



## Planung und Bau von PV- Fassaden

Samuel Summermatter

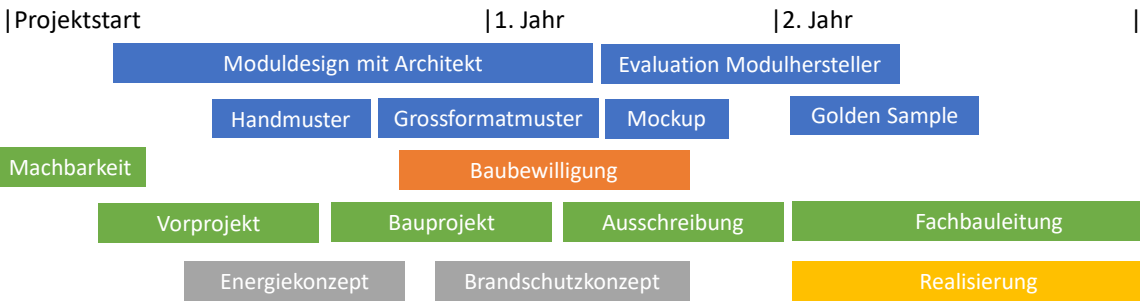


17. November 2022

### Inhalt Planung und Bau von PV- Fassaden

- Projektablauf
- Moduldesign
- Konstruktion
- Statik
- Qualitätskontrolle
- Baustelle und Montage

Projektablauf Fassadenplanung (Neubau)



- Integraler Planungsprozess mit diversen Schnittstellen
- Langer Bemusterungsprozess
- Abhängigkeiten zu Energiekonzept
- Brandschutzkonzept abhängig von behördlichen Entscheidungen
- Feine Abstimmung mit Baufortschritt wichtig

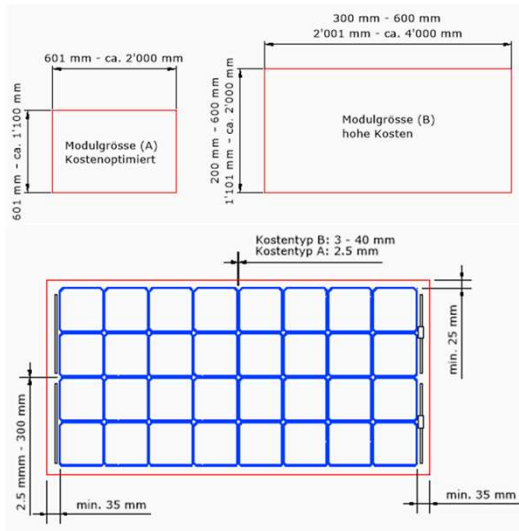
Moduldesign - Solarzellen



Quelle: <https://www.rena.com/en/products/large-wafer-wet-processing>

Zellen definieren das Modulraster. Zellformate können sich während dem Planungsprozess ändern.

## Moduldesign - Modulgrösse



### Dimensionen sind abhängig von:

- Zelltypen
- Modulhersteller
- Verkapselungsverfahren

### Zusätzliche Hinweise:

- Spezialformen und Kleinmodule sind oft als Dummies sinnvoller
- Gerade Anzahl von Zellreihen sind einfacher zu verschalten
- Bei ungerader Zellanzahl muss der Randabstand seitlich ebenfalls min. 35 mm betragen

*Darstellungen nicht allgemein gültig aber hilft bei der ersten Eingrenzung.*

5

Planung und Bau von PV-Fassaden | Solar-Update | 17.11.2022 | Samuel Summermatter | BE Netz AG

## Moduldesign – Oberfläche



Floatglas

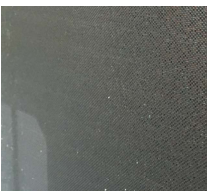


Solarglas



Satiniertes Glas

Quelle: Fachbuch Photovoltaikanlagen, Christof Bucher



### Standardoberflächen:

- Solarglas
- Floatglas (-5%)
- Satiniertes Glas (-5%)

### Strukturiertes Glas:

- Prägungen (meist ca. - 5%)
- Walzglas (meist ca. - 5%)

### Partiell satiniert:

- Oberfläche frei den Möglichkeiten im Glasbau

*Strukturiertes Glas ist schwierig zu laminieren*

6

Planung und Bau von PV-Fassaden | Solar-Update | 17.11.2022 | Samuel Summermatter | BE Netz AG

## Moduldesign – farbliche Gestaltung



### Keramische Farben:

- Digitaldruck
- Mehrfarbiger Digitaldruck
- Variation Farbmenge Punktabstand
- Keramisches Einbrennen



### Nanostruktur:

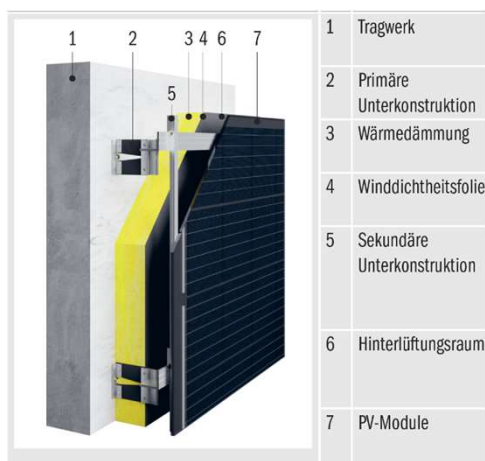
- Chromatische Beschichtung vom Glas (Kromatix)
- Folie mit Nanostruktur (Solaxess)

*Farbtreue bei keramischen Farben ist schwer zu erreichen.*

7

Planung und Bau von PV-Fassaden | Solar-Update | 17.11.2022 | Samuel Summermatter | BE Netz AG

## Konstruktion



Quelle: Fachbuch Photovoltaikanlagen, Christof Bucher

### Befestigungssystem:

- Primärunterkonstruktion
- Sekundärunterkonstruktion

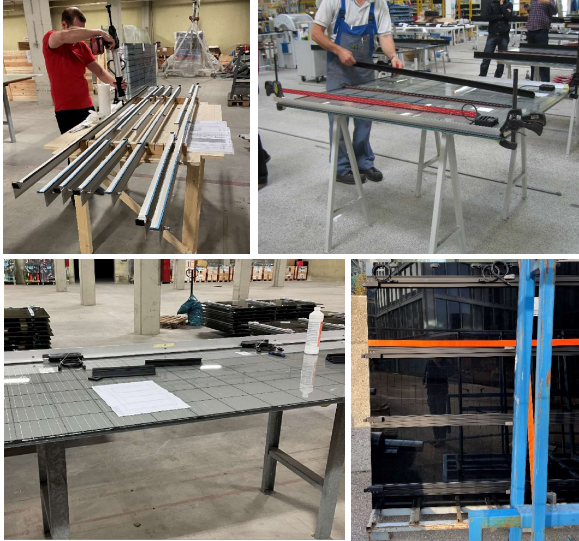
### Modulbefestigung:

- Sekundärkonstruktion geklebt auf der Rückseite
- Geklemmt (Glashalter)
- Eingelegt (Gerahmtes Modul oder geklebte UK)
- Überlappend eingelegt

8

Planung und Bau von PV-Fassaden | Solar-Update | 17.11.2022 | Samuel Summermatter | BE Netz AG

## Konstruktion – SSG Verklebung Backrails



### Structural Sealant Glazing:

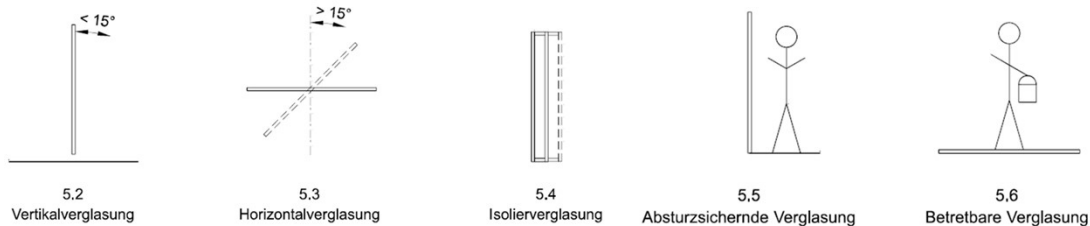
- Sicheres Verkleben von Unterkonstruktion (Aluminium) auf Glas (Solarmodul)
- Lastabtragende Klebverbindung
- Verklebung mittels 2K Silikon
- Nur unter kontrollierbaren Bedingungen möglich (nicht auf der Baustelle)

9

Planung und Bau von PV- Fassaden | Solar-Update | 17.11.2022 | Samuel Summermatter | BE Netz AG

## Statik – Normative Anforderungen Glasbau SIA 2057

### Hauptanwendungsbereiche BIPV (Building Integrated Photovoltaic):



Quelle: Auszug SIA 2057

### Statische Anforderungen (sicheres Bruchverhalten und Resttragfähigkeit) sind zudem abhängig von:

- Gebäudestandort und Gebäudehöhe (Lastberechnung nach SIA 261)
- Glastyp (Härtung, Glasdicke), Modulaufbau (Glas-Folie, Glas-Glas) und Befestigungssystem (allseitig gehalten, geklebt)
- Anwendungsbereich (Nutzflächen nach SIA 261)

10

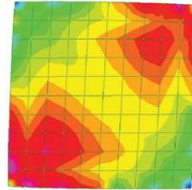
Planung und Bau von PV- Fassaden | Solar-Update | 17.11.2022 | Samuel Summermatter | BE Netz AG



## Statik – Testverfahren mit Unterkonstruktion



DEFORMED SHAPE | 11 STRESS IN +Z SURFACE



### Rechnerischer Nachweis:

- Statische Berechnung
- FEM Simulation

### Test mit Unterkonstruktion:

#### Druck:

- Gewicht zur Belastung
- Luftkissen mit Zugbänder für Schärkräfte

#### Sog:

- Gewichte zur Belastung von hinten (falls mit UK möglich)
- Saugnapf mit hydraulischem Zylinder (dynamische Tests möglich)

Testabläufe beschrieben in SIA 2057.

11

Planung und Bau von PV- Fassaden | Solar-Update | 17.11.2022 | Samuel Summermatter | BE Netz AG

## Qualitätskontrolle

### Konformität:

- Produktgruppenklassifizierung nach EN 61730 „Sicherheitsstandards für PV-Module“: Prüfgrundlage für das CE-Zeichen, beinhaltet Schutzklasse II-Prüfung

### Qualitätskontrolle bei BIPV Modulen:

- Stichprobenkontrolle bei Materiallieferung
  - Optik: Farbgebung, Abdeckung Busbars, Lufteinschlüsse
  - Technisch: Zellverstringung, Anschlussdosen (Typ, Kabellänge, Bypassdioden, DC- Stecker), Flasherdaten
- Einzelprüfung bei Montage
  - Dimensionen, Planarität, optische Mängel
  - DC- Messungen vor Gerüstabbau (meist vor der Inbetriebnahme), um eine korrekte Verschaltung sicherzustellen

Qualitätsanforderungen im Vorfeld zwischen Unternehmer, Lieferant und Bauherrschaft klar definieren.

12

Planung und Bau von PV- Fassaden | Solar-Update | 17.11.2022 | Samuel Summermatter | BE Netz AG

## Qualitätskontrolle - visuelle Beurteilung



schlecht abgedeckte Ribbons



verschobene, überlappende Zellstränge



Farbabweichung bei Nachproduktion



Kratzer auf dem Glas

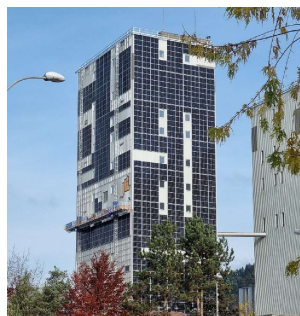


Lufteinschlüsse

13

Planung und Bau von PV-Fassaden | Solar-Update | 17.11.2022 | Samuel Summermatter | BE Netz AG

## Baustelle und Montage - Gerüst



### Klettermastbühne:

- Für hohe Gebäude oft günstiger
- Montagebereich frei zugänglich
- Material kann auf der Bühne transportiert werden
- Es kann nur auf einer Ebene gearbeitet werden

### Gerüst:

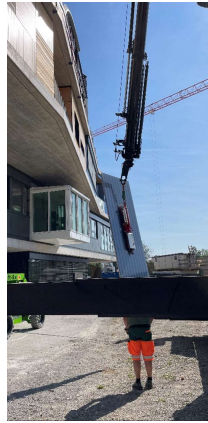
- Zugänglichkeit auf allen Ebenen gleichzeitig gewährleistet
- Materialtransport über Plattform und Gerüstlauf oder hinter Gerüst mit Kran

*Beim Gerüst sind oft Konsolen nötig, während dem Bau der Gerüstabstand zu gross ist.*

14

Planung und Bau von PV-Fassaden | Solar-Update | 17.11.2022 | Samuel Summermatter | BE Netz AG

## Baustelle und Montage - Modulmontage



15

Planung und Bau von PV- Fassaden | Solar-Update | 17.11.2022 | Samuel Summermatter | BE Netz AG

## Baustelle und Montage – Systembeispiel

Primärunterkonstruktion    Sekundärunterkonstruktion



### Primärunterkonstruktion:

- Statisch Verbindung zu Gebäude
- Thermische Entkopplung
- Ausfluchten

### Sekundärunterkonstruktion:

- Meist horizontale Einhängeschiene im Modulraster
- Unterer Auflagepunkt mit Höhenverstellung
- Oberer Haltepunkt für einfache Verkabelung im gekippten Zustand

16

Planung und Bau von PV- Fassaden | Solar-Update | 17.11.2022 | Samuel Summermatter | BE Netz AG



### Take Home Messages

- Mechanische, elektrische und bautechnische Schnittstellen sind genau zu spezifizieren und die Zuständigkeiten zu regeln (integrale Planung)
- Brandschutz hat in der Fassade eine wichtige Bedeutung -> Inputs im nächsten Vortrag
- Moduldesign benötigt viel Zeit und eine Verknüpfung von technischem und gestalterischem Know How
- Wahl von der Unterkonstruktion muss auf den Modultyp abgestimmt sein und hat Einfluss auf die statische Auslegung
- SIA 2057 zum Glasbau muss beachtet werden. Der Anwendungsfall, sowie die technischen Eigenschaften der im Modul verbauten Materialien sind entscheidend
- Qualitätssicherung bei den Modulen ist wichtig, da es sich um Sonderanfertigungen handelt
- Baustelleneinrichtung und Montageablauf müssen frühzeitig definiert werden und haben einen grossen Einfluss auf die Kosten

17

Planung und Bau von PV-Fassaden | Solar-Update | 17.11.2022 | Samuel Summermatter | BE Netz AG



Fragenzeit...

BE | NETZ  
Bau und Energie