

Pilkington Glaskompodium

Technische Informationen
und Wissenswertes rund um
das Thema Glas.

Ausgabe: 2
Juli 2002

Sonnenschutz

Wie in der ersten Ausgabe des Glaskompodiums im Detail dargestellt, liefert uns die Sonne Licht und Energie. Üblicherweise wollen wir beides gerne ins Haus hereinholen; Wärmedämmgläser sind geradezu getrimmt darauf, über die so genannte Passive Solare Energiegewinnung viel kostenlose Wärme zu gewinnen, bei gleichzeitig höchstmöglicher Lichtnutzung.

Es gibt jedoch Situationen, vor allem im Nichtwohnbau, in denen genau diese solaren Zugewinne unerwünscht sind. Beim **Sonnenschutz** (in der neuen Energieeinsparverordnung mit nicht besonders glücklicher Wortwahl als „Sommerlicher Wärmeschutz“ bezeichnet) benötigen wir demnach nur denjenigen Teil des Sonnenstrahlungsangebots, den unsere Augen sehen können, das sichtbare Licht eben, und auch dieses oft nur in abgeschwächter Form.

Für den Sonnenschutz mit Glas wäre es nun ideal, ausschließlich sichtbares Licht durchs Glas hindurchzulassen, aber keine Wärmeenergie. Das ist jedoch leider ein Ding der Unmöglichkeit, denn auch sichtbares Licht ist Energie, sehr viel sogar! Licht liefert immerhin rund die Hälfte, genauer 51 % des gesamten Strahlungsangebotes der Sonne. Wer also eine helle Wohnung oder ein helles Büro wünscht, der holt sich auch automatisch Wärme ins Haus. (Nebenbei: bei künstlicher Beleuchtung ist es oft noch viel extremer. Glühbirnen nämlich wandeln nur etwa 5 % der aufgenommenen elektrischen Leistung in Licht um, der weitaus größte Teil des verbrauchten Stroms ist mithin nur eine ungewollte „Zusatzheizung“. Leuchtstoffröhren oder Halogenleuchten sind da wesentlich effektiver.)



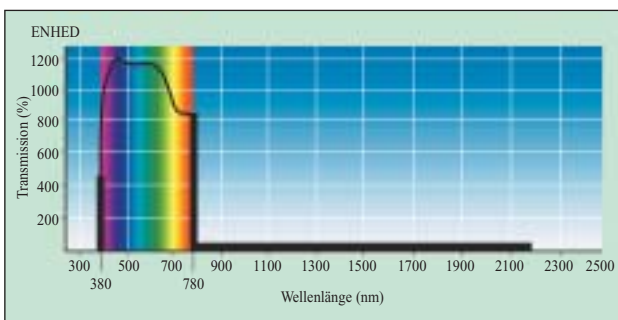
PILKINGTON

Der „Rest“, also die andere Hälfte der ankommenden Sonnenenergie, ist zum größten Teil infrarote (IR-) Strahlung, die wir als Wärme spüren (je nach Wellenlänge unterschiedlich, z. B. beim Sonnenbaden am Strand, zur Heilbehandlung mit einer Rotlichtlampe, als wohlige Wärme vom Heizkörper). Die infrarote Strahlung der Sonne schaufelt folglich nur Wärme ins Haus, die entweder zu einer unkomfortablen Übererwärmung z. B. des Wintergartens, der Dachgeschosswohnung oder des Büros führen kann und von uns schwitzend ertragen wird, oder sie muss mit hohem Energieaufwand über eine Klimaanlage fortgeschafft werden. Kühlen ist aber wesentlich energieaufwändiger, d. h. umweltbelastender, und natürlich auch viel teurer als Heizen, weshalb die im Februar 2002 in Kraft getretene EnEV/Energieeinsparverordnung für Neubauten so ausgelegt ist, dass eine Kühlung möglichst ganz zu vermeiden oder doch wenigstens deutlich zu mindern ist.

Und genau diesen großen Rest aus Infrarotstrahlung und UV-„Licht“ (welches nur einige wenige Prozent ausmacht und beim Sonnenschutz vernachlässigt werden kann) möchten wir beim Sonnenschutz als unwillkommenen Energiespender gerne aussperren.

Aber wie stellt man es an? Gelänge es, für eine Verglasung ein „Rechteckfilter“ wie in der nachstehenden Abbildung einzubauen, dann hätte man im ersten Ansatz das ideale Sonnenschutzglas:

Optimale Transmissionskurve für den Sonnenschutz



Der gesamte sichtbare Teil des Sonnenlichtes passiert das Glas, alles andere wird ausgeblendet! Da in einem solchen Idealfall alles erhältliche sichtbare Licht hindurchgelassen würde (also 100 %), andererseits von der Gesamtmenge des Sonnenstrahlungs-Angebotes alle Infrarot- und alle UV-Strahlung ausgeblendet wird

(also von der gesamten ankommenden Sonnenenergie nur ca. 50 % übrigbleiben), verhalten sich die beiden Größen dieses fiktiven Sonnenschutzglases wie 2 : 1, d. h. wir hätten sogleich die fantastische „Selektivität“ von 2! Schlagwortartig ausgedrückt: Licht kommt ins Haus, die Energie bleibt draußen.

Dem stehen in der praktischen Umsetzung natürlich ein paar kleinere Hürden entgegen. Und daher war der Weg dorthin, also die Entwicklung der Sonnenschutzgläser in den vergangenen Jahrzehnten, sehr weit.

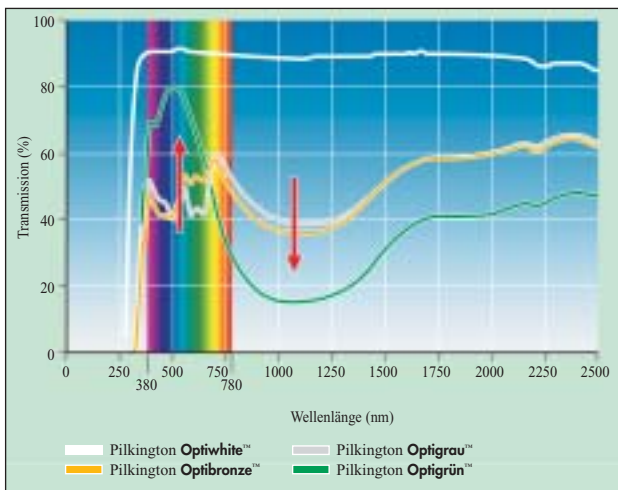
Heute gibt es eine unüberschaubare Zahl verschiedenster Sonnenschutzgläser auf dem Markt.

Will man sie des besseren Überblicks wegen in Kategorien einteilen, so böte sich das folgende sehr grobe Raster an:

Die Absorptionsgläser:

Sie sind in der Masse durchgefärbt (meistens in den Farben Grün/Grau/Bronze, seltener in Blau oder Rosa), weshalb ihr Farbeindruck in Ansicht und Durchsicht sowie ihre technischen Daten sehr stark abhängen von der Dicke der Glas-tafel. Sie wirken mit ihrer geringen Reflexion matt-stumpf und „schwer“ in der Fassade. Außerdem haben sie keinerlei verbesserte wärmedämmenden Eigenschaften, genügen also in dieser Form keinesfalls mehr hiesigen Ansprüchen. Ihre Wirkungsweise beruht darauf, dass sie die Sonnenstrahlung schlucken/absorbieren, also in Wärme innerhalb der Glas-tafeln umwandeln, die dann anschließend überwiegend nach außen abgegeben wird (weshalb sie sinnvollerweise immer nur als **Außenscheibe** im Isolierglas eingesetzt werden). Die mit der Glasdicke anwachsende Absorptionsfähigkeit macht es jedoch vielfach erforderlich, das Glas vorzuspannen, um thermisch bedingten Glasbruch auszuschalten.

Unglücklicherweise absorbieren besonders die grauen und die bronzefarbenen Gläser mehr im sichtbaren als im Infrarot-Bereich; technisch ausgedrückt: Sie haben eine negative Selektivität. Wenn überhaupt, dann zeigen nur die grün eingefärbten Gläser ein „richtiges“ Sonnenschutzverhalten (kommen aber dennoch bei weitem nicht an die mit Edelmetall beschichteten Hochleistungs-Sonnenschutzgläser heran, wie später noch dargelegt wird).



Die vorstehende Abbildung zeigt die Transmissionskurven für 6 mm dickes Grün-, Bronze- und Grauglas, in einem zugegebenermaßen „unfairen“ Vergleich zum sehr hellen, eisenoxidarmen Weißglas Pilkington **Optiwhite™** mit seiner extrem hohen Transmission. Die roten Pfeile geben sozusagen die Marschrichtung für ein gutes Sonnenschutzglas vor: Viel sichtbares Licht, aber wenig Wärmeeinstrahlung!

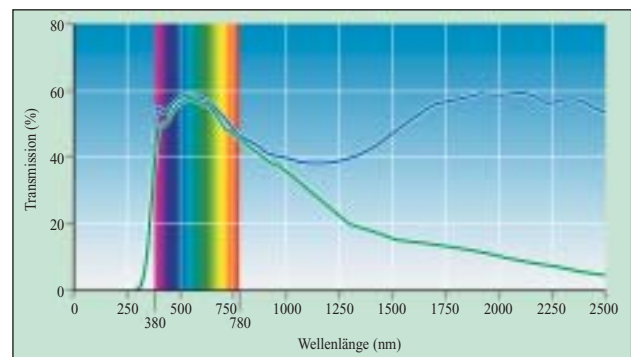
Erst durch die heutzutage per Gesetz unabdingbare Kombination mit einer Wärmedämmbeschichtung auf der raumseitigen Glastafel verwandelt man die Absorptionsgläser zu ausgereiften Produkten, mit gleichzeitig gutem U-Wert, wobei aber immer noch das Manko der nicht vorhandenen Farbneutralität bleibt.

Die spiegelnden Gläser :

Auf Klarglas oder häufig auch auf Farbglas werden Metalloxid-Beschichtungen aufgebracht, welche für eine hohe Spiegelwirkung sorgen, meistens neutral-silberfarben reflektierend, gelegentlich auch farbig-brillant. (Manchmal werden diese Metalloxid-Beschichtungen auch „harte Beschichtung“ genannt, was aber eigentlich irreführend ist; tatsächlich geht es um die Witterungsbeständigkeit der Beschichtungen, für Anwendungen als Sonnenschürzen und Fassadenplatten, sowie weiterverarbeitet zu Isolierglas.) Sie sind sozusagen die Mittelklasse bei den Sonnenschutzgläsern, sehr attraktiv bei der Gebäudegestaltung. Häufig haben sie aber den Makel einer nicht farbneutralen Ansicht und Durchsicht. Und auch sie haben keine verbesserte Wärmedämmung vorzuweisen.

Die technischen Daten bezüglich Licht- und Energiedurchlässigkeit sind zumeist akzeptabel. Auch in diesem Fall sind nachgeschaltete Wärmedämmbeschichtungen (entweder auf der spiegelnden Glastafel selbst in Position # 2, oder üblicherweise auf der raumseitigen Glastafel in Position # 3) ein Muss! Sie heben die Sonnenschutzleistung deutlich an, verbessern die Selektivität ein wenig und vor allen Dingen sorgen sie für einen guten U-Wert. Auf diese Weise dringt man sozusagen in die gehobene Mittelklasse vor.

Die folgende Abbildung zeigt genau diese Verbesserung: Die blaue Linie ist eine typische Transmissionskurve eines metall-oxidbeschichteten Sonnenschutzglases (als Isolierglastausführung). Dasselbe Glas, jetzt aber mit einem Wärmedämmglas raumseitig kombiniert, ist als grüne Linie dargestellt. Eine eklatante Verbesserung!



Wie funktionieren die spiegelnden Gläser? Sie reflektieren die Sonnenstrahlung und absorbieren auch einen Teil. Allerdings gehen sie dabei nach dem Rasenmäher-Prinzip vor: Über den gesamten Wellenlängenbereich wird überall mehr oder weniger gleichmäßig etwas „abgeschnitten“, beinahe unterschiedslos ob im sichtbaren oder im Infrarotbereich: die blaue Linie. Die Wirkung ist damit derjenigen einer Blende oder eines Graufilters beim Fotografieren vergleichbar. Je nach Einstellung oder Wahl des Filters wird „herabgedimmt“. Mithin keine Spur eines selektiven Verhaltens, wäre da nicht ein raumseitiges LE-Glas, das für eine Verbesserung sorgt: Siehe die grüne Linie.

Die Hochleistungs-Sonnenschutzgläser:

Um beim vorherigen Bild zu bleiben: Jetzt steigen wir in die Ober- oder Luxusklasse ein. Dazu bedarf es aber auch bester Materialien, sprich der Verwendung von Edelmetallen, früher Gold und heute Silber. (Sie werden oft als „weiche Beschichtung“ bezeichnet, was vielfach genauso irreführend ist wie die Bezeichnung „hart“ zuvor bei den Metalloxid-Beschichtungen.) Die Vorteile sind mannigfaltig: Eine breite Produktpalette mit Gläsern

- verschiedenster Farben und neutraler Ansichten,
- unterschiedlichster Reflexionsgrade von matt bis hochspiegelnd,
- die beinahe beliebig einstellbare technische Daten erlauben,
- mit guter bis sehr guter Farbwiedergabe sowie
- mit hoher bis allerhöchster Selektivität, also Bevorzugung des sichtbaren Lichts gegenüber der Wärmeenergie.

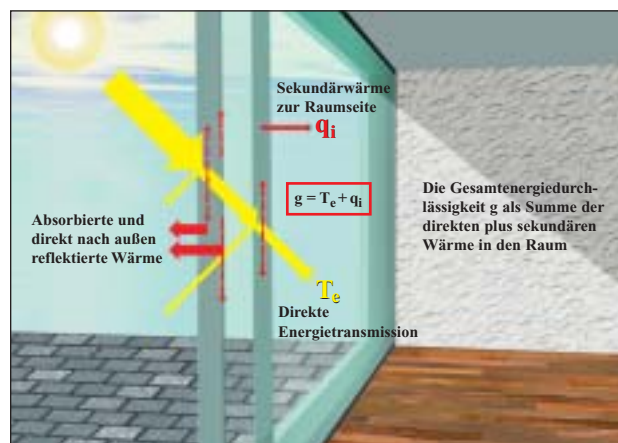
Und als Sahnehäubchen obendrauf verfügen sie auch noch automatisch über eine

- sehr niedrige Emissivität im fernen, langwelligen Infrarotbereich, bieten folglich in jedem Fall einen exzellenten U-Wert, der sich meistens problemlos mit den besten Wärmedämmgläsern messen kann.

Der (beherrschbare) Nachteil: Solche Beschichtungen müssen stets im Scheibenzwischenraum eines Isolierglases geschützt werden. Dazu wurden sie früher unmittelbar nach dem Festmaß-Beschichten zu Isolierglas weiterverarbeitet. Heute kann man sie, entsprechend verpackt und gelagert, einige Monate aufbewahren, bis sie zugeschnitten und weiterverarbeitet werden.

Und ihre Wirkungsweise ?

Jeder in der Glasbranche kennt als Schema-Darstellung die folgende Skizze:



Ein Beispiel: Die Sonne scheint an einem schönen Sommertag in Mitteleuropa, mit bis zu 850 W/m^2 . (Zum Vergleich: Das ist etwa $2/3$ dessen, was außerhalb der Erdatmosphäre von der Sonne eingestrahlt wird. Und es entspricht gut dem Fünffachen der Strahlungsleistung einer Rotlichtlampe zur Bekämpfung eines Hexenschusses.) Ein sehr großer Teil wird von der Edelmetallbeschichtung direkt zurückgeworfen, vor allem im IR-Bereich – das ist der eigentliche Zweck dieser Beschichtungen –, ein großer Teil wird aber auch absorbiert, in Wärme umgesetzt und zeitverzögert wieder nach außen abgegeben.

Nur ein Rest geht durch, als Summe der übriggebliebenen direkten Strahlung plus eines „Rinnsales“ der von der Innenseibe absorbierten Strahlung. Was aber erst einmal die „Schranke“ der Beschichtung auf Position # 2 passiert hat, das gelangt unweigerlich als Wärme in den Raum.

Drehte man übrigens die Glaseinheit herum (auch das gab es mehrfach in der Vergangenheit, d. h. ein und das gleiche Sonnenschutzglas wurde in zwei verschiedenen Versionen angeboten!), dann bekäme man nicht nur ein ganz anderes Aussehen (zum Beispiel einen hellen Silberspiegel anstelle eines brillanten Blautones), sondern auch ein etwas schlechteres Sonnenschutzverhalten. Dann nämlich absorbierte jetzt die Innenseibe deutlich mehr und könnte wegen der nunmehr davor auf Position # 3 befindlichen Beschichtung ihre Wärme kaum zur Außenseite abgeben. Tendenziell marschierte man damit in Richtung Wärmedämmglas. Als kleiner Trost: Die Lichtdurchlässigkeit bleibt unverändert.

Bleibt die Frage: Wo stehen wir heute mit den Hochleistungs-Sonnenschutzgläsern? Was ist noch zu erwarten?

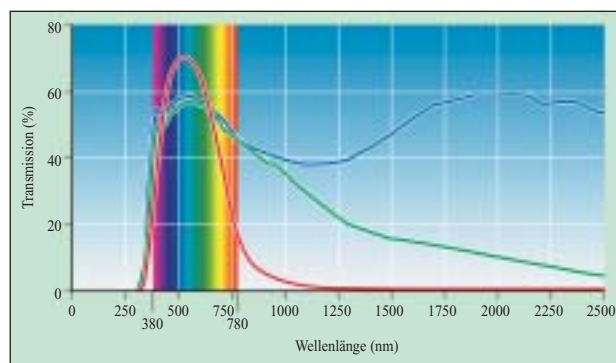
Glastafeln absorbieren leider stets etwas Licht, und ein „Rechteckfilter“ in der eingangs skizzierten Perfektion ist nicht zu verwirklichen. Also: Aus der Traum von der Super-Selektivität? Nicht ganz, denn wir können uns zunutze machen, dass das menschliche Auge nicht wie ein Messinstrument arbeitet. In den Randbereichen, zum UV- und zum IR-Bereich hin, sehen wir erheblich unempfindlicher als im Grüngelb-Bereich bei etwa 550 nm, in dem sich die so genannte höchste Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges befindet. (Nebenbei: Nicht überraschend ist, dass das Maximum der Sonnenstrahlung deckungsgleich liegt mit dem Bereich der höchsten Empfindlichkeit des menschlichen Auges. Es war in der Entwicklungsgeschichte des Menschen ein Überlebensvorteil, dort besonders gut sehen zu können, wo die Sonne ihr größtes Angebot hat.)

Wir können also bei der Entwicklung von Sonnenschutzglas-Beschichtungen ungestraft an den Rändern des sichtbaren Bereichs etwas Transmission „wegknapsen“, d. h. nochmals die Energiedurchlässigkeit senken, ohne dass uns dies besonders auffiele als Minderung der Lichtdurchlässigkeit.

Mit diesem Trick gelingt es uns dann doch wieder, eine Selektivität um den extrem guten Wert von 2,0 herum zu erzielen. Natürlich hat auch diese Methode ihre Grenzen; ein noch weitergehendes Anknabbern der Ränder (bei Blau einerseits und bei Rot andererseits) führte dazu, dass die Neutralität in der Durchsicht verloren ginge.

Solche Gläser (eingefärbt, kein Floatglas) sind im Übrigen für besondere technische Einsatzgebiete bekannt: Am blauen Ende „beschnittene“, extrem UV-sperrende Gläser führen dazu, dass vor allem die Komplementärfarbe übrigbleibt. Die Gläser sehen dementsprechend gelblich bis gelb-orangefarben aus.

Die nachfolgende Abbildung zeigt nun, wie das reale Verhalten heutiger optimaler Sonnenschutzbeschichtungen aussieht:



Neben den beiden schon in der vorherigen Abbildung gezeigten Kurven ist jetzt zusätzlich die rote Transmissionskurve für Pilkington **Suncool™** HP Brilliant 66/33 eingezeichnet. Sie kommt dem Ideal des Rechteckfilters offensichtlich überraschend nahe. So nahe, dass weitere nennenswerte Steigerungen in der Produktentwicklung schwer vorstellbar sind.

Selbstverständlich ist damit aber immer noch kein Endstand der Entwicklungen erreicht. Es gilt weiterhin, sich den jeweiligen Anforderungen oder auch Moden der Planer an Farben und Reflexionsgrade anzupassen.

Gleichzeitig bleiben die parallelen Anforderungen an die Neutralität in der Ansicht und in der Durchsicht sowie an passende Fassadenplatten bestehen. Und die Weiterverarbeiter der beschichteten Halbzeuge verlangen zusätzlich eine leichte Verarbeitbarkeit und eine lange Lagerfähigkeit der beschichteten Halbzeuge.

In der nächsten Ausgabe des Glaskompandiums wird es um Fassadenplatten zu den Sonnenschutzgläsern gehen, aber auch um die Frage nach Farbanpassung, Farbe generell und „Neutralität“.



PILKINGTON

Pilkington Deutschland AG
Info Line +49 (0)180 3020100
E-Mail info@pilkington.de
www.pilkington.com