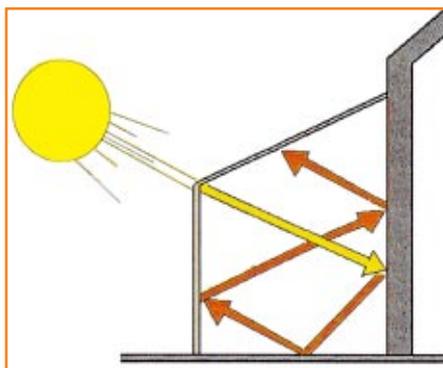


Das Glashaus – mehr als nur ein „Winter“garten

Das Haus aus Glas wird immer mehr zum Bestandteil der modernen Hausarchitektur. Leben unter Glas, in Licht, Wärme und mit besonderen Pflanzen, gehört heute schon vielfach zum Wunsch vieler Hauseigentümer. Der Baustoff „Glas“ ist uns seit Jahrhunderten bekannt und wurde vor allem in unserer Zeit immer wieder verbessert. Multifunktionsgläser haben heute Eigenschaften, welche vor Jahren noch unbekannt waren. Insofern wäre es ein Irrtum, ein Glashaus von heute mit einem „Wintergarten“ von gestern gleichsetzen zu wollen. Der Wintergarten von gestern diente zum Überwintern von Pflanzen, die Glashäuser von heute werden meist als Erweiterung des Wohnraumes benutzt. Daher ist es wichtig, den Wohnraum „Glashaus“ funktionsfähig zu machen. Das heißt: die klimatischen Bedingungen für Mensch und Pflanze möglichst ganzjährig den Bedürfnissen anzupassen.

Der Treibhauseffekt

Im Glashaus dringt die kurzwellige Lichtstrahlung fast ungehindert durch die Verglasung in das Rauminnere ein und setzt sich dort in langwellige Wärmestrahlung um. Diese Wärme wird durch die Isoliereigenschaften der Gläser (k-Wert) im Rauminnere gehalten und verursacht einen Hitzezustand (Treibhauseffekt). Das dem Gebäude vorgesetzte Glashaus wirkt wie ein Sonnenkollektor.



Sonnenstrahlen dringen fast ungehindert durch das Glas. Beim Auftreffen auf feste Gegenstände setzt sich die Lichtstrahlung in Wärmestrahlung um und kann das Glashaus nicht mehr verlassen

Im Sommer treten hierdurch im Glashaus Temperaturen bis zu 80 °C auf und würden die Pflanzen verwelken lassen, denn das pflanzliche Eiweiß von Zimmerpflanzen gerinnt bei 40 °C. Um die thermischen Voraussetzungen für Pflanzen im Sommer zu schaffen, ist zum einen die Lichtstärke durch ein Beschattungssystem um ca. 60 % zu mindern: Z-Wert = 0,4 nach DIN 4108 und zum anderen ein stündlicher Luftwechsel von 10 l/h zur Abfuhr der Restwärme zu erbringen.

Lüftungen

Im Glashaus sind prinzipiell zwei Arten von Lüftungen möglich. Dies ist zum einen die thermische Lüftung und zum anderen die motorische Lüftung.

Die **thermische Lüftung** ist aus dem Gewächshausbau bekannt. Weit ausstehende Fenster im Dach lassen die warme Luft entweichen, während über Klappen am Boden die Luft nachströmen kann.

Zur Berechnung der Lüftungsöffnungen bei thermischen Systemen gilt die Faustformel: Öffnen sie 10 % der Gesamtglashülle, zwei Drittel im Dach (als Abluft) und ein Drittel in der

senkrechten Verglasung (Zuluft). Die thermische Lüftung ist jedoch aus verschiedenen Gründen im Glashaus nur bedingt einzusetzen, denn an eine moderne Lüftungslösung werden noch folgende Anforderungen gestellt: Einbruchsicherheit, Wetterunabhängigkeit, keine Beschattungsbehinderung, Winddruckunabhängigkeit, usw. Im Unterschied zum Gewächshaus wird das Glashaus wohl das ganze Jahr bepflanzt bleiben, und nicht mit Einfachglas, sondern mit Isolier- oder gar Wärmeschutzglas ausgestattet sein. Ebenso wichtig ist der Einbruchschutz,



Die thermische Lüftung

denn was nützt die beste thermische Lüftung, wenn diese Lüftung während der Abwesenheit aus Angst vor einem Einbruch geschlossen bleiben muß. Keiner von uns läßt während seiner Abwesenheit die Fenster offen.

Die **motorische Lüftung** besteht (wie auch die thermische Lüftung) aus einer Zu- und einer Fortlufteinheit. Die Zulufteinheit stellt eigentlich nur eine technisch aufwendige Öffnung dar, nur die Ablufteinrichtung wird mit Ventilatoren bestückt. Diese Belüftungssysteme werden auf Maß gefertigt, in Form und Farbe an die Glashäuser angepaßt und können bei der Planung exakt auf die gewünschte

max. Raumtemperatur berechnet werden (Interpane-Studie, Prof. Hauser Universität Kassel). Natürlich sind noch weit mehr Forderungen an ein Lüftungssystem zu stellen. Bei der motorischen Lüftung sind Wärmedämmung, hohe Fugendichtigkeiten, geringer Eigengeräuschpegel usw. heute technisch gelöst. Die einzelnen Lüftungsarten (thermisch und motorisch) können noch in zwei Untergruppen unterteilt werden:

Die **Querlüftung** wird quer zu der Raumluftwalze eingesetzt. Das heißt, das Zuluftgerät wird in einer Seitenfläche des Glashauses eingebaut und das Abluftgerät in die gegenüberliegende Seitenfläche. Die klassische Querlüftung mit Zuluft in den Feldern

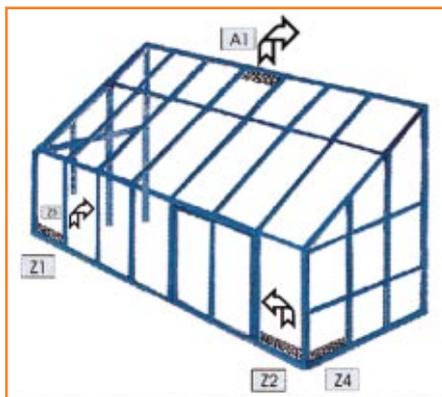


Die motorische Querlüftung

Z1-Z4 und die Abluft in dem Feld A1. Das Abluftgerät immer oben.

Sind Zu- und Abluftgeräte jedoch weiter als sechs Meter voneinander entfernt, so ist diese (Unter-)art der Lüftung (Querlüftung) nicht mehr möglich. Das liegt daran, daß die Entfernung zwischen Zu- und Abluftgerät nicht mehr als 6 Meter betragen soll, denn sonst wird die Luft zu warm und im Bereich des Abluftgerätes werden kritische Temperaturen erreicht. Aus diesem Grunde ist eine zweite Lüftungsart erforderlich, die die Abstände von Zu- und Abluftgerät unter 6 Meter bringt, um damit einen Anstieg der Temperatur über den kritischen Wert zuverlässig zu verhindern und somit das Objekt und die Pflanzen schützen.

Die **Firstlüftung** wird mit der Raumluftwalze eingesetzt. Das Abluftgerät im Dach und die beiden Zuluftgeräte meist in der Front des Glashauses. Das Abluftgerät wird im Dach A1 eingebaut. Für die Zuluftgeräte stehen die Felder (links) Z1 und Z3 sowie



Die Firstlüftung

(rechts) Z2 und Z4 zur Auswahl.

Diese motorischen Lüftungssysteme zeichnen sich dadurch aus, daß Zugerscheinungen aufgrund der Lüftungsanordnung (nur Abluft mit Ventilatoren) ausgeschlossen sind, der Eigengeräuschpegel durch Auswahl geeigneter Lüfter den Anforderungen angepaßt und das ganze System sehr genau berechnet werden kann. Bei einer Kostengegenüberstellung der thermischen zur motorischen Lüftung schneidet die motorische Lösung außerdem wesentlich kostengünstiger ab. Dies gilt natürlich nur dann, wenn beide Lüftungssysteme exakt berechnet wurden.

Die Steuerung

Für welches Lüftungssystem man sich auch entscheidet, wichtig ist dabei immer der Hintergrund, daß nur in Verbindung mit einer Beschattung (innen/außen) diese Lüftungen effizient arbeiten. Dies wird sehr anschaulich in den Kurven des Raumtemperaturverhaltens von Wintergärten dargestellt.

Wenn der Wintergarten mit Lüftung und Beschattung ausgestattet ist, muß die Frage der Steuerung geklärt werden, denn man muß sich darüber klar sein, daß diese Systeme vor allem während der Abwesenheit wirken müssen. Die Beschattung muß je nach Lichtstärke aus- oder eingefahren werden und die Lüftung bei zu hohen Temperaturen automatisch ein- und bei Unterschreitung ausgeschaltet werden.

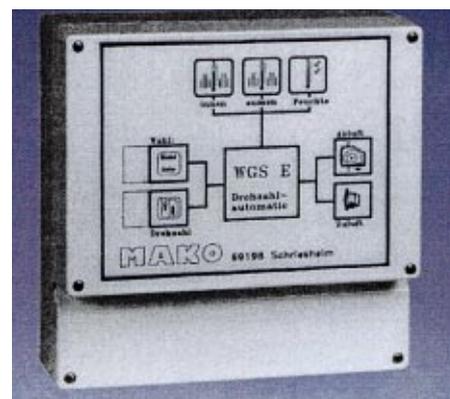
Die **Kombinationssteuerung** ist eine Steuerung/Regelung, welche für Lüftung und Beschattungen einzusetzen ist. Da Kondensat im Wintergarten nie ganz auszuschließen ist, arbeiten diese Steuerungen im Bereich der Sensorik mit Schutzkleinspannungen. Eine Temperaturautomatik sorgt dafür, daß



Kombinationssteuerung „WGS A“

entsprechend der Überschreitung des eingestellten Sollwertes die Lüfterstufe automatisch gewählt wird.

Auf die Lüftungssteuerung können keine Beschattungen aufgeschaltet werden. In zwei Steuerkanälen werden Abluft und Zuluft getrennt gefahren. Abluft schaltet ein, wenn die Innentemperatur überschritten wird und die Temperaturautomatik sucht eine entsprechende Lüfterdreh-



Lüftungssteuerung

zahl automatisch aus. Die Zuluftgeräte werden dann gesperrt, wenn die Außentemperatur zu gering ist.

Um den Aufgaben gerecht zu werden, müssen diese Steuerungen Sensoren erhalten – sozusagen als Augen. Für die Beschattung wird mindestens ein Sonnenwächter benötigt, um nach der Lichtstärke der Sonneneinstrah-



Sonnenwächter „WSW“

lung die Beschattung ein- und auszufahren.

Für eine äußere Beschattung wird ggf. zusätzlich noch ein Regenwächter benötigt, um den Stoff bei Regen zu schützen.



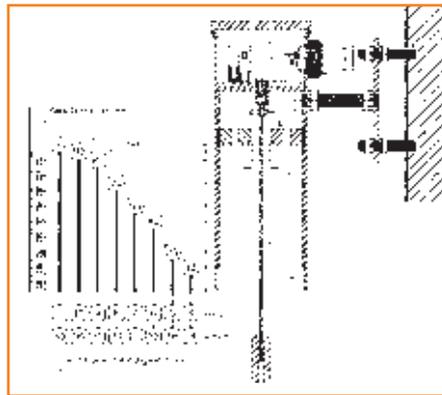
Regenwächter „WRW“

Bei äußeren Beschattungen ist auch ein Windwächter zu montieren, um die Beschattung vor unzulässigen Windlasten zu schützen.

Bei den Negativsensoren (Regen- und Windwächter) ist darauf zu achten, daß diese Sensoren auch geprüft werden können. Wenn der Windwächter versagt, kann die teure Markise auf der Straße liegen.

Da diese Sensoren im Freien montiert werden, ist nur ein zuverlässiges (und einfaches Produkt) anzuraten. Zu diesem Zweck wurde ein Windpendelschalter entwickelt, um in der privaten Anwendung auch hohe Zuverlässigkeit zu erreichen. Ein Pendel hängt über

der mittigen Bohrung einer innenliegenden Mutter nach unten. Lenkt der Wind das Pendel so weit aus, daß es die mittige Bohrung berührt, so gibt die Elektronik Windalarm. Die Empfindlichkeit wird durch die innenliegende Mutter eingestellt. Wird die Mutter hochgedreht, so ist der Sensor unempfindlicher. Dieser Sensor ist vollständig aus Edelstahl und – das ist wichtig – ohne technische Einrichtun-



Windwächter „WPS“

gen zu prüfen. Einfach das Pendel mit dem Finger auslenken – und die Beschattung muß einfahren!

Lüftungsanlagen

Motorische Lüftungsanlagen bestehen immer aus Zu- und Abluftgeräten, welche in die Konstruktion (Fensterprofile) eingebaut werden. Die allgemeinen Forderungen an motorische Lüftungsanlagen sind:

- Einbruchsicherheit
- hohe Dichtigkeit
- geringer k-Wert

Speziell die Abluftgeräte bestehen daher im wesentlichen aus Gehäusen mit sehr guter Isoliereigenschaft ($K = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$), einem dichten Verschuß und Gebläsen.

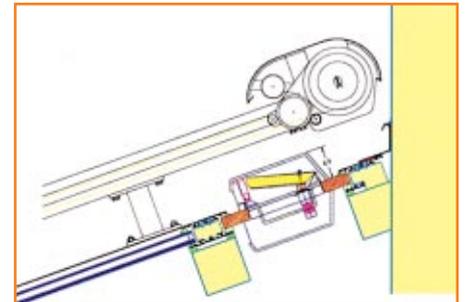
Die Zuluftgeräte sind dagegen sehr oft nicht mit Gebläsen ausgestattet;



Lüftungselemente „ELS“ (System Mako)

- 1 = Einbauprofil
- 2 = Verschuß (elektrisch)
- 3 = vier Axialgebläse

diese werden dann als Nachströmgeräte bezeichnet. Man betreibt somit im Wintergarten eine abluftorientierte Lüftung, welche vom Prinzip her schon zugfrei arbeitet. Alle Geräte



Lüftungssystem „HLL“ im Dach (System Mako)

können problemlos und dicht in die vorhandenen Glasträgerprofile eingebaut werden. Der Eigengeräuschpegel von Lüftungsanlagen spielt im privaten Wintergarten nur eine untergeordnete Rolle, wenn man den Betrieb des Systems als reine (einbruchssichere) Abwesenheitslüftung versteht. Um den Eigengeräuschpegel von Lüftungen zu mindern, gibt es nur ein Mittel: Drehzahl der Gebläse reduzieren. Die Betriebsgeräusche werden z. B. dadurch gemindert, daß man zwei Abluftgeräte statt einem Gerät einsetzt und die Gebläse nur auf halber Drehzahl betreibt. Das mindert das Betriebsgeräusch fast um die Hälfte, verdoppelt jedoch die Investitionskosten.

Die Heizung

Wird ein Glashaus als Wohnraum benutzt so muß dieser Raum auch wie ein Zimmer des Wohnhauses beheizt werden, denn sonst können vor allem im Winter Kondensaterscheinungen auftreten welche die Bausubstanz beschädigen können. Hier greift man auf die bewährte Technik der Heizungsbauer zu. Mit Klimageräten heizen (Wärmepumpe) ist auf keinen Fall empfehlenswert, denn im Winter gibt es draußen so gut wie keine Wärme die man zur Raumheizung nutzen kann. Insofern ist das Heizen mit Klimageräten über die Wärmepumpe ein im Winter sinnloses unterfangen.

Entfeuchtung

Der primäre Einsatzbereich von Lüftungsanlagen im Wintergarten ist die „einbruchssichere“ Abfuhr der Stauwärme im Hochsommer. Nicht weniger – aber auch nicht mehr.

Nun ist es auch möglich die rel. Raumfeuchte mit Lüftungsanlagen zu beeinflussen und hiermit z. B. Kondensat zu verhindern.

Die Regulierung der Raumluftfeuchte über Lüftungsanlagen hat aber einen (physikalischen) Preis. Im Sommer und den Übergangsmonaten funktioniert dies problemlos.

Im Winter treten jedoch Probleme auf, denn Lüftungsanlagen können Feuchte nur dadurch verhindern, daß die Innenraumluft durch „lüften“ an die Außentemperatur angeglichen wird. Je kälter es draußen wird, um so größer wird die Temperaturdifferenz (innen/außen) an den Scheiben, um so stärker wird die Scheibe kondensieren und um so mehr müssen Außen- und Innentemperatur angeglichen werden um Kondensat zu verhindern. Man kühlt im Winter den Raum durch „lüften“ ab. Dieses „abkühlen“ ist der (physikalische) Preis und kann im Winter sogar zum Erfrieren von Pflanzen führen.

Man treibt im Winter mit Hygrostaten den Teufel (Kondensat) mit dem Belzebug (Unterkühlung) aus.

Und genau das ist das Problem. Man verwendet hier einfach die falsche Technik (zumindest im Winter) um ein Problem (Luftfeuchte) zu beseitigen.

Die richtige Technik, um Kondensatprobleme zu verhindern, ist ein Raumentfeuchter:

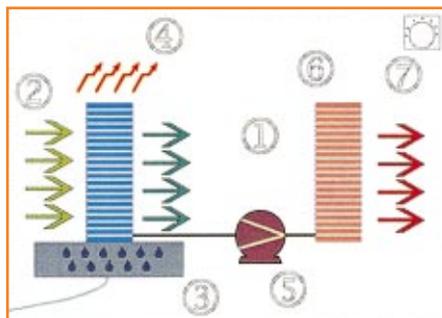
Sehen Sie hierzu die folgende Abbildung an:

Ein Gebläse (1) saugt feuchte Raumluft (z. B. 24 °C/70 % rel. Feuchte) über den Verdampfer (2) an. Der Verdampfer (2) ist an der Oberfläche extrem kalt (2 °C).

Dadurch wird sofort die angesaugte Luft an den Lamellen des Verdampfers kondensieren, also Feuchte in Form von Wassertropfen abgeben. Diese Wassertropfen fallen in einen Behälter (3) der wiederum mit einem Schlauch das Wasser nach außen abgeben kann.

Nach dem Austritt der Luft durch den Verdampfer (2) wird latente Wärme zurückgewonnen (4).

Die Energie, welche die Luft braucht um sich mit 70 % Wassergehalt zu



sättigen, wird dann freigesetzt, wenn zwangsweise entfeuchtet wird. Die Luft wird also am Verdampferaustritt wärmer sein als beim Eintritt (z. B. 26 °C/50 % rel. Feuchte). Diesen „kostenlosen“ Effekt nennt man auch Wärmerückgewinnung.

Die Luft wird dann im Verflüssiger (6) nochmals erwärmt (z. B. 28 °C/40 % rel. Feuchte) und wird über das Gebläse (1) im reinen Umluftbetrieb wieder an den Raum abgegeben. Das Herzstück der Anlage ist wie im Kühlschrank ein Kompressor (5) mit einer automatischen Regelung (7), einem Hygrostat.

Also, zum Entfeuchten ist der Raumentfeuchter die richtige Technik. Sobald so ein Gerät eingesetzt wird, stellt man fest, daß neben einer Entfeuchtung auch zusätzlich eine Wärmegewinnung die Entfeuchtung mit unterstützt und dazu noch Wärme zurückgewinnt.

Klimaanlagen

Neben den Lüftungsanlagen können im Wintergarten auch Klimaanlagen zum Einsatz kommen. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß vor allem die Betriebsströme von Klimaanlagen wesentlich höher sind als die von Lüftungsanlagen. Während eine Wintergartenlüftung mit ca. 120 Watt elektrischer Leistung bei einem Wintergarten von LBH: 4 x 5 x 2,5 (außen beschattet/südorientiert) auskommt, benötigt eine Klimaanlage hier schon mind. 1000 Watt. Es ist schwer zu vermitteln, daß in einem Wintergarten eine Klimaanlage mit 1000 Watt arbeitet, um bei Abwesenheit des Nutzers die Temperatur für die Pflanzen unter 40 °C zu halten, während eine Lüftungsanlage diese gleiche Arbeit mit 120 Watt erbringen kann. Neben den Anschaffungs-, Be-

triebskosten sind auch die Wartungskosten bei Klimaanlagen ungleich höher und zu beachten. Der Einsatzbereich von Klimaanlagen im Wintergarten spielt dagegen in Räumen mit gewerblicher Nutzung eine größere Rolle, denn bei Gasträumen oder Büros genügt es nun mal nicht, nur die Temperaturen für die Pflanzen zu halten.

Der Einsatz einer Klimaanlage sollte im Wintergarten – wenn überhaupt – nur zusätzlich (zur Lüftungsanlage) erfolgen.

Bei Klimaanlagen kann man unter drei verschiedenen Ausführungen wählen:

Die Kompaktanlage besteht aus einem Innengerät, in dem alle wesentlichen technischen Bauteile (Kompressor, Lüfter, Wärmetauscher) ein-



Kompaktklimaanlage

gebaut sind, und es ist beweglich, das heißt z. B. kann das Gerät im Winter in den Keller gestellt werden.

Die Splitanlage hingegen besteht aus einem Innen- und einem Außengerät, welche mit Kältemittel-, Kondensat- und Stromleitungen ver-



Splitanlage, Innen- und Außeneinheit

bunden werden. Mobile Splitanlagen lassen sich einfach montieren und auch wieder demontieren, während stationäre Splitanlagen nur von Fachbetrieben demontiert werden können.

Anlagenberechnung (thermische Lüftung)

Öffnen Sie mind. 10 % der Gesamtglashülle (Summe aus Zu- und Abluftöffnungen). Abluft immer oben, am höchsten Punkt.

Anlagenberechnung (motorische Lüftung)

Motorische Lüftungssysteme werden nach der Interpane-Studie berechnet. Wenn die Parameter des Glashauses feststehen (Glasart, Orientierung, Beschattung, Pflanzen, Raumvolumen) kann der stündliche Luftwechsel sehr genau bestimmt werden.

Der stündliche Luftwechsel wird so bestimmt, daß die Raumlufttemperatur auf einen maximalen Wert begrenzt wird, um vor allem die Grenzwerte für die Pflanzen (40 °C) nicht zu übersteigen.

Bei der Dimensionierung der Anlage ist lüftungstechnisch das Raumluftvo-

lumen des Wintergartens maßgebend. Raumluftvolumen multipliziert mit dem stündlichen Luftwechsel (nach Prof. Hauser) ergibt die erforderliche Luftleistung. Dabei wird der stündliche Luftwechsel bei ca. 10 l/h gewählt, wenn das Objekt nach DIN 4108 mit mind. $Z = 0,4$ beschattet ist.

Beispiel: Ein wärmeschutzverglaster Wintergarten verhält sich thermisch nach den Kurvenscharen der Abb.

Außenbereich nur Wärme effizient entziehen, wenn diese auch wirklich vorhanden ist. Dies ist im Winter nicht der Fall und genau dann benötigt man hohe Wärmeenergien um den Raum aufzuheizen.

Die Beschattung

Ob Lüftungs- oder Klimagerät, der Beschattung kommt eine entscheidende



Lüftungsanlage gesamt (Querlüftung)

- 1 = Abluftgerät
- 2 = Steuerung für Lüftung und Beschattung
- 3 = Zuluftgerät

„Temperaturverhalten Wintergarten bei Wärmeschutzverglasung“.

Wird das Objekt beschattet ($Z = 0,4$) und mit einem stündlichen Luftwechsel ($n = 10 \text{ h}^{-1}$) beaufschlagt, so wird sich bei Südorientierung eine Maximaltemperatur im Hochsommer von 37 °C einstellen und die Pflanzen wirkungsvoll schützen. Wird der Wintergarten nicht beschattet ($Z = 1,0$) ist ein $n = 50 \text{ h}^{-1}$ facher Luftwechsel einzuplanen. (Hochsommer = 32 °C im Schatten).

Anlagenberechnung (Klima)

Für Klimaanlage muß eine Kühlmittelastberechnung ausgeführt werden, um exakt die erforderliche Kälteleistung zu bestimmen. Hierbei spielen die Verglasungsart, die Orientierung, die Beschattung und die Nutzung eine bestimmte Rolle. Allerdings sind schon (unverbindliche) Schätzungen möglich. Erfahrungswerte stehen zur Verfügung:

So benötigt z. B.: ein Glashaus bis 50 m³ in Südausrichtung mit einer Beschattung von $Z = 0,4$ eine Kälteleistung von ca. 7,0 kW. Entsprechende Listen liegen den Herstellern vor.

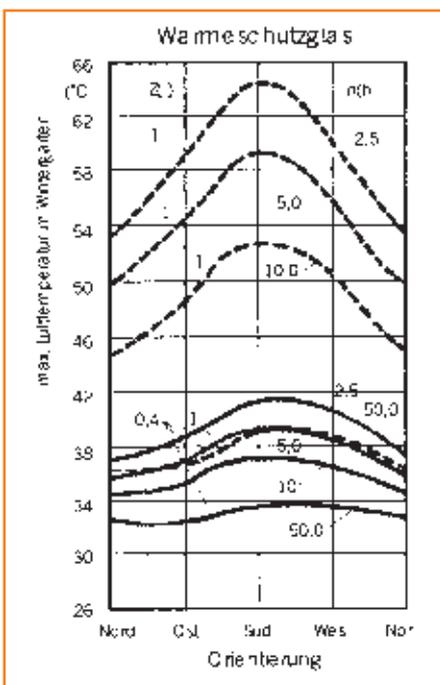
Der Einsatz von Klimageräten mit Wärmepumpe sollte jedoch auf keinen Fall dazu führen, daß auf übliche Heizquellen verzichtet wird, denn zum einen kann das Klimagerät dem

Bedeutung zu, denn beide Systeme können nur richtige Wirkung erzielen, wenn im Vorfeld ein Teil des Problems (Überhitzung) beseitigt wurde. Lüftungsanlagen können nur in Verbindung mit Beschattungen überhaupt wirksam werden, denn beide Systeme arbeiten miteinander. Nur in Sonderfällen werden Lüftungen so berechnet, daß auch Wirkungen ohne Beschattungen erzielt werden.

Mit einem Beschattungssystem, innen oder außen, sollte das Objekt vorher für die Hochsommerzeit ausgestattet sein. Hierbei ist es jedoch wichtig, mit den richtigen Beschattungen zu arbeiten, denn auch diese Technik ist in vielfältiger Form erhältlich und nicht jede Beschattung ist geeignet. Hierbei hilft die DIN Norm. In der DIN 4108 sind Beschattungen nach inneren und äußeren Systemen betrachtet und ein Z-Wert bestimmt worden.

Z-Wert ist ein Minderungsfaktor durch Abschattungssysteme und sollte nicht höher als 0,4 liegen, denn bei $Z = 0,4$ ist die beste Wechselwirkung zwischen Lüftung und Beschattung. □

Mako GmbH
69193 Schriesheim
Tel.: (0 62 03) 6 48 56



Temperaturverhalten Wintergarten bei Wärmeschutzglas