

## Multifunktionale GIPV Lösungen Möglichkeiten und Grenzen von Leichtbau-PV

**Manfred Starlinger**  
**Colt International / Overseas Division**

**[Manfred.Starlinger@uk.coltgroup.com](mailto:Manfred.Starlinger@uk.coltgroup.com)**

1. Gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV) – Stand der Technik
2. Auslegungskriterien, Vorgehensweise
3. PV Light – das ‚entglaste‘ Modul
4. Nutzenargumente GIPV in Verbindung mit Sonnenschutz
5. Schlussfolgerung

# 1. Gebäudeintegrierte PV – Stand der Technik



## FAKTEN

Ostf. – 60 vertikale PV Module, 8.8 kWp

Südf. – 192 horizontale PV Module, 20.4kWp

Westf. – 60 vertikale PV Module, 8.8 kWp

Monokristalline Solar Zelle, Sunpower A-300 (5“)

Nordf. – starr angeordnete eloxierte Lochbleche

Nachgeführt: 5+12+5 thermohydraulische Antriebe

Inbetriebnahme: Dezember 2007

Architect: Polshek Partnership and Ismael Leyva

# 1. One Riverhouse Terrace – Battery Park, NY

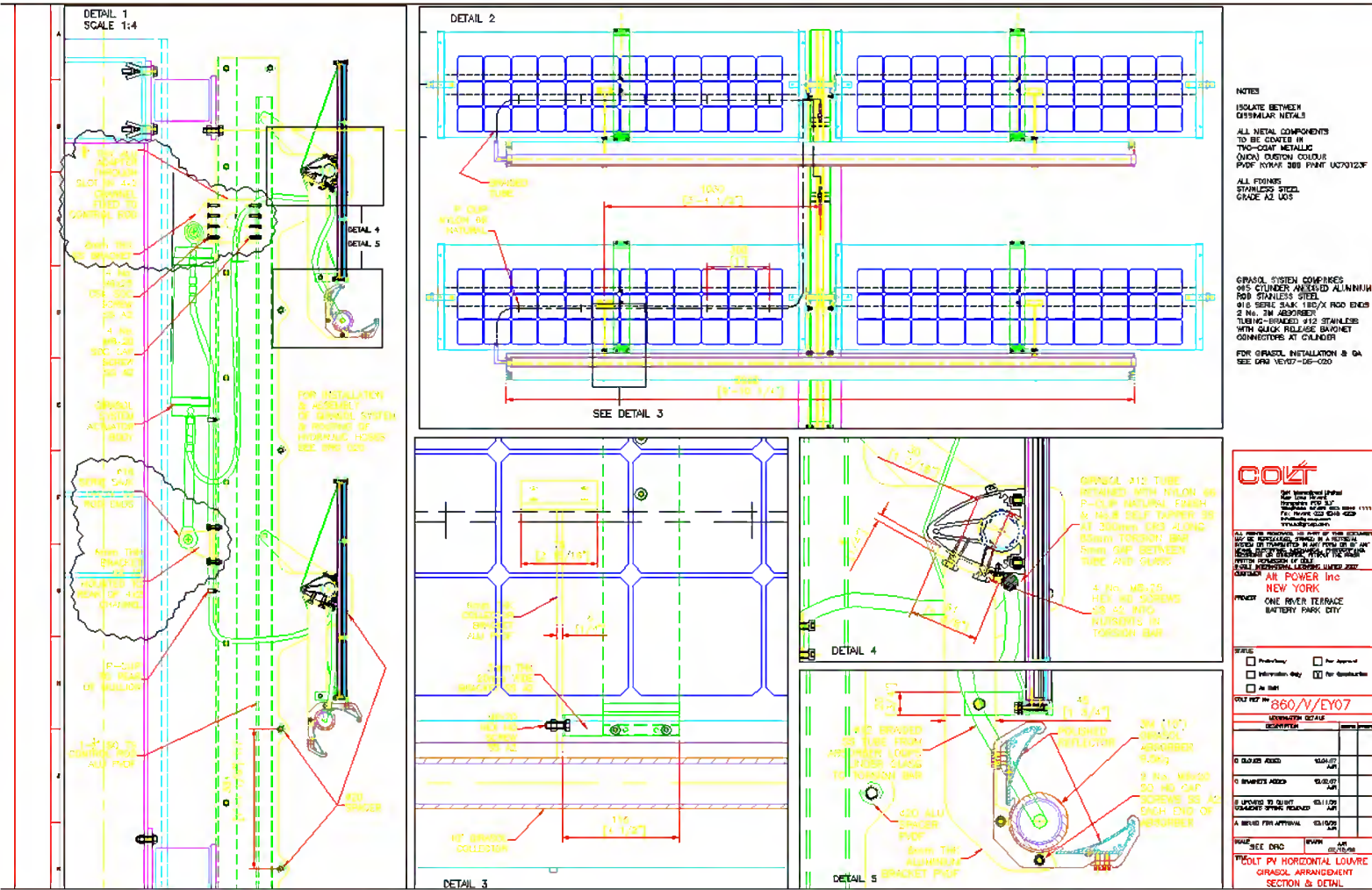


Letztlich entscheidet auch eine qualifizierte Montage über Erfolg oder Misserfolg!

Architect: Polshek Partnership and Ismael Leyva

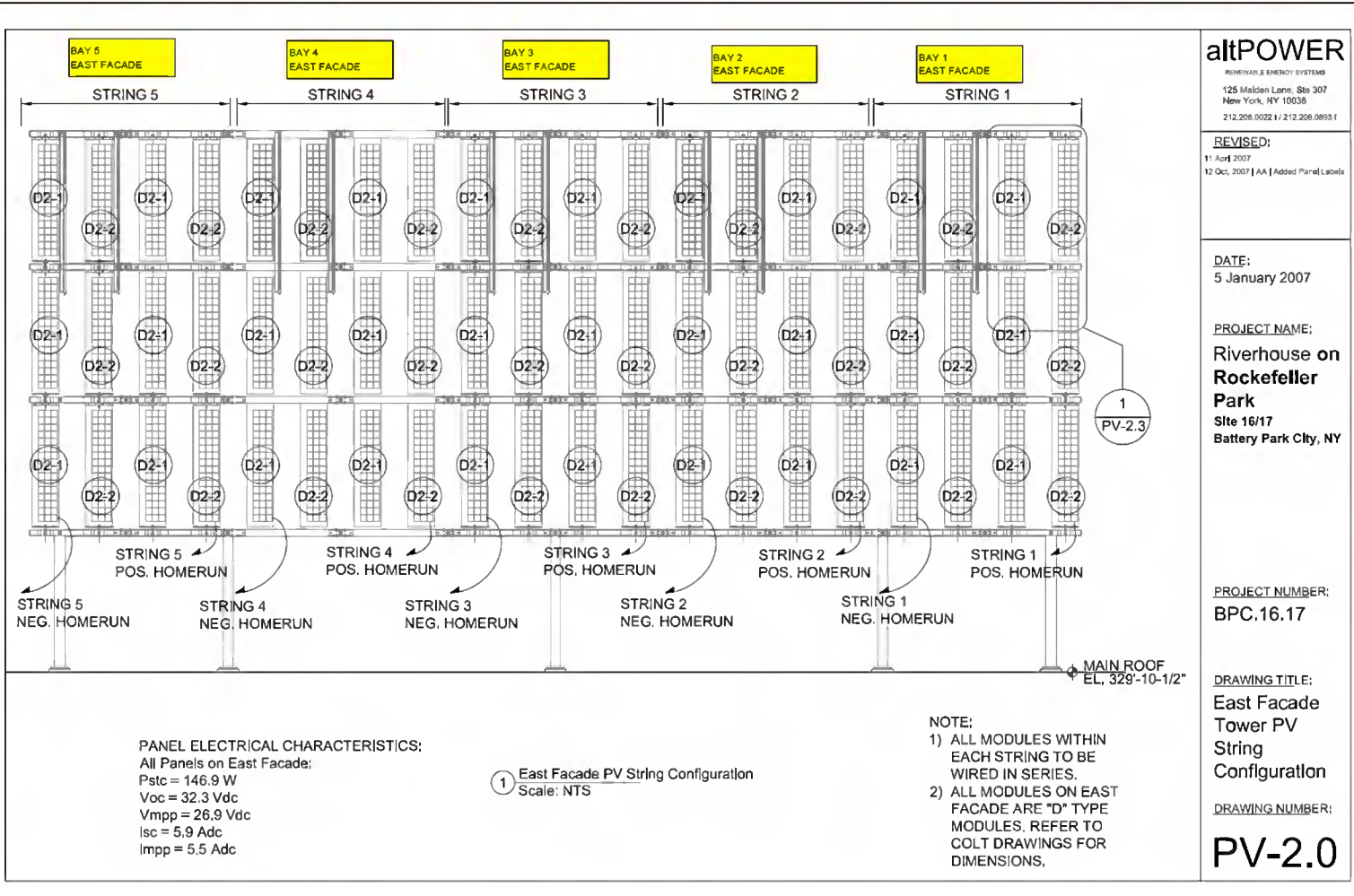


# 1. One Riverhouse Terrace – Battery Park, NY



Vertikale Schnitte und Details der Südfassade

# 1. One Riverhouse Terrace – Battery Park, NY



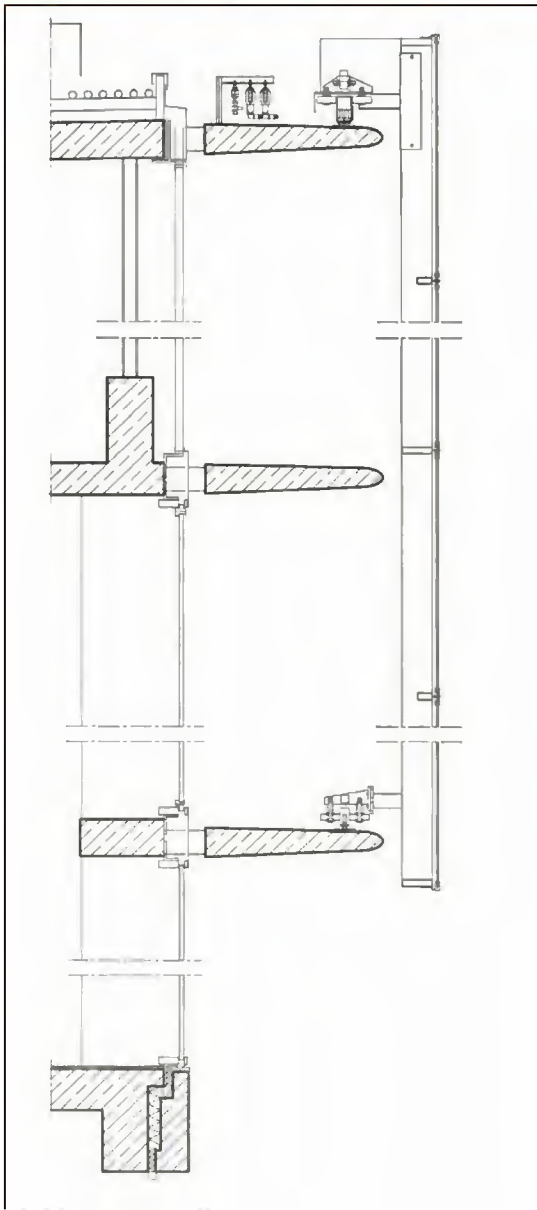
Schaltschema & Stringaufteilung der Ostfassade

# 1. EWE Arena Oldenburg



Architect: ASP Architekten Stuttgart





## FAKTEN

36m langer & 6.7m hoher Solarschild

maßgeschneiderte PV Module, polykristalline Zellen

angeordnet im 60° Bogen

Nachführungsbereich: 200° azimuthal

Installierte Leistung: 14.76 kWp

Durchschnittlicher Energieertrag pro Jahr: 10.500 kWh

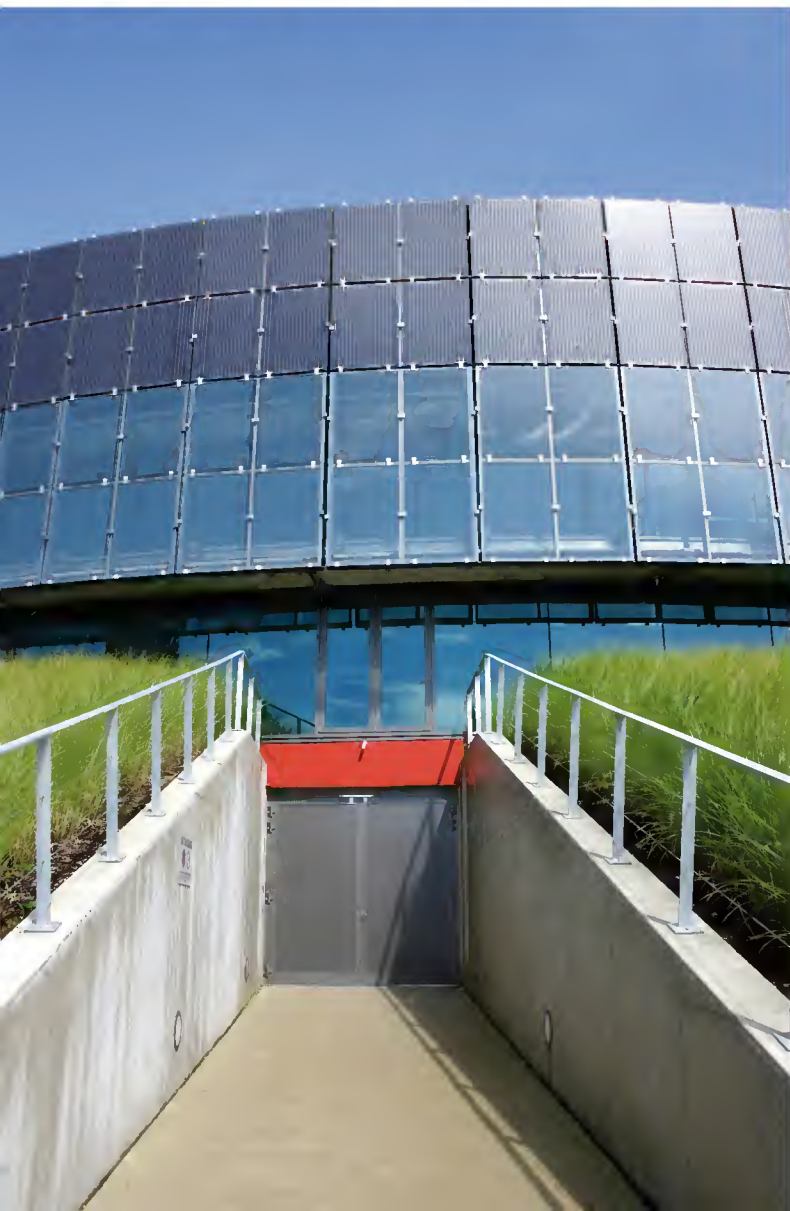
3-Phasen AC Motor verfährt der Schirm

Netz- und Leistungseinspeisung für Motor über  
Stromschienen

Inbetriebnahme im Juni 2005



# 1. EWE Arena Oldenburg



Detail zeigt die Glas-/ Modulaufnahme

# 1. Fa. Grunewald, Bocholt

COLT







# 1. Q-Cells Bürogebäude, Bitterfeld-Wolfen



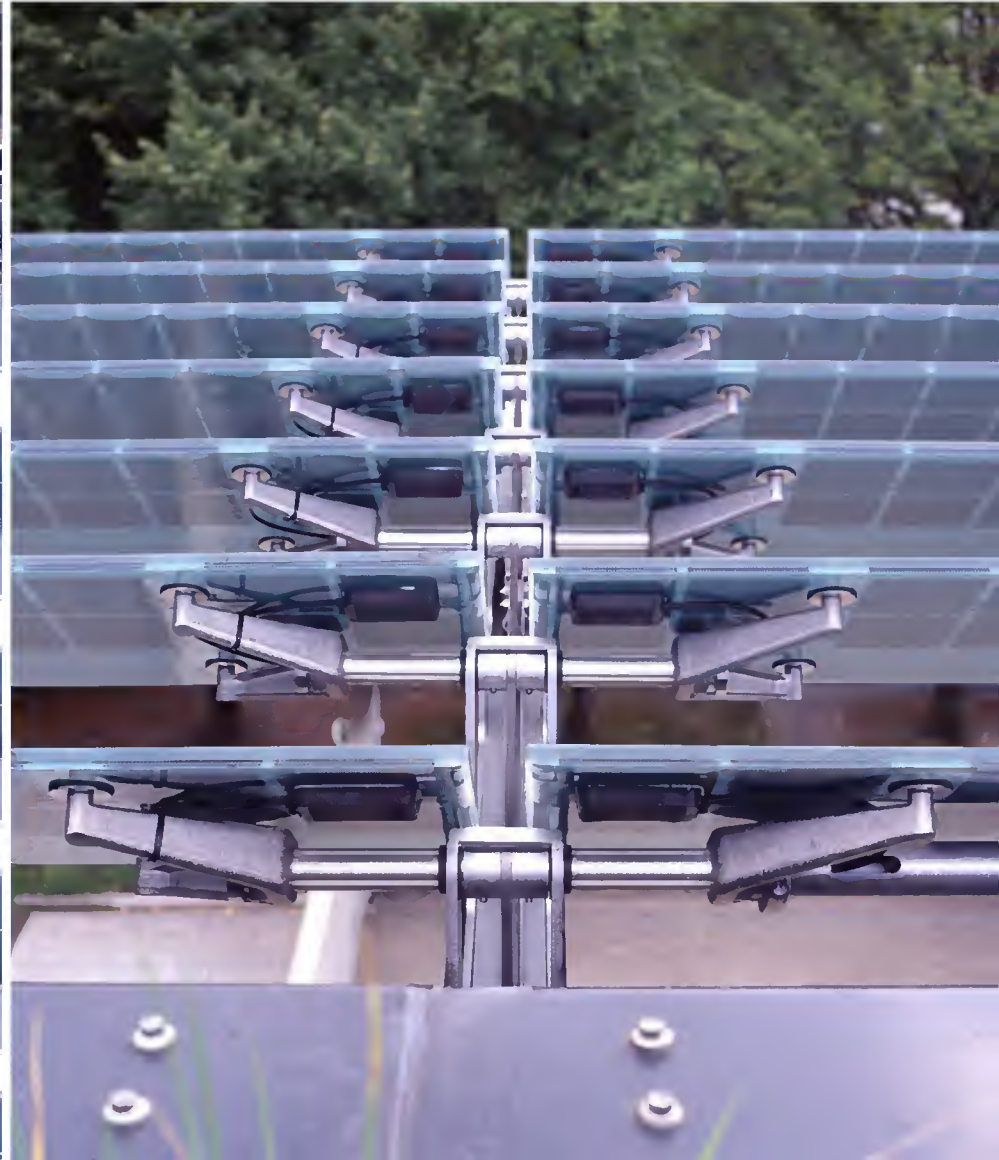


# 1. Hannover Congress Centre HCC





# 1. Hannover Congress Centre HCC

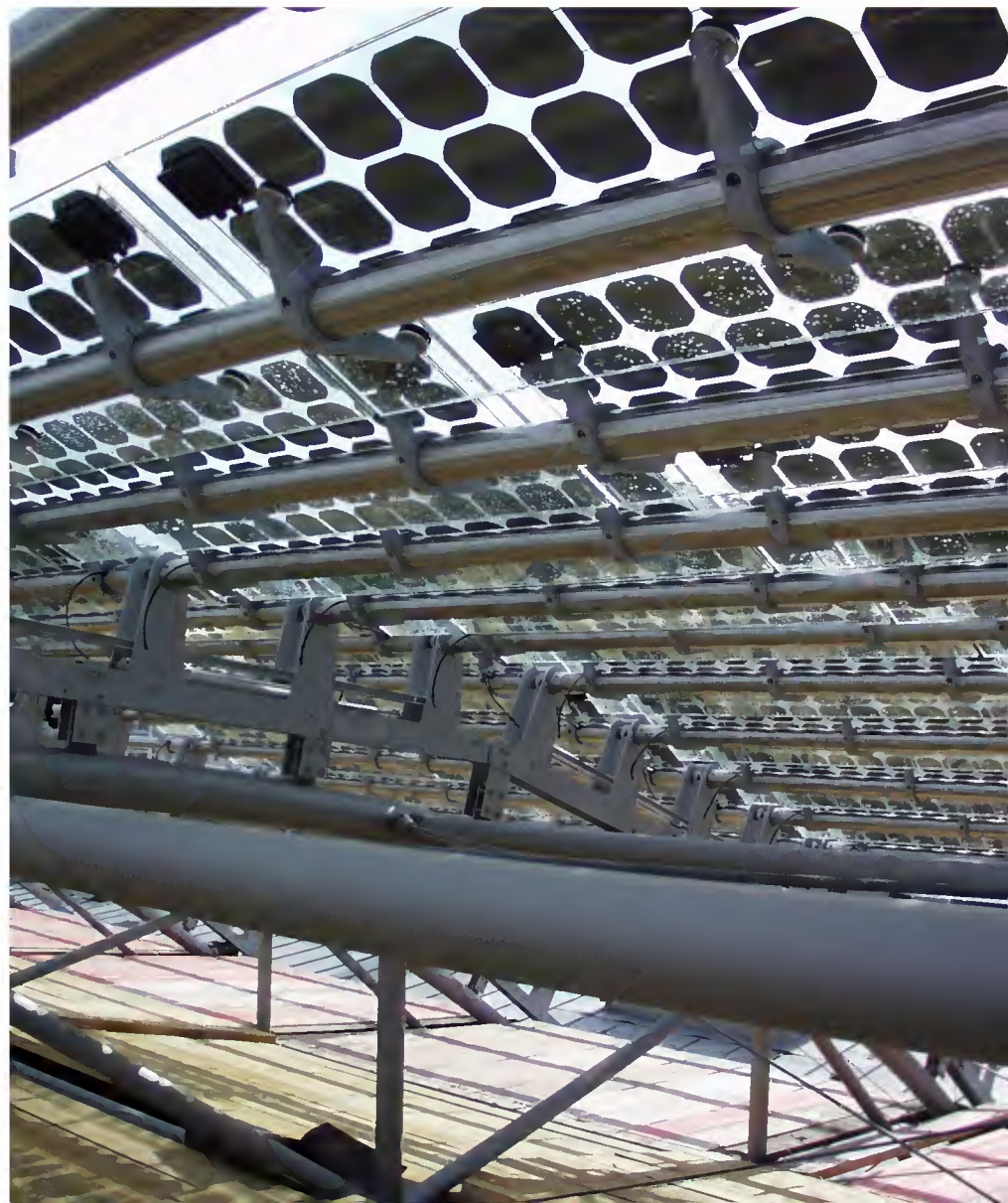


# 1. BMJ, Berlin





# 1. BMJ, Berlin





## 2. Auslegungskriterien, Vorgehensweise

Gespräch mit dem Architekten suchen (main driving force)

Konzepte werden erarbeitet und in den Gebäudeentwurf eingebunden,  
unter Berücksichtigung von Leistungskennzahlen und Kosten

Wahl des Systems

Statische und gegebenenfalls dynamische Auslegung erfolgt

Eigengewicht

Windlast (z.B. nach DIN 1055, BS6399, Eurocode, IBC etc.)

Schneelasten

Eislasten

Wartungs- und sonstige Verkehrslasten

Seismische Lasten

Unzulässige Lasteinbringung

PV Performance (PV Layout, WR Konzept, Ertragsabschätzung)

Verschattungsanalyse

Verkabelungsschema gemäss NEC

- Mechanische Schnittstellen und Lasteinleitung unter Berücksichtigung von Gebäudetoleranzen
  - Thermische Längenänderungen (Fest-/ Loslagerprinzip!)
  - Geschossbewegungen (Setzen des Gebäudes)
- Überkopfrichtlinien (falls anwendbar)
- Wartung & Anlagenzugang

## 2. Auslegungskriterien, Vorgehensweise

### Beispiel von unzulässiger Lasteinleitung / Norwich Market



### Standsicherheitstests



Test einer 10+8 VSG Scheibe

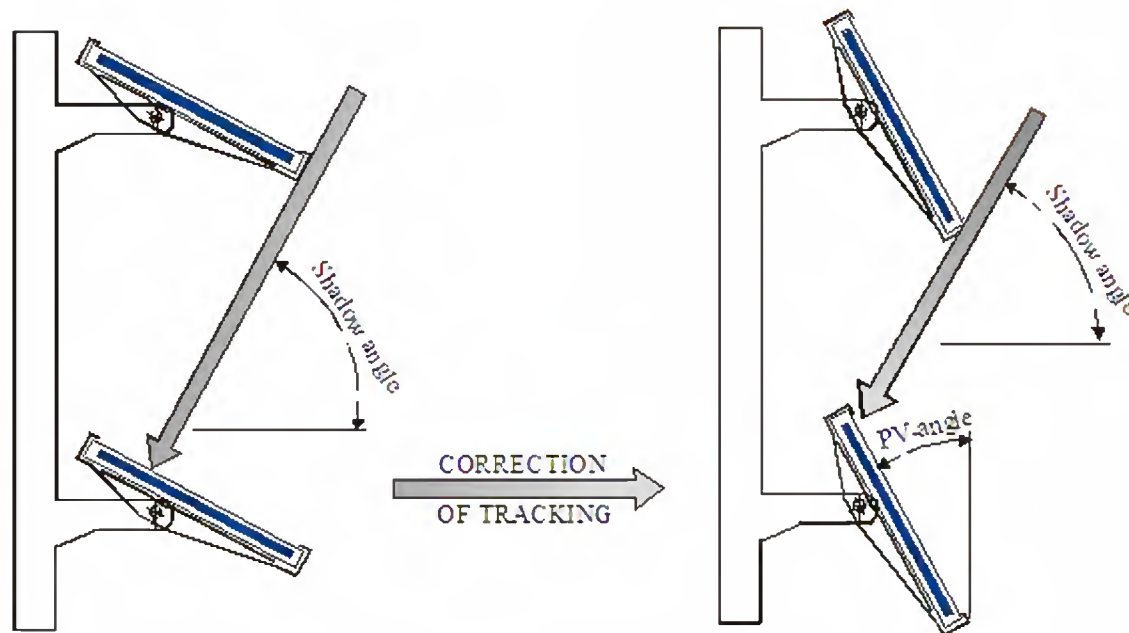


Resttragfähigkeitstest eines 10mm PV Moduls



## 2. Auslegungskriterien, Vorgehensweise

Warum Nachführung wichtig und nützlich ist!



## Harter Kriterienkatalog

Das Lamellensystem hat den folgenden Anforderungen zu genügen:

- Effektiver Wärmeschild, der Strahlungslasten (direkte Sonnenstrahlung) weitgehend aus dem Gebäude raus hält, konsequenterweise ergibt sich dadurch eine Reduzierung oder ein vollständiger Verzicht von Klimatisierung.
- Effiziente Wandlung der abgewehrten Sonnenstrahlung in umweltfreundlichen, erneuerbaren Strom.
- Wahrung der Tageslichtqualitäten, die zu mehr Komfort und einer Verminderung der Kunstlichtenergie führen.
- Leichtgewichtige Systemstrukturen, die den einfachen mechanischen Anbau an jeden beliebigen Fassadentyp ermöglichen.
- Schaffung eines Gebäudehüllelements, welches gleich einer Membrane Luft, Licht sowie Energieflüsse komfortabel, aber Energie minimierend koordiniert.
- Kreierung eines attraktiven, architektonischen Bauelements, das dem Planer ästhetisch gelungene und einfach planbare Lösungsvarianten bietet.

### 3. PV-Light – das ‘entglaste’ PV Modul

#### Relevante Planungsgrößen

- Solarzellgrößen: 1002 / 1252 / 1562
- Solarzelltypen: mono / poly / CIS
- Lamellengrößen: Tiefen: 400 mm / 460 mm / 600 mm / 1200 mm  
Breiten: gemäß Gebäuderaster, bis maximal 3600 mm
- Typische Gesamtsystemgewichte  
(am Beispiel eines 2,5 m Gebäuderasters sowie einer 460 mm tiefen Lamelle)
  - reines Folienlaminat:  $\approx 15 \text{ kg/m}^2$
  - 3 mm Glasvariante:  $\approx 22 \text{ kg/m}^2$
- GHG (greenhouse gas) Reduzierung:  $> 50\%$  (in Kombination mit Niedrigenergiebauweise)
- Energieeinsparung durch RUE (rational use of energy):  $> 50\%$  (in Kombination mit Niedrigenergiebauweise)
- Anteil von erneuerbaren Energiequellen (RES):  $> 60\%$  (in Kombination mit Niedrigenergiebauweise) bis zu 100% Deckung für Passivhaus-Standard

# 3. PV-Light – das ‘entglaste’ PV Modul



## Relevante Planungsgrößen

Zertifizierung / Gewährleistung

3 mm PV-Lamellenvariante: IEC 61215-zertifiziert, Gewährleistung beträgt 10 Jahre bei 90%, 20 Jahre bei 80% der energetischen Leistung

reines Folienlaminat: befindet sich zur Zeit in der Erprobung und

Vorzertifizierungsphase

(Stand 2007!)



### 3. PV-Light – das 'entglaste' PV Modul

Aufbau



### 3. PV-Light – das 'entglaste' PV Modul

Detail der Lamelle

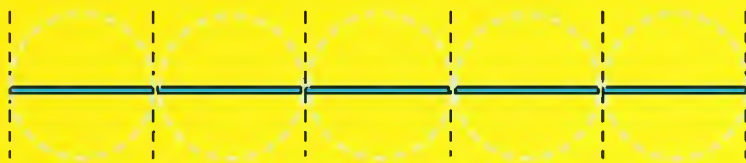




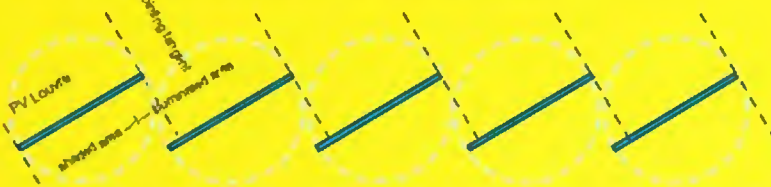
# 3. PV-Light – das ‘entglaste’ PV Modul

## Gleichlauf- und Gegenlaufnachführung

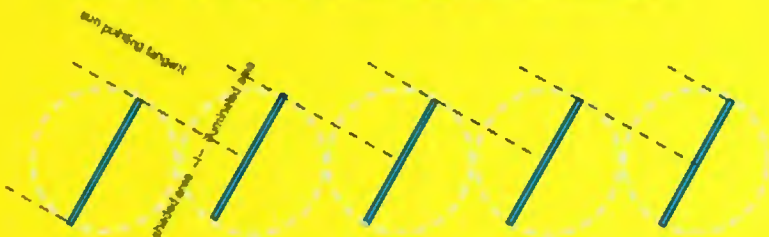
### Conventional Sync. Tracking Louvres



PV louvres are forming one closed plane.



About 14 % of the PV louvre area is self-shaded.



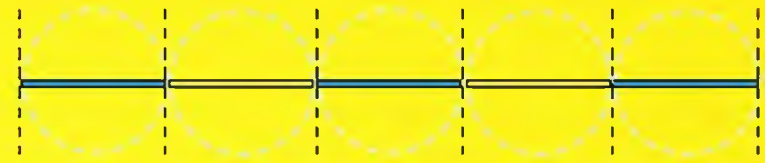
50% of the PV louvre area is self-shaded.

Note: In practice the louvres are only partially covered with PV cells. The total tracking range is limited to 60°, due to the asymmetric construction. If the cell strings are series connected, back-tracking has to be applied, to avoid mismatch losses.

### Counter Tracking Louvre Technique\*

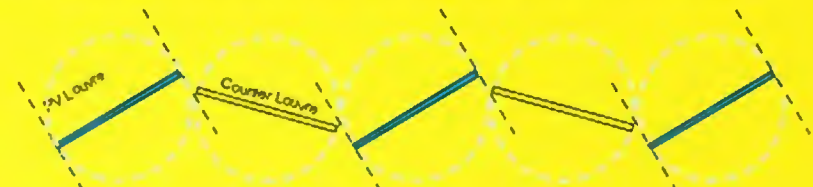
Tracking angle

0°



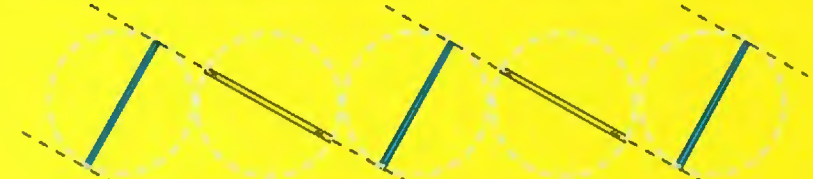
PV and counter louvres are forming one closed plane.

30°



PV louvres are facing the sun without shading. Counter louvres are at approx. 15° for solar control.

60°



PV louvres are facing the sun without shading. Counter louvres are at 30° for solar control.

Note: Due to the symmetric construction a total tracking range of 120° is possible without self-shading effect. The total area of the PV louvres can be covered with cells.



# 3. PV-Light – das ‘entglaste’ PV Modul

## Mögliche Energieerträge

### SOLARER ENERGIEGEWINN – SIMULIERTE ERGEBNISSE

Die u.a. Tabelle zeigt die Computersimulation der solaren Einstrahlung in PV-Modul-Ebene. Die Ergebnisse sind auf eine unter 30° zur Horizontalen geneigten und Süd ausgerichteten fest installierten PV-Anlage für zwei typisch europäische Klimazonen (heiß und gemässigt) normiert.

<b>PV GI (gebäudeintegriert)</b>	Fassade Süd	Fassade West/Ost	Dach Süd	Flachdach horizontal
Systemausrichtung	vertikal	vertikal	30°	0°
Systemneigung	horizontal	horizontal	Nord- Süd	Nord- Süd
Ausrichtung der Achse				
<b>Zentraleuropäisches Klima</b>				
100% = 1145 kWh/m <sup>2</sup> a				
feststehend	69 %	54 %	100 %	89 %
STL	79 %	64 %	103 %	90 %
CTL	98 %	76 %	122 %	112 %
CTL Vorteil (in Prozent)				
CTL vs STL	23 %	18 %	20 %	24 %
CTL vs Fix	42 %	41 %	22 %	27 %
<b>Südeuropäisches Klima</b>				
100% = 1807 kWh/m <sup>2</sup> a				
feststehend	65 %	52 %	100 %	88 %
STL	69 %	56 %	102 %	91 %
CTL	92 %	70 %	125 %	114 %
CTL Vorteil (in Prozent)				
CTL vs STL	33 %	26 %	22 %	24 %
CTL vs Fix	42 %	35 %	25 %	30 %

CTL = Gegenlaufnachführtechnik  
STL = Synchroner Lamellennachführung

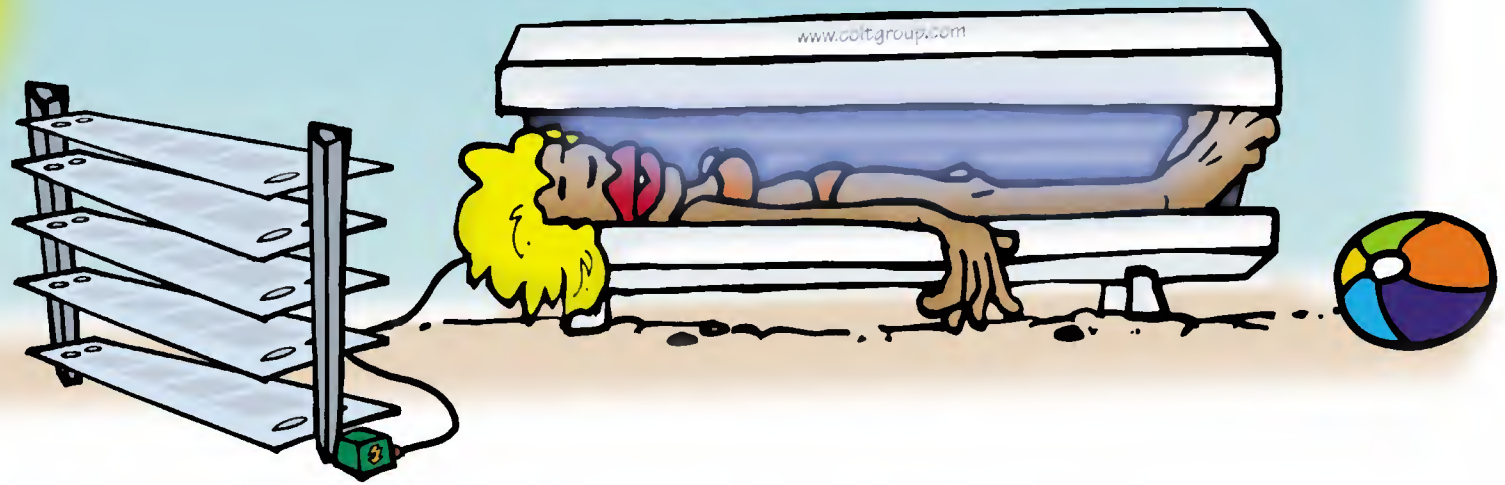
Quelle: ZSW, Stuttgart

## Grenzen der Anwendung für die Lamellentechnik

- Spannrahmentechnik in der Praxis aufwendig in Fertigung und Montage
- keine Kostenvorteile
- Gewichtseinsparung wird durch Rahmen teils kompensiert
- Kunststoff in der Außenanwendung am Gebäude – Akzeptanzproblem bei Architekten
- Widerstandsfähigkeit Witterung / Trommeleffekt bei Regen
- Ästhetik – Akzeptanzproblem bei Architekten

- Erzeugung von Solarstrom
- Reduzierung der äußeren Wärmelasten
- Blendungsbegrenzung
- Reduzierung der Kühllasten
- Gößere Glasflächen können konzipiert werden
- Sichtverbindung nach außen
- Privacy
- PV ästhetisch integriert
- keine Standardmodule – projektbezogenes Modullayout
- einzigartige Gebäude





**People work better in Colt conditions**