieertrag: ca. 900 kWh/kWp ins-
tallierter Leistung bei ca. 30° Neigung Richtung
Süd, da aufgrund des Aufbaus mit Isolierglas mit
geringen Verlusten zu rechnen ist.

Monokristalline Solarzellen haben im Vergleich
zu polykristallinen Solarzellen einen sehr hohen
Siliziumanteil und einen hohen Wirkungsgrad,
sie sind die effektivsten Solarzellen bei direkter
Sonneneinstrahlung.

Für die Erzeugung von 1 kWp wird weniger Flä-
che benötigt als beim Einsatz von polykristalli-
nen Modulen bzw. wird auf gleicher Fläche ein
höherer Ertrag erzielt. Monokristalline Solarmo-
dule sind deshalb sehr gut geeignet, wenn nur
eine geringe Dachfläche für eine Photovoltaik-
anlage zur Verfügung steht oder wenn eine
sehr hohe Leistung erzielt werden muss. Der
hohe Energieeinsatz bei der Herstellung bewirkt
aber eine lange Energierücklaufzeit. Das äußere
Erscheinungsbild monokristalliner Zellen ist
homogen, die Farbigkeit dunkelblau bis schwarz.



Monokristalline Zellen. Hybride.
Integration in Verglasung mit
unterschiedlicher Abstufung der
Transparenz.

DÜNNSCHICHTZELLEN

Dünnschichtzellen. Integration in Verglasung mit unterschiedlicher Abstufung der Transparenz.



Dünnschichtzellen. Innovative Produkte. Modulares System aus vorgefertigten Treppen.



Dünnschichtzellen. Fassadengestaltung Betriebsgebäude.



Dünnschichtzellen

1 kWp = ca. 9–11 m² Kollektorfläche

Jährlicher Energieertrag: ca. 90–110 kWh/m²

Standardformate und Standardaufbau

Preis: in der Herstellung und Anbringung am billigsten, Standardformate und -aufbau dienen als Preisbasis für die nachfolgend dargestellten Formate und Varianten.

Jährlicher Energieertrag: ca. 1.000 kWh/kWp installierter Leistung bei ca. 30° Neigung Richtung Süd,

Fassade

Sonderformate z.B. als hinterlüftete Fassade

Preis: ca. das Dreifache der Preisbasis

Jährlicher Energieertrag: ca. 700 kWh/kWp installierter Leistung bei ca. 30° Neigung Richtung Süd

Sonderformate mit semitransparenten Modulen

Preis: ca. das Zehnfache der Preisbasis

Jährlicher Energieertrag: ca. 1.000 kWh/kWp

installierter Leistung bei ca. 30° Neigung Richtung Süd.

Dünnschichtmodule sind aufgrund ihrer extrem geringen Dicke leicht und preisgünstig herzustellen und weisen eine sehr geringe Energierücklaufzeit auf.

Größter Vorteil der Dünnschichtmodule: Durch ihre Flexibilität und ihr geringes Gewicht lassen sich diese Solarzellen sehr vielseitig verwenden, von Taschenrechnern bis hin zu Photovoltaikanlagen. Dünnschichtmodule haben allerdings einen geringeren Wirkungsgrad als andere Solarzellen und benötigen deshalb mehr Fläche. Als Trägermaterial eignen sich Glas, Metall oder Kunststoff. Typische Oberflächenfarben sind Farbtöne von Orange-Braun bis Schwarz.

In der Gestaltung bietet dieser Typus einen wesentlich größeren Spielraum als kristalline Zellen. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Leitfadens gibt es am österreichischen Markt aber keine etablierten Anbieter.

Bildnachweis:

Seite 4: Foto Lukas Beck
Seite 5: Foto Houdek/PID
Seite 6: kämpfen für architektur ag, Zürich, Fotos R. Röhli, Baden
Seite 8, oben links: WUK, aus: Leitfaden Fassadenbegrünung der Wiener Umweltschutzabteilung – MA22, Foto: Verband für Bauwerksbegrünung Österreich
Seite 8, oben rechts: ZinCo GmbH
Seite 8, unten: PV Anlage Auhofcenter, Foto: oekonews.at
Seite 9, oben links: PV Anlage Auhofcenter, Foto: oekonews.at
Seite 9, oben rechts: Gebäude der MA 48 Einsiedlergasse 2, aus: Leitfaden Fassadenbegrünung der Wiener Umweltschutzabteilung – MA22, Foto: Verband für Bauwerksbegrünung Österreich
Seite 9, unten: extensiv begrüntes Flachdach, Foto: Jörg Fricke
Seite 10: Hotel Stadthalle, Foto: Monika Haas
Seite 13: Funktionsschema einer Warmwasser-Solaranlage, AEE Intec, Energie Tirol, Infoblatt thermische Solaranlagen
Seite 14, oben: Photovoltaikanlage mit Netzanschluss, CHIVES – Interaktive Medien/Darmstadt
Seite 14, unten: Sunwin Energy Systems GmbH
Seite 15, ganz oben: Firma Dachgrün
Seite 15, zweites Foto: MA22
Seite 15, drittes Foto: Extensivbegrünung in der Stadt Zürich, Foto: Jan Danielsson
Seite 15, ganz unten: Extensiv begrüntes Flachdach, Foto: Jörg Fricke
Seite 16: Leitfaden Fassadenbegrünung der Wiener Umweltschutzabteilung – MA22, Foto: Verband für Bauwerksbegrünung Österreich
Seite 17, beide Fotos: Leitfaden Fassadenbegrünung der Wiener Umweltschutzabteilung – MA22, Foto: Verband für Bauwerksbegrünung Österreich
Seite 20: Leitfaden zur Errichtung von Solaranlagen und Photovoltaikanlagen, Energieinstitut Vorarlberg
Seite 22: Emil-Fück-Gasse 1, 1100 Wien, Fa. Noortec GmbH/SolWitec GmbH. Foto: oekonews.at/Noortec
Seite 24, oben: ©kämpfen für architektur ag, Zürich, Fotos: R. Röhli, Baden
Seite 24, unten: Grün+Dach/ZinCo GmbH
Seite 25: „smart ist grün“ Hamburg, zillerplus Architekten und Stadtplaner, Foto: Christian Hacker/bloomimages für zillerplus
Seite 26, oben: Liz Zimmermann
Seite 26, links: Hotel Stadthalle, Foto:

Monika Haas
Seite 27, beide Fotos: ZinCo GmbH
Seite 28, oben: „Haus K“ in Mannswörth, Architekt Dipl.-Ing. Nikolaus Holstein
Seite 28, Mitte links: DOMA Solartechnik und Schweizer Metallbau, Foto: Jens Ellensohn
Seite 28, unten links: raymann kraft der sonne@ photovoltaikanlagen gmbh
Seite 28, unten Mitte: kämpfen für architektur ag, Zürich
Seite 28, unten rechts: WienEnergie-BürgerInnen-Solkraftwerk Wien-Mitte. Fläche: 9.000 m², Leistung 356 Kilowatt-Peak. Foto: Wien Energie/EHM
Seite 30, oben: © ertex solar
Seite 30, unten: TU Darmstadt Solar-decathlon, Foto: Jim Tetro, U.S. Department of Energy Solar Decathlon
Seite 31, oben: WienEnergie-BürgerInnen-Solkraftwerk Wien-Mitte. Foto: Wien Energie/EHM
Seite 31, rechts: Architekt Dipl.-Ing. Nikolaus Holstein
Seite 32, links: raymann kraft der sonne@ photovoltaikanlagen gmbh
Seiten 32 und 33: Grafik BWM Architekten und Partner
Seite 34, links: Hotel Stadthalle Innenhof, Foto: Monika Haas
Seite 34, rechts: Hotel Stadthalle Straßenfassade, Foto: Liz Zimmermann
Seite 35, oben: raymann kraft der sonne@ photovoltaikanlagen gmbh
Seite 35, unten und rechts: Fa. Eternit, Foto: Manfred Burger
Seite 36, oben: Hauptschule Wallsee, IKW-Ingenieurkanzlei für Wasserwirtschaft, Umwelttechnik und Infrastruktur ZT GmbH, Foto: Katharina Pflege
Seite 36, links und unten: © ertex solar
Seite 37, oben: „smart ist grün“ zillerplus Architekten und Stadtplaner, Foto: Christian Hacker/bloomimages für zillerplus
Seite 37, unten: Ablinger, Vedral & Partner ZT GmbH
Seite 38, links und oben: RAHM architekten ZT-KG, Foto: Gisela Erlacher
Seite 38, unten: Sunways AG
Seite 39, oben: © ertex solar
Seite 39, unten: stromaufwärts Photovoltaik GmbH, Foto: Christine Kees
Seite 40, oben: Viessmann GmbH
Seite 40, unten: © ertex solar
Seite 41, oben: © ertex solar
Seite 41, unten links: jan & jan architetencooperation. © ertex solar
Seite 41, unten rechts: kämpfen für architektur ag, Zürich
Seite 42, oben: kämpfen für architektur ag, Zürich
Seite 42, unten: TU Darmstadt Solar-

decathlon, Foto: Jim Tetro, U.S. Department of Energy Solar Decathlon
Seite 43, oben: pos architekten, Foto: Hertha Hurnaus
Seite 43, unten: Sunways AG
Seite 44, linke Spalte: Fotos: Resch
Seite 44, oben rechts: Foto: Dörninger
Seite 44, unten: Solar Pavillon Potsdam, Ortner & Ortner Baukunst, Foto: Schnepf Renou
Seite 45, oben: ARCHITEKTEN LUGER & MAUL ZT-GMBH, Foto: Walter Ebenhofer, Steyr
Seite 45, unten: © ertex solar
Seite 46, oben: Nikko Photovoltaik GmbH & Königsolar, Foto: DI Mag. Erik Sehnal
Seite 46, unten: Sunways AG
Seite 48: DOMA Solartechnik und Schweizer Metallbau, Foto: Jens Ellensohn
Seite 50 oben: KME Italy S.p.A.
Seite 50, unten: Dachziegelwerke Nelskamp GmbH
Seite 51, oben: ATMOVA AG Zürich
Seite 51, unten: Seidemann Solar GmbH, Foto: Ernst Ulrich Tillmanns
Seite 52: Fa. Eternit
Seite 53, oben links: Fa. Eternit
Seite 53, oben rechts: DOMA Solartechnik und Schweizer Metallbau, Foto: Jens Ellensohn
Seite 53, unten rechts und links: Winkler Solar GmbH, Foto: Martin Winkler
Seite 54, oben: kämpfen für architektur ag, Zürich
Seite 54, unten: Fa. Rheinzink
Seite 55, oben und oben rechts: Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Laboratoire d'Energie Solaire et de Physique du Bâtiment
Seite 55, unten: Viessmann GmbH
Seite 56, oben links: Bergstation Hüttenkopfbahn Schruns, Foto: Fa. Doppelmayr
Seite 56, mitte links: Landesbank München, Foto: Fa. Schüco
Seite 56, unten: © ertex solar
Seite 57, oben: Sunways AG
Seite 57, unten: SED Produktions-gesmbH
Seite 58: alle Fotos Fa. Eternit
Seite 59, oben: Solar Suisse Sunstyle
Seite 59, rechte Spalte: © ertex solar
Seite 60, oben rechts: Energieakademie Samsø, Dänemark, Foto: Fa. Rheinzink
Seite 60, oben links: Foto: Fa. Rheinzink
Seite 60, mitte links (2 Fotos): © ertex solar
Seite 60, unten links: VTA Rottenbach, Foto VTA

Impressum:

Medieninhaber und Herausgeber

Magistrat der Stadt Wien

Magistratsabteilung 20 – Energieplanung

www.energieplanung.wien.at

Magistratsabteilung 19 – Architektur und Stadtgestaltung

www.wien.gv.at/stadtentwicklung/architektur/

Magistratsabteilung 22 – Wiener Umweltschutzabteilung

www.umweltschutz.wien.at

Gesamtkoordination

Magistratsabteilung 20/Mag. Bernd Vogl, Mag.^a Eva Dvorak

Magistratsabteilung 19/Dipl.-Ing.ⁱⁿ Ruth J. Kertész

Magistratsabteilung 22/Dipl.-Ing. Christian Härtel

Magistratsabteilung 25/Dipl.-Ing. (FH) Felix Groth

Kammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten für Wien, NÖ und Bgld./Dipl.-Ing. Alexander van der Donk

Wiener Umwelthanwaltschaft/Mag. Dominik Schreiber

Konzeption, Redaktion und Gestaltung

BWM Architekten und Partner

Bernard Walten Moser Ziviltechniker

www.bwm.at

DI Liz Zimmermann, DI Gerhard Girsch

Graphische Gestaltung im Erdgeschoss GmbH

www.erdgeschoss.at

Druck

Agens Ketterl Druckerei GmbH

Gedruckt auf ökologischem Papier aus der Mustermappe von „ÖkoKauf Wien“

Verlags- und Herstellungsort

Wien, Dezember 2014

Alle Angaben erfolgen trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr. Für die Vollständigkeit und Richtigkeit der Angaben, für Druckfehler und technische Änderungen kann keine Haftung übernommen werden. Eine Haftung der Herausgeber und der AutorInnen ist ausgeschlossen.



