



DENKMALE & SOLARANLAGEN

Möglichkeiten, Anforderungen und Rahmenbedingungen

Solarleitfaden für das Land Berlin
Stand Juli 2023

Landesdenkmalamt

BERLIN



Liebe Kolleginnen und Kollegen, sehr geehrte Damen und Herren,

die Themen Klimaschutz und Nachhaltigkeit sind angesichts der Klimakrise in der öffentlichen Wahrnehmung allgegenwärtig und fordern in allen Bereichen des Lebens, so auch im Bauwesen, intelligente Ansätze und Maßnahmen. Der Paradigmenwechsel im Bauwesen ist unumgänglich, wenn das Ziel einer wesentlichen Reduzierung des CO₂-Ausstoßes im gesamten Bausektor erreicht werden soll. Potenziale bieten dabei nicht nur die Effizienzsteigerung der Gebäudehüllen, die Optimierung der Wärme- und Kälteanlagen wie auch angepasste Nutzungskonzepte, sondern vor allem auch die Gewinnung und Speicherung regenerativer Energien. Denkmalschutz und das Fördern erneuerbarer Energie sind jedoch kein Widerspruch. Die Denkmalbehörden wirken mit großem Engagement daran mit, die Nutzung von Solarenergie auch auf Denkmälen zu ermöglichen. Um die aktuellen Bestrebungen zum Ausbau von Solaranlagen im Land Berlin zu beschleunigen und Planende wie auch Denkmaleigentümerinnen und Denkmaleigentümer hierbei zu unterstützen, hat das Landesdenkmalamt diesen Leitfaden veröffentlicht. Er zeigt, wie sich Denkmalschutz und die Gewinnung von Solarenergie vereinbaren lassen.

Der „Solarleitfaden“ macht deutlich, wo überall Solaranlagen angebracht werden können, ohne den Denkmalwert eines Gebäudes wesentlich zu beeinträchtigen. Bereits heute befinden sich viele der großflächigen Solaranlagen im Land Berlin auf Denkmälen, zum Beispiel auf dem Roten Rathaus, auf Industriedächern in Oberschöneweide oder zukünftig auf der Messe Berlin. Unter Berücksichtigung denkmalfachlicher Aspekte ist auf einem Großteil der Berliner Baudenkmale die Installation von Solaranlagen grundsätzlich möglich; dies nicht zuletzt vor dem Hintergrund, dass über 40 Prozent der denkmalgeschützten Dachflächen in Berlin Flachdächer sind, die sich aus denkmalfachlicher Sicht besonders gut für PV-Installationen eignen.

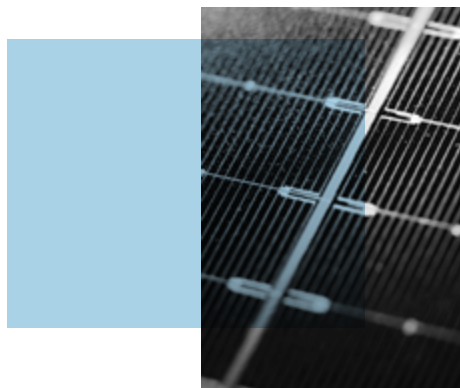
Allen, die an der Erarbeitung dieser Publikation engagiert mitgewirkt haben, sei an dieser Stelle sehr herzlich gedankt.

In der Hoffnung, dass unser Leitfaden dazu beiträgt, gute Lösungen für die Herausforderung der Nutzung von Solarenergie im Denkmalbestand zu finden,

Dr. Christoph Rauhut

Landeskonservator und Direktor des Landesdenkmalamts Berlin

Der Leitfaden im Überblick



1

Einleitung – Anliegen des Leitfadens

Seite 5

2

Denkmale und Klimaschutz

Seite 9



3

Solarenergie als Ressource

Seite 17

4

Solarenergie- nutzung am Baudenkmal I

Seite 49



5

Solarenergie- nutzung am Baudenkmal II

Seite 57

6

Zusammenarbeit mit den Denkmal- behörden

Seite 103



7+8

Weiterführende Informationen + Anhang

Seite 113 + 117



1.

EINLEITUNG

Anliegen des Leitfadens

Die Grundsätze von Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit sind Teil des gesetzlichen Auftrags von Denkmalschutz und Denkmalpflege. Natürliche Ressourcen sind endlich, wir schulden den kommenden Generationen einen verantwortungsvollen Umgang mit ihnen. Gleichzeitig erzeugen die Folgen des Klimawandels und Energieknappheit einen Handlungsdruck, der Auswirkungen auch für unsere Denkmale hat. Daher unterstützen die Berliner Denkmalbehörden die Verwendung regenerativer, also auch solarer Energien im Rahmen des Erhalts, der Pflege und der sinnvollen Nutzung von Denkmalen. So können die Verpflichtungen gegenüber den nachfolgenden Generationen, unseren Lebensraum zu bewahren und unser baukulturelles Erbe – Kulturzeugnisse und Identifikationsorte – zu erhalten, vereint werden.

Der nun vorliegende Leitfaden, der in einem intensiven Abstimmungsprozess der Berliner Denkmalbehörden und im Austausch mit der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe entstanden ist, trägt den aktuellen Diskussionen um die Vereinbarkeit von Denkmalschutz und Klimaschutz Rechnung. Er zeigt die deutlich erweiterten Möglichkeiten zur Errichtung von Solaranlagen im Denkmalbestand auf und gibt Auskunft über ihre bauliche und gestalterische Integration. Ein ausführlicher Teil widmet sich der aktuellen Technik von Solaranlagen und bietet damit eine erste Basis für die Planung, aber auch die Beurteilung von Anträgen. Um die Handlungsweise der Denkmalbehörden nachvollziehbar zu machen, befasst sich der Leitfaden auch intensiv mit den vielfältigen Beurteilungskriterien und Abwägungstatbeständen. Es wird zudem auf die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) eingegangen, wonach die erneuerbaren Energien als vorrangiger Belang in die Schutzgüterabwägung eingebracht werden sollen. Die Denkmalbehörden gehen davon aus, dass mit den erarbeiteten Neuregelungen ein sehr großer Teil der Denkmale für Solaranlagen prinzipiell genutzt werden kann, insbesondere vor dem Hintergrund, dass ein wesentlicher Anteil der Berliner Baudenkmale ein Flachdach besitzt.

Dieser Leitfaden richtet sich an Bauwillige, Planende, Öffentlichkeit und Politik, ist aber gleichzeitig auch Orientierung für die Denkmalbehörden in den Abwägungsprozessen. Er stellt nachvollziehbar dar, welche denkmalfachlichen und denkmalrechtlichen Bewertungskriterien der Beurteilung der Genehmigungsfähigkeit von Solaranlagen an Denkmalen zugrunde liegen. Es wird aufgezeigt, dass der Einsatz von Photovoltaik (PV) und Solarthermie an Denkmalen grundsätzlich möglich, aber immer abhängig vom einzelnen Objekt ist. Da mit Solaranlagen stets Veränderungen des Erscheinungsbildes sowie insbesondere auch Eingriffe in die Substanz eines Baudenkmals einhergehen, sind diese denkmalrechtlich genehmigungspflichtig. Denkmale sind individuelle Bauwerke, ihr konkreter Denkmalwert ist entscheidend für die Ausweisung möglicher Solarinstallationsflächen. Zugleich spielen bei der Bewertung der Umsetzungsmöglichkeiten die Einsehbarkeit und die zu erwartenden konstruktiven und visuellen Auswirkungen eine wesentliche Rolle. Der Grad einer potenziellen Beeinträchtigung ist im Einzelfall zu prüfen, Varianten oder Alternativen sind in der Abwägung zu berücksichtigen. Die Berliner Dachlandschaft ist aufgrund der zahlreich erhaltenen und nebeneinander existierenden Zeitschichten, Architekturströmungen und -epochen sowie der hohen Funktionsmischung sehr vielfältig. Dächer liefern wichtige Informationen beispielsweise über historische Handwerkstechniken, aber auch über sozialgeschichtliche Entwicklungen in der Stadt. Es ist daher Aufgabe der Denkmalbehörden, in ihrer Genehmigungspraxis dafür Sorge zu tragen, dass diese historische Information unserer Dächer weitgehend erhalten und wichtige städtebauliche Ansichten erlebbar bleiben – und dennoch Möglichkeiten für das Aufbringen von Solaranlagen gefunden werden.

Die frühzeitige Kommunikation mit den Denkmalbehörden ist vor diesem Hintergrund zentral, um zu einer denkmalverträglichen Lösung und damit verlässlichen Planung zu gelangen. Oft lassen sich durch die Auswahl geeigneter Produkte Störungen des Erscheinungsbilds eines Denkmals reduzieren. In einigen Fällen ist es denkmalfachlich allerdings nicht vertretbar, Solaranlagen zu installieren, weil die Authentizität und die Wirkung des Denkmals zu stark beeinträchtigt würden. In solchen Fällen wäre zu prüfen, ob alternative Dachflächen, zum Beispiel auf untergeordneten Nebengebäuden, nicht exponierten oder nachträglich errichteten Gebäudeteilen, genutzt werden können. Bei Solaranlagen in denkmalgeschützten Siedlungen wird auf die einheitliche Wirkung der gesamten Siedlung zu achten sein. Hierbei helfen unter anderem Denkmalpflegepläne, die auch auf Solarenergienutzung eingehen. Zur Beschleunigung der Verfahren hat das Landesdenkmalamt Berlin die Erstellung von Solarkatastern für ausgewählte Siedlungen beauftragt.

Diese Handreichung widmet sich zunächst allgemeinen Fragen der Solarenergienutzung und den derzeit auf dem Markt befindlichen Systemen sowie deren technischen Grundlagen und Voraussetzungen für die Anbringung. Im Folgenden wird auf die rechtlichen Voraussetzungen und denkmalfachlichen Bewertungskriterien im Zusammenhang mit der Genehmigung von Solaranlagen an oder in der Nähe von Denkmalen eingegangen. Außerdem sind Hinweise zur Antragsvorbereitung, zu Beratungsmöglichkeiten und zur finanziellen Unterstützung von denkmalverträglichen PV-Anlagen enthalten.

Neben denkmalfachlichen Erwägungen können auch städtebauliche Regelungsinstrumente wie Erhaltungssatzungen oder Gestaltungssatzungen bei der Zulässigkeit einer Solaranlage zu beachten sein. Eine entsprechende Abstimmung muss dann mit den Stadtplanungsämtern erfolgen. Aus Sicht des Landesdenkmalamts bieten die für Denkmale geltenden Regelungen zu Solaranlagen hierfür eine gute fachliche Grundlage, verbindlich sind schlussendlich aber allein die Aussagen der zuständigen Ämter.

Es ist geplant, diesen Leitfaden, wie auch seine Kurzfassung, kontinuierlich weiterzuentwickeln, etwa aufgrund weiterer Erfahrungen oder neuerer Entwicklungen im Bereich der Solaranlagen. Dokumentiert werden sollen auch vorbildhafte Projektbeispiele, die in nächster Zukunft hoffentlich vielfach entstehen werden. Die aktuellste Version beider Broschüren finden Sie stets auf der Website des Landesdenkmalamtes.



Abbildung 1
PV-Anlage auf denkmalgeschützten Objekten der Wohnungsbaugenossenschaft „Bremer Höhe“.



2.

**DENKMALE
UND
KLIMASCHUTZ**

2.1.

Ziele und Grundsätze der Denkmalpflege

Die Denkmalpflege verfolgt das Ziel der Erhaltung von Objekten, die einen unverzichtbaren historischen, künstlerischen, wissenschaftlichen oder städtebaulichen Wert besitzen. Dies können neben Bauwerken auch ganze Stadtquartiere, Parks und Gärten, Freiflächen, künstlerische Objekte oder archäologische Zeugnisse sein. Gemein ist all diesen Objekten, dass sie aufgrund ihrer Geschichte, ihrer Gestaltung, der verwendeten Materialien oder der für die Erstellung genutzten (Handwerks-)Techniken wichtige Aussagen über die Entwicklung unserer Gesellschaft enthalten, die es auch für zukünftige Generationen zu erhalten gilt. Denkmale sind als lebendige Zeugen unserer Vergangenheit zu verstehen. Daher liegen die authentische Erhaltung ihres Erscheinungsbildes und die Sicherung ihrer Originalsubstanz im Interesse unserer gesamten Gesellschaft.

Dies betrifft in der Regel nicht nur die bauzeitliche Gestalt des Denkmals, sondern auch weitere bedeutende Zeitschichten, die im Laufe der Geschichte eines Denkmals durch Umgestaltungen dazugekommen sind. Geschützte Bauten können auch an aktuelle Anforderungen, beispielsweise aufgrund geänderter Nutzungen oder weiterentwickelter technischer Ausstattung, angepasst werden. So wird ihre Erhaltung dauerhaft gewährleistet. Damit dies aber nicht zulasten der Aussage, Struktur, Gestalt oder wichtiger Ausstattung eines Denkmals geht, müssen sämtliche baulichen Änderungen in enger Zusammenarbeit mit den Denkmalbehörden erfolgen. In jedem Fall müssen ergänzende Elemente so gestaltet werden, dass sie möglichst substanzschonend und reversibel sind und sich respektvoll und harmonisch in das Erscheinungsbild des Denkmals einfügen.

Das Denkmal als Träger historischer und baukultureller Informationen

Jedes Denkmal ist einzigartig. Auch wenn ein Denkmal als exemplarisches Beispiel für einen ganzen Gebäudetypus oder eine Architekturströmung unter Schutz gestellt wird, besitzt es in seiner Gestaltung und Ausführung einen individuellen Zeugniswert, den es zu erhalten gilt. Jeder Verlust von Substanz kann zu einer Minderung der Denkmalaussage führen – daher ist jedes Denkmal als eine unersetzliche kulturelle und historische Ressource zu verstehen, deren Erhalt ein Ziel kulturell nachhaltigen Handelns sein sollte.

Denkmale sind materielle Träger unseres kollektiven Gedächtnisses und damit wichtige materielle Bestandteile unserer Erinnerungskultur. Sie können für aktuelle Generationen Identität stiften und von den politischen und gesellschaftlichen Wertesystemen vergangener Generationen erzählen; ihre Erhaltung und Sicherung als Träger eines kulturellen Erbes liegen daher im Interesse der Allgemeinheit. Dies betrifft auch negativ besetzte, sogenannte unbequeme Denkmale oder solche, die nicht den zeitgenössischen ästhetischen Vorstellungen entsprechen.

Eigentümerinnen und Eigentümer sind im Rahmen des Zumutbaren (siehe [Kapitel 5.7](#)) gesetzlich zur Pflege und zum authentischen Erhalt ihrer Denkmale verpflichtet. Um ein Denkmal mit all den wichtigen Aussagen zu bewahren, ist nicht nur der Schutz seiner Gestaltung notwendig. Ziel ist stets, die Authentizität und die Integrität eines jeden Denkmals, die eng an die Substanz gebunden sind, zu erhalten.



Abbildung 2
Denkmal als Träger von
Informationen.

Denkmalbereiche (Ensembles und Gesamtanlagen)

Neben Baudenkmalen können nach dem Denkmalschutzgesetz Berlin (DSchG Bln) auch ganze Denkmalbereiche als Ensembles oder Gesamtanlagen unter Schutz stehen. In diesem Fall sind mehrere bauliche Anlagen mit den dazugehörigen Straßen, Plätzen, Frei- und Grünanlagen in ihrer Gesamtheit geschützt. Während es sich bei Ensembles um historisch gewachsene – meist heterogene – Einheiten handelt, die in der Regel Zeugnis über städtebauliche oder historische Entwicklungen ablegen, fassen Gesamtanlagen mehrere – meist homogene – Objekte zusammen, die in einem Zug geplant wurden und in einem funktionalen und gestalterischen Zusammenhang stehen. Beiden Denkmalarten ist gemein, dass sich ihr Denkmalwert aus der Gesamtheit ihrer Einzelbestandteile und deren Beziehung zueinander zusammensetzt. Jede Veränderung an einem Einzelbestandteil bedeutet somit eine Veränderung des gesamten Gefüges.

Werden Veränderungen des Erscheinungsbildes eines einzelnen Bestandteils geplant, ist deshalb nicht nur die Wirkung dieser Veränderung auf das einzelne Gebäude selbst, sondern auch auf alle anderen Bestandteile des Ensembles oder der Gesamtanlage zu berücksichtigen. Schließlich begründet sich der Denkmalwert eines Denkmalbereichs insbesondere aus den Zusammenhängen zwischen seinen einzelnen Elementen, die nicht nur funktionaler, sondern auch visueller Natur – wie zum Beispiel einheitliche Fassaden- oder Dachgestaltungen – sein können. Gerade hier bilden die einzelnen Objekte in ihrem Zusammenspiel prägende Silhouetten aus, stellen Sichtbezüge zueinander her oder bilden durch ihre Materialität eine optische und konzeptionelle Einheit.



Abbildung 3
Homogene Dächer einer
denkmalgeschützten Siedlung.

Das visuelle Gesamtbild eines Denkmalbereiches zu erhalten ist insbesondere bei Siedlungen, die als Gesamtanlagen unter Denkmalschutz stehen, eine große Herausforderung. Hier gilt es, Lösungen für die unterschiedlichen Nutzungsanforderungen oder Gestaltungswünsche für die zahlreichen, oftmals in Einzeleigentum befindlichen Bestandteile zu finden, ohne den Denkmalwert der Gesamtanlage zu zerstören.

2.2.

Denkmale als Baustein des Klimaschutzes

Unsere Zeit ist geprägt von den sichtbaren und spürbaren Folgen des Klimawandels und der eindringlichen gesellschaftspolitischen Debatte zum Klimaschutz. Auch im Bereich des Bauens und Sanierens herrscht Handlungsdruck – Themen der Energieeinsparung und Nachhaltigkeit haben in den letzten Jahren an Relevanz und Dringlichkeit hinzugewonnen. Der verantwortungsvolle Umgang mit Ressourcen und die Reduzierung von CO₂-Emissionen stützen sich unter anderem auf die nachhaltige Auswahl von Bauweisen und Materialien und auf intelligente Konzepte zur Energieversorgung von Gebäuden und Quartieren. Die Denkmalpflege steht dabei mit ihren Grundsätzen des Erhaltens und Reparierens sowie der Verwendung traditioneller, oft lokal gewonnener Baustoffe nicht nur für die Bewahrung und Authentizität des kulturellen Erbes, sondern auch für die Schonung von Ressourcen, allein durch die Weiternutzung bestehender Gebäude.

Das sich verändernde Klima führt in unseren städtischen und ländlichen Lebensräumen zu Umwelteinflüssen, die direkte Auswirkungen auf unsere Bau- und Gartendenkmale haben. Durch den Klimawandel verstärkte Naturphänomene wie Starkregen, Stürme, Trockenperioden oder Grundwasserabsenkungen stellen eine akute Bedrohung für die Substanz unseres kulturellen Erbes dar. Dies trifft besonders Gartendenkmale, aber auch Kircheninventare, grundwasserstandabhängige Pfahlgründungen oder historische Dachdeckungen. Unter Denkmalpflegenden herrscht deshalb überwiegend Konsens, dass Maßnahmen ergriffen werden müssen, die den CO₂-Ausstoß mindern und die Resilienz von Städten erhöhen. Um aktiven Klimaschutz zu leisten, wird folglich auch der Einsatz erneuerbarer Energien in einem denkmalgerechten Rahmen unterstützt.

Grundsatzpapiere

Da Klimaschutz zur Bewahrung unserer Lebensräume und damit auch unseres baukulturellen Erbes von hoher Priorität ist, wurden in den letzten Jahren in verschiedenen Fachkreisen Grundsätze und Empfehlungen formuliert. So hat der Bund Deutscher Architektinnen und Architekten (BDA) 2019 das Positionspapier „Das Haus der Erde. Positionen für eine klimagerechte Architektur in Stadt und Land“ herausgebracht. Hierin wird unter anderem auf eine CO₂-neutrale Energieversorgung für Gebäude gedrungen und im Zusammenhang mit klimagerechten Bauweisen auf traditionelle Vorgehensweisen verwiesen. Mit einer „neue[n] Kultur des Pflegens und Reparierens“ soll der Bestandserhalt im Zentrum zukünftigen Bauens stehen.¹

¹ https://www.bda-bund.de/2019/08/das-haus-der-erde_bda-position/ (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Der Internationale Rat für Denkmalpflege (ICOMOS) stellt in seinem Abschlussbericht zum „Expert:innen-Workshop“ über Kultur, Kulturerbe und Klimawandel am 9. Juli 2021 fest, dass das „Kulturerbe [...] ein wesentlicher Beitrag zur Resilienz der Gesellschaft“ ist. Weiterhin heißt es dort: „Die bisher häufig unversöhnlichen Gegenüberstellungen bzw. Konflikte zwischen Denkmalschutz und Klimaschutz, z. B. zum Thema der erneuerbaren Energien, stellen Wertekonflikte dar, die nur durch eine genauere Betrachtung als Einzelfälle einer Lösung zugeführt werden können.“²

Ähnlich sind die Ansätze hinsichtlich des Einsatzes erneuerbarer Energien im Positionspapier „Denkmalschutz ist Klimaschutz“ der Vereinigung der Denkmalfachämter in den Ländern (VDL) vom März 2022. Hier wird dem Ansinnen, dass „Energiewende und Kulturerbeschutz [...] gleichermaßen ermöglicht werden“ müssen, Nachdruck verliehen.³ Dabei sollen unter anderem auch „proaktive, flächendeckende Wind- und Solarkataster“ erarbeitet werden. Jedoch sollten aus Sicht der Landesdenkmalpflege vor allem „Solaranlagen auf nicht denkmalgeschützten ungenutzten Dachflächen von Industrie-, Gewerbe- und Wohnbauten gefördert werden und über Mieterstrommodelle quartiersweit verfügbar gemacht werden.“⁴

Der Berliner Landesdenkmalrat setzte sich am 6. Mai 2022 vertieft mit Fragen des Klimaschutzes in der Denkmalpflege auseinander und empfiehlt: „Die Modernisierung von Gebäuden erfordert besondere, minimalinvasive Lösungen, damit nicht in der Summe höhere Energieaufwendungen entstehen. Technische Standardmaßnahmen sind hier oft nicht zielführend. So funktionieren etwa die in Denkmalen meist verbauten Heizsysteme schlecht mit Wärmetauschern. Geothermie ist in städtischen Gebieten oft nicht möglich oder genehmigungsfähig, so dass letztlich die Kompensation durch Gewinnung [anderer] regenerativer Energie bleibt. Diese kann eine wirksame Alternative zu problematischen Eingriffen in die Gebäudehülle darstellen [...] Für neue, verträgliche Lösungen, die sowohl klimapolitisch als auch denkmalpflegerisch sinnvoll sind, sollten Best-Practice-Beispiele gefördert werden.“⁵

Die Notwendigkeit des Einsatzes von Solarenergie – auch am Denkmal – wird somit allgemein anerkannt. Es herrscht aber auch Einigkeit darüber, dass jedes Denkmal mit seinen baulichen Eigenheiten und denkmalwerten Gestaltungsmerkmalen ganzheitlich betrachtet werden muss, um individuelle, denkmalgerechte Lösungen entwickeln zu können – nur so können Denkmalschutz und Klimaschutz sinnvoll und zukunftsweisend miteinander in Einklang gebracht werden.

² <https://www.icomos.de/icomos/pdf/final-report-chcc-workshop-july-2021-ger.pdf> (letzter Aufruf am 30.05.2023), S. 37 im PDF.

³ https://www.vdl-denkmalpflege.de/fileadmin/dateien/Klimaschutz/VDL_Klima_Web_2022-04-27_Doppelseiten.pdf (letzter Aufruf am 30.05.2023), S. 6 im PDF.

⁴ Ebd., S. 7 im PDF.

⁵ <https://www.berlin.de/sen/kultgz/denkmal/organisation-des-denkmalschutzes/landesdenkmalrat/ldr-2022-05-06-stellungnahme-denkmalschutz-klimaschutz.pdf?ts=1684261035> (letzter Aufruf am 23.03.2023), Punkt 7.

Historische Bausubstanz und Energie

Bis Mitte des 20. Jahrhunderts galten Kohle, Holz und Gas als Hauptenergieträger, deren Verfügbarkeit allerdings begrenzt war. Gebäude waren daher meist kompakt und massiv gebaut; es wurde sparsam geheizt und zusätzlicher Wohnkomfort durch die Ausstattung der Innenräume geschaffen, wie zum Beispiel durch Holzvertäfelungen oder Textilien. Die zur Verfügung stehenden Energieressourcen bestimmten immer, wie gebaut wurde. Mit der Einführung billigen Erdöls auf dem Energiemarkt nach dem Zweiten Weltkrieg konnte sich eine Bauweise durchsetzen, die weniger auf Energieeffizienz ausgerichtet war. Architektinnen und Architekten konnten sich neuartiger Baumaterialien bedienen und gewannen dadurch gestalterische Freiheit. Leichtigkeit und Transparenz entwickelten sich zu vorherrschenden Gestaltungsprinzipien. Aufgrund der verwendeten Baumaterialien, geringer Dämmung und dem großen Anteil an Glasflächen sind viele Gebäude aus dieser Zeit allerdings als wenig nachhaltig zu betrachten.⁶

Der Erhalt von Baudenkmalen ist integraler Bestandteil einer auf ökologischer, ökonomischer und soziokultureller Nachhaltigkeit basierenden Stadtentwicklung. Denkmalgeschützte Gebäude unter Berücksichtigung energetischer Aspekte zu sanieren ist meist mit erhöhten Anstrengungen verbunden, da hier die Gebote des Substanzerhalts, der Materialgerechtigkeit und der Bewahrung des Erscheinungsbildes den Rahmen vorgeben.

Oft genügen aber schon wenige Maßnahmen, um ein Gebäude energetisch spürbar aufzuwerten. Dies kann beispielsweise durch das Einbringen von Dichtungen zur Verhinderung von Zugluft oder die Ertüchtigung von Fenstern durch Aufwertung von Verglasungen geschehen. Auch eine Dach- oder Kellerdeckendämmung führt erfahrungsgemäß zu einer deutlichen thermischen Verbesserung. In manchen Fällen ist eine Innendämmung sinnvoll und denkmalverträglich; in begründeten Ausnahmefällen kann auch eine Außendämmung realisiert werden. Nicht zuletzt ist die Modernisierung der Haustechnik eine naheliegende und effektive Maßnahme zur Energieeinsparung.

Energieberaterinnen und Energieberater für Baudenkmale können die Planung geeigneter Maßnahmen unterstützen. Sie haben eine zertifizierte Fortbildung absolviert, deren Leitfaden von der Wissenschaftlich-Technischen Arbeitsgemeinschaft für Bauwerksunterhaltung und Denkmalpflege (WTA) und der VDL, der deutschlandweiten Dachorganisation der Denkmalfachämter, erarbeitet wurde. Mit ihren speziellen Kenntnissen im Umgang mit Baudenkmalen sowie entsprechendem bauphysikalischem Wissen sind sie, auch im Hinblick auf die Interessen der Eigentümerinnen und Eigentümer, in der Lage, geeignete, denkmalverträgliche Konzepte für die energetische Verbesserung von Gebäuden zu entwickeln.

Neben den baulichen Maßnahmen zur Energieeffizienz ist die eigentliche Wärme- und Stromversorgung von Gebäuden entscheidend und nicht zuletzt auch gesetzgeberische Vorgabe (siehe [Kapitel 3.1](#)). Es ist nachvollziehbar, dass Eigentümerinnen, Eigentümer sowie Nutzende darauf bedacht sind, diese zu sichern und bezahlbar zu gestalten. Regenerative Energien wie Solarenergie, Erd- und Luftwärme sind hierfür klimagerechte Alternativen. Auch Denkmale können für deren Nutzung entsprechend ausgerüstet werden.

⁶ Vgl. Kantonale Denkmalpflege Bern; Kantonale Denkmalpflege Zürich (Hg.): Energie und Baudenkmal. Ein Handbuch. Band 1: Gebäudehülle. Zürich 2014, S. 14.

A person is shown from the side, leaning over a large array of solar panels. The person's reflection is visible in a mirror-like surface below them. The entire image is overlaid with a semi-transparent orange filter. The text '3.' is prominently displayed in white, bold font in the upper center.

3.

**SOLARENERGIE
ALS
RESSOURCE**

3.1.

Nutzung von Solarenergie und deren Ausbau in Berlin



Abbildung 4
Installation der von der Berliner Energieagentur GmbH geplanten, errichteten und auch heute noch betriebenen PV-Anlage auf dem Roten Rathaus im Jahr 2010.

Durch die stete Weiterentwicklung technischer Anlagen zur Energieversorgung hat die Nutzung von Solarenergie in den letzten Jahrzehnten auch für den Gebäudebestand in Mitteleuropa stark zugenommen. Viele Scheunenbauten im ländlichen Raum wurden zum Beispiel mit großflächigen Anlagen bestückt. Im dicht bebauten städtischen Raum kommen Solar- und Photovoltaikanlagen noch eher vereinzelt vor, auch weil manche Menschen sie gerade im historisch überlieferten Altbaubestand als störend empfinden. Gesetzliche Regelungen, Bauordnungen und wirtschaftliche Aspekte wirkten ihrer Verbreitung zunächst entgegen. Angesichts aktueller Herausforderungen wie Klimaschutz, Ressourcenschonung und nicht zuletzt Energiesicherheit hat die Nutzung solarer Energien heute allerdings eine große Bedeutung.

Im Juni 2021 hat der Berliner Gesetzgeber das **Solargesetz Berlin** beschlossen. Seit 1. Januar 2023 gilt demnach in Berlin die Solarpflicht für nicht öffentliche Neubauten und bei wesentlichen Baumaßnahmen an bestehenden Dächern.⁷ Ziel des Solargesetzes ist es,

⁷ Vgl. Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe: Praxisleitfaden zum Solargesetz Berlin, Dezember 2022, https://www.berlin.de/sen/energie/erneuerbare-energien/solargesetz-berlin/20221205_praxisleitfaden_zum_solargesetz_berlin.pdf?ts=1670320813 (letzter Aufruf am 30.05.2023), S. 3-7.

das Solarpotenzial auf den Dächern Berlins nutzbar zu machen und somit einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele zu leisten. Der kontinuierliche Ausbau von Photovoltaikanlagen soll durch Ankurbeln der lokalen Wertschöpfungskette darüber hinaus neue Perspektiven für Innovation und Wachstum am Standort Berlin schaffen; gleichzeitig kann er zur Energieversorgungssicherheit beitragen. Dabei möchte das Land Berlin die vorhandenen Ressourcen und Möglichkeiten zum Ausbau erneuerbarer Energien nutzen. Da in stark verdichteten Städten wie Berlin nur wenige freie Flächen für die Energieerzeugung durch andere regenerative Energieträger zur Verfügung stehen, wird hier der Schwerpunkt auf der Gewinnung solarer Energie liegen. Mit der ab 2023 verpflichtenden Nutzung der bereits bestehenden und neu hinzukommenden Dächer der Stadt für Photovoltaikanlagen kann auf ein erhebliches Potenzial zurückgegriffen werden. Das im August 2021 novellierte **Berliner Klimaschutz- und Energiewendegesetz** (EWG Bln) zielt darauf ab, den Energieverbrauch speziell von öffentlichen Gebäuden durch die Einführung anspruchsvoller Energiestandards deutlich zu reduzieren. Ergänzend soll auch hier eine Solarpflicht dafür sorgen, dass in Zukunft alle geeigneten Dachflächen öffentlicher Gebäude zur Erzeugung erneuerbarer Energien genutzt werden. Bis Ende 2024 müssen demgemäß auch öffentliche Bestandsgebäude aufgerüstet werden. Für Denkmale gibt es jedoch Ausnahmen, wenn die Denkmalverträglichkeit nicht gewährleistet werden kann. Die gleiche Zielsetzung wie das Berliner Solargesetz und das Berliner Klimaschutz- und Energiewendegesetz verfolgt das im Juli 2022 vom Gesetzgeber auf Bundesebene erlassene **Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien** (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG). Im Interesse der treibhausgasneutralen Stromerzeugung im Bundesgebiet sollen die erneuerbaren Energien als vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen eingebracht werden.



Abbildung 5

Eine PV-Anlage, die die Kleinteiligkeit und Geometrie des Dachs kaum berücksichtigt und somit die architektonische und städtebauliche Wirkung des Gebäudes beeinträchtigt.

Im Regelfall werden Solaranlagen auf Dächern montiert, da deren oft ungestörte und unverschattete Flächen nicht nur optimale Bedingungen, sondern auch die ideale Unterkonstruktion für Solarkollektoren und Photovoltaikmodule bieten. Jedoch gibt es, vor allem bei Neubauten, auch Fassadenflächen, die sich für die Installation von Solaranlagen eignen. Auch Stecker-Solar-Module (sogenannte PV-Plugs oder Balkonmodule) werden immer häufiger zur privaten Energiegewinnung eingesetzt. Auch wenn sie in den letzten Jahren gestalterische Weiterentwicklungen erfahren haben, sind Solaranlagen visuell nur bedingt auf vorindustriellen beziehungsweise kleinteiligen Dachflächen verträglich. Sie sind primär technische Elemente und unterliegen technologischen Zwängen, was ihr Aussehen und ihre Größe bestimmt. Die Solarelemente, im Regelfall große, plattenartige, bläuliche oder dunkle Glaselemente mit Metalleinfassung, fügen sich in traditionelle Ziegelflächen und andere feinteilige Dachdeckungen und Dachgestaltungen aufgrund ihrer Form, Maßstäblichkeit, Oberflächenstruktur, Farbigkeit und Spiegelung zumeist nicht oder nicht gut ein. Sie sind auffällig, nehmen viel Fläche in Anspruch und verdecken mitunter historische Dachmaterialien. Damit beeinträchtigen sichtbar angebrachte Solarmodule das Erscheinungsbild eines Baudenkmals und können die Wirkung und Wahrnehmung eines historisch gewachsenen, ausgewogenen Ortsbildes, einer Gesamtanlage oder eines Ensembles nachhaltig verändern. Hinzu kommt, dass für die Funktionsfähigkeit von PV- und Kollektoranlagen weitere technische Ausstattungen erforderlich sind, wie zum Beispiel Wechselrichter oder Speicher, die im Gebäude untergebracht werden müssen.

Mit der Umsetzung des Solargesetzes sowie des Erneuerbare-Energien-Gesetzes wird auch die Inanspruchnahme der Dach- und gegebenenfalls Fassadenflächen von Baudenkmalen und in Denkmalbereichen intendiert. Die durch die Denkmalbehörden erarbeiteten Leitlinien sollen daher helfen den Ausbau von Anlagen zur Gewinnung von Sonnenenergie zu fördern, ohne dass die besondere Bedeutung der Gebäude, die unter dem Schutz des Berliner Denkmalschutzgesetzes (DSchG Bln) stehen, wesentlich geschmälert wird.

Im Zusammenhang mit der Installation von Solaranlagen auf Baudenkmalen sind zwei grundsätzliche Herausforderungen festzustellen und zu bewerten: In welchem Ausmaß wird historische Bausubstanz hierfür zerstört (zum Beispiel Teile der Dachkonstruktion und -deckung oder Wand- und Deckenbereiche für die Leitungsführung bis zum Wechselrichter) und wie wird das Erscheinungsbild beziehungsweise das Ortsbild verändert und gegebenenfalls beeinträchtigt?

Berlin verfügt über einen großen Bestand an Flachdächern. Diese ermöglichen meist eine unauffällige Installation von Solaranlagen, auch am Denkmal. Ein prominentes Beispiel hierfür ist das Rote Rathaus, das über eine große Anzahl an Solarmodulen auf dem Dach verfügt, die aus dem öffentlichen Raum jedoch nicht wahrnehmbar sind.

3.2.

Grundlagen der Solarenergienutzung



Abbildung 6
Solarenergienutzung.

Alle erneuerbaren Energien regenerieren sich aus der unerschöpflichen Kraft der Sonne. Pflanzen, die Biomasse produzieren, benötigen Sonnenstrahlung für ihr Wachstum; Wind- und Wasserkraft basieren auf den sonnenbedingten Wetterphänomenen Wind und Niederschlag. Die Sonnenenergie kann mithilfe von Solaranlagen (hierunter fallen Photovoltaikanlagen, solarthermische Kraftwerke und Sonnenkollektoren) auch direkt genutzt werden, indem die Energie aus der Sonnenstrahlung ohne Umwege in Strom oder Wärme umgewandelt wird. Während 2016 noch etwa 2 Prozent der weltweiten Stromversorgung aus Sonnenenergie herrührten, lässt sich diese Zahl für das Jahr 2030 auf etwa 13 Prozent prognostizieren.⁸

Photovoltaikanlagen generieren elektrischen Strom, indem sie den photoelektrischen Effekt ausnutzen („photo“ steht hierbei für Licht und „volta“ für Volt). Bei diesem physikalischen Vorgang wird durch Sonnenlicht (die kurzwellige, elektromagnetische Strahlung der Sonne) auf bestimmten Metallen oder Halbleitern eine elektrische Spannung erzeugt. Diese lässt sich zumindest teilweise in Form von elektrischem Strom nutzen. Halbleiterzellen, zum Beispiel aus Silizium-Wafern (dünne Scheiben, auf die integrierte Schaltungen aufgebracht werden), wandeln so eingefangenes Sonnenlicht in Strom um. Die Technologie hierfür konnte inzwischen am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (Fraunhofer ISE) in Freiburg so weit erforscht und weiterentwickelt werden, dass es gelungen ist, für die Anwendung in Kraftwerken und im Weltraum den Wirkungsgrad von Halbleiterzellen auf hocheffiziente 47 Prozent zu steigern.⁹

⁸ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: Solarenergie, 2022, <https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Technologien/Solarenergie-Photovoltaik/solarenergie-photovoltaik.html> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

⁹ Vgl. Fraunhofer ISE: Presseinformation #13, 30.05.2022, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2022/fraunhofer-ise-entwickelt-effizienteste-solarzelle-der-welt-mit-47-komma-6-prozent-wirkungsgrad.html> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Um die Spannung zu erhöhen, werden viele Solarzellen mit einem Trägermaterial zu einem Modul vereint und oberseitig mit Glas oder einer transparenten Folie geschützt. Eine alternative Technologie hierfür ist die sogenannte Dünnschichtphotovoltaik. Cadmiumtellurid oder Kupfer-Indium-Komposite (CIS/CIGS) werden dabei in dünnen Schichten auf Glasflächen abgeschieden, anschließend in Hunderte Einzelzellen zerlegt und zu einem Modul verschaltet.¹⁰

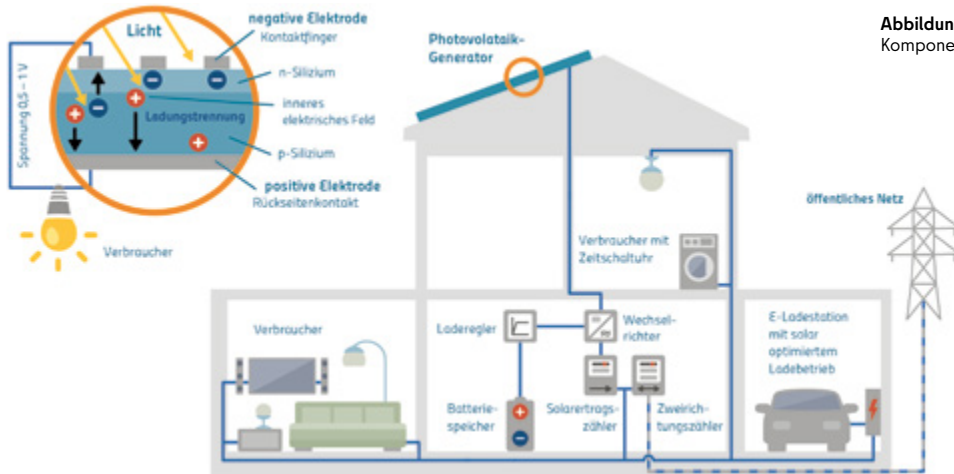


Abbildung 7
Komponenten einer PV-Anlage.

In Abhängigkeit von der gewünschten Peak-Leistung schaltet man mehrere Solarmodule zu einem sogenannten String zusammen. Die Photovoltaikanlage benötigt zudem mindestens einen Wechselrichter, der den in den Modulen erzeugten Gleichstrom in Wechselstrom mit 50 Hertz Netzfrequenz umwandelt.¹¹ Dadurch kann der Strom direkt von Haushaltsgeräten genutzt werden. Die lokale Speicherung des produzierten Stroms ist allerdings nur bedingt möglich. Daher ist die Einspeisung in das öffentliche Stromnetz bisher die gängigste Art, Solarstrom in Deutschland zu nutzen. Netzgekoppelte Photovoltaikanlagen tragen in Deutschland maßgeblich zur Energieversorgung bei und werden mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz gefördert.¹² Aufgrund klima- und geopolitischer Entwicklungen wird die Solarstromnutzung in naher Zukunft für den direkten privaten und öffentlichen gebäudebezogenen Verbrauch immer wichtiger werden.

Solarthermische Anlagen (Solarkollektoren), die die Wärme aus der Sonnenenergie direkt nutzbar machen, werden in Deutschland seit vielen Jahren zur Warmwassergewinnung für den täglichen Bedarf oder zur Aufbereitung von heißem Wasser für Heizungsanlagen in Haustechnikkonzepten integriert. Wie die Photovoltaik hat aber auch die Solarthermie das Problem, dass die meiste Energie während der Monate mit hoher Sonneneinstrahlung erzeugt wird. In der Jahreszeit, in der die Wärme vorrangig zur Verfügung steht, wird im Regelfall keine Heizwärme benötigt. Alternativ kann aber auch Strom aus PV-Anlagen zur Erzeugung von Warmwasser beziehungsweise zum Betrieb von Wärmepumpen eingesetzt werden. Zudem führt die starke Erhitzung solarthermischer Systeme im Sommer dazu, dass für die Anlagen sehr große Speichervolumina gebraucht werden. Diese werden nicht nur

¹⁰ Vgl. EUMB Pöschk GmbH & Co. KG: Solarwissen. Energielexikon/Glossar. Photovoltaikanlagen, o.J., <https://www.solarwende-berlin.de/lexikoneintrag/photovoltaikanlage> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

¹¹ Vgl. ebd.

¹² Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Anm. 8).

für den eigentlichen Wärmebedarf im Gebäude selbst ausgelegt, sondern sind auch für den Überhitzungsschutz notwendig. Die Technik kann dadurch ineffizient werden. Solarthermische Systeme werden aus diesen Gründen heutzutage in der Wärmeversorgung von kleineren und mittleren Wohngebäuden nur noch wenig genutzt und kommen vorzugsweise in größeren Einrichtungen wie Hotels oder Krankenhäusern zum Einsatz, wo auch im Sommer viel Warmwasser benötigt wird.¹³



Abbildung 8
Solarthermie und Photovoltaik
auf dem Dach des Futuriums.



Abbildung 9
Transparente Wärmedämmung.

¹³ Vgl. EUMB Pöschk GmbH & Co. KG: Solarwissen. Energielexikon/Glossar. Solarthermie, o.J., <https://www.solarwende-berlin.de/lexikoneintrag/solarthermie> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Seltener genutzte Produkte zur solaren Wärmeengewinnung, die keine Wandelprozesse benötigen, sind Luftkollektoren und die transparente Wärmedämmung. Erstere werden als Module direkt an Fassaden aufgebracht, um Außenluft anzusaugen, sie an durch Sonneneinstrahlung erwärmten Absorberblechen vorbeizuführen und anschließend als Warmluft dem Gebäude zuzuführen. Ein transparentes Wärmedämmsystem (TWD) besteht zum Beispiel aus Polycarbonat- oder transluzenten Granulatplatten mit rückseitiger schwarzer Absorptionsschicht, die auf die Außenwand aufgebracht werden. Durch Sonneneinstrahlung erwärmt sich das Material und die gewonnene Wärme wird direkt an die dahinter liegenden Räume abgegeben.¹⁴

Dieser Leitfaden behandelt – sofern nicht explizit von Photovoltaik (PV) gesprochen wird – unter dem Begriff Solaranlagen grundsätzlich photovoltaische und solarthermische Systeme gleichermaßen. Dabei liegt aber der Fokus auf den PV-Anlagen. Module, auch im Sinne dieses Leitfadens, meinen dabei, im Gegensatz zu den Solarkollektoren zur Wärmeengewinnung, grundsätzlich die aus mehreren PV-Zellen bestehenden Paneele zur Stromerzeugung.

¹⁴ Vgl. Heinze GmbH, NL Berlin, BauNetz: Glossar. Baunetz_Wissen_Dämmstoffe. Transparente Wärmedämmung, o.J., <https://www.baunetzwissen.de/glossar/t/transparente-waermedaemmung-1058001> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

3.3.

Solartechnologie und auf dem Markt befindliche Systeme

Photovoltaik wird heutzutage vielfältig eingesetzt. Die Bandbreite der Anwendung reicht von sehr kleinen Zellen, zum Beispiel in Elektronikgeräten, bis hin zur kommerziellen Stromerzeugung in Solarparks, wo preisgünstige Module in großer Anzahl benötigt werden. Für die private Nutzung am Gebäude werden vor allem Photovoltaikanlagen mit hohen Wirkungsgraden nachgefragt. Farbige oder transparente Module eignen sich für architektonisch anspruchsvolle Fassadengestaltungen. Der Modulaufbau und die Art der verwendeten Solarzellen bestimmen Wirkungsgrad und Erscheinungsbild sowie die konkrete Verwendung der Solarmodule.

Derzeit sind für Solarmodule, die an Gebäuden oder in kommerziellen Anlagen zum Einsatz kommen, im Wesentlichen drei Arten von Solarzellen relevant: polykristalline, monokristalline oder aus amorphem Silizium aufgebaute Zellen. Kristallines Silizium ist ein Bestandteil von Quarzsand, das nach energieintensiven Reinigungsprozessen für die Nutzung in der Photovoltaik zur Verfügung steht.¹⁵ Die Siliziumrohzellen (Silizium-Wafer) zur Herstellung einer Solarzelle werden aus blockförmigen kristallinen Rohlingen gewonnen, die zunächst in dünne Scheiben geschnitten und dann auf eine Metallplatte aufgebracht werden. Quaderförmige Blöcke dienen als Rohmaterial für polykristalline Zellen, aus säulenförmigen Rohlingen werden monokristalline Zellen geschnitten. Dieser Herstellungsprozess beeinflusst das Aussehen der Solarzellen und der später daraus entstehenden Module.

Arten von Solarzellen und Modulen

Damit möglichst viele Photonen (die Energieträger in den Sonnenstrahlen) auf das Silizium in der Solarzelle treffen können, ist deren Oberseite mit einer hauchdünnen Antireflexschicht überzogen, die auch reflektierendes Sonnenlicht einfängt. Darunter folgt die oberste Kontaktschicht (der Minuspol), ein Gitter aus Leiterbahnen. Dieses Gitter ist auf der Zelle mit seinen Sammelschienen und den feinen, dazu meist rechtwinklig angeordneten Kontaktfingern der Minuspole sichtbar. Es lässt das Sonnenlicht hindurch und auf die darunter liegende obere Siliziumschicht treffen. Diese wurde gezielt durch Phosphor verunreinigt (n-dotiert), sodass die Photonen hindurchdringen und in die anschließende neutrale Grenzschicht gelangen können. Dort werden positiv geladene Teilchen frei, die zur unteren, mit Bor versetzten (p-dotierten) Siliziumschicht wandern. Diese befindet sich auf

¹⁵ Vgl. Kantonale Denkmalpflege Bern; Kantonale Denkmalpflege Zürich (Hg.): Energie und Baudenkmal. Ein Handbuch. Band 4: Solarenergie. Zürich 2014, S. 26.

einer vollflächigen Metallplatte (Kontaktschicht), dem Pluspol, die gleichzeitig den unteren Abschluss der Zelle bildet. Strom fließt, wenn man den Stromkreis schließt, das heißt beide Kontakte mit einem Stromkabel verbunden werden.¹⁶

Der Aufbau einer Solarzelle

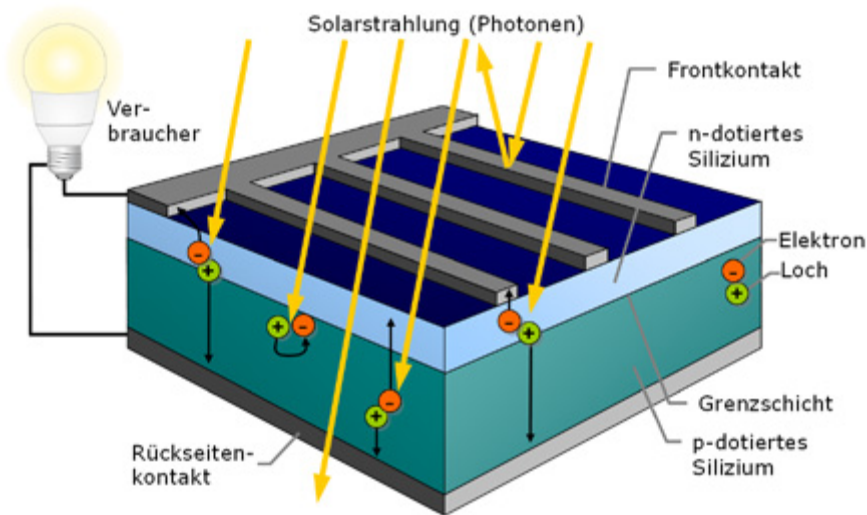


Abbildung 10
Aufbau und Vorgänge in einer Solarzelle.

Um ein Solarmodul herzustellen, werden die Solarzellen in Serie oder parallel geschaltet und entweder zwischen zwei Glasplatten oder zwischen einer Glasplatte und einer Rückseitenfolie hermetisch verkapselt. So sind die Zellen vor Umwelteinflüssen geschützt. Das Modul erhält einen stabilen Rahmen aus Aluminium oder Edelstahl und wird an der Glasplatte abgedichtet. Neben der Binnenstruktur der Zellränder ist auch der Rahmen, der dem sicheren Halt des Moduls und der Erleichterung von Transport und Montage dient, auf mit Solarmodulen belegten Dächern vielfach deutlich wahrnehmbar.

¹⁶ Vgl. Enercity: Solaranlagen: Wie funktioniert eine Solarzelle?, 09.02.2021, <https://www.enercity.de/magazin/unsere-welt/so-funktioniert-eine-solarzelle> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Solarmodule aus polykristallinen Zellen



Abbildung 11
Polykristalline Solarzellen in
einem Solarmodul.

Polykristalline Solarmodule sind vergleichsweise einfach und günstig herzustellen und waren bisher weitverbreitet. Die Zellen fallen durch ihr prägnantes Erscheinungsbild – eine lebhaftige Struktur unterschiedlicher Kristalle in verschiedenen Tönungen – auf. Die daraus hergestellten Module erscheinen in einer meist dunkelblauen Gitteroptik und sind sehr robust gegenüber Wettereinflüssen. Es werden derzeit Wirkungsgrade zwischen 12 und 16 Prozent erreicht. Das ist weniger als bei der monokristallinen Zelltechnologie. Gründe hierfür sind die unterschiedliche Anordnung der Kristalle im Material, wodurch an ihren Grenzen Defekte auftreten, sowie der generell geringere Anteil an Silizium, der zum Einsatz kommt.¹⁷

Solarmodule aus monokristallinen Zellen



Abbildung 12
Monokristalline Module.

¹⁷ Vgl. Fuchs, Giuliano: Aufbau, Funktionsweise und Ertrag eines Solarmoduls, 19.01.2022, <https://www.net4energy.com/de-de/energie/aufbau-solarmodul> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Bei der Herstellung von monokristallinen Zellen wird geschmolzenes Silizium zu einkristallinen Stäben gezogen. Diese Einkristalle werden zu kreisrunden oder quadratischen Scheiben von 1 Millimeter Dicke (Wafer) zersägt. Da bei dieser Produktionstechnik nicht mehrere Kristalle aneinandergrenzen, können keine Defekte an den Kristallgrenzen entstehen. Die Wirkungsgrade sind dadurch höher; der Herstellungsprozess ist aber aufwendiger als bei polykristallinen Zellen. Die dunkelblauen bis schwarzen monokristallinen Zellen wirken sehr homogen. Mit einem Wirkungsgrad von bis zu 20 Prozent¹⁸ sind monokristalline Solarmodule derzeit die leistungsfähigsten Photovoltaikmodule am Markt. Sie eignen sich besonders dann, wenn wenig Fläche für eine Solaranlage zur Verfügung steht und Wert auf eine ruhig wirkende Gestaltung gelegt wird.

Solarmodule aus Dünnschichtzellen



Abbildung 13
Dünnschichtmodule.

Für Dünnschichtzellen werden photoaktive Halbleiter (wie amorphes oder kristallines Silizium oder Kupfer-Indium-Diselenid) in extrem dünnen Schichten (0,001 gegenüber 0,2 Millimeter der Dickschichtzellen) auf eine Glasplatte oder ein anderes Trägermedium aufgedampft oder aufgesprüht. Das ermöglicht auch die Herstellung von flexiblen Solarmodulen. Da das Trägermaterial bei Dünnschichtzellen theoretisch auch beliebig zugeschnitten werden kann, sind zudem Maßanfertigungen möglich. Hierbei wird viel weniger Silizium als bei mono- und polykristallinen Solarzellen benötigt, die Fertigung von Dünnschichtmodulen fällt somit deutlich günstiger aus. Der geringere Energieverbrauch, die Möglichkeit einer hohen Automatisierung bei der Herstellung sowie der Aspekt, dass auch bei schwachem Licht in den Dünnschichtmodulen gute und konstante Solarstromerträge erzielt werden können, sind weitere Vorteile gegenüber der kristallinen Siliziumtechnologie.

Im Gegensatz zu den miteinander verlöteten Zellen in den Dickschichtmodulen werden Dünnschichtzellen im Herstellungsprozess intern verbunden. Die Verbindungen sind kaum wahrnehmbar, die Module wirken daher sehr homogen. Sie werden üblicherweise in charakteristischen, rötlich-braunen und schwarzen bis hin zu dunkelgrünen Tönen hergestellt. Der Wirkungsgrad bewegt sich zwischen 6 und 10 Prozent und ist damit deutlich geringer

¹⁸ Vgl. ebd.

als bei den kristallinen Modulen. Der Marktanteil von Dünnschichtmodulen wächst jedoch unter anderem aufgrund der Vorteile bei der Produktion und der Möglichkeiten für ihre Anwendung stetig.¹⁹

Organische Solarzellen



Abbildung 14
Organische Solarzelle.

Organische Solarzellen sind eine weitere Form von Dünnschichtzellen. Bei der noch jungen Technik bestehen die leitenden Materialien aus Kohlenwasserstoffverbindungen (Kunststoffen). Diese dürfen allerdings von der UV-Strahlung nicht zerstört werden, während sie ein möglichst breites Spektrum des Lichts aufnehmen sollen – eine Herausforderung bei ihrer Entwicklung, die noch am Anfang steht. Bisher sind sie mit Wirkungsgraden von durchschnittlich unter 10 Prozent²⁰ noch nicht sehr effizient. Allerdings hat das Fraunhofer ISE unter Laborbedingungen schon Ergebnisse erzielt, die zuversichtlich stimmen lassen, dass diese Technik perspektivisch effizienter werden wird.²¹ Vorteile sind die kostengünstige Produktion, das geringe Gewicht sowie die hohe Flexibilität. Insofern ist zu erwarten, dass organische Solarzellen zukünftig in vielfältigen Bereichen zur Anwendung kommen und als geeignete Alternative zu Siliziumsolarzellen Marktanteile hinzugewinnen werden.²²

Weiterentwicklung der Modulproduktion

Die Modulproduktion entwickelt sich heute zunehmend in Richtung der leistungstärkeren sogenannten Halbzellenmodule (auch als Half-Cut- oder HC-Module bezeichnet). Diese integrieren meist jeweils 120 statt der üblichen 60 Zellen eines klassischen Moduls. Verwendet werden dafür aber im Grunde die gleichen Materialien. Bei der Halbzellentechnologie,

¹⁹ Vgl. ebd.

²⁰ Vgl. Solarwatt GmbH: Organische Solarzellen: Vor- und Nachteile, 15.01.2021, <https://solarenergie.de/hintergrundwissen/solarenergie-nutzen/solarzellen/organische-solarzellen> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

²¹ Vgl. Fraunhofer ISE: Organische Solarzellen und -module, 2023, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/photovoltaik/perowskit-und-organische-photovoltaik/organische-solarzellen-und-module.html> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

²² Vgl. Solarwatt GmbH (Anm. 20); Fuchs, Giuliano: Organische Solarzellen für die Photovoltaik, 06.12.2021, <https://www.net4energy.com/de/energie/organische-solarzellen> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

die nach Studien des Fraunhofer ISE durchschnittlich 2 bis 3 Prozent mehr Modulleistung erzielt,²³ werden reguläre Solarzellen nach der Produktion in zwei Hälften geschnitten. Die Moduloberfläche besteht dadurch aus einem kleinteiligeren Rechteckraster. Aufgrund der kleineren Einzelzellen in größerer Anzahl ist die Lichtausbeute auch bei Verschattung größer und Leistungsverluste fallen geringer aus.

Auch die PERC-Technologie ist eine Weiterentwicklung zur Effizienzsteigerung von Modulen. PERC steht für „Passivated Emitter and Rear Cell“ („Zelle mit passivierter Emissionselektrode und Rückseite“). Hierfür wird eine spezielle Schicht, die sogenannte Rückseitenpassivierung, auf die Rückseite des Moduls aufgetragen. Diese Schicht bewirkt, dass der Teil des Lichts, der üblicherweise bis zur Rückseite der Zelle gelangt, ohne Elektronen aus dem Halbleiter zu lösen und damit Strom zu erzeugen, wieder in die Zelle reflektiert wird. Dies betrifft vor allem das langwellige rote Licht, das insbesondere in den Morgen- und Abendstunden auf die Solarmodule trifft, wenn das kurzwellige, energiereiche Blaulicht der Sonne stärker gestreut wird. Durch die PERC-Technologie kann das rote Sonnenlicht besser genutzt werden, wodurch sich der Wirkungsgrad der Module um 1 Prozent erhöht. Derzeit ist noch ungewiss, ob sich die Technologie langfristig durchsetzen kann.²⁴ Auch verlieren die Module über die Nutzungsdauer technologiebedingt etwas schneller ihre Leistung als andere Varianten. Steht jedoch nur wenig Fläche für eine Solaranlage zur Verfügung, kann der Einsatz der effizienteren PERC-Module sinnvoll sein.

Farbvarianten und transparente Solarmodule

Wenn Photovoltaik nicht nur als technische Ergänzung an einem Gebäude verstanden wird, sondern auch ästhetische Ansprüche erfüllen soll, sind Alternativen zu den bläulich-belebten polykristallinen oder flächig-dunklen monokristallinen Modulen erwünscht. Die technologische Herausforderung liegt darin, dass Farb- und Oberflächenvarianten die Wirkungsweise der Photovoltaik nicht zu stark einschränken dürfen. Licht muss in ausreichendem Maße auf die Solarzellen treffen können. Die feinen Strukturen der Kontakte auf den Zellen bleiben bis zu einem gewissen Grad auf der Moduloberfläche sichtbar. Noch nicht viele Hersteller haben sich hierauf spezialisiert, aber der Markt bietet Module an, die auf roten Ziegeldächern unauffälliger wirken. Sie werden mit farblich angepasstem Rahmen und Deckglas hergestellt.

Eine weitere Möglichkeit, die zur breit gefächerten Farbgebung von Modulen entwickelt wurde, ist der Einsatz spezieller Folien zwischen Solarzellen und Deckglas. Die so farblich individuell gestaltbaren Module sind vor allem zur gestalterischen Anwendung bei Fassaden in der bauwerkintegrierten Photovoltaik (siehe nachfolgenden Abschnitt) interessant. Die Wirkungsgrade variieren in Abhängigkeit von Zelltechnik und Farbe. Auch bei dunklen Modulen können die Rahmen in der Farbe angepasst werden, sodass sie sich innerhalb der Photovoltaikanlage zurücknehmen.

²³ Vgl. Kämpel, Nadine: Halbzellenmodule – Warum die neue Technologie den Photovoltaikmarkt erobert, 08.08.2022, <https://www.wegatech.de/ratgeber/photovoltaik/grundlagen/halbzellenmodule/#:~:text=Halbzellen%20sind%20normale%20Solarzellen%2C%20die,Module%20oder%20HC%2DModule%20bezeichnet> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

²⁴ Vgl. Kämpel, Nadine: PERC-Module – Funktion, Vorteile & Kosten, 18.07.2022, <https://www.wegatech.de/ratgeber/photovoltaik/grundlagen/perc-module/> (letzter Aufruf am 30.05.2023).



Abbildung 15
Farblich angepasste Module auf dem Rathaus in Nürnberg.

Lichtdurchlässige Solarmodule (auch als transparente oder semitransparente Module bezeichnet)²⁵ können sowohl mit der Dickschicht- als auch Dünnschichttechnik hergestellt werden. Hierbei sind die Zellen komplett in Glas (Glas-Glas-Module), Folie oder eine Kombination aus beidem eingebettet, sodass Licht durch die Module hindurchdringen kann. Das Glas kann zudem Wärmeschutz- oder Sicherheitsanforderungen erfüllen. Die PV-Zellen erscheinen als dunkle Karostruktur im ansonsten transparent wirkenden Modul und sorgen somit für eine Licht-Schatten-Wirkung, die eine besondere Ästhetik erzeugt. Bei Dünnschichtmodulen wird das Glas farblich an die Zellen angepasst, sodass eine getönte, transparente Wirkung entsteht. Diese Module sind für vielfältige Einsatzgebiete, zum Beispiel Wintergärten, Carports, Überdachungen, teiltransparente Verschattungselemente und für Fassaden, prädestiniert – vor allem bei hohen gestalterischen Ansprüchen.



Abbildung 16
Semitransparente Module.

²⁵ Vgl. Janßen, Kai: Transparente Solarmodule: Wirkungsgrad, Kosten, Vor- und Nachteile, 26.03.2023, <https://gruenes.haus/transparente-solarmodule/> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Flexible Module und Solardachbahnen

Bis vor einigen Jahren waren in Deutschland auch Dachbahnen erhältlich, die Solartechnik integrierten, indem kristalline Siliziumzellen in glasfaserverstärkten Kunststoff eingebettet wurden. Sie konnten anstelle von regulären Dachabdichtungen und in Kombination mit diesen eingesetzt werden. Die Verkabelung erfolgte dachoberseitig über Anschlussschienen zwischen den solaraktiven Bereichen der Bahnen. Trotz naheliegender Vorteile in der Anwendung auf Flachdächern haben sich Produkte dieser Art nicht etablieren können.

Abgelöst werden sie heutzutage von besonders dünnen Modulen, wie sie zum Beispiel von Herstellern in Österreich, der Schweiz und Frankreich produziert werden. Diese arbeiten ebenfalls mit Glasfaserträgermaterialien und monokristallinem Silizium und kommen ohne Glasdeckschicht aus. Dadurch sind die Module äußerst leicht und flexibel und eignen sich so für Bereiche, in denen nur geringe Traglasten möglich sind, oder für gebogene Oberflächen. Ähnlich wie bei Wohnmobilen können die Module mit speziellen Klebern auf ganz unterschiedliche Untergrundmaterialien am Gebäude aufgeklebt werden. Alternativ ist auch ein Aufschrauben oder die magnetische Befestigung an einer Unterkonstruktion möglich.

Bei der Anwendung auf Denkmälern ist die Irreversibilität von geklebten Modulen zu berücksichtigen. Die bahnartigen Module können ebenso gut in die Flächen zwischen den Stehfalzen von Metalldächern eingepasst werden. Auch wenn maßangefertigte Größen möglich sind und die Module keine Rahmen haben, werden sie kaum flächendeckend auf einer Dachfläche aufgebracht werden können, zumal Wartungs- und Installationsbereiche freigehalten werden müssen. Daher können sich die PV-belegten Flächen unter Umständen visuell als dunkle Rechtecke von ihrem Untergrundmaterial abheben. Wenn die Dach- oder Fassadenflächen einsehbar sind und Wert auf ein homogenes Erscheinungsbild gelegt wird, wäre daher gegebenenfalls im Rahmen der Planung zu prüfen, ob der Untergrund farblich angepasst werden kann.



Abbildung 17
Leichte und flexible PV-Module werden auf ein Blechdach geklebt.

Bauwerkintegrierte Photovoltaik (BIPV)

Unter bauwerkintegrierter Photovoltaik versteht man die Integration von Solarmodulen in die Hülle eines Bauwerkes. Dabei wird das Photovoltaikelement multifunktionaler, gestalterischer und bautechnischer Bestandteil des Gebäudes und ersetzt damit ein Bauteil der Gebäudehülle. Das Solarmodul erzeugt somit nicht nur Strom, sondern kann auch dem Witterungs- oder Wärmeschutz dienen und Verschattungsfunktionen übernehmen.



Abbildung 18
Bauwerkintegrierte Photovoltaik
in Zürich – Solarmodule mit
integriertem farbigem Film.

Neben seiner technischen Funktionalität muss sich die BIPV, stärker noch als additive Solarelemente, auch ästhetisch in das Gebäude einfügen. Daher werden BIPV-Module unter dem Gesichtspunkt der gestalterischen Möglichkeiten – hier sind Farbe, Transparenz, Oberflächenstruktur oder auch Form von Bedeutung – entwickelt und eingesetzt. Auch die Installation der Elemente, zum Beispiel wie einfach die Module als Dachhaut auf einer Unterkonstruktion befestigt, miteinander verbunden und verschaltet werden können, spielt eine Rolle.

Gerade im Neubau bietet die bauwerkintegrierte Photovoltaik ein hohes Potenzial, um aktiv energiegewinnende Gebäude zu entwerfen. Die Zell- und Modultechnologie entwickelt sich weiter, das Spektrum an Gestaltungsmöglichkeiten wächst. Nicht nur im Bereich der Dachdeckungen existiert heute schon eine große Auswahl an Systemen, die hohen ästhetischen Ansprüchen folgen. Monokristalline PV-Module werden hierbei zum Beispiel als sogenannte Indachanlagen flächig eingebaut und sorgen für eine sehr homogen erscheinende Dachfläche. Solche Produkte können natürlich auch bei Bestandsgebäuden zur Anwendung kommen; bei Denkmälern existieren aufgrund der starken visuellen Wirkung und der substanziellen Eingriffe allerdings nur begrenzte Einsatzmöglichkeiten. Institutionen wie die Beratungsstelle für bauwerkintegrierte Photovoltaik des Helmholtz-Zentrums Berlin für Materialien und Energie (BAIP) haben es sich zur Aufgabe gemacht, Planende zu

technischen und gestalterischen Fragen zu beraten.²⁶ Auch verschiedene Studiengänge haben das Thema BIPV inzwischen integriert, sodass davon auszugehen ist, dass Solartechnik zukünftig noch stärker als Teil der Architekturaussage Gebäude und Stadtbilder prägen wird.

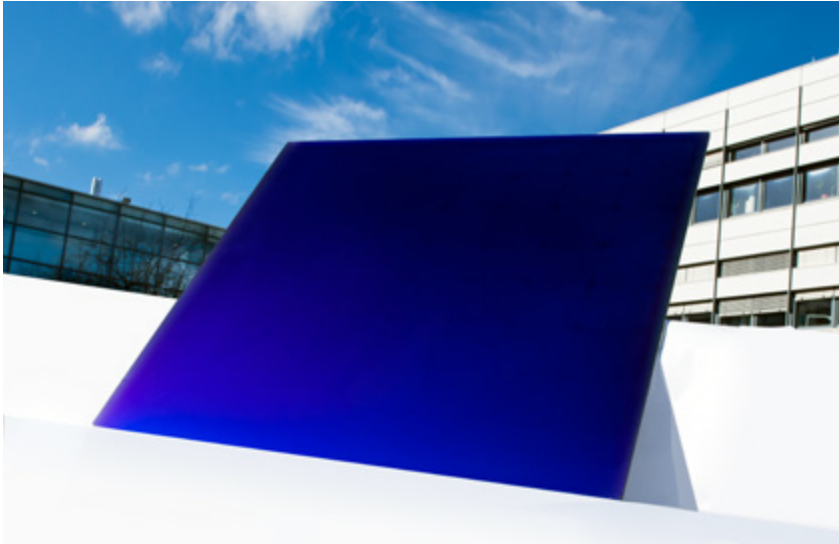


Abbildung 19

Die Forschung am Fraunhofer ISE lässt breite Anwendungsmöglichkeiten der Photovoltaik für die Fassadenintegration durch Farb- und Formvielfalt erhoffen.

Solardachsteine, -schindeln und -ziegel

Solardachsteine, Solarschindeln oder Solardachziegel sind kleinteilige Photovoltaikmodule, unter anderem auch in Form von traditionellen Dachziegeln oder Dachpfannen. Sie werden anstelle einer regulären Dachdeckung als Teil der wasserführenden Ebene des Daches verlegt. Solardachsteine bieten eine Alternative für die Solarenergienutzung, wenn in den Anwendungsbereichen großflächige, aufgesetzte Module nicht erwünscht oder aus ästhetischen Gründen nicht genehmigungsfähig sind – zum Beispiel im Kontext von denkmalgeschützten Gebäuden. Der Markt hat inzwischen eine Vielzahl an Produkten hervorgebracht, die visuell und technisch überzeugen. Die auf der Traglattung des Daches verlegten Einzelelemente müssen von Dachdeckerin oder Dachdecker zu einer zusammenhängenden Solaranlage verkabelt werden, was abhängig vom System über die vorhandenen Steckerverbindungen relativ unkompliziert möglich, wenn auch vergleichsweise zeitaufwendig ist. Gerade die Möglichkeit, eine kleinteiligere oder an traditionell gedeckte Dächer erinnernde PV-aktive Oberfläche schaffen beziehungsweise die Elemente gegebenenfalls sogar in traditionell gedeckte Dächer integrieren zu können, spricht für diese Produkte.

²⁶ Internetseite der BAIP: https://www.helmholtz-berlin.de/projects/baip/index_de.html.



Abbildung 20
Bauwerkintegrierte Photovoltaik-
schindeln.

Die Systeme arbeiten hierbei mit unterschiedlichen Designs und Ansätzen. Zum Beispiel werden Glasmodule, die rautenförmige oder rechteckige Schuppen bilden, mit gleichartigen Blindelementen ohne Solarzellen zu einer visuell einheitlichen Dachdeckung kombiniert. Bei Ausführung in dunklen Farbtönen kann diese an Schieferdächer oder auch Dächer aus Faserzementplatten erinnern und zu sehr hochwertig wirkenden, ästhetisch ansprechenden Ergebnissen führen.



Abbildung 21
Auch Biberschwanzdachziegel
können imitiert werden – hier die
Einzelanfertigung eines Musters
mit Pressglasoberfläche.

Auch Biberschwanzziegeln nachempfundene Elemente sind erhältlich. Die Farbpalette dieser Systeme reicht von transparent bis zu Ausführungen in Schwarz, Anthrazit, Rot und unterschiedlichen RAL-Farbtönen. Andere Hersteller verbinden reguläre Dachziegel aus Ton oder Betondachsteine mit dem Solarmodul, indem dieses oberseitig auf eine entsprechende

Vertiefung dauerhaft aufgeklebt oder dort aufgesteckt wird. Der Dachstein hat damit im Bereich des Moduls eine Glasoberfläche. Die solaraktive Oberfläche ist bei vielen dieser Produkte nur noch durch filigrane „Nadelstreifen“ beziehungsweise die Glasabdeckung wahrnehmbar.



Abbildung 22
Solarflachziegel.

Auch wenn das Trägerelement ein keramischer Dachziegel sein kann, ist die Bezeichnung „Ziegel“ hier wohl eher irreführend, da es sich im eigentlichen Sinne um eine Materialkombination handelt. Die Solardachsteine weisen je nach Produkt die Form von regulären Flachziegeln oder S-Pfannen auf, sind aber großformatig. Bei dunklen und engobierten oder glasierten Dachdeckungen können sich solche PV-Module, gegebenenfalls auch als Biberschwanzdeckungen, in den Bestand weitgehend unauffällig einfügen. Es gibt auch Produkte in Rot oder Rotbraun, bei denen sich die Solarzellen sehr zurückhaltend darstellen. Wahrnehmbar werden sie auf einem gedeckten Dach bei genauem Hinsehen jedoch immer sein. Wie dies in seiner Gesamtheit wirkt und ob der Materialwechsel auch denkmalfachlich vertretbar ist, ist vom konkreten Fall abhängig. Auch für Neubauten können solche Lösungen eine gestalterisch ansprechende Alternative zu regulären Aufdach-PV-Anlagen darstellen.

Die hier beschriebenen und abgebildeten Systeme stehen stellvertretend und wertungsfrei für eine Vielzahl an Produkten, die zurzeit bezogen werden können. Für weitere Informationen sei unter anderem auf die Internetseite des SolarZentrums Berlin verwiesen.²⁷

²⁷ Die Seite stellt unterschiedliche kleinteilige Solarmodule vor: <https://www.solarwende-berlin.de/blog/innovation/solardachziegel-optisch-ansprechende-aber-kostenintensive-alternative>.

Sonderlösungen

Es gibt diverse Sonderlösungen für Photovoltaik am Gebäude und im Stadtraum, die in den nächsten Jahren im Kontext klimaneutraler Städte verstärkt genutzt werden könnten. Beispielhaft sind hierfür Gehwegplatten²⁸ und Stadtmobiliar, die perspektivisch einen Einfluss auf Funktionsvielfalt und Oberflächen im Stadtraum haben werden. Des Weiteren seien hier Solarmarkisen genannt, die flexible Module als Verschattungstuch nutzen und so Sonnenschutz und Stromerzeugung vereinen. Inwieweit solche und ähnliche Produkte am Denkmal zum Einsatz kommen können, ist im Einzelfall zu beurteilen. Für die Eigenstromversorgung, insbesondere im Mietwohnungsbereich, sind Stecker-Solar-Module entwickelt worden. Die kleinen Anlagen verfügen in der Regel über ein bis zwei Photovoltaikmodule, die zum Beispiel am Balkon, an der Fassade, auf Flachdächern oder in Gärten installiert werden können. Ihr Anschluss ist ohne großen Planungsaufwand direkt an das Hausnetz über eine Steckdose möglich.²⁹ Jedoch sind Standsicherheit sowie die Anmeldung bei Netzbetreiber und Bundesnetzagentur zu beachten.

Bei denkmalgeschützten Fassaden ist der Einsatz dieser sogenannten PV-Plugs oder Balkonmodule häufig mit ungünstigen Auswirkungen auf das den Denkmalwert prägende Erscheinungsbild verbunden. Unproblematisch erscheint hingegen, jedenfalls aus denkmalfachlicher Sicht, wenn Mieterinnen und Mieter das nicht einsehbare Flachdach ihres Wohnblocks im Rahmen einer Gemeinschaftsanlage mit „ihrem“ Modul belegen.

28 Vgl. Bellini, Emiliano: Neues Solarmodul für Photovoltaik-Erzeugung auf Gehwegen, 31.05.2022, <https://www.pv-magazine.de/2022/05/31/neues-solarmodul-fuer-photovoltaik-erzeugung-auf-gehwegen/> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

29 Vgl. EUMB Pöschk GmbH & Co. KG: Stecker-Solar-Module. Eine Alternative für Mieter*innen und Wohnungseigentümer*innen, o.J., https://www.solarwende-berlin.de/fileadmin/user_upload/Solarwende/Grafiken_Contentseiten/SolarZentrum/Flyer_und_Leitfaeden/PV_Plug_Flyer_SolarZentrum_neu.pdf (letzter Aufruf am 30.05.2023).

3.4.

Technische Grundlagen und Installation von Solaranlagen

Welcher Standort für die Installation einer Solaranlage geeignet und aus technischer und energetischer Sicht im Einzelfall sinnvoll ist, hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Dabei spielen neben der Lage, der verfügbaren Fläche und der Umgebungssituation auch Nutzungsinteressen und -möglichkeiten eine Rolle. Wenn das Sonnenlicht im rechten Winkel auf die Solarmodule trifft, liefert eine Photovoltaikanlage den größten Ertrag. Eine nach Süden ausgerichtete Dachfläche ist für eine effiziente Stromerzeugung als optimal anzusehen; der ideale Neigungswinkel liegt in Deutschland bei etwa 30 bis 35 Grad. Auf einem Dach mit Ost-West-Ausrichtung produziert eine Photovoltaikanlage vor allem morgens und abends Strom. Da dies die Zeit ist, in der die Bewohnerinnen und Bewohner meist auch zu Hause sind und Haushaltsgeräte und Sanitäranlagen nutzen, eignet sich eine solche Anlage für den direkten Eigenverbrauch, ohne dass ein Speicher notwendig ist.

Wie im vorangegangenen Abschnitt zur bauwerkintegrierten Photovoltaik beschrieben, können auch Fassaden für die Solarstromgewinnung geeignete Flächen bieten, nämlich dann, wenn sie eine gute Ausrichtung zur Sonne aufweisen, Dachflächen eher kleinteilig und verbaut sind oder gestalterische Ansprüche bestehen. Durch den kleineren Einfallswinkel für das Sonnenlicht erwirken sie jedoch einen um 20 bis 30 Prozent niedrigeren Ertrag als Module mit optimaler Dachlage.³⁰ Die Installationsfläche für die Module sollte vor allem frei von Verschattungen sein, damit diese eine effektive Leistung erzielen können. Diverse Online-Tools, wie zum Beispiel der „Energieatlas Berlin“, können Hilfestellung dabei leisten, Solarpotenziale von Dachflächen zu identifizieren. Außerdem bietet das vom Land Berlin als Serviceangebot im Rahmen des „Masterplans Solarcity“³¹ eingeführte SolarZentrum³² herstellerunabhängige Beratungen zu den technischen Möglichkeiten sowie zur Planung und zu Finanzierungsmodellen von Solaranlagen an.³³

Vor Inbetriebnahme muss eine auf einem Gebäude errichtete Photovoltaikanlage bei der Bundesnetzagentur und dem Netzbetreiber angemeldet werden. Dies wird gegebenenfalls direkt vom Installationsbetrieb übernommen. Auf Einfamilienhäusern werden PV-Anlagen meist in einer Größe realisiert, die eine Leistung zwischen 2 und 10 Kilowatt-Peak (kWp) erreicht. In Kombination mit einem Stromspeicher kann die Abhängigkeit vom öffentlichen

30 Vgl. Anondi GmbH: Photovoltaik an der Fassade montieren, 16.09.2022, <https://www.solaranlage-ratgeber.de/photovoltaik/photovoltaik-installation/photovoltaik-an-der-fassade> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

31 Vgl. EUMB Pöschk GmbH & Co. KG: Der Masterplan Solarcity, o.J., <https://www.solarwende-berlin.de/allgemein/masterplan-solarcity-berlin> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

32 Näheres unter: <https://www.berlin.de/sen/energie/beratung-foerderung/solarzentrum-berlin/>.

33 Zu Beratungsangeboten und Öffnungszeiten des SolarZentrums Berlin siehe: <https://www.solarwende-berlin.de/solarzentrumberlin/beratungsangebot-des-solarzentrum-berlin>.

Netz zusätzlich reduziert werden. Überschüsse aus der eigenen Solarstromproduktion, die in das öffentliche Netz eingespeist werden, werden vergütet. Neben dem Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage kann dies auch steuerrechtlich relevant sein.³⁴

Für die technische Umsetzung einer Solaranlage zur Energiegewinnung am Gebäude sind zwei grundsätzliche Konzepte möglich: Die Solarelemente können entweder additiv auf einer vorhandenen Dach- oder Fassadenfläche befestigt werden oder sie werden als multifunktionales Bauelement in die Gebäudehülle integriert (siehe Kapitel 3.3). Wird eine Solaranlage nachträglich an einem bestehenden Gebäude installiert, muss vorab geklärt werden, ob das vorhandene Tragwerk oder auch der Baugrund (zum Beispiel bei einem Carport) die zusätzliche Last durch die Module aufnehmen kann. Im Regelfall kann dies über einen Lastvergleich und die Prüfung der Tragreserven anhand der statischen Berechnung des Bestandsgebäudes erfolgen. Bei der Installation einer PV-Anlage müssen baurechtliche und technisch bedingte Auflagen, wie zum Beispiel Rand- und Wartungsabstände oder die sichere Verkabelung, eingehalten werden. Ebenso entscheidend ist die richtige Dimensionierung des Wechselrichters und gegebenenfalls des Stromspeichers. Die Planung der Anlage sollte daher in jedem Fall von einem Fachbetrieb übernommen werden. Zudem ist die Beauftragung versierter Solarinstallations- und Dachdeckerfirmen notwendig, damit langfristig die Funktion der Anlage gewährleistet ist und das Dach keinen Schaden nimmt.

Installation auf Flachdächern



Abbildung 23
PV-Anlage auf Flachdach.

Flachdächer, vorausgesetzt sie sind nicht verschattet, verbaut, in ihrer Tragfähigkeit oder Zugänglichkeit eingeschränkt, sind im Allgemeinen geeignete Photovoltaikstandorte. Module lassen sich hier einfach und kostengünstig errichten und vor allem flexibel zur Sonne ausrichten. Bei einer Ost-West-Ausrichtung beispielsweise wird kaum Abstand zwischen den

³⁴ Vgl. Solar Cluster Baden-Württemberg: Photovoltaik und Steuerrecht, Februar 2022, https://solarcluster-bw.de/fileadmin/Dokumente/Aktuelles/Nachrichten/2022/2022_02_Solar_Cluster_PV-Netzwerk_BW_Faktenpapier_Steuerrecht_Private_Betreiber_3Auflage_01.pdf (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Reihen benötigt, sodass sich im Vergleich zur Südausrichtung viel mehr Module auf dem Dach unterbringen lassen. Ein großer Vorteil ist auch, dass Flachdächer meist vom Straßenniveau nicht oder nur minimal einsehbar sind, sodass technische Installationen wenig oder gar nicht auffallen. Solaranlagen können hier in vielen Fällen so angebracht werden, dass sie vom öffentlichen Raum nicht sichtbar sind, indem sie ausreichend Abstand zum Dachrand aufweisen oder gar komplett durch eine bestehende Attika verdeckt werden.

Photovoltaikanlagen auf Flachdächern benötigen Flachdachmontagesysteme, in denen die Module eingehängt und stabilisiert sowie im gewünschten Neigungswinkel (bei Ost-West-Ausrichtung im Regelfall 10 bis 15 Grad) ausgerichtet werden. Diese Metallunterkonstruktionen kann man je nach Anforderungen an das System einfach auf das Dach auflegen und zum Beispiel mit Steinen oder Betonplatten beschweren. Hierbei ist sicherzustellen, dass an den Beschwerungspunkten keine Verletzungen der Dachabdichtung entstehen. Auch die vorhandene Dachdämmung muss einer hohen Druckbelastung standhalten können. Wird dagegen die Unterkonstruktion der Solarmodule fest am Gebäude verankert, was eine höhere Sicherheit gegen Verrutschen oder Sturm gewährleistet und steilere Neigungswinkel zulässt, muss sichergestellt werden, dass die Durchdringungspunkte fachgerecht abgedichtet werden. Durch die Aufständigung im Montagesystem können Flachdachanlagen unter Umständen die Attika eines Flachdachs überragen. Im denkmalgeschützten Kontext muss daher auf einen flachen Neigungswinkel geachtet werden.

Installation auf Steildächern



Abbildung 24
Dachhaken für die Aufdachmontage.

Die Aufdachmontage von Solaranlagen auf Steildächern erfolgt mit einem speziellen Montagesystem. Die Solarmodule werden dabei mithilfe von Dachhaken und Schienen über den Dachziegeln befestigt, sodass diese unverletzt bleiben und weiterhin die wasserführende Ebene bilden. Die Montage der Dachhaken erfolgt bei einem bereits gedeckten Dach ohne Substanzverlust, da die Ziegel an dem entsprechenden Punkt angehoben und herausgenommen oder zurückgeschoben und anschließend wieder in die richtige Position gebracht werden. Die Dachhaken, die unter dem Ziegel mit der Lattung verschraubt werden,

verbinden die PV-Montageschienen, auf denen die Photovoltaikmodule mit speziellen Modulklemmen fixiert werden, fest mit der Dachhaut. Im Gegensatz zum Flachdach werden die Module auf einem Schrägdach meistens im Hochformat montiert. Dachneigungen zwischen 20 und 60 Grad sind üblich. Vor dem Aufbringen einer Anlage auf einem Steildach sollte – wie auch bei Flachdächern – sichergestellt sein, dass das Dach in einem guten Zustand ist und während der etwa 20- bis 25-jährigen Lebensdauer der PV-Anlage keiner Erneuerung bedarf.

Als Alternative zu dieser Ausführung hat sich schon seit vielen Jahren die Indachmontage etabliert, bei der das System die vorhandene Dacheindeckung ersetzt (siehe auch Kapitel 3.3). Im Bereich der PV-Anlage werden die Dachziegel entfernt, sodass die Module direkt auf den Dachsparren montiert werden können. So fügen sie sich in die Dachhaut ein und werden Teil der wasserführenden Schicht. Hierfür haben Herstellerfirmen verschiedene Varianten entwickelt, um die Montage zu vereinfachen, die Wasserdichtigkeit zu gewährleisten und ein angepasstes, ästhetisches Erscheinungsbild zu erzielen.

Photovoltaikmodule verringern bei Überhitzung ihre Leistung und müssen deshalb ausreichend belüftet sein. Die Indachmontage erfordert daher eine funktionierende Hinterlüftung, die bei Planung und Ausführung der Anlage berücksichtigt werden muss. Bei der Aufdachmontage gewährleisten in der Regel die Schienensysteme die Belüftung.



Abbildung 25
Indach-PV-Anlage.

Auf Dächern, die mit Well- oder Trapezblechen gedeckt sind, schraubt man die Unterkonstruktion der Module mit langen, das Blech durchbohenden Schrauben (Stockschrauben) an der Sparrenkonstruktion des Daches fest. Alternativ können mit speziellen Montagesystemen die Modulhalterungen direkt auf das Blech geschraubt beziehungsweise geklemmt werden. Diese Systeme existieren inzwischen für ganz unterschiedliche Geometrien und Anwendungsbereiche und ermöglichen somit, Photovoltaikmodule zum Beispiel auch auf Stehfalzblechen und gewölbten Dächern zu befestigen. Durch unterschiedliches thermisches Ausdehnungsverhalten von Modulunterkonstruktion und Blech besteht bei diesen Dächern allerdings immer die Gefahr, dass sich die Verschraubungen lockern, weil sich ein Langloch gebildet hat. Auch müssen die in den Blechen entstehenden Löcher gegebenenfalls aufwendig abgedichtet werden. Da Metalldeckungen gerade im Neu- und Industriebau weitverbreitet sind, werden die Montagesysteme jedoch fortwährend technisch verbessert und vielseitig weiterentwickelt. Sie ermöglichen eine extrem einfache und zeitsparende Installation von Solaranlagen auf Blechdächern.

Stehfalzdächer eignen sich unter Umständen auch gut für die Installation flexibler, bahnenartiger Solarmodule, die einfach aufgeklebt werden können. Gerade wenn nicht viele Lastreserven vorhanden sind oder gestalterische Gründe gegen eine auftragende Montage von Modulen sprechen, kann diese Variante geprüft werden. Auch auf anderen Dachmaterialien können solche Systeme gegebenenfalls zum Einsatz kommen – die jeweiligen Zulassungsbedingungen sind entsprechend zu berücksichtigen.

Installation an Fassaden

Fassaden haben als Anbringungsfläche für Photovoltaikanlagen einen grundsätzlichen Nachteil gegenüber geneigten Dächern: Aufgrund des kleineren Einfallswinkels für die Sonnenstrahlung auf der Vertikalen ist mit einem etwa 20 bis 30 Prozent niedrigeren Stromertrag als bei einer optimal ausgerichteten Dachanlage zu rechnen.³⁵ Effizientere und an die Lichtverhältnisse angepasste Modultechnik (zum Beispiel durch den Einsatz von Dünnschichtzellen) kann dies zumindest teilweise kompensieren. Verschattung, insbesondere auch durch benachbarte Bebauung, ist bei dieser Anbringungsart ebenfalls ein großes Problem. Dennoch werden Fassadenanlagen zunehmend relevanter, denn nicht jedes Dach eignet sich für eine Solaranlage. Zudem bietet die Fassadenanbringung die Möglichkeit, PV-Anlagen auch als Gestaltungselemente einzusetzen. Vorteile liegen auch in der geringeren Gefahr, zu verschmutzen oder mit Schnee bedeckt zu sein. Im Winter, bei niedrig stehender Sonne, können sie zudem einen vergleichsweise hohen Stromertrag erzielen.

Fassadenanlagen werden ebenso wie Dachanlagen auf unterschiedliche Art und mit dem gewünschten Neigungswinkel mithilfe von Montagegestellen an einer bestehenden Fassade montiert. Damit ist im Regelfall auch die Hinterlüftung der Module gewährleistet. Wichtig ist, dass keine mechanischen Kräfte aus Bauwerkslasten auf oder über die Module abgeleitet werden. Das ist insbesondere dann planerisch sicherzustellen, wenn die Solaranlage beispielsweise als Teil einer Vorhangfassade oder als Pfosten-Riegel-Konstruktion in die Fassade integriert wird (BIPV). Da die fassadenintegrierte Anlage Feuchtigkeit in der Hinterlüftungsebene abführen kann, ist hier im Gegensatz zur Indachanlage eine vollständige Abdichtung der Module nicht notwendig.³⁶

An Bestandsgebäuden angebrachte Fassadenanlagen stellen eine deutlich wahrnehmbare Veränderung des Erscheinungsbildes dar: Durch ihre Materialität sind sie dem Gebäude meistens fremd, sie können bauliche Proportionen und Gliederungen verunklaren und verdecken eventuell sogar künstlerisch gestaltete Bereiche der Fassade. In anderen Fällen können sie aber, etwa bei einer technoiden Architektur, möglicherweise auch überzeugend integriert werden. Bei dem Wunsch, eine Anlage an der Fassade eines Denkmals anzubringen, sind daher stets eine genaue Prüfung der Bestandssituation und eine objektive Abwägung aller Auswirkungen notwendig. Falls die Anbringung einer Fassadenanlage aus denkmalfachlicher Sicht grundsätzlich möglich erscheint, ist die Anlage harmonisch in die Fassade einzufügen.

³⁵ Vgl. Anondi GmbH (Anm. 30).

³⁶ Vgl. Heinze GmbH, NL Berlin, BauNetz: PV-Fassadenkonstruktionen. Hinterlüftete und nicht hinterlüftete Fassaden, o.J., <https://www.baunetzwissen.de/solar/fachwissen/pv-am-gebäude/pv-fassadenkonstruktionen-165758> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Solarthermie und photovoltaisch-thermische Kollektoren (PV-T-Kollektoren)

Die Wärme aus der Sonnenstrahlung kann durch ein einfaches Prinzip mit Kollektoren nutzbar gemacht werden. Die Sonnenstrahlen treffen auf die dunkle Fläche im Kollektor (Absorberfläche) und erwärmen das in den Rohren unter dem Absorber enthaltene Wärmeträgermedium – mit einem Frostschutzmittel angereichertes Wasser. Über eine Pumpe wird das heiße Wasser zum Wärmespeicher transportiert; die Wärme wird dort an das Wasser im Speicher übertragen.

Für die Absorption der Wärme können Flachkollektoren, die als große, dunkle Platten auf dem Dach liegen, eingesetzt werden. In diesen Kollektoren fließt die Solarflüssigkeit als Wärmeüberträger in Kupfermäandern, die hinter einer Glasplatte liegen. Bei Röhrenkollektoren sind die Kupferrohre in Glasröhren verlegt, die durch ein Vakuum isoliert sind. Dadurch sind höhere Temperaturen möglich. Röhrenkollektoren eignen sich auch zur Montage an Fassaden. Sie sind in der Regel teurer als Flachkollektoren, haben aber einen deutlich geringeren Flächenbedarf; ein weiterer Vorteil gegenüber den Flachkollektoren, vor allem in den Wintermonaten, ist ihre bessere Isolierung.



Abbildung 26
Röhrenkollektor.

Die Energie für die Trinkwassererwärmung eines Ein- oder Zweifamilienhauses kann in den Sommermonaten vollständig aus solarer Wärme bezogen werden. 1 bis 1,5 Quadratmeter Kollektorfläche pro Person reichen hierfür aus. Zur Heizungsunterstützung muss mit einem weitaus größeren Flächenbedarf gerechnet werden, die solare Deckung kann aber je nach System und Gebäude 30 Prozent und mehr betragen.³⁷

³⁷ Vgl. EUMB Pöschk GmbH & Co. KG: Solarthermie. Die freie Sonnenenergie nutzen, o.J., https://www.solarwende-berlin.de/fileadmin/user_upload/Solarwende/Grafiken_Contentseiten/SolarZentrum/Flyer_und_Leitfaeden/ST-Flyer-SolarZentrum.pdf (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Solarthermieranlagen, insbesondere Röhrenkollektoren und aufgeständerte Ausführungen, werden als technische Elemente deutlich auf einer Dachfläche wahrgenommen. Gegenüber Photovoltaikanlagen haben sie für das Erscheinungsbild des Gebäudes den Vorteil, dass sie meist nur geringe Flächen einnehmen. Für Anwendungen mit gestalterischem Anspruch ist es aber auch möglich, Systeme einzusetzen, die als dachintegrierte Varianten installiert werden. Dafür werden Dachziegel und Dachpfannen hergestellt, die rückseitig mit einem Wärmetauscher versehen worden sind und zu einer Solarthermieranlage zusammengeschlossen werden können.



Abbildung 27
In Dachziegel integrierte
Solarthermieranlage.

Photovoltaisch-thermische Kollektoren (PV-T-Kollektoren) versuchen die einfallende Solarstrahlung möglichst effizient nutzbar zu machen, indem sowohl Strom als auch Wärme gewonnen wird. Das Photovoltaikmodul verfügt dazu auf der Rückseite über ein Rohrregister, durch das die wärmeübertragende Flüssigkeit fließt. Ähnlich dem Solarkollektorprinzip werden so die Abwärme der Photovoltaikmodule und die Umgebungswärme aufgenommen und einer Wärmepumpe als Wärmequelle zur Verfügung gestellt. Gleichzeitig kann der in den Modulen erzeugte Solarstrom zum Betrieb der Wärmepumpe verwendet oder auch im Gebäude eingesetzt werden.

Kombination Gründach und PV-Anlage

In wachsenden und sich ständig weiter verdichtenden Metropolen wie Berlin versprechen Gründächer ein hohes Maß an Wohn- und Lebensqualität: Sie verbessern Biodiversität und Klima, entlasten die Kanalisation, kühlen ihre Umgebung und sie erhöhen die Resilienz unserer Städte.

Gründächer können potenzielle Solarstandorte sein. Aus technischer Sicht kommen grundsätzlich alle Flachdächer bis 5 Grad Neigung für eine Kombination von Photovoltaik und Dachbegrünung infrage, vorausgesetzt sie verfügen über eine entsprechende Tragfähigkeit, die Lasten ab 120 Kilogramm/Quadratmeter toleriert.³⁸ PV-Module werden hierbei auf

38 Vgl. Energieinstitut Vorarlberg (Hg.): Ratgeber Gründach und Photovoltaik. Dornbirn 2020, S. 8.

Dachflächen mit extensiver Dachbegrünung – bestehend aus einer dünnen Substratschicht mit an Trockenheit angepassten Moosen, Sukkulenten, Kräutern und Gräsern – errichtet. Sie können über der Dachbegrünung aufgeständert sein³⁹ oder ohne Aufständering über einem Kiesstreifen liegen. Grundsätzlich sollten PV-Anlagen auf Gründächern durch Fachunternehmen konzipiert und bei der Ausführung überwacht werden. Neben der Gründach-Unterkonstruktion sind auch eine turnusmäßige und fachgerechte Wartung und Pflege von großer Wichtigkeit, damit die Synergie und Funktionsfähigkeit beider Systeme sichergestellt sind.



Abbildung 28
PV-Anlage auf einem Gründach.

³⁹ Vgl. ebd., S. 9.

3.5.

Hinweise zum Brandschutz

Gemäß Berliner Bauordnung (BauO Bln) sind „Solaranlagen in, an und auf Dach- und Außenwandflächen, ausgenommen bei Hochhäusern, sowie die damit verbundene Änderung der Nutzung, oder der äußeren Gestalt des Gebäudes“ baugenehmigungsfrei.⁴⁰ Dennoch müssen sie so beschaffen sein und errichtet werden, dass einer Brandentstehung und -ausbreitung vorgebeugt wird „und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind“.⁴¹ Bei der Errichtung einer Solaranlage ist also sicherzustellen, dass Anforderungen an die Brennbarkeit der Komponenten sowie an Brandwände, Bedachungen und Abstände zum Dachrand berücksichtigt sind.

Durch PV-Anlagen verursachte Brände sind auf Lichtbögen zurückzuführen, die bei bestimmten Defekten in den Stromleitungskomponenten entstehen und brennbares Material in unmittelbarer Nähe, beispielsweise Holz oder Dachpappe, entzünden können. Die Brandbekämpfung an Photovoltaikanlagen ist heutzutage Inhalt von Feuerwehrausbildungen, sodass die bis vor einiger Zeit noch kursierende Sorge, dass Gebäude mit PV-Anlagen nicht oder nur schlecht gelöscht werden können, unbegründet ist.

Solange Licht auf die Module fällt, liegt eine Spannung an. Da PV-Module somit nicht gesteuert spannungsfrei werden können, sorgt der Wechselrichter bei Abschalten des Stromnetzes dafür, dass der Stromfluss wechsellspannungsseitig unterbrochen und hierdurch die Versorgung des Gebäudes eingestellt wird. Bei brennbaren Dachdeckungen oder brandgefährdeten Gebäuden sollten Wechselrichter mit Lichtbogendetektoren verwendet werden, um das Brandrisiko zu minimieren. Wenn ausschließlich qualitativ hochwertige Komponenten verwendet und diese fachgerecht und professionell angeschlossen werden, besteht durch das Aufbringen der PV-Anlage keine nennenswerte zusätzliche Brandgefahr. Aus diesem Grund muss in jedem Fall ein Fachbetrieb mit der Planung und Ausführung der Anlage beauftragt werden beziehungsweise die technische Abnahme durchführen.

⁴⁰ § 61 Abs. 1 Nr. 3a BauO Bln vom 29. September 2005, geändert durch Artikel 23 des Gesetzes vom 12.10.2020 (GVBl. S. 807).

⁴¹ § 14 BauO Bln.

3.6.

Ökologische Aspekte von Solarmodulen



Abbildung 29
Nicht mehr gebrauchsfähige
PV-Module.

Während der Nutzungsphase erzeugt Photovoltaik keine Emissionen, was zu einer sehr guten Umweltbilanz dieser Energiegewinnungstechnik führt. Unter Betrachtung der geografischen Standortbedingungen in Deutschland kann man davon ausgehen, dass Module hierzulande nach etwa 1,5 Jahren so viel Energie produziert haben, wie zu ihrer Herstellung nötig war. In Südeuropa und teilweise auch bei Dünnschichtmodulen liegt die energetische Amortisierung laut Umweltbundesamt und Fraunhofer ISE sogar unter einem Jahr.⁴² Photovoltaikanlagen können jedoch über Jahrzehnte Strom produzieren; in den letzten Jahren haben sich Wirkungsgrad und Lebensdauer stetig verbessert. Hersteller geben bis zu 25 Jahre Garantie auf Solarmodule, manchmal sogar mehr. Gute Umwelt- und Energiebilanzen von Solarmodulen sind auch auf deren Herstellungsprozess zurückzuführen, der im vergangenen Jahrzehnt so stark optimiert wurde, dass die Siliziumschicht in den Zellen weniger als halb so dick ist wie vorher und weniger Abfall beim Sägen des Siliziums entsteht. Der Materialaufwand, zum Beispiel bedingt dadurch, ob das Modul über einen Aluminiumrahmen verfügt oder nicht, und die Haltbarkeit der unterschiedlichen Modularten können die Umweltverträglichkeit und Reduktion von CO₂-Emissionen noch begünstigen. Solarmodule werden jedoch derzeit überwiegend in China hergestellt. Zwar macht der Transport nach Europa nur 3 Prozent der Gesamtemissionen aus; der Energiemix in China fußt aber auf deutlich mehr Kohlestrom als in Europa.⁴³

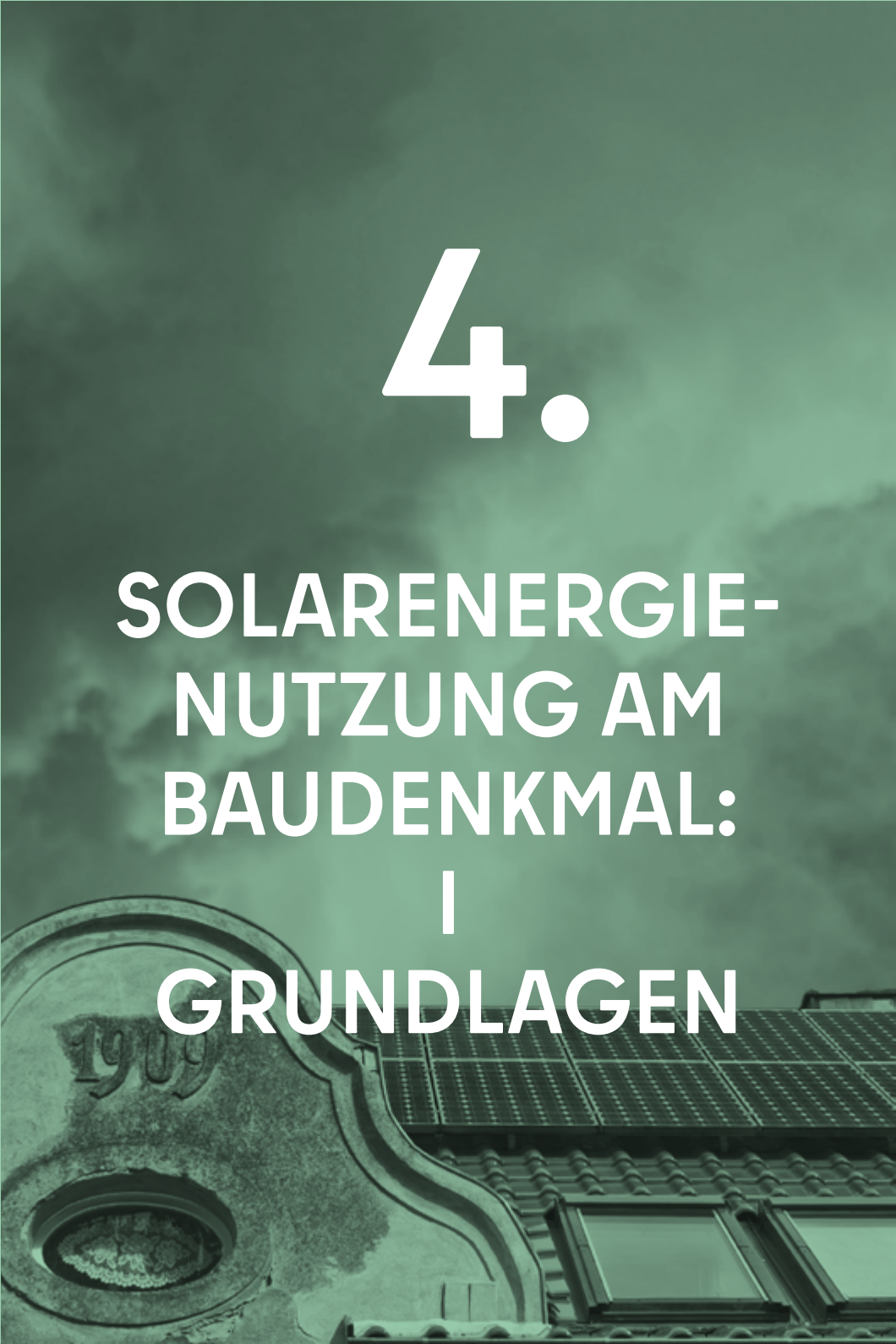
⁴² Vgl. Umweltbundesamt (Hg.): Abschlussbericht. Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen. Dessau-Roßlau 2021.

⁴³ Vgl. Storch, Lorenz: Wie umweltschädlich sind Solarzellen?, 26.09.2021, <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/photovoltaik-recycling-101.html> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Ähnlich wie Elektrogeräte sollten Solarmodule nach Ablauf ihrer Lebensdauer ordnungsgemäß entsorgt werden. Im Moment stellen verschrottete PV-Module nur einen zu vernachlässigenden Prozentsatz des Elektromüllaufkommens dar. Nach einer Pressemitteilung des Fraunhofer ISE wurden aber die meisten PV-Anlagen in Deutschland in der ersten Ausbauwelle zwischen 2009 und 2011 installiert, auf die nach Ende der zwanzig Jahre dauernden Einspeisevergütung ab 2029 absehbar eine erste Entsorgungswelle folgen wird.⁴⁴ Aus diesem Grund und weil die verarbeiteten Rohstoffe wertvoll sind, sollte zukünftig das Recycling nicht mehr gebrauchsfähiger Module im Fokus stehen. Laut Deutscher Umwelthilfe ist das vollwertige Recycling aller Inhaltsstoffe der PV-Module technisch prinzipiell möglich. Dies wird derzeit, abgesehen von der Wiederverwendung des in den Rahmen enthaltenen Aluminiums und des Kupfers aus den Kabeln, aber noch nicht großflächig betrieben.⁴⁵

⁴⁴ Vgl. Fraunhofer ISE: Presseinformation #1, 07.02.2022, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2022/perc-solarzellen-aus-recyceltem-silizium-hergestellt.html> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

⁴⁵ Vgl. Storch (Anm. 43).

The background image shows a close-up of a historic building's roof. On the left, there is a decorative stone finial with the year '1909' carved into it. To the right, modern solar panels are installed on the roof, which is covered with dark tiles. A skylight is visible below the solar panels. The entire image is overlaid with a semi-transparent green filter.

4.

**SOLARENERGIE-
NUTZUNG AM
BAUDENKMAL:
|
GRUNDLAGEN**

4.1.

Gesetzliche Grundlagen

Die Umsetzung des Solargesetzes, des Klimaschutz- und Energiewendegesetzes sowie des Erneuerbare-Energien-Gesetzes wird sich durch die Inanspruchnahme der vorhandenen Dachflächen auch auf denkmalgeschützte Dachlandschaften und in Sonderfällen auf Fassaden von Baudenkmalen auswirken. Neben Eingriffen in die Substanz durch die Montage von Solaranlagen ist vor allem die visuelle Beeinträchtigung von Denkmalen und ihrer Umgebung abzuwägen. Mit dem vorliegenden Leitfaden soll daher auch der rechtliche Rahmen dargestellt werden, innerhalb dessen die Genehmigungsfähigkeit von Solaranlagen in denkmalgeschützten Bereichen zu beurteilen ist.



Denkmalschutzgesetz Berlin (DSchG Bln)

Das Berliner Denkmalschutzgesetz⁴⁶ ist die gesetzliche Grundlage zur Prüfung der Genehmigungsfähigkeit von Solaranlagen auf Denkmalen oder in ihrer unmittelbaren Umgebung und zur Durchführung des Genehmigungsverfahrens. Es legt in § 11 Abs. 1 fest, dass ein Denkmal nur mit Genehmigung der zuständigen Denkmalbehörde in seinem Erscheinungsbild verändert oder ganz oder teilweise beseitigt (gemeint ist: in seiner Substanz verändert) werden darf. Eine solche Genehmigung ist jedoch zu erteilen, wenn Gründe des Denkmalschutzes nicht entgegenstehen oder ein überwiegendes öffentliches Interesse die Maßnahme verlangt (siehe Kapitel 5.7). Gemäß § 11 Abs. 2 DSchG Bln bedarf außerdem der Genehmigung „die Veränderung der unmittelbaren Umgebung eines Denkmals, wenn diese sich auf den Zustand oder das Erscheinungsbild des Denkmals auswirkt. Die Genehmigung ist zu erteilen, wenn die Eigenart und das Erscheinungsbild des Denkmals durch die Maßnahme nicht wesentlich beeinträchtigt werden.“

Die Genehmigung ist außerdem zu erteilen, wenn berechnigte private Belange der Denkmaleigentümerinnen und Denkmaleigentümer die entgegenstehenden Gründe des Denkmalschutzes überwiegen (siehe Kapitel 5.7).

Internationale Übereinkommen

Neben dem Denkmalschutzgesetz verlangen des Weiteren auch völkerrechtlich verbindliche internationale Übereinkommen den wirksamen Schutz des kulturellen Erbes. So bekennt sich die Bundesrepublik Deutschland für die Länder bindend zur Konvention von Granada,⁴⁷ der zufolge die Vertragsparteien verpflichtet sind zu verhindern, dass geschützte Güter verunstaltet, dem Verfall anheimgegeben oder zerstört werden.

⁴⁶ Denkmalschutzgesetz Berlin (DSchG Bln) vom 24. April 1995, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 27.09.2021 (GVBl. S. 1167).

⁴⁷ Übereinkommen zum Schutz des architektonischen Erbes Europas. Abgeschlossen in Granada am 3.X.1985: Sammlung Europäischer Verträge Nr. 121. Amtliche Übersetzung Deutschlands unter: <https://rm.coe.int/168007a0f5>.

Im Falle der in Berlin zum Weltkulturerbe zählenden Siedlungen der Moderne, der Museumsinsel und der Schlösser und Parks von Potsdam und Berlin ist insbesondere die UNESCO-Konvention von 1972 maßgeblich. Nach dieser völkerrechtlich bindenden Übereinkunft ist jeder Vertragsstaat verpflichtet, „alles in seinen Kräften Stehende [zu] tun, unter vollem Einsatz seiner eigenen Hilfsmittel und gegebenenfalls unter Nutzung jeder ihm erreichbaren internationalen Unterstützung und Zusammenarbeit“, um „Erfassung, Schutz und Erhaltung in Bestand und Wertigkeit des in seinem Hoheitsgebiet befindlichen [...] Kultur- und Naturerbes sowie seine Weitergabe an künftige Generationen sicherzustellen“.⁴⁸

Weitere Rechtsvorschriften



Solargesetz Berlin (SolarG Bln)

Gemäß § 3 Abs. 1 SolarG Bln müssen Eigentümerinnen und Eigentümer von nicht öffentlichen Gebäuden mit einer Nutzungsfläche von mehr als 50 Quadratmetern sicherstellen, dass auf ihrem Gebäude Photovoltaikanlagen mit einer Mindestgröße (geregelt in § 4 SolarG Bln) installiert und betrieben werden, wenn

1. mit der Errichtung des Gebäudes nach dem 31. Dezember 2022 begonnen wird oder
2. nach dem 31. Dezember 2022 wesentliche Umbauten des Daches erfolgen.

Nach § 5 Abs. 1 SolarG Bln sind Ausnahmen von der Verpflichtung zur Installation von Solaranlagen möglich, unter anderem wenn die Erfüllung der Pflicht gegen öffentlich-rechtliche Vorschriften verstößt. Laut Begründung zum Gesetz sowie im dazu verfassten Praxisleitfaden soll mit diesem Ausnahmetatbestand sichergestellt werden, dass ein im Einzelfall bestehender Widerspruch zwischen der Solarpflicht und einer anderen, entgegenstehenden öffentlich-rechtlichen Pflicht gelöst werden kann: Die Solarpflicht entfällt damit.

Einen wichtigen Anwendungsfall dieser Ausnahme stellen wesentliche Umbauten des Daches von denkmalgeschützten Gebäuden und Vorhaben in der Umgebung von Denkmalen dar. Sofern solche Vorhaben in den Anwendungsbereich des Solargesetzes Berlin fallen, kann im Rahmen der ohnehin notwendigen denkmalrechtlichen Genehmigung die Ausnahme von der Solarpflicht nach dem Solargesetz dokumentiert werden. Voraussetzung hierfür ist, dass sämtliche Dachflächen aus denkmalfachlichen Gründen für die Installation einer Solaranlage nicht infrage kommen. Im Falle von denkmalgeschützten Bestandsgebäuden oder bei Vorhaben in der Umgebung von Denkmalen kann es im Einzelfall möglich sein, dass die vorgeschriebene Mindestgröße für die zu errichtende Photovoltaikanlage nicht umsetzbar ist, da Teile der Dachflächen aus denkmalfachlichen Gründen nicht dafür genutzt werden dürfen. In diesen Fällen beschränkt sich die Anlagengröße auf die zulässigerweise nutzbare Dachfläche. Sofern sich der Widerspruch nur auf einen abgrenzbaren Teil der Dachfläche beschränkt, zum Beispiel die straßenzugewandte Dachfläche eines Satteldaches, entfällt die Solarpflicht nur für diese Dachfläche. Die Abweichung wird im Rahmen der ohnehin notwendigen denkmalrechtlichen Genehmigung dokumentiert.

⁴⁸ Zu finden etwa unter: https://www.unesco.de/sites/default/files/2018-02/UNESCO_WHC_%C3%9Cbereinkommen%20Welterbe_dt.pdf.



Berliner Klimaschutz- und Energiewendegesetz (EWG Bln)

Für öffentliche Gebäude schreibt das EWG Bln bereits seit August 2021 die Errichtung von Solaranlagen mit Übergangsfristen vor.

Gemäß § 19 Abs. 4 sind spätestens bis zum 31. Dezember 2024 auf Dächern öffentlicher Gebäude Solaranlagen auf der gesamten technisch nutzbaren Dachfläche zu errichten. Dachflächen, die einer größeren Renovierung unterzogen werden, sind statisch und technisch zur Aufnahme von Solaranlagen zu ertüchtigen.

Auch nach dem EWG kann jedoch von der Solarpflicht im Einzelfall unter anderem dann abgewichen werden, wenn der Errichtung der Anlagen „öffentlich-rechtliche Vorschriften“ entgegenstehen. Solche entgegenstehende Vorschriften können auch hier, wie beim Solargesetz, im DSchG Bln begründet liegen.



Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Neben dem Berliner Solargesetz und dem Klimaschutz- und Energiewendegesetz ist schließlich das vom Bundesgesetzgeber im Juli 2022 novellierte Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien bei der Beurteilung der Genehmigungsfähigkeit von PV-Anlagen maßgeblich.

Gemäß § 2 liegen die Errichtung und der Betrieb von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien sowie der dazugehörigen Nebenanlagen im überragenden öffentlichen Interesse und dienen der öffentlichen Sicherheit. Bis die Stromerzeugung im Bundesgebiet nahezu treibhausgasneutral ist, sollen die erneuerbaren Energien als vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen eingebracht werden.

Trotz der deutlichen Priorisierung der erneuerbaren Energien lässt jedoch auch das EEG in seiner Anwendung Ausnahmemöglichkeiten für Denkmale und schützenswerte Kulturlandschaften zu (siehe [Kapitel 5.7](#)).

4.2.

Die Bedeutung des Daches für Gebäude und Ortsbild

Als oberer Abschluss eines Gebäudes, egal ob flach oder geneigt, stellt das Dach einen wichtigen Bestandteil eines jeden Bauwerks dar. Es kann einfach gestaltet sein, sodass seine Hauptfunktion im Witterungsschutz des Baukörpers liegt; es kann aber auch außergewöhnlich proportioniert, aufwendig geformt oder besonders kunstvoll gedeckt und dadurch besonders wichtiges Gestaltungsmerkmal eines Gebäudes sein.

Geneigte Dächer, wie zum Beispiel Satteldächer, Mansarddächer, Pultdächer oder Walmdächer, können sich je nach Typus gleich durch mehrere, die Kubatur prägende Elemente auszeichnen: Firste, Ortgänge, Grate, Kehlen, Traufen, aber auch Schornsteine oder Gauben. Diese Dächer werden abhängig von den in der Region vorkommenden Baumaterialien mit weicher oder harter Dachdeckung versehen. Weichdächer bestehen zum Beispiel aus Grassoden, Reet oder Stroh, Holzschindeln oder, in anderen Regionen, aus Baumrinden oder Bambus. Typisch für eine harte Deckung sind Dachziegel oder Naturstein, wie zum Beispiel Schiefer und Sandstein, Metallplatten aus Stahl, Zink, Kupfer oder Aluminium, aber auch Beton und Glas können Deckungsmaterialien sein. Typische Gestaltungselemente ergeben sich aus der Art der Überdeckung der harten Materialien. Um eine ausreichende Dachabdichtung zu erlangen, müssen die unterschiedlichen Elemente mehrfach übereinander gedeckt oder miteinander verbunden werden. Ältere Ergänzungen zur Abdichtung bestehen meist aus dünnen Strohdoggen, Holzschindeln (Splisse) oder einem Mörtelverstrich. Weichdeckungen werden in der Regel durch ein Unterdach wetterfest gesichert. Der Neigungswinkel der Dachfläche und die Ausrichtung des Dachfirstes (trauf- oder giebelständiges Dach) tragen zusammen mit den vielschichtigen Informationen der Dachdeckung zur besonderen Aussagekraft eines Daches bei. Dabei ist zu beachten, dass sich das Dach aus Dachhaut (der außen sichtbaren Deckung) und tragender Konstruktion zusammensetzt. Neben dem äußeren Erscheinungsbild ist somit auch immer das Tragwerk beziehungsweise die Dachkonstruktion Teil der (historischen) Bedeutung und Aussage.

Auch Flachdächer können prägende Architekturelemente sein. In der Regel sind sie allerdings aufgrund ihrer begrenzten Sichtbarkeit wenig aufwendig gestaltet. Historische Flachdächer wurden oft mit Holzverschalungen oder Backsteinen, abgedichtet mit flüssigem Bitumen, gedeckt. Jüngere Flachdächer werden in der Regel mit Bitumen-Schweißbahnen oder Kunststoff- und anderen Dichtungsbahnen gedeckt, hinzu kommen Deckungen aus Metall. Ihre Dachneigung beträgt in der Regel deutlich weniger als 10 Grad. Als nahezu gerader oberer Abschluss eines Gebäudes verstärken sie dessen kubische Anmutung. Wird durch eine Überhöhung der Außenwände über das Dach hinaus eine Attika ausgebildet, können niedrige Dachaufbauten dahinter versteckt werden, sodass der gerade obere Abschluss des Baukörpers nicht verunklart wird.

Neben der Bedeutung für das Gebäude selbst spielt jedes Dach auch eine wichtige Rolle für das Ortsbild. In Altstädten und anderen historisch gewachsenen Stadtvierteln finden sich meist unterschiedliche Dachformen. Die sich daraus ergebende bewegte, heterogene Dachlandschaft hat einen wichtigen gestalterischen und historischen Zeugniswert und wird durch Versprünge, unterschiedliche Ansichten und wechselnde Deckungsmaterialien

und -techniken gebildet. Im Gegensatz dazu können auch Bereiche mit einheitlich gestalteten und geformten Dächern, wie man sie zum Beispiel in Siedlungen findet, das Erscheinungsbild einer Anlage prägen. Gerade in solchen Bereichen, in denen einheitlich entworfene Dächer einen wichtigen künstlerischen oder historischen Zeugniswert besitzen, müssen Ergänzungen sich unterordnend und unauffällig in den Bestand einfügen können.

Ob die Umsetzung einer Solaranlage auf dem Dach eines bestimmten Denkmals möglich ist, hängt neben der Einsehbarkeit des Daches von seinem Aussagewert für das Denkmal ab. Daher ist es wichtig, Lösungen zu finden, die sich gut in das Erscheinungsbild des betreffenden Objektes und gegebenenfalls auch seine Umgebung einfügen. Darüber hinaus sind auch von Anfang an die Auswirkungen auf das Dachtragwerk zu berücksichtigen, die sich zum Beispiel aus einer Lasterhöhung oder aus erforderlichen Montageelementen ergeben können.

4.3.

Dachlandschaften in Berlin

Die Berliner Dachlandschaft ist aufgrund der zahlreich erhaltenen und nebeneinander existierenden Zeitschichten, Architekturströmungen und -epochen sowie der hohen Funktionsmischung sehr vielfältig. Umfassende Ensembles wie die historische Spandauer Vorstadt zeigen gleich mehrere Jahrhunderte der Stadtentwicklung anhand ihrer bewegten Dachlandschaft: vom prachtvollen barocken Turm der Sophienkirche mit kupferner Haube über Wohn- und Geschäftshäuser des Spätklassizismus mit Mansarddach bis hin zu den Lückenschlüssen der 1980er-Jahre in Plattenbauweise mit Flachdach. Obwohl hier eine gemäßigte Traufhöhe als Leitmotiv vorherrscht, trägt die Funktionsmischung aus Wohn- und Geschäftsnutzung, Schulen, Kirchen, der Neuen Synagoge, Krankenhaus, kulturellen Einrichtungen und Verwaltungsgebäuden des dicht bebauten Altstadtviertels zu einer großen Gestaltungsvielfalt der Dächer bei. In Berlin tritt zudem die Sonderform des Berliner Daches auf, eine vereinfachte, asymmetrische Form des Mansarddaches mit zur Hofseite geneigtem Pultdach, das typisch für Mietshäuser der Blockrandbebauung aus der Gründerzeit ist. Die durch die Stadterweiterung nach dem „Hobrecht-Plan“ Ende des 19. Jahrhunderts etablierte Traufhöhe von 22 Metern sowie eine Gesamtgebäudehöhe von 30 Metern dürfen auch heute im Kernbereich der Stadt nicht überschritten werden.

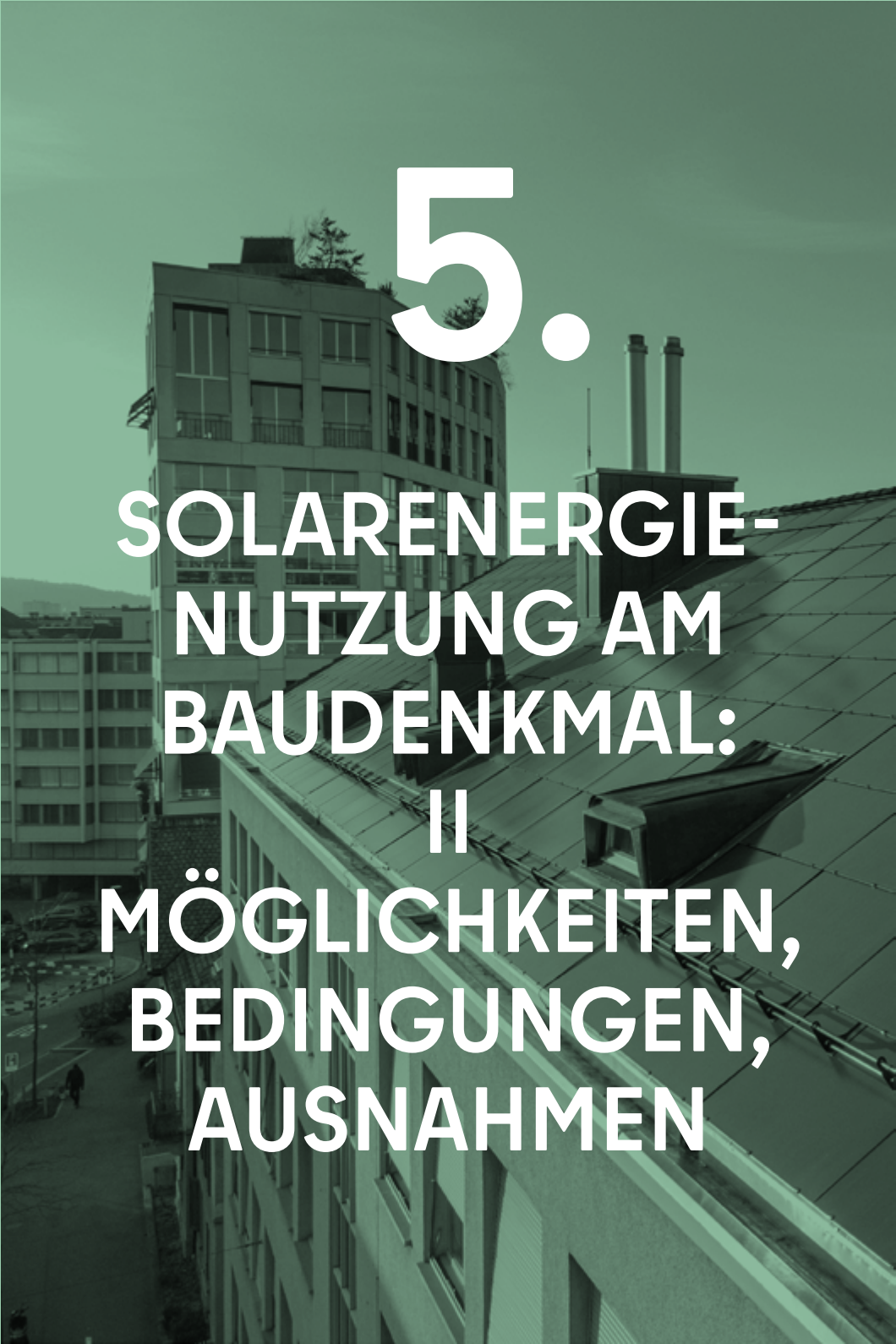


Abbildung 30
Dachlandschaft in Berlin.

Die Berliner Denkmallandschaft bietet eine Vielzahl unterschiedlicher Siedlungstypen, die vom Satteldach bis zum Flachdach eine große Formenvielfalt aufzeigen und insbesondere für die Randbereiche der Stadt prägend sind. Die Siedlungen der Berliner Moderne wurden beispielsweise stilbildend für den sozialen Wohnungsbau nach dem Zweiten Weltkrieg. Die Frage nach der Dachgestaltung im Siedlungsbau führte im Berlin der Weimarer Republik sogar zum ästhetisch, funktional und kulturpolitisch geführten „Zehlendorfer Dächerstreit“, der internationale Aufmerksamkeit erfuhr. Im gut betuchten Südwesten entstand ab 1926 die Waldsiedlung Zehlendorf (auch bekannt als Onkel Toms Hütte) mit dem Anspruch, bezahlbare Reihen- und Mietshäuser zu schaffen, um den herrschenden Wohnraumangel

zu bekämpfen. Der farbenfrohen Siedlung mit Pultdächern wurde ab 1928 die traditionalistische Versuchssiedlung Am Fischtalgrund mit gehobenen Wohn- und Einfamilienhäusern mit spitzen Satteldächern entgegengestellt. Der aus dieser Gegenüberstellung entbrannte Streit über die angemessene Dachform im Siedlungsbau bewegte sich zwischen Fragen des kostengünstigen Bauens mit der bestmöglichen Flächenausnutzung und ästhetischen Rückbezügen auf ländlich-historische Gestaltungstraditionen.

Die Berliner Architektur bietet zahlreiche weitere Beispiele bedeutender Dachlandschaften, die es in ihrem Gesamtzusammenhang und ihrer visuellen Wirkung zu schützen gilt.

An aerial photograph of a city street, showing a multi-story building with a tiled roof in the foreground and other buildings in the background. The image is overlaid with a semi-transparent green filter. The text is centered over the image.

5.

SOLARENERGIE-
NUTZUNG AM
BAUDENKMAL:

II

MÖGLICHKEITEN,
BEDINGUNGEN,
AUSNAHMEN

5.1.

Solaranlagen und ihre Vereinbarkeit mit dem Denkmalschutz

Die aktuellen klima- und geopolitischen Randbedingungen sowie die Solargesetzgebung in Berlin erzeugen einen hohen Handlungsdruck, die Umsetzung von Solarenergienutzung auch auf Denkmälern zu prüfen. Technische und kommerzielle Entwicklungen im Bereich der Solarenergienutzung sind in den letzten Jahrzehnten vorangeschritten und rücken frühere Beurteilungen von Solaranlagen durch die Denkmalpflege in ein neues Licht. Der Anteil der Denkmalobjekte am Gesamtberliner Gebäudegrundflächenbestand liegt bei etwa 12 Prozent.⁴⁹ Auch diese Gebäude können ein Baustein zur bis 2030 anvisierten Umsetzung des „Masterplans Solarcity“⁵⁰ sein, der Teil der Bemühungen um ein klimaneutrales Berlin ist. Mit den durch die Denkmalbehörden erarbeiteten Leitlinien werden die umfassenden Möglichkeiten für eine Solarinstallation auf Denkmaldachflächen aufgezeigt. Auf dem überwiegenden Anteil der Berliner Denkmale ist eine Solaranlage möglich.

Die Errichtung von Anlagen zur solaren Energiegewinnung auf oder an Gebäuden oder als untergeordnete Nebenanlagen auf Freiflächen ist denkmalrechtlich grundsätzlich genehmigungspflichtig, da hiermit eine Beeinträchtigung des Erscheinungsbildes, der visuellen Erfahrbarkeit sowie gegebenenfalls Eingriffe in die Substanz eines Baudenkmals einhergehen können. Der Grad der Beeinträchtigung ist im Einzelfall zu prüfen und im Genehmigungsverfahren für eine Solaranlage zu berücksichtigen. Für die denkmalfachliche Bewertung sind insbesondere die Eigenschaften, die zur Eintragung als Denkmal geführt haben, heranzuziehen. Die städtebauliche, geschichtliche, künstlerische oder wissenschaftliche Bedeutung eines Baudenkmals kann im Einzelfall gegen die Anbringung von Solarthermie- oder Photovoltaikanlagen angeführt werden. Die visuellen und substanziellen Auswirkungen dieser Anlagen können unterschiedlich beeinträchtigend sein und sind deshalb je nach Architektur und Bedeutung des Denkmals differenziert zu gewichten. Da der primäre Zeugnisträger die überkommene Bausubstanz ist, sind potenzielle Veränderungen an dieser im Abwägungsprozess von besonderem Gewicht. Insbesondere wenn noch bauzeitliche Dachdeckungen vorhanden sind oder wenn zu erwarten ist, dass der vorhandene Dachstuhl massiv ertüchtigt werden müsste, um eine Solaranlage aufnehmen zu können, ist es notwendig, andere Lösungen oder Standorte zu finden. Die Genehmigung einer Solaranlage bedarf daher grundsätzlich einer Einzelfallprüfung.

Wichtiges Kriterium im Entscheidungsprozess ist der Standort der geplanten Anlagen. Wenn sie vom öffentlichen Raum nicht einsehbar sind, wird ihre Genehmigungsfähigkeit in der Regel gegeben sein, sofern keine oder keine erheblichen Eingriffe in die Denkmalsubstanz zu erwarten sind. Zudem sind grundsätzlich Abmessung, Anordnung, Oberflächenwirkung,

⁴⁹ Vgl. Landesdenkmalamt Berlin: Stellungnahme zum Anteil der denkmalgeschützten Substanz am Berliner Gebäudebestand, Schreiben an die Oberste Denkmalschutzbehörde vom 28.06.2022.

⁵⁰ Vgl. EUMB Pöschk GmbH & Co. KG (Anm. 31).

Farbigkeit und Befestigung der geplanten Anlage relevant – einerseits um den Eingriff in die Denkmalsubstanz zu bewerten oder zu minimieren, andererseits um bei teileinsichtigen Anlagen die visuelle Beeinträchtigung beziehungsweise Veränderung zu steuern. Auch hier gilt, dass immer das einzelne Objekt mit seinem Erscheinungsbild und seinem Denkmalwert sowie die konkrete örtliche Situation zu betrachten sind.

Bei Neubauten in Denkmalbereichen und Anbauten an Denkmalen, bei denen die Errichtung von Solaranlagen hinnehmbar erscheint, sollten diese von vornherein in den architektonischen Entwurf integriert werden, damit deutlich wird, wie sie sich auf das Erscheinungsbild der umgebenden Denkmale auswirken.

Auch baurechtlich genehmigungsfreie Solaranlagen auf Nichtdenkmalen können von der denkmalrechtlichen Genehmigungspflicht betroffen sein, wenn sie in der Umgebung eines Denkmals, die für dessen Erscheinungsbild von prägender Bedeutung ist, errichtet werden.

Denkmale repräsentieren unser baukulturelles Erbe. Mit ihrer Substanz und Architekturaussage leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Identitätsstiftung in unseren Lebensräumen. Gerade wenn diese noch ungestört und unverfälscht bestehen, erscheinen Solaranlagen als gravierende Veränderung, mitunter Störung. Zudem sind die Dachformen an Denkmalen in vielen Fällen kleinteilig und ineinandergreifend, was die sinnvolle Installation von Modulen erschwert. Nicht nur aus denkmalpflegerischer Sicht erscheint es hier also naheliegend, Alternativen für die Solarnutzung zu suchen. Vielleicht gibt es in der Nähe Gebäude ohne Denkmalwert, an denen Solarmodule problemlos installiert werden können und die von ihren Eigentümerinnen und Eigentümern bisher nicht zur Solarnutzung vorgesehen sind. Innerhalb einer Siedlung kann Solarstrom möglicherweise von einer Gemeinschaftsanlage bezogen werden, wenn die denkmalgeschützten Dächer zum Beispiel technisch ungeeignet oder sehr prägend und authentisch überliefert sind. Aus der Perspektive der Denkmalpflege ist es daher erstrebenswert, dass bessere rechtliche und gewinnbringende Voraussetzungen zur Gründung von Energiegemeinschaften etabliert werden.

5.2.

Prüfkriterien und Genehmigungsfähigkeit – Überblick

Die Handlungsnotwendigkeit zur Klimaneutralität anerkennend, haben sich die Denkmalbehörden im Zusammenhang mit der Erstellung dieses Leitfadens auf eine strukturierte, ergebnisoffene Einzelfallprüfung verständigt. In den nachfolgenden Abschnitten wird dargestellt, wie die denkmalrechtliche und denkmalfachliche Prüfung eines Antrags für eine Solaranlage erfolgt, welche Kriterien die Denkmalbehörden heranziehen müssen und in welchen Fällen eine Solaranlage auf einem Denkmal oder in dessen Umgebung genehmigungsfähig ist.

Grundlegend für die Prüfung und Beurteilung der beantragten Solaranlage durch die Denkmalbehörden sind die folgenden zwei Kriterien:

1. der konkrete Wert des Denkmals mit seiner städtebaulichen Lage und dem damit verbundenen Erscheinungsbild
2. die mögliche Beeinträchtigung der Substanz des Denkmals, seiner Dachkonstruktion und Dachhaut

Der historische Zeugniswert eines Denkmals ist an Substanz und Erscheinungsbild gebunden. Sie sind daher die Basis für den denkmalrechtlichen und denkmalfachlichen Prüf- und Bewertungsprozess, der als Einzelfallprüfung erfolgen muss. Unter Berücksichtigung der im Folgenden detaillierten Aspekte zur Genehmigungsfähigkeit und der notwendigen Abwägung (siehe [Kapitel 5.7](#)) lässt sich folgendes Ergebnis vorab zusammenfassen:

Solaranlagen auf Baudenkmalen sind im Allgemeinen genehmigungsfähig, wenn die Anlage

- auf einem Flachdach installiert wird,
- vom öffentlichen Raum nicht einsehbar ist,
- vom öffentlichen Raum nur teilweise/untergeordnet einsehbar ist,
- nur vom halböffentlichen Raum einsehbar ist,
- auf einem Industriedenkmal oder technisch geprägter Architektur errichtet wird,
- auf einem für das Denkmal nicht bedeutenden Dach errichtet wird,
- auf Brandwänden und an ausgewählten/nicht denkmalprägenden Fassaden errichtet wird,
- in der Umgebung von Denkmalen und auf Neubauten im Denkmalbereich errichtet wird,
- in ausgewiesenen Fällen zur Gewährleistung der Zumutbarkeit des Erhalts von Denkmalen dient, etwa Scheunengebäude ohne anderweitig wirtschaftliche Nutzungsperspektive.

Die für die denkmalfachliche Beurteilung zugrunde liegende Definition von öffentlichem und halböffentlichem Raum wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

5.3.

Kriterien der denkmalrechtlichen und denkmalfachlichen Prüfung

Für die Entscheidung zur Genehmigungsfähigkeit einer Solaranlage sind nachfolgende Aspekte zu berücksichtigen.

Prüfung der denkmalrechtlichen Grundlage

Zunächst muss geprüft werden, ob es sich bei dem von der Maßnahme betroffenen Gebäude um ein einzeln gelistetes Baudenkmal oder einen Teil eines Denkmalbereiches handelt.⁵¹ Des Weiteren kann es sich um ein Gebäude in der näheren Umgebung, also im Wirkungsraum eines Denkmals handeln, sodass ein direkter visueller Zusammenhang der geplanten Solaranlage mit diesem Denkmal gegeben sein kann (Umgebungsschutz).

Prüfung der denkmalfachlichen Kriterien

Die Bewertung fußt auf der Denkmalbegründung, die durch das Landesdenkmalamt vorgenommen wurde, beziehungsweise auf den dort festgestellten, den Denkmalwert bestimmenden Eigenschaften eines Objektes. Diese wissenschaftliche Expertise ist der Maßstab für die Prüfung der Verträglichkeit oder Beeinträchtigung durch die Maßnahme. Für Objekte im Denkmalbereich, die selbst weder ein Baudenkmal noch ein konstituierender Bestandteil eines Ensembles sind, ist festzustellen, ob sich die Maßnahme auf das Erscheinungsbild des Denkmalbereichs negativ auswirkt.

Ein wichtiges Kriterium ist grundsätzlich die **Sichtbarkeit aus dem öffentlichen Raum** und die **städtebauliche Wirkung**. Öffentlicher Raum ist im Wesentlichen öffentlich gewidmete Verkehrs- oder Grünfläche.

Zuwegungen innerhalb von Wohnanlagen, Privatstraßen, Schulhöfe und ähnliche Bereiche, die im Regelfall nur von eingeschränkten Personengruppen betreten werden, sind als **halb-öffentliche Räume** anzusehen. Besucherbereiche von öffentlichen Gebäuden und öffentlich zugängliche Flächen wie Besucherdachterrassen oder die Räume des ÖPNV gelten für die denkmalfachliche Einschätzung in der Regel ebenfalls nicht als öffentlicher Raum, da sie zumeist auf privatem Grund zugänglich sind. Sie werden auch als halböffentlicher Raum bewertet. Bei der Bewertung der Denkmalverträglichkeit von Solaranlagen, die aus diesen

⁵¹ Die aktuelle Denkmalliste ist zu finden unter: <https://www.berlin.de/landesdenkmalamt/denkmale/liste-karte-datenbank/denkmalliste/>.

Bereichen sichtbar sind, besteht daher mehr Spielraum. Hierbei ist es für die Einzelfallentscheidung, ob eine potenzielle Solaranlage den Denkmalwert reduzieren würde, auch von Bedeutung, ob das jeweilige Denkmal für eine architektonische oder städtebauliche Wirkung von diesen Standpunkten aus konzipiert wurde. (Eine Friedhofskapelle kann beispielsweise eine architekturprägende Ansicht zu einem halböffentlichen Bereich wie einem Friedhof aufweisen. Die Wahrnehmung eines Gebäudes von einem S-Bahnhof wird dagegen in vielen Fällen nicht Teil der historischen Architekturidee gewesen sein.)

In seltenen Fällen können auch Räume innerhalb eines Denkmals, die für den Entwurf des Gebäudes von besonderer Bedeutung sind, zum Beispiel Säle mit besonderem Blick auf einen Innenhof, als öffentliche Räume gelten.

Davon zu unterscheiden sind die Räume, die ausschließlich privat genutzt werden, zum Beispiel Gärten oder Höfe. Solche privaten Räume können jedoch dann denkmalpflegerisch relevant werden, wenn die Architektur des Gebäudes mit diesen Bereichen korrespondiert. Dies kann durch eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem Entwurf oder auch vor Ort nachvollzogen werden.



Abbildung 31
Blick auf das Theater Karlsruhorst
vom S-Bahnhof.

Weiterhin muss eine Auseinandersetzung mit der denkmalkonstituierenden Substanz stattfinden, also mit der Materialität der Dachhaut und deren Gestaltungselementen wie Ortgang, Grate und Traufausbildung sowie dem Dachtragwerk. Hinzu kommen dachprägende, gegebenenfalls denkmalwerte Dachausbauten wie Schornsteine und Gauben.

Auch das denkmalkonstituierende Erscheinungsbild, das sich in der Geschlossenheit der Dachfläche, in städtebaulich wirksamen Dachlandschaften oder Baukörpergruppierungen, in prägenden Ansichten oder in Farbigkeit und konkreter Struktur einer Dachfläche manifestiert, stellt ein wesentliches Kriterium dar. Ebenso müssen Raumbezüge beachtet werden, also Sichtbezüge oder Blickachsen zwischen den Denkmalen, dominante städtebauliche Wirkungen oder Zusammenhänge. Letzteres wird vor allem dann in Betracht kommen, wenn es sich um Anträge in der Umgebung von Denkmalen handelt.

Prüfung von Art, Umfang und Auswirkungen der Maßnahme

Um die Auswirkungen der geplanten Solaranlage auf das Denkmal beurteilen zu können, muss geklärt werden, welche Art von Anlage an welchem Standort geplant ist. Ihre konkrete Gestaltung ist wichtig, um zu wissen, ob kontrastreiche Raster mit Binnenstruktur zu erwarten sind und welche Kubatur die Anlage entwickelt, das heißt, ob sie flächig integriert oder aufgeständert ist. Hinzu kommt noch die Frage, inwieweit Nebenanlagen oder Zusatzgeräte erforderlich sind und wo diese im Denkmal integriert werden können. Ergänzend ist für die Beurteilung von Bedeutung, wie die Module befestigt werden und ob dafür Eingriffe in das Tragwerk oder in die Dachhaut vorgenommen werden müssen. Hierbei ist gegebenenfalls zu prüfen, ob die Dachkonstruktion verstärkt werden muss, was aufgrund von Windlasten oder der Gesamtlast der Anlage notwendig werden könnte. Auch ist zu klären, ob Leitungsstränge durch Decken und Wände geführt werden müssen und welche Auswirkungen auf den Bestand damit verbunden sind.

5.4.

Standorte von Solaranlagen und deren Denkmalverträglichkeit

Jedes Denkmal ist einzigartig. Dennoch tauchen bestimmte Fragestellungen und Situationen immer wieder auf, die für die Beurteilung der potenziellen Beeinträchtigung eines Denkmals durch eine Solaranlage von Bedeutung sind. In den folgenden Kapiteln werden die unterschiedlich möglichen Fallbeispiele ausführlich erläutert. Themen sind:

- Denkmalverträglichkeit von PV-Anlagen auf Dach- und Bautypen
- Verwendung von Standardmodulen (konventionelle beziehungsweise die auf dem Markt üblichen Produkte)
- PV an Fassaden und an Balkonen
- für PV-Anlagen aus denkmalfachlicher Sicht ungeeignete Flächen
- PV in Welterbe- und Gedenkstätten
- PV in Denkmalbereichen
- Umgebungsschutz
- Solarthermie und PV-T

Die Bedeutung, die das Dach für ein Baudenkmal aus ganz unterschiedlichen Gründen besitzen kann, wurde bereits in Kapitel 4.2. ausführlich erläutert. Im denkmalrechtlichen Genehmigungsverfahren sind bei der Abwägung, ob eine Solaranlage im Einzelfall erlaubt werden kann oder nicht, unterschiedliche Aspekte zu berücksichtigen.

Wichtig ist zunächst, ob die potenziell mit einer Solaranlage zu belegende Dachfläche aus dem öffentlichen oder halböffentlichen Raum sichtbar ist. Neben der Prüfung der Sichtbarkeit muss eine denkmalfachliche Einschätzung der Bedeutung des Daches für den Denkmalwert vorgenommen werden. Handelt es sich zum Beispiel um ein besonders authentisch erhaltenes, historisches Dach? Ist das Dach außergewöhnlich geformt oder gestaltet? Ist das Dach in hohem Maße prägend, weil es sehr groß, raumbildend oder mit vielfältigen Elementen wie Zwerchhäusern und Gauben besetzt ist? Hat das Dach zwar keinen außergewöhnlichen künstlerischen Wert, aber eine historische, städtebauliche oder wissenschaftliche Bedeutung? Ist das Tragwerk besonders und könnte es ohne zusätzliche Ertüchtigungsmaßnahmen die Solaranlage nicht aufnehmen?

Davon ausgehend ist durch die Denkmalbehörden festzustellen, welche der nachfolgenden Fallkonstellationen vorliegt.

**HIER IST EINE
PHOTOVOLTAIK-
ANLAGE
AM DENKMAL
MÖGLICH**

Flachdächer

Flachdächer und andere flach geneigte Dächer sind häufig, insbesondere wenn sie mit einer Attika versehen sind, aus dem öffentlichen Raum nicht einsehbar. Für die Ausführung einer Photovoltaikanlage sind die Gestaltungsanforderungen deshalb niedrig. Wichtig ist, nicht nur die Einsehbarkeit des Daches zu prüfen, sondern auch die Wahrnehmbarkeit einer Solaranlage. Um die Sichtbarkeit zu verringern, sollten Anlagen auf Flachdächern grundsätzlich mit Abstand zum Dachrand montiert werden beziehungsweise, wenn keine Attika vorhanden ist, so flach wie möglich auf dem Dach aufliegen. Standardmodule können hier im Allgemeinen uneingeschränkt zum Einsatz kommen. Inwiefern Kombinationen aus Gründach und PV-Anlage denkmalverträglich umsetzbar sind, insbesondere wenn die hierfür vorgesehene Dachfläche ein wichtiger Bestandteil der Denkmalwertbegründung ist, muss im Einzelfall geprüft und abgestimmt werden.

Ist das Flachdach aus dem halböffentlichen Raum (zum Beispiel von einem höher gelegenen S-Bahnhof) gut sichtbar, ist auf eine anspruchsvolle Ausführung der Solaranlage zu achten, etwa durch die Anpassung der Gestaltung (zum Beispiel Oberflächenwirkung oder Stärke der Module) an das bestehende Dach.



Abbildung 32
Flachdach der Hochschule für
Technik und Wirtschaft Berlin.

Dachflächen, die aus dem öffentlichen Raum nicht einsehbar sind

Dies können Dachflächen sein, die zum Beispiel nur aus dem privaten Garten heraus sichtbar sind. Standardmodule sind hier möglich. Dennoch soll, damit eine Denkmalverträglichkeit gewährleistet wird, auf eine ruhige Oberflächenwirkung und Anordnung der Module auf dem Dach geachtet werden. Um Substanz zu schonen, soll die zu belegende Fläche auf das Notwendige beschränkt werden. Ausführungen der Anlage, die sich über die Dachgeometrie hinwegsetzen, beispielsweise über den First ragen oder am Grat abtreppen, sind zu vermeiden. Für die Festlegung der genauen Position auf dem Dach ist die Orientierung an Fensterachsen oder anderen Gliederungselementen in der Fassade oft hilfreich. Wenn ein Dach ohnehin neu gedeckt wird, sollte die Ausführung als integrierte PV-Anlage in Betracht gezogen werden, um sich so gut wie möglich zurückzunehmen. Auch wenn die Anlage vom öffentlichen Raum nicht einsehbar ist, ist die Architekturwirkung des Gebäudes in den meisten Fällen entscheidend für den Denkmalwert und muss deshalb respektiert werden. Entsprechende Abstimmungen und gegebenenfalls Bemusterungen sind in Zusammenhang mit der Planung der Anlage mit den Denkmalbehörden vorzunehmen.



Abbildung 33
Die Dachfläche ist nur von einem privaten Garten einsehbar.

Dachflächen, die vom öffentlichen Raum nur unwesentlich oder teilweise einsehbar sind

In Fällen, wo die Solaranlage aus dem öffentlichen Raum nur sehr bedingt wahrzunehmen sein wird oder das Dach keine städtebauliche oder denkmalwerttragende Architekturwirkung entfaltet, kann man zu der Einschätzung gelangen, dass die zu erwartende Beeinträchtigung wenig erheblich ist. Dies kann der Fall sein, wenn eine Dachfläche zum Beispiel aus dem öffentlichen Straßenraum aufgrund ihrer Höhe und Dachneigung kaum wahrnehmbar oder teilweise durch andere Gebäude verdeckt ist. Sie ist dann städtebaulich nicht in besonderem Maße wirksam. Eine Genehmigung kann daher erteilt werden, gegebenenfalls mit Auflagen zur genauen Position der Anlage oder Anpassung der Farbigkeit, damit die Module nicht das Augenmerk auf sich ziehen. Standardmodule sind in angemessener Gestaltung (zum Beispiel mit matter Oberfläche oder angepasster Rahmenfarbigkeit) hier gegebenenfalls auch möglich.



Abbildung 34
Aus dem öffentlichen Raum nur teilweise einsehbare Dachflächen.

Dachflächen, die nur vom halböffentlichen Raum einsehbar sind

Anlagen, die aus dem halböffentlichen Raum sichtbar werden, können ebenfalls eine Genehmigung erhalten, wenn die Solaranlage so beschaffen ist, dass ihre visuellen Auswirkungen weitgehend reduziert sind. Bei einem Dach, das bereits Überformungen oder nachträgliche Aufbauten aufweist, sollte die Solaranlage möglichst harmonisierend und die Architektur respektierend ergänzt werden. Ist das Dach noch weitgehend ungestört, soll eine technische Lösung gefunden werden, die sich dem unterordnen kann, beispielsweise durch den Einsatz farblich angepasster oder bauwerkintegrierter Module oder die Verwendung von Solardachsteinen in Teilbereichen (siehe [Kapitel 5.5](#)). In Fällen, wo eine Einsehbarkeit nicht oder nur geringfügig gegeben ist, sind die Anforderungen an die Gestaltung geringer. Standardmodule in angemessener Gestaltung sind hier ebenfalls in Abhängigkeit von der Situation und in Abstimmung mit den Denkmalbehörden möglich. Dabei ist die Herangehensweise bei Dachflächen in Denkmalbereichen und in denkmalgeschützten Siedlungen im Wesentlichen die gleiche (siehe [Kapitel 5.4. Abschnitt „Photovoltaikanlagen in Denkmalbereichen“](#)).



Abbildung 35
Nur aus dem halböffentlichen Raum eines Krankenhausgeländes einsehbare Dachflächen.

Industriedenkmale oder technisch geprägte Architektur

Manche Sonderbauten können aus denkmalfachlicher Perspektive besonders geeignete Flächen für Solaranlagen bieten. Insbesondere für Industrie- und Technikdenkmale wie Fabrik- und Produktionsgebäude, Gewerbehallen, Abwasser- und Kraftwerke, Bahnhöfe, Flughäfen oder Verkehrsbauwerke sind technische Elemente und reflektierende Oberflächen vielfach keine fremdartigen Gestaltungsthemen.



Abbildung 36
PV-Anlagen auf denkmalgeschützten ehemaligen Fabrikgebäuden.

Da diese Gebäude oftmals große Grundflächen und funktionsgebundene, wenig repräsentative Dachformen wie Flach- oder Sheddächer besitzen, können Solaranlagen dort so platziert werden, dass sie aus dem öffentlichen Raum nicht oder nur bedingt wahrnehmbar sind beziehungsweise sich in die technische Anmutung des Gebäudes einpassen. Sind die Solarmodule sichtbar, ist in jedem Fall ihre bewusste Gestaltung und Anordnung in enger Abstimmung mit den Denkmalbehörden notwendig.



Abbildung 37
Denkmal Brikettfabrik Louise mit PV-Anlage, Dohmsdorf.

Dachflächen, die für das Denkmal nicht bedeutend sind

Ist das Dach für den Denkmalwert nicht wesentlich, kann eine Solaranlage aufgebracht werden. Dies können Gebäude sein, deren bauzeitliche Dächer oder bauzeittypische, prägende Dachdeckungen verloren gegangen sind oder wo starke Überformungen stattgefunden haben. Dennoch trägt das Dach auch hier im Regelfall zur Gesamtwirkung des Denkmals bei und weist gegebenenfalls auch eine besondere städtebauliche Wirkung auf. Daher muss die Solaranlage bewusst gestaltet werden. Hierfür bieten sich bauwerkintegrierte Systeme an. Standardmodule sind in angemessener Weise ebenfalls möglich; sie sollten dann zum Beispiel vollflächig aufgebracht werden und eine matte Oberflächenwirkung aufweisen, um sich harmonisch in die Gesamtgestaltung des Denkmals einzufügen.



Abbildung 38
Denkmal mit überformtem, nicht
bauzeittypischem Dach.

Brandwände und ausgewählte Fassaden

Die Fassaden eines Denkmals sind in der Regel prägend für den Denkmalwert. Solaranlagen an Fassaden können daher nur in ganz besonderen Fällen genehmigt werden, da sie bauliche Proportionen, Gliederungen und künstlerische Gestaltungen verunklaren und verdecken könnten. An jüngeren Baudenkmalen, deren Fassaden eine ähnliche Materialsprache wie die Solarmodule sprechen, können in besonderen Fällen Solaranlagen möglich sein. Dies trifft auf Gebäude zu, die zum Beispiel mit modularen Fassadensystemen aus Stahl- oder Aluminiumpaneelen verkleidet sind. Flach aufgesetzte Module oder fassadenintegrierte Solaranlagen können eine Alternative zur Errichtung von Solaranlagen auf besonders erhaltenswerten Dachflächen darstellen, wenn sie sich thematisch in die jeweilige Fassade einbinden lassen. Dies kann zum Beispiel an Industrie- und Technikdenkmalen, Neubauten im Umgebungsschutz oder an umgestalteten Brandwänden der Fall sein.



Abbildung 39
Brandwand in einem Denkmalbereich.

Brandwände haben meist keine denkmalprägende Bedeutung. Da sie historisch als Werbeflächen genutzt oder künstlerisch gestaltet und bemalt wurden, stellen farblich und gestalterisch angepasste Solarpaneele kein fremdes Element dar. Standardmodule in angemessener Gestaltung können daher in der Regel genehmigt werden. Auch eine künstlerische Gestaltung mit Solarelementen kann im Einzelfall denkmalrechtlich genehmigungsfähig sein. Wichtig ist hier in jedem Fall, bauordnungsrechtliche Anforderungen (Brandschutz und Nachbarschaftsrecht) zu prüfen und zu gewährleisten.

Um die Proportionen einer Fassade nicht aufzubrechen, sollten die Module möglichst plan aufliegen; eine Aufständigung ist aus denkmalfachlicher Sicht im Regelfall nicht möglich.

Fassadenanlagen am Denkmal werden eine Ausnahme bleiben. Grundsätzlich kann die beschriebene Herangehensweise für die Beurteilung der Denkmalverträglichkeit von Solaranlagen auf Dächern nicht analog auf die Beurteilung von Fassadenanlagen angewendet werden. Hier stehen die Architekturgestaltung und der Beitrag der betroffenen Fläche zum Denkmalwert stärker im Vordergrund. Ob die Anlage aus dem öffentlichen, halböffentlichen oder privaten Bereich einsehbar ist, spielt daher zunächst eine untergeordnete Rolle.

Balkone

Kleinteilige Solarmodule, die beispielsweise an Balkonbrüstungen angebracht werden, sind nur dort möglich, wo sie nicht wahrnehmbar sind, nachträglich angebrachte Balkone in nicht öffentlich einsehbaren Höfen betreffen oder sich, ohne den Denkmalwert zu beeinträchtigen, in die Architektursprache des Gebäudes gestalterisch einfügen lassen. Dies kann der Fall sein, wenn die Brüstungen bereits bauzeitlich durch einheitliche monochrome, glatte Platten, wie Metallplatten, ausgeführt wurden. Je nach gestalterischer und baulicher Qualität dieser Elemente für den denkmalgeschützten Architekturentwurf muss gemeinsam mit den Denkmalbehörden entschieden werden, ob PV-Module angebracht werden können und wie dies substanzschonend und visuell zurückhaltend erfolgen kann. Solche Fassadenanlagen erfordern die Entwicklung eines ganzheitlichen Konzeptes, an Mehrfamilienhäusern ist auf eine vereinheitlichte Ausführung zu achten. Bei nachträglich an einer denkmalgeschützten Fassade installierten Balkonen, die nicht zum Denkmalwert beitragen, stellen Balkonkraftwerke aus denkmalfachlicher Sicht im Allgemeinen kein Problem dar. Auch hier müssen aber der genaue Anbringungsort und die Oberflächenwirkung des Moduls mit den Denkmalbehörden abgestimmt und eine einheitliche Gestaltung für die gesamte Balkonanlage gewährleistet sein. Verputzte Fassaden, in denen Balkone wichtige Gliederungselemente und prägnante Architekturmerkmale darstellen, und Balkone, deren Brüstungen aufwendig gestaltet sind, zum Beispiel durch Stuck oder Ziegelbänderungen, eignen sich in den meisten Fällen nicht für diese PV-Anlagen. Die außen angehängten Steckermodule würden wichtige denkmalprägende Teile überdecken und somit das Denkmal beeinträchtigen. Bei der Anbringung von Steckernmodulen an Balkonen ist zudem zu klären, ob die Eigentümergemeinschaft des Hauses oder die Vermieterin beziehungsweise der Vermieter mit der Installation einverstanden ist. Eine Alternative, an die denkmalfachlich und denkmalrechtlich keine besonderen Anforderungen bestehen, können portable Anlagen mit flexiblen Modulen sein, die nur zeitweise auf der Nutzfläche des Balkons aufgestellt, aber nicht dauerhaft an der Brüstung oder Fassade angebracht werden.

Wie bei Solaranlagen auf Dächern ist auch bei Anlagen an Fassaden stets eine detaillierte Einzelfallprüfung der Bestandssituation und eine denkmalfachliche Abwägung aller Auswirkungen notwendig. Balkonanlagen sollten aus Gründen des Brandschutzes und der Statik stets aus vertrauenswürdigen Quellen bezogen und sachgemäß montiert werden. Das Landesdenkmalamt hat für ausgewählte Gebäude und Ensembles Studien zur Umsetzbarkeit von Balkonmodulen in Auftrag gegeben.

In der Umgebung von Denkmalen und auf Neubauten im Denkmalbereich

Neubauten in Denkmalbereichen stellen eine Fortschreibung des Denkmals dar. Während der Substanzgedanke hier nicht ausschlaggebend ist, müssen sie vor allem die städtebauliche Wirkung und das Erscheinungsbild des Ensembles beziehungsweise der Gesamtanlage respektieren. Ähnlich verhält es sich für Gebäude in der näheren Umgebung von Denkmalen. Dabei ist das Spektrum an möglichen Solaranlagen groß. Im Sinne der Denkmalverträglichkeit müssen sie so beschaffen sein, dass sie das Ortsbild oder die Wahrnehmbarkeit des Denkmals in seiner künstlerischen oder städtebaulichen Wirkung nicht erheblich (visuell) beeinträchtigen. Besonders glänzende oder auffällig strukturierte Oberflächen, wie man sie etwa von den polykristallinen Modulen kennt, können benachbarte Denkmale in ihrer Wahrnehmung beschädigen. Bauwerkintegrierte Ausführungsvarianten und sehr ruhige, homogene Anlagen werden sich dagegen eher zurückhaltend und qualitativvoll einfügen können. Standardmodule in angemessener Gestaltung sind möglich. Nur im Ausnahmefall müsste daher eine Solaranlage im Umgebungsschutz von Denkmalen aus denkmalfachlicher Sicht abgelehnt werden, etwa weil sie durch ihre visuelle Beschaffenheit das Denkmal erheblich in seiner Wirkung stört.



Abbildung 40
Dachintegrierte PV-Anlage auf
Neubau neben einem Denkmal.

Denkmale, deren Erhaltung wirtschaftlich nicht zumutbar ist

Sonderfälle, in denen die auf den Denkmalwert des Gebäudes und die Einsehbarkeit bezogene negative Beurteilung einer Solaranlage zurückgestellt werden kann, sind denkmalgeschützte Gebäude, die nicht (mehr) wirtschaftlich zu nutzen sind. Dies können zum Beispiel Scheunen oder Wirtschaftsgebäude sein, für die keine sinnvolle Nutzungsperspektive besteht, weshalb der Erhalt und die Pflege des Gebäudes langfristig nicht gewährleistet sind. Das Denkmalschutzgesetz berücksichtigt diese Fälle, indem es einschränkend die Zumutbarkeit als Voraussetzung für die Erhaltungspflichten der Eigentümerin beziehungsweise des Eigentümers nennt. Denkbar wäre etwa, dass die Installation einer Photovoltaikanlage zur Netzeinspeisung dafür sorgt, dass das Gebäude ökonomisch betrieben und somit erhalten werden kann. Solche Situationen treffen jedoch im Regelfall nur auf Denkmale in strukturschwachen Regionen zu, sodass es sich in Berlin eher um eine Ausnahme handeln dürfte, was im Antrag schlüssig dargestellt werden müsste. Standardmodule können hier zum Einsatz kommen.



Abbildung 41
Denkmalgeschütztes Wirtschafts-
gebäude.

**HIER IST EINE
PHOTOVOLTAIK-
ANLAGE AM
DENKMAL NICHT
GEEIGNET**

Dächer mit besonderer städtebaulicher Bedeutung



Abbildung 42
Schloss Charlottenburg
mit besonders prägnanten
Dachflächen.

Ist die Solaranlage aus dem öffentlichen Raum gut sichtbar und entfaltet sie mit dem Dach eine besondere architektonische und/oder städtebauliche Wirkung, kann von einer potenziellen Beeinträchtigung des Denkmals ausgegangen werden, denn der denkmalrelevante visuelle Charakter und Zeugniswert des (unberührten, aussagekräftigen, aufwendig gestalteten) Daches kann durch Aufbringen von Photovoltaikelementen deutlich gemindert werden. Das Aufbringen einer Solaranlage ist daher nur in Sonderfällen und nach ausführlicher Einzelfallprüfung möglich. Dies gilt für repräsentative Sonderbauten wie Schlösser oder Monumente, die schon aufgrund ihrer meist städtebaulichen Sonderstellung exponiert und auf Sichtachsen ausgerichtet sind, sodass ihre Dächer weithin einsehbar sind. Prominente Beispiele hierfür sind etwa das Brandenburger Tor als ein zentrales Objekt der mehrere Kilometer langen Achse aus Straße des 17. Juni und Unter den Linden oder das Schloss Charlottenburg, dessen Dachflächen sowohl vom weitläufigen Schlosspark als auch von der südlich vorgelagerten, bauzeitlich als repräsentative Auffahrtpromenade konzipierten Schlossstraße aus weithin sichtbar sind.

Diese städtebauliche Sonderstellung trifft häufig auch auf Sakralbauten zu, die in der Regel freistehend und durch eine axiale Anordnung umliegender Straßen im städtischen Raum sehr präsent sind. Ihre Dächer, die historisch stets als geschlossene Dachfläche ohne Störungen durch zum Beispiel Dachfenster oder Schornsteine auftreten, sind dadurch vom öffentlichen Straßenraum allansichtig und von weither einsehbar. Das Aufbringen einer Solaranlage auf einer Kirche ist nur in Sonderfällen und nach ausführlicher Einzelfallprüfung möglich. Es ist stets sinnvoll, alternative Dachflächen im Umfeld des Kirchengebäudes, zum Beispiel auf Gemeindehäusern, zu prüfen.

Auch andere städtebaulich besonders prägende Dachflächen, etwa an der Schaufassade von Ensembles oder Einzeldenkmälern, sind sensible Bereiche, die von Solaranlagen freigehalten werden sollen.



Abbildung 43
Städtebaulich stark prägendes
Dach der Marienkirche in Mitte.



Abbildung 44
Riehmers Hofgarten – städte-
baulich besonders wirksame
Dachflächen.

Dächer mit besonderer architekturhistorischer oder bautechnischer Bedeutung

Denkmale, deren Wert in besonders aufwendig gestalteten Dachkonstruktionen liegt, bieten nur bedingt potenzielle Flächen für Solaranlagen. Hierzu zählen unter anderem Gebäude mit hyperbolischen Paraboloidschalen oder Hängekonstruktionen – wie die Kongresshalle am Berliner Tiergarten (heute Haus der Kulturen der Welt) –, deren Dächer besonders raumbildend und skulptural wirken. Manche Denkmale besitzen zwar kein Dach mit herausragendem Denkmalwert, zeichnen sich aber durch eine besonders prägende Silhouette aus. In diesen Sonderfällen muss auch die Sichtbarkeit aus dem halböffentlichen Raum bei der denkmalfachlichen Prüfung der Umsetzbarkeit besondere Berücksichtigung finden.

Auch Dächer mit üppigen Gestaltungen, zum Beispiel durch Gauben, Laternen und Dachreiter, oder mit seltenen Deckungsmaterialien wie Spließdeckungen oder Handstrichziegeln sind aus denkmalfachlicher Sicht ungeeignet für die Installation von Solaranlagen. Hier würden wertvolle Materialien zumindest teilweise verloren gehen und die authentische Wirkung der Dachfläche in ihrer Kleinteiligkeit und baukünstlerischen Aussage gestört werden.



Abbildung 45
Aufwendig ausgebildetes Dach
des S-Bahnhofs Mexikoplatz.



Abbildung 46
Baukünstlerisch anspruchsvolle
Dachfläche auf Gartenseite.

Im Einzelfall kann eine betroffene Dachfläche, die zwar nur aus einem privaten Raum sichtbar ist, dennoch einen wesentlichen Beitrag zum Denkmalwert leisten, zum Beispiel die hochwertig gestaltete Dachfläche zur Gartenseite einer Villa. Hier ist sorgfältig abzuwägen, ob die Solaranlage im Sinne des Denkmalschutzes versagt werden muss oder ob sie mit hohen gestalterischen Anforderungen genehmigt werden kann.

Dächer mit besonderer Tragkonstruktion, die für eine Solaranlage aufwendig ertüchtigt werden müsste

Bei besonderen bauzeitlichen Dachkonstruktionen, die zum Denkmalwert beitragen und die durch die Herrichtung für eine Solaranlage wesentlich beeinträchtigt werden würden, soll, um die Authentizität des Denkmals zu wahren, auf eine Solarinstallation verzichtet werden.



Abbildung 47
Filigranes Dachtragwerk.

Denkmale mit besonderer erinnerungs- kultureller Bedeutung

Denkmale können auch besondere Erinnerungsorte und Gedenkstätten sein, wie die ehemalige Hinrichtungsstätte in Plötzensee oder die ehemalige Untersuchungshaftanstalt der Staatssicherheit in Hohenschönhausen. Hier sollte aus ethischen Gründen hinterfragt werden, ob die Installation einer Solaranlage angemessen ist.



Abbildung 48
Gedenkstätte Hohenschönhausen.

5.5. Lösungen finden, Auswirkungen minimieren

Hat die vorangehende Prüfung ergeben, dass es Dachflächen auf einem Denkmal gibt, die für die Installation einer Solaranlage vertretbar erscheinen, obwohl eine gewisse Einsehbarkeit gegeben ist, muss die Art der Ausführung gefunden werden, die die geringste visuelle und substanzielle Beeinträchtigung verursacht. Genehmigungsfähige Lösungen sind dabei nicht generell übertragbar. Prinzipiell lässt sich jedoch sagen, dass Module, die eine nicht spiegelnde, homogene Oberfläche aufweisen, verträglicher sind.

Hinweise zur denkmalverträglichen Ausführung



Abbildung 49
Farblich angepasste PV-Anlage
auf einem Denkmal.

Bei Steildächern sind die Möglichkeiten für Anbringungsort und Gestaltung einer Solaranlage von vielen individuellen Bedingungen abhängig, denn sie wird sich immer aufgrund ihrer Farbigkeit, Oberflächenbeschaffenheit und Alterungsbedingungen in einem gewissen Maß vom Bestandsdach abheben. Ziel sollte daher auch in wenig oder nicht einsehbaren Dachbereichen sein, eine ruhige Dachfläche mit wenig visuellen Störungen zu schaffen, um die Anlage optisch ins Bestandsdach einzubinden. Dafür ist es notwendig, die Anlage an die Form und den Rand des Daches anzupassen, indem möglichst ungestörte quadratische Felder oder Bänder gebildet werden; L- und U-förmige Felder hingegen wirken unruhig. Der Anstellwinkel von aufgesetzten Modulen sollte identisch mit der Dachneigung sein.

**Abbildung 50**

Bei einem Denkmal nicht
verträglich: ungünstig über den
First ragende Solaranlage.

Module dürfen zudem nicht über First und Ortgang hinausragen, um die Kubatur des Daches nicht zu verunklaren. Auch „Ausfransungen“ durch Ausschnitte oder Restflächen an den Rändern der Anlage sollten verhindert werden. Hier können gegebenenfalls Blindmodule zum Einsatz kommen, um eine geschlossene Fläche zu schaffen. Ist das Dach bereits durch andere Elemente, wie zum Beispiel Dachflächenfenster, durchbrochen, kann es sinnvoll sein, die Ausrichtung und Proportion der Anlage daran anzupassen, um Symmetrie und eine harmonische Einpassung herzustellen.

Steildächer können sehr heterogen gestaltet sein und verfügen oftmals über eine kleinteilige Deckung aus Ziegeln, Platten oder Dachsteinen. Da flächige Module das bewegte Bild, wie es zum Beispiel durch eine Biberschwanz-Kronendeckung entsteht, nicht nachahmen können, bietet sich in einem solchen Fall möglicherweise die Verwendung von passenden Solarschindeln an.

Anlagen, die nur aus dem halböffentlichen oder aus dem öffentlichen Raum nur unwesentlich oder teilweise wahrnehmbar sind

**Abbildung 51**

Das Dach eines denkmalge-
schützten Waschhauses ist aus
dem halböffentlichen Raum
einsehbar, entfaltet jedoch nur
eine untergeordnete städte-
bauliche Wirkung. Die visuelle
Beeinträchtigung konnte durch
die PV-Anlage mit den sehr
flachen Modulen reduziert
werden, der Zeugniswert des
Gebäudes bleibt gegeben.

Auf Gebäuden, deren Dächer nicht vom öffentlich zugänglichen Raum einsehbar sind, können auch flächige Module eingesetzt werden. Nach Möglichkeit sollten diese die Farbe der bestehenden Deckung aufnehmen und einen an die Glasur der Deckung angepassten Reflexionsgrad besitzen. Dabei ist auf die Übergänge zwischen Anlage und Dach zu achten. Nicht nur die Module, sondern auch deren Rahmen sollten farblich angepasst und bei Aufdachlösungen verdeckte Befestigungen gewählt werden.



Abbildung 52
Rote Module auf einem
Ziegeldach.

In städtebaulich besonders wirksamen Bereichen ist die Anpassung an die vorhandene Dachfarbe anzustreben; bei rot gedeckten Dächern sind demnach rote Module vorzuziehen. Zudem sollte mit der Platzierung von PV-Modulen oder Solarkollektoren Rücksicht auf die Fassadengliederung oder vorhandene Aufbauten auf der Dachfläche genommen werden. Stets muss eine ausgewogene Gestaltung das Ziel sein. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn Doppelhäuser oder Wohnanlagen beziehungsweise Siedlungen mit Solaranlagen versehen werden. Hier empfiehlt sich die Erstellung objektübergreifender Gestaltungskonzepte. Für ausgewählte Berliner Siedlungen wurden entsprechende PV-Kataster in Auftrag gegeben.

Können Solaranlagen von einem öffentlich bedeutsamen Raum innerhalb eines denkmalgeschützten Gebäudes wahrgenommen werden, dann muss im Einzelfall geprüft werden, inwieweit sich die visuelle Störung der betroffenen Dachfläche reduzieren lässt. Dies kann zum Beispiel durch Identifizierung einer kaum einsehbaren Position oder durch bauwerkintegrierte Lösungen wie Solarschindeln erreicht werden.

Unauffällige Standorte und Architekturintegration

Wenn Solaranlagen „wie selbstverständlich“ in die Architektur eines Gebäudes eingefügt werden, können sie weniger dominant oder störend wirken. In Abhängigkeit von baulichen Gegebenheiten, Denkmalwert und der konkreten örtlichen Situation sollten am Denkmal oder in der Umgebung von Denkmälern auch solche Lösungen in Betracht gezogen werden. Im landwirtschaftlichen Umfeld fungieren zum Beispiel Pultdächer häufig als Unterstände und können womöglich die gewünschte PV-Anlage aufnehmen. Auch kleinere Teilbereiche, wie zum Beispiel die Dächer von Gauben, die oftmals schlechter einsehbar sind, sollten bei der Suche nach einem geeigneten Montageort berücksichtigt werden.



Abbildung 53
PV-Anlage auf einem Vordach.



Abbildung 54
Solarkollektoren auf einer Gaupe.

Bauzeitliche, prägende Dachdeckungen an Denkmälern können über die Zeit verloren gehen. Manche Dächer sind im Nachhinein mit Betondachsteinen statt des ursprünglichen Materials eingedeckt worden. Hier kann es denkmalfachlich zu vertreten sein, bei einer notwendigen Dacherneuerung einen Materialwechsel vorzunehmen (zum Beispiel zur Vermeidung von Bauschäden oder bei ungewisser Quellenlage). Eine bauwerkintegrierte Photovoltaikanlage im Dach kann in solchen Fällen ebenfalls eine angemessene, ästhetisch überzeugende Lösung darstellen.



Abbildung 55
Dachintegrierte PV-Anlage als Ersatz für eine zu erneuernde Dachdeckung.

Das Aufnehmen vorhandener Dachdeckungen für die teilweise oder vollflächige Integration von Solaranlagen in eine Dachfläche ist grundsätzlich aufwendiger als eine additive Lösung. Integrierte Anlagen wirken oftmals aber ruhiger und sind der Architektur zuträglicher. Daher können sie gerade bei Neubauten in der näheren Umgebung von Denkmälern oder in Denkmalsbereichen eine gut gestaltete Möglichkeit für die Solarenergienutzung sein. Im Bestand bringen sie einen Substanzverlust mit sich, der im Einzelfall zu bewerten ist. Mitunter sind auch Solardachsteine oder -schindeln sinnvolle Varianten und von den Antragstellenden gewünscht. Sie können bei entsprechender Bemusterung als die am wenigsten auffällige Photovoltaikvariante in der Dachfläche eines Denkmals erscheinen. Hier ist wichtig, dass betroffene Bereiche auch geometrisch ausgewogen ausgewählt werden und in Abhängigkeit von den Gegebenheiten des Denkmals ausreichend authentische Dachdeckung als Beleg verbleibt.

Fassadenanlagen

Bei Fassadenanlagen, zum Beispiel an Brandwänden, sind zurückhaltend, aber bewusst gestaltete Solarmodule anzustreben und Originalwandflächen in ausreichendem Maß sichtbar zu belassen. Gegebenenfalls kann durch die Solartechnik, zum Beispiel mithilfe farbiger Module, auch eine künstlerische Gestaltung erfolgen.



Abbildung 56
Gestaltete Photovoltaikanlage
an einer Brandwand.

Schonung der Denkmalsubstanz und Entscheidung für die verträglichste Lösung

Für den denkmalrechtlichen Entscheidungsprozess empfiehlt sich immer ein frühzeitiger Austausch mit den Denkmalbehörden, um entsprechende Konzepte und mögliche Gestaltungsvarianten abstimmen zu können, bevor es zum Genehmigungsantrag kommt.



Abbildung 57
Leichte, aufgeklebte Module auf
einem Metaldach.

In jedem Fall ist ein substanzschonendes Konzept unter Berücksichtigung statischer und konstruktiver Auswirkungen auf den Bestand zu entwickeln. Ist beispielsweise die Tragfähigkeit eines bauzeitlichen Dachstuhls stark eingeschränkt, wäre zu prüfen, ob leichte Produkte wie PV-Lamine eine Lösung sein können oder ob ein anderer Standort gefunden werden kann. Die Anlage muss außerdem so gestaltet werden, dass sie in angemessener Weise auf die Einsehbarkeit Rücksicht nimmt, abhängig von der Form, der Farbe und der Gestaltung des Daches. Je nach Objekt, seiner Architektur und der Charakteristik des vorhandenen Daches wägen die Denkmalbehörden ab, ob hierbei eine additive Lösung unter Erhalt (und bei einer Dacherneuerung Wiederaufbringung) der bauzeittypischen Dachdeckung oder eine dachintegrierte Variante dem Denkmal eher Rechnung trägt. Diese denkmalpflegerische Zielstellung wird in Vorgesprächen mit den Antragstellenden erörtert.

Unter bestimmten Bedingungen können auch Standardmodule (marktübliche Module) am Denkmal zum Einsatz kommen. In welchen Fällen dies denkmalverträglich möglich ist, wurde in den Abschnitten zuvor beschrieben.

Solaranlagen in Weltkulturerbestätten

Manche Denkmale sind von so herausragender Bedeutung, dass die Veränderung ihres Erscheinungsbildes durch das Errichten einer Solaranlage einer besonders ausführlichen Prüfung und sensiblen Abwägung bedarf. Dabei muss der Wert dieser Denkmale nicht zwingend in ihrer künstlerischen Gestaltung liegen, sondern kann auch von solch außerordentlicher wissenschaftlicher, städtebaulicher oder historischer Bedeutung sein, dass eine Solaranlage auf dem Dach oder an der Fassade den eigentlichen Zeugniswert des Denkmals verunklaren könnte. Zu diesen herausragenden Denkmalen zählen derzeit in Berlin die von der UNESCO als Weltkulturerbestätten ausgezeichneten sechs Siedlungen der Moderne, die Museumsinsel und die preußischen Schlösser und Parks von Potsdam und Berlin. Ihre öffentlich und halböffentlich sichtbaren Dachflächen sind zur Wahrung ihrer ganz besonderen Architektur- und städtebaulichen Wirkung von Solaranlagen freizuhalten. Auf nicht einsehbaren Flachdächern sind Solaranlagen auch im Bereich der Welterbestätten möglich.



Abbildung 58
Bemusterung einer PV-Anlage in
Welterbesiedlung.

Photovoltaikanlagen in Denkmalbereichen

In Kapitel 2.1. wurden die besonderen Herausforderungen der Betrachtung ganzer Straßenzüge in Denkmalbereichen bereits umrissen. Da Ensembles und Gesamtanlagen in der Gesamtheit ihres Gefüges Denkmalwert besitzen, müssen geplante Veränderungen an einzelnen Bestandteilen unter Berücksichtigung der Gesamtwirkung des Denkmalbereichs umgesetzt werden. In denkmalgeschützten Siedlungen mit ihren meist unterschiedlichen Eigentumsverhältnissen und vielfältigen Nutzungsansprüchen kann es sich daher sowohl für die amtliche Denkmalpflege als auch die Bauherrenschaft als hilfreich erweisen, wenn übergeordnete Gestaltungsleitfäden oder Denkmalpflegepläne den Rahmen vorgeben, in dem bauliche Maßnahmen und Entwicklungen denkmalrechtlich möglich sind.



Abbildung 59
Dachflächen in einer denkmalgeschützten Gesamtanlage.

Dass Photovoltaikanlagen auch in Denkmalbereichen derzeit vielfach angefragt werden, ist unter dem Eindruck der aktuellen geo- und klimapolitischen Geschehnisse nachvollziehbar. Für die Umsetzung muss ein übertragbarer, denkmalverträglicher Ansatz gefunden werden, der das jeweilige Ensemble beziehungsweise die Gesamtanlage im Blick hat, die Integrität wahrt und gleichzeitig den Bauherrenwünschen auf realistische Weise entgegenkommen kann. Ausgangspunkt hierfür sind zunächst die vorhandenen und historisch intendierten Wegebeziehungen in diesen Siedlungen und die Identifikation der Ansichtsseiten der Objekte, die öffentlich einsehbar und prägend für das Erscheinungsbild des Denkmalbereichs sind und in der Regel den Denkmalwert maßgeblich mitbestimmen. Bei manchen Siedlungen wird man feststellen, dass die rückwärtigen Gärten und Erschließungen eher privaten, untergeordneten Charakter haben, während die straßenseitigen Fassaden und Dachbereiche das Erscheinungsbild des Denkmals maßgeblich bestimmen und gegebenenfalls auch repräsentativ gestaltet sind. In anderen Siedlungen hingegen können auch die gartenseitigen Erschließungswege und die zu ihnen ausgerichteten Fassaden von architektonischer

Bedeutung sein. Entscheidend ist ebenso, ob prägende (und noch weitgehend ungestörte) Dachflächen bestehen, die den Denkmalsbereich architektonisch und visuell zusammenhalten. Auch kann das Ensemble aus vielen individuell gestalteten Objekten bestehen, die jedoch eine städtebauliche Einheit bilden.

Für die Denkmalpflege gilt es, die wesentlichen Merkmale eines Denkmalsbereichs zu erhalten. Oft werden sie ausführlich in den jeweiligen Denkmalsbegründungen beschrieben. Ausgehend von der darauf bezogenen denkmalpflegerischen Zielstellung kann nun geprüft werden, ob und wie sich PV-Anlagen sensibel einfügen lassen. In den das Erscheinungsbild besonders prägenden Bereichen wird man starke Veränderungen am Dach, wie sie durch Solarmodule entstehen würden, aus denkmalfachlichen Gründen häufig ausschließen müssen. Auf den eher privaten Rückseiten ist aber eine für alle Objekte vereinheitlichte, ruhige Anordnung von Modulen vorstellbar, deren farbliche Anpassung an das Dach in Abhängigkeit von der örtlichen Situation und städtebaulichen Wirkung der Dächer anzustreben ist.

Auch Solardachsteine oder andere Indachanlagen können in Siedlungen eine denkmalverträgliche Lösung sein. Aufgrund der technischen Bedingungen (notwendiges Entfernen vorhandener Dachdeckungen, Produktangebot, vergleichsweise geringerer Stromertrag) und des Planungsaufwandes wird es jedoch anspruchsvoll, hiermit eine vereinheitlichte Gestaltung für einen gesamten Straßenzug umzusetzen. Manchmal können auch kleinere Nebengebäude für Solaranlagen genutzt werden, zum Beispiel Schuppen oder Remisen. Anforderungen an die Gestaltung sind in Abhängigkeit von deren Beitrag zum Denkmalwert des Ensembles und der Wahrnehmbarkeit abzuwägen. In Siedlungen mit Flachdächern sollte für alle Gebäude festgelegt werden, wie weit Solaranlagen auf dem Dach eingerückt werden müssen, um nicht wahrnehmbar zu sein.

Photovoltaikanlagen haben eine Lebensdauer von bis zu 30 Jahren. In der Einzelfallprüfung durch die Denkmalbehörden muss daher auch beachtet werden, dass sich keine siedlungsuntypischen Dachdeckungen mit der Installation einer PV-Anlage verstetigen. Auch sollte gewährleistet sein, dass keine grundhaften Dachinstandsetzungen innerhalb der Nutzungszeit erforderlich sind.

Wichtig ist eine weitgehend einheitliche Herangehensweise für alle Gebäude, um das Gesamterscheinungsbild des Denkmalsbereichs trotz zeitlich unabhängig voneinander umgesetzter Maßnahmen wahren zu können. Wünschenswert sind siedlungsbezogene, denkmalverträgliche Gestaltungskonzepte für Photovoltaikanlagen, an denen sich Eigentümerinnen, Eigentümer sowie Denkmalbehörden orientieren können. Das Landesdenkmalamt hat daher für verschiedene denkmalgeschützte Siedlungen Berlins entsprechende Kataster als Hilfestellung und Leitlinie beauftragt.

5.6.

Solarthermie am Denkmal



Abbildung 60
Solarthermische Anlage.

Solarthermische Anlagen benötigen im Regelfall weniger Kollektorfläche im Vergleich zu der Fläche, die Photovoltaikmodule beanspruchen. Allerdings sind auch diese Anlagen, wie beschrieben, auf einem Dach (oder auch an einer Fassade) deutlich als technische Elemente erkennbar, insbesondere dann, wenn es sich um die effizienteren Röhrenkollektoren handelt. Daher soll, um das denkmalprägende Erscheinungsbild eines Daches nicht zu stören, ein Bereich für die Installation der Kollektoren gefunden werden, der vom öffentlichen Raum nicht einsehbar ist. Idealerweise befindet sich dieser auf einem benachbarten Nebengebäude, das nicht unter Denkmalschutz steht. Gleiches gilt für die Installation an einer Fassade. Bei Flachdächern ist darauf zu achten, dass die Kollektoren nicht über die Attika hinweg wahrnehmbar sind. Gibt es nicht einsehbare Dachbereiche, die bereits für technische Zwecke (wie etwa Lüftungsanlagen) genutzt werden, liegt dort eine Unterbringung der Solarkollektoren ebenfalls nahe. Auch eine geschickte, gestalterisch anspruchsvolle Integration der Kollektoren in eine sichtbare, jedoch technisch geprägte Dachfläche eines Denkmals kann im Einzelfall denkbar sein, zum Beispiel bei einem Industriedenkmal. Wie bei der Photovoltaik gibt es auch für die Solarthermie verschiedene dachintegrierte Lösungen, die in Betracht gezogen werden sollten, um eine trotz der eingebauten Technik möglichst ruhig erscheinende Dachfläche zu schaffen. Gerade im Umgebungsschutz oder auch bei rückwärtigen Dachflächen, die zum Beispiel zu einer denkmalgeschützten Hofanlage ausgerichtet sind, wäre dies anzustreben.

Wie in Kapitel 3.4. beschrieben, bietet der Markt zudem Solardachziegel und -dachsteine an, die solarthermisch wirksam sind. Sie unterscheiden sich ansonsten nicht von regulären, großformatigen Dachpfannen. Wenn der höhere Installationsaufwand vertretbar erscheint und die Bemusterung des Ziegelmodells auf dem betroffenen Dach zufriedenstellt, kann dies eine geeignete Lösung sein, wenn in sichtbaren Bereichen Solarthermie am Denkmal eingesetzt werden soll. Ein prominentes Beispiel hierfür sind die für das Pilotprojekt Margarethenhöhe in Essen⁵² entwickelten photovoltaisch und solarthermisch wirksamen Dachsteine, die die im Bestand vorhandenen dunklen S-Pfannen nachempfinden.



Abbildung 61
PV-T-Dachpfannen in einer
denkmalgeschützten Siedlung.

⁵² Vgl. Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH: Praxistest für Denkmalpflege. Solardachsteine liefern Strom und Wärme, 14.07.2021, <https://www.energiewendebauen.de/forschung-im-dialog/neuigkeiten-aus-der-forschung/detailansicht/solardachsteine-liefern-strom-und-waerme> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

5.7.

Abwägung

Im Genehmigungsverfahren ist durch die zuständige Denkmalschutzbehörde eine Abwägung zwischen den Belangen der Eigentümerinnen und Eigentümer und den Belangen des Denkmalschutzes zu treffen. In die Abwägung fließt mit ein, ob die Errichtung der PV-Anlage ein öffentliches Interesse darstellt, das die Belange des Denkmalschutzes überwiegt. Eine Genehmigung ist zu erteilen, wenn Gründe des Denkmalschutzes nicht entgegenstehen, das heißt, wenn nur unerhebliche Beeinträchtigungen von Denkmalen oder deren Umgebung eintreten beziehungsweise die potenziellen Eingriffe in die Denkmalsubstanz und das Erscheinungsbild so geringfügig sind, dass nicht mit einer deutlichen Reduzierung des Zeugniswerts des Denkmals zu rechnen ist. Die Genehmigung kann trotz erheblicher Beeinträchtigung auch dann erteilt werden, wenn die Denkmalschutzbehörde nach Abwägung zu dem Ergebnis kommt, dass sich die privaten oder öffentlichen Belange gegenüber den Belangen der Denkmalpflege durchsetzen und die Beeinträchtigung unter Zurückstellung denkmalfachlicher Bedenken hinzunehmen ist.

Fragen im Abwägungsprozess

Für den Abwägungsvorgang sind, bezogen auf den konkreten Einzelfall beziehungsweise das vorliegende Photovoltaikkonzept, die zu erwartenden Eingriffe im Hinblick auf die den Denkmalwert bestimmenden Eigenschaften – also die Substanz und das charakteristische Erscheinungsbild – zu bewerten. Hierfür müssen nachfolgende Fragen beantwortet werden:

- Wie wesentlich ist die visuelle und substanzielle Beeinträchtigung durch den Eingriff?
- Welche Möglichkeiten gibt es, die Beeinträchtigung zu reduzieren, beispielsweise durch Verkleinerung der Fläche oder Verwendung gestalterisch und farblich angepasster Module?
- Auf welchen der für die Solarinstallation grundsätzlich geeigneten Dachflächen des Denkmals ist die Beeinträchtigung am geringsten? Wenn eine Umsetzung der Solaranlage aus denkmalfachlicher Sicht höchst problematisch ist: Gibt es die Möglichkeit, ein untergeordnetes Nebengebäude, eine benachbarte Dach- oder Freifläche oder Gemeinschaftsanlage zu nutzen?
- Bei umfangreichen Gebäudesanierungskonzepten: Unterliegt die Photovoltaikanlage noch weiteren technischen Zwängen? Soll sie zum Beispiel gleichzeitig Wärme produzieren oder eine Wärmepumpe unterstützen?

Aus diesen Fragestellungen ergibt sich, dass schlüssige Antragsunterlagen und Begründungen eine wichtige Grundlage für die denkmalrechtliche Entscheidung sind, in die noch weitere, nachfolgend beschriebene Gesichtspunkte einbezogen werden müssen.

Nutzungsaspekte

Photovoltaikanlagen werden zunehmend wie solarthermische Anlagen, die immer an den Energieverbrauch vor Ort gebunden sind und im direkten Zusammenhang mit der technischen Ausstattung und Nutzung eines Denkmals stehen, als Anlagen zur Eigenversorgung auf dem eigenen Gebäude installiert. Sofern überschüssig produzierter Strom nicht vor Ort gespeichert werden kann, muss er ins Netz eingespeist werden. In begründeten Einzelfällen kann hiermit eine wirtschaftliche Grundlage für den Unterhalt des Objekts geschaffen werden, zum Beispiel bei denkmalgeschützten Wirtschaftsgebäuden, für die eine sinnvolle Nutzung anderweitig nicht gegeben ist. Der Strommarkt sowie die Bedingungen für Einspeisevergütungen und wirtschaftliche Modelle zur Anschaffung und zum Betrieb von Solaranlagen können sich immer wieder ändern. Aus diesem Grund ist es schwer, eine gültige Aussage darüber zu treffen, welche Konstellation im denkmalrechtlichen Genehmigungsprozess für oder gegen eine Solaranlage spricht. Vielmehr muss im konkreten Einzelfall betrachtet werden, inwieweit das Konzept insgesamt nachvollziehbar ist und welchen technischen und wirtschaftlichen Zwängen die beantragte Photovoltaikanlage konkret unterliegt. Nutzungsaspekte spielen jedoch keine besondere Rolle bei der Abwägung, wenn gegen die Solaranlage grundsätzlich keine denkmalrechtlichen oder denkmalfachlichen Bedenken bestehen.

Zu berücksichtigendes öffentliches Interesse

Denkmalschutz und Klimaschutz sind gewichtige öffentliche Belange, zwischen denen im Einzelfall abgewogen und gegebenenfalls eine Kompromisslösung gefunden werden muss, die beide Belange angemessen berücksichtigt. Der Bundesgesetzgeber sieht mit dem EEG nunmehr vor, dass die erneuerbaren Energien als vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen eingebracht werden. Er räumt aber in der erläuternden Begründung zum Gesetz zugleich ein, dass nach wie vor eine Abwägung mit gleichwertigen Schutzgütern stattfinden muss und somit eine Ausnahmemöglichkeit für Denkmale und schützenswerte Kulturlandschaften bestehen bleibt.⁵³ Eine solche Abwägung ist überdies von Verfassungswegen geboten und wird von der obergerichtlichen Rechtsprechung bisher auch eingefordert.⁵⁴ Ausgangspunkt jeder Abwägungsentscheidung sollte sein, dass das jeweilige schützenswerte Denkmal ortsgebunden und unersetzlich ist. Die Ziele des Klimaschutzes können hingegen durch unterschiedliche Technologien und Möglichkeiten an die gegebene Situation angepasst und grundsätzlich auch an anderer Stelle verwirklicht werden.

Auch das Gebäudeenergiegesetz (§ 105 GEG 2020), das Klimaschutz- und Energiewendegesetz (§ 19 Abs. 6 S. 1 Nr. 3 EWG) sowie das Solargesetz Berlin (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 SolarG Bln) sehen Abweichungsmöglichkeiten bei Denkmalen beziehungsweise die Berücksichtigung anderer öffentlich-rechtlicher Belange vor. Das bedeutet, dass trotz des unabwiesbar hohen öffentlichen Interesses an der größtmöglichen Nutzung erneuerbarer Energien die Versagung eines Antrags auf denkmalrechtliche Genehmigung für eine Solarthermie- oder PV-Anlage im Ergebnis durchaus möglich und legitim sein kann. Nicht in jedem Einzelfall kann eine zufriedenstellende Lösung gefunden werden, die Substanz und Erscheinungsbild des jeweiligen Denkmals in ihrem einzigartigen Denkmalwert angemessen erhält. Die neuere

⁵³ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: Antwort auf Schriftliche Frage an die Bundesregierung im Monat Mai 2022, Frage Nr. 301 vom 25.05.2022.

⁵⁴ OVG Berlin-Brandenburg, Beschluss vom 01.03.2017, Az. OVG 2 N 68/14; OVG Münster, Beschluss vom 08.01.2020, Az. 10 A 921/19; OVG Magdeburg, Beschluss vom 10.06.2022, Az. 2 L 21/20.Z; OVG Lüneburg, Beschluss vom 21.04.2022, Az. 12 MS 188/21; BVerfG, Beschluss vom 21.03.2021, BVerfGE 157, S. 30-177.

Gesetzgebung (EEG, GEG) sowie die dazu ergangene Rechtsprechung fordert jedoch auch, dass sich das in der Abwägung zu berücksichtigende Denkmal durch seine Besonderheit auszeichnet beziehungsweise einen atypischen Ausnahmefall darstellt.⁵⁵

Zu berücksichtigende private Belange, Wirtschaftlichkeit und Zumutbarkeit

Die Bewahrung des kulturellen Erbes ist ein öffentliches Anliegen, dem Eigentümerinnen und Eigentümer eines Baudenkmals verpflichtet sind. Da denkmalgeschütztes Eigentum einer gesteigerten Sozialbindung (BVerfGE 100, S. 226, 242) unterliegt, besteht allerdings kein Anspruch auf eine möglichst rentable Nutzung des Baudenkmals. Wirtschaftliche Vorteile oder Gewinne durch eine Solaranlage sind daher keine entscheidenden Argumente im denkmalrechtlichen Genehmigungsverfahren. Dennoch muss berücksichtigt werden, dass der Erhalt des Denkmals grundsätzlich noch zumutbar sein muss. Denn Verfügungsberechtigte haben Denkmale nur im Rahmen des Zumutbaren zu erhalten und instand zu setzen (§ 8 Abs. 1 DSchG Bln). Die Versagung einer Solaranlage wäre demnach nur dann nicht zumutbar, wenn das Denkmal andernfalls weder sinnvoll genutzt noch veräußert werden könnte.

Von den Fällen der wirtschaftlichen Unzumutbarkeit zu unterscheiden sind die Fälle, in denen beantragte PV-Anlagen zwar abgelehnt, zugleich aber Alternativen aufgezeigt werden, die qualitativvoller und damit meist teurer sind. Zum Beispiel könnte die Verwendung von Solardachsteinen als vertretbare Lösung vorgeschlagen werden, da ein reguläres Modul sich nicht angemessen in das Erscheinungsbild des Denkmals einfügen würde. Der Verweis auf solche Alternativen mag im Einzelfall als Zumutung erscheinen, den Antragstellenden bleibt jedoch die Entscheidungsfreiheit. Auch können im Rahmen einer denkmalrechtlichen Genehmigung Auflagen zur Gestaltung einer Solaranlage erteilt werden, zum Beispiel die Festlegung der konkreten Position der Anlage auf der Dachfläche oder die farbliche Anpassung der Rahmen, um möglichst zurückhaltend zu wirken. Auflagen gelten nur dann als unzumutbar, wenn die Eigentümerinnen und Eigentümer hierdurch in offensichtlich wirtschaftliche Not geraten würden. Dieser Fall erscheint aber eher selten, da die Installation einer Solaranlage ohnehin mit hohen Kosten verbunden ist und unter Umständen Fördermittel⁵⁶ beantragt werden können. Im Fall von unbilliger Härte ist zudem auch eine Befreiung von der Solarpflicht nach dem Solargesetz in Berlin möglich.⁵⁷

Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Denkmalerhaltung ist nicht allein die Situation einzelner Teile einer Anlage, zum Beispiel einer Remise auf dem Grundstück eines Mietshauses, zu bewerten, sondern es muss immer eine ganzheitliche Betrachtung der jeweiligen Wirtschaftseinheit erfolgen. Auch die Kosten einer Solaranlage müssen hiermit sowie mit weiteren Baumaßnahmen am Denkmal in Zusammenhang gebracht werden. Auch ist die Energiepreisentwicklung kaum vorhersehbar, und unter Umständen können bestimmte Förderangebote in Anspruch genommen werden, sodass auch teurere Anlagen mit höherem Gestaltungsanspruch nicht gänzlich unwirtschaftlich sein müssen.

Im Vordergrund der Abwägung kann nicht stehen, welche konkreten Solarprodukte aktuell am kostengünstigsten sind oder wie schnell sie sich amortisieren. Ziel muss immer sein, die Beeinträchtigung des Denkmals so weit wie möglich auszuschließen oder zumindest

⁵⁵ OVG Mecklenburg-Vorpommern, Urteil vom 07.02.2023, Az. 5 K 171/22.

⁵⁶ Siehe hierzu die Webseiten der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe des Landes Berlin oder der KfW. Zukünftige Fassungen des Leitfadens werden gegebenenfalls ausführlicher auf Fördermöglichkeiten eingehen.

⁵⁷ § 7 Abs. 1 SolarG Bln.

sicherzustellen, dass diese unerheblich bleibt. Um die Anschaffungskosten von denkmalverträglichen Lösungen zu reduzieren, sollten durch die Antragstellenden in jedem Fall auch Förderangebote geprüft und in Anspruch genommen werden. Die Installation einer (dachintegrierten) PV-Anlage sollte zusammen mit einer gegebenenfalls ohnehin fälligen Dachreparatur durchgeführt werden. Nachvollziehbar und unterstützenswert ist der Wunsch vieler Menschen, mit der Produktion eigener Energie zu Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit beizutragen. Auch dieser Wunsch ist in der Abwägung als sogenannter privater Belang am Denkmalschutz zu messen. Die Eigenversorgung mit Solarstrom ist meist nur auf dem eigenen Grundstück ohne Weiteres möglich, wohingegen sich eine gewerbliche Stromgewinnung oft auch an anderen, denkmalverträglicheren Standorten verwirklichen lässt. Grundsätzlich steht die (überwiegende) Netzeinspeisung des produzierten Stroms, die vielfach aus rechtlichen oder wirtschaftlichen Gründen erforderlich ist, der Genehmigungsfähigkeit nicht entgegen. Die Denkmalbehörden prüfen ausschließlich die potenziellen Auswirkungen der Solaranlage auf das Denkmal.

Allerdings kann sich auch der Wunsch nach umweltgerechtem und nachhaltigem Verhalten, trotz großer staatlicher und gesellschaftlicher Unterstützung, nicht unbedingt gegenüber dem Denkmalschutz durchsetzen. So hat das OVG Berlin-Brandenburg mit Beschluss vom 01.03.2017 (Az. OVG 2 N 68.14) entschieden, dass sich eine Klägerin beziehungsweise ein Kläger nicht auf seine Absicht berufen kann, mit der Errichtung einer Photovoltaikanlage den gesamten Energiebedarf seines Hauses über erneuerbare Energien zu decken. Aus Artikel 20a Grundgesetz (GG) ergebe sich kein Vorrang des Staatsziels Umweltschutz gegenüber dem ebenfalls verfassungsrechtlich verankerten Denkmalschutz. Der einzelnen Eigentümerin beziehungsweise dem einzelnen Eigentümer werde keine besondere, gegenüber dem Denkmalschutzrecht durchschlagende Rechtsstellung eingeräumt, Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien gerade auf seinem Grundstück zu verwirklichen. Vielmehr sei ein gerechter Interessenausgleich herzustellen.

Das OVG führt in seinem Beschluss weiter aus, dass die Beurteilung der Bedeutung neuerer Energiegewinnungstechniken beziehungsweise die Nutzung von erneuerbaren Energien im Zusammenhang mit der denkmalrechtlichen Unterschutzstellung nicht zum Gegenstand einer grundsätzlichen Entscheidung gemacht werden könne: „Denn sowohl für die Beurteilung, ob eine erhebliche Beeinträchtigung des Kulturdenkmals vorliegt, als auch für die Beantwortung der Frage, ob die Belange des Denkmalschutzes die entgegenstehenden öffentlichen sowie die privaten Interessen überwiegen, kommt es maßgeblich auf die jeweiligen Umstände des konkret zu entscheidenden Falles an, insbesondere die Gründe der denkmalrechtlichen Unterschutzstellung sowie Art und Umfang der zur Genehmigung gestellten Maßnahme.“ Diese Rechtsprechung dürfte trotz der neuen Bestimmungen im EEG weiterhin Bestand haben, da das EEG zwar ein überragendes öffentliches Interesse an der Errichtung von PV-Anlagen definiert, nicht jedoch ein Überwiegen als privater Belang.

Wird im Anschluss an die Abwägung eine denkmalrechtliche Genehmigung trotz konservatorischer Bedenken erteilt, kann diese mit Nebenbestimmungen verbunden werden, um sicherzustellen, dass die Auswirkungen auf das Denkmal so geringfügig wie möglich sind. Dies können Anforderungen an die Oberflächengestaltung des zum Einsatz kommenden Produkts sein oder die Größe der zu belegenden Fläche. Auch Bedingungen können benannt werden, zum Beispiel dass eine Solaranlage erst installiert werden darf, wenn der Dachstuhl repariert worden ist. Führt der Abwägungsprozess zu einer Versagung der beantragten Anlage, steht den Antragstellenden gegen die denkmalrechtliche Entscheidung der Rechtsweg offen (Widerspruch und Klage).

Zusammenfassung: So prüfen die Berliner Denkmalbehörden

Wie vorangehend geschildert, sind folgende Merkmale grundlegend für die Beurteilung:

- Einsehbarkeit
- denkmalfachlicher Wert
- Konstruktion/Substanzeingriffe

Dies berücksichtigend, wird die Genehmigungsfähigkeit einer Solaranlage wie folgt geprüft:

1 | Wo soll die Solaranlage platziert werden?

Flachdach
oder nicht
einsehbares
flach
geneigtes
Dach

Vom
öffentlichen
Raum nicht
einsehbare
Dachfläche

Denkmal,
dessen
Erhaltung
wirtschaftlich
nicht
zumutbar ist

Solaranlage möglich, im Regelfall mit konventionellen Modulen (Standardmodulen) → direkt weiter zu 3

Dachfläche,
die vom
öffentlichen
Raum nur
teilweise/
untergeordnet
einsehbar ist

Dachfläche,
die nur vom
halböffent-
lichen Raum
einsehbar ist

In der Um-
gebung eines
Denkmals
oder auf
einem Neubau
im Denkmal-
bereich

Dach trägt
nicht zum
Denkmalwert
bei

Industrie-
denkmal oder
technisch
geprägte
Architektur

Brandwand
oder nicht
denkmal-
prägende
Fassade

Solaranlage im Allgemeinen möglich → weiter zu 2 A

Dach mit
besonderer
städtebauli-
cher Wirkung

Dach mit besonderer
Tragkonstruktion, die für
eine Solaranlage auf-
wendig ertüchtigt werden
müsste

Denkmal mit
besonderer
erinnerungs-
kultureller
Bedeutung

Außergewöhnlich
bedeutsames Dach /
Dach mit besonderer
architekturhistorischer
oder bautechnischer
Bedeutung

Solaranlage nicht möglich / Ausnahme nach sorgfältiger Abwägung möglich → weiter zu 2 B

2 | Müssen besondere Gestaltungen berücksichtigt werden?

A

Je nach Situation:

Standardmodule, die gestalterisch angepasst sind, farblich angepasste Module, besonders flache Module oder andere optisch zurückhaltende Lösungen wie dachintegrierte Module, Solarziegel an Balkonen ggf. mit vorliegendem Gesamtkonzept

B

Optisch äußerst zurückhaltende Lösungen wie dachintegrierte Module, Solarziegel

Anmerkung: Auf Dächern denkmalgeschützter Siedlungen und Ensembles sind optisch zurückhaltende Ausführungen (A) mit vereinheitlichter Gestaltung zu installieren, ggf. auf der Basis eines vorliegenden Denkmalpflegeplans oder einer Gestaltungsfibel.

Einigung auf angemessene Variante → weiter zu 3

3 | Wie können die konstruktiven Auswirkungen auf die historische Bausubstanz reduziert werden?

Im dritten Schritt geht es darum herauszufinden, wie die baulichen Auswirkungen auf die Denkmalsubstanz bestmöglich reduziert werden können. Hierfür müssen in Abstimmung mit den Denkmalbehörden schon in der Konzeptionsphase auf die Situation angepasste Lösungen gesucht werden. Betrachtet wird ganz konkret: die Art der Ausführung (aufgesetzte Module, integrierte Anlage, Solarziegel etc.) einschließlich hierfür notwendiger Tragkonstruktionen, Anlagen des Arbeitsschutzes etc. und jegliche Eingriffe in die Substanz.

Welchen konkreten baulichen Umfang hat die Maßnahme und welche Eingriffe in den Bestand sind zu erwarten?

Muss für die Solaranlage eine Veränderung an der Dachkonstruktion vorgenommen werden?

Kann (bei sichtbaren Installationsflächen) der Umfang der Anlage reduziert werden?

Müssen für die Solaranlage bauzeitliche Dachdeckungen entfernt werden?

Sind Gefährdungen durch Windlasten auszuschließen, ist der Brandschutz geklärt?

Wie erfolgen Leitungsführungen und welche technischen Anlagen müssen aufgestellt werden?

Ausführungsvariante mit den geringsten Eingriffen suchen, z. B. sehr leichte Module auf Dächern, deren Tragwerke Standardmodule nicht aufnehmen können (z. B. Dächer von Industriehallen)

Sind erhebliche substanzverändernde Eingriffe zu erwarten, kann der Antrag in diesen besonderen Fällen abgelehnt werden, wenn keine alternativen Lösungen gefunden werden können.

Wie wirkt sich die Solaranlage auf die langfristige Pflege des Denkmals aus?

Grundhafte Dachinstandsetzungen innerhalb der Nutzungszeit der Photovoltaikanlage sollen ausgeschlossen sein. Schäden an der Substanz des Denkmals durch fehlerhafte Montage, Behinderung von Wartung etc. sind zu vermeiden. Die Anlage soll zudem keine denkmaluntypischen Dachdeckungen verfestigen.

Entsprechende Bedingungen und Auflagen können in die denkmalrechtliche Genehmigung aufgenommen werden.

Das Prüfergebnis ist Grundlage für die abschließende Abwägung und Entscheidung (siehe Kapitel 5.7.).

6.

**ZUSAMMEN-
ARBEIT MIT
DEN DENKMAL-
BEHÖRDEN**



6.1.

Die Rolle der Denkmalbehörden im Genehmigungsprozess

Als Fach- und Sachverständige besitzen die Denkmalbehörden die notwendige Kompetenz, um im öffentlichen Auftrag den Schutz, den Erhalt und die Pflege von Denkmalen sicherzustellen sowie deren wissenschaftliche Erforschung und die Vermittlung des Denkmalgedankens zu fördern. Ihre genauen Aufgaben und Handlungsfelder sind ebenso wie die Pflichten von Denkmaleigentümerinnen und Denkmaleigentümern im Denkmalschutzgesetz Berlin festgehalten. Die Unteren Denkmalschutzbehörden, in Berlin im Regelfall repräsentiert durch die zwölf Bezirksämter, sind nach dem Berliner Denkmalschutzgesetz als Genehmigungsbehörden für alle Ordnungsaufgaben zuständig und entscheiden im Einvernehmen mit dem Landesdenkmalamt. Bei Uneinigkeit der beiden, in sogenannten Dissensfällen, liegt die Entscheidungshoheit bei der Obersten Denkmalschutzbehörde.

Da jedes Denkmal aus unterschiedlichen Gründen eine einzigartige Aussagekraft besitzt, muss die Entscheidung über mögliche bauliche oder gestalterische Veränderungen stets im Einzelfall getroffen werden. Genehmigungspflichtig sind jegliche Veränderungen des Erscheinungsbildes oder der Substanz eines Denkmals, ebenso wie Veränderungen in der engeren Umgebung eines Baudenkmals oder innerhalb städtebaulicher Denkmale wie Ensembles oder Gesamtanlagen. Die Denkmalbehörden begutachten und beurteilen die geplanten Maßnahmen und achten dabei auf den bestmöglichen Erhalt von Substanz und Erscheinungsbild sowie Material- und Werkgerechtigkeit.

Nachfolgend werden der Ablauf des Antragsverfahrens und der denkmalfachlichen Beurteilung einer Solaranlage zusammengefasst. Die Genehmigungsfähigkeit hängt demnach vom denkmalfachlichen Wert der betroffenen Fläche im Zusammenhang mit der jeweiligen Einsehbarkeit ab. Parallel dazu prüfen die Denkmalbehörden die potenziellen Substanzeingriffe in den denkmalwertbestimmenden Bestand hinsichtlich der Genehmigungsfähigkeit. Die Denkmalbehörden begleiten die Maßnahmenplanung und Antragstellung hierzu beratend und sollten daher zu einem möglichst frühen Zeitpunkt einbezogen werden.

6.2.

Hinweise zur Planung und Antragsvorbereitung

Grundlage für die Genehmigung von Solaranlagen auf Denkmälern, in Denkmalbereichen und im Umgebungsschutz ist das Berliner Denkmalschutzgesetz (DSchG Bln).

Der Erlaubnisantrag ist bei der zuständigen Denkmalbehörde zu stellen. Die zuständige Genehmigungsbehörde ist in der Regel die Untere Denkmalschutzbehörde des Bezirks, die im Einvernehmen mit dem Landesdenkmalamt entscheidet.

Übersicht der Unteren Denkmalschutzbehörden in den Bezirken:

<https://www.berlin.de/sen/kulteu/denkmal/organisation-des-denkmalschutzes/untere-denkmalschutzbehoerden/>

Voruntersuchung

Für die Erarbeitung eines objektbezogenen, sinnvollen und denkmalverträglichen Konzepts zur Umsetzung einer Solaranlage sind Voruntersuchungen notwendig. Der Umfang der hierfür zu erstellenden Unterlagen sollte vorab mit den Denkmalbehörden festgelegt werden. Dazu können je nach Objekt und geplanter Maßnahme gehören:

- Benennung der Liegenschaft/Adresse
- Bestandszeichnungen/-fotografien
- Identifikation möglicher Dach- und gegebenenfalls Fassadenbereiche für die Solarinstallation
- Zustandsbeschreibung des Daches
- Feststellung, ob statische Ertüchtigungen erforderlich sind
- für die Installation unter Berücksichtigung der Bedingungen am Objekt infrage kommende Produkte
- gegebenenfalls Darstellung der bauordnungsrechtlichen und brandschutz-technischen Bedingungen

Für das Denkmal sollten mindestens die Denkmalbezeichnung, die Adresse und das Baujahr, soweit bekannt, angegeben werden. Darüber hinaus sind Informationen zur Bau- und Nutzungsgeschichte und historische Fotos hilfreich, denn so können die Denkmalbehörden Einschätzungen zum Wert und zum baulichen Zustand der aktuell vorhandenen Dachdeckung oder Fassade vornehmen. Um den Denkmalbehörden eine angemessene

Beurteilung der Auswirkungen einer Solaranlage zu ermöglichen, sind auch aussagekräftige aktuelle Fotos des Objekts in seiner Gesamtheit sowie der betroffenen Dach- oder Fassadenflächen, der Umgebung und der Sicht aus dem Straßenraum aus verschiedenen Blickwinkeln einzureichen.

Bestandszeichnungen sind im Einzelfall erforderlich, wenn zum Beispiel im anschließenden Konzept die genaue Position der Solaranlage in Bezug auf die Fassade des Gebäudes festgelegt werden muss.

Bei der Identifizierung möglicher Dach- beziehungsweise Fassadenflächen sollte bei Denkmälern nicht die optimale Ausrichtung beziehungsweise der zu erwartende maximale Solarertrag im Vordergrund stehen. Vielmehr muss in Abstimmung mit den Denkmalbehörden nach der denkmalverträglichsten Fläche gesucht werden. Für die Sachverhaltsermittlung sollte nachvollziehbar beschrieben sein, welche Bereiche grundsätzlich ausgeschlossen werden müssen, da eine PV-Anlage dort zum Beispiel aus technischer oder eigentumsrechtlicher Sicht offensichtlich nicht sinnvoll ist. Gründe hierfür können Verschattung, nicht ausreichender Platz sowie eine unzureichende Zugänglichkeit oder Verfügbarkeit der betroffenen Fläche sein. Bei der Suche nach geeigneten Installationsflächen und den weiteren Verwaltungsschritten fällt auch ins Gewicht, ob die PV-Anlage aufgrund der gesetzlichen Solarpflicht nach EWG beziehungsweise Berliner Solargesetz umgesetzt werden soll oder ob die Antragstellenden sich die Nutzung von Photovoltaik oder Solarthermie aus anderer Motivation heraus wünschen. Das sollte bei der Zusammenstellung der Grundlagen entsprechend aufgezeigt und mit den Denkmalbehörden erörtert werden.

Die Zustandsbeschreibung des Daches sollte unter anderem darlegen, welche statischen Voraussetzungen vorliegen und ob der vorhandene Dachbelag intakt ist oder in absehbarer Zeit erneuert werden muss. Sind hier entsprechende Ertüchtigungsarbeiten notwendig, sollten diese bei der Konzepterstellung beschrieben werden.

Auch sollte dargestellt werden, welche Produkte zum Einsatz kommen können und welche baulichen Eingriffe hierfür zu erwarten sind.

Konzepterstellung

Die anschließende Entwicklung eines individuellen Umsetzungskonzeptes sollte anhand der Voruntersuchung und der möglichst im Vorfeld mit den Denkmalbehörden in einem Beratungsgespräch erörterten denkmalpflegerischen Zielstellung erfolgen. Für die vorgesehenen Standorte, die nachvollziehbar nach Ausschluss von Alternativen ermittelt wurden, sind Grundriss- beziehungsweise Ansichtszeichnungen vorzulegen, auf denen Art und Größe der Solaranlage mit entsprechenden Maßangaben visualisiert sind. Unter Umständen reichen hierfür auch Fotomontagen, wenn diese realitätsnah sind. Dargestellt werden muss auch, ob und wie die Anlage vom öffentlichen Raum wahrnehmbar ist. Dies kann durch fotorealistische Visualisierungen erfolgen oder – in Abstimmung mit den Denkmalbehörden – anhand von Bemusterungsterminen vor Ort. Keinesfalls ausreichend und oft auch nicht erforderlich sind die Solarstromertragsvisualisierungen vieler Installationsfirmen, da diese im Regelfall nicht spezifisch genug auf das Denkmal und eine denkmalverträgliche Lösungsvariante eingehen.

Schließlich ist eine Maßnahmenbeschreibung zu erarbeiten, die auch die Eingriffe in das Dach sowie konstruktive Notwendigkeiten erläutert. Angegeben werden sollte auch, welchen Zweck die PV-Anlage hat, das heißt, ob sie neben der Erfüllung gesetzlicher Vorgaben zur Solarpflicht zum Beispiel Strom für eine Wärmepumpe liefern soll oder Teil einer Gemeinschaftsanlage ist.

Sind prinzipiell mehrere Varianten zur Ausführung möglich, sollte vorab mit der zuständigen Unteren Denkmalschutzbehörde geklärt werden, wie hierzu der Antrag sinnvollerweise zu stellen ist, da die denkmalrechtliche Genehmigung im Regelfall nur für eine konkrete Maßnahme gilt.



Abbildung 62
Visualisierung der Planung einer PV-Anlage.

Das Konzept muss die Denkmalbehörden in die Lage versetzen, mögliche Auswirkungen auf Substanz und Erscheinungsbild erkennen und beurteilen zu können. So kann geprüft werden, ob die Solaranlage genehmigungsfähig ist. Das Konzept dient auch der Feststellung, ob der gesetzlichen Solarpflicht am Denkmal prinzipiell oder nur unter bestimmten Auflagen Folge geleistet werden kann oder ob ein Ausnahmetatbestand vorliegt.

Genehmigungsfristen und Genehmigungsfiktion

Das DSchG Bln sieht für die denkmalrechtliche Genehmigung keine Bearbeitungsfrist vor. Für im Rahmen von Bauvorhaben nach der Berliner Bauordnung (BauO Bln) beantragte PV-Anlagen gelten die Fristen nach § 69 BauO Bln.

Gemäß Art. 4 Abs. 3 der Verordnung (EU) 2022/2577 des Rates der Europäischen Union vom 22. Dezember 2022 zur Festlegung eines Rahmens für einen beschleunigten Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien (EU-Dringlichkeitsverordnung) gilt für die Installation von Solarenergieanlagen mit einer Kapazität von höchstens 50 Kilowatt die Genehmigung als erteilt, wenn die zuständigen Behörden oder Stellen nicht innerhalb eines Monats nach der Antragstellung eine Antwort in Form einer Eingangsbestätigung oder eines Bearbeitungsstandes oder zur voraussichtlichen Bearbeitungsdauer übermittelt haben und sofern die Kapazität der Solarenergieanlagen die bestehende Kapazität des Anschlusses an das Verteilernetz nicht übersteigt.

Von der Genehmigungsfiktion nach Art. 4 Abs. 1 der Verordnung für Solarenergieanlagen von mehr als 50 Kilowatt nimmt das Land Berlin in Anwendung von Art. 4 Abs. 2 der Verordnung eingetragene Denkmale aus Gründen des Schutzes des kulturellen oder historischen Erbes aus.

Zusammenfassung und Checkliste

Antrag auf denkmalrechtliche Genehmigung

Der Genehmigungsantrag (§ 12 DSchG Bln) muss, um prüffähig zu sein, mindestens folgenden Inhalt haben:

- ☐ Adresse/Liegenschaft
- ☐ Bestandsfotos, -beschreibung, ggf. Bestandszeichnungen und Material der Dachdeckung
- ☐ Zeichnung oder Foto der betroffenen Dach-/Fassadenfläche mit Eintragung der Größe und konkreten Lage der Solaranlage
- ☐ Material der geplanten Anlage bzw. Produkt, soweit bekannt
- ☐ Angaben zum Zustand des Dachtragwerks, zu konstruktiven Erfordernissen und zu erforderlichen Eingriffen in den Bestand, wie Befestigung und Kabelführung, bzw. zu Ertüchtigungsmaßnahmen
- ☐ Visualisierung der optischen Auswirkung nach Erfordernis
- ☐ ggf. Nachweis, dass Alternativvarianten geprüft und warum sie ausgeschlossen wurden

Der konkrete Umfang der notwendigen Unterlagen ist in Abhängigkeit vom Projekt mit den Denkmalbehörden abzustimmen. Dies gilt auch, wenn die denkmalrechtliche Zustimmung im Zusammenhang mit einem baugenehmigungspflichtigen Bauvorhaben erfolgen wird. In der Beratung mit der zuständigen Denkmalbehörde wird abschließend geklärt, ob die beabsichtigte Solaranlage zu den Vorhaben zählt, die

- a) im Allgemeinen (ggf. mit Standardmodulen) möglich oder
- b) mit einer Sonderlösung möglich oder
- c) für eine Solaranlage aus denkmalfachlicher Sicht nicht geeignet sind.

Erst nach der Beratung sollte der Antrag auf Genehmigung (in Papierform oder – vorzugsweise – digital) gestellt werden.



Link zum digitalen Antrag:

<https://service.berlin.de/dienstleistung/329247/>

Beratungsmöglichkeiten und Hinweis zu finanzieller Unterstützung

Diverse Online-Tools, wie zum Beispiel der „**Energieatlas Berlin**“, können Hilfestellung dabei leisten, Solarpotenziale von Dachflächen festzustellen. Außerdem bietet das **SolarZentrum** als Serviceangebot des Landes Berlin herstellerunabhängige Beratungen zu den technischen Möglichkeiten sowie zur Planung und zu Finanzierungsmodellen von Solaranlagen an. Die **Beratungsstelle für bauwerkintegrierte Photovoltaik des Helmholtz-Zentrums Berlin für Materialien und Energie (BAIP)** informiert Planende sachkundig insbesondere zu technischen und gestalterischen Möglichkeiten im Zusammenhang mit der Integration von Solarmodulen in die Gebäudehülle.

Nach den gegenwärtig gültigen Ausführungsvorschriften über die Erteilung von Bescheinigungen zur Anwendung der §§ 7i, 10f und 11b Einkommensteuergesetz (EStG) sind die Kosten für die Installation von Photovoltaikanlagen steuerlich nicht begünstigt. Die Berliner Denkmalbehörden begrüßen ausdrücklich Fördermöglichkeiten, die den besonderen Bedingungen bei der Photovoltaikinstallation im denkmalgeschützten Bestand Rechnung tragen. Ein Beispiel ist die jüngst etablierte Förderrichtlinie des Programms „SolarPLUS“ der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe, die die finanzielle Unterstützung von denkmalgerechten PV-Anlagen berücksichtigt.

Informationen hierzu unter:

<https://www.berlin.de/sen/energie/beratung-foerderung/foerderprogramm-stromspeicher/>

6.3.

Entscheidung und Rechtsmittel

Das Ergebnis des denkmalrechtlichen Abwägungsprozesses (siehe [Kapitel 5.7.](#)) ist

- Genehmigung oder
- Genehmigung mit Nebenbestimmungen oder
- Versagung.

Wenn sich eine Versagung abzeichnet, kann die Planung im Anhörungsverfahren gemäß den Hinweisen der Denkmalbehörden hinsichtlich einer Genehmigungsfähigkeit nachgebessert werden. Gegen die Entscheidung kann Widerspruch eingelegt werden.



7.

**WEITERFÜHRENDE
INFORMATIONEN**

7.1.

Kontakt zum Landesdenkmalamt und zu Beratungsstellen

Landesdenkmalamt Berlin

Abteilung Bau- und Kunstdenkmalpflege
Altes Stadthaus, Klosterstr. 47, 10179 Berlin
Tel.: +49 (0)30 90259-3600
Fax: +49 (0)30 90259-3700
landesdenkmalamt@lda.berlin.de
<https://www.berlin.de/landesdenkmalamt/>

SolarZentrum Berlin im DGS-Büro

Erich-Steinfurth-Str. 8, 10243 Berlin
Tel.: +49 (0)30 22 666 300
info@solarzentrum.berlin
<https://www.solarwende-berlin.de/solarzentrumberlin/das-solarzentrum-berlin>

BAIP – Beratungsstelle für bauwerkintegrierte Photovoltaik

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH
Schwarzschildstr. 3, 12489 Berlin
Tel.: +49 30 8062 121 60
baip@helmholtz-berlin.de
https://www.helmholtz-berlin.de/projects/baip/index_de.html

Architektenkammer Berlin

Alte Jakobstr. 149, 10969 Berlin
Tel.: +49 (0)30 29 33 07-0
kammer@ak-berlin.de
www.ak-berlin.de

Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe

Martin-Luther-Str. 105, 10825 Berlin
Tel.: +49 (0)30 90130
www.berlin.de/sen/energie

BAUinfo Berlin

Spreeufer 2, 10178 Berlin
Tel.: + 49 (0)30 293330 703
www.bauinfo-berlin.de

7.2.

Leitfäden, Forschung, Portale, Positionspapiere

„Solarwende Berlin“ und „Masterplan Solarcity“:

<https://www.solarwende-berlin.de/startseite>

Informationsportal „Erneuerbare Energien“ der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe:

<https://www.berlin.de/sen/energie/erneuerbare-energien/>

Informationsportal „Erneuerbare Energien“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz:

<https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Home/home.html>

Leitfaden „Bauwerkintegrierte Photovoltaik“:

<https://bipv-bw.de/>

Forschung zu farbigen Modulen am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme:

<https://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/bauwerkintegrierte-photovoltaik-bipv/morphocolor-demo.html>

Forschungsprojekt „Energieoptimiertes Quartier Margarethenhöhe“ der Universität Stuttgart:

<https://www.iwb.uni-stuttgart.de/forschung/werkstoffe-und-konstruktion/enqm-margarethenhoehe/>

Leitfaden „Denkmalpflege und Erneuerbare Energien“ des Landesamts für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart, Baden-Württemberg:

https://www.denkmalpflege-bw.de/fileadmin/media/denkmalpflege-bw/publikationen_und_service/01_publikationen/06_infobroschueren/02_praktische_denkmalpflege/denkmalpflege-und-erneuerbare-energien/denkmalpflege_erneuerbare_energien.pdf

Positionspapier „Denkmäler und Energiegewinnung durch Solaranlagen“ des LVR-Amts für Denkmalpflege im Rheinland:

https://denkmalpflege.lvr.de/media/denkmalpflege/publikationen/online_publikationen/Leitfaden_LVR-ADR_Solaranlagen_20221104.pdf

Papiere der Vereinigung der Denkmalfachämter in den Ländern („Die Nutzung von Sonnenenergie am Denkmal“ und Positionspapier „Denkmalschutz ist Klimaschutz“):

https://www.vdl-denkmalpflege.de/fileadmin/dateien/Ver%C3%B6ffentlichungen/VDL_Solaranlagen_am_Denkmal_2023-02_01.pdf

https://www.vdl-denkmalpflege.de/fileadmin/dateien/Klimaschutz/VDL_Klima_Web_2022-04-27_Doppelseiten.pdf



8.

ANHANG

8.1.

Abkürzungsverzeichnis

BAIP	Beratungsstelle für bauwerkintegrierte Photovoltaik des Helmholtz-Zentrums Berlin für Materialien und Energie
BauO Bln	Bauordnung für Berlin
BIPV	Bauwerkintegrierte Photovoltaik
BVerfGE	Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts
DSchG Bln	Denkmalschutzgesetz Berlin
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien bzw. Erneuerbare-Energien-Gesetz
EWG Bln	Berliner Klimaschutz- und Energiewendegesetz
Fraunhofer ISE	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GG	Grundgesetz
Half-Cut- bzw. HC-Module	Halbzellenmodule
ICOMOS	International Council on Monuments and Sites bzw. Internationaler Rat für Denkmalpflege
kWp	Kilowatt-Peak, Maßeinheit für die Höchstleistung einer Photovoltaikanlage
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
OVG	Oberverwaltungsgericht
PERC	Passivated Emitter and Rear Cell bzw. Zelle mit passivierter Emissionselektrode und Rückseite
PV	Photovoltaik
PV-T-Kollektoren	Photovoltaisch-thermische Kollektoren
SolarG Bln	Solargesetz Berlin
TWD	Transparentes Wärmedämmsystem

VDL	Vereinigung der Denkmalfachämter in den Ländern
Wafer	Aus einem Siliziumrohblock gesägte dünne Scheiben, die zu kristallinen Solarzellen weiterverarbeitet werden
WTA	Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerksunterhaltung und Denkmalpflege

8.2.

Literaturverzeichnis

Anondi GmbH: Photovoltaik an der Fassade montieren, 16.09.2022, <https://www.solar-anlage-ratgeber.de/photovoltaik/photovoltaik-installation/photovoltaik-an-der-fassade> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Bellini, Emiliano: Neues Solarmodul für Photovoltaik-Erzeugung auf Gehwegen, 31.05.2022, <https://www.pv-magazine.de/2022/05/31/neues-solarmodul-fuer-photovoltaik-erzeugung-auf-gehwegen/> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Bund Deutscher Architektinnen und Architekten BDA (Hg.): Das Haus der Erde. Positionen für eine klimagerechte Architektur in Stadt und Land, 19.08.2019, https://www.bda-bund.de/2019/08/das-haus-der-erde_bda-position/ (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: Antwort auf Schriftliche Frage an die Bundesregierung im Monat Mai 2022, Frage Nr. 301 vom 25.05.2022.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: Solarenergie, 2022, <https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Technologien/Solarenergie-Photovoltaik/solarenergie-photovoltaik.html> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Enercity: Solaranlagen: Wie funktioniert eine Solarzelle?, 09.02.2021, <https://www.enercity.de/magazin/unsere-welt/so-funktioniert-eine-solarzelle> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Energieinstitut Vorarlberg (Hg.): Ratgeber Gründach und Photovoltaik. Dornbirn 2020.

EUMB Pöschk GmbH & Co. KG: Der Masterplan Solarcity, o.J., <https://www.solarwende-berlin.de/allgemein/masterplan-solarcity-berlin> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

EUMB Pöschk GmbH & Co. KG: Solarthermie. Die freie Sonnenenergie nutzen, o.J., https://www.solarwende-berlin.de/fileadmin/user_upload/Solarwende/Grafiken_Contentseiten/SolarZentrum/Flyer_und_Leitfaeden/ST-Flyer-SolarZentrum.pdf (letzter Aufruf am 30.05.2023).

EUMB Pöschk GmbH & Co. KG: Solarwissen. Energielexikon/Glossar. Photovoltaikanlagen, o.J., <https://www.solarwende-berlin.de/lexikoneintrag/photovoltaikanlage> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

EUMB Pöschk GmbH & Co. KG: Solarwissen. Energielexikon/Glossar. Solarthermie, o.J., <https://www.solarwende-berlin.de/lexikoneintrag/solarthermie> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

EUMB Pöschk GmbH & Co. KG: Stecker-Solar-Module. Eine Alternative für Mieter*innen und Wohnungseigentümer*innen, o.J., https://www.solarwende-berlin.de/fileadmin/user_upload/Solarwende/Grafiken_Contentseiten/SolarZentrum/Flyer_und_Leitfaeden/PV_Plug_Flyer_SolarZentrum_neu.pdf (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Fraunhofer ISE: Presseinformation #1. PERC-Solarzellen aus 100 Prozent recyceltem Silizium, 07.02.2022, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2022/perc-solarzellen-aus-recyceltem-silizium-hergestellt.html> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Fraunhofer ISE: Presseinformation #13. Fraunhofer ISE entwickelt effizienteste Solarzelle der Welt mit 47,6 Prozent Wirkungsgrad, 30.05.2022, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2022/fraunhofer-ise-entwickelt-effizienteste-solarzelle-der-welt-mit-47-komma-6-prozent-wirkungsgrad.html> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Fraunhofer ISE: Organische Solarzellen und -module, 2023, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/photovoltaik/perowskit-und-organische-photovoltaik/organische-solarzellen-und-module.html> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Fuchs, Giuliano: Organische Solarzellen für die Photovoltaik, 06.12.2021, <https://www.net4energy.com/de-de/energie/organische-solarzellen> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Fuchs, Giuliano: Aufbau, Funktionsweise und Ertrag eines Solarmoduls, 19.01.2022, <https://www.net4energy.com/de-de/energie/aufbau-solarmodul> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Heinze GmbH, NL Berlin, BauNetz: Glossar. Baunetz_Wissen_Dämmstoffe. Transparente Wärmedämmung, o.J., <https://www.baunetzwissen.de/glossar/t/transparente-waermedaemmung-1058001> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Heinze GmbH, NL Berlin, BauNetz: PV-Fassadenkonstruktionen. Hinterlüftete und nicht hinterlüftete Fassaden, o.J., <https://www.baunetzwissen.de/solar/fachwissen/pv-am-gebaeude/pv-fassadenkonstruktionen-165758> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

International Council in Monuments and Sites (ICOMOS), Deutsches Nationalkomitee (Hg.): International Co-Sponsored Meeting on Culture, Heritage and Climate Change, Modellprojekt Deutschland. Bericht zum Expert:innen-Workshop am 9. Juli 2021, 31.12.2021, <https://www.icomos.de/icomos/pdf/final-report-chcc-workshop-july-2021-ger.pdf> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Janßen, Kai: Transparente Solarmodule: Wirkungsgrad, Kosten, Vor- und Nachteile, 26.03.2023, <https://gruenes.haus/transparente-solarmodule/> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Kantonale Denkmalpflege Bern; Kantonale Denkmalpflege Zürich (Hg.): Energie und Baudenkmal. Ein Handbuch. Band 1: Gebäudehülle; Band 4: Solarenergie. Zürich 2014.

Kümpel, Nadine: Perc-Module – Funktion, Vorteile & Kosten, 18.07.2022, <https://www.wegatech.de/ratgeber/photovoltaik/grundlagen/perc-module/> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Kümpel, Nadine: Halbzellenmodule – Warum die neue Technologie den Photovoltaikmarkt erobert, 08.08.2022, <https://www.wegatech.de/ratgeber/photovoltaik/grundlagen/halbzellenmodule/#:~:text=Halbzellen%20sind%20normale%20Solarzellen%2C%20die,Module%20oder%20HC%2DModule%20bezeichnet> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Landesdenkmalamt Berlin: Stellungnahme zum Anteil der denkmalgeschützten Substanz am Berliner Gebäudebestand, Schreiben an die Oberste Denkmalschutzbehörde vom 28.06.2022.

Landesdenkmalrat Berlin: Stellungnahme aus der Sitzung am 6. Mai 2022, <https://www.berlin.de/sen/kultgz/denkmal/organisation-des-denkmalschutzes/landesdenkmalrat/ldr-2022-05-06-stellungnahme-denkmalschutz-klimaschutz.pdf?ts=1684261035> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH: Praxistest für Denkmalpflege. Solardachsteine liefern Strom und Wärme, 14.07.2021, <https://www.energiewendebauen.de/forschung-im-dialog/neuigkeiten-aus-der-forschung/detailansicht/solardachsteine-liefern-strom-und-waerme> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe: Praxisleitfaden zum Solargesetz Berlin, Dezember 2022, https://www.berlin.de/sen/energie/erneuerbare-energien/solargesetz-berlin/20221205_praxisleitfaden_zum_solargesetz_berlin.pdf?ts=1670320813 (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Solar Cluster Baden-Württemberg: Photovoltaik und Steuerrecht, Februar 2022, https://solarcluster-bw.de/fileadmin/Dokumente/Aktuelles/Nachrichten/2022/2022_02_Solar_Cluster_PV-Netzwerk_BW_Faktenpapier_Steuerrecht_Private_Betreiber_3Auflage_01.pdf (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Solarwatt GmbH: Organische Solarzellen: Vor- und Nachteile, 15.01.2021, <https://solar-energie.de/hintergrundwissen/solarenergie-nutzen/solarzellen/organische-solarzellen> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Storch, Lorenz: Wie umweltschädlich sind Solarzellen?, 26.09.2021, <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/photovoltaik-recycling-101.html> (letzter Aufruf am 30.05.2023).

Umweltbundesamt (Hg.): Abschlussbericht. Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen. Dessau-Roßlau 2021.

Vereinigung der Landesdenkmalpfleger VDL (Hg.): Denkmalschutz ist Klimaschutz. Acht Vorschläge für eine zukunftsorientierte Nutzung des baukulturellen Erbes und seines klimaschützenden Potenzials, März 2022, https://www.vdl-denkmalpflege.de/fileadmin/dateien/Klimaschutz/VDL_Klima_Web_2022-04-27_Doppelseiten.pdf (letzter Aufruf am 30.05.2023).

8.3.

Gesetzestexte, Konventionen und Gerichtsbeschlüsse

Bauordnung für Berlin (BauO Bln) vom 29. September 2005, geändert durch Artikel 23 des Gesetzes vom 12.10.2020.

Berliner Klimaschutz- und Energiewendegesetz (EWG Bln) vom 27. August 2021.

BVerfG, Beschluss vom 21.03.2021, BVerfGE 157, S. 30-177.

Denkmalschutzgesetz Berlin (DSchG Bln) vom 24. April 1995, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 27.09.2021.

Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG) vom 21. Juli 2014, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 20.07.2022.

Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz, GEG) vom 8. August 2020.

OVG Berlin-Brandenburg, Beschluss vom 01.03.2017, Az. OVG 2 N 68.14.

OVG Lüneburg, Beschluss vom 21.04.2022, Az. 12 MS 188/21.

OVG Magdeburg, Beschluss vom 10.06.2022, Az. 2 L 21/20.Z.

OVG Mecklenburg-Vorpommern, Urteil vom 07.02.2023, Az. 5 K 171/22.

OVG Münster, Beschluss vom 08.01.2020, Az. 10 A 921/19.

Solargesetz Berlin (SolarG Bln) vom 5. Juli 2021.

Übereinkommen zum Schutz des architektonischen Erbes Europas des Europarates. Abgeschlossen in Granada am 3.X.1985: SEV 121.

Übereinkommen zum Schutz des Kultur- und Naturerbes der UNESCO. Abgeschlossen am 23. November 1972.

Verordnung (EU) 2022/2577 des Rates der Europäischen Union vom 22. Dezember 2022 zur Festlegung eines Rahmens für einen beschleunigten Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien.

8.4.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Wohnungsbaugenossenschaft „Bremer Höhe“ eG 2007, Kotte; Abb. 2: Landesdenkmalamt Berlin 2022, Kampmann; Abb. 3: Landesdenkmalamt Berlin 2023, Kampmann; Abb. 4: Berliner Energieagentur 2010, Gust; Abb. 5: UD Friedrichshain-Kreuzberg 2022, Kirste; Abb. 6: narvikk/iStock; Abb. 7: SolarZentrum Berlin, Gestaltung: Manuela Meurer, muvicom; Abb. 8: Landesdenkmalamt Berlin 2022, Kampmann; Abb. 9: Okalux Glastechnik GmbH; Abb. 10: <https://www.volker-quaschning.de/artikel/pv-grundlagen/index.php>, Quaschning; Abb. 11: imageBROKER/Alamy Stock Foto; Abb. 12: Landesdenkmalamt Berlin 2022, Kampmann; Abb. 13: Adobe Stock; Abb. 14: Fraunhofer ISE; Abb. 15: Stadt Nürnberg, Kommunales Energiemanagement; Abb. 16: solarcarporte.de; Abb. 17: DAS Energy; Abb. 18: Solaxess; Abb. 19: Fraunhofer ISE; Abb. 20: SunStyle AG; Abb. 21: paXos; Abb. 22: Autarq; Abb. 23: Adobe Stock; Abb. 24: Adobe Stock; Abb. 25: Sutter/Alamy Stock Photo; Abb. 26: Adobe Stock; Abb. 27: Noventec GmbH, Drexler; Abb. 28: Adobe Stock; Abb. 29: SecondSol GmbH; Abb. 30: Landesdenkmalamt Berlin 2022, Kampmann; Abb. 31: Landesdenkmalamt Berlin 2022, Kampmann; Abb. 32: Landesdenkmalamt Berlin 2022, Kampmann; Abb. 33: Landesdenkmalamt Berlin 2023, Klawun; Abb. 34: Landesdenkmalamt Berlin 2022, Klawun; Abb. 35: Landesdenkmalamt Berlin 2023, Kampmann; Abb. 36: HTW Berlin, Rentsch; Abb. 37: BLDAM, Baxmann; Abb. 38: Landesdenkmalamt Berlin 2015, Bittner; Abb. 39: Landesdenkmalamt Berlin 2023, Klawun; Abb. 40: Landesdenkmalamt Berlin 2022, Ridder; Abb. 41: Steremat AFS GmbH 2013; Abb. 42: Landesdenkmalamt 2018, Bittner; Abb. 43: Landesdenkmalamt 2014, Bittner; Abb. 44: Landesdenkmalamt 2012, Bittner; Abb. 45: Landesdenkmalamt 2009, Bittner; Abb. 46: Landesdenkmalamt 2016, Bittner; Abb. 47: Landesdenkmalamt 2016, Bittner; Abb. 48: Landesdenkmalamt 2022, Kampmann; Abb. 49: UD Steglitz-Zehlendorf 2021, Schmiedeke; Abb. 50: Landesdenkmalamt Berlin 2023, Hitzfeld; Abb. 51: UD Treptow-Köpenick 2022, Kohs; Abb. 52: Spreewald Energy GmbH 2020; Abb. 53: Landesdenkmalamt Berlin 2022, Kampmann; Abb. 54: Leukefeld; Abb. 55: Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, Pinkwart; Abb. 56: ABG FRANKFURT HOLDING / Pelkmann; Abb. 57: Stadt Augsburg, Untere Denkmalschutzbehörde; Abb. 58: Landesdenkmalamt 2023, Kampmann; Abb. 59: Landesdenkmalamt Berlin 2022, Baumgarten; Abb. 60: Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart 2014, Hausner; Abb. 61: Landesdenkmalamt Berlin 2023, Klawun; Abb. 62: DHL Architekten 2021.

Kapitelbilder:

Kap. 1: shutterstock; Kap. 2: Landesdenkmalamt Berlin 2021, Willen; Kap. 3: Adobe Stock; Kap. 4: Kerrick/iStock; Kap. 5: Solaxess; Kap. 6: Charles Deluvio/Unsplash; Kap. 7: Pavel Nekoranec/Unsplash; Kap. 8: Ricardo Gomez Angel/Unsplash.

Inhaltsverzeichnis

	1. Einleitung	5
	2. Denkmale und Klimaschutz	9
	2.1. Ziele und Grundsätze der Denkmalpflege	10
	Das Denkmal als Träger historischer und baukultureller Informationen.....	10
	Denkmalbereiche (Ensembles und Gesamtanlagen).....	11
	2.2. Denkmale als Baustein des Klimaschutzes	13
	Grundsatzpapiere.....	13
	Historische Bausubstanz und Energie	15
	3. Solarenergie als Ressource	17
	3.1. Nutzung von Solarenergie und deren Ausbau in Berlin	18
	3.2. Grundlagen der Solarenergienutzung	21
	3.3. Solartechnologie und auf dem Markt befindliche Systeme.....	25
	Arten von Solarzellen und Modulen	25
	Bauwerkintegrierte Photovoltaik (BIPV)	33
	Solardachsteine, -schindeln und -ziegel	34
	Sonderlösungen	37
	3.4. Technische Grundlagen und Installation von Solaranlagen	38
	Installation auf Flachdächern.....	39
	Installation auf Steildächern	40
	Installation an Fassaden	42
	Solarthermie und photovoltaisch-thermische Kollektoren (PV-T-Kollektoren)	43
	Kombination Gründach und PV-Anlage	44
	3.5. Hinweise zum Brandschutz.....	46
	3.6. Ökologische Aspekte von Solarmodulen	47
	4. Solarenergienutzung am Baudenkmal: I Grundlagen.....	49
	4.1. Gesetzliche Grundlagen.....	50
	4.2. Die Bedeutung des Daches für Gebäude und Ortsbild	53
	4.3. Dachlandschaften in Berlin.....	55

5. Solarenergienutzung am Baudenkmal: II Möglichkeiten, Bedingungen, Ausnahmen	57
5.1. Solaranlagen und ihre Vereinbarkeit mit dem Denkmalschutz	58
5.2. Prüfkriterien und Genehmigungsfähigkeit - Überblick.....	60
5.3. Kriterien der denkmalrechtlichen und denkmalfachlichen Prüfung	62
5.4. Standorte von Solaranlagen und deren Denkmalverträglichkeit	65
Hier ist eine Photovoltaikanlage am Denkmal möglich.....	66
Hier ist eine Photovoltaikanlage am Denkmal nicht geeignet	77
5.5. Lösungen finden, Auswirkungen minimieren.....	84
Hinweise zur denkmalverträglichen Ausführung	84
Solaranlagen in Weltkulturerbestätten.....	90
Photovoltaikanlagen in Denkmalbereichen	91
5.6. Solarthermie am Denkmal.....	93
5.7. Abwägung	95
Zusammenfassung: So prüfen die Berliner Denkmalbehörden	99
 6. Zusammenarbeit mit den Denkmalbehörden	103
6.1. Die Rolle der Denkmalbehörden im Genehmigungsprozess.....	104
6.2. Hinweise zur Planung und Antragsvorbereitung	105
Voruntersuchung.....	105
Konzepterstellung.....	106
Genehmigungsfristen und Genehmigungsfiktion	108
Beratungsmöglichkeiten und Hinweis zu finanzieller Unterstützung	110
6.3. Entscheidung und Rechtsmittel.....	111
 7. Weiterführende Informationen	113
7.1. Kontakt zum Landesdenkmalamt und zu Beratungsstellen	114
7.2. Leitfäden, Forschung, Portale, Positionspapiere	115
 8. Anhang.....	117
8.1. Abkürzungsverzeichnis	118
8.2. Literaturverzeichnis	120
8.3. Gesetzestexte, Konventionen und Gerichtsbeschlüsse	123
8.4. Abbildungsnachweis.....	124

Impressum

Herausgeber

Landesdenkmalamt Berlin

Redaktion

Dr. Ruth Klawun, Sybille Haseley

Autorinnen, Autoren und Bildredaktion

Katja Kampmann, Brit Münkewarf, Gregor Hitzfeld

Lektorat

PostManuSkriptum, Berlin

Gestaltung

aufsiemitgebrüll, Berlin

1. Auflage Juli 2023

© Landesdenkmalamt Berlin



Das Werk ist einschließlich all seiner Teile urheberrechtlich geschützt.



DENKMALE UND SOLARANLAGEN

Möglichkeiten, Anforderungen und Rahmenbedingungen

Strom aus erneuerbaren Energien wird immer wichtiger. Die Denkmalbehörden des Landes Berlin haben diesen Leitfaden erarbeitet, um zu zeigen, wie sich Denkmalschutz und Solarenergienutzung vereinbaren lassen.

Der „Solarleitfaden“ gibt einen praxisorientierten Überblick darüber, wo überall Solaranlagen auf und an Denkmälern angebracht werden können – und die schützenswerten Eigenschaften des Denkmals trotzdem gewahrt bleiben. Er macht deutlich, dass sich Solaranlagen auf einem großen Teil der denkmalgeschützten Gebäude in Berlin verwirklichen lassen, und ist die Leitlinie für die Genehmigungspraxis der Denkmalbehörden. Der „Solarleitfaden“ wendet sich auch an die Eigentümerinnen und Eigentümer von Baudenkmalen und die Planenden der Solarbranche. Die Handreichung informiert neben technischen und denkmalfachlichen Aspekten über die gesetzlichen Grundlagen, nennt Beratungsmöglichkeiten und bietet eine Checkliste für die praktische Umsetzung.