Zusammenfassung der Windlastermittlung

Windlasten auf das südausgerichtete PV-Flachdachsystem der OBO BETTERMANN Hungary Kft.

Auftraggeber: OBO BETTERMANN Hungary Kft., 2347 Bugyi, Ungarn

Projekt-Nr.: BWA25-84

Berichts-Nr.: BWA25-84-04

Datum: 05.02.2026

Institut für Industrieaerodynamik

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

Die OBO BETTERMANN Hungary Kft. 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 südausgerichtete PV-Flachdachsystem zu bestimmen. Die Analysen wurden 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:2024-08 sowie der Windkanalrichtlinie der Windtechnologischen Gesellschaft e.V., WtG, und der EN 1991-1-4:2005 durchgeführt.

Die Module des südausgerichteten PV-Flachdachsystems sind um ca. 10° zur Dachhaut geneigt und werden auf einer Unterkonstruktion im Querformat montiert. Die Module haben Längen von 1640 mm bis zu 2112 mm bei einer Modulbreite von 992 mm bis zu 1134 mm. Eine Übersicht des Systems mit den wichtigsten geometrischen Maßen ist in Bild 1 dargestellt. Die Spaltmaße und Abstände können je nach Erfordernis in Grenzen variieren.

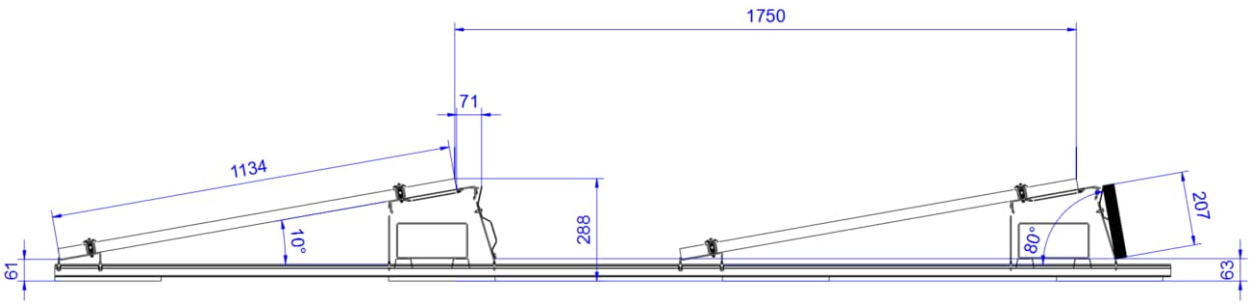

Bild 1: Bemaßte Ansicht des südausgerichteten PV-Flachdachsystems von OBO BETTERMANN

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.

Geschäftsführung:
Dr.-Ing. Rolf-Dieter Lieb, Dipl.-Kff. Dipl.-Volksw. Denise Berger
Wissenschaftlicher Beirat:
Dipl.-Ing. Bernd Konrath, Prof. Dr.-Ing. Harald Funke,
Prof. Dr.-Ing. Thomas Heynen
Gegründet von: Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Gerhardt,
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Grundmann, Prof. Dr.-Ing. Carl 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

Zur Bestimmung der Windlasten müssen die experimentell ermittelten Nettodruckbeiwerte c_p mit dem Spitzengeschwindigkeitsdruck q_p auf der Dachhöhe h multipliziert werden. Dieser Spitzengeschwindigkeitsdruck q_p wird entsprechend der Nationalen Anhänge zur EN 1991-1-4:2005 berechnet.

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 2. Die Druckbeiwerte wurden für eine Anordnung ermittelt, bei der die modellierten PV-Felder parallel zu den Dachkanten ausgerichtet waren. Die Ergebnisse dürfen jedoch auch angewandt werden, wenn die Hauptachsen des PV-Feldes um nicht mehr als 15° zu denen des Gebäudes gedreht 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.

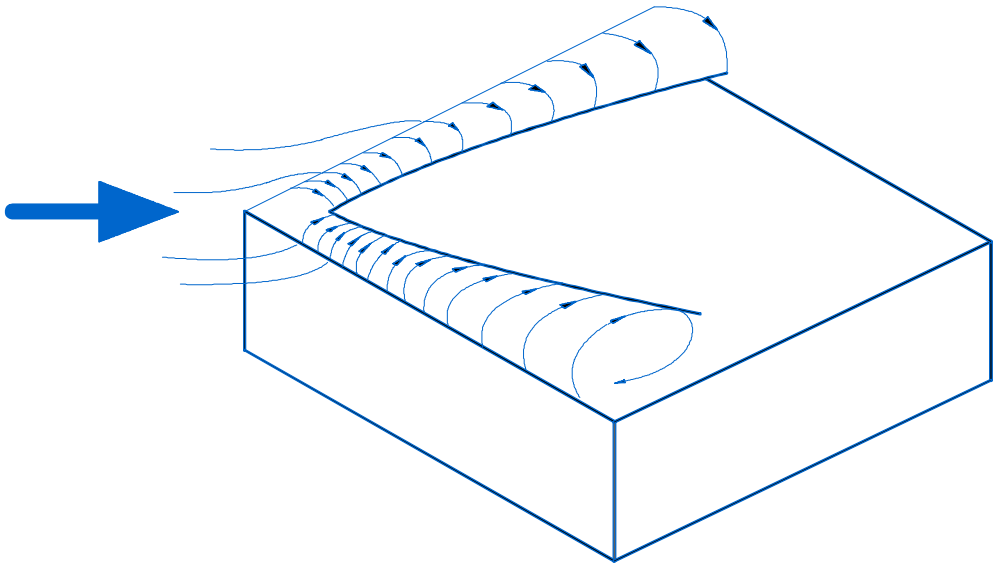

Bild 2: Wirbel, die durch Schräganströmung von der windzugewandten Dachecke ausgehen, führen zu Spitzensogwerten auf Flachdächern und darauf montierten Solarmodulen

Die Methodik der Windkanaluntersuchungen und der Analyse ist im Detail im Bericht BWA25-84-03 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
- „Der Einfluss einer erhöhten Bodenfreiheit auf die Spitzenwindlasten eines Solar-Tracker-Systems“, 16. Internationale Konferenz zum Windingenieurwesen (ICWE16), Florenz, Italien, 2023
- „Topographische Effekte auf die Windlasten auf PV-Freilandanlagen“, 9. Europäische und Afrikanische Konferenz zum Windingenieurwesen (EACWE9), Trondheim, Norwegen, 2025

Aachen, den 05.02.2026

Daniel Markus

Daniel Markus, M.Sc.
Abteilungsleiter Bauwerksaerodynamik

Thorben Weihbrecht

Thorben Weihbrecht, M.Sc.
Projektingenieur

Dieses Dokument wurde elektronisch unterschrieben und ist nur dann gültig, wenn alle Unterschriften als „gültig“ gekennzeichnet sind.