



# GEBÄUDEINTEGRIERTE PHOTOVOLTAIK (PV) LÖSUNGSBROSCHÜRE

Smart Cities Marketplace 2025

Der Smart Cities Marketplace wird von der Generaldirektion Energie der Europäischen Kommission verwaltet

ENERGY



Herausgeber	Smart Cities Marketplace ©Europäische Union, 2025
Abgeschlossen in:	Februar 2025
Autor:	Smart Cities Marketplace verwaltet von der Generaldirektion Energie (DG ENER) <a href="https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu">smart-cities-marketplace.ec.europa.eu</a> <a href="#">Europäische Kommission</a>   <a href="#">DG ENER</a>
<b>2025 Version</b>	
Geschrieben von	Leen Peeters (Th!nk E)
Mitwirkende	Jens Moschner (KULeuven), Antonin Faes (EPFL), Merit Tatar (Institute for Baltic Studies), María Jiménez (Onyx), Thomas Garabatian (Solar Power Europe), Xabier Olano Azkune (Tecnalia)
Bewertet von	Ervis Sulejmani (Th!nk E)
Design	Francesca Van Daele (Th!nk E)
Übersetzung aus dem Englischen	Ariadne Dimakou Bertels (Steinbeis Europa Zentrum)
<b>2020 Version</b>	
Geschrieben von	Lucija Rakočević, Leen Peeters (Th!nk E)
Design:	Agata Smok (Th!nk E)
Titelbild:	©Danist Soh, Unsplash
Haftungsausschluss:	©European Union, 2025 Die Weiterwendungs politik der Kommission wird durch den Beschluss 2011/833/EU der Kommission vom 12. Dezember 2011 über die Weiterverwendung von Kommissionsdokumenten (ABl. L 330 vom 14.12.2011, S. 39) umgesetzt. Sofern nicht anders angegeben, ist die Weiterverwendung dieses Dokuments unter der Lizenz Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) gestattet. Dies bedeutet, dass die Weiterverwendung unter Angabe der Quelle und Kennzeichnung etwaiger Änderungen gestattet ist. Für die Verwendung oder Vervielfältigung von Elementen, die nicht Eigentum der EU sind, muss möglicherweise eine Genehmigung direkt bei den jeweiligen Rechteinhabern einzuholen. Dieses Dokument wurde für die Europäische Kommission erstellt, spiegelt jedoch nur die Ansichten der Autoren wider, und die Kommission kann nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.

<b>Was und Warum</b>	<b>5</b>
<b>Stadtkontext</b>	<b>9</b>
BIPV im Neubau	10
BIPV in der Gebäudesanierung	10
PV in Geländer integriert	11
Erkenntnisse	13
Stakeholder-Unterstützung und Bürgerbeteiligung	15
<b>Gesellschaftliche &amp; Benutzerspekte</b>	<b>15</b>
Ästhetisch ansprechende dezentrale Energie	17
<b>Technische Spezifikationen</b>	<b>21</b>
Typ des BIPV-Systems	21
Komponenten eines BIPV-Systems	22
Komponenten des BIPV-Systems	23
PV-Komponente	
Elektrische Komponenten	
Montagekomponenten	
Optionale Komponenten	
Erkenntnisse	26
<b>Geschäftsmodelle &amp; Finanzen</b>	<b>28</b>
Mögliche Geschäftsmodelle	29
Erkenntnisse	32
<b>Verwaltung &amp; Regulierung</b>	<b>34</b>
<b>Allgemeine Erfahrungen</b>	<b>36</b>
<b>Nützliche Unterlagen</b>	<b>38</b>

Der Smart Cities Marketplace ist eine von der Europäischen Kommission geförderte Initiative, **die Städte, Industrie, KMU, Investoren, Banken, Forschung und andere Akteure im Bereich Klimaneutralität und Smart Cities zusammenbringt**. Das Smart Cities Marketplace Investor Network ist eine wachsende Gruppe von Investoren und Finanzdienstleistern, die aktiv nach klimaneutralen und Smart-City-Projekten suchen.

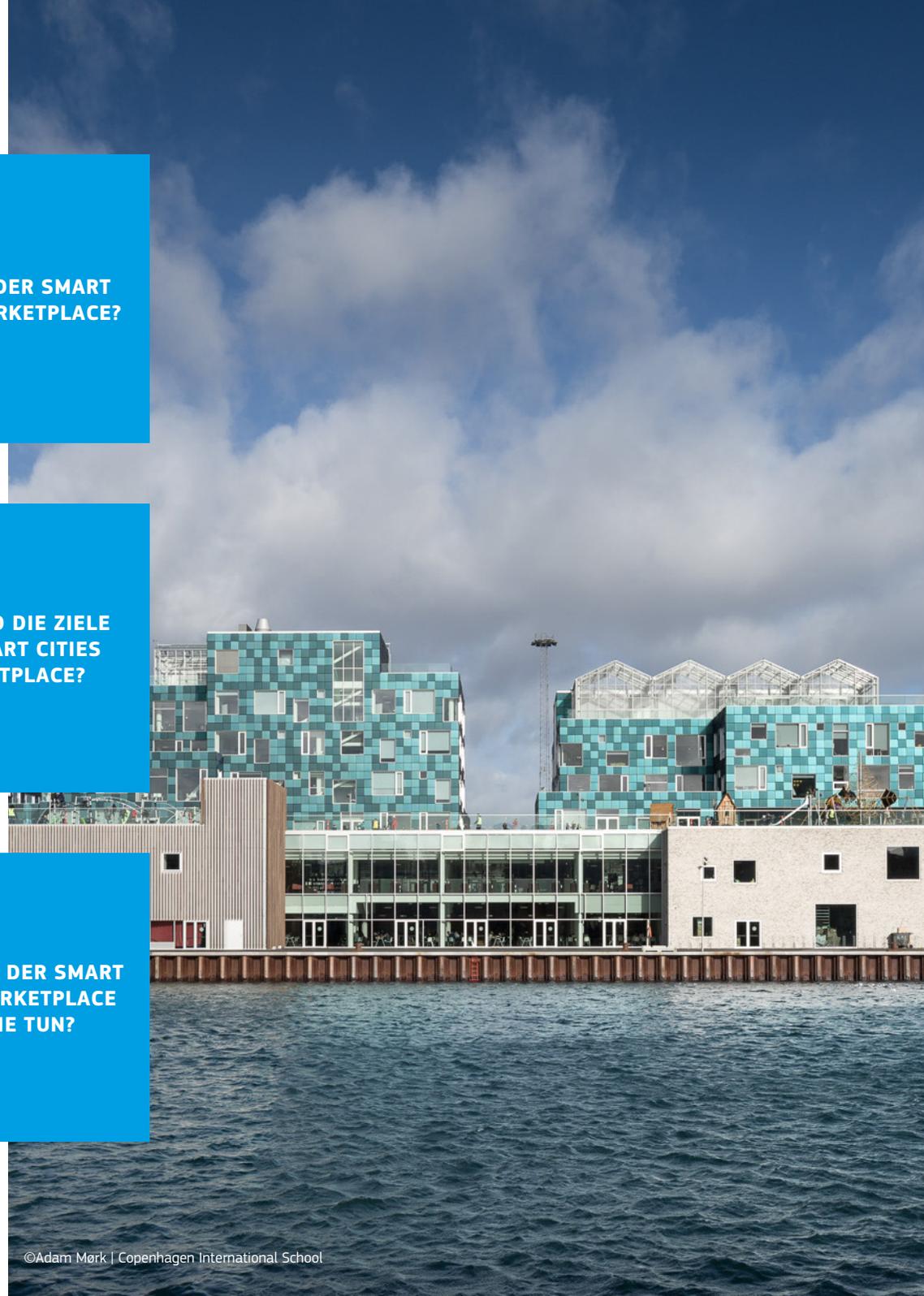
Der Smart Cities Marketplace hat Tausende von Anhängern aus ganz Europa und darüber hinaus, von denen sich viele als Mitglieder angemeldet haben. Ihre gemeinsamen Ziele sind **die Verbesserung der Lebensqualität der Bürger, die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit europäischer Städte und Industrie sowie die Erreichung der europäischen Energie- und Klimaziele**.

**Erkunden:** Entdecken Sie die Möglichkeiten, gestalten Sie Ihre Projektideen und schließen Sie einen Vertrag für die Einführung Ihrer Smart City-Lösung ab! Wenn Sie direkt mit uns in Kontakt treten möchten, kontaktieren Sie uns bitte per [info@smartcitiesmarketplace.eu](mailto:info@smartcitiesmarketplace.eu).

WAS IST DER SMART  
CITIES MARKETPLACE?

WAS SIND DIE ZIELE  
DES SMART CITIES  
MARKETPLACE?

WAS KANN DER SMART  
CITIES MARKETPLACE  
FÜR SIE TUN?





## WAS UND WARUM

Im Jahr 2019, mit der Verabschiedung des [Green Deal](#)<sup>1</sup>, hat Europa sich zum Ziel gesetzt, bis 2050 ein klimaneutraler Kontinent zu werden. Der Green Deal zielt auf eine effiziente Ressourcennutzung für eine saubere Kreislaufwirtschaft ab. Im Mittelpunkt steht die Transformation des Energiesektors hin zu einem dekarbonisierten, digitalisierten und dezentralen System, das mit anderen Sektoren wie Stadtentwicklung, Landwirtschaft, Industrie und Mobilität integriert werden soll. Siehe dazu [“Das Paket für saubere Energie”](#)<sup>2</sup> Diese Entscheidung wird durch die Definition spezifischer quantitativer Ziele und Maßnahmen weiter untermauert.

Um die genannten Ziele zu erreichen, sollte saubere Energie bei der Planung, Gestaltung, dem Bau, der Umrüstung und der Nutzung unserer Wohnräume und Gebäude im Vordergrund stehen.

Ab 2020 müssen alle Neubauten nahezu Nullenergiegebäude sein, d. h. sie müssen die benötigte Energie selbst erzeugen. Allerdings wurden 75 % der EU-Gebäude gebaut, bevor es die aktuellen Energiestandards gab. Um die Dekarbonisierungsziele zu erreichen, muss die Sanierungsrate verdreifacht werden (siehe [SCIS Policy Paper](#))<sup>3</sup>. Darüber hinaus hat die EU das Ziel geäußert, bis 2025 100 Positive Energiebezirke (Positive Energy Districts; PEDs) zu planen, zu implementieren und zu replizieren als Instrument zur Erreichung klimaneutraler Städte ([Plus-energieviertel bis 2025 in Planung](#))<sup>4</sup>.



BIPV roof ©Sunstyle

Im Rahmen von REPowerEU wurde außerdem die [EU-Solarstrategie](#)<sup>5</sup> Mitte 2022 verabschiedet. Ziel dieser Strategie ist es, bis 2025 über 320 GW Photovoltaikkapazität (mehr als das Doppelte des Niveaus von 2020) und bis 2030 fast 600 GW ans Netz zu bringen.

Anfang 2024 wurde die [Europäische Solarcharta](#)<sup>6</sup> unterzeichnet. Dieses Gesetz ist eine Reaktion auf den deutlichen Preiserückgang bei importierten chinesischen Photovoltaikmodulen. Es legt eine Reihe freiwilliger Maßnahmen zur Unterstützung der Photovoltaikbranche in der EU fest.

<sup>1</sup> [commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal)

<sup>2</sup> [energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package)

<sup>3</sup> [smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/publications/](https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/publications/)

[upscaling-urban-residential-retrofit-eus-low-carbon-future-challenges-and](https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/publications/upscaling-urban-residential-retrofit-eus-low-carbon-future-challenges-and)

<sup>4</sup> [setis.ec.europa.eu/working-groups/positive-energy-districts](https://setis.ec.europa.eu/working-groups/positive-energy-districts)

<sup>5</sup> [europa.eu/european-council/en/legislative-train/package-repowerEU-plan/file-eu-solar-strategy?sid=8501](https://europa.eu/european-council/en/legislative-train/package-repowerEU-plan/file-eu-solar-strategy?sid=8501)

<sup>6</sup> [energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/solar-energy/european-solar-charter](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/solar-energy/european-solar-charter)



**Energieeffizienz und lokale Versorgung mit sauberer Energie** sind der Schlüssel zur Verwirklichung der europäischen Ziele. Die thermische Energieversorgung kann auf vielfältige Weise erfolgen, beispielsweise durch Abwärmerückgewinnung, die Versorgung von Fernwärmesystemen und Solarthermie. Die lokale Erzeugung von sauberem Strom in Städten ist deutlich anspruchsvoller, und die Technologiewahl fällt oft auf Biokraftstoff-Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) oder Photovoltaik (PV). Biokraftstoffe werden unter anderem aufgrund lokaler Emissionen nicht bevorzugt, und die Nutzung solcher KWK ist an den lokalen Wärmebedarf gekoppelt, der wiederum standort- und jahreszeitabhängig ist. Die großflächige Umsetzung von Photovoltaik in unseren Städten ist daher unabdingbar, in manchen Fällen kombiniert mit der wärmebedarfsgesteuerten Stromerzeugung der KWK.

Solarmodule auf Basis der **PV-Technologie** sind bekannt, leicht anzuwenden und an den Energiebedarf anpassbar, zumindest innerhalb der Grenzen der verfügbaren Fläche. PV-Module werden meist als PV-Systeme auf dem Boden, auf Wasserflächen oder auf Dächern installiert. Bei Photovoltaik-Systemen in bestehenden Gebäuden, die ausschließlich der Stromerzeugung dienen, spricht man nicht von gebäudeintegrierten Photovoltaiksystemen, sondern von gebäudeangewandten Photovoltaiksystemen (Building Applied PV Systems, BAPV).



Weiterführende Literatur [smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/solutions/solution-booklet-pv-and-battery](https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/solutions/solution-booklet-pv-and-battery)



Krankenhaus Punta Arenas, ©Onyx | [onyxsolar.com](https://onyxsolar.com)

**Eine gebäudeintegrierte Photovoltaikanlage (BIPV) ist ein Bauelement zur Stromerzeugung. BIPVs werden als Teil der Gebäudehülle, des Dachs, der Fassade oder der Glasflächen installiert.** BIPV kann Synergien zwischen Energieeffizienz und sauberer Energieerzeugung bei umfassenden Gebäudesanierungen und Neubauten schaffen. Dies ist kein neues Konzept, aber die technologischen Möglichkeiten haben sich in den letzten zwei Jahrzehnten verbessert.

Internationale Normen legen fest, dass neben der Energieerzeugung BIPV eine oder mehrere der folgenden Funktionen bieten muss

-  Mechanische Steifigkeit oder strukturelle Integrität
-  Primärer Wetterschutz: Regen, Schnee, Wind, Hagel
-  Energieeinsparung, wie Beschattung, Tageslicht oder Wärmedämmung
-  Brandschutz
-  Lärmschutz

Obwohl der Marktanteil der BIPV im Vergleich zur konventionellen PV gering ist (<2% aller PV-Anlagen), ist die BIPV-Technologie [marktreif und preislich vergleichbar](#)<sup>7</sup> zu anderen Bauelementen, die für Netto-Nullenergiegebäude (nZEBs) erforderlich sind. Dies zeigt sich auch durch [BIPVBoost](#)<sup>8</sup>, in der mehrere aktuelle BIPV-Anwendungen bewertet wurden. Wie erwartet senken große BIPV-Flächen den Preis pro Quadratmeter. Die BIPV-Anwendung ist nicht ohne weitere entscheidende Faktoren zu betrachten:

-  Materialeinsparungen, z. B. Kosten für eine alternative Ausgestaltung der Gebäudehülle bei fehlender BIPV;
-  Der im Gebäude erzeugte und aktuell verbrauchte Strom, also die Eigenverbrauchsquote. Dieser Parameter gibt indirekt an, inwieweit der wirtschaftliche Wert des erzeugten Stroms maximiert wird;
-  Reduzierte Wärmeübertragung und reduzierte Durchlässigkeit für Sonnenstrahlung können dank BIPV-Oberflächen erreicht werden;
-  Aufmerksamkeit für ein grünes Image, das für Unternehmen von Relevanz und kommerziellem Wert ist und ein politisches Statement für öffentliche Gebäude darstellt.

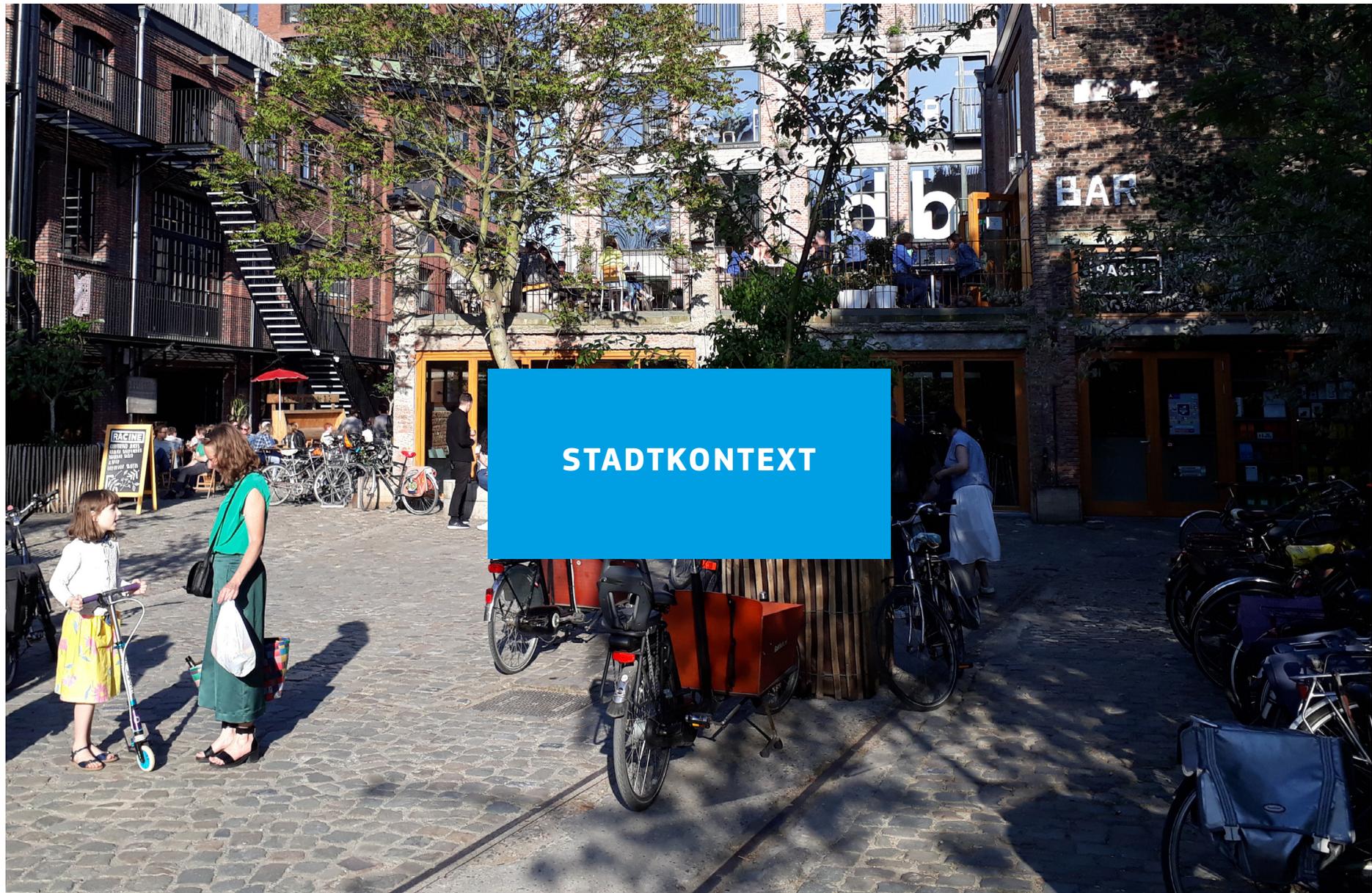
Daher sollte BIPV nicht als primäre Einnahmequelle betrachtet werden, sondern als ergänzende Investition mit angemessenen Amortisationszeiten. Projekte wie Increase, BIPVBoost und PVsites sowie die Arbeitsgruppe 3 des ETIP PV-Schwerpunkts BIPV unterstützen weitere Strategien, die zu einer robusteren europäischen BIPV-Industrie, einer Kostensenkung der Verkaufspreise und einem klaren politischen Rahmen beitragen. Während die Wettbewerbsfähigkeit voraussichtlich bis 2025 erreicht wird, liegen die erwarteten Kostensenkungen bei bis zu [47% bis 2030](#)<sup>9</sup>. Angesichts dieser Zahlen könnte jede Stadt in Europa mit **der BIPV-Implementierung heute beginnen und in den kommenden Jahren die ersten Gebäude in Betrieb nehmen.**

<sup>7</sup> [etip-pv.eu/publications/etip-pv-publications/download/solar-skins-an-opportunity-for-greener-cities](https://etip-pv.eu/publications/etip-pv-publications/download/solar-skins-an-opportunity-for-greener-cities)

<sup>8</sup> [bipvboost.eu/public-reports/download/cost-competitiveness-status-of-bipv-solutions-in-e](https://bipvboost.eu/public-reports/download/cost-competitiveness-status-of-bipv-solutions-in-e)

<sup>9</sup> [bipvboost.eu/public-reports/download/cost-reduction-roadmap-for-the-european-bipv-secto](https://bipvboost.eu/public-reports/download/cost-reduction-roadmap-for-the-european-bipv-secto)





## STADTKONTEXT

Städtische Gebiete sind dicht besiedelt; 75 % der Europäer leben dort. Die für die Installation von PV-Modulen verfügbare Dachfläche ist begrenzt, was die Deckung des Energiebedarfs der Stadt erschwert. Im Vergleich zu klassischen PV-Modulen sind BIPV-Module ein struktureller Bestandteil des Gebäudes und dienen als Fassade, Dach oder getöntes Glas zur Beschattung. **BIPV wird halbtransparent, farbig, starr oder flexibel hergestellt und kann verschiedene Formen und Größen haben.**

Lokale Regierungen und Gemeinden spielen eine wichtige Rolle bei der weiteren Verbreitung von BIPV durch:

-  Schaffung eines unterstützenden Rahmens für einen interdisziplinären Ansatz bei der Stadt-/ Stadtteilplanung, -gestaltung und -nachrüstung, einschließlich BIPV;
-  Eine Vorreiterrolle übernehmen und BIPV ein sichtbares, architektonisch integriertes Element aktiver Gebäude machen;
-  Austausch von gewonnenen Erkenntnissen und Best Practices aus bestehenden und laufenden BIPV-Projekten über den [Covenant of Mayors](https://eu-mayors.ec.europa.eu)<sup>10</sup> und [Energy Cities](https://energy-cities.eu)<sup>11</sup>.

Neben Büros, öffentlichen Gebäuden, Wohn- und Geschäftshäusern kann PV auch in Mobilitäts- und Stadtlandschaftsstrukturen innerhalb der Stadt integriert werden, beispielsweise in:

-  Parkhäuser;
-  Lärmschutzwände und Leitplanken an Straßen;
-  Beschattungsstrukturen;
-  Bushaltestellen;
-  Regen- und Windschutz;
-  Außenpflaster oder PV-Böden.

In den letzten zehn Jahren gab es in ganz Europa zahlreiche Demonstrationsprojekte. Die Informationen dazu wurden jedoch meist innerhalb von Projektkonsortien, in wissenschaftlichen Artikeln oder unter dem Schlagwort „Passiv-, Niedrigstenergie- oder Plusenergiegebäude“ verbreitet. Da BIPV verschiedene PV-Technologien integrieren kann, von denen sich einige noch in der Forschungsphase befinden, wird sie oft als komplex und teuer angesehen. Dieses Stadium hat BIPV jedoch bereits hinter sich.



©Jonas Ferlin, Pexels



<sup>10</sup> eu-mayors.ec.europa.eu  
<sup>11</sup> energy-cities.eu

Nachfolgend finden Sie einige Beispiele, die zur Veranschaulichung des vorhergehenden Textes verwendet werden können.



## BIPV im Neubau

Das Niedrigstenergie-Bürogebäude Treurenberg in Brüssel, Belgien. BIPV-Panels werden für die Fassade der beiden oberen Stockwerke verwendet. Auf dem Dach installierte BIPV-Panels und gebäudeangepasste (klassische) PV-Anlagen decken den jährlichen Energieverbrauch des Gebäudes mit einer installierten Gesamtleistung von 122 kWp.



## BIPV in der Gebäudesanierung

Das Mehrfamilienhaus aus den 1970er Jahren wurde einer Sanierung unterzogen. Die BIPV-Fassade erforderte zuvor Eingriffe, die den Rückbau der bestehenden Ziegelverkleidung und die Verbesserung der Wärmedämmung umfassten. Die BIPV-Panels sind an einer Metallkonstruktion befestigt, die an der Betonwand befestigt ist. Das Integrationsdesign orientierte sich an den ästhetischen Kriterien der architektonischen Sanierung des Gebäudes. Die BIPV-Anlage verfügt über Si-basierte Photovoltaik mit einer installierten Gesamtleistung von 16,91 kWp und deckt 130,45 m<sup>2</sup> der Gebäudefassade ab. Diese Anlage dient als Demonstrationsstandort für das EU-BIPV-Projekt. Mehr erfahren über weitere [PV-Standorte](#)<sup>12</sup>.



Fassaden-BIPV in einem Neubau in Brüssel. ©Assar Architects | assar.com



BIPV-belüftete Fassade eines Mehrfamilienhauses, Wattignies, Frankreich. ©Onyx | onyx-solar.com Demonstrationsprojekt für PV-Standorte.





## PV in Geländer integriert

Die Provinz Nordholland hat in Zusammenarbeit mit TNO, Solliance Solar Research, Heijmans, Femtogrid und der Fachhochschule Amsterdam ein Demonstrationsprojekt zur Integration von Photovoltaik in eine 72 Meter lange Doppelleitplanke entlang der N194 bei Heerhugowaard umgesetzt. Das Projekt wird durch das iDEEGO-Programm (Innovation Sustainable Energy and Energy Saving Built Environment) des Spitzensektors Energie gefördert und vom Netherlands Enterprise Agency (RVO) in den Niederlanden unterstützt.



Berücksichtigung des Energieverbrauchs und der Energieerzeugung von Gebäuden: Die Berücksichtigung in der Planungs- und Entwurfsphase würde die Integration verschiedener Energietechnologielösungen wie BAPB und BIPV einfacher und kostengünstiger machen. Dieser Ansatz ermöglicht eine Anpassung des Designs zur Optimierung des Energieertrags und die Nutzung standardisierter BIPV-Module. Darüber hinaus ermöglicht er die Optimierung der Planungs- und Umsetzungsprozesse vor Ort.



PV-Integration in 72 m lange Doppelleitplanke entlang der N194 bei Heerhugowaard, Niederlande.  
©Solliance | [solliance.eu](https://solliance.eu)

**Mehrere Organisationen haben intensiv daran gearbeitet, das Potenzial der BIPV im europäischen Stadtraum zu evaluieren. Sie alle sehen zwar eine vielversprechende Rolle für die BIPV, identifizieren aber auch mehrere Barrieren und Hindernisse:**

-  Bei der Planung einer BIPV-**Schattierung** muss berücksichtigt werden, dass im städtischen Umfeld Erneuerung und Verdichtung der umliegenden Gebiete negative Auswirkungen auf die Planung oder den Ertrag im Betrieb haben können. Dies liegt an unterschiedlichen Verschattungsschätzungen zwischen Planung und Betrieb. Bedingungen: Die Stadtplanung sollte Richtlinien implementieren, die die Art der Bebauung und die maximal zulässige Höhe in bestimmten Gebieten festlegen. Die daraus resultierende Verschattung eines neuen Entwurfs kann als architektonische Randbedingung und nicht als No-Go betrachtet werden
-  Beispiele sind entscheidend, um weitere Akzeptanz zu inspirieren und zu fördern. **Beispiele sollten in öffentlichen Gebäuden gefördert werden** und in Gewerbe- und Wohngebäuden. Eine breite Medienpräsenz, offizielle Eröffnungen und andere Möglichkeiten zur Aufmerksamkeitsgewinnung sollten organisiert werden.
-  Die Ziele für die Erzeugung erneuerbarer Energien in Städten sollten strenger sein und auf **Abschätzungen der technologischen Machbarkeit basieren**. Um den Business Case abzuschließen und zu einer angemessenen Kapitalrendite beizutragen, könnten Zuschüsse gewährt werden.
-  Die Zusammenarbeit mit **lokalen Verteilnetzbetreibern** könnte die Verfahren zur Integration erneuerbarer Energien vereinfachen. Anschlussbeschränkungen könnten auf Stadtteilebene und nicht nur für einzelne Gebäude angegangen werden. Dies ermöglicht die Realisierung von Plus-Energie-Vierteln auf kostengünstige Art und Weise, indem erneuerbare Energietechnologien dort eingesetzt werden, wo sie den größten Nutzen und/oder den maximalen Ertrag bringen.



## Erkenntnisse

- ✓ Die Integration von BIPV ist einfacher und kann zu geringeren Kosten realisiert werden, wenn sie bereits in der Planungs- und Entwurfsphase berücksichtigt wird.
- ✓ BIPV sollte als Synergie zwischen Energieeffizienz und erneuerbarer Energie für die Nachrüstung von Niedrigstenergiegebäuden und als wichtiger Beitrag zur Realisierung von Positivenergievierteln betrachtet werden.
- ✓ Die Implementierung von BIPV in öffentlichen Gebäuden trägt dazu bei, das Bewusstsein für das Potenzial und die bewährten Verfahren von BIPV zu schärfen.

- ✓ Die Stadtplanung sollte Bewertungen und die Identifizierung bevorzugter Standorte für BIPV an Gebäuden umfassen.
- ✓ Best Practices und Erfahrungen aus früheren Projekten sollten durch Initiativen wie [Covenant of Mayors](#)<sup>1</sup>, [Energy Cities](#)<sup>2</sup>, und andere Initiativen gewonnen werden.
- ✓ Die BIPV-Technologie wird ständig verbessert und ihre Preise und Komplexität werden immer geringer. Informationen über diese Technologie sollten weit verbreitet und regelmässig aktualisiert werden.

1 [eu-mayors.ec.europa.eu](http://eu-mayors.ec.europa.eu)

2 [energy-cities.eu](http://energy-cities.eu)



Das CSEM hat die KALEO-Technologie entwickelt, die die Herstellung illustrierter Solarmodule ermöglicht. ©COMPÁZ | [compaz.art](http://compaz.art)



**GESELLSCHAFTLICHE  
UND NUTZERBEZOGENE  
ASPEKTE**

# GESELLSCHAFTLICHE & BENUTZERASPEKTE

## Stakeholder-Unterstützung und Bürgerbeteiligung

BIPV ist eine multisektorale Technologie: Sie umfasst die Stromerzeugung, Baumaterialien/Glas als Teil der Gebäudehülle, Designaspekte, die Ästhetik und Licht beeinflussen, sowie Aspekte der Netzintegration. Darüber hinaus können Randbedingungen (Standort und Größe) für benachbarte Strukturen, Gebäude und Bäume relevant sein. Die Implementierung und vor allem der Betrieb von BIPV-Anlagen erfordern häufig die Zusammenarbeit mit dem Energieversorger und der Regulierungsbehörde. Obwohl die Entwicklung von BIPV von den Netzbetreibern einst als Bedrohung angesehen wurde, orientieren sich die meisten heute an den EU-Zielen und unterstützen die Netzanschlusspolitik für erneuerbare Energiesysteme.

BIPV könnte als eine lokale oder regionale Industrie betrachtet werden, die Arbeitsplätze schafft und zum Wirtschaftswachstum beiträgt.



In der Übergangsphase zu einem vollständig ausgereiften Markt mit wettbewerbsfähigen Preisen ist es entscheidend, Architekten, Bauwirtschaft, Endnutzer, lokale Gemeinden und Stadtplaner einzubinden. Diese Übergangsphase sollte genutzt werden, um Erfahrungen zu sammeln und auszutauschen, Vorzeigeprojekte zu realisieren und die branchenübergreifende Zusammenarbeit zu fördern. Eine enge Zusammenarbeit mit Stadtplanern bei der Integration von BIPV in Landschaftselemente und öffentliche Räume ist unerlässlich.



Darüber hinaus trägt die frühzeitige Einbindung von Bürgern und Endnutzern dazu bei, das Bewusstsein für BIPV zu schärfen und die Akzeptanz in verschiedenen Anwendungsbereichen zu erhöhen. Durch die Präsentation sichtbarer, gemeindeorientierter Projekte können sich Bürger mit BIPV-Technologien vertraut machen und deren Vorteile verstehen. Gleichzeitig können Architekten, Baufachleute und Stadtplaner die nahtlose Integration von BIPV in Stadtlandschaften und Alltagsumgebungen aus erster Hand erleben.

Ein interdisziplinärer Ansatz, der Energieexperten, Architekten, Baufachleute, Stadtplaner und Gemeindevertreter zusammenbringt, ist unerlässlich. Dies gewährleistet, dass BIPV-Lösungen effektiv geplant, breit akzeptiert und auf die Bedürfnisse und Wünsche der Menschen zugeschnitten sind, die letztendlich von der Integration von BIPV profitieren.



Lesen Sie mehr über die größten Hindernisse bei der Umsetzung und Reproduktion eines Smart-Energy-Projekts sowie bei der Einbindung der Bürger unter: [smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-02/scis\\_solution\\_booklet\\_citizen\\_engagement.pdf](https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-02/scis_solution_booklet_citizen_engagement.pdf)





### Stroomversnelling-Initiative, Niederlande

Umbau von Häusern zu Niedrigstenergiegebäuden durch effiziente Heizsysteme, Dämmung und die Installation von gebäudeintegrierten Photovoltaikanlagen (BIPV) auf Dächern. Die Lösungen werden gemeinsam mit Wohnungsbaugenossenschaften umgesetzt, um Skaleneffekte zu erzielen und die Sanierungskosten für die Nutzer zu senken. Die Lösungen sind vorgefertigt und leicht umzusetzen.

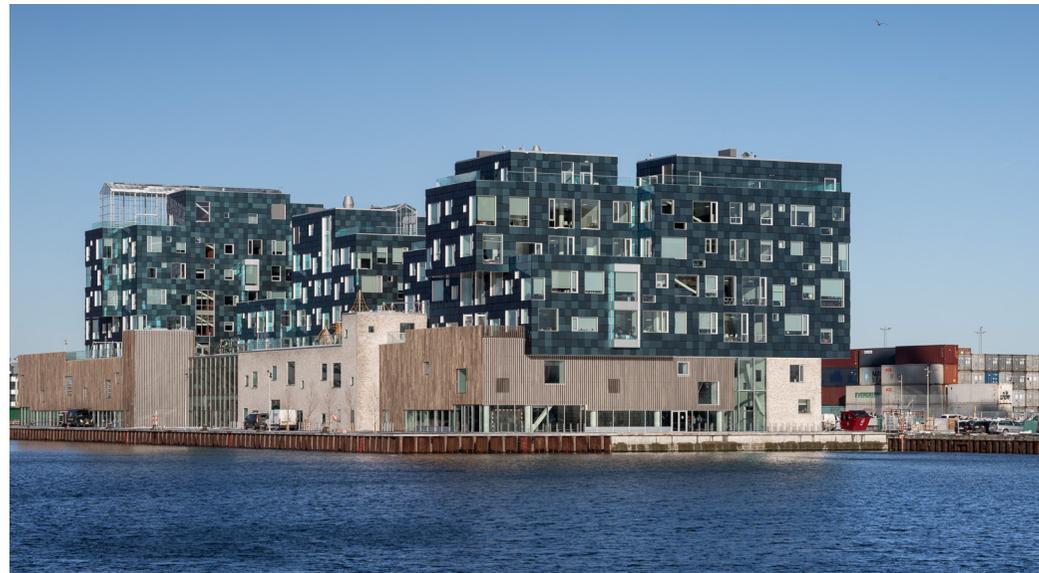


[Stroomversnelling | stroomversnelling.nl](https://www.stroomversnelling.nl) Initiative in den Niederlanden,  
© [Onyx | onyx.com](https://www.onyx.com), Partner für PV-Standorte, Flickr

### BIPV im Gebäude der Copenhagen International School

Die Fassade der Copenhagen International School besteht aus 12.000 quadratischen, farbigen BIPV-Modulen. Die BIPV ist eine regengeschützte, hinterlüftete Fassade, die die Leistung von Silizium-basierten Modulen verbessert. Der mit 720 kWp erzeugte Strom kann die Hälfte des Stromverbrauchs der Schule decken. Die gleichmäßig blaue Farbe der BIPV-Module wird durch eine spezielle Beschichtung der Silizium-basierten PV-Module gewährleistet. Dadurch können Farbvariationen mit minimaler Auswirkung auf die Moduleffizienz erzielt werden. Das Gebäude wurde mit zahlreichen Architekturpreisen ausgezeichnet, darunter dem ICONIC Award 2017.

Mehr: [Kopenhagener Internationale Schule | copenhageninternational.school](https://www.copenhageninternational.school)  
[ICONIC Award-Website | en.innovative-architecture.de](https://www.innovative-architecture.de)



©Adam Mørk. Gebäude der Copenhagen International School mit 12.000 quadratischen, farbigen BIPV-Panelen.

## Ästhetisch ansprechende dezentrale Energie

Der Hauptvorteil der BIPV gegenüber der herkömmlichen PV-Technologie liegt in der Möglichkeit, ästhetisch ansprechende Lösungen anzubieten. **Im Wettbewerb mit anderen Baumaterialien für Gebäudehüllen (Fassade, Fenster, Dächer) bietet BIPV eine große Vielfalt an Farben, Designs, Transparenz, Flexibilität, Größen und Formen.** Während die meisten BIPV-Lösungen heute maßgeschneidert sind, verfügt die Branche über das Potenzial, Massenprodukte in Standardgrößen und -konfigurationen anzubieten.

BIPV ist in verschiedenen Konfigurationen erhältlich, wobei durch kontinuierliche Forschung immer mehr Optionen verfügbar werden:

-  **Einfarbig**
-  **PV mit Design**
-  **Transparent**
-  **Flexibel**
-  **Größe und Form**

-  **Einzelfarbe:** Einzelne, kräftige Farben von Weiß über Blau, Grün und Rot bis hin zu Grau und Schwarz.

**Farbiger BIPV-Solarsilo** in Basel: [Gundeldinger Feld | gundeldingerfeld.ch](https://www.gundeldingerfeld.ch)



Rekonstruktion eines historischen Gebäudes mit farbiger BIPV.  
©Argola Solvatec, SolarSilo Basel 2015.



**PV mit Design:** PV-Design passend zu ihrem Gebäude oder ihrer Struktur, mit ihrem Logo oder beliebigen aufgedruckten Designs.

PV mit einem Entwurf von CSEM und Kaleo bei der Banque Cantonale Neuchâteloise (BCN):



©CSEM | [csem.ch](http://csem.ch) und Kaleo



**Transparent:** PV-Module können halbtransparent mit einer Kombination aus undurchsichtigen und transparenten Bereichen oder einheitlich halbtransparent sein. Halbtransparente PV-Module können farbneutral sein oder eine bestimmte Farbe aufweisen.

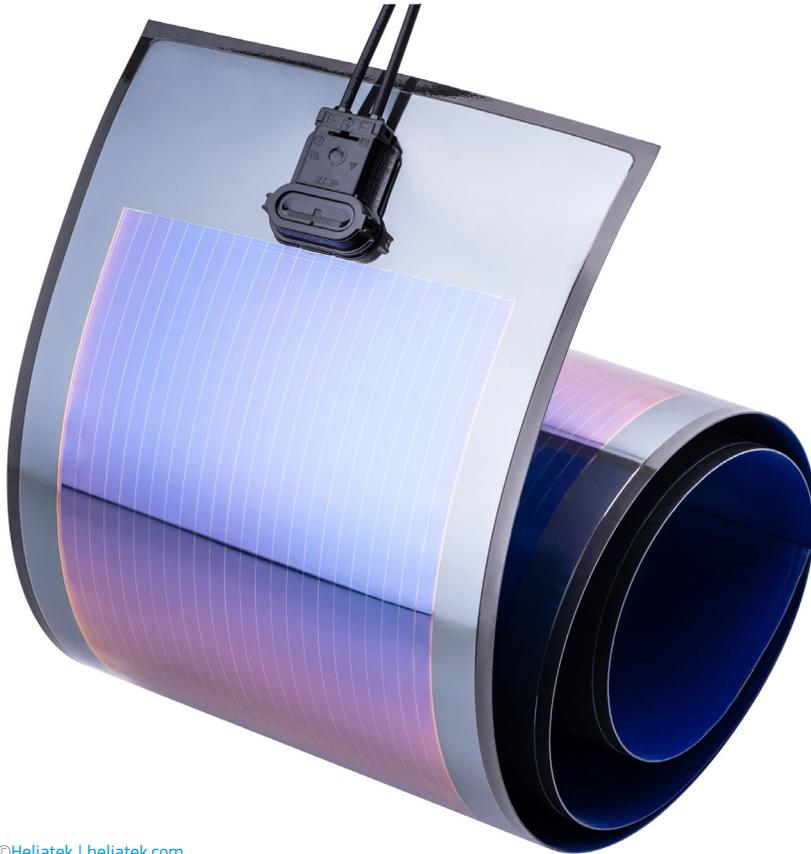
Installation von halbtransparentem und farbneutralem Solarglas im Wohnbereich:



©Onyx | [onyxsolar.com](http://onyxsolar.com)

 **Flexibel:** PV-Technologie besteht aus sehr dünnen Materialschichten, die als flexible, leichte Module hergestellt werden, und die in jede gekrümmte Oberfläche von Gebäuden oder Strukturen integriert werden können.

Flexible PV ([Heliatek](#) flexible thin-film PV):



©Heliatek | [heliatek.com](#)



**Größe und Form:** BIPV kann auf jede für die jeweilige Gebäudestruktur erforderliche Größe oder Form angepasst werden.

PV mit sechseckiger Form und nicht standardmäßiger Größe am [Deutschen Pavillon, Expo Mailand 2015](#):



[Schmidhuber | schmidhuber.de](#) Deutscher Pavillon. ©Alex Breier

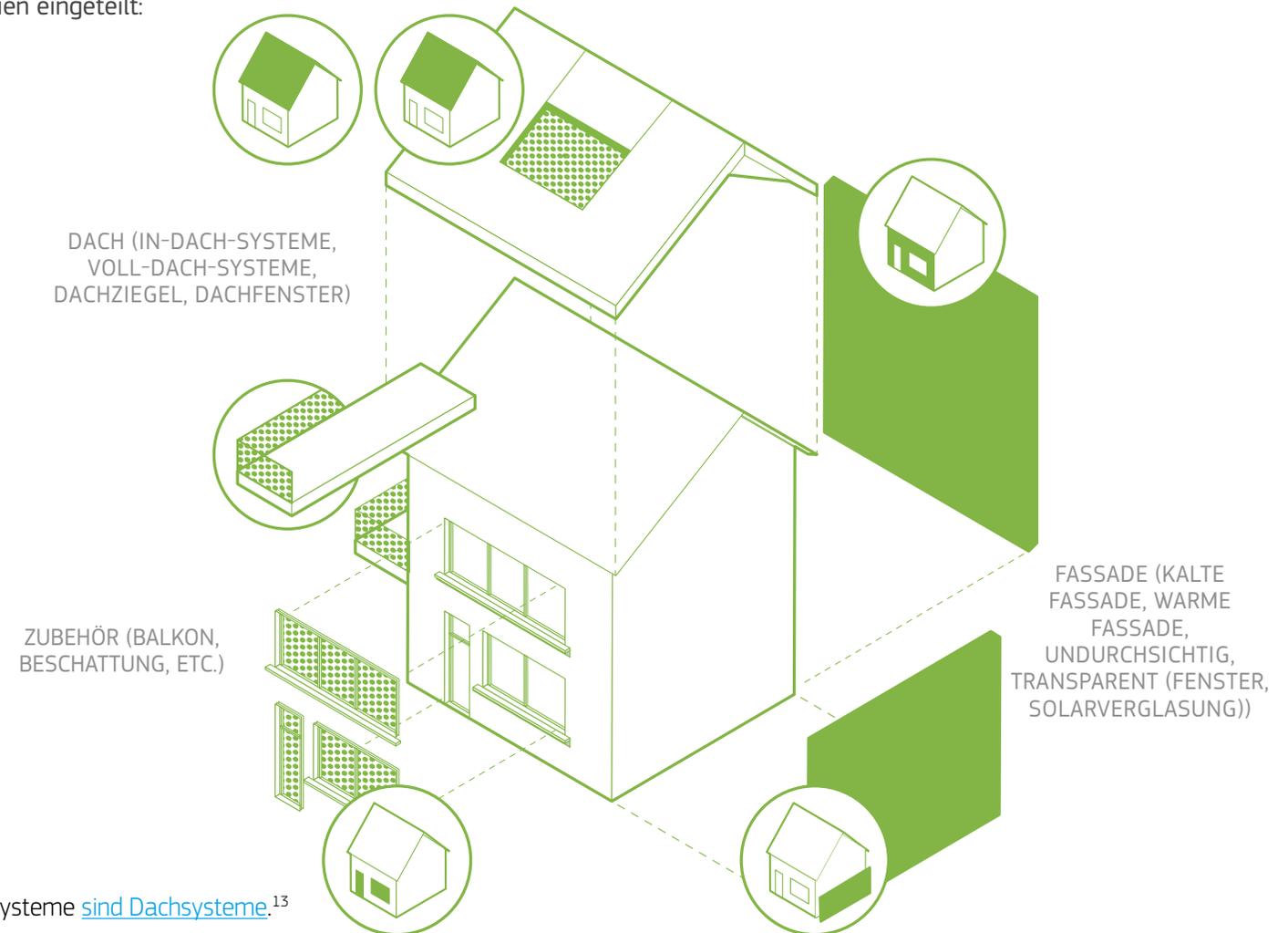


## TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN

# TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN

## Typ des BIPV-Systems

BIPV-Systeme werden in folgende Kategorien eingeteilt:



Derzeit 80 % der weltweit installierten BIPV-Systeme [sind Dachsysteme](#).<sup>13</sup>



<sup>13</sup> sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544220310380?via%3Dihub

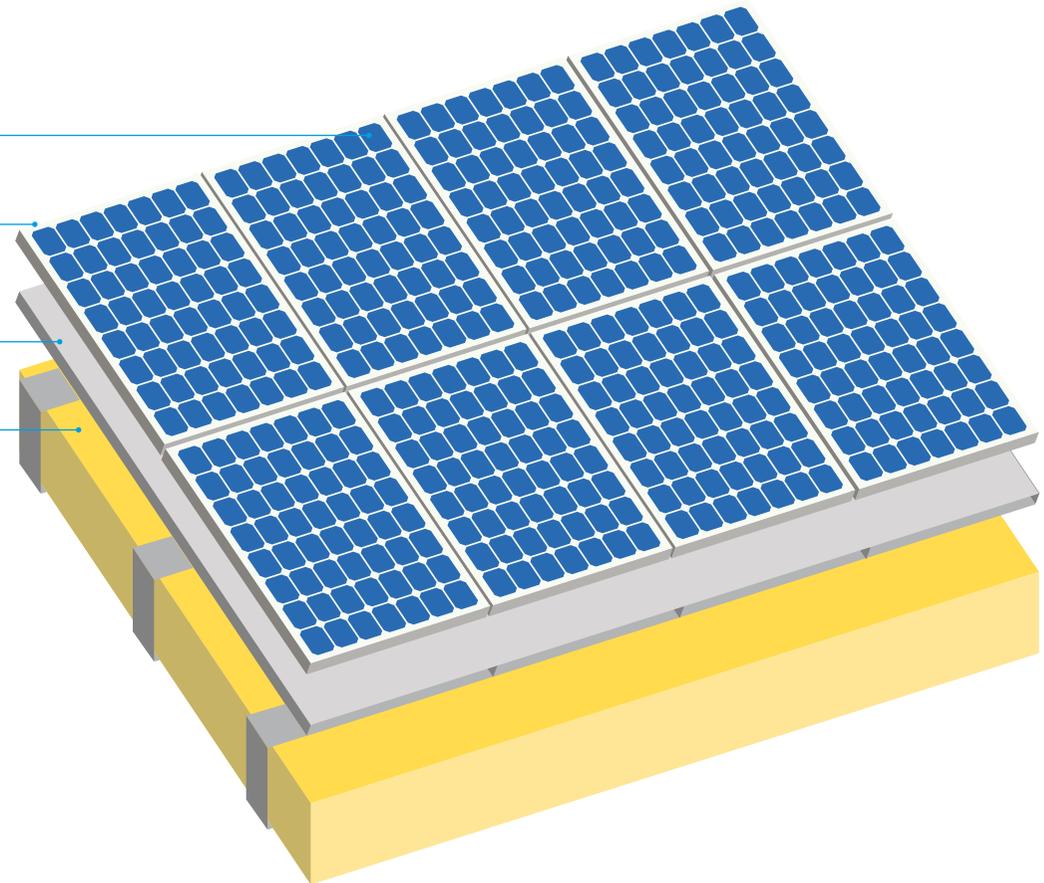
## Komponenten eines BIPV-Systems

Unter BIPV versteht man eine Photovoltaikkomponente, die Strom erzeugt und gleichzeitig ein integraler, wesentlicher und dauerhafter Bestandteil einer Gebäudestruktur ist.

Ein BIPV besteht daher aus den folgenden Elementen:

- PV-Komponente
- Elektrische Komponenten
- Montage- oder Strukturkomponenten
- Optionale Komponenten (Isoliermaterial, Sensoren etc.)

BIPV kann vor Ort integriert oder mit allen oben genannten Komponenten vorgefertigt werden. Vorgefertigte Lösungen sind einfacher zu implementieren, bieten Kostenvorteile und profitieren stärker von der Standardisierung. Letztere dürfte in Kombination mit der Automatisierung der Produktion zu einer deutlichen Kostensenkung führen.



Quelle: Vorgefertigtes [Dach-BIPV-Element](#)<sup>14</sup> Papier.



14 polipapers.upv.es/index.php/vitruvio/article/view/4476

## Komponenten des BIPV-Systems

### PV-Komponente

Die PV-Komponenten unterscheiden sich je nach Material, aus dem sie bestehen. Die PV-Technologie wird unterteilt in:

- Silizium-Wafer-basierte PV (Si-PV) und
- Dünnschicht-PV (TFPV).

Si-PV sind bekannt. Sie weisen einen relativ hohen Wirkungsgrad auf ([22% ist ein Standard](#))<sup>15</sup> im Vergleich zu kommerziell erhältlichen Dünnschichtalternativen, aber erfordern mehr Energie im Voraus.



Monokristalline Zellen haben im Vergleich zu polykristallinen Modulen einen etwas höheren Wirkungsgrad und werden daher oft als Premiumprodukt verkauft. Der Unterschied liegt darin, dass monokristalline Zellen aus einem einzigen Kristall bestehen. Dadurch entsteht eine Mikrostruktur, in der die Elektronen mehr Bewegungsfreiheit haben. Dies führt zu einem besseren Stromfluss und einer geringeren Temperaturabhängigkeit. Der optische Unterschied liegt in der Farbe.

Monokristalline Zellen sind schwarz; multikristalline Zellen haben eine blaue oder bläuliche Farbe. Schäden durch Temperaturasymmetrie (z. B. durch Halbschatten oder Schnee) treten bei monokristallinen Modulen häufiger auf als bei multikristallinen Modulen. Allerdings haben monokristalline Module in der Regel längere Garantien. Dünnschicht-PV hingegen ist weniger temperaturabhängig.

Es gibt viele Arten von TFPV, die in folgende Gruppen eingeteilt werden können:

- Kommerziell erhältlich (amorphes Silizium (a-Si), Cadmiumtellurid (CdTe) und Kupferindium (Gallium)-Diselenid (CI(G)S)) und
- Erforschte Technologien (organische PV (OPV), Perowskit Solarzellen, Farbstoffsensibilisierte Solarzellen usw.).

Aufbau und Funktionsweise von Dünnschicht-Solarzellen ähneln denen von Silizium-Waferzellen. Die Hauptunterschiede liegen in der dünnen, flexiblen Anordnung der verschiedenen Schichten und den verwendeten Materialien. Studien zeigen, dass kleine TFPV-Geräte hinsichtlich ihres Wirkungsgrades mit Si-basierten Geräten vergleichbar sind. Die Skalierung auf Panelgröße führt jedoch immer noch zu niedrigeren Wirkungsgraden (hochwertige Dünnschichtzellen liegen heute bei etwa 18 %) im Vergleich zur konventionellen Si-basierten Technologie. Die niedrigen Kosten von Dünnschicht-PV und weitere technologische Fortschritte, die den Wirkungsgrad und die Designoptionen verbessern, sind die Haupttreiber für das erwartete Marktwachstum.

Im Gegensatz zu herkömmlichen PV-Modulen sind BIPV-Module in der Regel rahmenlos und optisch ansprechend und leicht verpackt. BIPV-Elemente mit unterschiedlichen Farben oder Halbtransparenz beeinträchtigen allerdings die Energieeffizienz. Durch Verbesserungen bei der Verarbeitung und Verpackung der Module kann der Leistungsverlust, der durch Eigenschaften wie Farben oder Halbtransparenz entsteht, reduziert werden. Der Energieverlust kann sogar auf bis zu [10% begrenzt werden](#)<sup>16</sup>, was etwa 2,2% absoluter Energieverlust entspricht.



<sup>15</sup> [ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/photovoltaics-report.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/photovoltaics-report.pdf)



<sup>16</sup> [iea-pvps.org/key-topics/iea-pvps-15-r07-coloured-bipv-report](https://www.iea-pvps.org/key-topics/iea-pvps-15-r07-coloured-bipv-report)

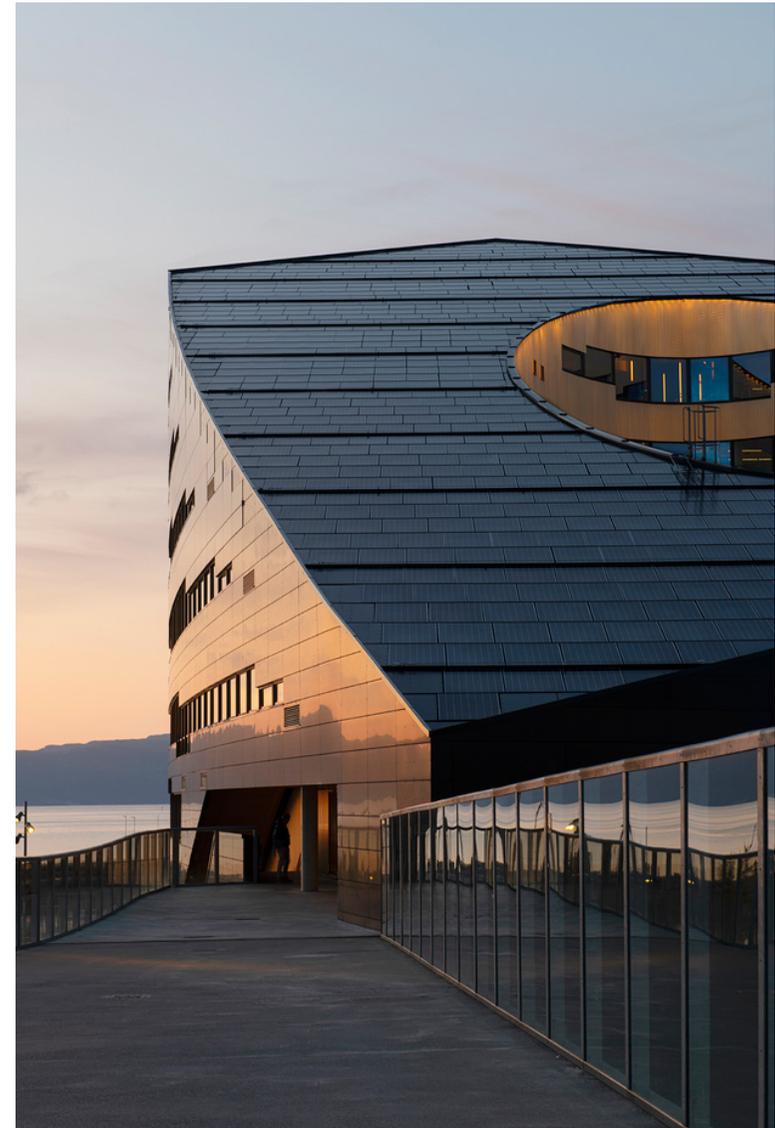
## Elektrische Komponenten

**Zu den elektrischen Komponenten gehören Verkabelung, DC/AC-Wechselrichter oder DC/DC-Wandler sowie Zusatzkomponenten wie Sicherungen und Schalter, die von der Ausführung der elektrischen Anlage im Gebäude abhängen. Die Wahl der elektrischen Komponenten bestimmt die Komplexität und damit die Kosten des Systems sowie dessen Zuverlässigkeit und Betrieb.**

Heutzutage verfügen die meisten Wohn- und Geschäftsgebäude über Wechselstromnetze, während (BI)PV-Anlagen Strom in Gleichstrom erzeugen. Auch andere Elemente wie Batterien und bestimmte Verbraucher nutzen Gleichstrom. Jeder Umwandlungsschritt verursacht Verluste, egal ob Gleichstrom zu Wechselstrom, Wechselstrom zu Gleichstrom oder Gleichstrom zu Gleichstrom.

Die Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom kann am einzelnen PV-Element mithilfe von Mikrowechselrichtern erfolgen oder an Stringwechselrichtern, die auch eine Gleichstromverbindung zu Batterien herstellen können. Auch ein Hybridsystem mit verteilten Gleichstromwandlern und Stringwechselrichtern ist möglich.

Wenn BIPV-Module an einen String-Wechselrichter angeschlossen sind, sind sie stärker von Leistungseinbußen durch ungleichmäßige Beschattung (z. B. Wolken) betroffen und bieten weniger Flexibilität bei der Positionierung der Module. Mikro-Wechselrichter oder DC/DC-Leistungsoptimierer bieten mehr Flexibilität und können an **Plug-and-Play-Fertigbauteile von BIPV-Elementen** angepasst werden. Die Integration wirkt sich auch auf die Lebensdauer der Komponenten und deren Austauschbarkeit aus. Die genaue Auswahl ist Ingenieursarbeit und hängt von [ästhetischen Ansprüchen, Abständen zwischen Panels und Wechselrichter sowie Wartungsbedarf](#) ab<sup>17</sup>.



Kraftwerk Brattørkaia-Projekt | [powerhouse.no](http://powerhouse.no). Copyright: Ivar Kvaal



<sup>17</sup> [lirias.kuleuven.be/retrieve/537735](http://lirias.kuleuven.be/retrieve/537735)

## Montagekomponenten

Die Montagekomponenten sind abhängig von der BIPV-Anwendung. Sie gewährleisten die sichere Positionierung von BIPV-Elementen, einfache Installation, Systemmodularität und optimale Systemleistung. Die für eine BIPV-Installation erforderlichen Montagesysteme/-komponenten (z. B. hinterlüftete Fassade, Oberlicht, Vorhangsfassade usw.) unterscheiden sich von denen, die für eine typische Glas/Glas-Installation erforderlich sind.



Kaleo | Technologie, die vom CSEM dank der Unterstützung des BCN entwickelt wurde | ©CSEM | csem.ch

## Optionale Komponenten

**Optionale Komponenten können vor oder nach der Installation des BIPV-Systems installiert oder in das vorgefertigte BIPV-Element integriert werden. Optionale Komponenten hängen von der Anwendung des BIPV-Systems ab und können Dämmmaterial, starre Konstruktionselemente, Sensoren für Temperatur oder Luftqualität usw. umfassen.**

Vorgefertigte BIPV-Lösungen ermöglichen eine einfache und unkomplizierte Installation und können damit kostengünstiger sein, insbesondere wenn große Mengen derselben Elemente produziert und installiert werden können. Der BIPV-Markt muss von maßgeschneiderten BIPV-Lösungen zu einem kosteneffizienten Massenmarktansatz übergehen, mit einem klaren Fokus auf gewöhnliche Gebäude und Anwendungen. Dies beinhaltet [Innovation auf verschiedenen Ebenen](#)<sup>18</sup>, und zwar hinsichtlich Flexibilität und Automatisierung in der Fertigung, Schaffung multifunktionaler Produkte für die Gebäudehülle, Prozessmanagement auf Basis der Digitalisierung, fortschrittlicher Leistungsbewertungen und Verfahren, die den Markt bei der Gewährleistung von Qualität, Sicherheit und Zuverlässigkeit unterstützen.

Städte und Gemeinden spielen beim Übergang zu einem solchen Massenmarkt eine wichtige Rolle, nämlich die Ermöglichung und Vorbildfunktion. Große Sozialwohnungsunternehmen, die viele ähnliche Gebäude verwalten, könnten BIPV in vorgefertigte Sanierungselemente integrieren. Dies könnte den Übergang zu einem Massenmarkt und eine breitere Nutzung von BIPV beschleunigen.

<sup>18</sup> [pv-magazine.com/2019/09/28/the-weekend-read-establishing-a-cost-effective-bipv-sector-in-europe](https://www.pv-magazine.com/2019/09/28/the-weekend-read-establishing-a-cost-effective-bipv-sector-in-europe)



## Erkenntnisse

- ✓ Die BIPV-Technologie umfasst verschiedene Elemente und Optionen. Um die optimale Wahl zu treffen, sind ein Architektur- und ein Ingenieurbüro erforderlich.
- ✓ Öffentliche Stellen können hier eine Vorbildfunktion übernehmen und schon bald einem breiten Verbraucherkreis den Zugang zu BIPV-Produkten ermöglichen.
- ✓ Laufende Forschungen im Bereich der TFPV-Technologien können dazu beitragen, BIPV-Optionen zu entwickeln, die kostengünstiger sind und mehr Gestaltungsflexibilität bieten.

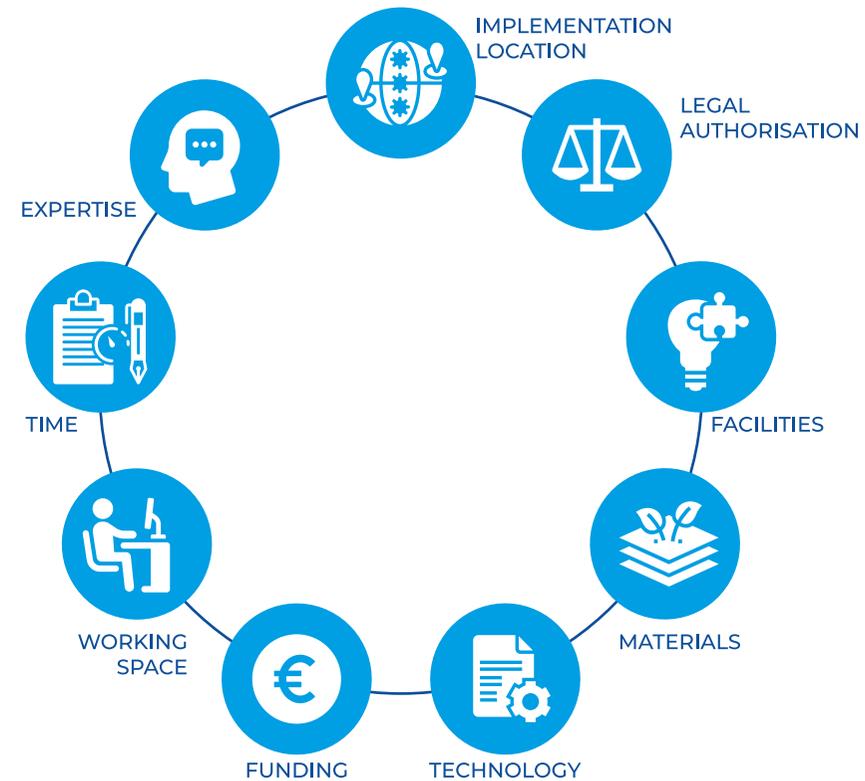


Abbildung: Karte wiederkehrender Bedingungen für die Entwicklung, Implementierung und Replikation von Innovationen, die durch urbane Living Labs unterstützt werden sollen. Adaptiert vom Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions.



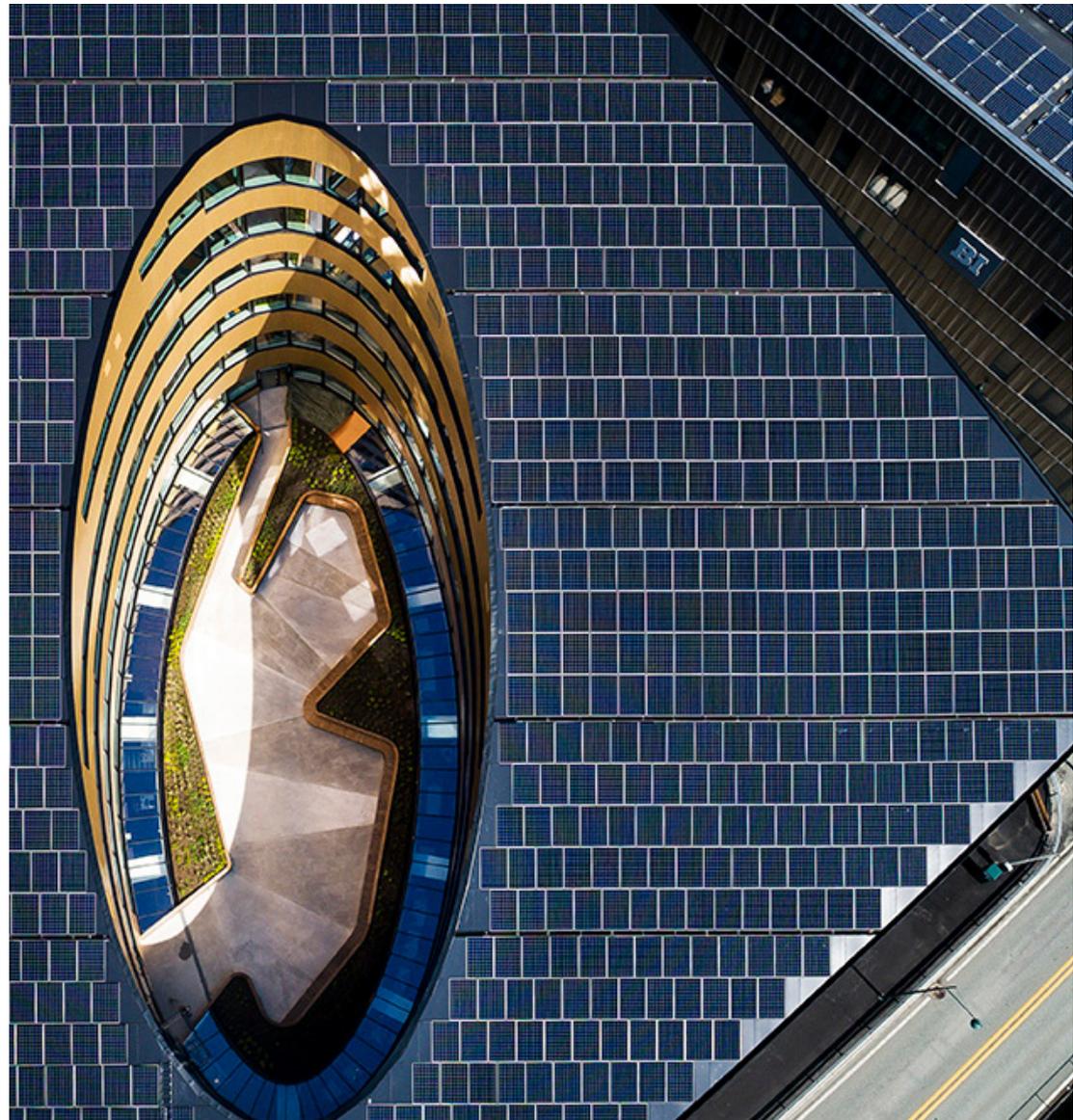
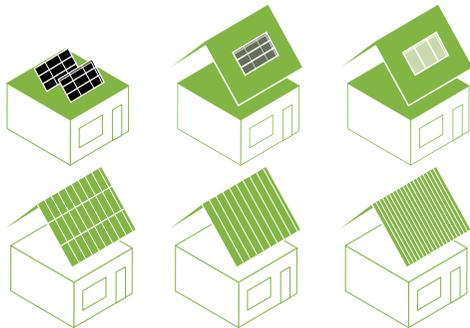


**GESCHÄFTSMODELLE  
& FINANZEN**

## GESCHÄFTSMODELLE & FINANZEN

**BIPV ist immer noch ein kleiner Markt. In den letzten zwei Jahrzehnten waren die Gründe für die Installation von BIPV nicht finanzieller Natur, sondern vor allem ökologischer, ästhetischer oder forschungsorientierter Natur.**

Allerdings müssen Neubauten bis 2030 Nullenergiegebäude sein, so die [Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden](#)<sup>19</sup>. Mit Verbesserungen in der BIPV-Technologie haben BIPV-Systeme jetzt Preise, die mit anderen vergleichbar sind, zum Beispiel [nZEB-Fassade-Materialien](#)<sup>20</sup>. Die Sanierung von Gebäuden gemäß den NZEB-Standards der EPBD kann nicht immer auf konventionelle Photovoltaik-Module auf dem Dach zurückgreifen. Daher kann die Sanierung von Gebäuden mit BIPV eine attraktive Lösung darstellen. Verschiedene Finanzierungsmodelle, wie bei anderen erneuerbaren oder biobasierten Energiesystemen, könnten die anfänglichen Investitionskosten senken.



<sup>19</sup> eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?toc=OJ%3AL%3A2018%3A156%3ATOC&uri=uriserv%3A0J.L\_2018.156.01.0075.01.ENG  
<sup>20</sup> pdfs.semanticscholar.org/e7be/2b17275e83d1b901a96d419cec3f0300539c.pdf

## Mögliche Geschäftsmodelle

Die Installation von BIPV kann von den Gebäudeeigentümern oder in Zusammenarbeit mit Dritten finanziert werden. Die meisten dieser [Geschäftsmodelle](#)<sup>21</sup> wurden für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen und erneuerbaren Energie angewendet. Sie sind bereits im Einsatz und umfassen<sup>22</sup>:

### 1. Energiespar-Contracting (EPC)

Ein Drittanbieter (Energy-as-a-Service-Unternehmen, ESCO) implementiert das BIPV-Projekt als Dienstleistung. In diesem Fall kann BIPV zusammen mit anderen Energiemanagement- oder Energieeffizienzdienstleistungen angeboten werden. Der ESCO wird hauptsächlich auf Basis der durch das Projekt erzielten Energieerzeugung oder -einsparungen vergütet. Der Gebäudeeigentümer trägt nicht die vollen Investitionskosten des Projekts, und die Instandhaltung wird vom Drittanbieter für die durch das Projekt erzielten Vorteile garantiert. Je nach Projektpotenzial kann die Finanzierung vollständig durch Einsparungen durch die Erzeugung erneuerbarer Energien gedeckt werden.

### 2. Stromabnahmevertrag (PPA)

Hierbei handelt es sich um einen langfristigen Stromliefervertrag, bei dem ein Dritter das BIPV-Projekt plant und umsetzt. Dadurch nutzen die Mieter des Gebäudes den Strom aus der BIPV-Anlage für eine bestimmte Anzahl von Jahren zu einem vereinbarten Festpreis.

### 3. Mietvertrag

Der Drittanbieter führt das BIPV-Projekt durch und übernimmt das Risiko und die Kosten des Projekts. Im Gegenzug mietet der Gebäudeeigentümer (privat oder öffentlich) die BIPV-Anlage vom Drittanbieter für eine bestimmte Anzahl von Jahren für einen Eigenverbrauch zu vereinbarten Wartungs- und Leasingbedingungen.



Die Kaleo-Technologie bietet eine neue Sicht auf Solarenergie und könnte langfristig zu einer Zunahme architektonischer Lösungen mit integrierten Photovoltaikanlagen beitragen.

©COMPÁZ | [compaz.art](http://compaz.art)

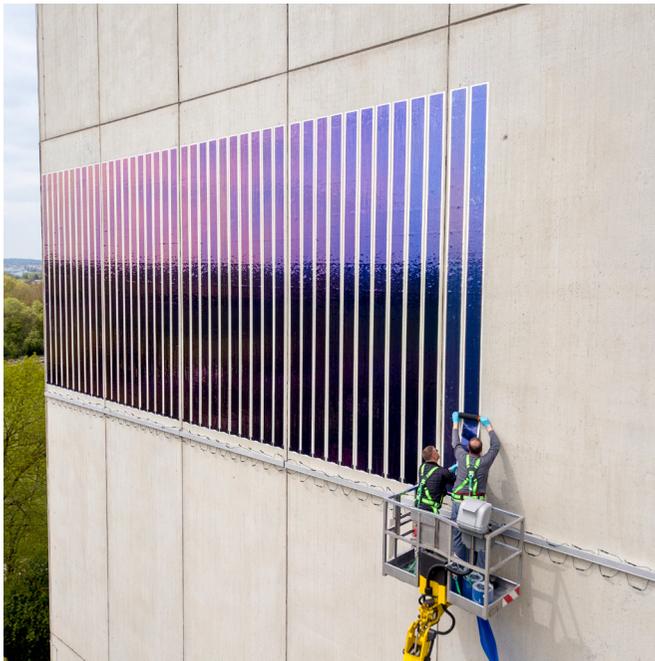
<sup>21</sup> [iea-pvps.org/key-topics/inventory-on-existing-business-models-opportunities-and-issues-for-bipv](http://iea-pvps.org/key-topics/inventory-on-existing-business-models-opportunities-and-issues-for-bipv)

<sup>22</sup> Solar Skins: An Opportunity For Greener Cities | [etip-pv.eu/publications/etip-pv-publications/download/solar-skins-an-opportunity-for-greener-cities](http://etip-pv.eu/publications/etip-pv-publications/download/solar-skins-an-opportunity-for-greener-cities)



#### 4. Auf-Rechnung-Finanzierung (On-Bill-Finanzierung)

Die On-Bill-Finanzierung ist dasselbe wie ein Leasingvertrag, nur dass der Drittanbieter ein Versorgungsunternehmen ist. So erhalten Gebäudeeigentümer nur eine Rechnung. Das Versorgungsunternehmen übernimmt das Risiko und die Kosten des BIPV-Projekts sowie die Wartung für eine festgelegte Anzahl von Jahren. Dank der Energieeinsparungen oder der durch das BIPV-System erzeugten Energie zahlen Gebäudeeigentümer im Vergleich zu früheren Rechnungen weniger für Strom.



Gebäude mit angewandter Photovoltaik-Anlage. © [heliatek | heliatek.com](http://heliatek.com) / [Innogy | innogy.com](http://innogy.com)



Gebäudeintegrierte Photovoltaik. © [Argola Solvatec](http://argola-solvatec.com)

#### 5. Umweltfreundliche öffentliche Beschaffung

Dieses Modell ist für öffentliche Gebäude und Bauwerke bestimmt und wird für Güter, Dienstleistungen oder Arbeiten mit geringer Umweltbelastung verwendet. Daher könnten Behörden die Sanierung eines Gebäudes nach nZEB-Standards und die Einbeziehung von BIPV zur Gewährleistung der lokalen Energieerzeugung verlangen.

## Finanzielle Leistung

Unter Berücksichtigung der Lebenszykluskostenanalyse für jedes EU-Land ergab die Implementierung von BIPV in die Gebäudehülle durchschnittliche Amortisationszeiten in der EU von 6 bis fast 30 Jahren. Diese Spanne ist auf die Unterschiede zwischen dem Dach-BIPV-System und dem Fassaden-BIPV-System zurückzuführen, das an der Süd-, Ost-, West- oder Nordseite eines Gebäudes installiert wird. Die Südfassade ist am günstigsten.

Forscher an der [Universität Stavanger](#)<sup>23</sup> haben kürzlich den wirtschaftlichen Wert von BIPV im Vergleich zu anderen Niedrigstenergiegebäuden (NZB) bewertet. Sie kamen zu dem Schluss, dass sich BIPV durch Energieeinsparungen gleichwertig oder sogar besser amortisiert – und zwar sogar noch besser, wenn alle gesellschaftlichen und ökologischen Vorteile (einschließlich Emissionseinsparungen) berücksichtigt werden. Somit kann BIPV während der gesamten Lebensdauer den Zweck der Niedrigstenergiegebäude-Hüllkurve erfüllen und zusätzliche Vorteile durch die Energieerzeugung generieren.

[Forscher der Universität Stavanger zeigten](#)<sup>24</sup>, dass sich die Investitionskosten durch die Anwendung von BIPV an der Nordfassade über die gesamte Lebensdauer in fast allen europäischen Ländern wahrscheinlich amortisieren würden.

## Ausrichtung und Energieertrag

Laufende Forschung an [EnergyVille](#)<sup>25</sup> konzentriert sich auf die Leistung von BIPV in Fassaden in verschiedenen Klimazonen und bei unterschiedlicher Ausrichtung. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Ausrichtung vom Breitengrad abhängt, da die Höhe der Sonne und damit der Einstrahlungswinkel zur vertikalen Fassade vom Breitengrad abhängt. Daher, so die Forscher, könnten Standorte in niedrigen Breitengraden zusätzlich zur Südfassade auch West- und Ostfassaden nutzen. Dies gilt insbesondere für Standorte in niedrigen Breitengraden, weil in diesen Regionen die Sonne im Sommer sehr hoch steht und dadurch weniger direkt auf die Südfassade trifft.

Um das Design weiter zu verbessern und suboptimale Ergebnisse zu vermeiden, arbeitet EnergyVille an besseren Design- und Simulationstools für BIPV. Diese Tools werden der Gebäudesimulations-Community und damit auch Ingenieurbüros in naher Zukunft zur Verfügung stehen.



Sozial



Wirtschaftlich



Umwelt



<sup>23</sup> uis.no

<sup>24</sup> sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544220310380

<sup>25</sup> energyville.be



## Erkenntnisse



- ✓ Bestehende Geschäftsmodelle für Energieeffizienz und erneuerbare Energien können mit geringfügigen, systembedingten Änderungen der Bedingungen für BIPV verwendet werden.
- ✓ Die komplexe und zeitaufwändige BIPV-Installation vor Ort kann durch die Verwendung vorgefertigter und einfach zu installierender BIPV-Elemente vermieden werden.
- ✓ BIPV-Systeme bieten Energieeffizienz sowie ökologischen und sozialen Wert, der in einer Lebenszyklusanalyse monetarisiert und mit anderen Bautechnologien oder Baumaterialien verglichen werden sollte.



Solarsiedlung in Freiburg, Deutschland. ©Rolf Disch Solararchitektur | [rolfdisch.de](http://rolfdisch.de)



**VERWALTUNG &  
REGULIERUNG**

## VERWALTUNG & REGULIERUNG

Um den Übergang zu einer nachhaltigen Entwicklung zu fördern und zu unterstützen, hat die EU das [Saubere-Energie-Paket](#)<sup>26</sup> beschlossen. Innerhalb dieses Pakets unterstützen die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, die Energieeffizienzrichtlinie, die Neufassung der Richtlinie über erneuerbare Energien und die Strommarktlinie das Konzept der lokalen Energieerzeugung. BIPV-Systeme spielen dabei eine wichtige Rolle, insbesondere in Städten. Allerdings hat sich BIPV bisher nicht flächendeckend durchgesetzt; es bleibt ein Nischenmarkt für kundenspezifische Anwendungen, und die Implementierung gilt als komplexe, sektorübergreifende Technologie. Lokale, regionale und nationale Regierungen könnten eine entscheidende Rolle beim Durchbruch von BIPV und damit bei der Zugänglichkeit für ein breites Kundenspektrum spielen.



### Weiterführende Literatur zum Thema Governance

SCIS Von der Idee zur Umsetzung – Lösungsbroschüre  
[smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/solutions/solution-booklet-idea-implementation](https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/solutions/solution-booklet-idea-implementation)

Rahmen der Bold City Vision  
[cityxchange.eu/knowledge-base/framework-for-bold-city-vision-guidelines-and-incentive-schemes](https://cityxchange.eu/knowledge-base/framework-for-bold-city-vision-guidelines-and-incentive-schemes)

Das Smart City-Leitfadenpaket  
[smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/news-and-events/news/2019/smart-city-guidance-package](https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/news-and-events/news/2019/smart-city-guidance-package)



**Neben den städtebaulichen Bemühungen und der damit verbundenen Vorbildfunktion könnten Regierungen und Regulierungsbehörden an politischen Maßnahmen arbeiten und diese umsetzen, um die Integration von BIPV zu unterstützen:**

- BIPV vereint die Eigenschaften eines elektrischen Geräts und eines Bauteils. Daher muss es den Elektro- und Baunormen entsprechen. BIPV muss daher die Normen IEC 61215, 61646 oder 61730 – Normen für PV-Module – sowie EN 50583 Teil 1 und 2 – erfüllen, die die grundlegenden Anforderungen an Bauteile bewerten und Brandschutz, Nutzungssicherheit, Wärmedämmung, Akustik usw. umfassen.
- Die Vorschriften vieler Länder (auch innerhalb der EU) enthalten unterschiedliche Definitionen von BIPV30. Solche Unterschiede schaffen komplexe und kostspielige Marktbedingungen für die Branchenentwicklung. Um die Umsetzung der BIPV voranzutreiben, sind harmonisierte Normen und ein klarer Regulierungsrahmen erforderlich.
- Um die Implementierung von BIPV zu vereinfachen, sollten die Vorschriften und Verfahren für BIPV länderübergreifend möglichst einheitlich sein. Jede unnötige Spezialisierung der Verfahren kann die Komplexität und die Kosten erhöhen und Barrieren schaffen.
- Da der Wert der BIPV von der Erzeugung erneuerbarer Energien abhängt, stellt das Fehlen einer klaren Politik zur Förderung des kollektiven Eigenverbrauchs in Gebäuden ein Hindernis für die Gewährleistung der grundlegenden Vorteile des BIPV-Systems dar. Dieses Problem wird durch das Konzept des kollektiven Eigenverbrauchs auf Gebäudeebene gemäß der Neufassung der Energierichtlinie bald gelöst.
- Versicherungsunternehmen zögern oft, BIPV-Produkte zu integrieren, insbesondere im Hinblick auf Brandschutz oder Alterungsverhalten. Forschung und Tests sind daher notwendig, um Vertrauen aufzubauen. Zudem sollten geeignete Versicherungsrichtlinien entwickelt werden, um die Sicherheit bei Betrieb und Wartung von BIPV-Systemen zu gewährleisten und das Risiko für Gebäudeeigentümer oder Drittinvestoren zu verringern.
- Besonderes Augenmerk sollte auf die Integration von BIPV-Modulen bei Sanierungsprojekten gelegt werden, da sich die bestehenden Bedingungen erheblich ändern und vor Ort neue Brandschutzrisiken entstehen können.
- Initiativen, die vorgefertigte und einfach zu installierende (Plug-and-Play) Lösungen über kommunale oder soziale Wohnungsbaugesellschaften anbieten, bieten der Industrie Skaleneffekte und mehr Sicherheit für Bürger und Investoren.



**ALLGEMEINE  
ERFAHRUNGEN**

## ALLGEMEINE ERFAHRUNGEN

- ✓ Städte und Gemeinden haben das Potenzial, durch Vorzeigeprojekte und eine breite Medienpräsenz zu einer breiteren Verbreitung der BIPV beizutragen.
- ✓ Die Verbreitung von Informationen zu bewährten Verfahren und gewonnenen Erkenntnissen sollte über Initiativen wie den Covenant of Mayors und Smart Cities erfolgen.
- ✓ Städte und Gemeinden sollten die optimalen Standorte für die Erzeugung erneuerbarer Energien in ihren Stadtteilen und Bezirken prüfen und dabei BIPV als potenzielle Technologie einbeziehen.
- ✓ Eine verbesserte Schulung und Sensibilisierung von Architekten, der Baubranche, Installateuren, Investoren, lokalen Behörden, Endnutzern und Gemeinden kann die Einführung von BIPV deutlich vorantreiben.

- ✓ Kommunikation: Für eine wirksamere Umsetzung von BIPV-Systemen sollte der Austausch zwischen den verschiedenen Interessengruppen erleichtert werden.
- ✓ Vorgefertigte BIPV-Elemente können die Komplexität und die Kosten der Installation und Implementierung erheblich reduzieren.
- ✓ Die Konstruktion und Auswahl der elektrischen Komponenten und Montageteile sind entscheidend für ein zuverlässiges und leistungsstarkes BIPV-System. Modelle werden entwickelt, und Ingenieurbüros stehen bereit, um zu unterstützen.

- ✓ Si-basierte Technologie: Das Design wurde im Laufe des Jahres verbessert und ist in verschiedenen Farben und Größen erhältlich, während Dünnschicht-PV mit leichten, flexiblen und halbtransparenten Lösungen eine größere Designflexibilität und mehr Integrationsmöglichkeiten bietet.
- ✓ Es können verschiedene Finanzierungsmodelle genutzt werden, ähnlich wie bei anderen erneuerbaren Energien und Investitionsprojekten zur Stromerzeugung und Energieeffizienz.
- ✓ BIPV bietet neben Energieerzeugung und -effizienz auch ökologische und gesellschaftliche Vorteile, die bei Lebenszyklusvergleichen von Gebäudelösungen berücksichtigt werden sollten.





**NÜTZLICHE  
UNTERLAGEN**

## NÜTZLICHE UNTERLAGEN

BIPV-Datenbank<sup>27</sup>

Historische BIPV-Plattform mit einer Datenbank von über 250 Beispielen und Produkten<sup>28</sup>

Eine der meistbesuchten und referenzreichsten Plattformen der Branche<sup>29</sup>

IEA PVPS Task 15 zu BIPV<sup>30</sup>

- Entwicklung von [BIPV-Business Cases](#)<sup>31</sup>, 2020;
- Analyse der Anforderungen, Spezifikationen und Vorschriften von [BIPV](#)<sup>32</sup>, 2019;
- [Farbige BIPV: Markt, Forschung und Entwicklung](#)<sup>33</sup>, 2019;
- Internationale Definition von [BIPV](#)<sup>34</sup>, 2018.

Solar Power Europe-Veröffentlichung “Solar Skins: Eine Chance für grünere Städte – [Solar Power Europe](#)”<sup>35</sup> 2019;

Solararchitektur: [Bewährte Methoden und Beispiele](#)<sup>36</sup>;

IRENA-Veröffentlichung “[Zukunft der Solarphotovoltaik](#)<sup>37</sup>” 2019;

[Build Up](#)<sup>38</sup> – Europäisches Portal für Energieeffizienz in Gebäuden;

[Energiesprong](#)<sup>39</sup> – EU – Renovierung von Gemeinschaftsgebäuden zu Niedrigstenergiegebäuden;

[Hiber-Atlas](#)<sup>40</sup> – Sanierung historischer Gebäude;

IEA Photovoltaik (PVPS) Task 15: [Bauwerkintegrierte Photovoltaik](#)<sup>41</sup>

27 bipv.eurac.edu

28 bipv.ch

29 solarchitecture.ch

30 iea-pvps.org/publications

31 iea-pvps.org/key-topics/development-of-bipv-business-cases-guide-for-stakeholders

32 iea-pvps.org/key-topics/analysis-of-requirements-specifications-regulation-of-bipv

33 iea-pvps.org/key-topics/iea-pvps-15-r07-coloured-bipv-report

34 iea-pvps.org/key-topics/international-definitions-of-bipv

35 energetica21.com/images/ckfinder/files/Solar\_Skins\_An\_opportunity\_for\_greener\_cities\_report.pdf

36 solarchitecture.ch

37 irena.org/publications/2019/Nov/Future-of-Solar-Photovoltaic

38 buildup.eu

39 energiesprong.org

40 hiberatlas.com

41 nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea\_pdf/schriftenreihe-2019-60-iea-pvps-task-15.pdf



**Projekte:**

Increase

» [www.increaseipv.eu](http://www.increaseipv.eu)

SPHINX

» [sphinxproject.eu](http://sphinxproject.eu)

MASS-IPV

» [massipv.eu](http://massipv.eu)

BeSmart

» [www.besmartproject.eu](http://www.besmartproject.eu)

PVsites

» [www.pvsites.eu](http://www.pvsites.eu)

BIPV Boost

» [www.bipvboost.eu](http://www.bipvboost.eu)

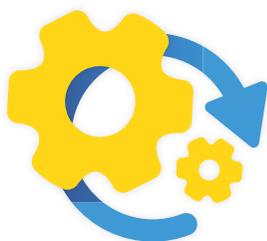
Dem4BIPV – Entwicklung innovativer Lehrmaterialien für BIPV

» [www.dem4bipv.eu](http://www.dem4bipv.eu)

## Smart Cities Marketplace

Der Smart Cities Marketplace ist eine wichtige, marktverändernde Initiative, die von der Europäischen Kommission unterstützt wird und Städte, Industrien, KMU, Investoren, Forscher und andere Smart-City-Akteure zusammenbringt.

Der Marketplace bietet Einblicke in bewährte Verfahren im Bereich Smart Cities in Europa und ermöglicht Ihnen, herauszufinden, welcher Ansatz zu Ihrem Smart-City-Projekt passen könnte.



### Actor Search

Der Smart Cities Marketplace bietet sowohl Städten als auch Investoren Dienste und Veranstaltungen zur Erstellung und Suche nach finanzierbaren Smart-City-Vorschlägen durch die Nutzung unseres Investorennetzwerks und die Veröffentlichung von Projektaufufen.

[Investorennetzwerk](#)

[Ausschreibung – Matchmaking-Dienste](#)

[Master Class zur Projektfinanzierung](#)



### Fokus- und Diskussionsgruppen

Fokusgruppen sind Kooperationen, die aktiv an einer gemeinsam identifizierten Herausforderung im Zusammenhang mit dem Übergang zu Smart Cities arbeiten. Diskussionsgruppen sind Foren, in denen die Teilnehmer Erfahrungen austauschen, zusammenarbeiten, sich unterstützen und ein bestimmtes Thema diskutieren können.

[Fokus- und Diskussionsgruppen](#)

[Gemeinschaft](#)



### Skalierbare Städte

Eine Initiative, die groß angelegte, langfristige Unterstützung für die am Horizont 2020-Projekt „Smart Cities and Communities“ beteiligten Städte und Projekte bietet.

[Scalable Cities](#)

# **GEBÄUDEINTEGRIERTE PHOTOVOLTAIK (PV) LÖSUNGSBROSCHÜRE**

Smart Cities Marketplace 2025

Der Smart Cities Marketplace wird von der Generaldirektion Energie der Europäischen Kommission verwaltet

