

# UrbanPV und Klimawandel: PV-Integration in die Stadt- und Landschaftsarchitektur

Denkanstöße von Dr. E. Merkle, Vorstand der GridParity AG, 17.01.2023

## Teil 1: UrbanV – das Konzept

UrbanPV ist ein Konzept, das zunächst aus dem Bedürfnis entstanden ist, regenerativen Strom in Siedlungsgebieten zu erzeugen, überwiegend auf versiegelten Flächen. In Gebieten also, in denen über 77 % der deutschen Bevölkerung leben und arbeiten und in denen der Bedarf nach Elektrizität durch den zwingend notwendigen Ersatz fossiler Brennstoffe (für Verkehr und die Klimatisierung) stetig wächst.

Die Vorteile von solchen dezentralen PV Kraftwerken liegt in der meist direkten Nutzung der erzeugten Elektrizität die im Regelfall ohne lange Leitungen direkt in die Netze eingespeist werden kann.

Selbst konservative Berechnungen gehen davon aus, dass das mögliche Potential mit ca. 60 GW immens ist. Bezieht man innovative Konzepte wie die in dem Beitrag dargestellten Beispiele mit ein, ergeben sich Potentiale von weit über 100 GW, genug also um den gesamten Strombedarf aller deutschen Haushalte zu decken bzw. um bis zu 10 Atomkraftwerke zu ersetzen. Der unmittelbare Nutzen ist aber nur ein Teilaspekt. Alle vorgestellten Beispiele haben einen doppelten Nutzen indem Sie als Schattenspendender Schutz vor Sonne und Niederschlag (Regen, Schnee und Hagel) bieten und die Überhitzung großer versiegelter Flächen in Städten reduzieren. Hinzu kommt die visuelle Aufwertung von ansonsten oft sterilen Orten.

### Der Klimawandel – schlimmer als erwartet

Die derzeit aktuelle Auswertung der Klimaprojektionen für das Klimaszenario RCP8.5 (DWD Langfristprognose 2022) zeigt für Deutschland im Zeitraum 2071–2100 einen Anstieg der bodennahen Tempera-

tur von 3,1 °C bis 4,7 °C im Vergleich zum Bezugszeitraum 1971–2000.

Betrachtet man die erschreckenden Karten in der obigen Abbildung, dann kann man sich vorstellen, was dies für die Temperaturen in den urbanen Zentren bedeutet.

### Der Klimawandel ist in der Stadt- und Landschaftsplanung noch nicht angekommen



Abb. 2: Beispiele für preisgekrönte Urbane Architektur 2020-2021

Man möchte glauben, dass die Stadt- und Landschaftsplanung die massiven Klimaveränderungen berücksichtigt. Schließlich sollen heute geplante Gebäude für mindestens 30 – 40 Jahre unser Stadt- und Landschaftsbild prägen.

Betrachtet man aber die preisgekrönten Arbeiten verschiedener Architekturwettbewerbe, dann ergibt sich ein anderes Bild.

Meist findet man weder PV Anlagen in größerem Stil noch ausreichend viele schattenspendende Bereiche, die den zu erwartenden klimatischen Entwicklungen Rechnung tragen.

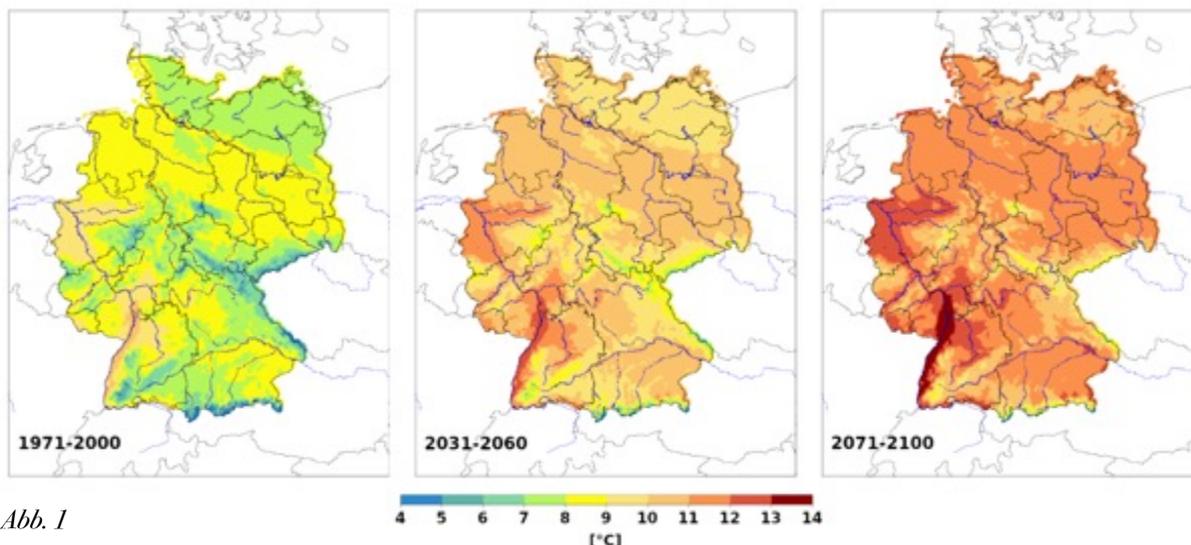


Abb. 1

## **Integrierte PV kann Städte klimaresistenter machen**

Durch eine intelligente Integration von UrbanPV in die Stadtarchitektur können sich die Städte resilienter gegen den Klimawandel aufstellen und eine lebenswerte Umwelt zu gestalten.

Die in dem nachfolgenden Beitrag dargestellten Beispiele und Fallstudien sind alle direkt umsetzbar. Die z.T. angegebenen Kosten- und Ertragszahlen für die PV Anlagen zeigen auf, dass diese meist in kurzer Zeit selbst finanzieren. Es sind somit keine phantasievollen Ideenskizzen deren Realisierung oftmals nicht wirtschaftlich möglich ist. Durch die Integration von robusten Pflanzensystemen werden die o.a. Ziele der Schaffung attraktiver urbaner Räume erreicht.

Allerdings bedarf es der Schaffung von klaren Anforderungen an die Genehmigung von urbanen PV Anlagen (UPV) die insbesondere die Sicherheit im öffentlichen Bereich gewährleisten und die behördliche Genehmigungsprozess samt Zuständigkeiten regeln. In Normen können die Anforderungen an die Anlagen und die Module festgelegt werden (Statik der Bauwerke, mechanische Belastung der Module, elektrische Sicherheit der Anlagen, Vermeidung von Blendung u.a.). Bei der Verwendung industriell gefertigter Teile aus anderen PV Bereichen (z.B. AgriPV) können Planungsaufwand und Kosten reduziert werden. Eine breite Akzeptanz kann durch die Integration von Musteranlagen in stark frequentierte Veranstaltungen wie z.B. Gartenschauen erreicht werden. Dann sinken die sonst recht hohen Kosten aufgrund individueller Lösungen und kleiner Stückzahlen sehr schnell.

Das integrierte Konzept verbindet die baulichen Möglichkeiten mit den gegebenen ästhetischen Wirkungen moderner semi-transparenter Module.

### **Teil 2: Fallstudien**

#### **Integration von PV in einen Bürokomplex**



*Abb. 3*

In den nachfolgenden Abbildungen haben wir Veränderungen in einem derzeit typischen modernen Bürokomplex dargestellt. Die nebenstehende Abbildung

zeigt diesen mit mehreren verbundenen Gebäuden. Will man die Lebensqualität urbaner Räume erhöhen, z.B. durch die Reduzierung des Feinstaubes und die Vermeidung von Hitzeinseln bietet sich die Gestaltung der Außenbereiche durch PV und intensive Bepflanzung an.

Dadurch wird den Herausforderungen des sich wandelnden Klimas Rechnung getragen.



*Abb. 4*

Durch die Integration von PV Modulen auf Übergängen und die Integration von hitzeresistenten Pflanzen entstehen selbst an heißen Sommertagen Bereiche in denen man sich gerne aufhalten und verweilen möchte.



*Abb. 5*

Wie bei den meisten Beispielen die nachfolgend dargestellt werden, finanziert sich der Mehraufwand durch die Verwendung des erzeugten Stroms in kurzer Zeit von selbst. Dies schließt auch die Kosten für die Bepflanzung mit ein, deren Bewässerung durch das mit der Solaranlage gewonnene Regenwasser erfolgen kann.

#### **Märkte und Plätze**

Zentraler Platz als Zentrum der Erholung



*Abb. 6*

Die Abbildung oben (Abb. 6) zeigt einen typischen zentralen Platz mit verkehrsreichen Straßen an allen Seiten. Durch Schattenbereiche und Bepflanzung ist es möglich, die Temperatur im Sommer zu senken und während des Jahres Schutzzonen zu schaffen. Nur wenn solche Maßnahmen durchgeführt werden, ist eine ganzjährige Nutzung solcher sinnvoll Bereiche möglich. Beispiele werden in der nachfolgenden Studie dargestellt. In Abbildung 7 ist der gleiche Platz nach den Ergänzungen dargestellt.



Abb. 7

Im Außenbereich sind relativ einfache und kostengünstige PV Elemente aus dem Bereichen AgriPV installiert. Durch die verwendeten semi-transparenten Doppelglasmodule ist der Bereich darunter vor starker Sonnenstrahlung geschützt aber doch hell genug, um darunter zu spielen und entspannt zu verweilen.

Die Agora Installation in der Mitte ist ein ästhetisches Highlight. Gestaltungsalternativen könnten den Platz auch mit einer Bühne für Konzerte und andere Veranstaltungen erweitern.

### Gemüsemarkt mit PV Überdachung zur Stromerzeugung für ein Kühlhaus

Obst- und Gemüsemärkte sind zentrale Einrichtungen. Unser Beispiel zeigt die Möglichkeit, durch PV Einrichtungen zusätzlich Strom zu gewinnen der direkt für Beleuchtung und Kühlung aber auch für ein zentrales Kühlhaus verwendet wird oder in das Netz eingespeist werden kann.



Abb. 8

### Grüne Plusenergiegebäude

Die folgenden Abbildungen zeigen ein Plusenergiegebäude das über

- Fassaden,
- Überdachungen der Terrassen
- und PV auf dem Dach

fast 400.000 kWh Strom im Jahr erzeugen kann.



Abb. 9

Da ein Teil der nicht direkt verbrauchten Energie in einem Batteriesystem gespeichert wird, kann die gesamte elektrische Energie für die Nutzung im Gebäude sowie der Strom für den Betrieb der Klimaanlage und Wärmepumpen gewonnen werden. Durch die intensive Begrünung kann auf eine Klimatisierung im Sommer weitgehend verzichtet werden.

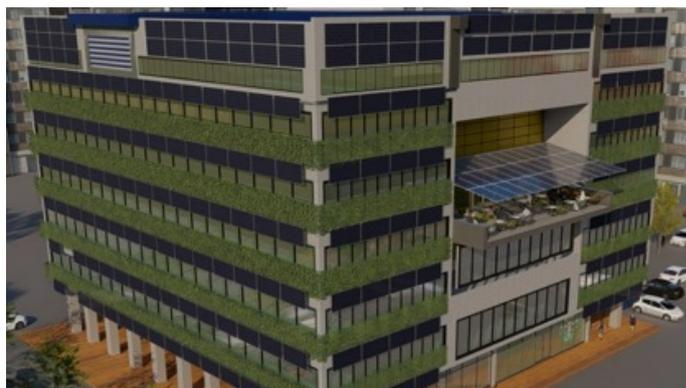


Abb. 10

### Dachbegrünung mit PV

Die Verbindung von PV mit grünen Elementen wertet die Dachfläche einer Wohnanlage deutlich auf und produziert genug Strom, um alle 18 Wohnungen des Blocks zu versorgen. PV und Pflanzensysteme ermöglichen die Schaffung eines grünen Lebensraums auf 500 m<sup>2</sup> Grundfläche einer sonst ungenutzten Dachfläche.



Abb. 11

## Grüne Mobilität

Wartebereiche an Haltestellen oder (Bus)Bahnhöfen



Abb. 12

Haltestellen sind wie kleine Inseln in den Städten denen mehr Funktionen zugewiesen werden können. Besteht der Zugang zu Elektrizität durch auf dem Dach montierte Solarmodule, so kann der Strom für die Beleuchtung und für Informationstafeln gewonnen werden. Durch Bewegungsmelder kann das Licht in der Nacht sowohl auf dem Gehweg als auch in der Haltestelle intensiviert werden sobald sich Personen in diesen Bereichen befinden.



Abb. 13

Bei dem vorgesehenen Inselbetrieb mit Batterien besteht zusätzliche Sicherheit auch im Falle eines Black-outs.

Unsere Konstruktion umfasst sechs Module mit einer Anschlussleistung von 3,7 kWp. An freien Plätzen werden bis zu 3.000 kWh pro Jahr erzeugt die in die unter der Sitzbank integrierte Batterien eingespeist werden.

## Parkplatzanlagen

Die PV Überdachung von größeren Parkplätzen ist durch Bauordnungen in fast allen Bundesländern

inzwischen Pflicht. Großparkplätze, z.B. solche für Sport- und Freizeiteinrichtungen sowie Bahnhöfe (Pendler) umfassen oft mehrere 100 Parkplätze. Durch die Notwendigkeit, immer mehr Ladeeinrichtungen zur Verfügung zu stellen steigt zusätzlich der Bedarf an Parkflächen.

Diese Pflicht kann kreativ erfüllt werden, insofern der durch die E-Mobilität veränderten Funktion Rechnung getragen wird.



Abb. 14

So kann in einen Pendlerparkplatz z.B. ein Relaxbereich mit einem Kiosk und einer Verweilzone integriert werden.

Auf Anzeigetafeln erfahren Zugreisende eventuelle Verspätungen und können Zeitung lesen sowie einen Kaffee genießen, um die Wartezeit zu überbrücken. Auch das Warten auf freie Ladeplätze wird dann weniger belastend.

Das von uns entwickelte Konzept baut auf nachhaltig gewonnenem und verarbeiteten Holz als nachwachsendem Rohstoff auf und kann durch die transparenten Doppelglasmodule von extremer Stabilität auf eine zusätzliche Dachhaut verzichten. Voraussetzung ist neben der Stabilität der PV Module deren speziell entwickelte wasserdichte Befestigung.



Abb. 15

Das Ergebnis unserer Entwicklung sind ästhetisch gestaltete, materialsparende und schnell zu errichtende Parkanlagen mit niedrigen Investitionskosten. Dadurch amortisiert sich fast jede Investition in wenigen Jahren durch den Stromertrag.

Das entwickelte modulare Baukastenprogramm lässt sich leicht anpassen, sodass für jede Parkplatzsituation eine passende Lösung gebaut werden kann.



Abb. 16

### Bikeports und Abstellräume mit PV



Abb. 17

In Siedlungen, an Haltestellen sowie an Arbeitsplätzen gibt es einen wachsenden Bedarf an Einstell- und Lademöglichkeiten für Fahrräder und E-bikes. Durch die Integration von PV-Dächern kann in der überwiegenden Zeit des Jahres ausreichend Strom zur E-bike Ladung produziert werden.



Abb. 18

### Erlebnis-Gartencenter

Gartencenter haben schon heute vielfach Erlebnisbereiche mit Gastronomie. Im Beispiel unten wurde ein solches Center dem Klimawandel durch PV Installationen angepasst und zu einem Plusenergiecenter entwickelt. Die Dächer produzieren über 850.000 kWh Strom im Jahr.



Abb. 19

Das Center umfasst eine Vielzahl von einzelnen Bereichen die einerseits dem Freizeit- und Erlebnisbereich (z.B. Spielplatz, Minigolfanlage, Gastronomie, andererseits dem Produktionsbereich (Obst- und Beerenplantagen, Pilzzucht, Gemüse- und Pflanzenzucht) zuzuordnen sind.



Abb. 20

Diese Bereiche sind zudem auch so gestaltet, dass sie von den Besuchern besucht werden können.



Abb. 21



Abb. 22



Abb. 23

Auch die Produktions- und Lagerbereiche sind durch die Integration von PV gekennzeichnet, wie die Abbildung des Kühlhauses zeigt. Auf dem Dach wird nachhaltiger Anbau von Gartenprodukten (Sellerie) betrieben.



Abb. 24

Die konsequente Integration von PV in einer ansprechenden Form ermöglicht hohe zusätzliche Stromerträge. Eine sehr grobe Kalkulation zeigt die folgende Tabelle.

	Bereiche, Fläche von 1,1 ha	kWp	kWh p.a.*
1	Parkplatz	80	86.400
2	Markplatz außen	22	23.760
3	Bikeport	22	23.760
4	Markthalle	88	95.040
5	Gemüsefarm	48	51.840
6	Beerenfarm	48	51.840
7	Restaurant-/Eventbereich	90	97.200
8	Fischzucht	72	77.760
9	Kernobst	72	77.760
10	Verarbeitung	94	101.520
11	Kühlager	94	101.520
12	PV Zaun	68	73.440
	<b>Gesamt</b>	<b>798</b>	<b>861.840</b>
	Durchschnittsverbrauch Haushalte		<b>308</b>
	CO2 Einsparung kg		<b>361.973</b>
	* Bereich München/Oberbayern, Fläche ca. 1 ha		

## Urban Gardening Dachgärten mit PV



Abb. 25

Die Umweltqualität in städtischen Gebieten wird immer schlechter. Ohne genügend Grünflächen wird es den Städten und Gemeinden schwerfallen, das Phänomen der Wärmeinseln in den Städten und die Luft- und Lärmbelastung zu verringern.

Die Notwendigkeit, die negativen Auswirkungen dieser Entwicklung in den Griff zu bekommen, hat die neue Generation von Bauherren, Landschaftsarchitekten und Stadtplanern dazu veranlasst, Lösungen zu suchen, um die optimale Qualität der Umwelt zu erhalten. Eine Möglichkeit, die sie empfehlen, ist der Bau von Dachgärten, d.h. künstlich angelegten bepflanzten Flächen auf der obersten Ebene von Wohn- und Geschäftsgebäuden.

Die Auswirkungen des Klimawandels führen auch hier dazu, dass ohne eine teil-transparente Verschattung die Nutzung stark eingeschränkt ist. In der folgenden Abbildung zeigen wir ein Konzept, wie durch die Integration von PV mit Doppelglasmodulen ein doppelter Nutzen möglich ist.



Abb. 26

**Fallstudie:  
Neugestaltung einer urbanen Industriebrache**



Abb. 27

In der folgenden Studie wird ein Konzept für die Entwicklung einer urbanen Industriebrache entwickelt (siehe Bild links).

Dieses sollte sowohl eine nachhaltige Energieerzeugung ermöglichen, als auch vielseitige Möglichkeiten für die Freizeitgestaltung der Bewohner der Wohnsiedlung mit über 100 Wohneinheiten anbieten.

Die Abbildung unten zeigt in der ersten Stufe der Studie die Einteilung in 4 quadratische Bereiche mit v.l.n.r. einem grünen Liegebereich, einer Gastronomie- und Picknickzone, einem Sportbereich und einem Spielbereich.

In Absprachen mit dem Auftraggeber wurden zusätzliche Leistungen (z.B. PV Zaun um den gesamten Bereich und Begrünung) integriert. Schließlich wurde der Mittelbereich mit einem neu entwickelten Agora PV -Circle aufgewertet.



Abb. 28

Die Detailbilder zeigen das Konzept, das zwar eine beträchtliche PV Leistung vorsieht, diese aber behutsam in die Nutzungsbereiche integriert.



Abb. 29



Abb. 30



Abb. 31



Abb. 32

## Wirtschaftliche Aspekte

Die konsequente Nutzung aller Flächen für die Integration von PV Anlagen einschließlich einer Parkplatzfläche im Außenbereich ermöglicht die Installation von ca. 450 kWp. Aufgrund der sehr hohen lokalen Einstrahlung können 576 MWh Strom produziert werden in das Netz eingespeist werden.

Das deckt den Strombedarf von über 200 Haushalten. Die Investitionskosten von ca. 550 T€ werden über die Stromerträge in wenigen Jahren amortisiert.

Der Nutzen für die Bevölkerung in einem Stadtviertel ohne Grün- und Spielflächen ist sehr hoch anzusetzen.

PV Projekt Industriebrache Alexandroupolis/GR			
	Bereiche, Fläche von 0,8 ha	kWp	MWh p.a.*
1	PV Fläche Innenbereich	120	153,6
2	Parkplätze Außenbereich	150	192,0
3	Bikeport	22	28,2
4	Restaurant-/Eventbereich	90	115,2
5	PV Zaun	68	87,0
	<b>Gesamt</b>	<b>450</b>	<b>576,0</b>
	Investitionskosten nur PV Anlagen	€	<b>652.500</b>
	Stromertrag in € je kWh/Gesamt	0,2	<b>115.200</b>
	Durchschnittsverbrauch für Zahl Haushalte		<b>201</b>
	CO2 Einsparung kg		<b>241.920</b>
	* Bereich Alexandroupolis, Fläche ca. 0,8 ha		

## Ausblick

UrbanPV ist ein neuer Anwendungsbereich der Photovoltaik für den es bisher fast keine Beispiele gibt. Die vorgestellten konkret umsetzbaren Installationen sollen Denkanstöße für Kommunen, Architekten und Investoren sein.

Stromerzeugung durch PV in der Nähe des Verbrauchs ist die günstigste Art der Energiegewinnung. Die PV Pflicht zwingt Bauherren schon heute, dies zu berücksichtigen. Wenn in die Überlegungen auch der Schutz vor den Klimaveränderungen mit einbezogen wird, dann erhält UrbanPV die Bedeutung die ihr zu steht.

*Dieses Arbeitspapier wird laufend erweitert.*

Stand: 17.1.2023



©2023 Dr. Erich Merkle, GridParity AG,  
merkle@gridparity.ag

**Anhang:** Neue Entwicklungen der UrbanPV durch die GridParity AG

## PV Architektur: Urban PVTree



Abb. 33

## Agora PV Circle



Abb. 34



Abb. 35