

**Freunde und Förderer des Botanischen Gartens
der Universität Freiburg e.V.**



Das kleine Wintergarten A B C

Zusammengetragen von
Dipl. Phys. N. Rohde

Stand Frühjahr 2006

Notiz :

Diese Schrift wendet sich an alle, die an einem privaten Gewächshaus oder Wintergarten interessiert sind. Sie soll dabei helfen, genau zu planen und mit Lieferanten, Handwerkern und Architekten zielgerichtet zu diskutieren. Deshalb wurde beim Text auf möglichst sachneutrale, von Herstellern unabhängige Formulierung geachtet.

Zahlenwerte und Erläuterungen wurden sorgfältig zusammengestellt, sind aber keinesfalls eine verbindliche Konstruktionsunterlage. In der konkreten Anwendung sind daher alle Werte durch den ausführenden Handwerker oder Architekten zu überprüfen.

Der vorliegende Download ist gegenüber der gedruckten Ausgabe von 2006 in einigen Punkten korrigiert und sachlich aktualisiert.

Manche der genannten Materialien sind zuerst von einem einzigen Hersteller eingeführt worden. Daher ist der Markenname fast untrennbar mit dem Werkstoff verbunden. Solche Namen sind im Text deutlich mit dem Zusatz *Marke* versehen und hier nochmals aufgeführt :

<i>Plexiglas</i>	:	Warenzeichen der Röhm GmbH, Darmstadt
<i>Makrolon</i>	:	Warenzeichen der Bayer AG, Leverkusen
<i>Styrodur</i>	:	Warenzeichen der BASF AG, Ludwigshafen
<i>Styropor</i>	:	Warenzeichen der BASF AG, Ludwigshafen
<i>UHU plus</i>	:	Warenzeichen der UHU GmbH, Bühl (Baden)

Das kleine Wintergarten ABC ist dem Botanischen Garten der Universität Freiburg gewidmet. Er liegt an der Schänzlestraße im Stadtteil Herdern. Falls Sie in Freiburg sind, schauen Sie doch mal auf einen kostenlosen Besuch vorbei. Der Garten ist tagsüber durchgehend geöffnet, die Gewächshäuser leider nur stundenweise (siehe Tafel am Eingang). Besondere Führungen werden in der Tagespresse angekündigt.

Wenn auch Sie der Meinung sind, dass ein derartiger Garten mitten in der Stadt eine bemerkenswerte Alternative zu durchgehender Bebauung darstellt und das auch so bleiben sollte, werden Sie doch Mitglied im Förderverein. Unterlagen und Anmeldung über meine Postadresse oder über **www.botanischer-garten.uni-freiburg.de** .

Die Rechte für den Text liegen ohne Ausnahme beim Verfasser. Kopien oder Nachdruck, ganz oder auch auszugsweise, ausschließlich nach Rücksprache. Der Download für den persönlichen Bedarf ist hiervon natürlich ausgenommen.

Vorwort

Pflanzen unter Glas haben in nördlichen Breiten das Publikum schon immer begeistert.

Auch in unserer Zeit hat die Begeisterung nicht nachgelassen. Sie wird vielmehr aufrechterhalten durch den Urlaub in warmen Ländern, durch die Diskussion über knappe Ressourcen und über Solartechnik und auch durch das vermehrte Angebot an Blumen und Pflanzen, die auf dem Fensterbrett ganz offensichtlich nur einen Teil ihrer Möglichkeiten entfalten. Wäre es daher nicht schön, wenn man einen kleinen Garten hätte, in dem die Sonne ganz alleine das bewirkt, was man sonst nur auf die eine oder andere Weise teuer kaufen kann ?

Auf diesem Hintergrund ist zu verstehen, dass es ein riesiges Angebot an Gewächshäusern und Wintergärten gibt, sei das vom lokalen Handwerker, sei das vom Baumarkt oder von überregionalen Anbietern. Leider ist das Thema, wenn man zufrieden sein will, recht kompliziert, denn es geht um technische Detaillösungen, die schwierig sind und unter schlechten klimatischen Bedingungen den Erfolg bringen müssen. Da ist mancher Handwerker und ebenso mancher Architekt überfordert, auch wenn er gerne für den Auftraggeber tätig wird. Und auch der Auftraggeber muss sich zunächst fragen, wie er sein Gefühl denn konkret fassen möchte. Braucht er einen Liegestuhl im Winter ? Möchte er Heizkosten sparen ? Hat er ein intensives, gärtnerisches Hobby ? Mag er keine holländischen Tomaten ? Steht der ganze Keller unnötigerweise voller Kübelpflanzen ? All das muss er klären, noch bevor er an Details und Kosten denkt oder sich gar von einem Fachmann beraten lässt. Denn alles zusammen geht nicht, das sollte er vorher schon wissen.

Wenn die Entscheidung über die Art der baulichen Maßnahme klar ist, kann man Kataloge durcharbeiten und sich von Handwerkern beraten lassen. Da werden dann eine Menge Fachausdrücke auftauchen, die man unbedingt verstehen sollte, möglichst so gut wie der Handwerker selbst. Das gilt natürlich auch für den Fall, dass man einen Bausatz kauft und alles selbst montieren will. Um es nochmals deutlich zu sagen : Man bewegt sich technisch in einem Bereich, bei dem Bauschäden sozusagen vorprogrammiert sind, auch wenn man sie vermeiden möchte. Und wenn in einem gärtnerisch bepflanzten Warmhaus nach einigen Jahren zur Unzeit, aber auf Garantie, die Verglasung neu gemacht werden müsste, hätte garantiert keiner mehr Spass daran.

Falls Sie sich für die Feuchttropen entschieden haben, sehen Sie bitte in Richtung zum allgemeinen Wohnbereich eine interne Glasfront mit Tür vor, denn die Natur wird sich sonst, auf die eine oder andere Weise, bis in den letzten Winkel Ihrer Wohnung ausbreiten.

Die folgende Liste enthält eine Zusammenstellung der wichtigsten Stichworte, die der Bauherr oder auch der fortgeschrittene Heimwerker benötigen wird. Sie sind formal erläutert, aber auch mit Tipps, Beobachtungen und Meinungen aus der Praxis versehen.

Und nun : Finden Sie selbst den Weg durch diesen technischen Dschungel !

Seite Stichworte

5	Acryl
5	Acrylglas
----	Algen : Bei Beregnung / Thermische Brücke
5	Aluminium (Alu)
6	Bauantrag
----	Begehbarkeit : Bei Trittfestigkeit
----	Beleuchtung : Bei Kunstlicht
----	Belüftung : Bei Lüftung
7	Beregnung
----	Beschattung : Bei Schattierung
----	Beschichtung : Bei Lackierung
7	Bewässerung
7	Dachneigung
8	Edelstahl
8	Eisen
----	Eloxieren : Bei Aluminium
8	Epoxidharz
----	ESG-Glas : Bei Glas
8	Fensteröffner
----	Frost : Bei Heizung / Fundament / Luftfeuchte
9	Fundament
----	Gewächshaus : Bei Wintergarten
9	Glas
10	Gummi
10	Hagel
11	Heizung
11	Himmelsrichtung
----	Hohlkammerplatten : Bei Stegplatten
11	Holz
----	Infrarotstrahlung : Bei Sonne
----	Isolierglas : Bei Glas
----	Isolierung : Bei Fundament / Polyethylen / Polystyrol
----	Kältebrücke : Bei Fundament / Thermische Brücke
12	Kalthaus
12	Kitt

Seite Stichworte

12	Klimatisierung
----	Kondenswasser : Bei Holz / Luftfeuchte / Wintergarten
13	Korrosion
----	Kühlung : Bei Beregnung / Klimatisierung
13	Kunstlicht
13	K-Wert
15	Lackierung
15	Längenausdehnung
----	Licht : Bei Kunstlicht / Sonne
16	lichtecht / lichtstabil
16	Lüftung / Belüftung
16	Luftbefeuchtung
17	Luftfeuchte
----	Luftumwälzung : Bei Ventilation
17	Lux
----	Makrolon : Bei Polycarbonat
18	MS-Polymer
19	PET (Polyethylenterephthalat)
19	Pfette
----	Pflanzenlicht : Bei Kunstlicht
----	Plexiglas : Bei Acrylglas
19	Polycarbonat (PC)
---	Polyester : Bei Polystyrol
19	Polyethylen (PE)
20	Polypropylen (PP)
20	Polystyrol (PS)
20	PU / PUR (Polyurethan)
	Pulverbeschichtung : Bei Lackierung
21	PVC (Polyvinylchlorid)
21	RAL-Tabelle
----	Regenwasser : Bei Beregnung / Bewässerung
21	Schattierung / Beschattung
----	Schimmel : Bei Silikon / Thermische Brücke
22	Schneelast
----	Sicherheitsglas : Bei Glas

Seite Stichworte

22	Silikon
23	Solartechnik
24	Sonne / Sonnenlicht
----	Sparren : Bei Pfette
24	Stegplatten
----	Styropor : Bei Polystyrol
----	Styrodur : Bei Polystyrol
----	Thermische Ausdehnung : Bei Längenausdehnung
24	Thermische Brücke / Thermische Trennung
25	Treibhaus-Effekt
25	Trittfestigkeit
----	UV-Licht / UV-Strahlung : Bei Sonne
----	U-Wert : Bei K-Wert
----	Verglasung : Bei Glas / Polyethylen / Stegplatten
26	Ventilation / Luftumwälzung
----	Wärmeausdehnung : Bei Längenausdehnung
----	Wärmestrahlung : Bei Sonne
----	Wärmebrücke : Bei Thermische Brücke
----	Wärmeschutzglas : Bei Glas
----	Warmhaus : Bei Kalthaus
26	Wintergarten
27	Zink



Acryl

Die Verwendung von **Acryl**-Dichtmassen ist eine der vielen Möglichkeiten, im Baubereich Löcher und Risse zu schließen. Die Maler lieben das Material über alles, da man es auch im Feuchten verwenden kann und darauf die Farbe hält. Sie stopfen damit sogar Löcher und Risse in der Außenfassade oder entfernen unaufgefordert andere Materialien, wenn sie beim Streichen darauf stoßen sollten. Dazu ist die Haftfähigkeit auf vielen Stoffen sehr ordentlich. Problem ist leider, dass das Material nicht im chemischen Sinne härtet, sondern nur trocknet, also schlichtweg das eingerührte Wasser verlieren muss. Gibt es dazu keine richtige Möglichkeit, wäscht der Regen oder Tropfwasser die Fuge gerade wieder aus. Auch bei richtiger Trocknung ist nach einem Jahr eine Kontrolle mit eventueller Nacharbeit zweckmäßig, da das Material zu Schrumpfungsrissen neigt.

Acrylglas

Polymethylmetacrylat, etwa unter der Marke **Plexiglas**, ist ein hochwertiger, transparenter und absolut licht- und alterungsbeständiger Kunststoff. Er wird auch für medizinische Prothesen verwendet. Für den Gewächshausbau gibt es mehrschichtige Platten mit inneren Stegen zur Versteifung (**Stegplatte**). Nur bei diesem Material gibt es Varianten, die UV-durchlässig sind. Normales **Glas** ist das nicht. Die UV-Durchlässigkeit verbessert die Härte der Pflanzen und verhindert damit den Sonnenbrand, wenn untergestellte Kübelpflanzen ins Freie kommen. Zur **UV-Strahlung** siehe auch das Stichwort **Sonne**. Acrylglas ist zwar hart, neigt aber zu Rissen bei Überlastung, besonders an den Schnittkanten. Es ist damit nicht vollständig hagelfest und die Bearbeitung durch Sägen und Bohren sollte man dem Fachmann überlassen. Haltbare Reparaturen, etwa nach **Hagel**, sind möglich, indem man ein Stück normales Plattenmaterial mit speziellen Licht-Polymerisationsklebern aufklebt. Acrylglas ist leicht zu verkratzen. Wenn in der Bauphase der Putz oder die Wandfarbe gespritzt hat, muss das sofort mit Wasser abgesprüht werden. Keinesfalls abwischen, sonst ist großflächiges Nachpolieren notwendig, wofür es glücklicherweise spezielle Polituren gibt.

Aluminium (Alu)

Das Metall **Aluminium** ist der bevorzugte Werkstoff für tragende Teile. Es ist zwar ein starker Wärmeleiter, man kann daraus aber einfach Hohlprofile mit komplizierter Formgebung herstellen. Außerdem ist es sehr leicht. So hat jeder Anbieter von Glashäusern eigenen Ideen realisiert, um seine Konstruktion thermisch und mechanisch zu optimieren. Allerdings ist Aluminium auch ein sehr unedles, zur **Korrosion** neigendes Material. Es ist nur in starker Säure absolut stabil. Man tut also gut daran, es chemisch zu schützen (**Eloxieren**) oder mit Kunststoff zu überziehen (**Beschichten**). Beim Eloxieren (= elektrisch Oxidieren) wird die naturgemäß aus stabilem Aluminiumoxid bestehende Metalloberfläche künstlich verstärkt.

Elektrisch leitfähigen Kontakt sollte Aluminium nur zu **Edelstahl** haben und blankes Aluminium wird im Boden oder in direkter Verbindung zum alkalischen Mauerwerk nicht ewig halten. Auch seine **thermische Ausdehnung** passt weder zu Glas, noch zu Mauerwerk, was gegebenenfalls konstruktiv berücksichtigt werden muss.

Bauantrag

Überdachte zusätzliche Gebäudeteile gelten generell als Veränderung des Gebäudes und sind genehmigungspflichtig. Bei kleineren Glaskästen (man hört von bis zu 15 Kubikmetern, auch je nach Bundesland), bei freiem Blick in die Landschaft oder der absoluten Sicherheit, dass wirklich keine Nachbarin im Fenster liegt und peinlichst alle Veränderungen registriert, mag man das auch leichter nehmen. Bei baulichen Veränderungen ist jedenfalls der geometrische Bezug zur **Baulinie** und zur Grundstücksgrenze besonders zu beachten. Die Baulinie gemäß **Bebauungsplan** beschreibt den Geländestreifen, etwa entlang einer Straße, auf dem nach aktueller Vorstellung der Gemeinde Gebäude nur stehen dürfen. Allgemeine **Lagepläne** erhält man im **staatlichen Vermessungsamt**. Zumindest als Eigentümer muss man nicht sagen, wozu man Pläne braucht, vielleicht will man ja verkaufen. Gewinnt man den Eindruck, dass man es doch ganz offiziell machen sollte, kann man sich im **Bauamt** vorab nach Details erkundigen. Man braucht dann später für einen **Bauantrag / Baueingabe** eine kurze Beschreibung des Vorhabens und Zeichnungen, was geplant ist. Am einfachsten nimmt man Kopien der alten, vorhandenen Baupläne im Maßstab 1:100 und zeichnet in alle vorgefundenen Perspektiven die Neuerung maßstäblich ein. Rot heißt übrigens "neu" und Gelb heißt "kommt weg". Man braucht keinen Architekten dafür, wenn die Zeichnungen einigermaßen technischen Ansprüchen genügen. Dazu gehört auch ein Kästchen, in dem steht, was die Zeichnung soll und wer sie wann gezeichnet hat. Hat der Amtmann Bedenken, kann man fragen, was genau an den Zeichnungen zu beanstanden ist. Wichtig ist auch die Frage nach der Anzahl der notwendigen Kopien des Bauantrages, denn es sind meist mehr, als man erwartet. Bei Bauten über 50 m² Grundfläche wird es aufwändiger, hier braucht man voraussichtlich die Maßangaben von einem offiziellen Vermessungsbüro, was einige 100 EUR kosten wird. Siehe auch Stichwort **Wintergarten**. In jedem Falle sollte man wissen, dass man eine Verwaltungsmaschinerie in Gang setzt, die für das Projekt eigentlich einige Nummern zu groß ist. Die Verwaltungskosten halten sich zwar im Rahmen, aber man bekommt neben diversen Bescheinigungen eine Anfrage von der Bau-Berufsgenossenschaft wegen der Versicherung möglicher Hilfskräfte, eine ausführliche Belehrung mit Fragebogen über die Entsorgung von Bauschutt und wenn alles fertig ist, möchte das Finanzamt liebend gerne den Einheitswert der Immobilie erhöhen. Nicht verzagen und alles höflich, aber bestimmt auf kleiner Flamme halten.

Beregnung

Eine automatische **Beregnung** ist aufwändig, hat aber auch Vorteile. Sie ist natürlich nur in Bereichen zu gebrauchen, in denen keine Möbel stehen. Da ist zunächst die Aufgabe, das fehlende **Regenwasser** zu verteilen und auch größere Pflanzen von oben zu befeuchten. Ein Regner macht das automatisch und zielgerichteter als ein Gartenschlauch. Bei dichtem Bewuchs muss man aber am Boden zusätzlich bewässern, sonst gibt es trockene Stellen. **Beregnung** kann aber auch bei starker Sonne im Sommer, wenn sie immer nur kurz eingeschaltet wird und damit die äußerste Blattschicht feucht hält, weitgehend eine **Schattierung** ersparen. Gute Lüftung vorausgesetzt entsteht damit eine dauernde **Kühlung** durch Verdunstung. Beregnungsanlagen kann man kaufen, was aber teuer ist. Der versierte Bastler findet wohl eigene Lösungen mit Schaltuhr und Magnetventilen und mit Leitungswasser, wenn er eine Pumpe sparen will. Kalk aus der Leitung hinterlässt aber bald auf den Scheiben und den Pflanzen seine Spuren und macht keinen rechten Spaß. Sinnvoller ist in jedem Falle ein Regenwasservorrat, der gepumpt sein will, möglichst mit einer Pumpe, die ausreichend Druck bei vergleichsweise kleinen Wassermengen schafft. Da ist die Auswahl nicht so groß. Auch Regenwasser bringt erheblichen Schmutz, jedoch sind diese Spuren leichter zu entfernen als gerade Kalk. Jedenfalls gilt für jede Beregnung, dass das System vom Wassereinlass im Tank, über Pumpen und Filter bis zu allen Düsen absolut lichtdicht sein muss. Sonst hat man schon nach der ersten Saison eine schlecht reparierbare, komplette Verstopfung durch **Algen**. Übliche Aquarienschläuche kann man also nicht verwenden.

Bewässerung

Pflanzen unter Glas haben durch die erhöhte Temperatur einen höheren Wasserbedarf. Wird im Sommer viel gelüftet, entweicht zusätzlich Wasser und muss ergänzt werden. Insgesamt ist für ein **Gewächshaus** zu erwarten, dass auf der bepflanzten überglasten Fläche deutlich mehr Wasser verbraucht wird, als oben an **Regenwasser** anfällt. Ergänzt werden kann durch Wasser aus der Leitung, vom Dach des Wohnhauses oder aus einem Brunnen. Ob ein Tank nötig ist und wie das gewonnene Wasser zu verteilen wäre, hängt von individuellen Faktoren ab, die jeder selbst berücksichtigen muss. Siehe auch Stichwort **Beregnung**.

Dachneigung

Es gibt für die **Dachneigung** Argumente, die sich aus der geplanten Bepflanzung, aus dem sicheren Ablauf von Regenwasser und aus der Stabilität bei Hagel oder Schnee herleiten. Praktisch gesehen ergibt sich das Dach aber eher aus der bauartbedingten Spannweite von einigen Metern, aus dem Wunsch nach einer Tür im Außenbereich und durch den Anschluss an das Wohnhaus. Dort endet die mögliche Bauhöhe knapp unter den Fenstern des ersten Obergeschosses oder sogar nur unter einem Balkon. So landet man bei vergleichsweise flachen Dächern mit einer Neigung von 10 bis 20 Grad .

Edelstahl

Rostfreier Stahl im weitesten Sinne ist heute bei Schrauben und anderen Kleinteilen bezahlbar geworden. Manche Baumärkte bieten die Teile auch einzeln an, was bei größeren Formaten einen echten Preisvorteil bringt. Die Teile sind nicht nur rostfrei, sondern auch deutlich zäher als übliche Materialien. Unbedingt bei **Aluminium-Konstruktionen** zu verwenden, aber auch sonst empfehlenswert.

Eisen

Eisen ist das klassische Material für große Konstruktionen. Bei freier Bewetterung wird es üblicherweise durch **Verzinkung** geschützt. Eisen ist stabil im Alkalischen und hat die gleiche **Wärmeausdehnung** wie Mauerwerk. Dies zusammen macht den allseits bekannten **Stahlbeton** möglich. Da auch die Wärmeausdehnung von **Glas** dazu passt, sind viele ältere Gewächshäuser aus Glas und Eisen. Leider lassen sich damit nicht so filigrane Konstruktionen wie mit **Aluminium** realisieren und die **thermische Trennung** an den tragenden Teilen ist schlecht. Konstruktive Varianten sind das Anhängen der Glaskonstruktion an außenliegende Eisenträger oder aber innenliegende Träger, auf die sich die Glashülle stützt. All das sind Konstruktionen für den öffentlichen oder gewerblichen Bereich, weniger für den typischen **Wintergarten** oder das private **Gewächshaus**.

Epoxidharz

Die **Epoxide** sind hochwertige Klebstoffe (etwa die Marke **UHU plus**), die zur Verklebung von **Aluminium** oder von manchen Kunststoffen dienen können. Ebenso stellen sie technische Vergussmassen oder werden sogar als Bodenbelag verwendet. Sie vergilben mitunter etwas oder nehmen auch etwas Wasser auf, können aber, was die Festigkeit betrifft, sozusagen als Referenz für Klebekraft dienen.

Fensteröffner

Zum automatischen Öffnen von Dachfenstern bei hoher Temperatur gibt es Öffner, die über die **Wärmeausdehnung** eines speziellen Bauteils die Fenster ohne Stromversorgung öffnen und schließen. Bei einem reinen **Gewächshaus** ist das praktisch, weil Überhitzung sicher vermieden wird. Wird das Gebäude aber in irgendeiner Weise zu Wohnzwecken genutzt, kann das ausgesprochen lästig sein, weil man im Sommer bei aufziehendem Gewitter keine Chance hat, das Dach zu schließen.

Fundament

Es ist wenig sinnvoll, die Glaskonstruktion auf den nackten Boden zu stellen. Wichtigste Gründe sind die Stabilität gegenüber Wind und der Senkung des Bodens. Aber auch die klare Trennung von Innen und Außen bezüglich Wärme, Schädlingen, Feuchtigkeit und Art des Bodens hat Vorteile. Steht nur die Stabilität im Vordergrund, reichen sogenannte **Punktfundamente**. Das sind Löcher im Boden, die mit Beton gefüllt werden und an denen dann die Konstruktion befestigt wird. Besser sind **Streifenfundamente**, durchgehende Betonstreifen, vielleicht ergänzt mit Mauerwerk. Beauftragt man einen Maurer, wird er diese Fundamente mindestens 80 cm tief machen wollen, weil das die offizielle frostfreie Tiefe ist. **Frost** darunter heiße ja, dass sich das Bauwerk im Winter hebt und im Frühjahr wieder unkontrolliert senkt. Hat man eine gute Lösung für die Türe, ist es oft sinnvoll, die Konstruktion auf eine kleine Mauer zu stellen. Man gewinnt dann fast kostenlos mehr Firsthöhe, ohne dass wesentliche Nachteile beim Licht eintreten. Auch ein Tieferlegen des inneren Erdniveaus geht in diese Richtung. In jedem Fall sind Fundamente und Mauern schlimme **Kältebrücken**, die möglichst innen und außen, auch im Boden, mit den üblichen Dämmstoffen, etwa mit **Styrodur**, allseitig **isoliert** werden müssen. Denkt man gleich daran, ist das kein großer Aufwand und auch nicht teuer.

Glas

Glas ist eigentlich der mineralische Stoff der Fensterscheibe, im täglichen Sprachgebrauch (**Verglasung**) meint man damit aber auch allgemein das durchsichtige Material, das Wind und Kälte abhält. Bei echtem Glas gibt es die Unterscheidung **Normalglas**, **Sicherheitsglas** und **Isolierglas**. Bei der Art der Durchsichtigkeit gibt es ebenfalls Unterschiede. Hierzu gehört auch das spezielle **Wärmeschutzglas**. **Normalglas** besteht aus einer einzigen Schicht (4 ... 8 mm), eventuell mit einem eingeschmolzenen Drahtgitter zur Erhöhung der Festigkeit (**Drahtglas**). **Sicherheitsglas** besteht aus mindestens 2 Glasschichten, die mit einer dünnen Kunststoff-Zwischenschicht verklebt sind, wie etwa bei der Frontscheibe am Auto oder am Bankschalter. Damit wird die mechanische Stabilität stark erhöht und bei Überlastung gibt es nur Risse, keine Scherben. Alternativ gibt es auch das **Einscheiben-Sicherheits-Glas (ESG)** aus einer einzigen, harten Schicht, das bei Bruch in kleine Krümel zerfällt, so wie früher die **Sekuritscheibe**. **Isolierglas** besteht aus 2 Glasschichten, die auf Abstand montiert und luftdicht verschlossen sind. Da die Wärmeleitfähigkeit in Gasen weitgehend vom Druck unabhängig ist, wird normalerweise nur absolut trockene Luft eingefüllt, vielleicht aber auch ein Edelgas. Vakuum in der Scheibe ist ein Märchen, vorallem wenn man weiß, wie dick das Glas einer evakuierten Fernrohrscheibe sein muss. Es gibt Firmen, die Isolierglas in beliebig gewünschten Maßen auf Zuruf herstellen. Die zerbrochene **Thermopanescheibe** ist also heute keine Katastrophe mehr. **Isolierglas** kann auch mit **Sicherheitsglas** realisiert werden, die Begriffe schließen sich nicht aus. Bei einer Dacheindeckung mit Glas gelten aus naheliegenden Gründen behördliche Vorschriften. So ist die übliche Spannweite von etwa

1 m zwischen Dachträgern bei Verwendung von Glas normalerweise nicht zulässig. Im privaten Bereich hat es sich daher eingebürgert, das Dach mit Kunststoff zu "verglasen" und nur in den vertikalen Flächen echtes Glas vorzusehen.

Allgemein stellt man im Sommer an die **Sonne** folgende Forderungen : Sie soll mit ihrer Strahlung nur wenig zur Erwärmung beitragen, aber ihren ganzen sichtbaren Lichtanteil bei den Pflanzen abliefern. Die restlichen Lichtanteile sollen reflektiert oder in der Glasfläche absorbiert werden. Was mit teuren Farbfiltern im kleinen Maßstab machbar wäre, ist bei einer Gebäudeverglasung zu teuer. Hier setzen die **Wärmeschutzgläser** an, die die Wirkung der Sonne zumindest ein wenig in die gewünschte Richtung lenken. Auch der klassische Diaprojektor enthält ein solches Wärmeschutzglas im Lichtstrahl, damit das Dia nicht braun wird. Will man diese Gläser einsetzen, muss man sehr, sehr genaue Fragen stellen. Es gibt nämlich etliche öffentliche Bauten mit diesen Gläsern, an denen man lediglich lernen kann, dass Überhitzung mit Normalglas nach 15 Minuten eintritt, mit Wärmeschutzglas hingegen erst nach 30 Minuten. Das ist im Sommer bei Westlage kein großer Unterschied. Dazu auch das Stichwort **Lux**.

Gummi

Gummi dient als Dichtungsmaterial für Scheiben, Türen und Fenster. Es handelt sich um **Kunstgummi**, der absolut beständig gegenüber Licht, Kälte und Alterung sein muss. Das Material kommt meist in langen, speziell geformten Profilen auf Rollen. Die Formenvielfalt ist ähnlich groß wie bei den **Aluminiumprofilen**.

Hagel

Dies ist eine nicht zu unterschätzende Gefahr für die Dacheindeckung. Sie sollte in Gebieten, die von **Hagel** häufig bedroht sind, die Auswahl des Materials beeinflussen. **Polycarbonat** oder sogar teureres **Sicherheitsglas** ist dann angebracht. Wichtige Kriterien für die Konstruktion sind ein kleines Format der lichtdurchlässigen Dachflächen mit der Möglichkeit, Teilflächen leicht auszutauschen, und weiterhin die generelle **Begehbarkeit** des Daches, was im Hobbybereich eher unüblich ist. Speziell bei den optisch eleganten, ohne sichtbare Schrauben arbeitenden Konstruktionen ist der Wechsel von Scheiben mitunter schwierig, weil großflächig demontiert werden muss. Im Übrigen sind auch senkrechte Flächen gefährdet, falls der Hagel mit Sturm einhergeht.

Heizung

Auch wenn ein Wintergarten oder Gewächshaus nur über eine Tür mit dem Wohnhaus verbunden ist, ergibt sich doch eine messbare Erwärmung über die Wärmeleitfähigkeit der Hauswand. Ob das eine Heizung erübrigt oder ob es nur einen "Bonus" liefert, muss im Einzelnen entschieden werden. Üblicherweise folgt der Wärmebedarf aus der Wärmeleitfähigkeit des Gewächshauses (siehe **K-Wert**), einer angenommen, minimalen Außentemperatur (z.B. - 20 °C) und einer minimalen Innentemperatur, die sich aus der Art der Bepflanzung ergibt. Ist der Anschluss an die Heizung des Wohnhauses geplant, kann jeder Heizungsbauer die notwendige Radiatorfläche errechnen. Eine Abschätzung der zu erwartenden Heizkosten ist bei der Planung zweckmäßig. Bei nicht zu kalten Wintern kann es nämlich sein, dass ein **Warmhaus** gegenüber einem **Kalthaus** die doppelten Kosten erzeugt. Falls beim Bauen Zeit ist, kann man den Wärmebedarf auch ohne bekannten **K-Wert** experimentell bestimmen. Dazu stellt man über Nacht 1-2 elektrische Heizlüfter auf und misst vor Sonnenaufgang die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen. Aus der Aufnahmeleistung der Lüfter kann man dann leicht auf die elektrische Leistung schließen, die für 1 °C Übertemperatur notwendig wäre. Das ist genau der Wert, den der Heizungsbauer benötigt. Üblicherweise fallen Heizungen im Betrieb aus, also wahrscheinlich im tiefen Winter. Daher ist es eine sinnvolle Ergänzung, sich ein größeres, fahrbares Gasheizgerät vom Baumarkt sozusagen auf Vorrat anzuschaffen. Mit einer Leistung von z.B. 3 kWatt und einer mittleren Gasflasche hat man dann 24 Stunden Zeit, um die Reparatur der Heizung zu organisieren. Siehe auch Stichwort **Luftfeuchte**.

Himmelsrichtung

Die **Himmelsrichtung** kann man sich beim Bauen häufig nicht aussuchen. Jedenfalls ist bei freier Sicht eine Ausrichtung nach Südost am besten. Man hat dann im Winter früh Sonne und vermeidet im Hochsommer Überhitzung aus der Richtung West oder Nordwest. Für einen Kakteenfreund, der maximale Sonne sucht, mag das anders aussehen. Generell ist zu sagen, dass gutes **Kunstlicht** schwer zu erzeugen ist und hohe Betriebskosten nach sich zieht, während **Heizung**, besser noch gute **Isolierung**, eher eine Frage der einmaligen Investition ist. Noch teurer wird es bei der Forderung nach konstanter Temperatur + konstanter Feuchte. Das geht unter Glas nur mit voller **Klimatisierung** und ist für den Privatmann kaum zu bezahlen. Daher hat so mancher Orchideenfreund seine Kulturen im Keller. Er zahlt zwar viel für Licht, hat aber sonst konstante Werte zum Nulltarif.

Holz

Auch **Holz** ist ein klassischer Werkstoff für **Wintergärten** und **Gewächshäuser**. Interessanterweise gibt es auch heute noch Holzfenster aus laufender Produktion, die sich nicht verziehen und wenig Pflege benötigen. Holz ist zudem der einzige Werkstoff, der die Wärme

nicht leitet und gleichzeitig Last trägt. Unübersichtlich sind dafür die mechanischen Daten, also die Veränderung der Länge und die Verdrehung bei unterschiedlichen Temperaturen und Feuchtigkeitsgraden . Für kleinere Konstruktionen und mit einem von der **Heizung** her stets **kondenswasserfrei** gehaltenen Innenraum ist Holz aber in jedem Falle eine bedenkenswerte Alternative. Allerdings muss das von einem Fachbetrieb gemacht werden, der auch Musterbauten mit einem gewissen Alter nachweisen kann. Allgemein gilt für den Heimwerker : Holz für solche Konstruktionen niemals billig im Baumarkt kaufen, sondern nur im Holz-Fachhandel nach ausführlicher Beratung. Es gibt auch bei uns wachsende Hölzer, die besonders verrottungsfest sind, etwa Douglasie oder Lärche, ev. auch Kiefer, Edelkastanie und Robinie. Das wären die Fragen, die beim Händler oder Handwerker zu diskutieren wären.

Kalthaus

Zur groben Beschreibung des Wärmebedarfs tropischer Pflanzen gibt es Begriffe wie **Kalthaus**, temperiertes Haus und **Warmhaus**. Für diese Haustypen findet man Angaben der Form **8 - 12 °C / 14 - 16 °C / 18 - 22 °C** . Frost darf natürlich nie auftreten, während vorübergehende Untertemperatur vielleicht nur eine Wachstumsstörung bewirkt, nicht aber zum Totalverlust führt. So gesehen sind die Zahlenwerte dehnbar. Für wirklich tropische Pflanzen liegt eine absolute Untergrenze bei 8 - 10 °C, überraschende Ausnahmen mit eingeschlossen. Ein Beispiel bei den Orchideen : Die so tropisch wirkende Vanda wächst möglicherweise noch bei 10 °C, während die gängige Phalaenopsis vom Fensterbrett sich unter dieser Bedingung bald verabschieden wird.

Kitt

Der klassische **Fensterkitt** (Kreide + Leinöl) wird nicht mehr verwendet. Üblich sind **Kunstgummiprofile** oder im Fensterbau maschinell aufgetragenes **Silikon** .

Klimatisierung

Dies bedeutet im strengen Sinne, dass Temperatur und Luftfeuchte konstant gehalten werden können, unabhängig von den außen herrschend Verhältnissen und unabhängig vom Licht. Das ist mit einfachen Mitteln nicht zu schaffen, da Wärme und Feuchtigkeit (siehe **Luftfeuchte**) eng zusammenhängen und bei starker Sonne keine **Kühlungsmöglichkeit** vorhanden ist, ohne dass es dunkel wird oder die Feuchtigkeit erhöht werden muss. Es geht natürlich im Prinzip und es gibt auch Beispiele für solche Häuser, etwa im botanischen Garten in Sydney.

Korrosion

Ein Gewächshaus bietet durch dauernde Feuchtigkeit und Wärme optimale Bedingungen für die chemische Zersetzung von Metallen. Kritisch besonders dort, wo unterschiedliche Metalle leitfähig verbunden sind und sozusagen eine kleine Batterie bilden. Man kann hier sogar einen fließenden Strom messen. Dabei wird letztendlich das unedlere Metall in Salz verwandelt und allmählich fortgeschwemmt. Details dazu bei der Beschreibung der Metalle, die im Stichwortverzeichnis aufgelistet sind.

Kunstlicht

Künstliches Licht, das auch für Pflanzen hell erscheint, ist nicht einfach herzustellen und benötigt viel Strom. Der Privatmann sollte daher nach Möglichkeit seine Pflanzenauswahl am Lichtbedarf orientieren, weniger an der Temperatur und der Luftfeuchte, denn das lässt sich leicht und passend auch im Winter herstellen. Ein konsequenter Ansatz, der ganz auf Garten im Winter verzichtet, ist die Beschäftigung mit Kübelpflanzen, denen man natürlicherweise oder zwangsweise eine Dunkelzeit im Keller zumuten kann. Jedenfalls gibt es bei Kunstlicht eine Menge schlechter Lösungen, siehe auch die Stichworte **Lux** und **Himmelsrichtung**. Längerfristig könnte sich durch **Halbleiterlichtquellen** eine Besserung abzeichnen. Mit solchen Lampen werden derzeit viele Verkehrsampeln umgerüstet, allerdings in Farben, die nicht unbedingt für die Pflanzen günstig sind. Die Lichtquellen gibt es aber ebenso in Blau, Grün oder Weiß, bei guter Nutzung der elektrischen Energie und mit einer Haltbarkeit von vielen Jahren im Dauerbetrieb. Für großflächige Beleuchtung sind ihre Preise aber derzeit noch viel zu hoch, für Keimlinge oder Kulturen in Petrischalen sind sie aber jetzt schon eine interessante Lösung. Merkmal dieser Lichtquellen ist außerdem, dass die immer entstehende Verlustwärme nicht in Richtung des Lichtes abgestrahlt wird. Man kann daher für die Pflanze Wärme und Licht vollkommen unabhängig voneinander optimieren und die Lichtquelle sehr nahe installieren.

K-Wert

Die Verwendung des **K-Wertes** ist eine gängige Möglichkeit, die Wärmedämmung oder, mit anderer Sichtweise, den Wärmeverlust zu beschreiben. Seit einiger Zeit wird auch vom zahlengleichen **U-Wert** gesprochen, sofern man reine Material-Eigenschaften meint. Da nach der letzten Normen-Reform auch die Wärmeleistung (= Energie pro Zeit) in **Watt** oder **kiloWatt (kW)** gemessen wird, tritt die Messgröße Watt (anstatt **Kalorien**) auch hier auf. Für den K-Wert (oder U-Wert) betrachtet man ein Stück Material mit der Fläche 1 Quadratmeter und fragt, wieviel Watt Wärme durch diese Fläche gehen, wenn davor und dahinter ein Temperaturunterschied von 1 °C besteht. Niedriger Wert heißt also gute Wärmedämmung.

Bei der praktischen Anwendung muss man wissen, dass diese Werte mathematisch lineare Größen sind. Das heißt, dass etwa bei der Verzehnfachung der Fläche auch die 10-fache Wärmemenge fließt. Das ist noch leicht zu vermuten. Dass aber bei 10-fachem Temperaturunterschied ebenso die 10-fache Wärmemenge fließt, ist weniger naheliegend und musste einmal grundsätzlich ausprobiert werden. Mehrere Schichten Material hintereinander senken den gesamten Wert, wobei es von Bedeutung ist, ob noch Luft dazwischen liegt. Nicht vergessen werden sollte auch, dass der Wärmedurchtritt in gewissem Maße davon abhängt, ob Luft steht oder sich bewegt. Im zweiten Fall fließt mehr Wärme ab. Ferner beobachtet man, dass besonders gute Werte auch nur der *Werbung* dienen können. Hat also ein Fenster eine Glassorte mit tollem U-Wert, heißt das noch lange nicht, dass es dicht ist oder der Rahmen gut isoliert wurde. Für die Heizkosten ist also immer der gesamte Wert maßgebend. Zudem wird ein guter Wert stets verdorben, wenn irgendwo ein Loch für Zugluft ist. Hier sind die U/K-Werte für gängige Materialien, zusammengetragen aus verschiedenen Tabellen und Herstellerangaben:

Verglasung	U / K =	Mauerwerk	U / K =
Polyethylenfolie 0,2 mm	8,5 - 10	Stahlbeton 24 cm	3,7
Normalglas 4 mm	6,0	dito + 2 cm Styrodur	1,3
Isolierglas 16 mm	1,6 - 3,0		
dito 23 mm	1,1 - 1,3	Lochziegel 24 cm	1,6
Stegplatten 6 mm	3,5 - 3,6	dito + 2 cm Styrodur	0,9
dito 10 mm	3,0 - 3,1		
dito 16 mm	2,2 - 2,8	2 cm Styrodur alleine	1,4
dito 32 mm	1,6 - 1,7		

Zur Übung noch ein kleines Rechenbeispiel : Ein Glashaus mit 30 m² Stegplatten 10 mm stark soll bei Frost von - 15 °C auf 20 °C erwärmt werden. Wieviel Watt Heizleistung werden benötigt ? Stillschweigend wird angenommen, dass die Rahmenkonstruktion keine Wärme leitet und alles dicht ist, was natürlich nie stimmt.

Schritt 1 1 m² benötigt bei 1 ° C Differenz laut Tabelle 3,0 Watt (K = 3)
 30 m² benötigen demnach 30 x 3,0 Watt = 90 Watt

Schritt 2 Die Temperaturdifferenz ist insgesamt 35 °C.
 Demnach sind die 90 Watt mit 35 zu multiplizieren, was 3,2 kWatt ergibt. Das ist mehr, als ein üblicher Heizlüfter bringen kann.

Mit gutem Isolierglas (U = 1,6) würden sich die 3,2 kW um den Faktor 1,6 / 3,0 = 0,53 auf fast die Hälfte verringern. Man sieht hier aber auch, dass 16 mm starkes Material irgendwie ein Optimum darstellt. Bei U/K-Werten in Richtung 1,5 1,0 wird es nur noch dick oder teuer, ohne dass es bei der Wärmedämmung noch einen richtigen Ruck geben würde.

Lackierung

Speziell **Aluminiumkonstruktionen** sollten zur Verhinderung von **Korrosion** einen Überzug erhalten, dessen Farbe man wählen kann. Verwendet wird üblicherweise kein Lack im strengen Sinne, sondern eine **Kunststoffbeschichtung (Pulverbeschichtung)**. Dazu werden die Teile elektrisch aufgeladen, damit feine Kunststoffpartikel darauf haften bleiben. Danach werden die Teile auf Schmelztemperatur erhitzt (um 200 °C), wodurch eine gleichmäßige Kunststoffschicht entsteht. Diese ist verfahrensbedingt an Kanten besonders stark, während bei üblicher Lackierung mit Pinsel oder Spritzpistole das aufgetragene Material hartnäckig von den Kanten wegläuft. Da die Farben nach **RAL** normiert sind, kann man spätere Ergänzungen auch von einem lokalen Fachbetrieb beschichten lassen und muss sich nicht unbedingt an den Hersteller des Wintergartens wenden. Auch **Eisen** kann so nachhaltig vor Rost geschützt werden.

Längenausdehnung

Materialien ändern ihre Länge proportional zur Temperatur, wenn auch nur wenig. Zwischen Frost und Hochsommer liegen aber leicht 50 °C, vorallem wenn Metallteile direkt der Sonne ausgesetzt sind. Dann ist der Effekt über größere Strecken durchaus merklich. Damit nichts reißt und alles dicht bleibt, sollte sich die Metallkonstruktion in gleichem Maß wie das Wohnhaus und wie die eingesetzten Scheiben verändern. Meist ist das aber nicht so. Das führt zu Problemen, für die es keine gute Lösung gibt. Im besten Falle bläht sich ein Wintergarten wie ein Ballon im Sommer ein wenig auf und fällt im Winter wieder in sich zusammen. Wenn alles gut geht, knackt es nur mitunter laut und vielleicht verschieben sich auch einige Gummidichtungen. Die Werte für die Längenänderung der wichtigsten Materialien, gemessen in Millimeter bei einer Temperaturdifferenz von 50 °C und bezogen auf 1 m Materiallänge sind :

Aluminium	1,2
Eisen	0,6
Mauerwerk / Beton	0,5
Glas	0,4
Acrylglas	3,7
Polycarbonat	3,3
PVC	3,4

Man sieht daran, dass in diesem Punkt Eisen, Glas und Mauerwerk am stabilsten sind und auch noch gut zusammenpassen. Kunststoffe "arbeiten" mehr und sind über große Längen zumindest vom Prinzip her in der Lage, das Ende der Platte aus der Dichtung zu ziehen oder Wölbungen zu erzeugen. In jedem Fall muss die Konstruktion Wärmebewegung zulassen und an den Dichtungen eine gewisse Tiefe haben. Auch bei Türen im Glasbereich gibt es aus diesen Gründen erhebliche Probleme, etwa bei ungleichmäßiger Veränderung des Türrahmens.

Lichteicht / lichtstabil

Stabilität gegenüber Sonnenlicht, besonders der **UV-Strahlung**, war früher bei den ersten Kunstfasern und den synthetischen Farbstoffen das ganz große Thema. Im täglichen Leben bemerkt man das eigentlich nur noch, wenn man sich über die mangelnde Farbtreue von wasserfesten Filzstiften oder von Nagellack wundert, den man im Außenbereich verwendet hat. Oder wenn im Auto nach einiger Zeit die ursprünglich einheitlichen Kunststoffteile unterschiedliche Farbtöne zeigen. Das Problem ist aber noch da und tritt besonders bei durchsichtigen Materialien deutlich zu Tage, weil diese sich nicht selbst durch Zuschlagstoffe oder Farbpigmente vor **Licht** schützen können. Daher haben manche durchsichtigen Kunststoffe auf einer Seite einen besonderen, unsichtbaren Überzug, der unbedingt nach außen weisen muss.

Lüftung / Belüftung

Ein **Gewächshaus** oder **Wintergarten** lebt im Winter von der Wärme, die hinter Glas entsteht, siehe **Treibhauseffekt**. Im Sommer muss aber stark gelüftet werden, sonst verdorrt alles. Bei voller Sonne sollte man in einem begehbaren Haus die abzuführende Luftmenge in **Kubikmetern pro Sekunde** ausdrücken, kleinere Maßeinheiten wären eher lächerlich. Das ist leicht das Hundertfache von dem, was ein einfacher **Wandlüfter** bringen kann ! Man sieht das gut an den Gewächshäusern im Erwerbsgartenbau, bei denen das komplette Dach hochgeklappt wird. Hat man nur einzelne Dachfenster, benötigt man stets auch unten Öffnungen für den Sommer, sonst fließt die Luft oben nicht richtig ab. Wegen fremder Katzen und Hunde oder wegen sonstiger Besucher sind vergitterte Fenster oder Klappen wohl die beste Lösung hierfür. Wer Geld für eine **Schattierung** hat, ist besser gestellt, allerdings wird es dabei dunkel. Siehe auch das Stichworte **Wärmeschutzglas**.

Luftbefeuchtung

Es gibt Situationen, in denen **Luftfeuchte** fehlt und daher Wasser verteilt werden muss. Die **Lufttrocknung**, das Gegenstück, ist leider nur mit großem technischen Aufwand möglich, obwohl sie mitunter wichtiger wäre. Fehlt also Wasser, kann es mit großen Tropfen verteilt werden, die dann verdunsten oder es wird direkt sehr feuchte Luft oder Nebel erzeugt. Feine Verteilung läßt sich mittels **Ultraschall** oder mittels schnell rotierender Düsen erreichen. Auch ein Wasserkocher wäre denkbar, ist aber vom Energieverbrauch her ungünstig.

Luftfeuchte

Luftfeuchte ist wichtig für die Pflanzen. Leider halten sich hier hartnäckig Gerüchte, etwa über die große Wirksamkeit der kleinen Tonbehälter, die man zur Verbesserung des Raumklimas an die Heizung hängt. Man muss also etwas genauer überlegen. Zunächst stellt man fest, dass die Luft Wasser aufnehmen kann, ohne dass man Tropfen oder Nebel sieht. Diese Aufnahmefähigkeit hängt stark von der Temperatur der Luft ab. Man definiert daher die sogenannte **relative Luftfeuchte**, gemessen in Prozent. 100 % heißt maximal mögliche Aufnahme, sonst würde es regnen. 0 % heißt absolut trockene Luft. Hieraus ergibt sich die bekannte Tatsache, dass kalte Winterluft mit wenig Tragfähigkeit bei Erwärmung deutlich trockener wird, denn dann könnte sie mehr Wasser aufnehmen. Für die mögliche Wassermenge in der Luft, entsprechend den 100 %, gibt es für Temperaturen von +5 bis + 35 °C eine einfache Faustregel. Sie besagt, dass **1 Kubikmeter Luft** maximal **1 Gramm** (1 ml) Wasser **pro Grad** enthalten kann. Bei 20 °C und einer relativen Luftfeuchte von 50 % wären das pro Kubikmeter $20 \text{ ml} \times 50 \% = 10 \text{ ml}$ Wasser. Ein Wohnzimmer enthält dann vielleicht $50 \times 10 \text{ ml} =$ einen halben Liter Wasser. Frostluft von -10 °C (außerhalb der Faustregel) enthält maximal 2 ml, praktisch sind es aber eher nur 1 ml. Würde man nun mit der üblichen "Stoßlüftung" die Luft im Wohnzimmer komplett tauschen, fehlten nach Erwärmung auf 20 °C jeweils 9 ml, um auf die alte, gesundheitsfördernde Luftfeuchte zu kommen. Mit dem vorhandenen 1 ml pro Kubikmeter Luft wäre die Luftfeuchte gerade 5 % . Es müssten daher sofort 450 ml am Heizkörper verdunsten oder es fehlt den Zimmerpflanzen diese Wassermenge an der Wurzel. Die Stoßlüftung bedeutet daher Stress für Möbel, Pflanze und Tier, ohne dass ein Vorteil gegenüber einem kurzfristig gekippten Fenster zu erkennen wäre. Wegen dieser Zusammenhänge lässt es sich kaum vermeiden, dass im Winter im feuchten Gewächshaus in kälteren Außenbereichen der **Taupunkt** (100 % Feuchte) erreicht wird und Wasser kondensiert. Erhöht man aber die Temperatur, um dieses Tauen zu vermeiden, entsteht in der Nähe der Heizkörper Wüstenklima. Zum Ausgleich montiert man daher Heizkörper direkt an kalten Punkten, im Wohnhaus typischerweise unter Fenstern. Im Gewächshaus führt das zu Heizkörpern in Form von langen Rohre. Siehe dazu auch die Stichworte **Lüftung** und **Ventilation**.

Lux

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Licht und Lichtquellen zu vermessen. Eine gängige Messgröße ist das **Lux** . Hier wird die Lichtenergie gemessen, die auf eine definierte Fläche fällt, z.B. auf 1 Quadratcentimeter. Wichtig für das Verständnis ist, dass keine Lichtquelle bewertet wird, sondern das, was die Lichtquelle vor Ort liefert. Dieser feine Unterschied wird klar, wenn man an einer Glühlampe misst. Hier sinkt der Luxwert mit größerem Abstand, während sich die Glühlampe natürlich nicht verändert. Was bei der Sonne noch nachvollziehbar erscheint (die Sonne "hat" einen Luxwert), ist bei einer Lampe oder hinter einem

Fenster falsch oder unvollständig, denn hier muss der Abstand zur Lichtquelle genannt werden. Einige Richtwerte sind :

Direkte Sonne im Sommer :	100.000 Lux
Sommerhimmel, ohne direkte Sonne :	10.000 Lux
Sehr gute Arbeitsplatzbeleuchtung :	1.000 Lux

Leider ist die Luxmessung bei Pflanzen nicht aussagekräftig, denn das Lux bevorzugt Grün wie das menschliche Auge, während es bei Pflanzen komplizierter ist. Besonders reines Gelb kann schlecht genutzt werden und dann gibt es noch Rezeptoren, die nur im Roten empfindlich sind und via Rot der Pflanze damit sagen, dass überhaupt Licht vorhanden ist. Alles was deutlich von Weiß abweicht, ist also mit Vorsicht zu behandeln. Auch die besonderen Neonröhren für Pflanzen mit einem violetten Ton (rot + blau, dazu ganz wenig grün), sind in ihrer Wirkung, besonders beim Kosten-Nutzen-Verhältnis, nicht so recht einzuordnen. Künstliches Licht, und ganz besonders im Hinblick auf geringe Betriebskosten, ist also schwer zu bewerten. Weder der Elektriker noch der Verkäufer im Baumarkt sind hier die richtigen Ansprechpartner. Profis berichten von durchaus guten Erfolgen mit normalen Neonröhren. Gelbes Licht, das man nachts in Folientunneln sehen kann, ist für die Pflanze weniger effizient. Es wirkt hier wohl nur durch die vergleichsweise hohe Intensität.

MS-Polymer

Die elastischen Dichtstoffe werden weiterentwickelt. Es gibt daher Materialien, die im Baubereich weniger bekannt sind, obwohl anderen Sparten wie der Automobilbau oder die Elektronik sie gerne verwenden. Sie müssen nicht teurer als das übliche **Acryl** oder **Silikon** sein. Auch in den genormten Kartuschen und in den üblichen Farben für Fugendichtstoffe sind sie erhältlich. Es lohnt jedenfalls der Blick auf das, was die anderen Branchen im Feuchtbereich mit Erfolg verwenden. Hierzu gehört das **MS-Polymer** (MS = modifiziertes **Silan**), das etwa die Teichbauer verwenden. Manche Hersteller verstecken den Namen des Stoffs hinter einer Marke, manche nennen ihn direkt. Silan ist ein Molekülbestandteil, der zwar **Silizium** enthält, das aber hier nicht die Grundstruktur bestimmt. Deshalb spricht man nicht von **Silikon**. Jedenfalls ist das Ergebnis ganz erstaunlich, weil die positiven Eigenschaften von Acryl (hohe Haftfestigkeit, Überstreichbarkeit und Härten auf feuchtem Untergrund) mit der von Silikon (elastisch auch bei - 40°) optimal verbunden wurden. Das Material trocknet nicht, sondern härtet wie ein Silikon, unter Abspaltung von Alkohol. Geringe Nachteile bestehen darin, dass das Material bei der Verarbeitung etwas ungünstig fließt und dass dicke Schichten recht lange zum Durchhärten brauchen. Vollkommen unklar, warum man es im Baumarkt schwer findet, und wenn, dann eher nicht in der ersten Reihe.

PET (Polyethylenterephthalat)

PET ist ein zäher, klarer und hochwertiger Kunststoff, aus dem die **Plastik-Pfandflaschen** gefertigt sind. Nach ihm wird auch in den Gelben Säcken besonders gesucht. Für den Gewächshausbau werden stabile Verglasungsfolien aus diesem Material angeboten.

Pfette

Die **Pfette** ist ein Fachbegriff aus dem Baubereich und meint ein querlaufendes, tragendes Teil im Bereich des Daches. Gängige Konstruktionen kommen ohne sie aus. Die üblicherweise tragenden Teile in Längsrichtung könnte man entsprechend als **Sparren** bezeichnen.

Polycarbonat (PC)

Dies ist ein zäher, absolut bruchsicherer Kunststoff, etwa unter der Marke **Makrolon**. Er wird auch für stark benutzte, technische Gehäuse, für die üblichen **CDs** oder für medizinisches Gerät verwendet, da er bis 130 °C formstabil bleibt. Die durchsichtige Ausführung ist nicht ganz so klar wie **Acrylglas**, liefert aber die einzige Eindeckung, für die absolute Hagelfestigkeit garantiert wird. Sie ist nicht ganz **lichtecht** und man muss mit einer gewissen Vergilbung rechnen, weshalb die Platten mit einer Schutzschicht ausgerüstet werden, die nach außen zeigen muss. Kleben lässt sich das Material bei einigermaßen brauchbarem Ergebnis mit **Epoxidharz** und **manchen Silikonen**.

Polyethylen (PE)

Dies ist ein sehr gängiger Kunststoff, der für Lebensmittel zugelassen ist, aus dem aber auch Tanks für Wasser oder Öl hergestellt werden. Er ist weich und auch chemisch sehr mit Wachs verwandt. Er lässt sich schmelzen und schweißen, aber überhaupt nicht verkleben, von selbstklebenden Klebstreifen, die irgendwann austrocknen, einmal abgesehen. In durchsichtiger Form als einfache **Verglasung** weit verbreitet, sind auch die bekannten **Noppen-** oder **Luftpolsterfolien** zur Verpackung oder zum Winterschutz im Garten aus diesem Material. Hier hält es maximal 3 Jahre, dann wird es hart und zerbricht durch den Lichteinfluss. Die Reste solcher Verglasungen aus dem Erwerbsgartenbau, frei im Wind flatternd, sieht man an manchen Stellen rund um das Mittelmeer. Im Fachhandel gibt es **UV-stabilisierte** Noppenfolien zur Verbesserung der **Wärmeisolation** im Winter, bei denen die Versprödung - zumindest nach Herstellerangabe - nicht in üblichem Maß auftritt.

Polypropylen (PP)

Dieser Kunststoff ist mit dem **Polyethylen** nahe verwandt, aber deutlich zäher. Meist ist er eingefärbt. Man kann daraus leicht im Spritzgussverfahren technische Teile, Gehäuse für Hausgeräte (Staubsauger) oder Abwasserrohre herstellen. Man kann ihn auch gut verschweißen, aber die Klebbarkeit ist, ähnlich wie bei Polyethylen, sehr schlecht. Die durchsichtige Form ist leicht milchig, man findet sie etwa bei Gefrierdosen. Leider liefern Gewächshaushersteller mitunter Kleinteile aus diesem Material, die man mit **Silikon** befestigen soll. Das hält einige Zeit und fällt dann wieder ab (gesperrte Muster dazu sind vorhanden).

Polystyrol (PS)

Aus diesem Kunststoff werden viele durchsichtige Verpackungsdosen hergestellt. Hier ist er glasklar, aber recht spröde. Chemisch modifiziert gibt es auch flexiblere, zähere Formen, die als Tafeln mit einigen Millimetern Stärke für Innenverglasung angeboten werden. Im Außenbereich gibt es bei ihnen aber möglicherweise Probleme mit Alterung unter Licht oder mit Versprödung bei sehr tiefen Temperaturen. Vielleicht ist es auch nur schwierig, **Stegplatten** daraus herzustellen. Chemisch verwandt ist das **Polyesterharz**, das verstärkt durch Glasfaser und mit welligem Profil für eine einfache Eindeckung von Carports verwendet werden kann. Breite Anwendung findet geschäumtes Polystyrol als **Isolierstoff** gegen Wärme und Kälte. So besteht das bekannte **Styropor** (ein Markenname) oder das häufig im Baubereich verwendete, stabilere **Styrodur** (ebenfalls eine Marke) aus diesem Material. Vorsicht : Diese empfehlenswerten, wasserfesten und unverrottbaren Isolierstoffe sind extrem empfindlich gegenüber einigen Lösungsmitteln und reagieren mit schierem Verschwinden auf viele Kleber und Lacke. Dementsprechend besteht auch üblicher Polystyrolkleber einfach aus aufgelöstem Polystyrol.

PU oder PUR (Polyurethan)

Dies ist ein Kunststoff, aus dem zähe Gebrauchsteile, etwa Türklinken, hergestellt werden können. Im Baubereich verwendet man ihn bevorzugt als Schaum aus einer Dose zum Füllen von Hohlräumen. Verwendbar auch im Feuchten, zumal der Schaum zum Härten Luftfeuchte braucht. Die Hohlräume müssen dabei offen sein. Hingegen gelingt ein Ausschäumen von Rohren oder **Aluminium-Trägern** mit dieser Methode nicht und der Schaum fällt in sich zusammen. Der gehärtete Schaum ist absolut verrottungssicher, jedoch überhaupt **nicht lichtstabil**. Offene Stellen müssen daher abgedeckt werden, etwa mit mineralischer Wandfarbe, sonst bläst der Wind im Lauf der Zeit das Material Millimeter für Millimeter davon. Weiterhin gibt es auch **PU-Kleber** in Kartuschen, etwa zur Verklebung von Holz oder anderen Materialien beim Innenausbau. Der Kleber wird hart und ist füllend, er schrumpft also nicht wie die meisten anderen Kleber.

PVC (Polyvinylchlorid)

Der technische Werkstoff PVC (weichmacherfreies **Hart-PVC**) ist üblicherweise eingefärbt, die klare Ausführung liefert aber ähnliche Eindeckungen wie das **Polycarbonat**, sozusagen als preisliche oder herstellerbezogene Alternative. Auch hier gibt es einen einseitigen UV-Schutz mit Innen- und Außenseite. Praktische Erfahrung zeigt, dass die mechanische Festigkeit so zwischen **Acrylglas** und **Polycarbonat** liegt und dass auch nach 10 Jahren unter Beachtung von innen und außen keine merkliche Veränderung des Materials eintritt. PVC wird auch in Form von Platten oder Profilen als sogenanntes **Halbzeug** geliefert und ist dann meist grau eingefärbt. Regenrinnen könnten daraus bestehen. Das Material kann leicht gebohrt und gesägt werden und lässt sich gut für mechanische Kleinteile im Gewächshaus verwenden. Zudem lässt es sich hervorragend mit **Epoxidharz** verkleben, sogar direkt auf **Aluminium** (etwa mit der Marke **UHU plus**). Solche Klebestellen vergilben zwar am Rand, bleiben aber absolut wetterfest.

RAL-Tabelle

RAL meint eine Industrienorm für Farbtöne, die allgemein gängig ist. Sie gilt für Lacke, Kunststoffteile, kurz für alles, was eingefärbt ist. Eine **RAL-Tabelle** ist ein Büchlein mit den entsprechenden Farbmustern. Dort findet man dann etwa **RAL 3000** für ein schönes, sattes Rot oder **RAL 9001** für Cremeweiß.

Schattierung / Beschattung

Ein Großteil der von der Sonne gelieferten Strahlung ist die nicht sichtbare, **infrarote** Wärmestrahlung, siehe Stichwort **Sonne**. Weitere Wärme entsteht durch den **Treibhaus-effekt** (siehe dort), bei dem sichtbares Licht ebenfalls in Wärme umgewandelt wird. Insgesamt kann daher im Sommer Überhitzung drohen - je geringer das Bauvolumen, um so größer diese Gefahr. Theoretisch am einfachsten ist ein außen angebrachter Lichtschutz, die **Schattierung**, die bei Bedarf in Aktion tritt. Außen angebracht ist die Wirkung optimal und Wärme kommt erst gar nicht ins Haus. Die Realisierung ist aber sehr teuer, da diese beweglichen Teile ohne Einbuße Sturm, Regen und Schnee widerstehen müssen. Erschwerend kommt hinzu, dass bei dem hohen Sonnenstand im Sommer und auf Grund der meist geringen **Dachneigung** fast waagerechte Bereiche schattiert werden müssen. An den Seitenflächen, an denen man sich irgendwie geartete Rollläden leichter vorstellen kann und die dort auch gut zu warten wären, hat eine Schattierung weniger Sinn. Allgemein muss man davon ausgehen, dass die Kosten für eine gute, automatische Außenschattierung mindestens so hoch sind wie für den Rest des Gebäudes. Das ist viel. Eine weniger gute Alternative ist eine Innenschattierung in Form von Vorhängen, die natürlich auch im Wesentlichen

waagrecht laufen müssen. Sie funktioniert nur richtig, wenn das Material verspiegelt bzw. versilbert ist. Dann wird das eingestrahlte Licht ohne Veränderung der Farbe wieder ins Freie zurückgeworfen und der **Treibhauseffekt** kann nicht auftreten. Im Gegensatz dazu hält eine dunkle Innenschattierung zwar direktes Licht und Wärme von den Pflanzen fern, hat aber bezüglich der gesamten, langsamen Erwärmung des Hauses keinerlei Wirkung. Siehe auch Stichwort **Beregnung**.

Schneelast

Schnee, besonders im Frühjahr, ist schwer. Wegen der geringen **Dachneigung** und der sinnvollerweise guten Wärmeisolation könnte er ohne regelmäßiges Abkehren liegenbleiben. Konstruktiv vorzusehen sind nach DIN (= Deutsche Industrie Norm) im Flachland 75 kg pro Quadratmeter als Mindestwert, man findet aber auch Herstellerangaben von 50 kg. Für Pappschnee mit einem Wasseranteil von 25 % wäre das eine Schneehöhe von 20 bis 30 cm, unter normalen Bedingungen aber eher bis zu 1 Meter. Wenn das Dach des Wohnhauses zu **Dachlawinen** neigt, die das Dach des Glashauses treffen können, sollte man dort oben unbedingt Sperren einbauen lassen. Man schont dann in jedem Falle bei Tauwetter die eigenen Nerven, wenn nicht sogar die Verglasung.

Silikon

Silikone sind eine große Kunststoffklasse, bei der der übliche **Kohlenstoff** ganz oder teilweise durch **Silizium + Sauerstoff** ersetzt ist. Die klassische Brennprobe durch Verkohlen liefert dementsprechend weniger Ruß, sondern eher ein weißes Pulver, nämlich Quarzsand. Die Silikone sind meist elastisch und dies über weite Temperaturbereiche (von - 50 ° bis + 200 ° wäre kein Problem). Auch chemisch sind sie sehr stabil. Es gibt sie als technische Halbfertigprodukte, für die Isolation von Elektrokabeln und auch der Zahnarzt macht damit Abgüsse. Im Baubereich sind es Dichtmassen, die in einer Kartusche geliefert werden und die unter Einwirkung der Luftfeuchte härten. Sie trocknen nicht, sie reagieren chemisch. Im **Sanitärbereich**, in der **Baublechnerei**, in der **Glaserie** und beim **Gewächshausbau** sind sie inzwischen unverzichtbar geworden. Entsprechend gibt es für den gewerblichen Bereich, aber ebenso im Baumarkt eine unübersehbare Anzahl von Silikon-Typen. Demgegenüber steht schlechte Dokumentation und vollkommen unzureichende Fachberatung, auch wenn sie gut klingen sollte. Es gibt bei diesen Stoffen nämlich 2 Probleme, die dazu führen, dass man unbedingt einen Fachmann des Vertrauens, bevorzugt einen Fliesenleger, nach einer Empfehlung fragen sollte. Alternativ sind eigene Versuche angebracht. Zunächst ist die **Haftfähigkeit** von Silikon auf zu verbindenden Materialien prinzipiell schlecht, schlechter als bei **Acryl** oder gar **Epoxidharz** und zudem bei jedem Fabrikat anders. Der übliche Verarbeitungshinweis "trocken und fettfrei", was am Bau schon schwer genug einzuhalten ist,

reicht bei weitem nicht. Sogar das Kleingedruckte auf der Kartusche empfiehlt Vorversuche. Tun Sie es, auch wenn die Zeit drängt ! Das nächste Problem besteht darin, dass bei der Reaktion mit Luftfeuchte ein Stoff abgespaltet wird, der verdampft. Häufig ist das Essigsäure, die man riecht, es gibt aber auch **Neutralsilikone**, die weniger riechen. Jedenfalls werden diese Stoffe vom Hersteller selten deklariert, sind aber geeignet, manche Kunststoffe chemisch anzugreifen. Ich habe Muster von vergossenen elektrischen Steckern, die nach 6 Wochen Betrieb nur noch Krümel waren, oder von Rissen in **Polycarbonat**, die durch Silikon erzeugt wurden - mit dem Hammer gelingt das keinem auf der Welt. Wenn also die Plastiktülle an einer Silikonkartusche spontan reißt, oder auch gleich die ganze Kartusche, dann ist das nur die Spitze eines Eisberges. Muster sind auch hier vorhanden. Einem Industrievertreter für Silikone schien das gänzlich fremd, aber immerhin fand sich in einer Broschüre der Firma Otto Wolf (Marke ALWO-Profile) der Hinweis, dass die besagten Dämpfe nicht in die Kammern von **Stegplatten** gelangen sollten. Silikone härten nach einiger Zeit auch in dickeren Schichten, als Folge ihrer prinzipiellen Durchlässigkeit für Wasserdampf. Möglicherweise sind die Poren im Material sogar ziemlich groß, was die hartnäckige **Verschimmelung** von Silikonfugen - ohne Verlust der Dichtungseigenschaften - erklären würde. Zur Verhinderung von Schimmel gibt es spezielles **Sanitärsilikon**, das pilzhemmende Zusätze enthält.

Solartechnik

Die Gewinnung von elektrischer Energie direkt aus **Sonnenlicht** ist in aller Munde. Der Wirkungsgrad von **Solarzellen** ist deutlich höher als der Wirkungsgrad, mit dem die Pflanzen Energie aus dem Sonnenlicht abzweigen können. Da nun in einem Gewächshaus oder Wintergarten Hilfsenergie benötigt wird, wird man sich fragen, ob Strom aus Licht nicht die optimale, vielleicht auch ökologisch vernünftigste Lösung wäre. Solange die Sonne scheint, ist alles einfach. Scheint sie aber nicht, benötigt man einen Stromspeicher, was in jedem Fall diese Technik teurer, komplizierter und wartungsintensiver macht. Und beim Speichern ist der **Bleiakkumulator** nach wie vor Stand der Technik - Ökologie hin oder her. Man sollte sich daher den Aufgaben zuwenden, die bei Sonnenschein zu erledigen sind, also **Beregnen**, **Lüften** und **Ventilieren**. Hier muss man zunächst den Energiebedarf bestimmen, der zu einer vernünftigen Erledigung der Aufgabe nötig ist. Ehrlich betrachtet stellt man dann fest, dass doch eine Menge Strom benötigt wird und dass seriöse Geräte meist **Netzanschluss** verlangen, was einen **Spannungswandler** bzw. **Wechselrichter** nach sich zieht. So ist ein Solarspringbrunnen zwar hübsch, wird aber kaum zur Befeuchtung eines Gewächshauses beitragen können. Teilweise durchsichtige Solarzellen sind in der Entwicklung, speziell zum Einarbeiten in Fenster und Glasfassaden, doch normalerweise sind sie eben undurchlässig und benötigen zusätzliche Fläche und mechanische Hilfskonstruktionen. Der derzeitige Stand ist wohl der, dass man sich erst dann mit Einzelheiten beschäftigen sollte, wenn wirklich keine Steckdose in der Nähe ist, etwa bei der Belüftung von Frühbeeten außerhalb der Ortschaft. Natürlich darf auch gespielt werden, aber man sollte sich klar sein, dass man spielt.

Sonne / Sonnenlicht

Die **Sonne** ist der Motor allen Lebens. Sie liefert der Erde eine Energieleistung von etwa 1000 Watt (1 kW) pro Quadratmeter (die **Solarkonstante**), von denen in unseren Breiten natürlich nur ein geringer Anteil den Boden erreicht. Ihr **Licht** enthält alle sichtbaren Farben, daneben auch das **Ultraviolett (UV)**, das teilweise von den Bienen noch gesehen wird, dazu das **Infrarot (IR)**, das man auch als **Wärmestrahlung** bezeichnet und das Schlangen zum Aufspüren von Beutetieren registrieren können. Letztendlich strahlt jedes Objekt, das warm ist, auch Wärmestrahlung ab, ohne dass man das sofort bemerkt. Um die **Farbe** von Licht einheitlicher beschreiben zu können, greift man auf das Wissen zurück, dass Licht ein elektromagnetisches Phänomen darstellt, dem man eine **Wellenlänge** zuordnen kann. Die Wellenlängen sind - im Vergleich zu Radiowellen - viel kürzer und unter 1 mm. Rot liegt bei längeren Wellenlängen, Blau bei den kürzeren und Gelb und Grün liegen dazwischen. An den Randbereichen, dort wo die Farberkennung nachlässt, meldet das Auge "Violett". Daher kommt die Idee des Farbkreises, wo sich Rot und Blau bei Violett berühren, was aber eine Illusion ist. In Bezug auf die Wellenlänge liegt Ultraviolett bei noch kürzeren Wellenlängen als Blau (**Ultra** meint **jenseits**) und Infrarot liegt bei noch längeren Wellenlängen als Rot (**Infra** meint **darunter**). Siehe auch das Stichwort **Lux**.

Stegplatten / Hohlkammerplatten

Kunststoffmaterial, das zur durchsichtigen Eindeckung bzw. **Verglasung** dient, wird meist nicht massiv, sondern in einer Form verwendet, die aus zwei Schichten für innen und außen besteht, die mit **Stegen** auf Abstand gehalten werden. Es entstehen dadurch luftgefüllte **Kammern** in Längsrichtung, die an den Enden offen sind. Eine solche Ausführung ist steif und spart dabei Gewicht und Material. Die Luft bewirkt eine deutliche Wärmeisolierung, allerdings nur, wenn sie nicht zirkulieren kann. Daher wird die eine Seite der Kammern, wegen Kondenswasser die höher liegende, mit speziellen Klebebändern verschlossen. Es gibt aber auch Konstruktionen, die keine Klebebänder benötigen.

Thermische Brücke / Thermische Trennung

Bis auf **Holz** sind alle tragfähigen Konstruktionsmaterialien starke bis sehr starke Wärmeleiter. Wo sie eingesetzt werden, sei das bei einer Türschwelle aus Beton oder bei einem metallischen Türrahmen, tritt Wärme aus und bildet sich bei **Frost** innen ohne weiteres eine Eisschicht, zumindest aber eine nasse Stelle mit **Schimmel** oder **Algen**, je nach Belichtung und Verschmutzung. Man spricht hier von einer **Wärme-** oder **Kältebrücke**, entsprechend der persönlichen Sichtweise. Für die gesamte Wärmebilanz ist daher eine gute **Verglasung** nur ein Teil der Angelegenheit. Alle Hersteller von Glashäusern dürfen mit Recht stolz sein, wenn sie eine gute **thermische Trennung** nachweisen können, wenn sie also die Brücken überall

unterbrochen haben. Meist werden die Metallteile an kritischen Stellen durch Kunststoffteile ergänzt, ohne dass deren Stabilität leidet. Insgesamt ist das Thema eine große technische Herausforderung, wobei es natürlich wichtig ist, dass die Trennung wirklich überall stattgefunden hat und nicht undichte Stellen, etwa unter der Tür, den ganzen Aufwand zunichte machen.

Treibhaus-Effekt

Wärme beschreibt letztendlich die Bewegung von Atomen und Molekülen, ohne dass man das anderweitig bemerkt. Je heißer, desto schneller. Am absoluten Temperaturnullpunkt bei - 273 °C ist alles in Ruhe - kälter geht es nicht. In Gasen fliegen die Einzelteile wild durcheinander, bei festen Körpern schwingen sie um einen Mittelwert und Flüssigkeiten liegen irgendwo dazwischen. Trifft nun Strahlung / Licht (Stichwort **Sonne**) auf einen Gegenstand, so kann sie verschwinden (sie wird **absorbiert**), während der Gegenstand dadurch Wärme aufgenommen hat und seine Bestandteile sich schneller bewegen. Umgekehrt kann ein Gegenstand auch Strahlung abgeben, meist **Infrarot**, und dadurch kühler werden. Bei entsprechender Temperatur sieht man die abgegebene Strahlung natürlich auch, etwa beim Feuer. Praktisch steht jedes Ding, jedes Lebewesen im **Thermischen Gleichgewicht** mit seiner Umgebung, will sagen, es nimmt gleichzeitig Strahlung auf und gibt Strahlung ab. Beschrieben in Wellenlängen gibt es aber eine Besonderheit : Die abgegebene Strahlung hat - mit wenigen Ausnahmen - stets eine größere Wellenlänge als die aufgenommene Strahlung. Grob vereinfacht heißt das, dass ein blau beleuchteter Gegenstand nur Blau, Grün, Gelb oder Infrarot zurückwerfen kann, nicht jedoch Ultraviolett. Hat man nun Scheiben, die nicht für alle Lichtfarben beziehungsweise Wellenlängen durchsichtig sind, was ja die Regel ist, so tritt der **Treibhaus-Effekt** ein : Licht fällt durch die Scheiben, wird absorbiert und dann zwangsweise mit längerer Wellenlänge in Strahlung zurückverwandelt, die das Haus durch das Glas nicht mehr verlassen kann. Sinngemäß gilt das auch für die allgemeine Erwärmung der Erdatmosphäre. Jedenfalls ist durchsichtig nicht gleich durchsichtig. So bietet Wasser, im Gegensatz zur Fensterscheibe, keinen Schutz vor **UV-Licht**, was jeder beim Baden in südlichen Ländern ausprobieren kann.

Trittfestigkeit

Dächer müssen Belastung aushalten, etwa durch Schnee. Konstruktiv wird aber von einer mittleren Belastung ausgegangen, ganz im Gegensatz zu einer Decke im Wohnhaus, wo natürlich auch ein Klavier oder Flügel erlaubt sein muss. **Begehbarkeit** des Daches oder gar allgemeine **Trittfestigkeit** sind außergewöhnliche Eigenschaften, die teuer werden. Das Thema ist übrigens nicht so dumm, wie es klingt, denn spätestens bei einer notwendigen Reparatur stellt sich die Frage, wo man denn hintreten darf (möglicherweise nirgendwo). Dazu auch die Stichworte **Schneelast** und **Hagel**.

Ventilation / Luftumwälzung

Ventilation meint hier die künstliche Luftbewegung oder **Luftumwälzung** bei geschlossenen Fenstern. Sie dient dazu, nach Möglichkeit überall die gleiche Temperatur und Luftfeuchte zu erzeugen. Dies bedeutet im Winter weniger Tropfnässe, bessere Wirkung der Heizung und im Sommer weniger Überhitzung und Verbrennung. Allerdings benötigen die Lüfter Strom, brauchen freien Luftraum, erzeugen Geräusche und müssen im Gewächshaus dem ungünstigen Klima gewachsen sein.

Wintergarten

Es gibt sicher eine genauere Definition des **Wintergartens** und auch die Abgrenzung zum Begriff des **Gewächshauses**. Nach einem Blick in die vielen Gartenkataloge geht es aber meist um eine Verlängerung des Wohnzimmers mit Möbeln und einigen der üblichen Zimmerpflanzen. Weiterhin findet man unter derartigem Glas auch kleine Schwimmbäder, Winterquartiere für Kübelpflanzen und sehr häufig - also ganz im englischen Stil - Tomatenpflanzen. Groß, gut begehbar, stabil gebaut, beheizbar und in jedem Fall absolut winterfest ist ein Wintergarten eine nicht ganz billige Investition. Man muß sich also vorher gut überlegen, was man eigentlich will. Bei Möbeln braucht man eine sehr gute **Heizung** und kann nur wenige Pflanzen aus dem Bereich Halbwüste stellen. Mehr Pflanzen oder höhere **Luftfeuchte** erzeugen zwangsläufig lästiges **Kondenswasser**, da die Glasflächen prinzipiell kälter als Mauerwerk sind. Man bekommt also nicht viel mehr als ein vergrößertes Wohnzimmer mit einem Blick in den winterlichen Garten. Beim **Bauantrag** kehrt sich die Argumentation möglicherweise um. Weist man durch fehlende oder unterdimensionierte **Heizung** nach, dass hier kein neuer Wohnraum geschaffen wird, ist die Genehmigung dieser "landwirtschaftlichen Einrichtung" oder der "überdachten Hofeinfahrt" meist leichter zu erhalten. Dies ist für den Pflanzenfreund ein willkommener Anlass, auf das Sofa zu verzichten und einen richtigen Garten unter Glas anzulegen. Zusammen mit dem geringen Licht im Winter, der geringen Minimal-Temperatur von vielleicht 10 °C und einer Schattierung im Sommer bei offenen Fenstern und viel zusätzlichem Wasser hat man dann ein Klima, das grob einem "Tropischen Bergwald" entspricht. Hier darf und wird es tropfen und es gibt auch genügend Pflanzenarten, um rund ums Jahr Tropen-Gefühl zu haben (Stichwort **Kalthaus**). Für spezielle Kulturen wie Kakteen oder Orchideen, die ernsthaft betrieben werden, muss man allerdings noch viel genauer diskutieren, sonst ist die Enttäuschung groß (Stichwort **Himmelsrichtung**). Was Tomaten und Gurken betrifft, sollte man zunächst Folientunnel probieren und prüfen, ob sich nicht auch damit gärtnerische Zufriedenheit erreichen lässt. Das geht allerdings nur zu Jahreszeiten, bei denen die Sonne einigermaßen hoch steht. Ein richtiger Wintergarten ist in diesem Punkt nicht viel besser, sondern nur deutlich teurer (Stichwort **Kunstlicht**).

Zink

Das Metall **Zink** dient als Standard-Korrosionsschutz für **Eisenkonstruktionen** mittels Feuerverzinkung, also durch Eintauchen in flüssiges Zink, obwohl es selbst sehr unedel ist und möglicherweise vom Beton oder Säuren angegriffen wird. Besonders bei dem seit einiger Zeit in der Baublechnerei verwendeten **Titanzink** wurde erheblicher "Lochfraß" in den Fällen festgestellt, bei dem das Material in direktem, feucht gehaltenem Kontakt zu Beton und mineralischen Bauklebern stand. Trotzdem ist es Stand der Technik, feuerverzinkte Teile auch einzubetonieren. Zink wird alternativ bei Kleinteilen galvanisch aufgetragen, etwa bei Schrauben aus Eisen. Dann ist es aber dünn und wenig haltbar. Eine solche Schraube rostet bald und hat in dieser Form heute im Gewächshausbau nichts mehr zu suchen. Der Handwerker sieht das vermutlich anders, weil **Edelstahl-Schrauben** ein wenig teurer sind und er noch altes Material am Lager hat.

