

Montagesysteme für Solartechnik



www.PhotoVOLT.de

**K2 SYSTEMS GMBH**

**KALKULATIONSGRUNDLAGE**

PROJEKT: Doppelgarage S-Dome 6 (4x3)

BEARBEITER: SEC Theele

DATUM: 13.01.2022

## PROJEKTDATEN

### ALLGEMEINE INFORMATIONEN

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| Name          | Doppelgarage S-Dome 6 (4x3) |
| Montagesystem | S-Dome 6.10                 |
| Kunde         | Mustermann                  |
| Bearbeiter    | SEC Theele                  |

### STANDORT

|                     |                                               |
|---------------------|-----------------------------------------------|
| Adresse             | Berliner Ch 11, 39307<br>Genthin, Deutschland |
| Geländehöhe         | 34,96 m                                       |
| Dachtyp             | Flachdach                                     |
| Befestigungsmethode | durch Ballast                                 |
| Eindeckung          | Folie, Kies, ...                              |
| Gebäudehöhe         | 3,00 m                                        |
| Attikahöhe          | 0,20 m                                        |
| Dachneigung         | 2 °                                           |
| Randabstand         | 0,20 m                                        |
| Material            | Bitumen                                       |
| Reibungskoeffizient | 0,50                                          |

Der hier angegebene Reibungskoeffizient ist bauseits zu überprüfen. Wird ein kleinerer Wert festgestellt muß dieser zwingend für die Ballastberechnung hier angegeben werden!

### LASTEN

|                     |        |               |          |
|---------------------|--------|---------------|----------|
| Bemessung           | DIN EN |               |          |
| Schadensfolgeklasse | CC2    | Nutzungsdauer | 25 Jahre |

|                  |                                   |
|------------------|-----------------------------------|
| Windlastzone     | 2                                 |
| Böengeschw.druck | $q_{p,25} = 0,527 \text{ kN/m}^2$ |

|                 |                              |
|-----------------|------------------------------|
| Schneelastzone  | 2                            |
| Bodenschneelast | $s_k = 0,850 \text{ kN/m}^2$ |

Außergewöhnliche Last ~~5~~ MAXIMALE EINWIRKUNGEN

Da sich der Projektort in der norddeutschen Tieflandebene befindet, ist der Nachweis für den 2,3 fachen Wert der charakteristischen Schneelast als außergewöhnlicher Lastfall nach DIN EN 1991-1-3/NA zu führen.

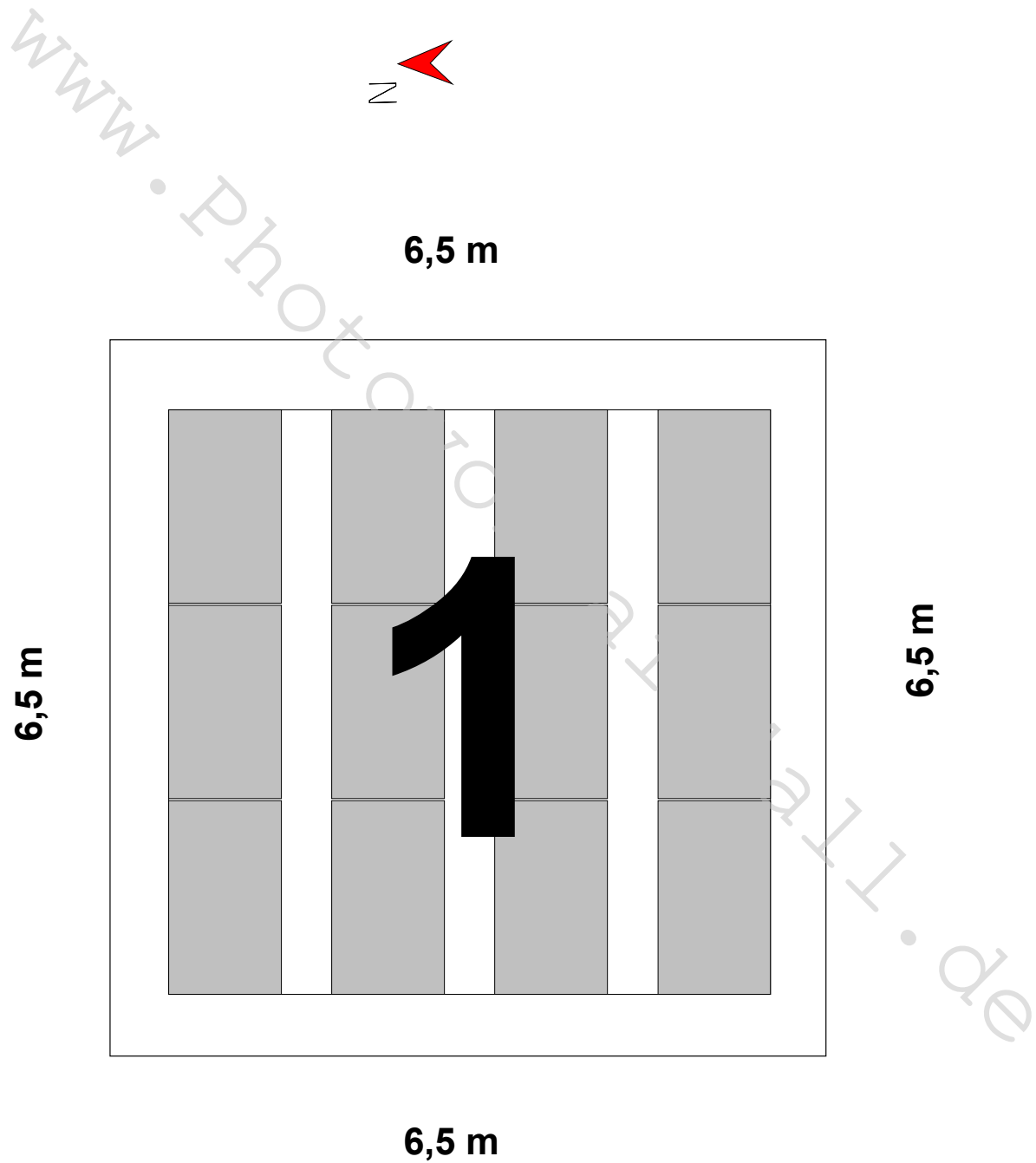
### MODULE

|            |                                                               |          |           |
|------------|---------------------------------------------------------------|----------|-----------|
| Hersteller | Luxor Solar GmbH                                              | Anzahl   | 12        |
| Name       | LX-360M/166-120+ Eco<br>Line Half Cells Full Black<br>(1000V) | Leistung | 4,320 kWp |

|             |                        |
|-------------|------------------------|
| Größe LxBxH | 1755 x 1038 x 35,00 mm |
| Gewicht     | 20,0 kg                |
| Leistung    | 360 W                  |



## MONTAGEPLAN



Maße in [m]

## LEGENDE

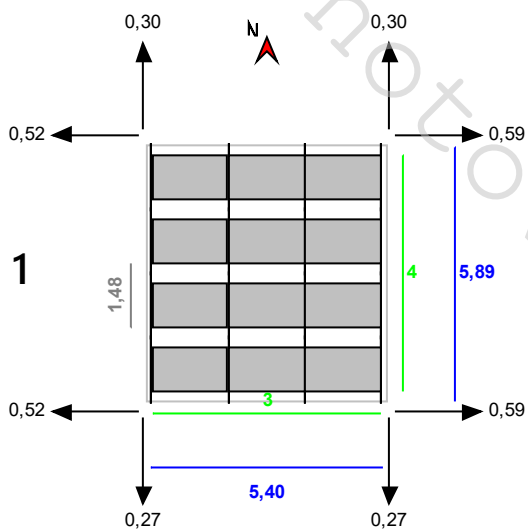
Abstand zu benachbartem Modulblock [m]

Abstand zum Dachrand [m]

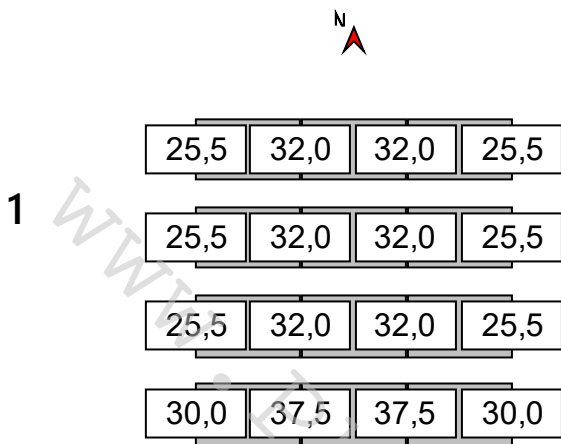
Anzahl der Module

Länge/Breite des Modulblocks [m]

Reihenabstand [m]



## BALLASTIERUNGSPLAN



## ERGEBNISSE

### BALLASTKAPAZITÄT

|              |                              |
|--------------|------------------------------|
| Speed Porter | 43,0 kg                      |
| Porter       | 108,0 kg                     |
| Modulklemme  | MiniClamp Black MC Set 30-50 |
| Endklemme    | MiniClamp Black EC Set 30-50 |

### SYSTEMAUSLASTUNG

|                                                         |       |       |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|
| Systemauslastung [%]                                    | Druck | 29,30 |
|                                                         | Sog   | 31,11 |
| Lasten auf Module (Nachweis Tragsicherheit) [Pa]        | Druck | 1669  |
|                                                         | Sog   | -812  |
| Lasten auf Module (Nachweis Gebrauchstauglichkeit) [Pa] | Druck | 1123  |
|                                                         | Sog   | -506  |

### SPEZIFISCHE LASTEN

| Index (Modulblock) | Anzahl Module (Modulblock) | --- | Ballast [kg] (Modulblock) | Eigengewicht [kg] (Modulblock) | Eigenlast [kN/m²] (Modulblock) | Eigenlast [kN/m²] (Dachfläche) | Eigengewicht [kN/m²] |
|--------------------|----------------------------|-----|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| Block 1            | 12                         | --- | 480,0                     | 769,2                          | 0,26                           | ---                            | ---                  |
| alle Blöcke        | 12                         | --- | 480,0                     | 769,2                          | ---                            | 0,18                           | ---                  |

### HINWEISE

- Die Nachweise zu Lagesicherheit und Tragfähigkeit des Systems werden durch Prüfung der Lastfälle Abheben und Verschieben durch Wind und durch weitere statische Berechnungen geführt. Sie finden eine Kurzfassung des Windkanalgutachtens und ein Zertifikat zu den weiterführenden statischen Berechnungen auf unserer Homepage.
- Die Bemessungsregeln entsprechen dem Eurocode EN 1990 - Grundlage der Tragwerksplanung.
- Die Ermittlung der Schneelasten erfolgt nach dem nationalen Anhang DIN EN 1991-1-3/NA - Schneelasten.
- Die Ermittlung der Windlasten erfolgt nach dem nationalen Anhang DIN EN 1991-1-4/NA - Windlasten.
- Die Nutzungsdauer wurde gemäß „Eurocode EN 1991 – Einwirkungen auf Tragwerke, Schneelasten“ und „Eurocode EN 1991 – Einwirkungen auf Tragwerke, Windlasten“ berücksichtigt.
- Die Schadensfolgeklasse wurde gemäß „Eurocode EN 1990 – Grundlage der Tragwerksplanung“ berücksichtigt.
- Daten und Ergebnisse müssen im Hinblick auf die Gegebenheiten vor Ort verifiziert und von einer fachlich hinreichend qualifizierten Person geprüft werden. Bitte beachten Sie unsere unter <http://k2-systems.com/de/base-anb> abrufbaren Allgemeinen Nutzungsbedingungen (ANB), insbesondere § 2 („Technische und fachliche Voraussetzungen beim Kunden“), § 7 („Gewährleistungsbeschränkung“) und § 8 („Haftungsbeschränkung“).

**STATIKBERICHT**

---

**ALLGEMEINE INFORMATIONEN**

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| Name          | Doppelgarage S-Dome 6 (4x3) |
| Montagesystem | S-Dome 6.10                 |
| Kunde         | Mustermann                  |
| Bearbeiter    | SEC Theele                  |

**STANDORT**

|                     |                                               |
|---------------------|-----------------------------------------------|
| Adresse             | Berliner Ch 11, 39307<br>Genthin, Deutschland |
| Geländehöhe         | 34,96 m                                       |
| Dachtyp             | Flachdach                                     |
| Befestigungsmethode | durch Ballast                                 |
| Eindeckung          | Folie, Kies, ...                              |
| Gebäudehöhe         | 3,00 m                                        |
| Attikahöhe          | 0,20 m                                        |
| Dachneigung         | 2 °                                           |
| Randabstand         | 0,20 m                                        |
| Material            | Bitumen                                       |
| Reibungskoeffizient | 0,50                                          |

## LASTEN

|                                    |                                   |                  |          |
|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|----------|
| Bemessung                          | DIN EN                            |                  |          |
| Schadensfolgeklasse                | CC2                               | Nutzungsdauer    | 25 Jahre |
| Windlastzone                       | 2                                 | Geländekategorie | II/III   |
| Böengeschw.druck                   | $q_{p,50} = 0,585 \text{ kN/m}^2$ |                  |          |
| Anpassungsfaktor für Nutzungsdauer | $f_w = 0,901$                     |                  |          |
| Böengeschw.druck                   | $q_{p,25} = 0,527 \text{ kN/m}^2$ |                  |          |
| Schneelastzone                     | 2                                 |                  |          |
| Bodenschneelast                    | $s_k = 0,850 \text{ kN/m}^2$      |                  |          |
| Formbeiwert für Schnee             | $\mu_i = 0,800$                   |                  |          |
| Faktor für Dachneigung             | $d_i = 0,999$                     |                  |          |
| Schneelast a.d. Dach               | $s_{i,50} = 0,680 \text{ kN/m}^2$ |                  |          |
| Anpassungsfaktor für Nutzungsdauer | $f_s = 0,929$                     |                  |          |
| Schneelast a.d. Dach               | $s_{i,25} = 0,631 \text{ kN/m}^2$ |                  |          |
| Außergewöhnliche Last              | $s_{Ad} = 1,96 \text{ kN/m}^2$    |                  |          |
| Außergewöhnliche Last              | $s_{i,Ad} = 1,45 \text{ kN/m}^2$  |                  |          |

## EIGENLAST

|                       |                          |                                   |                          |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Gewicht Module        | $G_M = 20,0 \text{ kg}$  | Eigengewicht Modul                | $= 10,98 \text{ kg/m}^2$ |
| Gewicht Montagesystem | $= 4,1 \text{ kg}$       | Eigengewicht Montagesystem        | $= 2,25 \text{ kg/m}^2$  |
| Modulfläche           | $A_M = 1,82 \text{ m}^2$ | Gesamte Eigenlast (exkl. Ballast) | $= 0,13 \text{ kN/m}^2$  |

## LASTFALLKOMBINATIONEN

### TRAGFÄHIGKEIT

|                                                                   |                  |      |
|-------------------------------------------------------------------|------------------|------|
| Teilsicherheitsbeiwert ständig ungünstig (STR)                    | $\gamma_{G,sup}$ | 1,35 |
| Teilsicherheitsbeiwert ständig günstig (STR)                      | $\gamma_{G,inf}$ | 1,00 |
| Teilsicherheitsbeiwert ständig destab. (EQU)                      | $\gamma_{G,dst}$ | 1,10 |
| Teilsicherheitsbeiwert ständig stab. (EQU)                        | $\gamma_{G,stb}$ | 0,90 |
| Teilsicherheitsbeiwert erster veränderlicher                      | $\gamma_Q$       | 1,50 |
| Teilsicherheitsbeiwert n veränderliche                            | $\gamma_Q$       | 1,50 |
| Teilsicherheitsbeiwert außergewöhnlich                            | $\gamma_A$       | 1,00 |
| Kombinationsbeiwert für Wind                                      | $\psi_{0,W}$     | 0,60 |
| Kombinationsbeiwert für Wind (weitere veränderliche Einwirkungen) | $\psi_{1,W}$     | 0,20 |
| Kombinationsbeiwert für Schnee                                    | $\psi_{0,S}$     | 0,50 |
| Bedeutungsbeiwert ständig                                         | $\kappa_{FI,G}$  | 1,00 |
| Bedeutungsbeiwert veränderlich                                    | $\kappa_{FI,Q}$  | 1,00 |
| Bedeutungsbeiwert außergewöhnlich                                 | $\kappa_{FI,A}$  | 1,00 |
| Charakteristische Eigenlast                                       | $G_k$            |      |
| Charakteristische Schneelast auf dem Dach                         | $S_{i,n}$        |      |
| Charakteristische Windlast                                        | $W_k$            |      |

|         |                                                                                                                |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LFK 00: | $E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * S_{i,n}$                              |
| LFK 02: | $E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * W_{k,Druck}$                          |
| LFK 03: | $E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * (W_{k,Druck} + \psi_{0,S} * S_{i,n})$ |
| LFK 04: | $E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * (S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Druck})$ |
| LFK 05: | $E_d = \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_A * \kappa_{FI,A} * A_d + \kappa_{FI,Q} * \psi_{1,W} * W_{k,Druck}$        |
| LFK 06: | $E_d = \gamma_{G,inf} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * W_{k,Sog}$                                            |

Abhebenachweis:

$$E_d = \gamma_{G,stb} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * W_{k,n,Abheben}$$

Verschiebenachweis:

$$E_d = \gamma_{G,stb} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * W_{k,n,Verschieben}$$

## GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

Kombinationsbeiwert für Wind  $\psi_{0,W}$  0,60

Kombinationsbeiwert für Schnee  $\psi_{0,S}$  0,50

Kombinationsbeiwert für Wind (weitere veränderliche Einwirkungen)  $\psi_{1,W}$  0,20

LFK 00:  $E_d = G_k$

LFK 01:  $E_d = G_k + S_{i,n}$

LFK 02:  $E_d = G_k + W_{k,Druck}$

LFK 03:  $E_d = G_k + W_{k,Druck} + \psi_{0,S} * S_{i,n}$

LFK 04:  $E_d = G_k + S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Druck}$

LFK 06:  $E_d = G_k + W_{k,Sog}$

**DAS SYSTEM KONNTE ERFOLGREICH NACHGEWIESEN WERDEN.**

## MAX. PRESSUNG AUF DÄMMUNG

### ALLGEMEINE INFORMATIONEN

Eigenlast System  
aerodynamischer Beiwert

$$g_{\text{System}} = 0,13 \text{ kN/m}^2$$

$$c_{p,\text{Druck}} = 0,2$$

### LASTVERTEILUNG AUF DER GEBÄUDESCHUTZMATTE UNTER, 45 °

Abmessungen  $75,3 * 380,0 * 23,1 \text{ mm}$   
 $A_{\text{eff}} = 28614 \text{ mm}^2$   
 $A_{\text{Lasteinzugsfläche}} = 0,91 \text{ m}^2$   
 max. Ballast  $G_{\text{Ballast}} = 24,8 \text{ kg}$

### LASTAUSBREITUNG IN DER BSM UNTER SD, 45°

Abmessungen  $75,3 * 380,0 * 23,1 \text{ mm}$   
 $A_{\text{eff}} = 28614 \text{ mm}^2$   
 $A_{\text{Lasteinzugsfläche}} = 0,91 \text{ m}^2$   
 max. Ballast  $G_{\text{Ballast}} = 12,8 \text{ kg}$

### LASTFALLKOMBINATIONEN

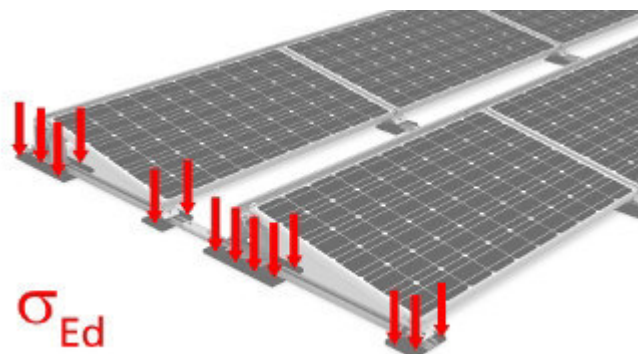
| Bereich                                        | LFK 0 0 | LFK 0 1 | LFK 0 2 | LFK 0 3 | LFK 0 4 | LFK 0 5 |
|------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $\sigma_{\text{Ed,Dämmung,S6}_10} [\text{Pa}]$ | 12612   | 32416   | 15969   | 25871   | 34430   | 47114   |
| $\sigma_{\text{Ed,Dämmung,SD}} [\text{Pa}]$    | 8500    | 28303   | 11857   | 21758   | 30317   | 43002   |

### EINWIRKUNGEN AUS EIGENLASTEN (PV ANLAGE + BALLAST)

$\sigma_{\text{Ed,Dämmung,S6}_10}$   $\sigma_{\text{Ed}} = 12612 \text{ Pa}$   
 $\sigma_{\text{Ed,Dämmung,SD}}$   $\sigma_{\text{Ed}} = 8500 \text{ Pa}$

### MAXIMALE EINWIRKUNGEN (SUMME AUS EIGENLASTEN UND DEN MAXIMALEN VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN AUS WIND UND SCHNEE)

$\sigma_{\text{Ed,Dämmung,S6}_10}$   $\max \sigma_{\text{Ed}} = 47114 \text{ Pa}$   
 $\sigma_{\text{Ed,Dämmung,SD}}$   $\max \sigma_{\text{Ed}} = 43002 \text{ Pa}$



## WINDLASTEN AUS DER PV-ANLAGE AUF DAS TRAGWERK

Nach Windgutachten I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH

### ALLGEMEINE INFORMATIONEN

|                                |                                                           |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Anzahl Module Mittenbereich    | 0                                                         |
| Anzahl Module Randbereich      | 12                                                        |
| Anzahl Module Gesamt           | 12                                                        |
| Mit Modulen belegte Dachfläche | $A = \text{ca. } 31,49 \text{ m}^2$                       |
| Eigenlast                      | $g_{k,\text{System inkl. Ballast}} = 0,24 \text{ kN/m}^2$ |

### AERODYNAMISCHE BEIWERTE

|                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| $C_p$ , Druck                | gemäß DIN EN 1991-1-4 |
| $C_{F,x,\text{gemittelt}}$   | -0,03                 |
| $C_{F,y,\text{gemittelt}}$   | 0,01                  |
| Randabstandskorrektur        | $k_{s,xy} = 1$        |
| Attika- Korrekturkoeffizient | $k_p = 1,05$          |

### BELASTUNG HORIZONTAL

$$W_{k,F,x} = 0,056 \text{ kN/m}^2$$

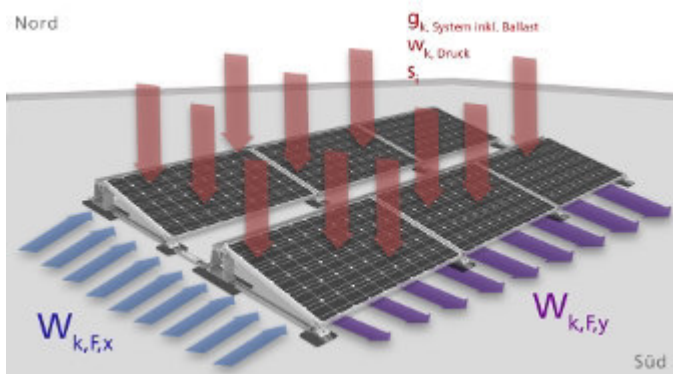
$$W_{k,F,y} = 0,005 \text{ kN/m}^2$$

### BELASTUNG VERTIKAL

$$g_{k,\text{System inkl. Ballast}} = 0,24 \text{ kN/m}^2$$

$W_{k,\text{Druck}}$  - gemäß DIN EN 1991-1-4

$s_i$  - gemäß DIN EN 1991-1-3



#### Anmerkung:

Die vertikalen Windlasten des Flachdaches werden im Wesentlichen durch seine Verdrängungswirkung bestimmt und bleiben daher auch bei Aufbau einer flachen PV-Anlage unverändert. Es werden zur Bemessung der Flachdächer die aerodynamischen Beiwerte nach DIN EN 1991-1-4 empfohlen.