I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH
Institut an der FH Aachen
Welkenrather Straße 120
52074 Aachen – Deutschland
Telefon: +49.241.879708.0
Telefax: +49.241.879708.30
E-Mail: info@ifi-ac.com
Website: www.ifi-ac.com

Auftraggeber: OBO Bettermann Hungary Kft., Bugyi, Ungarn

Projekt-Nr.: BWA23-81

Berichts-Nr.: BWA23-81-03

Windlasten auf das „Ost-West“ PV-Flachdachsystem von OBO Bettermann Hungary Kft.

Bestimmung der abhebenden und verschiebenden Lastkennwerte nach EN 1991-1-4

Der Bericht umfasst 4 Seiten.

Aachen, den 14.07.2023

Daniel Markus, M.Sc.
Abteilungsleiter Bauwerksaerodynamik

André Stollenwerk, M.Sc.
Projektingenieur

Geschäftsführung:
Dipl.-Ing. B. Konrath, Dr.-Ing. R.-D. Lieb

Wissenschaftlicher Beirat:
Prof. Dr.-Ing. R. Grundmann, Prof. Dr.-Ing. H. Funke, Prof. Dr.-Ing. Th. Heynen

Gegründet von:
Prof. Dr.-Ing. H.J. Gerhardt, Prof. Dr.-Ing. C. Kramer

Sparkasse Aachen
IBAN: DE26 3905 0000 0047 4400 03
BIC: AACSDE33

Amtsgericht Aachen
HRB 4518

USt.-IdNr.: DE121682741
Steuer-Nr.: 201/5968/3374

Prüf- und Zertifizierungsstelle

Europäisch notifizierte Produktzertifizierungsstelle 1368 nach der BauPVO

LADBS approved laboratory for wind tunnel testing of buildings and structures, Testing Agency License Number TA 24830

Die OBO Bettermann Hungary Kft. (im Folgenden kurz OBO Bettermann genannt) mit Sitz in Bugyi, Ungarn, entwickelt und fertigt Montagesysteme zur Errichtung von Photovoltaikanlagen auf Flachdächern. Es wurde eine Analyse von Windkanalmessdaten basierend auf Untersuchungen an generischen PV-Flachdachsystemen durchgeführt, um die Bemessungswindlasten auf das „Ost-West“ PV-Flachdachsystem von OBO Bettermann zu bestimmen. Die Analyse wurde vom I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH, Institut an der Fachhochschule Aachen, in Übereinstimmung mit den Richtlinien und Regelungen der deutschen Normen DIN EN 1991-1-4:2010-12, DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 sowie der Windkanalrichtlinie der Windtechnologischen Gesellschaft, WtG, und der EN 1991-1-4:2005 durchgeführt.

Die Module des „Ost-West“ PV-Flachdachsystems von OBO Bettermann sind um ca. 13,1° bis 15,2° zur Dachhaut geneigt und werden auf einer Unterkonstruktion im Querformat montiert. Es handelt sich um ein System in Ost-West-Aufstellung. Die Module haben Sehnenlängen von ca. 992 mm bis 1134 mm. Bemaßte Seitenansichten des Systems mit den wichtigsten geometrischen Maßen sind in Bild 1 bis Bild 3 dargestellt.

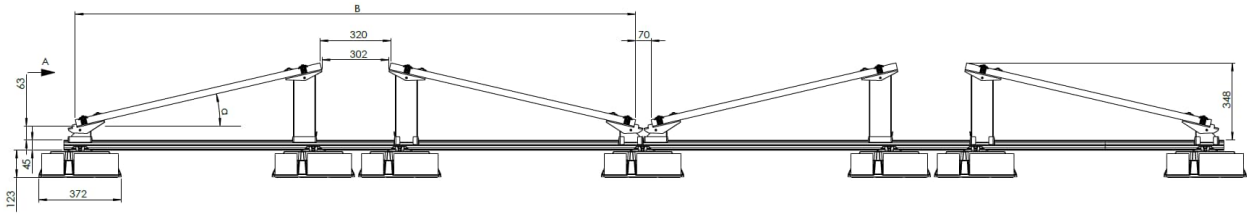


Bild 1: Bemaßte Ansicht des PV-Flachdachsystems „Ost-West“ von OBO Bettermann; 302 mm Firstspalt

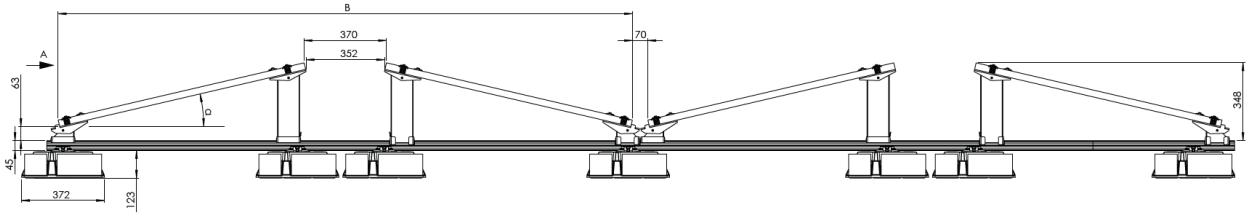


Bild 2: Bemaßte Ansicht des PV-Flachdachsystems „Ost-West“ von OBO Bettermann; 352 mm Firstspalt

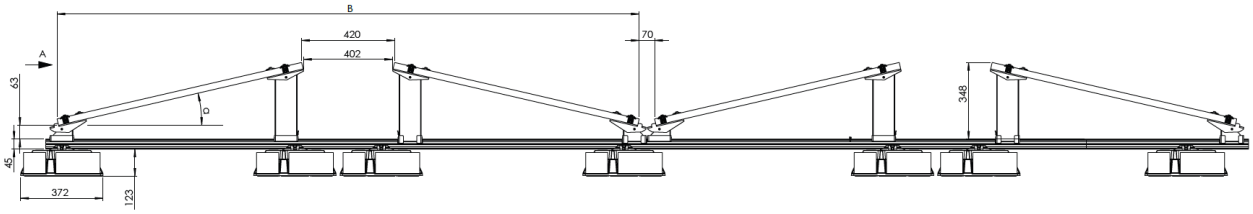


Bild 3: Bemaßte Ansicht des PV-Flachdachsystems „Ost-West“ von OBO Bettermann; 402 mm Firstspalt

Die Untersuchungsergebnisse sind für Geländerauigkeiten der Kategorien 0 bis IV zur Anwendung auf Flachdächern unter Einhaltung der Bestimmungen nach EN 1991-1-4:2005 sowie zugehöriger Nationaler Anhänge geeignet. Druckbeiwerte sind für verschiedene Dach- und Feldzonen sowie Windsektoren angegeben. Die Ergebnisse dürfen nur für Felder angewandt werden, deren Abstand vom Dachrand

$a \geq 2 \cdot (h_s - h_p)$ beträgt, wobei h_s die Systemhöhe und h_p die Attikahöhe ist. Kleinere Abstände erfordern zusätzliche Sicherheiten, die in der Ballastberechnung berücksichtigt werden müssen.

Zur Bestimmung der Windlasten müssen die experimentell ermittelten Nettodruckbeiwerte c_p mit dem Spitzengeschwindigkeitsdruck q_p auf der Dachhöhe z multipliziert werden. Dieser Spitzengeschwindigkeitsdruck q_p wird entsprechend der Nationalen Anhänge zur EN 1991-1-4:2005 berechnet. Für die Berechnung von q_p in Deutschland siehe DIN EN 1991-1-4:2010-12 und DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12.

Spitzensogbeiwerte und Spitzenwindlasten auf Photovoltaikmodule auf Flachdächern werden im Allgemeinen nicht durch Wind senkrecht zu den Fassaden hervorgerufen, sondern durch Wirbel, die sich an den Dachecken aufgrund von Schräganströmung ausbilden, siehe auch Bild 4. Die Druckbeiwerte wurden für eine Anordnung ermittelt, bei der die Windrichtung 0° einem Wind auf die Nordfassade des Flachdachgebäudes entsprach. Die Ergebnisse dürfen jedoch auch angewandt werden, wenn die Hauptachsen des PV-Feldes nicht parallel zu den Dachrändern sind. Weiterhin dürfen die vorliegenden Bemessungswindlasten ohne Einschränkungen auf PV-Felder angewandt werden, welche auf Gebäuden aufgebaut werden, die als steif angesehen werden können. Es werden Anwendungsregeln für Feldunterbrechungen durch Dachaufbauten, gestufte Dächer, L-förmige und weitere nicht-rechteckige Dachformen sowie für den Einfluss höherer Nachbargebäude gegeben.

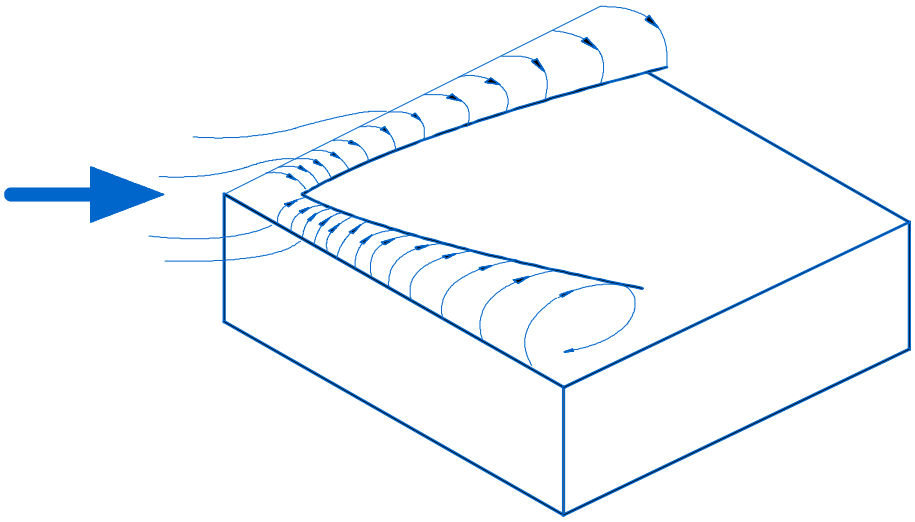


Bild 4: Wirbel, die durch Schräganströmung von der windzugewandten Dachecke ausgehen, führen zu Spitzensogwerten auf Flachdächern und darauf montierten Solarmodulen

Die Methodik der Windkanaluntersuchungen und der Analyse ist im Detail in Bericht BWA23-81-01 ausgeführt. Diese Methodik basiert auf dem aktuellen Stand der Technik für Windkanaluntersuchungen, wie er in aktuellen Normen wie der ASCE 7-22, ASCE 49-21 und SEAOC PV-2-2017 ausgeführt wird, und hat sich in den vergangenen Jahren zum globalen Standard entwickelt. Das I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik war signifikant an der Entstehung der Richtlinie SEAOC PV-2-2017 „Wind Design for Solar Arrays“ (deutsch: „Windauslegung für Solarfelder“) der Structural Engineers Association of California (SEAOC, deutsch: „Vereinigung kalifornischer Statiker und Bauingenieure“) beteiligt. Die Inhalte dieser Richtlinie wurden später zu weiten Teilen in die Vorgängerversion der US-amerikanische Baunorm ASCE 7-16 übernommen und sind dort auch in der aktuellen Version ASCE 7-22 weiterhin zu finden. Des Weiteren hat das I.F.I. über die vergangenen Jahre zahlreiche wissenschaftliche Artikel zum Thema der Windlastauslegung von Photovoltaiksystemen auf Flachdächern veröffentlicht. Die Veröffentlichungen basierten auf Windkanaluntersuchungen an zahlreichen verschiedenen Aufdach- und Freilandsystemen, deren Ergebnisse Anwendung in PV-Projekten in Europa, den USA sowie weltweit gefunden haben.

Aktuelle Veröffentlichungen des I.F.I. mit Bezug zu Windlasten auf PV-Anlagen sind unter anderen

- „Windlasten auf dachparallele Photovoltaikanlagen, montiert auf Satteldächern mit 10° Neigungswinkel“, Internationale Konferenz zum Windingenieurwesen ICWE14, Porto Alegre, Brasilien, 2015
- „Spitzensogbeiwerte auf Flachdach-Photovoltaikanlagen: Einfluss der Gebäudegröße und des Modellmaßstabes“, Europäisch-afrikanische Konferenz zum Windingenieurwesen EACWE, Lüttich, Belgien, 2017
- „Spitzenwindlasten auf einachsige PV-Nachführsysteme“, Internationale Konferenz zum Windingenieurwesen ICWE15, Peking, China, 2019
- „Der Einfluss einer Rückwand auf die Windlasten an einem PV-Flachdachsystem“, 8. Europäische und Afrikanische Konferenz zum Windingenieurwesen (EACWE8), Bukarest, Rumänien, 2022