

IBP-MITTEILUNG

550

44 (2017) NEUE FORSCHUNGSERGEBNISSE, KURZ GEFASST

Jan de Boer, Yuan Fang, Simon Wössner

»FRYSCRAPER«* STÖREN DIE NACHBARSCHAFT NEUES ANALYSEVERFAHREN FÜR STRAHLUNGSKONZENTRATION DURCH GLASFASSADEN

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-00
info@ibp.fraunhofer.de

Standort Holzkirchen
Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley
Telefon +49 8024 643-0
www.ibp.fraunhofer.de

* *Fryscraper* ist ein Kunstwort in Anlehnung an »to fry« (braten) und »skyscraper« (Wolkenkratzer). Gemeint sind hohe Gebäude, die durch konkave Fassaden Sonnenstrahlen konzentrieren.

Problemstellung

Das »Walkie-Talkie«-Gebäude in der Londoner City rückte ein Problem heutiger Fassadenarchitektur im Sinne des Wortes in den Fokus. Sonnenstrahlung wurde durch eine konkav ausgebildete Fassade konzentriert (Bild 1). Dies brachte Kunststoffteile an geparkten Fahrzeugen zum Schmelzen; Anwohner konnten Spiegeleier im Brennpunkt braten. Linderung brachte erst eine aufwendige Entspiegelung der Fassade mit Hilfe einer Struktur aus Metallblenden (»Brise Soleil«) – ein Schaden im hohen einstelligen Millionenbereich entstand. Kein Einzelfall: andere bekannte Problemfälle sind die Disney Concert Hall in Los Angeles, das Vdara-Hotel in Las Vegas ebenso wie weitere Projekte in Mitteleuropa.

Gegenüber üblichen Blendungsproblemen durch ebene Glasfassaden wie am Neubau der Universitätsbibliothek in Freiburg oder auch PV-Anlagen führt die Kombination aus Fassadenkrümmung, Fassadenorientierung und stark reflektierenden Sonnenschutzgläsern ergänzend zu erheblichen thermischen Konzentrationen der Solarstrahlung. Bis zu zehnfache Werte (ca. 10 000 W/m²) der normalen Solareinstrahlung mit gemessenen Temperaturen auf Bauteilen von 200 °C sind dokumentiert. Die Konzentrationen bilden sich aus in Form von sogenannten Kaustiken (Brennlinien, Brennflächen) und erstrecken sich dreidimensional im Raum. Somit sind die Probleme

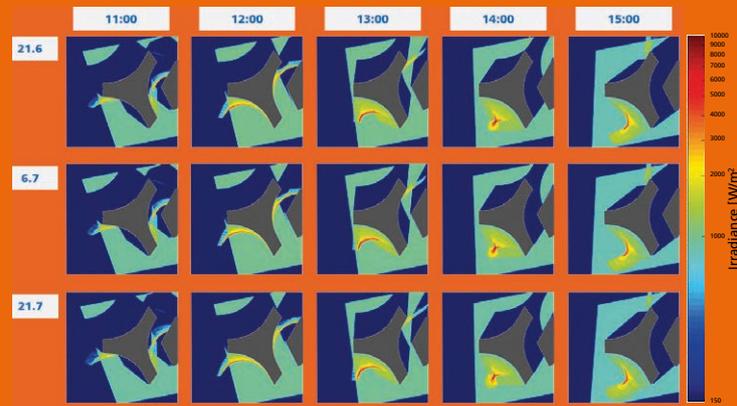
nicht alleine auf Bodenflächen begrenzt, sondern wirken sich auch auf Gebäudehüllen bestehender oder künftig benachbarter Bebauung aus. Die Folge können thermisch überbeanspruchte Fassadenteile wie schmelzende Dichtungen oder auch erhöhte thermische Belastungen in bestrahlten Räumen sein. In einigen Fällen klagten Passanten über plötzliche hohe Strahlenbelastung. Derartige kritische Situationen können sich auch in auf den »ersten Blick« unkritisch erscheinender, stark verbauter innerstädtischer Umgebung ergeben.

Anforderungen

Für Blendung gibt es mittlerweile auch in Deutschland Anforderungen, siehe »Licht-Leitlinie« bezüglich PV-Anlagen. Hinsichtlich Solarkonzentration steht dies in Mitteleuropa jedoch noch aus. International sind vereinzelt Regelungen anzutreffen. In Singapur und Sydney werden beispielsweise Grenzwerte für Reflexionskennwerte von 20 Prozent für Fassadenbauteile gefordert. China hat eine eigene Norm, die eine kritische Fassadengeometrie verhindern soll.

Vermeidungsstrategien

Wird eine Entspiegelung der Fassade nötig, steht ein Portfolio an Vermeidungsstrategien zur Verfügung. Zu nennen sind beispielsweise Umrüstung auf Gläser mit geringerer Reflexion, außenseitig in Teilen bedruckte Gläser, vor die Fassade gespanntes Metallgewebe, das weiterhin Ausblick gewährt,



vertikale und/oder horizontale Blenden («Brise Soleil»). Dies geht allerdings zu Lasten der ursprünglichen Planung – der Ausblick wird eingeschränkt, die Tageslichtversorgung sinkt, die solarenergetischen Parameter der Fassade ändern sich. Wertminderung der Immobilie durch geringere Mieteinnahmen und erhöhte Betriebskosten können die Folge sein, abgesehen von den Kosten für die eigentliche Schadensbehebung.

Neues Analyseverfahren

Im Rahmen mehrerer Vorhaben wurde am Fraunhofer IBP ein neues Analyseverfahren zur Bewertung derartiger potenziell kritischer Solarkonzentrationen entwickelt. Im Idealfall wird dieses Verfahren bereits in der Planungsphase angewandt. Treten die Probleme bei schon errichteten Gebäuden auf, kann man aus den Analysen Vermeidungsstrategien ableiten und bewerten. Hierzu werden CAD-Modelle der betroffenen Gebäude aus gängigen Programmen wie »Autodesk Revit« in eine Programmumgebung eingelesen. Diese parametrisiert und steuert einen »Forward-Raytracing-Rechenkern«.

In Abhängigkeit der geografischen Lage werden in definierbaren Zeitreihen automatisiert Berechnungen zur Besonnung durchgeführt und Kaustiken hinsichtlich Einhaltung von vorgegebenen Grenzwerten analysiert (Bild 2); (Diagramme 1 a+b). Bei Überschreitung werden automatisch die relevanten Bereiche auf der reflektierenden Fassade – d. h. der kritischen Strahlungsquelle – identifiziert und sind z. B. hinsichtlich der Einstrahlwinkel weiterführend zu analysieren. Auf dieser Grundlage sind dann Gegenmaßnahmen wie Konstruktionen zur »Entblendung«, auch lokal begrenzt, definierbar (Tabelle 1). Hierbei können auch komplexe Materialeigenschaften, z. B. von Metallgeweben, auf Basis goniophotometrisch gemessener BRDF-Daten (Bidirectional Reflection Distribution Function) berücksichtigt werden. Die im allgemeinen rechenintensiven Analysen werden auf einem Mehrprozessorsystem durchgeführt. Ergebnisausgabe sind u. a. mit numerischen Angaben überblendete Filme, welche die zeitliche Abfolge der Konzentrationsvorgänge (und deren Vermeidung) zeigen.

Ausblick

Zusammenfassend gilt auch hier »Prävention ist besser als Heilen«: Es ist wünschenswert, zukünftig Schadensfälle durch Sonneneinstrahlung erst gar nicht entstehen zu lassen. Hierbei kann eine entsprechende Sensibilisierung in der Ausbildung, z. B. von Architekten und Fassadenplanern, einen Beitrag leisten. Eine unmittelbar in die Planungsumgebung eingebettete Qualitätssicherung könnte ebenfalls einen wichtigen Beitrag leisten.

- 1 Beispiele: (© a), b), c): Getty Images
 a) »Walkie-Talkie«-Gebäude, London,
 b) Disney Concert Hall, Los Angeles,
 c) Vdara-Hotel, Las Vegas.
- 2 Beispielhafte Konzentration durch konkave Fassaden mit Sonnenschutzverglasung.

Diagramme 1 a+b: Simulation solarer Strahlungskonzentration

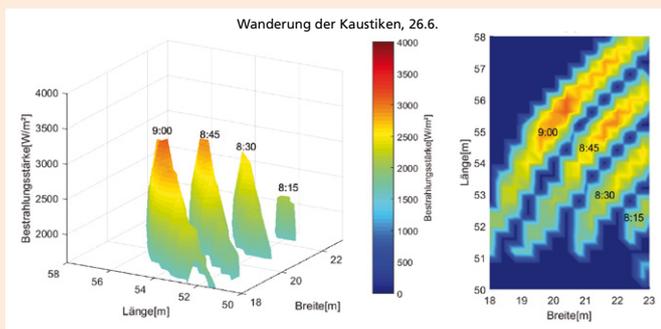


Tabelle 1: Einige Vermeidungsstrategien und deren beispielhafte Bewertung

| Maßnahme | Max. erreichbare Abminderungsfaktor | Einfluss auf Tageslichtverhältnisse | Einfluss auf Kühlung | Einfluss auf Solargewinne | Konstruktiver Aufwand | Fassaden-Erscheinung, Architektur | Referenz (Quelle) |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|---|---|
| a) Gering reflektierendes Glas | 1,6 | + | - | + | 0 | Glasfassade | Standard (Glasersteller) |
| b) Opake, diffus streuende Paneele | Bis zu 3,7 | - | + | - | 0 | Fassade mit opaken Elementen in Teilbereichen | |
| c) Bedrucktes Glas | Bis zu 2,5 | - << 0 [f(Glassubstrat)] | 0 << + [f(Glassubstrat)] | - << 0 [f(Glassubstrat)] | 0 | Glasfassade | Standard (Glasersteller) |
| d) Metallgewebe | >2,5 möglich | - | + | - | - | „Zweite Haut“ | |
| e) Schwerter | >2,5 möglich [f(Schwertabstand)] | - | + | - | - | Glasfassade mit auskragender Struktur | „Walkie Talkie“, London, U.K. |
| f) Überspannung mit textiler Beschattung | > 2,5 möglich | - | + | - | - | Änderung der Gesamterscheinung des Gebäudeensembles | Verschiedene Spezialisten für Leichtbaukonstruktionen |

Relative Performanz: -, 0, +