



Fassade als Kraftwerk

PlusEnergieFassaden

Dipl. Ing. Kai Brandau - Produktmanager

DAW - Fassadenkompetenz

Starke Partner an der Fassade



DEUTSCHE
AMPHIBOLIN-WERKE
VON ROBERT MURJAHN

INNOVATIVE BESCHICHTUNGSSYSTEME SEIT 1895.



INDUSTRIAL
SOLUTIONS

Wer ist Lithodecor

VHF Fassadensysteme



- **Systemlieferant** für VHF Fassadensysteme aus **Naturstein Glas und Keramik**
- LITHODECOR **entwickelt** und **vertriebt innovative Fassadenlösungen** für spezielle Bausituationen
- Ausrichtung: Objektgeschäft – Fassade (Direktvertrieb)
- Eigene Produktion in Netzschkau, Vogtland (D)
- Fassadenentwicklung im Dialog

Eckdaten der Unternehmensgeschichte

- Produktion des Airtec Leichtfassadensystems seit 1995 in Plauen
- Gründung der Lithodecor GmbH am 01.03.1999
- Juni 2004 Umzug nach Netzschkau / Fläche von ca. 4000 qm
- Mitarbeiterzahl wächst ca. 55 Mitarbeiter

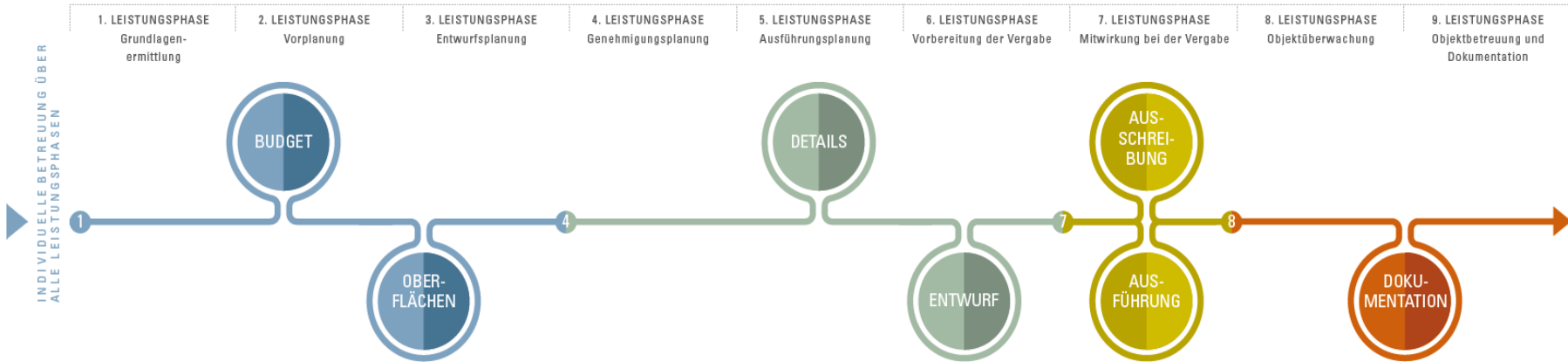


Mitglied | Gründungsmitglied



Service und individuelle Betreuung

Wir begleiten über alle Leistungsphasen



Gestaltung mit LITHODECOR

Systeme in der Übersicht



	Airtec Stone	Airtec Ceramic	Airtec Glass	LITHO Classic	LITHO Classic PV
Werkstoff	Naturstein	Keramik	Glas	Glas	Photovoltaik
Befestigung	Nichtsichtbar	Nichtsichtbar	Nichtsichtbar	Sichtbar	Sichtbar
Brandschutzklasse	B1 / A2 s1,d0	B1 / A2 s1,d0	B1 / A2 s1,d0	A2	B s1,d0
Zulassung	Z – 33.2-632	AbZ in Beantragung	Z – 33.2-1132	DIN 18008 – 3 DIN 18516 – 4	DIN 18008 – 3



PLUS ENERGIE FASSADE



INDUSTRIAL
SOLUTIONS

Arthrex München

LITHO Classic



Alpina



Alingator



EXALITCO



INDUSTRIAL SOLUTIONS

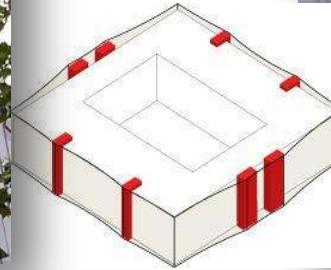
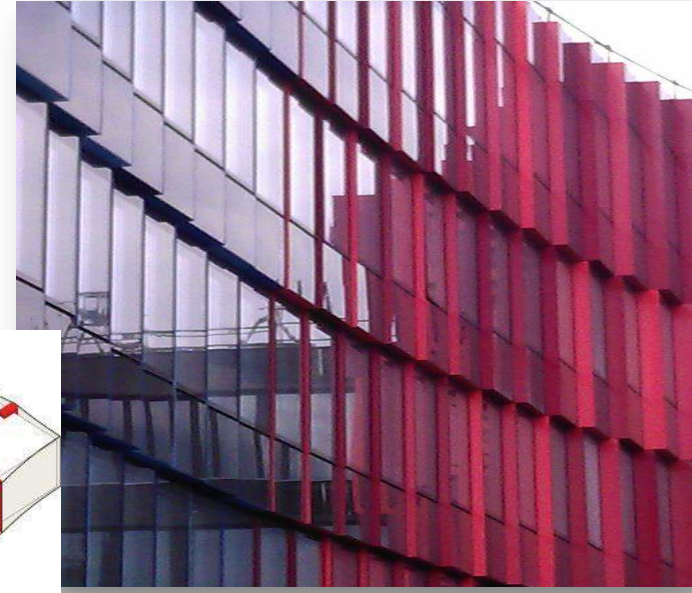
Wettingen

Airtec Stone - Römischer Travertin



Münchner Rück Berlinerstraße, München

Airtec Glass



Baujahr: 2013
Glas: RAL 9005

Sunyard, München

MünchenAirtec Stone + Airtec Glass



Baujahr: 2011
Oberfläche: Kirchheimer Muschelkalk
Glas: NCS S 1080 Y 10 R

Aarhus, Havn Pier

Airtec Stone



Flare of Frankfurt (Architekt Teherani)

Züblin Fassadentechnik

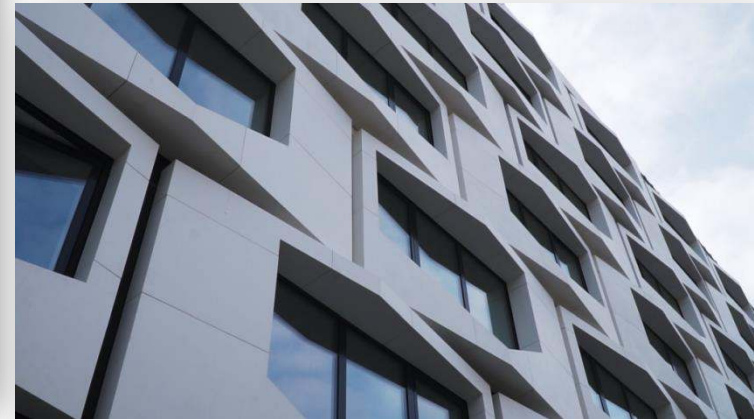


Bild: Project © Cadman, von <http://www.haditeherani.com>



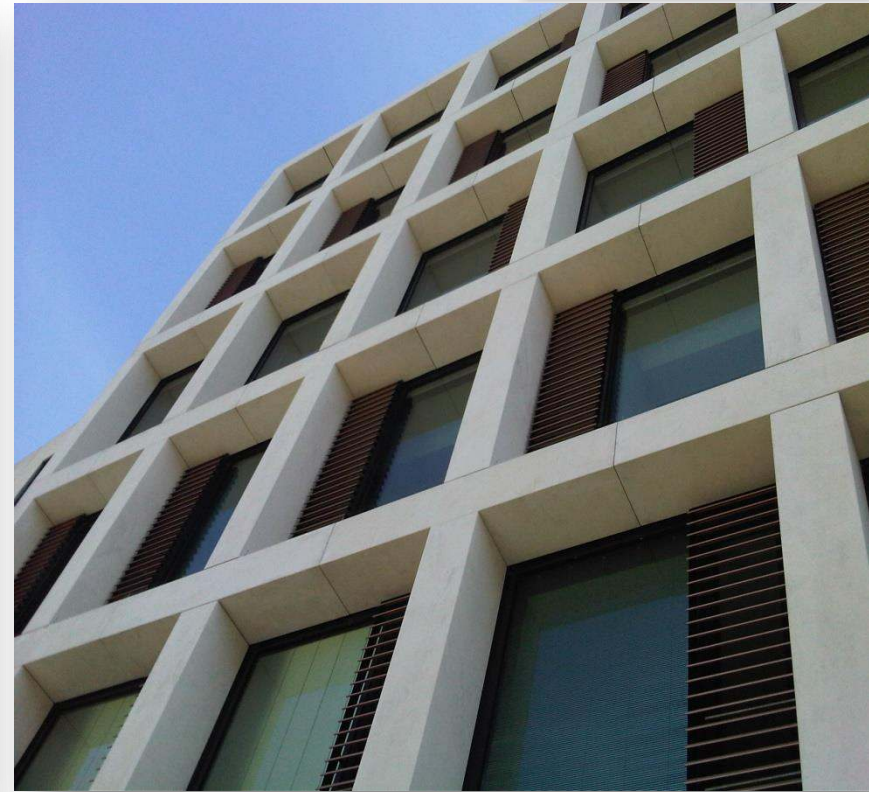
Flare of Frankfurt (Architekt Teherani)

Züblin Fassadentechnik



München, Bürohaus Am Karlsplatz

Airtec Stone



Baujahr: 2010
Oberfläche: Creme
Royal

Airtec Classic

Herne, Flottmanstraße (in Kombination mit WDVS)



- Lockern wir mal auf
- VHF als Leuchtturm an der Fassade – oder PV ?

Ihre Anforderung,
bestimmt unseren Weg...



... Gemeinsam zur Architekturfassade

Die Fassade ist eine leere Fläche



Ist die Fassade (k)eine leere Fläche

Diese Frage lässt sich nur schwer beantworten.

Nicht leer, aber oft ohne „Zusatznutzung“

Die Hauptaufgaben einer Fassade sind:

- **Wetterschutz**
- **Gestaltung**
- **Image / Visitenkarte**

Welchen Zusatznutzen kann eine Fassade haben?

Wie könnten sie nachhaltig genutzt werden?



Die Fassade

keine leere Fläche

Diese Frage lässt sich nur schwer beantworten.

Nicht leer, aber oft ohne „Zusatznutzung“

Welchen Zusatznutzen kann eine Fassade haben?
Wie könnten sie nachhaltig genutzt werden?

- Reduktion von **Lärm**
- Reduktion von **Feinstaub**, NO X oder CO2
- Aktiver **Energielieferant** (Strom und Wärme)
- Aktive **Kommunikation**
- Vergrößerung der Nutzfläche
- ...



Die Fassade muss mehr sein

Anspruch aus wachsendem gesellschaftliche Aspekte

- Über die **Hälfte der Weltbevölkerung lebt bereits heute in Städten**.

Als Folge von Migration, natürlichem **Bevölkerungswachstum** und Eingemeindung werden es im Jahr 2050 zwei Drittel sein.

- Neben **Emissionen** und **Ressourcenverbrauch** führt auch die **steigende soziale Ungleichheit in Städten** weltweit zu Problemen.

- Ein **klimagerechter und nachhaltiger Städtebau** und -umbau kann auch auf die Globalen Ziele der Weltgemeinschaft einwirken.

- Ungefähr 90 Prozent des Wachstums findet in Entwicklungs- und Schwellenländern statt.

- Auch die Zusammenarbeit lokaler Akteure ist unerlässlich zur Zielerreichung.



Exemplarischer Auszug:
UN Ziele für Nachhaltige
Entwicklung mit Bezug
auf die Urbanisierung

BRAUCHEN WIR
JETZT ÜBERALL
BEWOHNBARE
WINDRÄDER?



35.000 KWH/JAHR
KFW 55



PLUSENERGIE FASSADE®

EINFACHER GEHT'S SO:
PHOTOVOLTAIK AN DER
FASSADE – LOKAL BEIM
VERBRAUCHER



Die Zentrale Herausforderung:

Umwelt- und klimafreundliches Bauen

Klimaziele

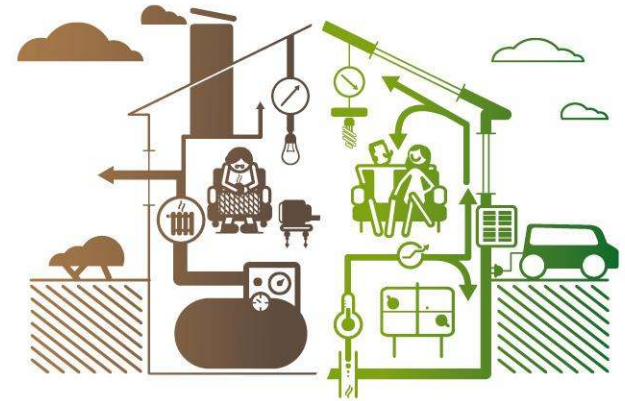
Temperaturanstieg unter 2°C halten,

Wodurch: bis 2020 mind. 40 % weniger CO₂, durch die Reduktion von fossiler Energieträger

Gesetzliche Vorgaben

2010/31/EU „über die Energieeffizienz von Gebäuden“,
Energieeinsparverordnung (EnEV) in Deutschland

Ziel: Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs um 20% bis 2020



Richtlinie 2010/31/EU fordert Niedrigstenergiegebäude

- für neue Behördengebäude nach dem 31.12.2018
- für alle Gebäude nach dem 31.12.2020

Niedrigstenergiegebäude:

voraussichtlich min. KfW 50 Standard sein

+ lokale Energieerzeugung

Exakte Definition ist noch nicht verabschiedet durch den Bund



Niedrigstenergiegebäude

aktuelle deutsche Interpretation - EU-Richtlinie 2010/31/EU



Die im Rahmen von COHERENO erarbeitete deutsche Interpretation lautet:

Niedrigstenergiegebäude sind Gebäude, die die Anforderungen für ein **KfW-Effizienzhaus 55** nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 erfüllen **oder noch energieeffizienter** sind.

Gebäude, die vor dem Jahr 2009 saniert wurden, werden als Niedrigstenergiegebäude bezeichnet, wenn der spezifische Jahresprimärenergiebedarf bei maximal 40 kWh/(m²a) liegt und der Transmissionswärmeverlust auf maximal 0,28 W/(m²K) begrenzt wird. ...

Zitierte Quelle: <http://www.cohereno.eu>

Richtlinie 2010/31/EU fordert Niedrigstenergiegebäude

- für neue Behördengebäude nach dem 31.12.2018
- für alle Gebäude nach dem 31.12.2020

s.a.: Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden
(Energieeinsparungsgesetz - EnEG)
§ 2a Zu errichtende Niedrigstenergiegebäude



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

... Den Rahmen für die Definitionen gaben internationale Abkommen, vor allem aber die **EU-Richtlinie 2010/31/EU** vor. Darin heißt es in Artikel 2, Absatz 2:

" `Niedrigstenergiegebäude´ beschreibt ein Gebäude, das eine sehr hohe, nach Anhang I bestimmte Gesamtenergieeffizienz aufweist. **Der fast bei Null liegende oder sehr geringe Energiebedarf** sollte zu einem **ganz wesentlichen Teil** durch Energie aus erneuerbaren Quellen - **einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird** - gedeckt werden".



Der steigende Energiebedarf wandelt

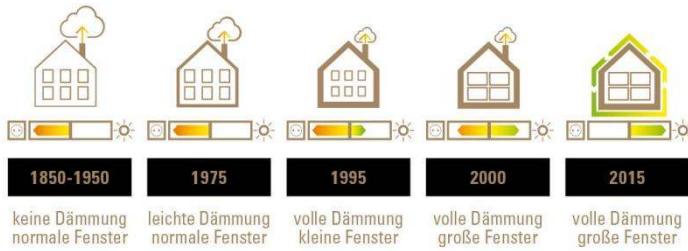
Von Fossilen hin zu regenerativ Energieformen - ENTWICKLUNG

Stromverbrauch steigt durch Zunahme der Gebäudetechnik

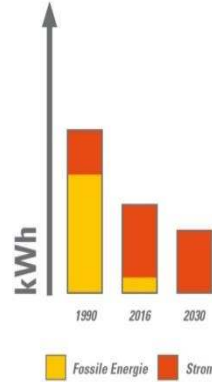
Stromverbrauch steigt durch notwendige E-Mobilität

Wo kommt der notwendige Strom her?

Daher:
Energieerzeugung, dort wo diese verbraucht wird.



Verbrauch Fossile Energie Sommer/Winter	+++	++	+		
Stromverbrauch Heiz-/Kühlsysteme	+/-	+/-	+	++	+++
Energieproduktion Photovoltaik/Solar			+	++	+++



Ø Strombedarf einer 4 köpfigen Familie → 4.950 kWh
Für 20.000 km Fahrleistung benötigt ein E-Auto aktuell ca. 4.000 kWh

Der lokale Strombedarf verdoppelt sich
(für eine 4 köpfige Familie)

Energie dort produzieren wo sie benötigt wird!

... aber bitte nicht so ...



Ladestation an der Burg Warberg

Quelle unbekannt

Lieber so



Treiber für BiPV an der Fassade

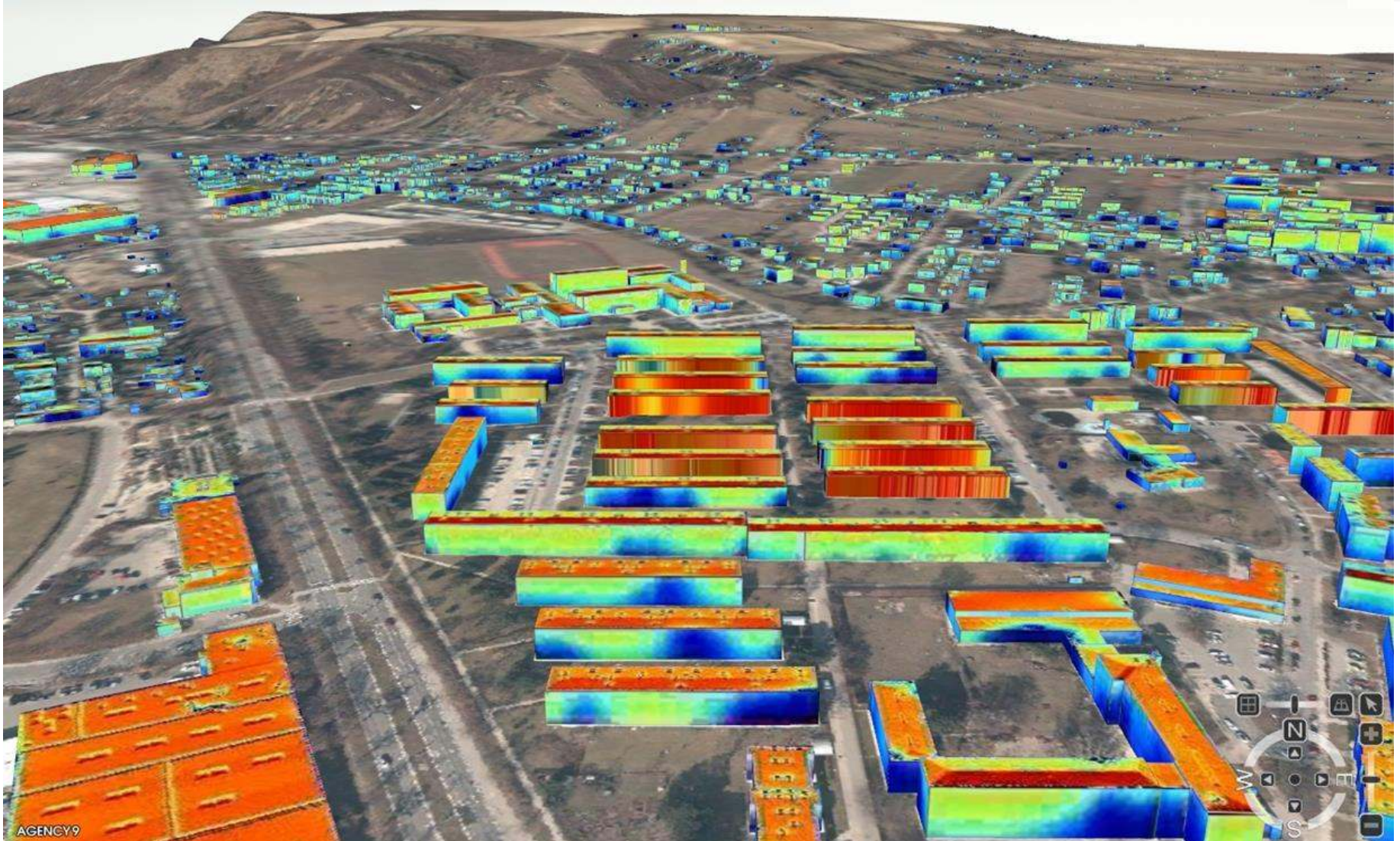
Weiche Treiber - Objektbezogen

- Bestandteil der **energetischen Gebäudekonzeptes** nach DIN 18599 (EnEV) – Senkung Primärenergie
- **Imagegewinn** für Bauherren und Investoren
- **Eigenverbrauch** gewonnener Energie – Going to Future
- **Gebäudemehrwert** durch Zusatznutzen zur reinen Funktionsfassade
- **Gebäudezertifikate** (wie z.B. DGNB, LEED), Investitionssteigerung
- Gestaltungsvariante
- Fassadenfläche ist größer wie die Dachfläche, welche oft nicht nutzbar ist



Solarkataster

Magistrats der Stadt Wien



Quelle www.laserdata.at

Reden wir über Kosten

VHF Fassaden



Orientierende Herstellungskosten einer VHF-Fassade in EURO/m² (netto),

Wärmedämmverbundsystem	100 bis 150
Vorgehängte Fassade mit Faserzement oder ähnlichem	150 bis 250
Vorgehängte Natursteinfassade	330 bis 700
Vorgehängte Glasfassade	250 bis 600
Vorgehängte Fassade mit Bauwerkintegrierte <u>Photovoltaik</u>	500 bis 800

Je nach Oberfläche ist mit unterschiedlichen „**Mehrinvestkosten**“ zurechnen.



Preisansatz fertig montiert incl. Dämmung und Unterkonstruktion für Flächenbelegung

Reden wir über Einnahmen

aus Erträgen

Netzeinspeisung: ca. 0,12 EURO/kWh

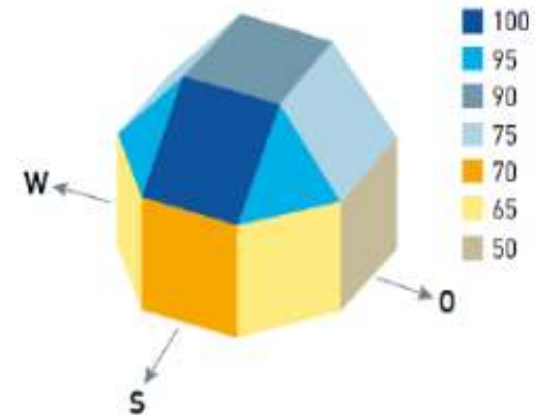
Kaufen aus dem Netz: ca. 0,25 EURO/kWh

Eintrag aus Südfassaden: ca. 100 kWh/m² pro Jahr

Eintrag aus West-
und Ostfassaden: ca. 80 kWh/m² pro Jahr

$$100 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 0,25 \text{ €/kWh} = 25 \text{ EURO/m}^2\text{/Jahr}$$
$$80 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 0,25 \text{ €/kWh} = 20 \text{ EURO/m}^2\text{/Jahr}$$

In 15 bis 20 Jahren können die Mehrkosten zu einer Glasfassade erwirtschaftet werden. Aus reiner Ertragsbetrachtung, ohne weitere Förderprogramme, bei Vollnutzung.



16.000 KWH/JAHR



PLUSENERGIE FASSADE®

PLUSENERGIEFASSADEN SIND
ARCHITEKTURFASSADEN
MIT SPIELREGELN

POLIZEI

POLIZEI

POLIZEI

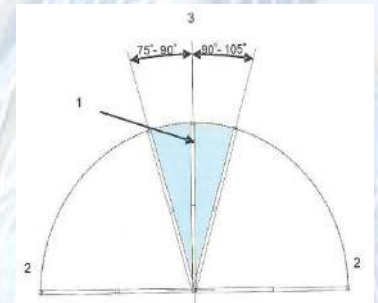
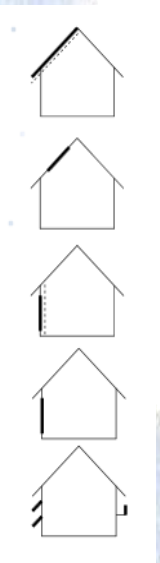
POLIZEI

Was ist BIPV?

Bauwerks integrierte Photovoltaik aus Sicht der Bauwelt

Architektonisch bauliche Betrachtung

- **Wetterschutz / Sonnenschutz**
- **Gestaltungselement**
- Glasfassade mit Zusatzfunktion
- Ein **Bauprodukt** welches bei einer Beschädigung durch ein anderes Bauprodukt zu ersetzen ist
- Ohne dieses Element funktioniert die Gebäudehülle nicht
- 90° Geneigte Fassade mit einer max. Abweichung von 15° (nach DIN EN 50583)
- Lokaler Stromerzeuger (EnEV) / (LVD)
- Gewerbebetrieb





Animation

	Litho Classic PV
Werkstoff	BiPV Elemente (mit VSG Nachweis)
Befestigung	Sichtbar
Produkt am Markt	Mitte 2016 als Litho Classic PV
USP	<ul style="list-style-type: none">▪ Vorgehängtes, hinterlüftetes Fassadensystem mit Glasoberfläche in Kombination mit BiPV Elementen▪ Minimal sichtbare Befestigung der Fassadenplatten▪ Systembaukasten▪ Baurechtlich geregelt nach DIN 18008-3▪ Einfache Montage▪ Revesionierbares System▪ Große Gestaltungsmöglichkeiten durch Sieb.- und Digitaldruck in nahezu uneingeschränkter Farbvielfalt (nach RAL, NCS etc.)

BiPV Anlagen sind bauliche Anlagen

Die Errichtung einer BiPV-Anlage unterliegt dem öffentlichen Baurecht!

- Bauplanungsrecht (wo)
- Bauordnungsrecht (wie)
 - **Baugenehmigung**
 - **Bauprodukte und Bauarten**

→ Sowie lokal geltende Auflagen

Elektrotechnische Anlage

- Elektrotechnische Anforderungen LVD
 - CE Kennzeichnung

LVD = The Low Voltage Directive

Allgemeine und Elektrotechnische Anforderungen an BiPV Elemente:

BIPV-Module müssen nach der EN 50583 Teil 1 als stromerzeugendes Bauteil die Anforderungen der Europäischen Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU (**Low Voltage Directive LVD**) und als Bauprodukt die Anforderungen der Europäischen Bauprodukten Verordnung Nr. 305/2011 (**BauPVO**) erfüllen.

Hinzu kommen weiteren beschriebenen bauwerksbezogene Anforderungen aus Deutschen Regelwerken.

Die allgemeinen Anforderungen an das BIPV-Modul aus der LVD sind:

- Schutz gegen Gefahren, ausgehend von den elektrischen Komponenten
- Schutz gegen Gefahren, ausgehend von äußeren Einflüssen auf die elektrischen Komponenten.

Zertifizierte BIPV-Module werden mit einer Produktdeklaration nach DIN EN 50380 mit einem **CE-Konformitätszeichen** ausgeliefert, in der die Schutzklasse und die elektrischen Kennwerte nach DIN EN 61730 Teil 1 aufgeführt sind.

Damit erklärt der Hersteller die Konformität des BIPV-Moduls mit der LVD mit Bezug auf die elektrische Sicherheit und elektrische Funktionalität, jedoch nicht für die Nutzung als Bauprodukt, entsprechend der BauPVO.

RICHTLINIE

ZUR NUTZUNG VON
BAUWERKINTEGRIERTER
PHOTOVOLTAIK
ALS VORGEHÄNGTE
HINTERLÜFTETE FASSADE

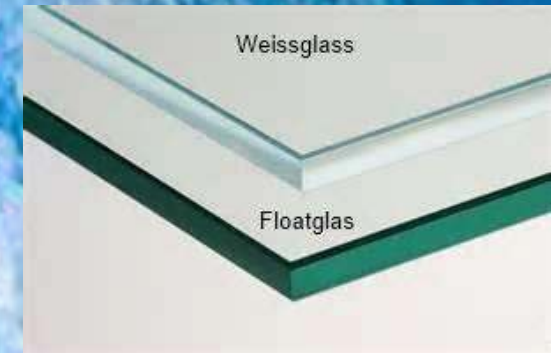
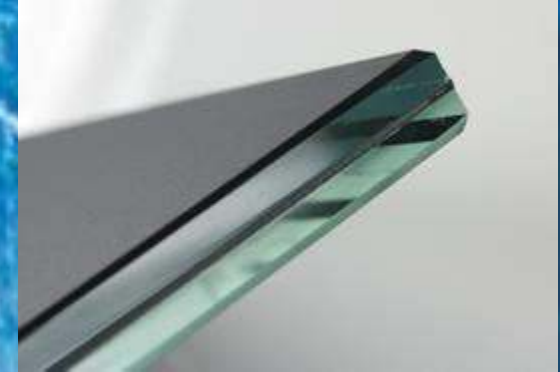
BIPV-VHF-RICHTLINIE | AUSGABE 2017/02

ALLIANZ
BAUWERKINTEGRIERTE
PHOTOVOLTAIK **BIPV**

Quelle – Allianz BiPV

Anforderungen für eine geregelte VHF - Glasfassade:

- Vorgehängte hinterlüftete BIPV-Fassaden (VHF) sind nach DIN 18516 Teil 1 auszuführen
- Mechanisches Haltesystem für Glasfassaden sind nach DIN 18008 auszubilden oder einer abZ
- In der DIN 18008 aufgelistete Glasarten:
 - ESG – Einscheibensicherheitsgläser
 - VSG – Verbundsicherheitsgläser
 - VG – Verbundgläser
 - Diese Produkte bilden eine Teilmenge der DIN EN 14449



Was ändert sich mit
Photovoltaik ?

Modulanforderung - Glas im Bauwesen

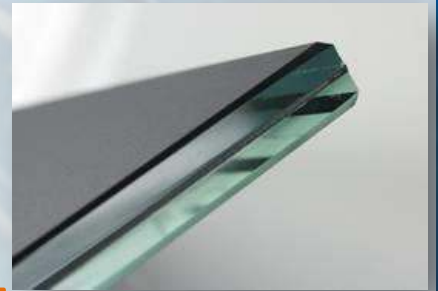
VSG im Vergleich zu BiPV Elementen

Der Schichtaufbau **VSG Elementes**:

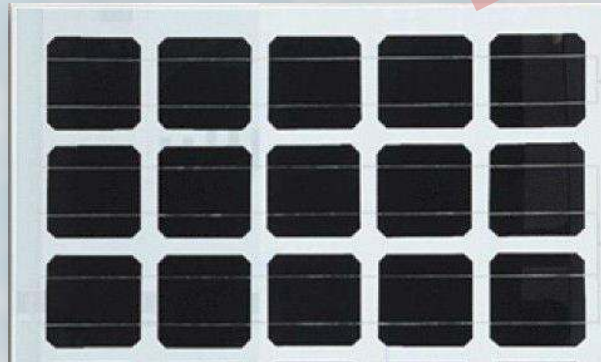
- Deckscheibe aus ESG oder VSG (Float)
- Folienlage aus PVB (oder EVA)
- Rückscheibe aus ESG oder VSG (Float)

Der Schichtaufbau eines **BiPV Elementes**:

- Deckscheibe aus ESG oder VSG
- Folienlage aus PVB (oder EVA)
- Zelle(n) + Kontaktierung
- Folienlage aus PVB (oder EVA)
- Rückscheibe aus ESG oder VSG



Im Vergleich zu VSG gibt es eine „Störschicht“



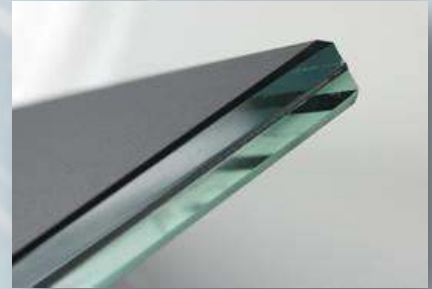
Modulanforderung - Glas im Bauwesen

BiPV Elemente sind VSG Elemente

Der Schichtaufbau eines **BiPV Elementes**:

- Deckscheibe aus ESG oder VSG
- Folienlage aus PVB (oder EVA)
- Zelle(n) + Kontaktierung
- Folienlage aus PVB (oder EVA)
- Rückscheibe aus ESG oder VSG

Somit ist unser PV Element nun bereit für den Einsatz in der Fassade



Entspricht der Schichtaufbaues nicht der DIN EN 14449 – ist eine normelle Regelung nicht möglich.

- Die Hersteller müssen eine „**VSG-Gleichstellung**“ über eine AbZ regeln
- Oder es muss eine Objektbezogene Zustimmung eingeholt werden (ZiE)
- Aktuell gibt es 9 AbZ's wo nach eine Verwendung als VSG im Anwendungsbereich der DIN 18008 geregelt ist

Hersteller	Zulassungsbescheid vom	Zulassungsbescheid bis	Zulassungsbescheid gültig von	Zulassungsbescheid gültig bis	Produktname
SWANSON GmbH	02.06.2014	02.06.2014	02.06.2014	02.06.2019	Dünnschicht-Solarmodell "PanaMax SMART"
SWANSON GmbH Wiesenring 111, 8551 Vorn	10.07.2014	07.06.2013	10.07.2014	16.08.2017	PV Module
SOLARWATT GmbH Mania Reichardtstraße 24 01109 Dresden	24.02.2014	24.02.2014	24.02.2014	24.02.2019	Photovoltaisches Verbund-Sicherheitsglas (PV VSG)
Bosch Solar USTech GmbH Münterstraße 24 64782 Brandoberg	15.01.2015	15.01.2015	15.01.2015	15.01.2020	Verbund-Sicherheitsglas für Bosch Solar Module CIE
Asola Technologies GmbH, Konrad-Zuse Straße 99099 Erlurt	10.07.2014	10.07.2014	17.03.2019	17.03.2019	PV Module
SE Modula GmbH Böttlinger Straße 21e 79111 Freiburg	27.05.2014	27.05.2014	27.05.2014	27.05.2019	Photovoltaik Modul (PV Modul)
SolaWorld AG Martin-Luther-King-Straße 24 23172 Barm	18.08.2016	18.08.2016	14.04.2020	14.04.2020	Photovoltaisches Verbund-Sicherheitsglas "Solaminate"
elea solar GmbH Marina-Erikaan-Straße 1 17291 Prerow	18.08.2016	18.08.2016	14.04.2020	14.04.2020	Photovoltaisches Verbund-Sicherheitsglas (PV VSG) "Elegance"
GES Gebäude-Energiesysteme GmbH Wiesenring 2 07554 Korbutzen	19.08.2016	19.08.2016	14.04.2020	14.04.2020	Bauwerkintegriertes Photovoltaik-Verbund-Sicherheitsglas (BiPV-VSG) "CRE"

Das BIPV-VSG darf als Verbund-sicherheitsglas (VSG) im Anwendungsbereich der Normenreihe DIN 18008¹ verwendet werden.

→ Ausblick: ISO/TC 160/SC 1/ WG9 - Glass in building - Building integrated photovoltaics

Rahmen gehaltene Module

In Teilen geregelt über die DIN 18008-2 - Linienförmig gelagerte Verglasungen.

Gerahmte Module – in der Regel wird hier versucht die sogenannten Standard Module zu verwenden. Mit baurechtlicher Fraglichkeit!

Standard Module haben Glasstärken ca. je 3 mm (2x 3mm Glas oder 1x 3mm + Rückseitenfolie)

Jedes Modul ist durch einen **Nachweis der Standsicherheit** zu bewerten, dabei gilt DIN 18008-2:

Für Gläser < 1,60 m² Fläche ist laut DIN 18008-2 sind folgende Nachweise zu bringen:

- Standsicherheit der Gläser unter Wind und Eigenlast
- Min. 2 gegenüberliegende Seiten sind eingespannt in einen Rahmen
- Verbauhöhe über 4m, ist eine allseitige Lagerung vorzusehen
- Min. Glaseinstand 10mm
- Rahmendurchbiegung max. $L/200$
- Im gebrochenen Zustand muss der min. Einstand noch 5 mm betragen



Glas-Glas Elemente

DIN 18008-3 (Glas im Bauwesen - Punktförmig gelagerte Verglasungen)

- Verwendung von verschiedenen Glasarten in Punkthaltern (Glassic System)
 - VSG aus Float / TVG / ESG
 - ESG-H monolitisch
 - Verwendung von BiPV Modulen wenn entsprechende AbZ vorliegt (VSG Gleichstellung)

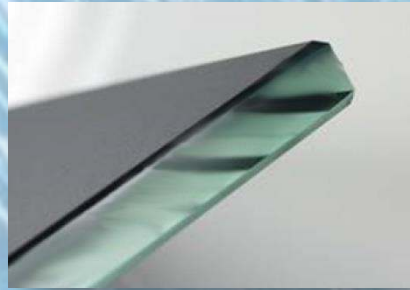
Jedes Modul ist durch einen **Nachweis der Standsicherheit** zu bewerten, dabei gilt DIN 18008-3

- Klemmfläche des Glashalters 1.000 mm², Einstand 25 mm → **Litho Glassic** hat hier eine abP (da nur 140 mm²)





Leibniz Uni – Airtec Glass

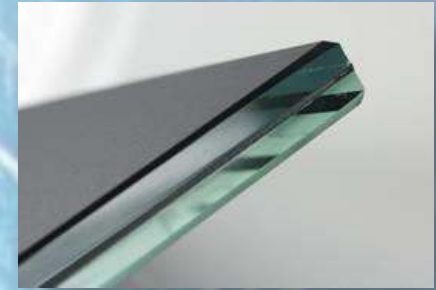


ESG

monolithische Scheibe

- Flächige Verklebung direkt mit der Oberfläche

Bei einer zugelassenen Verklebung wie z.B. bei **Airtec Glass** verwendet wird. Ist von einem baurechtliche geregelten System auszugehen.



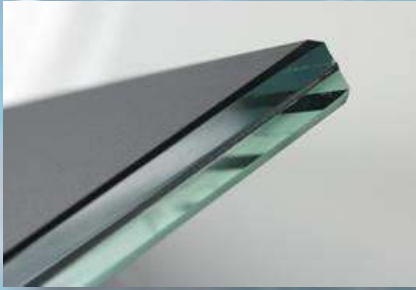
VSG

Min 2 Scheiben werden mit einer Folie verbunden

- Flächige Verklebung mit der hinteren Scheibe
- Verbundfolie (Schmelzfolie) hält flächig die Vordere Scheibe

! Hier muss genauer genau hin geschaut werden !

Frontscheibe kann abrutschen!



VSG

Min 2 Scheiben werden mit einer Folie verbunden

- Flächige Verklebung mit der hinteren Scheibe
- Verbundfolie (Schmelzfolie) hält flächig die Vordere Scheibe

Das Sicherheitsniveau an der Fassade ist hoch. Das Baurecht unterstellt, dass die Temperaturen auf Fassaden dazu führen, dass die Schmelzfolie „weich“ wird und das „fließen“ anfängt.

Laut **MVVTB** – Anlage A1.2.7/1 ist ab einer Verbauhöhe von über 8 m, die Frontscheibe mechanisch abzulasten. Weiterhin ist das Abklappen der Frontscheibe mechanisch zu verhindern. → Typ 1 nach ETAG 002

Für alle nach MVVTB geregelten Fassadensysteme (DIN 18008) ist der Punkt A 1.2.7 einzuhalten. Abweichende Konstruktionen können durch eine AbZ geregelt werden.

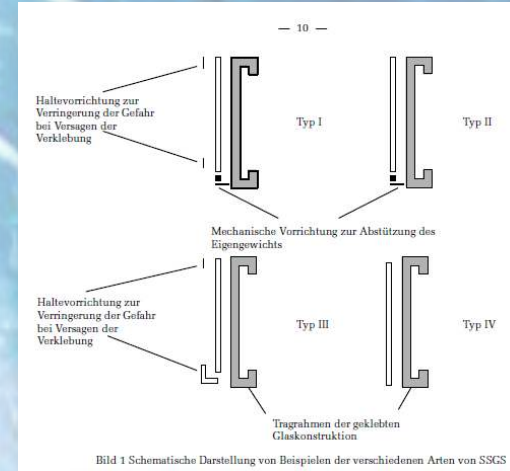


Bild 1 Schematische Darstellung von Beispielen der verschiedenen Arten von SSGs

Typ I: Mechanische Übertragung des Eigengewichts des Füllelementes auf den Tragrahmen der Verklebung und von dort auf die tragende Konstruktion. Die Verklebung überträgt alle anderen einwirkenden Lasten. **Es werden Haltevorrichtungen verwendet, um die Gefahr im Fall eines Versagens der Verklebung zu verringern.**

Typ II: Mechanische Übertragung des Eigengewichts des Füllelementes auf den Tragrahmen der Verklebung und von dort auf die tragende Konstruktion. Die Verklebung überträgt alle anderen einwirkenden Lasten, und es werden keine Haltevorrichtungen verwendet, um die Gefahr im Fall des Versagens der Verklebung zu verringern.

Typ III: Die Verklebung überträgt alle einwirkenden Lasten einschließlich des Eigengewichts des Füllelementes auf den Tragrahmen der Verklebung und von dort auf die tragende Konstruktion. Es werden Haltevorrichtungen verwendet, um die Gefahr im Fall eines Versagens der Verklebung zu verringern.

Typ IV: Die Verklebung überträgt alle einwirkenden Lasten einschließlich des Eigengewichts der Füllelemente auf den Tragrahmen der Verklebung und von dort auf die tragende Konstruktion. Es werden keine Haltevorrichtungen verwendet, um die Gefahr im Fall des Versagens der Verklebung zu verringern.

Glas im Bauwesen

Ausführungsanspruch

B 3.2.1.27	Photovoltaische Module abweichend von B 3.2.1.25 oder B 3.2.1.26	2014/35/EU	a: Stromerzeugung für Gebäude b.1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit b.2: Brandschutz c.2: Je nach Einbausituation sind die Bestimmungen von A 1.2.7 zu erfüllen c.1: Brandverhalten der Bauteile, wenn schwerentflammbar oder nichtbrennbar gefordert
------------	--	------------	---



System LITHO Classic PV

Anspruch – aus MVV TB – Absatz B 3.2.1.27

- b1 : Einbau nach **DIN 18008** - VSG Gleichstellung über AbZs
- b2 : Klassifizierung durch den Systemlieferant (Brandtest im Fassadensystem)
(in der Regel nach DIN EN 13501 – in die **Klasse B s1,d0**)
- c2 : Einbau nach DIN 18008
- c1 : konstruktiver Brandschutz nach DIN 18516 - Anlage - TB_AN2-6-11



LVD – **hinzu kommt** eine CE Kennzeichnung aus der LVD - Elektrotechnik

System LITHO Classic PV ist nach DIN 18008 – Teil 3 geregelt,

Da es sich bei den klassifizierten BiPV Modulen um VSG im Sinne der DIN 18008 handelt ist die Verwendung geregelt.

Im System wurde der Brandschutz nach DIN EN 13501 durch LITHODECOR klassifiziert - z.B. Dünnschicht Modul – **B s1,d0**

Aus mechanischer Sicht ist der Ausführungsanspruch gegeben!



BiPV Elemente sind eben doch nur Glasfassade



Animation

	Litho Classic PV
Werkstoff	BiPV Elemente (mit VSG Nachweis)
Befestigung	Sichtbar, Punkthalter
Produkt am Markt	Seid mitte 2016 als Litho Classic PV
USP	<ul style="list-style-type: none">▪ Vorgehängtes, hinterlüftetes Fassadensystem mit Glasoberfläche in Kombination mit BiPV Elementen▪ Minimal sichtbare Befestigung der Fassadenplatten▪ Systembaukasten, von der UK bis zum Wechselrichter▪ Baurechtlich geregelt nach DIN 18008-3▪ Einfache Montage + Netzwerk▪ Revesionierbares System▪ Geregelte Anschlüsse an Kanten (Standarddetails)

Airtec Classic – Photovoltaik + WDVS

Bremen – Wohnanlage – LITHO Classic PV + Caparol WDVS



- Die Energiewende kommt
- Machen Sie mit



+ 35.000 kWh / Jahr

Eisleben Straße 75, Bremen
Baujahr 1972, Modernisierung 2015
Energetischesanierung auf KfW 55 Standard



PLUS ENERGIE FASSADE®

Systemkomponenten

... nicht nur Modul

➤ Komponenten

- BiPV Modul (Bauprodukt)
- Unterkonstruktion
- Dämmung
- Kabelkanal
- Stringleitungen
- Schaltkästen (GAK Box)
- Wechselrichter
- Rundfunksteuerung

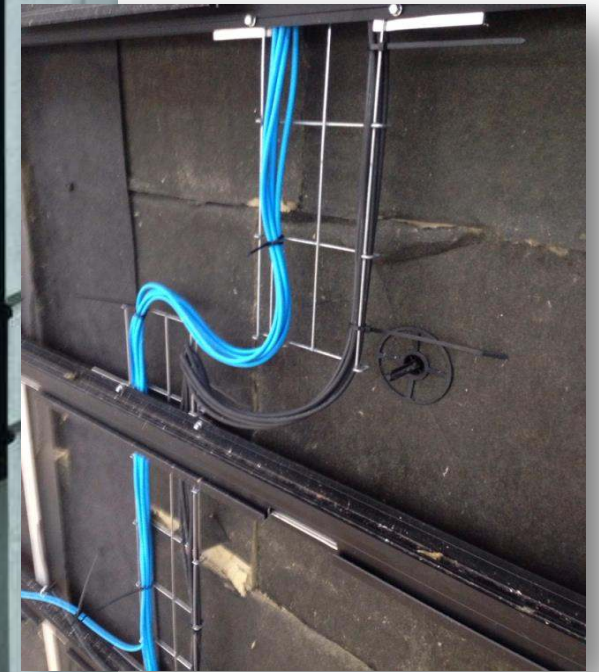


! Gewerke übergreifendes Planen und Bauabwicklung ! - 360 ° Gradsicht



Fassade fängt die Sonne ein

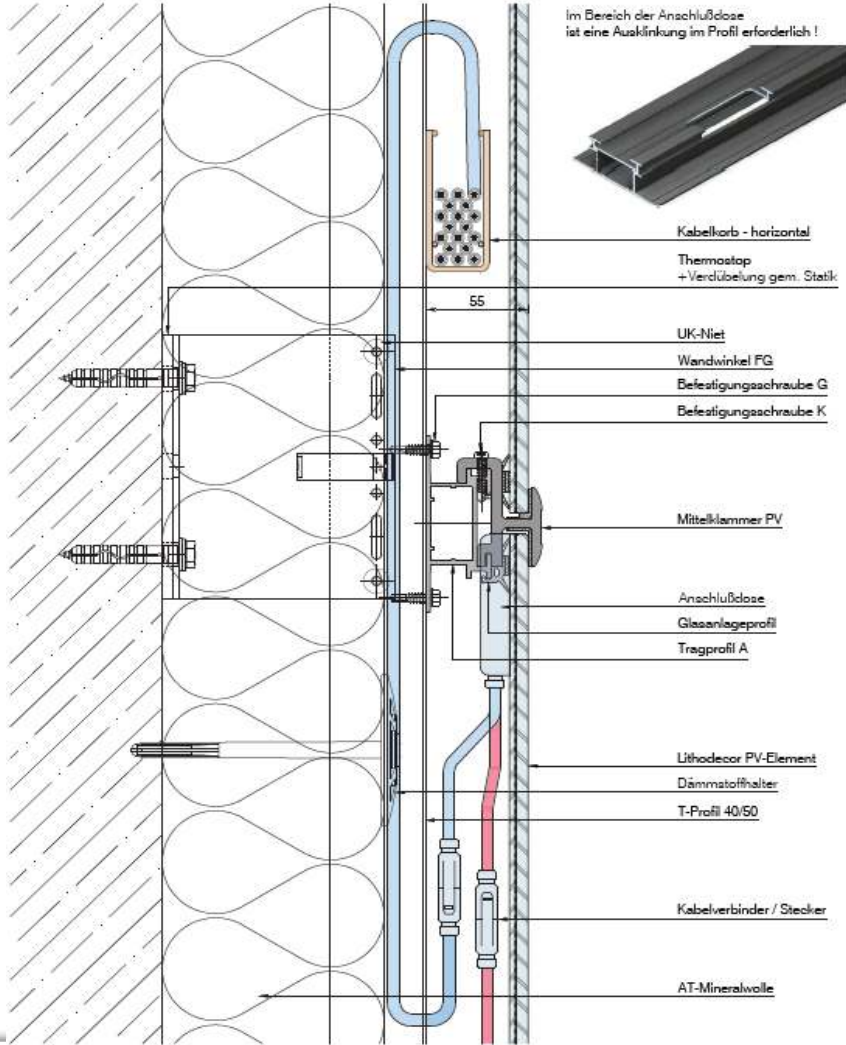
Umsetzung



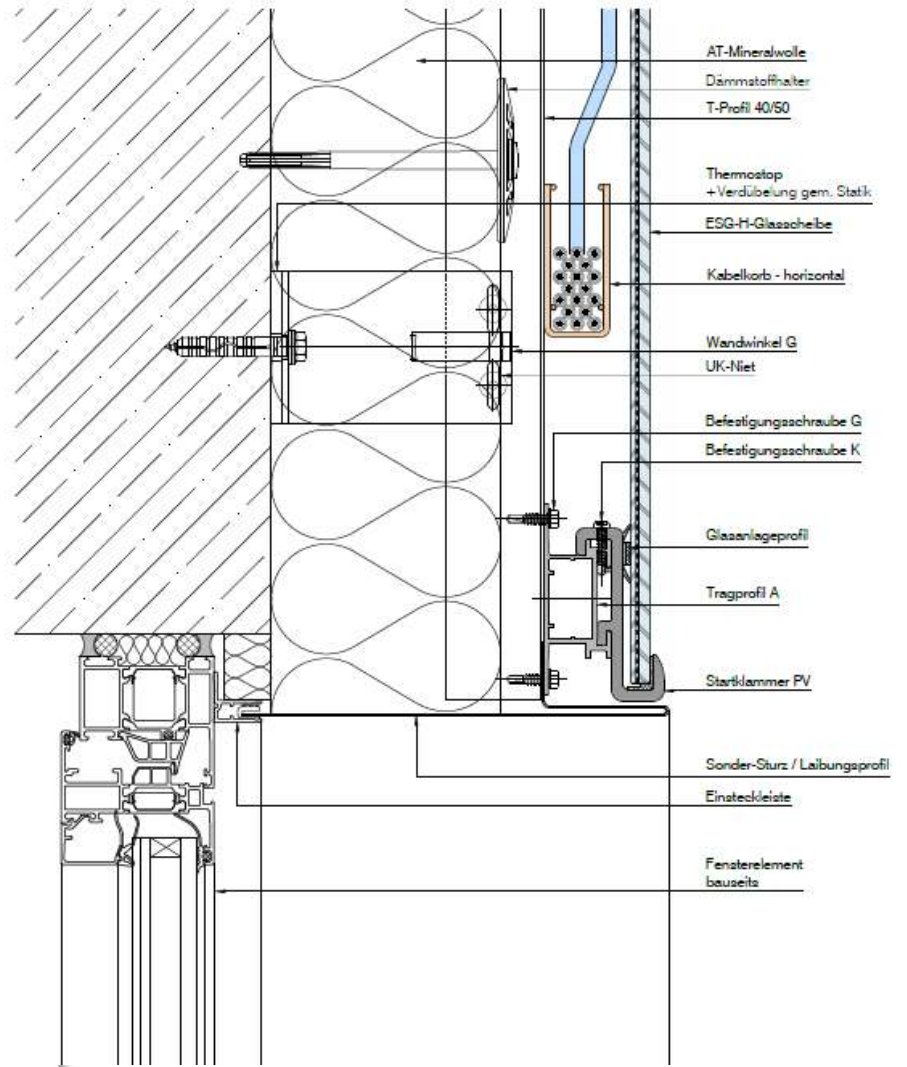
Standard Details

Oder individuell über unsere Bautechnik

Schnitt vertikal



Sturz



Klar und verständlich

Leitfaden zur Planung einer BiPV Anlage



ISBN 978-3-86780-463-9



Für Bauwerksintegrierte Photovoltaik (BIPV)
Rechtssicherheit bei
Planung, Ausschreibung und Betrieb



11.200 KWH/JAHR

GESTALTUNG MIT PLUSENERGIEFASSADEN



PLUSENERGIE FASSADEN®

Die Polizei ist GRÜN

BV Polizeiwache Baunatal

+15.100 kWh / Jahr

KFW 55 Standard

Baujahr 2015

amb.architektur - Kassel



PLUSENERGIE FASSADE®

Das Projekt

Leistungsübersicht



		Süd	West	Ost	Summe
Fläche	m ²	83	89	81	253
Module	St	90	97	87	274
Zellen (600x 570mm)	St	204	219	181	604
Nennleistung (auf installierte Deckfläche)	kWp	8,9	8,2	7,8	24,9
	Wp/m ²	107	93	97	
Einstrahlung lokal	kWh/m ² /a	722	536	538	
Ertragserwartung	kWh/a	6441	4374	4197	15012
	kWh/m ² /a	77,3	48,9	51,7	

15.012 kWh entsprechen:

1.072.200 Tassen Kaffee

227.500 gebügelte Hemden

37.500 Tage Betrieb einer 40W Birne (10h/d)

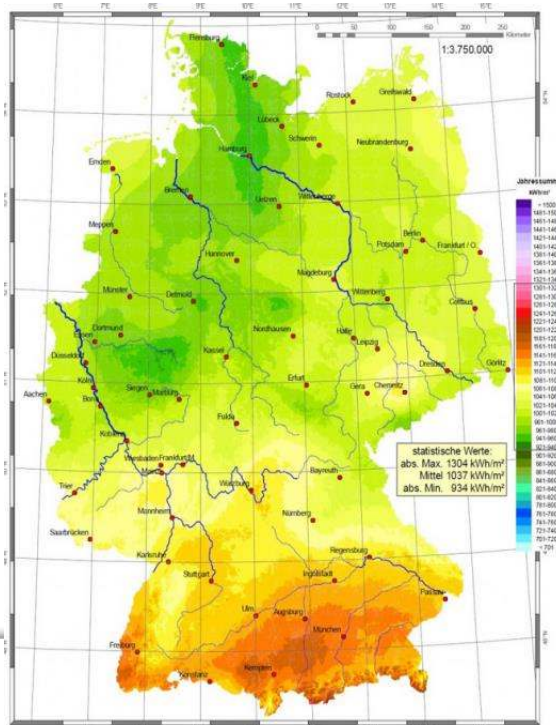
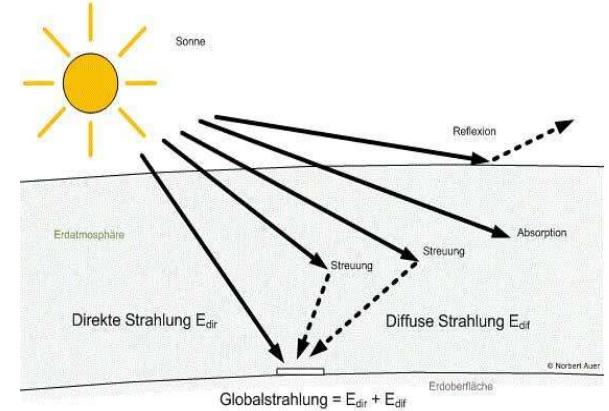
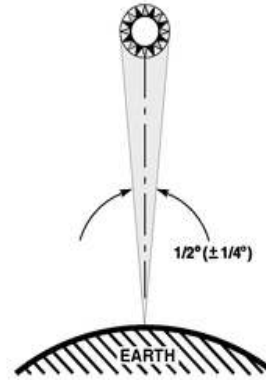


Wie kommt man auf die Erträge

Einflussfaktoren für PV Fassaden

➤ Globalstrahlung – Sonnen Einstrahlwerte

- Lotrecht auf der Erdoberfläche auftreffende Solarstrahlung [$\text{kW/m}^2 \text{ a}$]
- In Deutschland ca. 900 bis 1300 $\text{kW/m}^2 \text{ a}$, Nord-Südgefälle



➤ Beispiel:

Standort:
Globalstrahlung:

Baunatal
1000 $\text{kW/m}^2 \text{ a}$

1000 kW treffen auf eine Fläche von 1,0 m^2 im Jahr

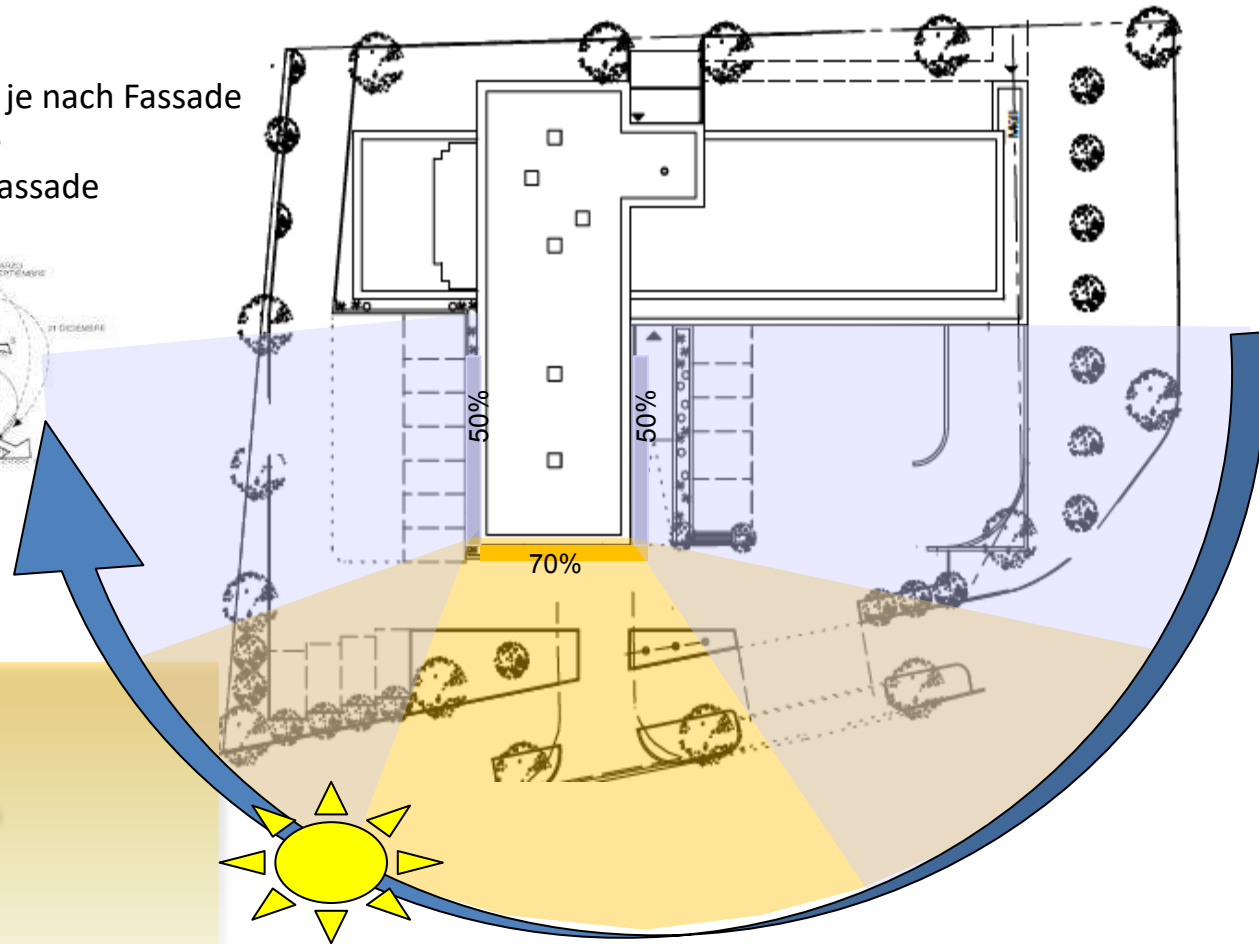
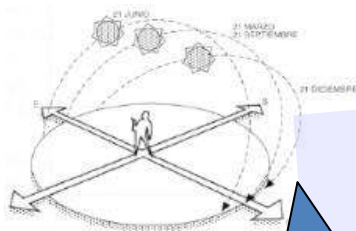
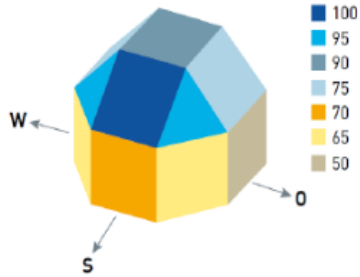
* Alle Werte sind exemplarisch für das Beispiel.

Anlagenplanung

Einflussfaktoren für PV Fassaden

➤ Lokalstrahlung:

- Ertrag am Gebäude, ausgerichtet je nach Fassade
- Sehr gute Erträge an Süd-Fassade
- Gute Erträge an Ost- und West-Fassade



➤ Beispiel:

Standort: Baunatal
Globalstrahlung: 1000 kW/m² a
Südfassade: 70 % der
Globaleneinstrahlung

$$1000 \text{ kW} * 70 \% = 700 \text{ kW/m}^2 \text{ (Süd Fassade) a}$$

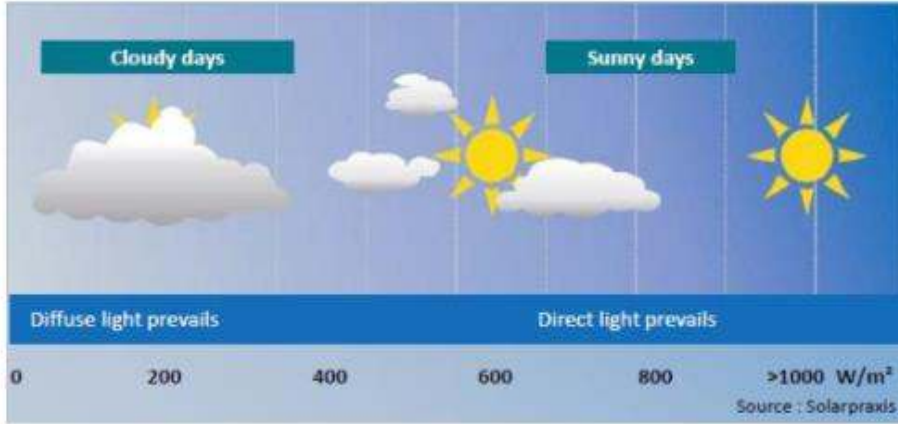
* Alle Werte sind exemplarisch für das Beispiel.

* Sonnenverlauf exemplarisch,
je nach Jahreszeit,
abweichend

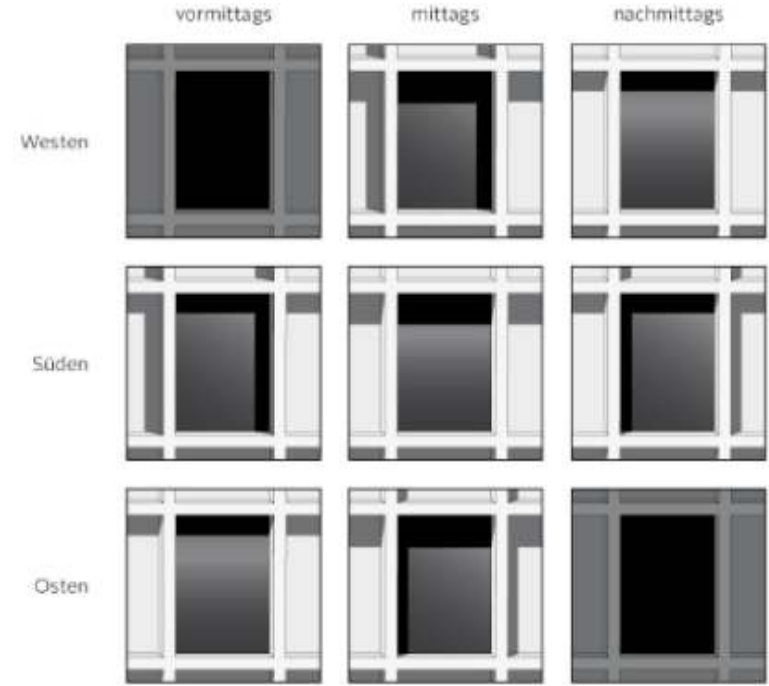
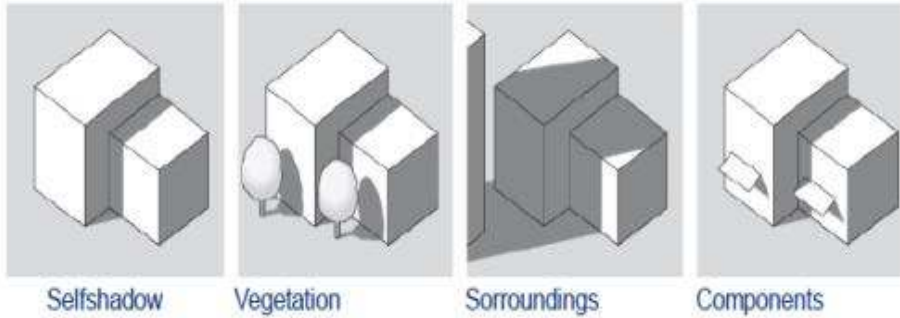
Anlagenplanung

Einflussfaktoren für PV Fassaden

Diffuse light



Shadows



➤ Verschattung:

- Einflussfaktor bei der elektrischen Verschaltung
- Auslegung der DC Wechselrichter
- Verstringung

Anlagenplanung

Einflussfaktoren für PV Fassaden

➤ Nennleistung

- Die Nennleistung eines Solarmoduls ist die herstellerseitig gemessene Leistung.
- Das Solarmodul wird vor der Auslieferung in eine Leistungsklasse eingestuft.
- **Nennleistung je Modul → kWp (STC)**
- STC = Standard Test Conditions
(25 °C Modultemperatur, 1000 W/m²
Bestrahlungsstärke und einer Luftmasse 1,5

AM)

Beschriftung: Wp je Modul
Wp/m² (leider noch nicht)



➤ Beispiel:

Standort: Baunatal
Globalstrahlung: 1000 kW/m² a
Südfassade: 70 % der Globaleneinstrahlung

1000 kW * 70 % : **700 kW/m² (Süd Fassade) a**

Nennleistung: 123 Wp (Modul)
Modulgröße: 1980 x 580 = 1,15 m²

Nennleistung: 123 Wp / 1,15 m² = 106,9 Wp/m²

Für **1 kW Nennleistung** sind **9,35 m² Module** zu installieren.

* Alle Werte sind exemplarisch für das Beispiel.

Anlagenplanung

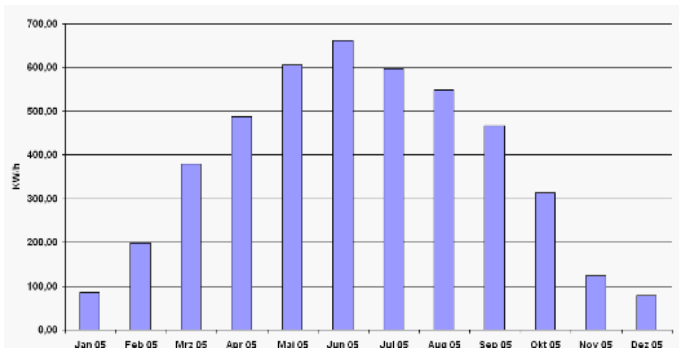
Einflussfaktoren für PV Fassaden

➤ Ertrag:

- der Ertrag beschreibt die Jahresernte an
- solaren generierten Strom – Wp a bzw. kWp a

➤ Beeinflussende Faktoren:

- Sonnenstunden / Wetter
- Modultechnik
- globale Lage der Anlage
- lokale Ausrichtung der Module
- Verschattung
- Verschaltung (Verstringung)
- Wechselrichter



➤ Beispiel:

Standort: Baunatal
Globalstrahlung: 1000 kW/m² a
Südfassade: 70 % der Globaleneinstrahlung

1000 kW * 70 % : **700 kW/m² (Süd Fassade) a**

Nennleistung: 123 Wp (Modul)
Modulgröße: 1980 x 580 = 1,15 m²

Nennleistung: 123/1,15 = 106,9 Wp/m²

Für **1 kW Nennleistung** sind **9,35 m² Module** zu installieren.

Ertrag: 106,9 Wp/m² x 700 kW m² /a
= **74,8 kWh/ a je kWp**

In unserem Beispiel generiert die Anlage 74,8 kWh Strom im Jahr, je qm Anlagenfläche.

Je installiertes kWp Nennleistung kommen wir auf 700 kWh/a.

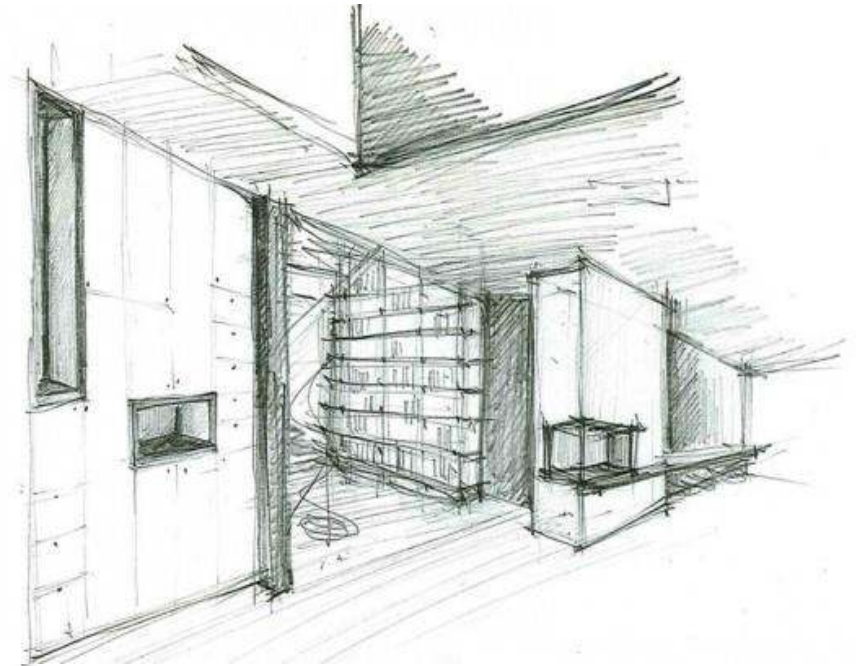
* Alle Werte sind exemplarisch für das Beispiel
Ohne Bewertung der lokalen Verluste Anlagenseitig

Anforderungen

Der Entwurf ist nicht diskutierbar

➤ Anforderung aus dem Entwurf:

- Entwurfsraster der Fassade
- Farbgestaltung: homogene Module, Farbanpassung
- baurechtliche Klarheit / Systemklarheit
- Fensterfugen aufgreifen
- Details sind zu lösen
- keine sichtbare Technik



Anforderungen

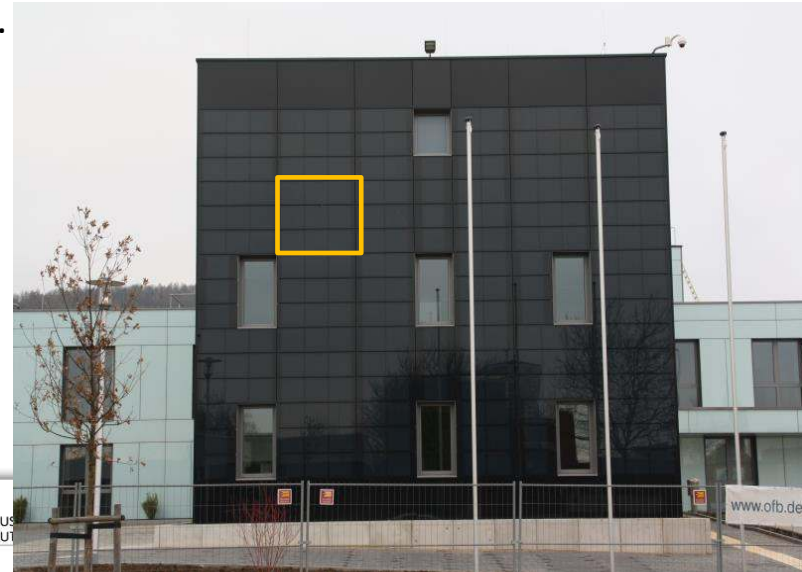
Der Entwurf ist nicht diskutierbar

➤ Anforderung aus dem Entwurf:

▪ Entwurfsraster der Fassade

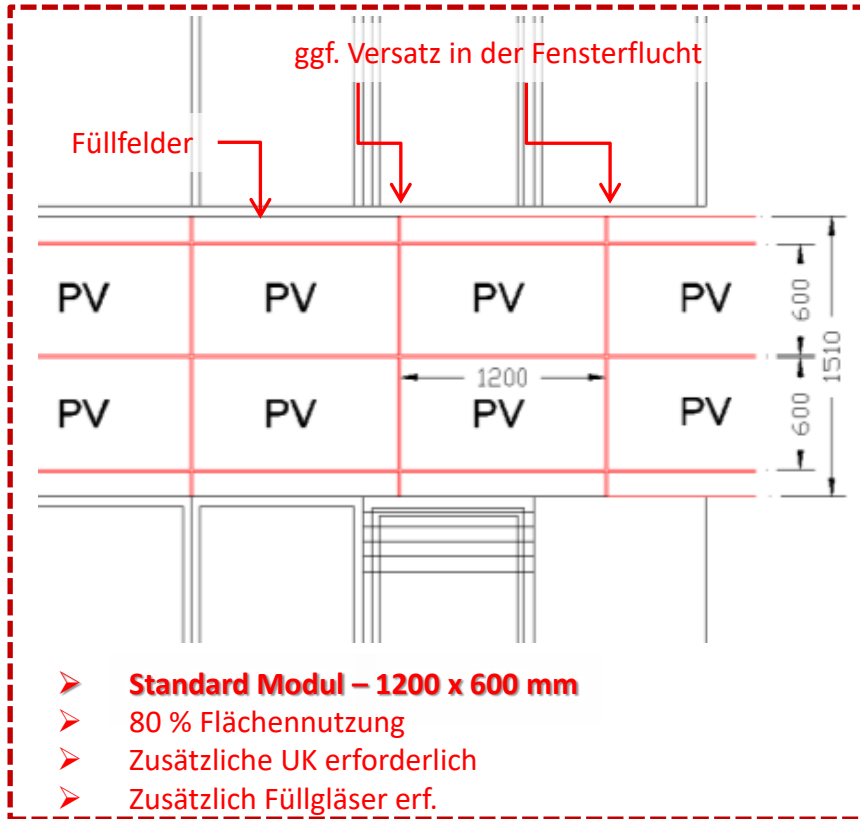
Die Fugen Einteilung der Fassade gründet auf einer Rasterung 2000 x 1770 mm.

Diese Rasterung konnte aufgegriffen werden mit 3 übereinander gelegten Modulen 2000 x 580 mm.

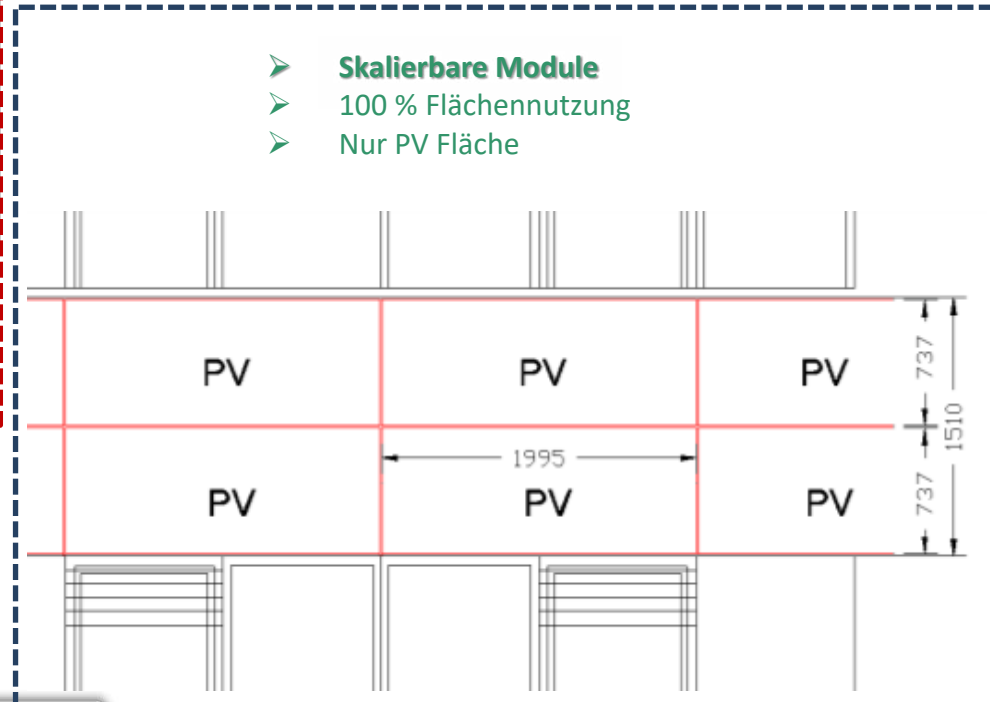


Skalierbare Module

Standard ist kaum umsetzbar



- **Vorteile von großformatig skalierbaren Modulen:**
- exemplarisch am Beispiel einer Fensterbrüstung
- 100% Anpassung an Entwurf möglich
- weniger UK notwendig
- weniger Verkabelung da weniger Module St. / m²



Hintergrund:

Die Dünnschichtzelle wird auf einem Substratglas abgeschieden (Prozesstechnik).

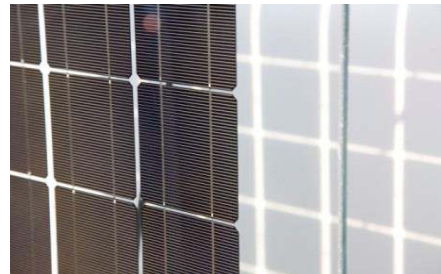
Substratgröße = Modulgröße

1200x600mm bzw. 1200x500mm

Modultechnik

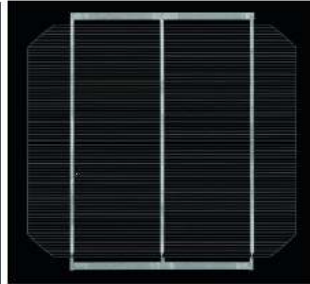
Lithodecor Varianten

Standard Module	Einheit		Mono Kristallin 	Dünnschicht 
Herkunft			Deutschland	Deutschland
Technik			Monozellen	CIGS - Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid
Oberfläche Farbe (Standard)			Wafer / schwarz	Schwarz in Nadelstreifenoptik
Farbwahl / Transparenz			Ja / Ja	ja / Ja
Modulgröße (Standard)	mm		2200 x 1000	1200 x 600 (0,72 m ²)
Skalierbarkeit*	mm		Ja	Ja – max. < 2000 x 600
Moduldicke	mm		10 – 12 mm	10 mm
Tragende Scheibe			TVG (Rückglas)	TVG (Frontglas)
Rahmen			ohne	ohne
Haltesystem			LITHO Glassic	LITHO Glassic
Brandklasse			B s1,d0	B s1,d0
Nennleistung	Pmpp	Modul		100 Watt / Modul
		m ²	165 Watt / m ²	138 Watt / m ²

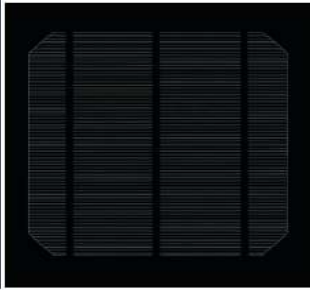


Moduldesing

Variablen



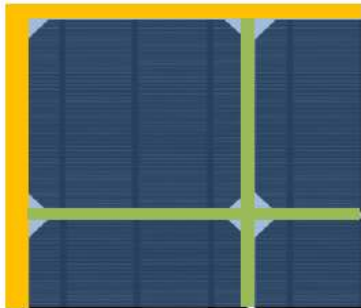
Kristalline Zelle mit sichtbarer Verschaltung. Verschaltung erfolgt über silberene Leiterbahnen (3 bis 5 je Zelle)



Kristalline Zelle mit abgedeckter Verschaltung.

Zellen*	Breite / Höhe
2	366
3	525
4	684
5	843
6	1.002
7	1.161
8	1.320
9	1.479
10	1.638
11	1.797
12	1.956
13	2.115
14	2.274
15	2.433
16	2.592
17	2.751
18	2.910

Moduldesing



- Zelle:
- Zellabstand:
- Glasrand:

jede Zelle hat eine Größe von 157 mm x 157 mm.
Es werden min. 2 mm Zellabstand zur nächsten Zelle benötigt.
Der Umlaufende Glasrand muss min. 25 mm betragen

Der Zellabstand und auch der Zellrand können jeweils größer ausgeführt werden.

Beispiel: 4 Zellen in der Höhe x 3 Zellen in der Breite

Höhe = 4 x 157 mm (Zelle) + 3 x 2 mm (Zellabstand) + 2 x 25 mm (Rand)
Höhe = 684 mm

Breite = 3 x 157 mm (Zelle) + 2 x 2 mm (Zellabstand) + 2 x 25 mm (Rand)
Breite = 525 mm

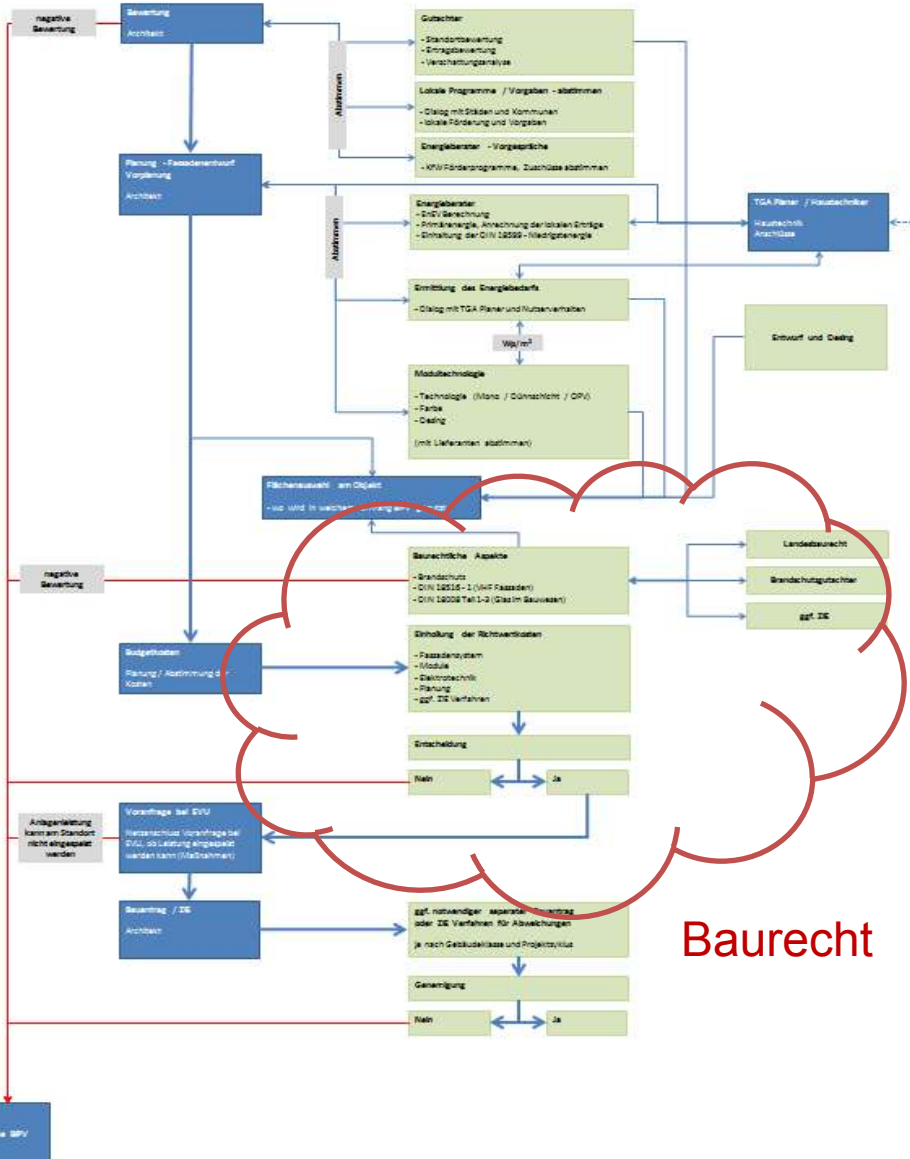
** ideale Aufteilung*

Das BiPV Fassadensystem

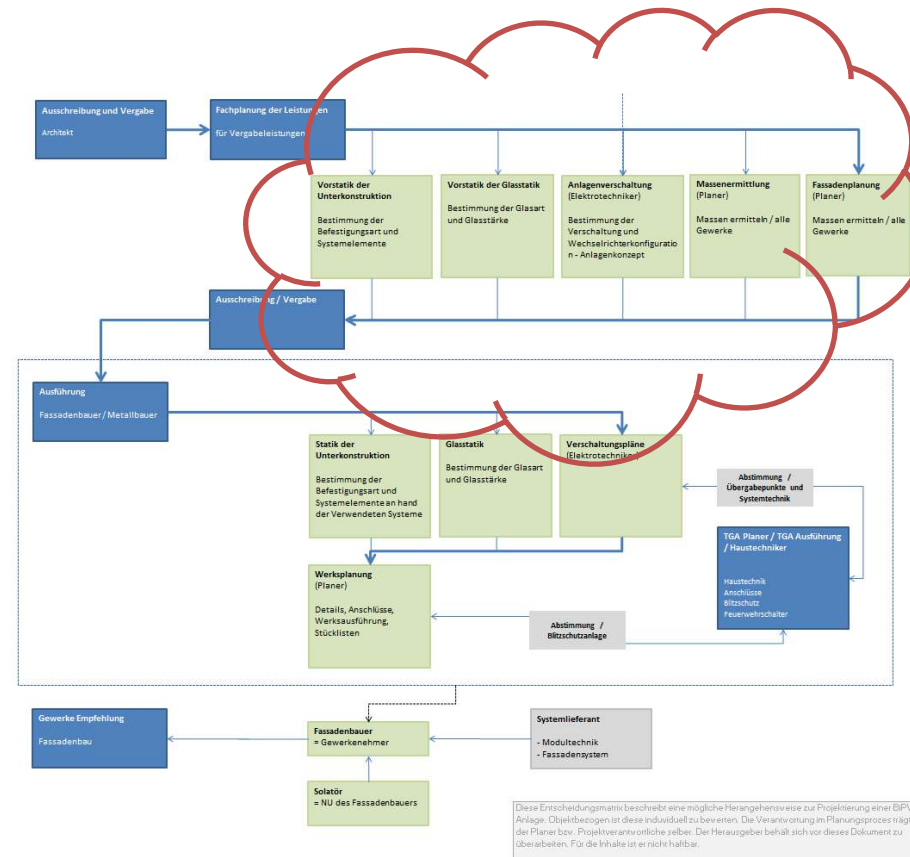
Etwas mehr als eine Glasfassade



Entscheidungsmatrix - BiPV Projekte



Ausführung



Diese Entscheidungsmatrix beschreibt eine mögliche Herangehensweise zu Projektierung einer BiPV-Anlage. Objektbezogen ist diese individuell zu bewerten. Die Verantwortung im Planungsprozess trägt der Planer bzw. Projektverantwortliche selber. Der Herausgeber behält sich vor dieses Dokument zu überarbeiten. Für die Inhalte ist er nicht haltbar.

Ein Objektbeispiel...

Unser Service für Sie in der Planungsphase



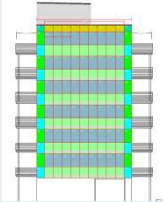


Aufteilungsvorschlag

295m² - 145,1 Wp/m² → 42.830 kWp → 17.940 kWh/a



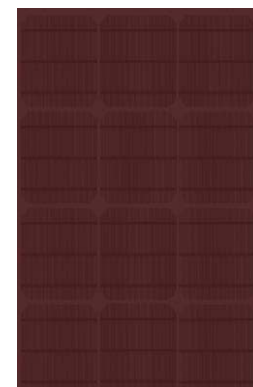
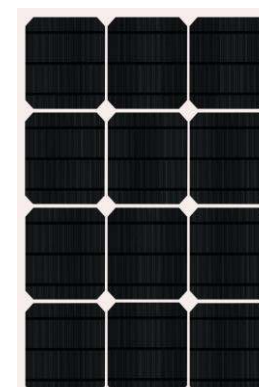
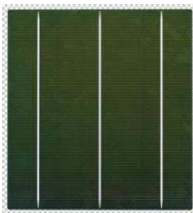
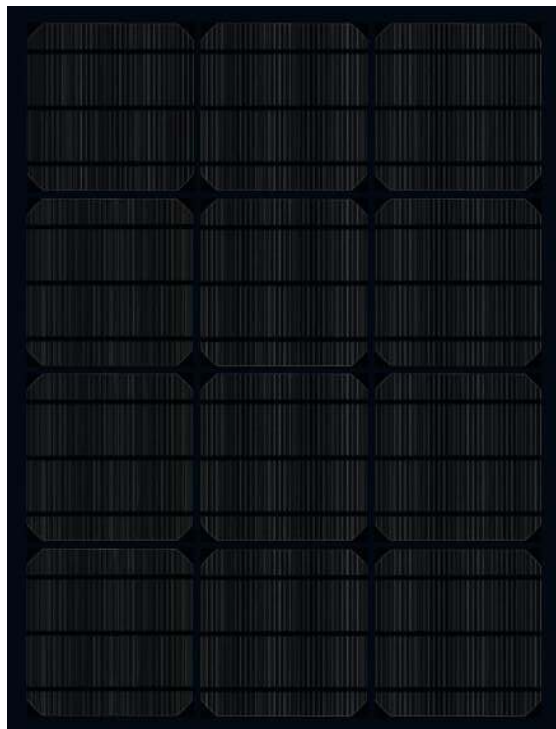
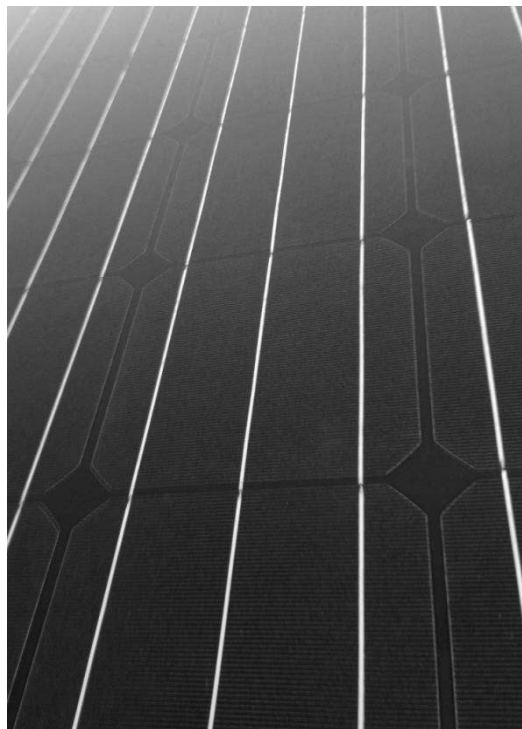
Bewertung der Fläche

Leistungsübersicht

		Süd	West	Ost	Summe
Fläche	m ²	198,9	306,1	295,3	800,4
Module	St	143	249	249	641
Nennleistung (auf installierte Deckfläche)	Wp	30581	44451	42830	117864
	Wp/m ²	153,7	145,2	145,0	147,2
Einstrahlung lokal	kWh/m ² /a	820	646	555	
Ertragserwartung	kW/a	18.933	21.680	17.946	58.560
	kW/m ² /a	95,16	70,83	60,7	
					

Modulvarianzen

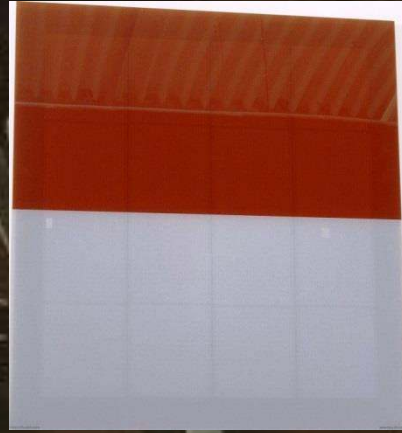
Zellvarianten – Farben und Folien



Digitaldruck auf Innenseite.

Höhere Kosten ca. 20 bis 30%

Niedrigerer Ertrag je nach Farbdicke

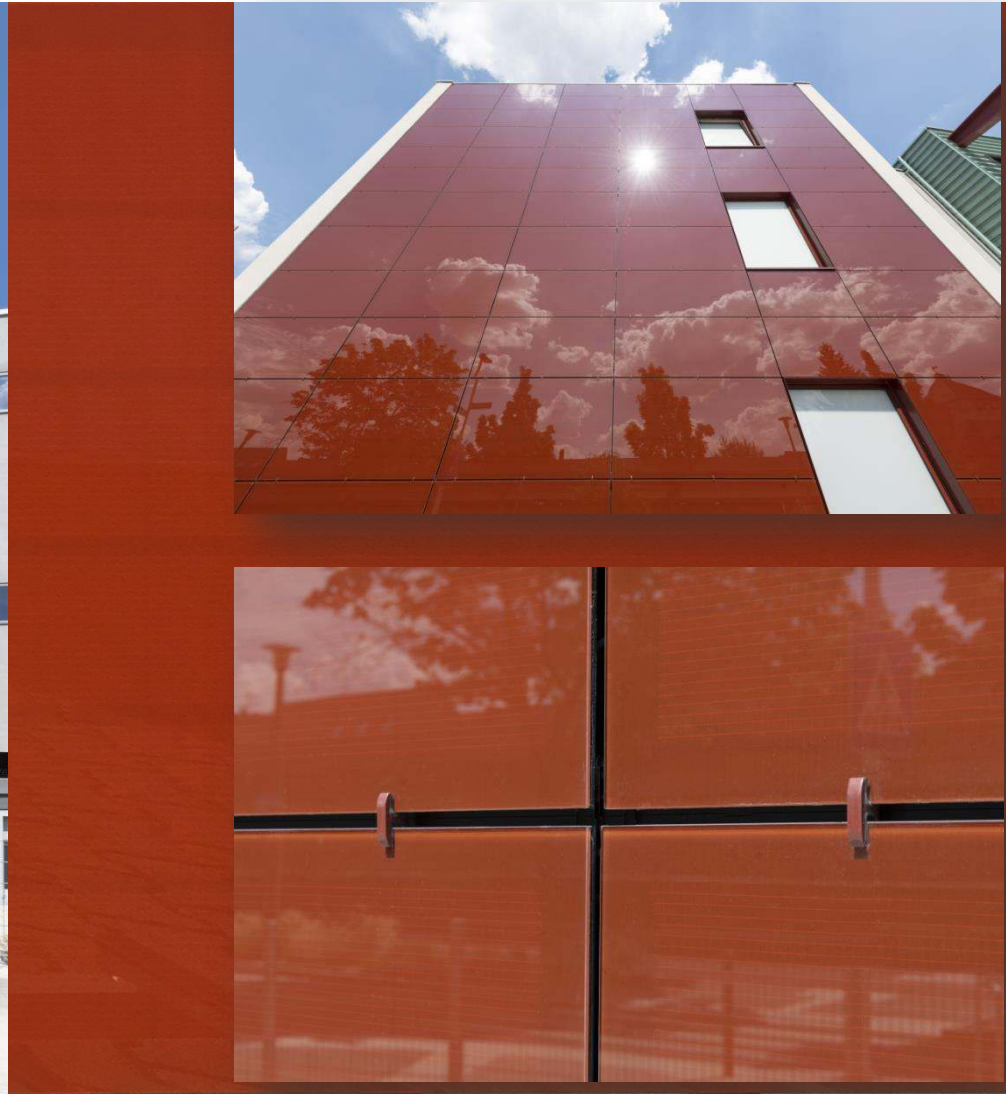


Keine Vision – der Beweis

BV Nürnberg

+11.200 kWh / Jahr

Labenwolf Gymnasium - Nürnberg
Modernisierung 2018



PLUSENERGIE FASSADE®

VHF Fassaden der DAW

PLUS Energiefassaden



- Objektbezogene kompetente Beratung
- Fassadenlösungen für die Anforderungen 2020
- innovativen / nachhaltigen Fassaden
- Umfassender Systemgedanke / Oberflächenvarianzen
- Kombinationsfassaden
- **Gestalten wir gemeinsam die leeren Flächen**



Vielen Dank für Ihr Interesse