

Windlasten auf Solarpaneele von WeDoSolar

STATISCHE STELLUNGNAHME

VADIM RABINOVIC, M.SC.

Inhalt

1.	Vertragsparteien	1
2.	Aufgabenstellung	1
3.	Materialien:.....	2
4.	Produktbeschreibung.....	2
5.	Zur Verfügung gelegte Unterlagen:	2
6.	Verwendete Normen:	3
7.	Hinweise.....	3
8.	Versagensmechanismen	3
9.	Maximale Belastung.....	4
10.	Statischer Nachweis.....	4
11.	Fazit und Unterschrift	6

1. Vertragsparteien

Auftraggeber: WeDoSolar GmbH
An Der Kolonade 11-13
10117 Berlin

Aufsteller: Ingenieurbüro Rabinovic
Köpenicker Straße 98
10179 Berlin
Fon: +49 (0)176 999 53 632
Ansprechpartner: Vadim Rabinovic M.Sc.

2. Aufgabenstellung

Umfang der statischen Stellungnahme ist die qualitative Untersuchung der Versagensmechanismen der PV-Module von WeDoSolar in Abhängigkeit zum Einbausituation.

3. Materialien:

Solar Panel (Typ S80):

- Frontmaterial: ETFE (Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymer)
- Zellmaterial: Monokristallines Silizium

Montageband (Typ H200/H400):

- Band: Dyneema (synthetische Chemiefaser)
- Ring: Edelstahl

4. Produktbeschreibung

Aus statischer Sicht besteht das zu untersuchende System von WeDoSolar aus mehreren modularen, flächigen Solarpaneelen (Typ S80) mit einer Abmessung von je 90cm x 54cm (0,49m²). Ein Solarpaneel wiegt 1,29 kg und wird mit zwölf Befestigungsösen, je vier an der langen und je zwei an der kurzen Seite, gefertigt. Zur Befestigung der Solarpaneele an Geländerholme und -pfosten sowie zur Befestigung der Solarpaneele untereinander kommen 20cm (Typ H200) und 40cm (Typ H400) lange Montagebänder zum Einsatz. Entsprechend der Montageanleitung von WeDoSolar sind mindestens 4 Montagebänder pro Paneel zu verbauen.

5. Zur Verfügung gelegte Unterlagen:

- Testbericht zum Belastungstest der Montagebänder H200 und H400:
„Test Report, Report No. A2220135636101“
Seiten: 4
Datum: 18. April 2022
Ersteller: Centre Testing International Group Co. Ltd., CTI Building, Xing Dong Community, Xin'an Sub-district, Bao'an District, Shenzhen City, Guangdong Province, P.R. China
- Testbericht zu den Solarpaneelen
„Test Report Report No. ZTL-2022062202S“
Seiten: 51
Datum 29. Juni 2022
Ersteller: Shenzhen ZTL Testing Technology Co., Ltd., No. 302, 3rd Floor, Qiaotou Chuangke Center, No.168 Yongfu Road, Fuhai Street, Baoan District, Shenzhen, China
- Testbericht zu Tragfähigkeit Solarpaneele bzw. der Ösen
„Mechanischer Belastungstest für semi-flexible Solarpanels aus ETFE“
Seiten: 2
Datum 05.12.2022
Ersteller: WeDoSolar GmbH, An Der Kolonnade 11-13, 10117 Berlin

6. Verwendete Normen:

- DIN 1990:2010-12 mit 1990/NA:
Grundlagen der Tragwerksplanung
- 1991-1-4:2010-12 mit 1991-1-4/NA:
Einwirkungen auf Tragwerke: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten

7. Hinweise

- Es gilt zu beachten, dass eine Überlagerung der horizontalen Nutzlasten mit den an den Solarpaneelen entstehenden Windlasten den maximalen Ausnutzungsgrad der Balkongeländer überschreiten könnte. Die Untersuchung dieses Problems ist nicht Teil dieser Stellungnahme.
- Aussage zur Gebrauchstauglichkeit kann nicht getroffen werden. Die Verwitterung von Verankerungspunkten durch Regen oder UV-Strahlung könnte die Tragfähigkeit der Montagebänder herabsetzen. Verbaute Montagebänder sollten daher regelmäßig überprüft und ggf. ausgetauscht werden.
- Die Montagebänder sind je 2 an gegenüberliegenden Seiten anzubringen.

8. Versagensmechanismen

a) Versagen der Lasche

Beim Versagen einer Lasche wird die Kraft auf die übrigen Laschen verteilt. Die übrigen Laschen werden in diesem Fall mit zusätzlichen Lasten beansprucht. Es ist davon auszugehen, dass das Versagen einer Lasche zum Versagen weiterer Laschen führen wird.

b) Versagen des Solarpaneels

Das vollständige Versagen eines Solarpaneels würde einen Bruch des Solarpaneels bedeuten. Dieser Bruch würde symmetrisch zu den Laschen in der Mitte des Solarpaneels auftreten. Eine andere Art des Versagens wäre eine plastische Verformung des Solarpaneels.

c) Versagen der Befestigungsöse

Beim Versagen einer Befestigungsöse wird die Kraft auf die übrigen Befestigungsösen verteilt. Die übrigen Befestigungsösen werden in diesem Fall mit zusätzlichen Lasten beansprucht. Es ist davon auszugehen, dass das Versagen einer Befestigungsöse zum Versagen weiterer Befestigungsösen führen wird.

9. Maximale Belastung

- Montageband H200: 388,7kg (3,89 kN)
- Montageband H400: 372,5kg (3,73 kN)
- Solarpaneele S80: 2400Paⁱ (2,4 kN/m², 1,17 kN pro Solarpaneele)
- Befestigungsöse: 65 kg (0,65 kN; KLEDⁱⁱ sehr kurz)
39 kg (0,39 kN; KLED kurz)

10. Statischer Nachweis

Der Nachweis wird nur für das Solarpaneel S80 geführt, da die anderen Bauteile eine deutlich höhere Last aufnehmen können. Somit ist der Nachweis des Solarpaneels maßgebend.

Maximal aufnehmbare Last: 2,4 kN/m² (entsprechend: Test Report Report No. ZTL-2022062202S)

Nachweisformat:

$$w_d = 1,5 * q_p(z) * c_{pe,1}$$

Windzone 1: $w_d = 2,28 \text{ kN/m}^2$ (Einbauhöhe $z = 300\text{m}$)

$$\text{Ausnutzungsgrad: } n = \frac{2,28 \text{ kN/m}^2}{2,40 \text{ kN/m}^2} = 0,950$$

Bauteil zu 95,0% ausgenutzt.

Windzone 2: $w_d = 2,39 \text{ kN/m}^2$ (Einbauhöhe $z = 162\text{m}$)

$$\text{Ausnutzungsgrad: } n = \frac{2,39 \text{ kN/m}^2}{2,40 \text{ kN/m}^2} = 0,996$$

Bauteil zu 99,6% ausgenutzt.

Windzone 3: $w_d = 2,39 \text{ kN/m}^2$ (Einbauhöhe $z = 42\text{m}$)

$$\text{Ausnutzungsgrad: } n = \frac{2,39 \text{ kN/m}^2}{2,40 \text{ kN/m}^2} = 0,996$$

Bauteil zu 99,6% ausgenutzt.

Windzone 4: $w_d = 2,39 \text{ kN/m}^2$ (Einbauhöhe $z = 16\text{m}$)

$$\text{Ausnutzungsgrad: } n = \frac{2,39 \text{ kN/m}^2}{2,40 \text{ kN/m}^2} = 0,996$$

Bauteil zu 99,6% ausgenutzt.

Die Einbauhöhe von 16m bezieht sich auf die Gebiete der Inseln der Nordsee. Entsprechend dem Vereinfachten Verfahren nach DIN EN1991-1-4/NA darf für die restlichen Gebiete innerhalb der Windzone 4 (Küstengebiete der Nord- und Ostsee, Inseln der Ostsee und Binnenland) die Einbauhöhe auf 25m erhöht werden.

ⁱ Solarpaneele als Platte beansprucht

ⁱⁱ Klassen der Lasteinwirkungsdauer

11. Windzonen

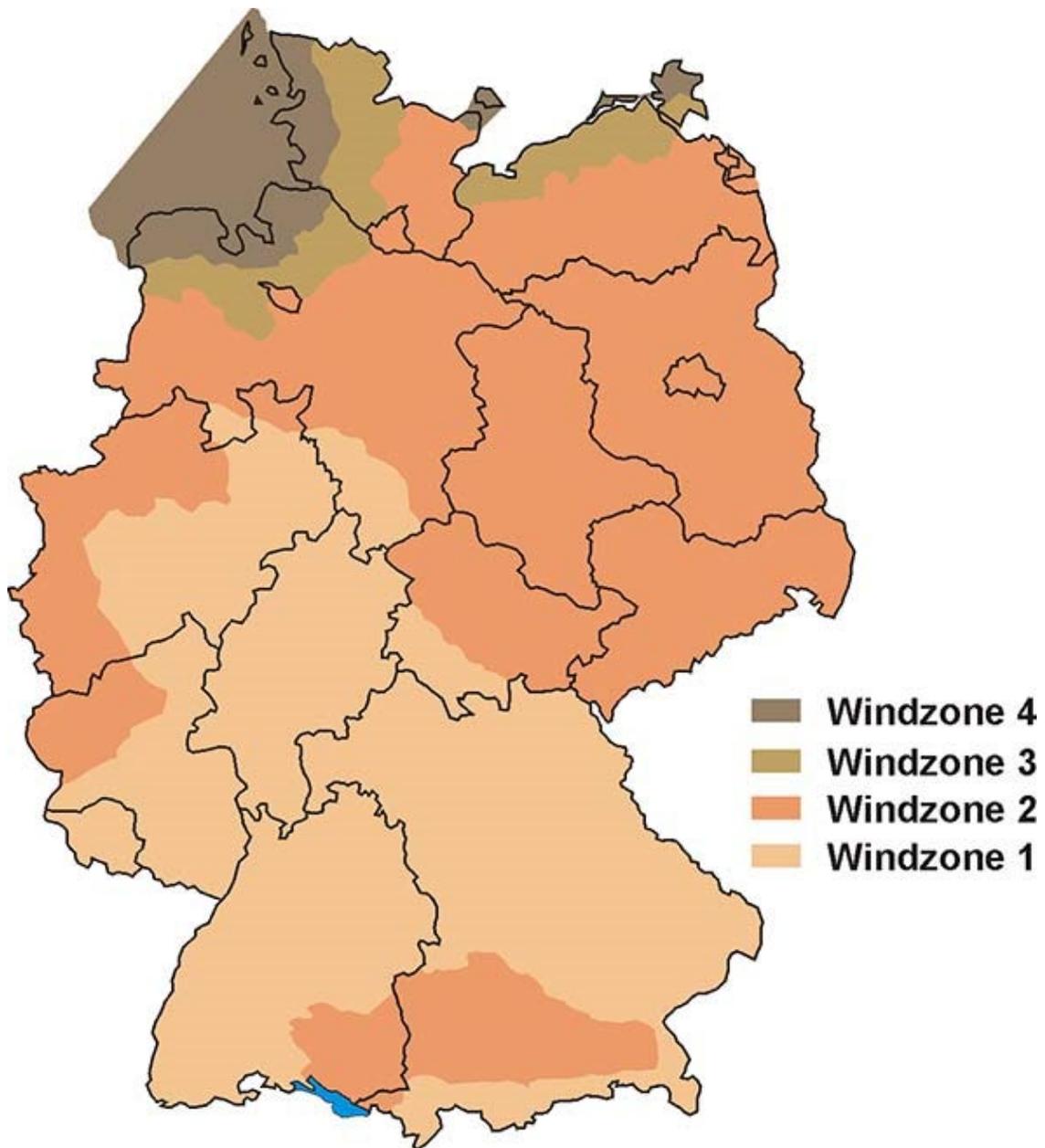


Abbildung 1: Karte der Windzonen in Deutschland (Quelle: <https://cdn.daa.net/images/dach/windlastzonen.jpg>)

12. Fazit und Unterschrift

Das Solarpaneel wurde mit einer Belastung von $2,40 \text{ kN/m}^2$ untersucht. Aufgrund des Materials der Solarpaneele ist jedoch nicht von einem Komplettersagen (Bruch) auszugehen. Es ist davon auszugehen, dass sich das Solarpaneel bei einer zu großen Lasteinwirkung (größer als $2,40 \text{ kN/m}^2$) stärker verformt. Beim Versagen des Solarpaneels (Bruch des Paneels) werden die einzelnen Bruchstücke weiterhin von den Befestigungsösen gehalten. Somit besteht, selbst für den unwahrscheinlichen Fall eines Bruchs, keine Gefahr durch herabfallende Bauteile. Dennoch sollten die Einbauhöhen in Windzone 1 von 300m, in Windzone 2 von 162m, in Windzone 3 von 42m und in Windzone 4 von 16m bzw. 25m (siehe 10. Statischer Nachweis) nicht überschritten werden. Diese Stellungnahme bezieht sich lediglich auf die Standfestigkeit der Solarpaneele sowie deren zur Montage verwendeten Verbindungsmittel. Die Standfestigkeit der Balkongeländer selbst kann nicht pauschal untersucht werden, da diese für jede Balkonanlage individuell bemessen werden.



Berlin, 03.01.2023

Vadim Rabinovic, M.Sc.

Baukammer Berlin
Mitgliedsnummer P5096