

# Zusammenfassung der Windlastermittlung



Windlasten auf das „Ost-West v1.5“ PV-Flachdachsystem der  
OBO Bettermann Hungary Kft

Auftraggeber: OBO Bettermann Hungary Kft., Bugyi, Ungarn  
Projekt-Nr.: BWA24-80  
Berichts-Nr.: BWA24-80-08  
Datum: 24.09.2024

I.F.I. Institut für  
Industrieaerodynamik GmbH  
Institut an der FH Aachen  
Welkenrath Straße 120  
52074 Aachen – Deutschland  
Telefon: +49.241.879708.0  
Telefax: +49.241.879708.30  
E-Mail: [info@ifi-ac.com](mailto:info@ifi-ac.com)  
Website: [www.ifi-ac.com](http://www.ifi-ac.com)

Die OBO Bettermann Hungary Kft., 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 v1.5“ PV-Flachdachsystem 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 e.V., WtG, und der EN 1991-1-4:2005 durchgeführt.

Die Module des „Ost-West v1.5“ PV-Flachdachsystems sind um ca. 13° bis 16° zur Dachhaut geneigt und werden auf einer Unterkonstruktion Querformat montiert. Es handelt sich um ein System in Ost-West-Ausrichtung. Die Module haben Sehnslängen von ca. 992 mm bis 1134 mm bei einer Modullänge von ca. 1640 mm bis 2112 mm. Eine bemaßte Übersicht des Systems mit den wichtigsten geometrischen Maßen ist in Bild 1 dargestellt. Die Spaltmaße und Abstände sind flexibel und können je nach Projektanforderungen variieren.

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.

Spitzenogbeiwerte 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 2. 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.

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

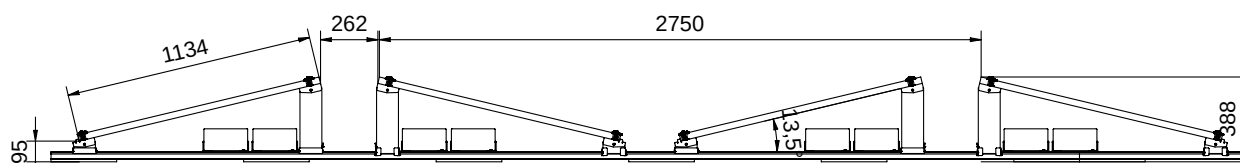


Bild 1: Geometrische Abmessungen des PV-Flachdachsystems „Ost-West v1.5“

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.

Die Methodik der Windkanaluntersuchungen und der Analyse ist im Detail in Bericht BWA24-80-04 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-amerikanischen 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.

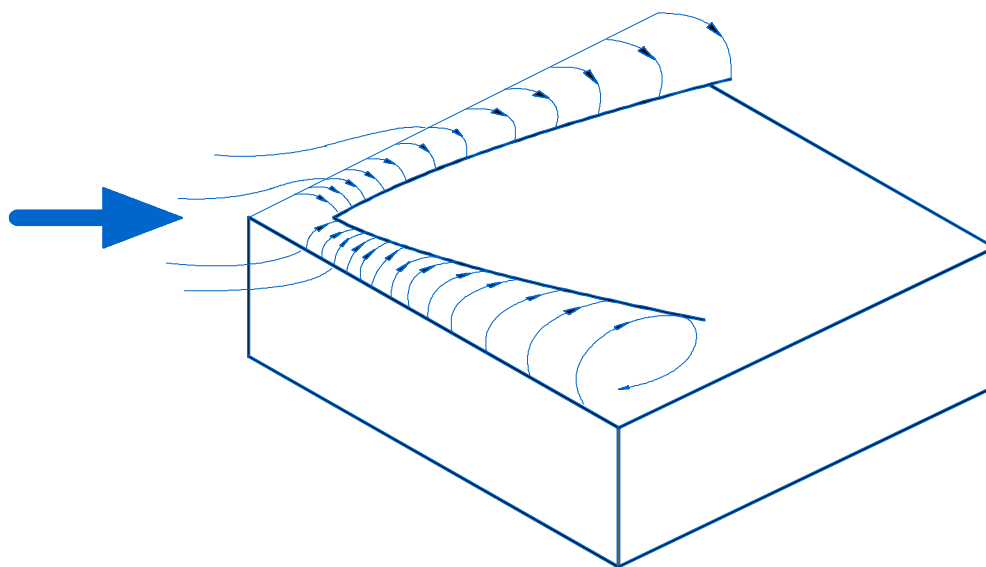


Bild 2: Wirbel, die durch Schräganströmung von der windzugewandten Dachecke ausgehen, führen zu Spitzensogwerten auf Flachdächern und darauf montierten Solarmodulen

- „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
- „Der Einfluss einer erhöhten Bodenfreiheit auf die Spitzenwindlasten eines Solar-Tracker-Systems“, 16. Internationale Konferenz zum Windingenieurwesen (ICWE16), Florenz, Italien, 2023

Aachen, den 24.09.2024



Daniel Markus, M.Sc.  
Abteilungsleiter Bauwerksaerodynamik



André Stollenwerk, M.Sc.  
Stv. Abteilungsleiter