

14 (1987) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

S. Meinhardt, E. Boy, K. Bertsch

Temperaturabhängige Lichtdurchlässigkeit von Verglasungen

Einleitung

Zur Vermeidung von Überhitzung infolge Sonneneinstrahlung durch transparente Bauteile sind Sonnenschutzmaßnahmen erforderlich. Im Bereich der passiven Solarenergienutzung ist dabei in der Regel während der Heizperiode ein maximaler Strahlungsdurchgang durch die transparenten Bauteile gewünscht, ab bestimmten Außenlufttemperaturen jedoch Sonnenschutz nötig. Die manuelle Steuerung des Sonnenschutzes ist nicht immer zuverlässig möglich, eine automatische Steuerung ist in vielen Anwendungsfällen nicht wirtschaftlich einsetzbar. Größtmögliche Ausnutzung der Solarstrahlung im Winter und Minimierung des Strahlungsdurchgangs auf tageslichtbeleuchtungstechnische Anforderungen im Sommer ist mit dem nachfolgend beschriebenen, selbsttätig temperaturabhängig wirkenden Sonnenschutz möglich.

Funktionsprinzip

Eine im Grundzustand durchsichtige Substanz wird ab einer zwischen 15 und 55°C auf ca. 1,5 K genau einstellbaren Temperatur trüb. Nach Unterschreiten der Reaktions-

temperatur wird die Substanz wieder durchsichtig. Diese Eigenschaft beruht auf zwei parallel ablaufenden Mechanismen: Die Substanz ist aus Fadenmolekülen aufgebaut, deren Durchmesser im Grundzustand kleiner als die Lichtwellenlänge ist, dadurch ist sie transparent. Ab der einstellbaren Reaktionstemperatur setzt eine Knäuelbildung der Fadenmoleküle ein mit Molekülknäueln größer als Lichtwellenlänge. Dies führt zu Lichtreflektion oder Lichtabsorption. Außerdem sind im Grundzustand in der Substanz Wassermoleküle durch Polarkraft gebunden. Mit zunehmender Temperatur wird das polar gebundene Wasser abgespalten und bildet in der Substanz stark lichtstreuende kleinste Wassertröpfchen. Dieser Mechanismus ist mit den Wolken in der freien Natur vergleichbar. Durch beide Mechanismen wird eine Reduktion des Strahlungstransmissionsgrades erzielt. Das noch durchgehende Licht wird stark diffus gestreut. Beide Mechanismen sind temperaturabhängig reversibel. Um eine optimale Sonnenschutzwirkung zu erzielen, reichen Schichtdicken unter 1 mm aus. Bei Verglasungen kann diese thixotrope Substanzschicht zwischen zwei randversiegelte Scheiben eingebracht werden. Die Funktionsweise ist in **Bild 1** schematisch dargestellt. Im klaren Zustand werden in einem Zweischiebelsystem mit jeweils

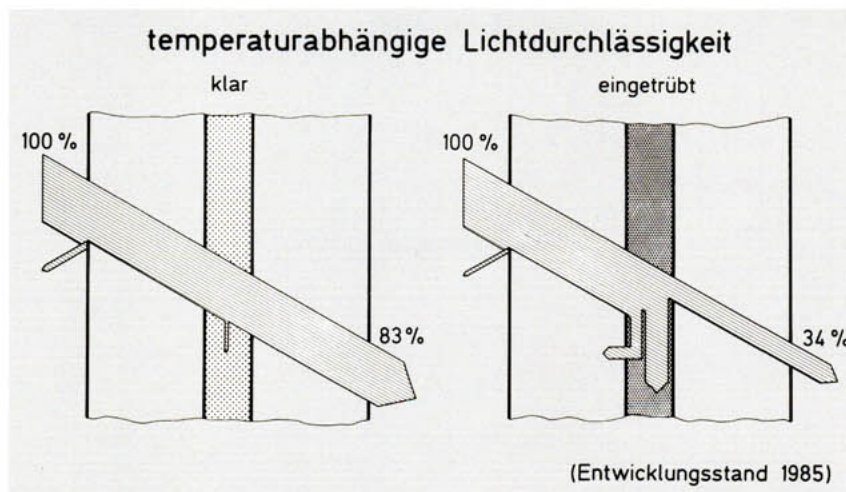


Bild 1:

Funktionsschema einer temperaturabhängigen Sonnenschutz-Reaktionsschicht zwischen Glasscheiben

3 mm dicken Floatglasscheiben und der Reaktionssubstanzschicht dazwischen, infolge Reflektion und Absorption im Glas, 83 % des auftreffenden Lichtes transmittiert. Im eingetrübten Zustand wird der Lichtdurchgang auf 34 % reduziert. In Bild 2 ist das spektrale diffuse Transmissionsverhalten einer 1 mm dicken Reaktionsschicht im klaren und eingetrübten Zustand angegeben. Gegenüber dem leeren Doppelscheibenglas ist nach Einbringung der Substanz im Spektralbereich zwischen 360 und 1000 nm eine leichte Transmissionserhöhung infolge Reduktion der Oberflächenreflektion erkennbar. Besonders ausgeprägt ist die Absorption der Wassermoleküle bei 1450, 1950 und ab ca. 2400 nm. Für eine Doppelscheibenprobe mit einer 0,3 mm dicken Reaktionssubstanzschicht, die bei ca. 27°C eintrübt, sind in Bild 3 fotografische Aufnahmen bei Raumlufttemperatur im klaren Zustand und nach Eintrübung durch Erwärmung über 27°C dargestellt.

Anwendungsmöglichkeiten

Die Anwendungsmöglichkeiten temperaturabhängig lichtdurchlässiger Reaktionsschichten erstreckt sich prinzipiell über den gesamten Bereich der bekannten Sonnenschutz-einrichtungen im Hochbau. Besonders geeignet sind sie für Anwendungen in der Solartechnik. Zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung bei Glasdächern, Wintergärten, im Industrie-, Schul-, Sportstätten- und Gewächshausbau sowie in zoologischen und botanischen Bauten, zur Reduktion der Kühllast in Geschäftshäusern, Büro- und Verwaltungsbauten und zur Verbesserung der thermischen Behaglichkeit und des Bedienungskomforts im Wohnungsbau sind sie ebenso einsetzbar wie als Überhitzungsschutz in Kollektoren. Dabei sind Anwendungen im gemäßigten Klima ebenso interessant wie in warmen, heißen tropischen und schwülen subtropischen Klimazonen. Durch die diffuse Streuung des im eingetrübten Zustand noch transmittierten Lichtes kann trotz Minderung des Lichtdurchlasses die Ausleuchtung dahinterliegender Räume unter Umständen verbessert werden. Dem Nachteil, daß die Reaktionsschicht nach Eintrübung nicht mehr durchsichtig ist, kann durch Sichtzonen ohne Reaktionssubstanz begegnet werden.

Weiterentwicklung

Die angegebenen Eigenschaften stellen einen ersten Entwicklungsschritt im Labormaßstab dar. Die Umsetzung in praktische Anwendungen mit den dortigen Randbedingungen ist im Gange. Eine Modifikation der Eigenschaften der Reaktionssubstanz für verschiedene Anwendungen ist prinzipiell möglich.

Literatur

- [1] Boy, E., Bertsch, K., Frangoudakis, A.: Temperaturabhängige Lichtdurchlässigkeit von Baumaterialien. IBP-Bericht SA 02/83, Stuttgart (1983).
- [2] Meinhardt, S., Möschel, J., Boy, E., Bertsch, K.: Temperaturabhängige Lichtdurchlässigkeit von Gläsern (TALD). IBP-Bericht SA 01/1985, Stuttgart (1985).

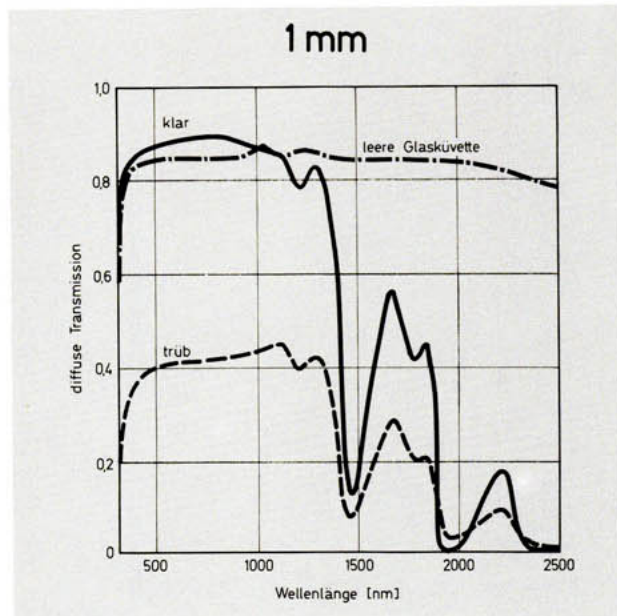


Bild 2:

Spektrale diffuse Strahlungstransmission einer 1 mm dicken Reaktionsschicht zwischen zwei Glasscheiben im klaren und trüben Zustand. Zum Vergleich sind die Werte der leeren Doppelglasscheibe mitangegeben.

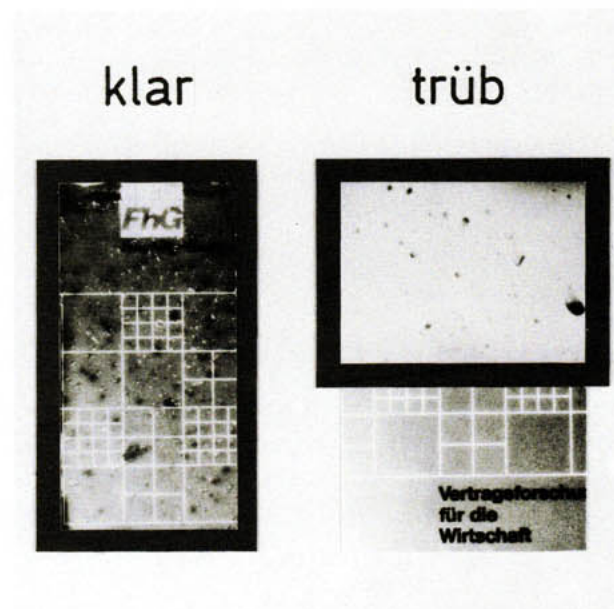


Bild 3:

Fotographische Aufnahmen einer Doppelscheibenprobe mit 0,3 mm Reaktionssubstanzschicht, links im klaren und rechts im eingetrübten Zustand



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK
7000 Stuttgart 80, Nobelstraße 12, Tel. (0711)970-00
8150 Holzkirchen (OBB), Postf. 1180, Tel. (08024)643-0

Herstellung und Druck:
IRB Verlag, Informationszentrum RAUM und BAU
der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart
Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des
Fraunhofer-Instituts für Bauphysik