

## Beurteilung von Wärme- und Sonnenschutzgläsern hinsichtlich ihrer Eignung für die Innenraumbegrünung

- Studie in Zusammenarbeit mit dem Bundesverband der Glasindustrie

### Die Wärmeschutzverordnung

Aufgrund des generellen Bestrebens nach Energieeinsparung werden Wärme- und Sonnenschutzgläser unter anderem auch für Wintergärten eingesetzt. Die Wärmeschutzverordnung WSchV (1995) schreibt die Einschränkung des Transmissionswärmeverlustes und damit des Jahres-Heizwärmebedarfes eines Gebäudes vor. Dabei wird eine Bilanzierung des gesamten Gebäudes vorgenommen. Eine besondere Bedeutung hat die Verglasung. Die Glasflächen tragen zum Transmissionswärmeverlust, beschrieben durch den Wärmedurchgangskoeffizienten  $k$  [ $W/m^2 \cdot K$ ] (DIN 52 619), bei. Andererseits kann auch ein Wärmegewinn durch transmittierte Globalstrahlung entstehen, ein Verhalten, welches durch den Gesamtenergiedurchlaßgrad  $g$  [%] (DIN 67 507) des Glases ausgedrückt wird.

*Hinweis: die DIN 67 507 wurde mittlerweile durch die DIN EN 410 ersetzt*

### Das Glas - Unterschied zwischen Wärme- und Sonnenschutzglas

Wärmeschutzgläser sind Isoliergläser mit einem verbesserten  $k$ -Wert, mindern also die Wärmeverluste. Dagegen sind Sonnenschutzgläser nicht notwendigerweise Isolierglas, sondern lassen weniger Strahlung von außen in den Raum, besitzen also einen reduzierten  $g$ -Wert. Meist werden Gläser mit einem speziellen Aufbau eingesetzt. Sie bestehen gewöhnlich aus zwei Scheiben mit spezieller Beschichtung und Gasfüllung im Scheibenzwischenraum. Die Beschichtung befindet sich bei Wärmeschutzgläsern auf der inneren Seite des Innenglases (SS3), bei Sonnenschutzgläsern auf der inneren Seite des Außenglases (SS2) und besteht aus einer Edelmetall- (meist Silber) oder Oxid-Beschichtung (z.B. Zinnoxid). Der Scheibenzwischenraum enthält eine Edelgasfüllung (z.B. Argon).

Da vor allem aufgrund der Beschichtung die optischen Eigenschaften der Gläser verändert sind, werden Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum vermutet. Ein Einfluß der Gesamttransmission, sowie der spektralen Transmission auf das Pflanzenwachstum wird nachfolgend diskutiert.

### Die Pflanzen

Die Pflanze benötigt für die Photosynthese neben Temperatur, Wasser,  $CO_2$  und Nährstoffen vor allem Licht. Mit Hilfe von Photorezeptoren (Chlorophyll, Carotinoide) ist sie in der Lage Strahlung zu absorbieren und diese Energie letztendlich in Wachstum umzusetzen. Anhand des sogenannten Aktionsspektrums der Photosynthese (Abb. 1) ist erkennbar, daß die Pflanze den gesamten Bereich von 400-720 nm für die Photosynthese nutzt. Dieser Bereich wird deswegen auch als photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) bezeichnet. Die meisten Pflanzen besitzen Maxima in ihrer Photosyntheseempfindlichkeit im blauen (400-500 nm) und hellroten (600-700 nm) Bereich, nutzen aber auch 50% der grünen Strahlung (500-600 nm) (!).

In Abhängigkeit von Pflanzenart und den anderen Wachstumsfaktoren besitzt jede Pflanze einen minimalen Lichtbedarf (Kompensationspunkt), um Zuwachs zu zeigen, und einen Punkt der Lichtsättigung, über den hinaus keine weitere Steigerung der Photosynthese resultiert.

Die Pflanzen können aufgrund ihrer Lichtansprüche eingeteilt werden. Während in der gärtnerischen Pflanzenproduktion ein möglichst schneller Kulturverlauf und damit ein großer Zuwachs gefordert wird, ist dieser bei der Verwendung in der Innenraumbegrünung nicht erforderlich, sogar nicht erwünscht (!). Hier ist eine Erhaltung und ein minimaler Zuwachs

ausreichend. Pflanzenarten mit geringen Lichtansprüchen benötigen nur  $2 \text{ W PAR} \cdot \text{m}^{-2}$  (500 lx), solche mit mittleren  $4 \text{ W PAR} \cdot \text{m}^{-2}$  (1000 lx), solche mit hohen Ansprüchen  $6\text{-}8 \text{ W PAR} \cdot \text{m}^{-2}$  (1500-2000 lx). Nur für wenige Pflanzenarten sind Bestrahlungsstärken von  $10\text{-}20 \text{ W PAR} \cdot \text{m}^{-2}$  (2500-5000 lx) erforderlich.

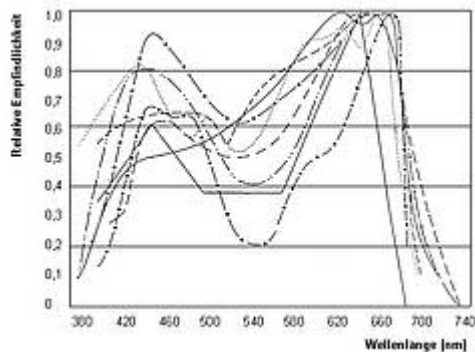


Abb. 1 Aktionsspektrum der Photosynthese einiger Pflanzenarten (nach Geutler und Krochmann, 1979)

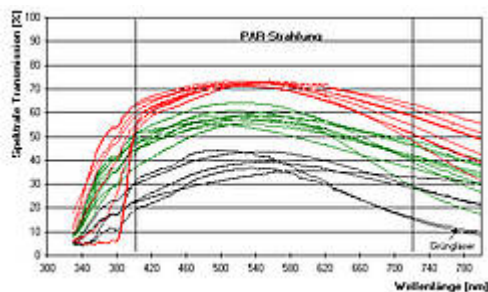


Abb. 2 Spektrale Durchlässigkeit einiger Wärme- und Sonnenschutzgläser (eigene Messungen)

## Das Glas

Bei den Herstellern von Wärme- und Sonnenschutzgläsern können Angaben zur spektralen Transmission der Gläser angefordert werden. Näherungsweise kann die Lichtdurchlässigkeit  $t_v$  zur Beurteilung eines Glases herangezogen werden, welche die Transmission eines Glases für den sichtbaren Bereich der Strahlung (380-780 nm), gewichtet mit der Helligkeitsempfindlichkeit des menschlichen Auges angibt. Wünschenswert wäre eine herstellerseitige Angabe der PAR-Transmission (400-720 nm) in unbewerteter Form. In einer Studie wurde eine Anzahl repräsentativer auf dem Markt angebotener Wärme- und Sonnenschutzgläser hinsichtlich ihrer PAR-Transmission untersucht (Abb. 2) und den verfügbaren Herstellerwerten gegenübergestellt.

Gläser mit einer für die Pflanzen ausreichenden PAR-Durchlässigkeit (rote und grüne Kurven) waren diejenigen Gläser, welche eine Lichtdurchlässigkeit  $t_v$  von über 50-55% aufwiesen. Nur wenige Gläser erfüllten diese Voraussetzung nicht und können für die Innenraumbegrünung nicht empfohlen werden. In diesem Zusammenhang muß besonders hervorgehoben werden, daß die PAR-Durchlässigkeit einiger Sonnenschutzgläser durchaus mit derjenigen von Wärmeschutzgläsern vergleichbar ist.

Für eine Beurteilung von Gläsern muß zusätzlich die verfügbare Globalstrahlung im Jahresverlauf berücksichtigt werden. In Abhängigkeit von Sonnenstand und Bewölkung ändert sich die Bestrahlungsstärke. So ist beispielsweise an klaren Tagen im Januar im Mittel mit  $110 \text{ W PAR} \cdot \text{m}^{-2}$ , im Juni mit  $470 \text{ W PAR} \cdot \text{m}^{-2}$ , an bedeckten Tagen reduzieren sich die Werte auf  $15 \text{ W PAR} \cdot \text{m}^{-2}$  im Januar und  $160 \text{ W PAR} \cdot \text{m}^{-2}$  im Juni. Diese Werten beziehen sich auf die an der Glasaußenseite ankommende Globalstrahlung. Mit der Entfernung vom Glas in das Rauminnere nimmt die Bestrahlungsstärke stark ab, so daß bereits im Abstand von 3-5 m zumindest in den Wintermonaten (bei kleinen Glasflächen auch in den Sommermonaten) den Pflanzen nur noch  $< 10$

W PAR \* m<sup>-2</sup> zur Verfügung stehen. Das gilt nicht nur für Wärme- und Sonnenschutzgläser, sondern auch für herkömmliches Gewächshausglas (!).

Eine erhebliche Rolle spielen zudem der Neigungswinkel des eingebauten Glases und der tägliche Verlauf des Sonnenstandes, also der Einfallswinkel der Globalstrahlung auf das Glas. Ferner ist die Ausrichtung des Glases zu einer bestimmten Himmelsrichtung relevant. Konstruktionsteile und andere schattengebende Elemente (auch größere Pflanzen) beeinflussen die Lichtmenge im Abstand vom Glas.

In der Vergangenheit wurde in der Presse vermehrt die spektrale Durchlässigkeit der Wärme- und Sonnenschutzgläser hinsichtlich einer angeblich negativen Wirkung auf das Pflanzenwachstum diskutiert. Diese Aussage soll an dieser Stelle korrigiert werden.

Richtig ist, daß diese Gläser eine geringere Transmission für blaue und rote Strahlung aufweisen. Daraus kann allerdings keinesfalls abgeleitet werden, daß die durchgelassene Strahlung im blauen Bereich nicht ausreichend für Pflanzen ist (Jansen, 1996) und ein Einsatz von Sonnenschutzgläsern ohne Zusatzlicht für die Innenraumbegrünung nicht geeignet ist (FLL, 1997). Betrachtet man die prozentualen Anteile durchgelassener blauer (400-500 nm) und hellroter (600-700 nm) Strahlung anteilig zur gesamten PAR-Strahlung, so werden von Wärme- und Sonnenschutzgläsern ca. 31% im blauen und ca. 30% im hellroten Bereich durchgelassen. Bei herkömmlichem Gewächshausglas sind die Werte vergleichbar (32% blau, 31% hellrot). Die Durchlässigkeit für UVA-Strahlung (320-380 nm) ist bei Wärme- und Sonnenschutzgläsern zwar stark reduziert, hat aber im Gegensatz zu einigen Aussagen in der Fachpresse (Jansen, 1996) keinen Einfluß auf die Photosyntheseleistung. UVB-Strahlung (300-320 nm) wird auch von herkömmlichem Gewächshausglas nicht durchgelassen. Die verminderte Durchlässigkeit für dunkelrote Strahlung einiger Gläser (besonders Grüngläser) kann nur positiv bewertet werden, da hierdurch ein kompakteres Pflanzenwachstum resultiert.

Der spektralen Strahlungsdurchlässigkeit der Wärme- und Sonnenschutzgläser kommt demnach eher eine sekundäre Bedeutung zu. Auch praktische Erfahrungen mit photoselektiven Folien und Assimilationsbelichtung (Natriumhochdruckdampflampen) zeigen, daß die Strahlungsintensität bedeutender sein kann als die Strahlungszusammensetzung.

Abschließend soll im Zusammenhang mit Wintergärten noch darauf hingewiesen werden, daß andere wachstumsbestimmende Faktoren, insbesondere Lüftung, Bewässerung und Pflanzenschutz eine erhebliche Rolle für die Innenraumbegrünung spielen und neben einer optimalen Lichtmenge und damit der Entscheidung für eine bestimmte Verglasung optimiert werden müssen.

#### **Literatur:**

FLL 1997: Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Innenraumbegrünungen. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V., Bonn.

Geutler, G. und J. Krochmann 1978: Die Messung der für die Photosynthese wirksamen Bestrahlungsstärke. Gartenbauwissenschaft 43, 271-280.

Cansen, D. 1996: Wieviel und welches Licht lassen Gläser noch durch? Landschaftsarchitektur 8, 18-21.

KMIB 1980: Distribution spectrale du rayonnement solaire a uccle. Koninklijk Meteorologisch Instituut van Belgie, Miscellanea Serie B, No. 52.

Das Forschungsvorhaben wurde bearbeitet von: Silke Hoffmann

*Fachgebiet Biosystem- und Gartenbautechnik - URL: [www.bgt.uni-hannover.de/sonnenschutzglaeser.html](http://www.bgt.uni-hannover.de/sonnenschutzglaeser.html)*

*BGT, Letzte Änderung: 10.08.2009*

*Copyright Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover*