Das perfekt belüftete, bewohnbare Glashaus

Eine wichtige Planungsaufgabe, erläutert von Helmut Schocker

Mit Wohnräumen verbundene Glashäuser werden immer beliebter. Sie erweitern den Wohnbereich auf eine höchst angenehme Weise und tragen wesentlich zur Einsparung von Heizenergie bei. Ihre Benutzbarkeit und artgemäßes Pflanzenwachstum während jeder Jahreszeit hängen entscheidend von den klimatischen Verhältnissen in ihnen ab. Eine gut geplante Lüftung und ihre Realisierung durch ausgereifte Produkte bieten dafür die beste Garantie. Die Firma Gretsch Unitas hält solche bereit. Der Verfasser, einer ihrer Mitarbeiter, gibt nachfolgend eine praxisnahe Anleitung für deren Einsatz. Dabei wird deutlich, warum es bei bewohnbaren Glasbauten entscheidend auf deren Belüftung ankommt.

Geht man von der Voraussetzung aus, daß ein Glashaus nach der Sonne geplant und ausgerichtet wird und dabei Isolierglas normaler Lichtdurchlässigkeit zum Einsatz kommt, werden in ihm je nach Wetterlage im Sommer extrem hohe Tagestemperaturen erreicht. Neben diesen ist außerdem zwischen Sonnenschein und Bewölkung mit einem schnellen Licht- und Temperaturwechsel zu rechnen, der innerhalb weniger Minuten auftreten kann.

Ohne gute Be- und Entlüftung sowie Beschattung ist die Bewohnbarkeit eines Glashauses im Sommer nur morgens und abends sowie an bewölkten Tagen möglich. Während morgens noch eine relativ kühle Raumlufttemperatur von etwa + 18 ° C herrscht, kann die Temperatur um die Mittagszeit bis auf + 70 ° C ansteigen. Diese hohen Temperaturen sind nicht nur für den Menschen, sondern auch für die meisten Pflanzen unerträglich.

Das Hauptproblem im Glashausbau ist daher eindeutig die hohe Raumlufttemperatur im Sommer. In Abhängigkeit der Lüftung und Beschattung werden im Sommer Raumlufttemperaturen erreicht, wie sie in Bild 1 dargestellt sind.

Um ein Absterben der Pflanzen zu verhindern, sollte – abhängig von der Pflanzenart – die Raumlufttemperatur nicht unter + 5 ° C absinken. Während mehrerer bewölkter Tage mit gleichzeitig sehr niedrigen Außentemperaturen kann auch die Raumlufttemperatur schnell auf etwa – 3 ° C absinken. An solchen Tagen muß temperaturabhängig etwas geheizt werden. An sonnigen Wintertagen dagegen wird über die Mittagszeit sehr schnell eine relativ hohe Raumlufttemperatur von bis zu + 38 ° C erreicht. – Durch die Reflektion bei schneebedeckter Umgebung wird die Sonnenstrahlung noch verstärkt.

Neben diesem direkten Wärmegewinn wirkt sich bei einem Anlehn-Glashaus die Pufferzone energiesparend aus; diese und die direkte Nutzung der Sonnenenergie führen zu einer positiven Energiebilanz. Verschiedene Untersuchungen von Anlehn-Glashäusern haben gezeigt, daß die Energieeinsparung bei einem Einfamilienhaus 10 bis 16 % betragen kann.

Während die Lüftungsanlage im Sommer zu hohe Raumlufttemperaturen ermäßigen muß, bleibt im Winter die Lüftungsanlage weitgehend geschlossen, um die eingefangene Wärme an sonnigen Tagen zu nutzen. Bild 2 zeigt Raumlufttemperaturen, die im Winter in einem Glashaus erreicht werden.

Feuchtigkeit der Raumluft

Jede Pflanze gibt je nach Art und Anzahl über die Blattoberfläche eine gewisse Feuchtigkeit an die Luft ab. Geschieht dies in einem geschlossenen Raum ohne ausreichende Lüftung, steigt die Raumluftfeuchtigkeit sehr schnell an und führt zu Kondenswasser-Niederschlag. Bei intensiver Lüftung stellt sich dieses Problem vom Frühjahr bis Herbst nicht. Im Winter dagegen müßte diese Lüftungsart mit sehr hohem Energieaufwand bezahlt werden. Deshalb wird in dieser Jahreszeit die Lüftung fast ganz eingestellt; außerdem sind die Umfassungsflächen kalt. Beide Faktoren führen zu Kondenswasser-Niederschlag. In dieser Situation kann eine relative Luftfeuchtigkeit von bis zu 90 % erreicht werden.

Die Raumluftfeuchtigkeit sollte mit einem Hygrostat überwacht werden, der prozentual die relative Luftfeuchtigkeit anzeigt. Günstig für die Behaglichkeit in einem bewohnbaren Glashaus ist eine relative Luftfeuchtigkeit zwischen 40 und 60 %. In bewohnbaren Glashäusern sollte die relative Luftfeuchtigkeit 75 % nicht übersteigen.

Diese Werte sind nur einzuhalten, wenn ein Luftentfeuchtungsgerät im Umluftbetrieb der Raumluft einen Teil der Feuchtigkeit entzieht. Hier wäre der Einsatz von einer Wärmepumpe zur Energienutzung sinnvoll und würde gleichzeitig eine weitere Marktlücke erschließen. Voraussetzung für die Reduzierung des Kondenswasser-Niederschlags sind allerdings wärmegedämmte Konstruktionen und Isolierverglasungen.

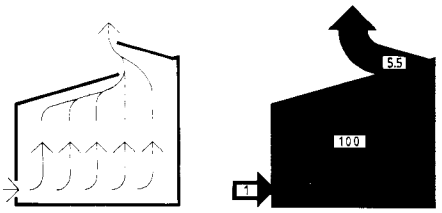
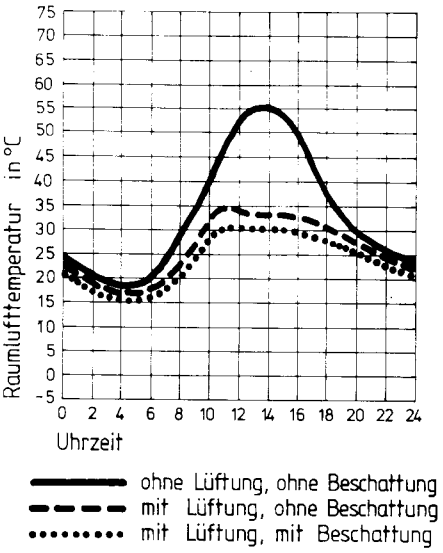


Bild 3. Luftführung in einem Glashaus (links)
Bild 5. Anhaltswerte zum Verhältnis Raumvolumen : Lüftungsquerschnitt (rechts)

Lüftungskonzept

Die Be- und Entlüftung von bewohnbaren Glashäusern ist eine zentrale Planungsaufgabe. Bereits hier wird über die Bewohnbarkeit und Aufenthaltsdauer in solchen Glashäusern entschieden. Für den Planer stellt sich die Frage: natürliche Lüftung oder mechanischen Lüftung?

Durch die vorhandenen Temperaturdifferenzen zwischen der Außen- und Innenseite des Glashauses wird eine



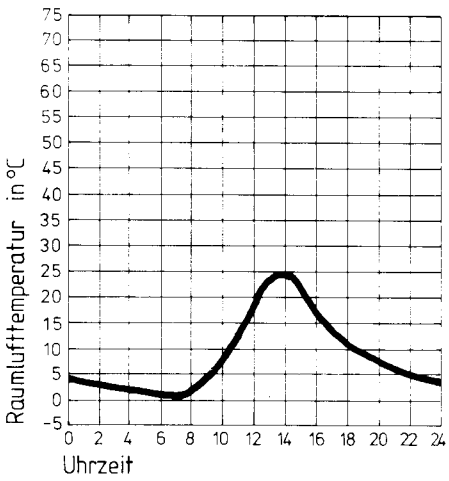


Bild 1 (links). Durchschnittlicher Temperaturverlauf in einem Glashaus von Juni bis September bei wolkenlosem bis leicht bewölktem Himmel

Bild 2 (rechts). Durchschnittlicher Temperaturverlauf in einem Glashaus im Januar und Februar bei wolkenloser Wetterlage sowie ohne Lüftung und Beschattung

Helmut Schocker, Gretsch Unitas GmbH, Postfach 1120, 7257 Ditzingen.

natürliche Druckdifferenz aufgebaut. Zwischen der Sonneneinstrahlung und dieser Temperaturdifferenz besteht ein direkter Zusammenhang. Da wärmere Luft leichter ist als kältere Luft, steigt diese nach oben und entweicht über geplante Abluftöffnungen. Deshalb ist darauf zu achten, daß diese Abluftöffnungen am höchsten Punkt des Glashauses angeordnet werden. Die Zuluftöffnungen dagegen sollten am tiefsten Punkt angebracht sein, damit der Höhenunterschied zwischen diesen beiden Öffnungen von 2 bis 2,5 m für die Lufttransport wirksam wird. Wenn die oberen Abluftöffnungen größer als die unteren Zuluftöffnungen ausgeführt werden, entsteht ein Unterdruck im Raum, der der Wirksamkeit der Lüftung entgegenkommt.

Diese natürlichen Antriebsenergien aus Temperaturdifferenz und Höhenunterschied von Zu- und Abluft sowie ausreichend großen Fensteröffnungen reichen aus, um eine natürliche Lüftung ohne den Einsatz von Gebläsen zu planen. Die natürliche Lüftungsart bietet gegenüber der mechanischen Lüftung mit Gebläsen folgende Vorteile:

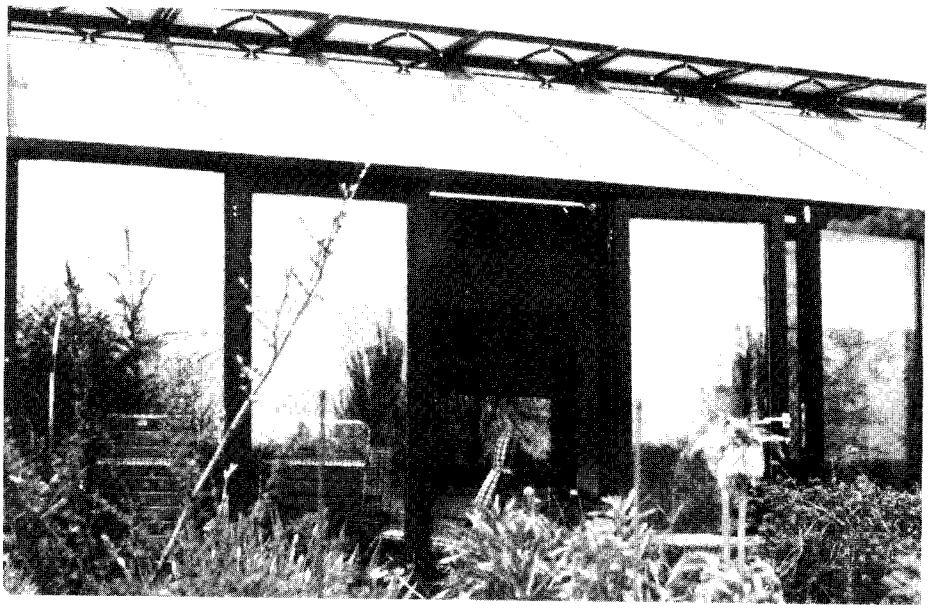
- geringere Investition
- weniger Betriebs- und Wartungskosten
- kein Eigengeräusch
- keine Zugerscheinungen.

Vorteilhaft wirkt sich eine natürliche, äußere Beschattung der Zuluftöffnungen aus. Ziel ist es, diese Zuluft im Sommer möglichst kühl in das Glashaus einströmen zu lassen. Dieser Effekt wird noch verstärkt, indem die Zuluft über die Wasserfläche einer kleinen Teichanlage geführt wird. Um sich gegen Insekten zu schützen, sind diese Öffnungen mit Insektengitter zu versehen. Die Luft wird also vom tiefsten zum höchsten Punkt des Glashauses geführt (Bild 3). Die Zu- und Abluftöffnungen sind gleichmäßig auf die gesamte Länge des Glashauses zu verteilen, um sogenannte Wärmenester zu vermeiden.

Lüftungsöffnungen

Neben der Anordnung der Zu- und Abluftöffnungen hat die Größe dieser Öffnungen entscheidenden Einfluß auf die Wirksamkeit der natürlichen Raumlüftung in einem Glashaus. Bei der Berechnung dieser Luftmengen wird der freie Lüftungsquerschnitt der Öffnungen berücksichtigt. Die Größe dieser Lüftungsquerschnitte für Zu- und Abluftöffnungen richtet sich nach dem Raumvolumen des Glashauses und muß in einem bestimmten Verhältnis zu diesem stehen.

Da die Raumlufttemperatur im Sommer + 30 ° C nicht übersteigen sollte, muß die gesamte Luft des Raumvolumens stündlich mehrmals ausgetauscht werden. Mit diesem Luftaustausch wird auch die Wärme abtransportiert. An einem Glashausbeispiel ist die Größe der freien Lüftungsquerschnitte aufgezeigt, wobei die Abluft am höchsten Punkt mit Klappflügel und die Zuluft am tiefsten Punkt mit einer Lüftungseinrichtung geplant wird (Bild 4).



Lüftungsquerschnitt

Der Lüftungsquerschnitt errechnet sich aus dem Lichtmaß der geometrisch freien Öffnungsfläche. Beim Klappfügel werden das Lichtmaß der Öffnungsweite mal der Breite (0,47 x 0,65 m) sowie eine volle Seitenlänge statt zwei halbe Seitenlängen mal der Öffnungsweite (0,70 x 0,47) in der Berechnung berücksichtigt. Bei einer Lüftungseinrichtung geht der jeweils kleinste Lüftungsquerschnitt aus den Wetterschutzprofilen oder der Verschlußeinrichtung in die Berechnung ein.

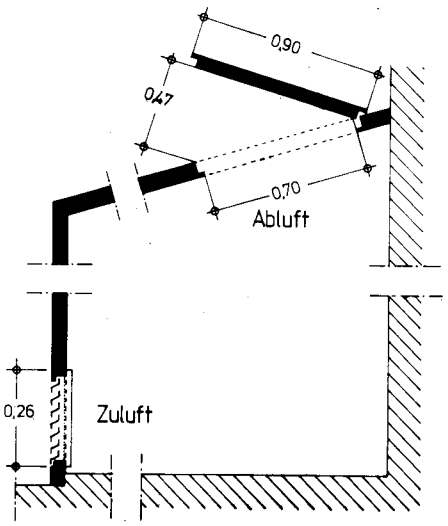


Bild 4. Größe der Zu- und Abluftöffnungen (zum Rechenbeispiel im Text). Größe des Glashauses: Länge 6 m, Tiefe 3 m, Höhe 2 m/3,10 m, mittlere Höhe 2,55 m, Raumvolumen 45,9 m³. Zu- und Abluftöffnungen (Rasterbreite 0,75 m). Abluft oben: Klappflügel außen 0,69 m breit, 0,90 m lang; Klappfügel-Lichtmaße: Breite 0,65 m, Länge 0,86 m, Öffnungsweite 0,47 m, Seitenlänge 0,70 m; Lichtmaße für Zulufteinrichtung unten: Breite 0,65 m, Höhe 0,26 m.

Lüftungsquerschnitt – Klappflügel

Breite:	0,65 x 0,47	0,305 m²
Länge:	0,70 x 0,47	0,329 m²
Lüftungsquerschnitt je Klappflügel		0,634 m²

Lüftungsquerschnitt – Lüftungseinrichtung

UNITAS-DL 130 mit Wetterschutz P 315

Lüftungsquerschnitt	
1,00 x 0,13	0,045 m²
0,65 x 0,13	0,029 m²
2 Lüfter übereinander 0,65 x 0,26	0,058 m²
Lüftungsquerschnitt je Lüftungseinrichtung	0,058 m²

Unter Berücksichtigung einer Temperaturdifferenz von 4 K und einem wirksamen Höhenunterschied der Zu- und Abluft von 2 m sind für dieses Glashaus folgende Lüftungsquerschnitte erforderlich.

Lüftungsquerschnitt gesamt

Abluft oben: 4 Stück Klappflügel	2,536 m²
Zuluft unten: 8 Stück UNITAS-DL 130	0,464 m²

Als Anhaltswert für die Größe der Lüftungsquerschnitte kann von folgendem Verhältnis ausgegangen werden (Bild 5):

Raumvolumen	45,90 m³	Faktor 100
Lüftungsquerschnitt oben	2,53 m²	Faktor 5,5
Lüftungsquerschnitt unten	0,46 m²	Faktor 1

Luftwechsel und Raumluftgeschwindigkeit

Je nach Wärmeentwicklung sollte der stündliche Luftwechsel im Glashaus eine große Bandbreite haben. Dies wird durch einstellbare Öffnungsweiten der Klappflügel und der Lüftungseinrichtungen erreicht, die einen stündlichen Luftwechsel zwischen 3- bis 50mal zulas-

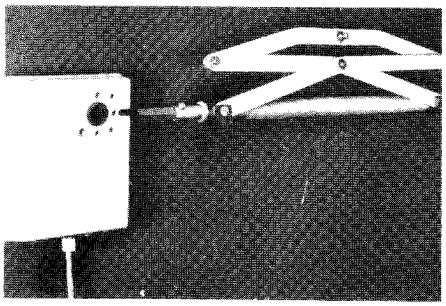


Bild 6. Öffnungsapparat für Klappflügel

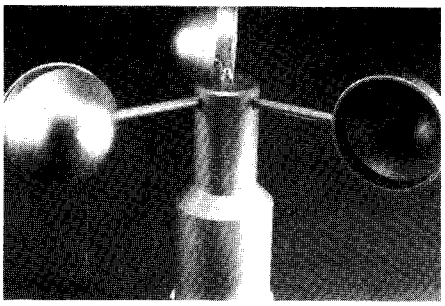


Bild 8. Windmesser

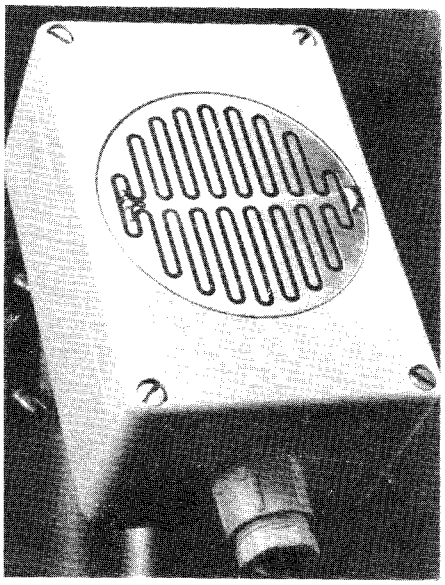


Bild 9. Regenmelder

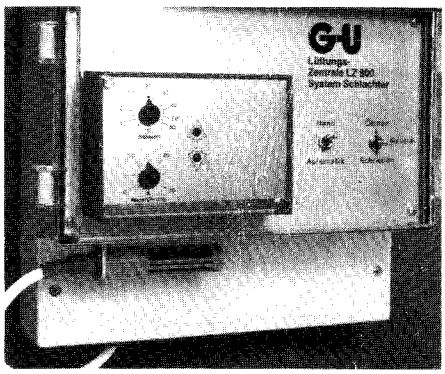


Bild 7. Lüftungszentrale LZ 800

sen sollten. Bei dem Glashaus, das hier als Beispiel diente, werden somit je nach Raumlufttemperatur stündlich 172 bis 2295 m³ Luft transportiert.

Unangenehme Zugerscheinungen sind zu erwarten, wenn die Raumluftgeschwindigkeit im Verhältnis zur Lufttemperatur zu hoch ist. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, daß mit steigender Raumlufttemperatur auch die Raumluftgeschwindigkeit ansteigen kann, ohne daß es zu störenden Zugerscheinungen kommt. Bei Raumlufttemperaturen von + 25 ° C oder höher, wird eine spürbare Luftbewegung sogar als angenehm empfunden.

Diese Abhängigkeit stellt sicher, daß bei ansteigender Raumlufttemperatur im Sommer auch größere Luftmengen transportiert werden können, was dem Raumklima zugute kommt. Dieser Zusammenhang wird in der nachfolgenden Übersicht aufgezeigt. (Zulässigkeitsbereich der mittleren Raumluftgeschwindigkeit nach DIN 1946):

Raum-luft-Tempe-ratur in °C	Raum-luft-geschw. in m/s	transp. Luft-menge in m³/h	stündl. Luft-wechsel
+ 18	0,03	172	3 x
+ 19	0,05	287	6 x
+ 20	0,08	459	10 x
+ 21	0,11	631	13 x
+ 22	0,15	860	18 x
+ 23	0,20	1148	25 x
+ 24	0,25	1434	31 x
+ 25	0,32	1836	40 x
+ 26	0,40	2295	50 x

Der kleinste Lüftungsquerschnitt ist für die zu transportierende Luftmenge entscheidend. Bei dem oben genannten Beispiel sind es die unteren Zuluftöffnungen mit 0,464 m² Lüftungsquerschnitt. Wird nur über diese und die Klappflügel gelüftet, kann mit einem stündlichen Luftwechsel von 18mal gerechnet werden. Dieser Luftwechsel ist an warmen Sommertagen erforderlich, um bei Abwesenheit des Nutzers den Pflanzenwuchs nicht zu gefährden. Während der Nutzungszeit kann über die Kippstellung oder das Öffnen von Dreh- oder Schiebetüren der stündliche Luftwechsel auf bis zu 50mal erhöht werden. Mit diesen Maßnahmen ist eine ausreichende Lüftung sichergestellt.

Große Öffnungsweite der Klappflügel

Zur Betätigung von nach außenschlagenden Klappflügeln hat der Oberlichtöffner bestimmte Konstruktionsmerkmale zu erfüllen, die vom Modell VENTUS AS erfüllt werden (Bild 6):

- überdurchschnittlich große Öffnungsweite von 630 mm, die stufenlos einstellbar ist;
- bei geschlossenen Flügeln nur 100 mm Einbauhöhe der Schere;
- keine vorstehenden Scheren- oder Antriebsteile in den Raum, wodurch eine innenliegende Beschattung problemlos montiert werden kann;
- Abdeckung der Antriebswelle und Öffnerscheren durch ein Aluminiumprofil;
- stabile Ausführung der Öffnerschere für auswärtsschlagende Klappflügel bis 1000 m Breite und 1000 mm Höhe;
- Tragkraft bei 15 ° C Dachneigung der Einzelschere bis 25 kg;
- Gesamtflügelgewichte bei Gruppenanlagen 140 kg.

Temperaturabhängige Steuerung gegen zu starke Erwärmung

Die Lüftungszentrale LZ 800 (Bild 7) mit integrierter Temperaturmessung ermöglicht eine temperaturabhängige Steuerung der Öffnungsflügel. Die Möglichkeit der Handbetätigung über eine Kurbelstange ist außerdem möglich. Die Ansprechwelle des Temperaturmessers ist individuell einstellbar und paßt sich dem jeweiligen Lüftungsbedarf an.

Automatisches Schließen gegen Windbeschädigungen

Die Windsteuerung WS 810 und der Windmesser WM 811 (Bild 8) sind eine Einheit. Mit dem Windmesser werden die Windgeschwindigkeiten ermittelt und das Schließen der Klappflügel veranlaßt. Ein- und Abschaltverzögerungen verhindern die Betätigung der Öffnungsflügel bei kurzzeitigen Änderungen der Windgeschwindigkeit. Die Windsteuerung erhält Vorrang vor der Temperatursteuerung.

Automatisches Schließen gegen Schlagregen

Der Regenmelder RM 801 (Bild 9) wird an die Lüftungszentrale angeschlossen und veranlaßt das Schließen der Klappflügel bei Regen oder Schneefall. Er erhält Vorrang vor der Temperatursteuerung.

Insektensichere Zulufteinrichtung

Diese Lüftungseinrichtung dient der Belüftung im unteren Glashausbereich. Sie besteht außen aus Wetterschutzprofilen, die auf Maß gefertigt werden können. Innen werden zwei übereinander liegende Dauerlüfter Modell 130 (Bild 10) mit Insektenschutz montiert. Alternativ können innen auch wärmeisolierte Klappen angebracht werden. Die Betätigung geschieht manuell über einen Drehgriff oder automatisch über einen Elektroantrieb. In der Regel bleibt diese Lüftungseinrichtung während des Sommers geöffnet.

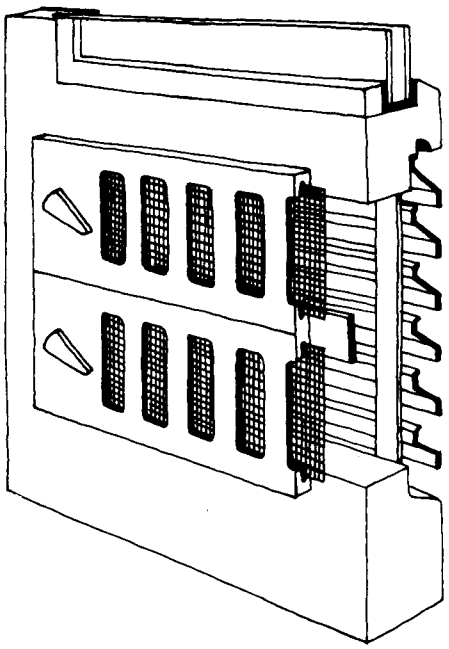


Bild 10. Dauerlüfter mit Wetterschutzprofilen und Insektenschutz

Variables Zuluftelement mit Mehrfachnutzen

Dieses Zuluftelement besteht aus einer Parallelschiebe-Kipptür G.U-966 (Bild 11). Dieses Schiebetürsystem erfüllt die Anforderungen für Türen in Glasbauten in idealer Weise:

- Kippstellung für verstärkten Luftwechsel
- Schiebestellung für maximalen Luftwechsel
- große Durchgangsbreite als Verbindung zur Außenwelt
- kein Platzbedarf für inneren Schwenkbereich
- einfache Betätigung mit Einhand-Drehgriff
- gleiche Flügel- und Rahmenfertigung wie Fenster
- günstige Herstellkosten.

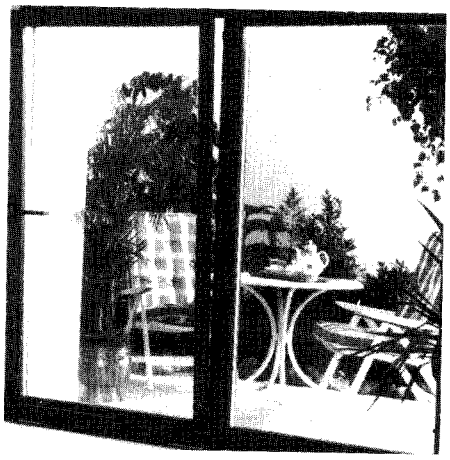


Bild 11. Parallelschiebe- und Kipptür

Zusammenfassung

Der wetterabhängige Einfluß in bewohnbaren Glashäusern wirkt sich auf die Nutzung stärker aus als in einem normalen Wohnhaus. Um keine bösen Überraschungen zu erleben, ist die Lüftung für solche Glasbauten sorgfältig zu planen. Erforderlich sind Klappflügel mit sehr großer Öffnungsweite. Diese sind am höchsten Punkt des Glashauses anzubringen. Gleichermaßen bedeutend sind große Lüftungselemente am tiefsten Punkt des Glashauses. Diese Elemente sollten mit Wetterschutzprofilen und Insektengittern ausgerüstet sein.

Mit dieser Lüftungseinrichtung und entsprechender Steuerung kann bei Abwesenheit des Nutzers automatisch gelüftet werden. Ist der Nutzer anwesend, können die Elemente von Hand bedient werden. Außerdem kann durch Öffnen der Dreh- oder Schiebetüren in dieser Zeit der Lüftungsvorgang verstärkt werden. Durch eine Beschattungsanlage lassen sich die klimatischen Verhältnisse noch verbessern.

Das Freiburger Verwaltungsgericht hat den Einbau von Sonnenkollektoren auf dem Dach eines Hauses in der Innenstadt von Staufen untersagt. Das Gericht teilte damit die Bedenken des Landesdenkmalamtes.

Dämmstoffindustrie drängt auf Energieeinsparung — Umweltpolitischer Forderungskatalog vorgelegt

Der Gesamtverband Dämmstoffindustrie (GDI) hat an die Bundesregierung appelliert, kurzfristig weitere Maßnahmen zur Förderung der Energieeinsparung insbesondere im Gebäudebereich zu ergreifen. Die Diskussion über die Folgen und vor allem über die Vorbedingungen eines schrittweisen Ausstiegs aus der Kernenergie und das Nachlassen des Energiesparbewußtseins infolge des Ölpreisverfalls habe bislang leider zu keinen konkreten Maßnahmen geführt.

Aktuell, so der Vorsitzende des GDI, Gert Carl, gehe es weniger um weitere Aktivitäten im Forschungsbereich, sondern vielmehr darum, die seit langem bekannten Möglichkeiten zur Energieeinsparung im gesamten Gebäudebereich, also nicht nur im Wohnbau, verstärkt zu nutzen. In den vergangenen Jahren, so der GDI, habe im Zentrum der politischen Entscheidungen für den Umweltschutz in zu starkem Maße allein das Kraftfahrzeug gestanden. Ein besonders bösartiger, weil oft übersehener Umweltschädling seien aber unumstritten die Gebäudeheizungen. In ihrem umweltpolitischen Maßnahmekatalog fordert die Dämmstoffindustrie:

- Die Bundesregierung solle Sofortmaßnahmen zur Bekämpfung des Schwefeldioxid-Ausstoßes aus der Gebäudeheizung ergreifen. Mit 279000 t Schwefeldioxid im Jahr hätten die Gebäudeheizungen einen dreimal größeren SO_2-Anteil an der Luftverschmutzung als der Bereich Verkehr.
- Die Mitte des vergangenen Jahres beschlossene, einseitige steuerliche Förderung nach § 82 a der Einkommenssteuer-Durchführungsverordnung für den Einbau von neuen Heizanlagen in mehr als zehn Jahre alte Gebäude müsse um die steuerliche Absetzungsmöglichkeit von Wärmeschutzmaßnahmen erweitert werden. Nur in dieser Kombination sei eine entsprechende steuerliche Förderung sinnvoll, da sie zu den umwelt- und energiepolitisch interessanten, drastischen Verbrauchsreduzierungen führe.
- Prüfen solle die Bundesregierung, ob Mieter nicht durch gesetzlich verankerte Richtlinien über den Energieverbrauch ihrer Wohnung aufgeklärt werden können, ähnlich wie Käufer von Autos vor dem Kauf über den Kraftstoffverbrauch. Eine DIN-geprüfte Energieverbrauchsangabe je Quadratmeter beheizter Fläche könne Mieter vor dem Einzug in eine ungedämmte, völlig unwirtschaftlich beheizte und daher zu teure und umweltgefährdende Wohnung bewahren.

Zweifel äußerte der GDI an der Wirksamkeit der derzeit geltenden Wärmeschutzverordnung. Sie greife in der Praxis kaum und sei deshalb kein schnell wirksamer Beitrag zur Schadstoffentlastung der Luft. Während jedes Auto einer detaillierten und ständigen Überwachung und Überprüfung unterliege, fehle für die Kontrolle alter Gebäudesubstanz unter Umweltschutzgesichtspunkten jedes Regulativ. Nur an 10 Prozent des Gebäudebestandes in der Bundesrepublik Deutschland seien bisher Wärmedämmaßnahmen durchgeführt worden.

Die Zahlen über die Luftverschmutzung durch Gebäudeheizungen, die das Umweltbundesamt zugängig gemacht habe, so der Verbandsvorsitzende Carl., läsen sich wie Zahlen einer Kriminalstatistik. Die 279000 t Schwefeldioxid im Jahr aus den Gebäudeheizungen würden sich in den kommenden als ständiger Fallout in Millionenhöhe aufaddieren, wenn nicht umgehend Maßnahmen dagegen ergriffen würden. Dies sei keine Frage neuer technologischer Entwicklungen.

Zitat

In der Fachzeitschrift „Sanitär + Heizungstechnik" 6/1986 findet sich ein Leitartikel, dessen pessimistische Einschätzung der Folgen von Tschernobyl, soweit es um unsere Heizgewohnheiten und das Geschäft der Heizungsbranche geht, wir zur Diskussion stellen. Auszüge aus diesem Editorial:

„Die Katastrophe in der Ukraine hat die Haustechnik wieder ins Gespräch gebracht. Hier konkret: alternative Energien. Der Ausstieg aus der Kernenergie soll ja wohl unter anderem Einstieg in regenerierbare Quellen bedeuten. Doch in der Heizungstechnik wird fast alles beim alten bleiben.

Wärmepumpen und Sonnenenergie dürften zwar frische Morgenluft wittern, aber eine belebende Brise wird sie nicht umwehen. Die Forschungsaktivitäten in den vergangenen Jahren, quasi bis zum Stillstand der Arbeiten, zeigten eindeutig die Grenzen auf. Die Industrie wird das Geld nicht ausgeben, erneut zu versuchen, diese Grenzen millimeterweise zu verschieben. Das wirtschaftliche Risiko ist durch nichts gedeckt. Der sensibilisierte Endverbraucher wird die Verstrahlung mehr fürchten als die Schadstoffbelastungen aus der Verfeuerung fossiler Energieträger. Und er wird lieber seinen Geldbeutel schonen als die Fichten und Tannen. Er wird bei den heutigen Energiepreisen nicht nach dem Kollektor verlangen.

Und damit sind auch schon die Konsequenzen für die Heiztechnik umrissen: Öl und Gas werden vielleicht eine leichte Verstärkung der Nachfrage erleben; der Heizstrom muß sich mit einem noch bescheideneren Absatz begnügen. Schon wegen der zukünftig geringeren Kraftwerkskapazität, bezogen auf den prognostizierten Zuwachs, droht hier ein Minus. Denn zwangsläufig wird sich der Ausbau der Kraftwerke verlangsamen. Sonnenenergie und Wärmepumpen bleiben in ihren Anteilen wie eh und je bescheiden, weil sie sich im Wirtschaftlichkeitsnachweis schwertun. **gen**