

Sonnenschutz an der Fassade: Planung und Berechnung

von Dipl.-Ing. Hans-H. Zimmermann und Dipl.-Ing. Jens Giesen

Sonnenschutz in der Fassade ist ein sehr weitgespanntes und vielfältiges Thema. Sonnenschutz ist kein einzelnes Element, sondern die Kombination verschiedener Elemente. Es ist nicht möglich, den Sonnenschutz ohne alle übrigen Teile der Fassade zu planen. Aus diesem Grunde ist die richtige Ausführung des Sonnenschutzes generell eine Planungsaufgabe, die nur durch entsprechende Fachleute durchzuführen ist.

Der Sonnenschutz ist maßgeblich abhängig von vielen Faktoren, u. a.:

- Lage des Objekts
- Fassadenorientierung
- Lage des Sonnenschutzbehanges oder des Sonnenschutzelementes
- Gleichgewicht zwischen solaren Gewinnen und Vermeidung von Überhitzung
- Behaglichkeit in Bezug auf Raum- und Oberflächentemperatur
- Einbausituation, Windlast, Zugänglichkeit
- Material
- Steuerung

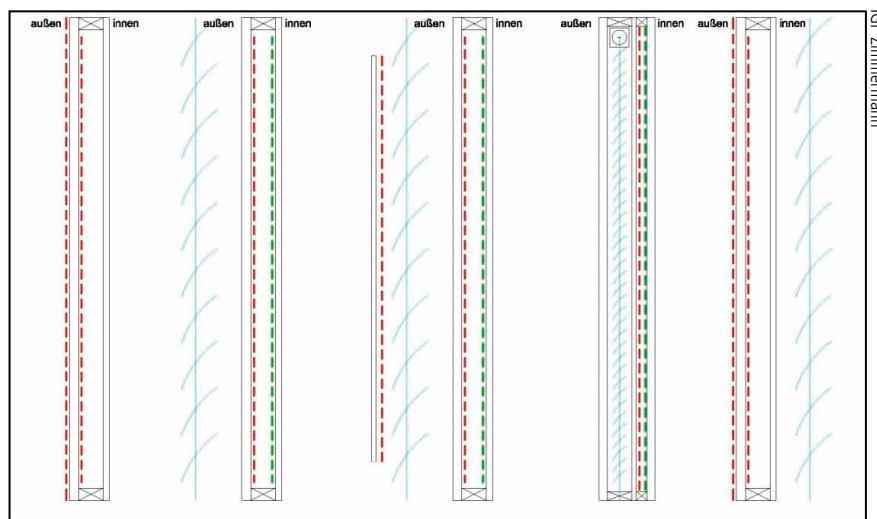
Ziel der Planung ist es, eine optimale, objektbezogene Lösung für den späteren Nutzer zu finden. Die Ergebnisse müssen die erforderlichen Raumtemperaturen, eine optimale Belichtung sowie den Bezug nach außen sicherstellen. Der wirtschaftliche Einfluss richtiger Kombination, Lage und Steuerung aller Sonnenschutzelemente übersteigt in der Regel in der zu erwartenden Lebensdauer der Fassade deutlich die hierfür notwendigen Investitionskosten.

Unterschiedliche Einbausituationen

Für eine erste Bewertung der erforderlichen Sonnenschutzmaßnahmen zur Regulierung der solaren Energieeinträge in das Gebäude dient der baurechtliche Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4018-02:2013-02. Unabhängig davon schuldet der Planer privatrechtlich z. B. bei Bürogebäuden die Einhaltung von Raumtemperaturen in Büroräumen $\leq 26^\circ\text{C}$ bei einer Außenlufttemperatur bis 32°C . Eine genaue Dimensionierung erfordert diese Auslegung mittels thermischer Simulationsberechnungen.

Je nach Ausbildung der Fassade sind verschiedene Einbausituationen denkbar, von denen nachfolgend nur die Grundtypen genannt sind.

- Sonnenschutz durch selektive Beschich-



Unterschiedliche Einbau-Varianten des Sonnenschutzes

- Sonnenschutz außen vor der Fassade, mit oder ohne Sonnenschutzbeschichtung des Glases
- Sonnenschutz im Fassadenzwischenraum (Doppelfassade, Kastenfenster), mit oder ohne Sonnenschutzbeschichtung des Glases oder der Prallscheibe
- Sonnenschutz in der Isolierverglasung mit oder ohne Kombination von Sonnenschutzbeschichtung des Glases
- Sonnenschutz raumseits in Kombination mit Sonnenschutzglas

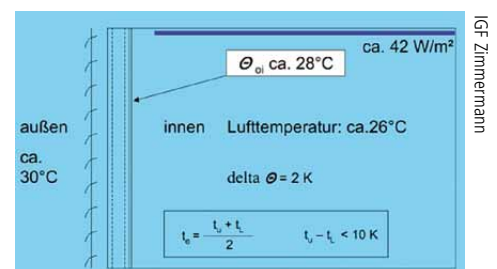
Beispiel zur Berechnung

Die Effektivität des Sonnenschutzes ist wesentlich von der Lage innerhalb der Fassade sowie der Anordnung der verschiedensten Glasbeschichtungen abhängig. Aus den unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten, die für das Objekt optimale Lösung zu finden, ist die Planungsaufgabe eines Fachingenieurs für Fassadentechnik im Gegensatz zur Aufgabe des Bauphysikers, der die zu erreichenden Mindestwerte vorgibt.

Beispielhaft zeigen nachfolgende Untersuchungen den erheblichen Einfluss der Lage des Sonnenschutzes bei identischen Materialien auf die Temperaturen und den Energieverbrauch in einem Standardbüroraum mit überwiegend verglaster Fassade. Die hier angegebenen Werte sind objektbezogen und auf andere Objekte nicht übertragbar.

Für alle Varianten wurde die gleiche Fassade mit dem gleichen 2fach Sonnenschutzglas ($U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g = 0,34$) und dem gleichen Sonnenschutzbehang aus Horizontal lamellen angesetzt.

Lage Sonnenschutz außen ($g_{\text{total}} \sim 0,10$)



Berechnung Lage Sonnenschutz außen

Mit dieser Anordnung wird sowohl das Ziel der Einhaltung von 26°C im Raum (operative Raumtemperatur), als auch der „Behaglichkeit“ (Normbegriff) erreicht. Das erfordert jedoch bereits eine Zusatzkühlung von 42 W/m². Die Größenordnung entspricht einer vollständigen Belegung mit herkömmlichen Kühldecken. Das Kriterium der „Behaglichkeit“ wird sichergestellt, wenn die Oberflächentemperatur nicht mehr als etwa 10°C von der Raumlufttemperatur abweicht. Im vorliegenden Fall beträgt diese im Mittel an der Fassade ca. 28°C und weicht damit lediglich um ca. 2°C (2K) von der Raumlufttemperatur ab. Legt man den Sonnenschutz z.B. aus gestalterischen Gründen oder wegen zu erwartender Windbelastungen in den Fassadenzwischenraum (hinter Prallscheibe oder Doppelfassade), so ändert sich diese Bilanz bereits. Die Betrachtung gilt für einen Mindest-Hinterlüftungsquerschnitt von etwa 20 mm. Bei dieser Bedingung steigen sowohl die Oberflächentemperatur raumseits an der Fassade um etwa 5°C (von 28 auf 33°C) und damit die Differenz auf 7°C (7K) an, als auch die notwendige Kühlung. Die erforderliche Kühlleistung beträgt unter der Bedingung bereits 55 W/m²K, also 13 W/m²K mehr als im ersten Fall. Damit wird die gestellte Bedingung noch eingehalten, ebenso ist durch eine Kühldecke bei voller Deckenbelegung auch die Raumtemperatur noch im Sollbereich. Es steigen jedoch deutlich die Kühlkosten.

Deutliche Einbußen ergeben sich dann, wenn der sonst gleiche Sonnenschutz nach innen verlegt wird. Hier zeigt sich deutlich, dass alleine die Anordnung des Sonnenschutzes zu Problemen führen kann, wenn die Abstimmung aller Faktoren nicht fachgerecht geplant wird. Es werden weder die Normbedingungen von 26°C für die Raumlufttemperatur, noch die Behaglichkeitsbedingungen erfüllt. Es kommt zum Bauman gel. Die Differenztemperatur liegt mit 19 K deutlich über dem Sollwert von <10 °C. Alleine die Oberflächentemperatur an der raumseitigen Fassade liegt mit etwa 48 °C bereits bei einer üblichen Heizkörpertemperatur und das noch mit etwa 5-facher Fläche, bezogen auf übliche Heizkörpergrößen. Selbst bei voller Leistung der Kühldecke wird die Raumtemperatur nicht mehr gehalten. Es muss zusätzlich mit einer Luftkühlung gearbeitet werden. Damit wird nicht nur enorme Energie für die Kühlung der solaren Strahlung unnötig verbraucht, sondern zusätzlich auch Raum für die Installation einer kühlenden Lüftung erforderlich.

Eine andere Betrachtung zeigt den erheblichen Einfluss unterschiedlicher Kombinationen auf die operativen Raumtemperaturen, abhängig von der Anordnung des Sonnen-

schutzes bei ausschließlich natürlicher Lüftung ohne zusätzliche Kühlung. Es wird sofort erkennbar, dass Sonnenschutz und Wärmeschutzmaßnahmen zu treffen sind, da die Außentemperatur die Grenze von 26°C in der Zeit von etwa 11 Uhr bis etwa 19 Uhr über-

schreitet. Die Temperaturüberschreitung der Raumtemperatur wird umso größer, je weiter der Sonnenschutz nach innen wandert und führt unter sonst gleichen Bedingungen theoretisch (ohne Lüftung) zu unerträglichen Temperaturen von bis zu etwa 42°C. Etwas realistischer wird das Bild bei Ansatz optimaler natürlicher Belüftung und Nachtauskühlung. Selbst hier erfordert es immerhin eine Zusatzkühlung von 35 W/m²K, um die Maximaltemperatur von 26°C auch in der Mittagszeit einzuhalten. Bei innenliegendem Sonnenschutz ist das hingegen ausgeschlossen.

Die vorangegangenen Betrachtungen betrafen lediglich die Anordnung der Sonnenschutzanlagen, ohne Veränderung von Materialien, Größen und Gläsern. Die Einflüsse potenzieren sich durch die möglichen Veränderungen der Eigenschaften der jeweiligen Bauteile und deren Größenverhältnisse zueinander.

Innovative Sonnenschutzkonzepte

Aktuell und in vielen Fachzeitschriften in letzter Zeit vorgestellt wurden z.B. vertikale Sonnenkonversionslamellen aus Glas „Solarleaf“, die bioreaktive Fassade. In diesen Lamellen soll aus CO₂ und Sonnenlicht Algen-Biomasse entstehen.

In der bisherigen Fassadenplanung war das Hauptziel, Algen an der Fassade zu vermeiden, aber die Zukunft wird zeigen, inwiefern hier umgedacht werden kann.



Sonnenschutzverglasung (links), Verglasung mit MicroShade (mitte), Verglasung mit Lichtumlenkung Okalux (rechts)

Auch relativ neu entwickelt ist das sogenannte Sonnenschutzsystem MircoShade, bei dem eine sehr dünne Schicht aus Mikrolamellen in einer Art hochfeiner Streckmetalle abhängig vom Sonnenstand in der Isolierverglasung den Energieeintrag beeinflusst. Fertigungstechnisch ist derzeit noch eine Streifenbildung wegen der eingeschränkten Breitenproduktion der Shades erkennbar, die architektonisch zu bewerten ist. MicroShade sind transparente Mikrolamellen-Bänder, die in die Zweifach- oder Dreifachverglasung integriert sind.

Generell ist es wie mit allen Bauteilen, erst die langjährige Erfahrung wird zeigen, ob es sich um bewährte Sonnenschutzsysteme handelt.

In unmittelbarem Zusammenhang mit der Beschattung steht die Raumbelichtung. Die Glasindustrie hat in den vergangenen 30 Jahren enorme Entwicklungsarbeit bei der selektiven Beschichtung von Glas gemacht. Heute sind bereits Selektivitätswerte von > 2 erreichbar. In Abhängigkeit von der Art der Beschattung und der Neigung der transparenten Flächen spielt auch die Raumausleuchtung eine erhebliche Rolle. Hier wird die Lichtumlenkung interessant, bei der gleichzeitig ein wirksamer Sonnenschutz erzielt wird. Verschattung und Belichtung von Räumen können, müssen aber nicht widersprüchlich sein. Lichtumlenkung durch geeignete Systeme ermöglicht eine gezielte Ausleuchtung der Räume bei gleichzeitiger Verschattung der Räume.



Dipl.-Ing. Hans-H. Zimmermann ist Inhaber der IGF

Zimmermann in Mülheim und 1. Vorsitzender des UBF.



Dipl.-Ing. Jens Giesen ist

Projektleiter im Büro IGF Zimmermann in Mülheim.