

Planen mit Tageslicht im Dach



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Einleitung.....	3
1. Tageslichtplanung: Rückblick.....	3
2. Anforderungen.....	3
2.1 Belichtung.....	3
2.2 Winterlicher Wärmeschutz.....	4
2.3 Energiegewinne.....	4
2.4 Sommerlicher Wärmeschutz.....	5
2.5 Sensorsystem Sonnenschutz.....	6
2.6 Lüftung.....	6
2.7 Fachgerechte Anschlüsse.....	7
3. Beispiel aus der Architektur.....	8
4. Service.....	8
4.1 Service für Architekten.....	8
4.2 Links zum Thema „Tageslicht“.....	8
5. Copyright.....	9



„Konsumgüter und Modebewusste haben eines gemeinsam: die Hülle muss stimmen.“

Kurt Haberstich, Schweizer Buchautor

Einleitung

Auch wenn Gebäude nicht gerade als Konsumgüter betrachtet werden, muss auch bei Ihnen die Hülle stimmen und zwar nicht nur optisch sondern vor allem auch funktionell.

Wie das Dachfenster in der Hülle wirken kann und was bei der Planung und Ausführung beachtet werden muss, fasst dieses Skript zusammen.



Foto: robertmichael/photocase.com



Foto: slkKo/photocase.com

1. Tageslichtplanung: Rückblick

Genauso wie sich die Architektur über die Jahrhunderte den Anforderungen angepasst hat, musste sich auch die Tageslichtplanung entwickeln.

Die ersten Behausungen von Menschen hatten vornehmlich eine Funktion: den Schutz vor Wetter oder Feinden. Tageslicht und Ausblick spielten kaum eine Rolle.

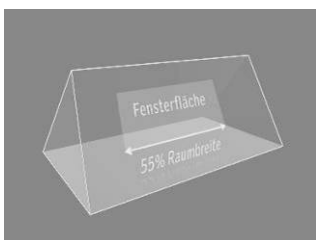
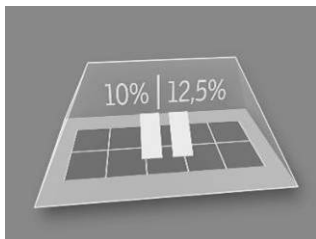
Das ganze Gegenteil ist die Glasarchitektur des 20. Jahrhunderts. Man wollte so viel Licht wie möglich in die Räume bringen, ohne sich über die Konsequenzen im Klaren zu sein.

Heute muss die Hülle eines Gebäudes viele Funktionen erfüllen. Über sie wird belichtet und gelüftet, wir wollen uns geschützt und behaglich fühlen aber auch den Kontakt nach außen haben.

Die heutige Tageslichtplanung versteht es, Schutz und natürliche Belichtung in Einklang zu bringen ohne die Behaglichkeit zu vernachlässigen.

2. Anforderungen

2.1 Belichtung



In Aufenthaltsräumen muss nach geltendem Landesbaurecht eine Mindest-Lichtfläche vorgesehen werden. Je nach Bundesland kann diese zwischen 10% und 12,5% der Grundfläche betragen. „Mindest-Lichtfläche“ bezieht sich immer auf das Rohbaumaß, bei Dachfenstern auf das Außenmaß der Fenster. Die maßgebende Grundfläche wird bei Räumen mit geneigten Wänden in 1,50 m Höhe ermittelt.

Die Bauordnung gibt nur das Minimum an Fensterfläche an. Für eine optimale Belichtung des Raumes sollten in jedem Fall größere Flächen gewählt werden, denn Verschattungen durch Bäume oder Nachbarbebauung sind nicht berücksichtigt.

Im Gegensatz zu den Landesbauordnungen, die die Mindest-Lichtfläche definieren, enthält die DIN 5034 „Tageslicht in Innenräumen“ Empfehlungen für eine qualitativ richtige Belichtung in Wohn- und Arbeitsräumen. Danach sollte die Gesamtbreite aller Fenster in einem Wohnraum ca. 55% der Raumbreite entsprechen. Als Fensterbreite wird hier der durchsichtige Teil des Fensters verstanden. Da für den Lichteinfall jedoch die Fläche entscheidend ist, ist die Fensterlänge auch zu berücksichtigen. Sie hängt von der Einbauhöhe und der jeweiligen Dachneigung ab.

2.2 Winterlicher Wärmeschutz



Entscheidend für den winterlichen Wärmeschutz bei Fenstern ist der Wärmedurchgangskoeffizient U_w .

Die U-Werte verbessern sich ständig. Das wird einerseits durch bessere Verglasungen aber auch durch verschiedene Pakete aus Fenster, Dämmrahmen und Eindeckrahmen erreicht.

Unsere Kunststofffenster mit der bekannten 5-STAR-Verglasung werden jetzt im Paket mit dem Dämmrahmen angeboten, was es gestattet, den Wert inklusive Dämmrahmen zu verwenden. Der Wert von $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ wird dann mit der entsprechend größeren Projektionsfläche angesetzt. Das sind umlaufend 2 cm mehr als das Außenmaß der Fenster.

Kein Fensterpaket aber vom U-Wert niedriger angesiedelt ist unsere ENERGY-STAR-Verglasung für alle Schwing- und Klapp-Schwingfenster in Holz und Kunststoff. Dort erreichen wir ohne Berücksichtigung des Dämmrahmens einen U_w -Wert von $1,1 - 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Den momentan besten Wert erzielen wir mit unserem Fensterpaket aus Kunststoff-Klapp-Schwingfenster mit ENERGY-STAR-PLUS-Verglasung, Dämmrahmen und Ziegeleindeckrahmen für den vertieften Einbau. Mit einem U-Wert $0,82$ nähern wir uns stark der Passivhausforderung an.



2.3 Energiegewinne

Fenster verursachen aber nicht nur Wärmeverluste, sie sammeln auch Wärme.

Im Winter lassen sich die Strahlungsgewinne durch Fenster nutzen. Entscheidend ist dabei die Bilanz aus Verlusten und Gewinnen während der Heizperiode. Sie wird durch die Orientierung der Fenster, die Scheibenqualität und Verschattungen beeinflusst.

In der EnEV finden Sie für das vereinfachte Verfahren je nach Ausrichtung die entsprechenden Werte. Bei Fenstern unter 30° Neigung (Horizontal) ist der Wert für alle Himmelsrichtungen gleich und im Vergleich zu den anderen Werten relativ groß. Er entspricht den Werten für die Südost- und Südwestausrichtung, was zeigt, dass die Gewinne bei Dachfenstern auf Grund ihrer Neigung größer sind als bei senkrechten Fenstern.

Mit der THERMO-STAR-Verglasung erzielen sie dabei die größten Gewinne. Es werden mehr als 50 % der Sonnenenergie herein gelassen.

Bei den Verglasungen mit niedrigen U_w -Werten geht es dann runter auf 29 %.

THERMO-STAR-Verglasung: $g = 0,60/0,54$

ENERGY-STAR-Verglasung: $g = 0,46$

5-STAR-Verglasung: $g = 0,29$

Im Sommer kehrt sich das Ganze dann um. Dann wäre ein möglichst geringer g-Wert von Vorteil. Was also tun, um im Winter von Energieeinträgen profitieren zu können und Sauna-Bedingungen im Sommer zu vermeiden? Die ideale Lösung ist ein temporärer oder regulierbarer Sonnenschutz.

Mittlere Strahlungsgewinne auf unverschattete Oberflächen während der Heizperiode unter mittleren deutschen Klimaverhältnissen [kWh/m^2]:

Süd	Südwest
270	225

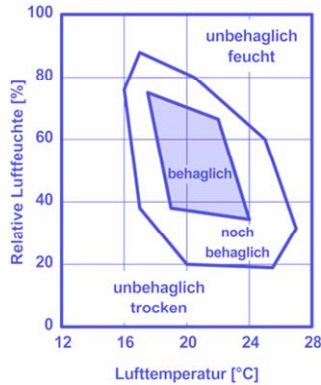
West	Nordwest
155	105

Nord	Nordost
100	105

Ost	Südost
155	225

Horizontal = Fenster <math>30^\circ</math>
225

2.4 Sommerlicher Wärmeschutz



Quelle: Fraunhofer IPB



Quelle: Quadriga



Sommerlicher Wärmeschutz hat viel mit Behaglichkeit und Lebensqualität zu tun.

Behaglichkeit und Gesundheit der Hausbewohner hängen stark von der Qualität des Raumklimas ab. Die meisten Menschen empfinden ein Raumklima um 21 ° C und eine rel. Luftfeuchtigkeit von rund 50 % als angenehm.

Die Energieeinsparverordnung verlangt die Einhaltung der Anforderungen an die Sonneneintragskennwerte nach DIN 4108-2. Laut DIN soll bereits in der Planungsphase dafür gesorgt werden, dass unzumutbar hohe Innentemperaturen vermieden werden.

Der Nachweis für Aufenthaltsräume wird mit standardisierten Randbedingungen geführt. Der Sonneneintragskennwert soll raumbezogen die Grundwerte der Innentemperatur in nicht mehr als 10 % der Aufenthaltszeit überschreiten. Für Wohngebäude sind das üblicherweise 24 Stunden pro Tag, für Bürogebäude 10 Stunden pro Tag.

Für die Grenztemperaturen gibt es eine Übersichtskarte, die Deutschland in drei Klimaregionen aufteilt:

- Region A (grün): 25 °C
- Region B (gelb): 26 °C
- Region C (rosa): 27 °C

Unter Einhaltung bestimmter Bedingungen kann auf diesen Nachweis verzichtet werden. Wenn der Fensterflächenanteil eines Raumes unter den, in der Tabelle angegebenen, Grenzwerten liegt.

Neigung der Fenster gegenüber der Horizontalen	Orientierung der Fenster	Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil f_{AG}
Über 60 ° bis 90 °	Nordwest über Süd bis Nordost	10 %
	Alle anderen Orientierungen	15 %
Von 0 ° bis 60 °	Alle Orientierungen	7 %

Bei Ein- und Zweifamilienhäusern kann ebenso auf einen Nachweis verzichtet werden, wenn die Fenster in Ost-, Süd- und Westorientierung einen außen liegenden Sonnenschutz mit einem Abminderungsfaktor $F_c \leq 0,3$ haben.

Anhaltswerte für F_c sind in der DIN 4108-2 zu finden, wobei diese Werte sehr hoch angesetzt sind. Beim Hersteller lassen sich die F_c - oder g_{total} -Werte anfragen, g_{total} ist der Wert des Fensters inklusive Sonnenschutz.

Außen liegende Sonnenschutzprodukte bieten dabei die besten Werte, weil die Wärmestrahlung schon vor der Scheibe abgefangen wird. Beispielwerte sind:

Außen liegend	Rollladen:	$g_{total} = 0,02-0,03$
	Markise:	$g_{total} = 0,05-0,13$
Innen liegend	Faltstores:	$g_{total} = 0,21-0,50$
	Jalousetten:	$g_{total} = 0,14-0,49$
	Rollos:	$g_{total} = 0,20-0,56$

2.5 Sensorsystem Sonnenschutz

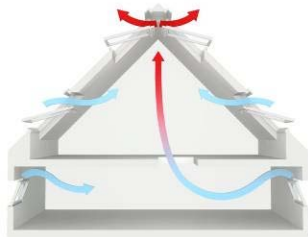


Seit Sommer 2010 liefert VELUX das Sensorsystem Sonnenschutz für die natürliche Klimatisierung. Das System enthält neben der Funksteuerung einen Licht- und einen Außentemperatur-Sensor. Durch die doppelte Abfrage ist es z.B. möglich im Winter trotz niedriger Temperaturen die Rollläden zu öffnen, und so die Strahlungswärme der Sonne zu nutzen.

Im Sommer schließen sich bei Tagesbeginn die Rollläden auf der Ostseite, um Überhitzung zu vermeiden. Sobald die Sonne die Westseite erreicht hat, schließen sich auch dort die Rollläden. Wenn die Sonne nicht mehr direkt auf die Fenster scheint, z.B. auch bei bewölktem Himmel, öffnen sich die Rollläden wieder. Spätestens nach Sonnenuntergang öffnen sich die Rollläden. So haben wir an heißen Sommertagen deutlich kühlere Räume.

Im Winter lassen sich durch die Sensoren Heizkosten sparen. Erst nach Sonnenaufgang öffnen sich die Rollläden und lassen tagsüber Licht und Wärme herein. Bei Sonnenuntergang schließen sie sich dann wieder, um die Wärme im Raum zu speichern und die Kälte auszusperren.

2.6 Lüftung



Lüftung trägt erheblich zu einem guten Raumklima und zum Wohlbefinden bei. Wer nicht lüftet, gefährdet seine Gesundheit sowie die Bausubstanz und schafft ein unbehagliches Raumklima.

Die Qualität der Luft spielt dabei eine große Rolle, also auch die Konzentration der Schadstoffe. Der hygienisch notwendige Frischluftbedarf zur Abführung der Schad- und Geruchsstoffe liegt bei ca. 30 m³/h und Person.

Die früher üblichen Bauweisen haben ein aktives Lüften nur in seltenen Fällen erforderlich gemacht. Die Undichtheiten in diesen Gebäuden haben den ausreichenden, aber unkontrollierten Luftaustausch sichergestellt. Die heutigen Anforderungen an die Energieeinsparung führen nun aber dazu, dass die Gebäude immer dichter ausgeführt werden und die frühere unkontrollierte Fugenlüftung durch aktives, teilweise kontrolliertes Lüften ersetzt werden muss. Zur Vermeidung von Tauwasseranfall und Schimmelpilzwachstum darf die rel. Luftfeuchtigkeit über längere Zeit, also wenige Tage, an keiner Stelle des Gebäudes 80% überschreiten.



Der „richtige“ Luftaustausch ist von Faktoren wie Witterung und Klima, Lebensumständen und –gewohnheiten und örtlichen Gegebenheiten abhängig. Die Lüftungsdauer und –häufigkeit muss deshalb auf die individuelle Situation angepasst werden.

Gewisse Empfehlungen, die sie an ihre Kunden weitergeben können, gelten aber immer. Extreme Feuchtigkeit z.B. nach dem Duschen oder Kochen sollte so schnell wie möglich nach außen abgeführt werden. Während der Heizperiode sollte mehrmals kurz aber dafür kräftig gelüftet werden, Stichwort Querlüftung. Eine Dauerlüftung durch gekippte Fenster ist im Winter nicht sinnvoll, weil dadurch die Wände auskühlen und aufwendig wieder aufgeheizt werden müssen. Die Heizung sollte in jedem Fall runtergedreht werden. Wenn so gelüftet wird, sind die Energieverluste gering. Die meiste Wärmeenergie steckt in Wänden und Möbeln, die dabei nicht auskühlen und die frische Luft lässt sich schnell wieder aufheizen.

Im Sommer wird dann länger und öfter gelüftet, am besten zu Zeiten, in denen die Außentemperatur niedriger ist als die Raumtemperatur, also abends oder nachts. Durch die nächtliche Lüftung wird die in Wänden, Fußboden und Decke tagsüber gespeicherte Wärme wieder abgeführt.



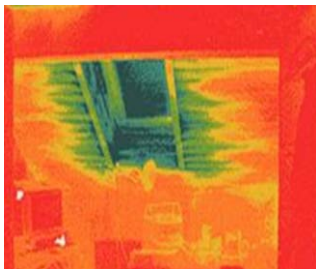
Mit Fenstern, die über eine programmierbare Fernbedienung automatisch gesteuert werden, lassen sich auch hoch liegende Fenster erreichen und beliebig viele Lüftungszyklen einstellen, z.B. 3 x täglich für 10 Minuten.

2.7 Fachgerechte Anschlüsse



Durch die fachgerechte Ausführung der Anschlüsse an Dachfenster können Energiekosten minimiert und Folgekosten durch Bauschäden minimiert werden. Nicht fachgerechte Anschlüsse an Dachfenster führen häufig zu Wärmebrücken. Fehlende Wärmedämmung z.B. ist im Winter an abgetauten Schneefeldern rund um das Fenster zu erkennen.

Die Dämmung muss am Blendrahmen des Fensters hochgezogen werden und dicht gestoßen rund um das Fenster verlegt. Die Mindestdämmstoffstärken betragen seitlich mindestens 2,5 cm und ober- und unterhalb mindestens 3 cm.



In der EnEV werden die Wärmebrücken berücksichtigt. Dabei hat der Planer drei Möglichkeiten.

- Berücksichtigung durch Erhöhung des Wärmedurchgangskoeffizienten um $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W(m}^2\text{K)}$ für die gesamte Wärme übertragende Umfassungsfläche.
- Bei Anwendung von Planungsbeispielen nach DIN 4108 Beiblatt 2 (2006-03) durch Erhöhung des Wärmedurchgangskoeffizienten um $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W(m}^2\text{K)}$ für die gesamte Wärme übertragende Umfassungsfläche.
- Durch genauen Nachweis der Wärmebrücken nach DIN V 4108-6 (2003-06) in Verbindung mit weiteren anerkannten Regeln der Technik.



Auch das Beiblatt 2 der DIN 4108 geht auf den fachgerechten Anschluss bei Dachfenstern ein und sagt, dass nach Möglichkeit die herstellereigene Systemlösung verwendet werden soll. Also Fenster + Dämmzarge.

So eine Dämmzarge ist das VELUX Anschluss-Set BDX, das aus Dämmrahmen, diffusionsoffener Unterspannbahnschürze und Wasserableitrinne besteht. Die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz werden erfüllt und der regensichere Anschluss an das Unterdach gewährleistet. Es kann mit dem halbierten Zuschlag gerechnet werden, wenn auch die anderen Wärmebrücken entsprechend ausgeführt sind.



Auch durch eine mangelhafte Dampfsperre entweicht unkontrolliert Wärme. Laut Statistik sind ca. 80% der luftdichten Anschlüsse an Dachfenster nicht fachgerecht ausgeführt.

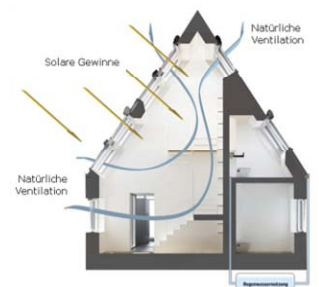
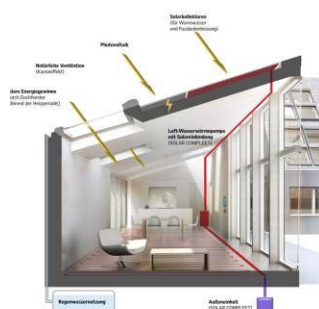
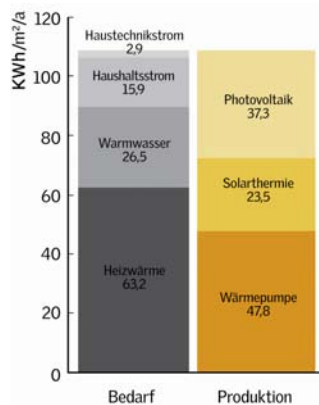
Durch Blower Door Überdruckmessungen mit Kunstnebel sind solche undichten Anschlüsse zu sehen.



DIN 4108-7 empfiehlt einen Anschluss der Dampfsperre mit konventionellen Klebebändern und Folienstreifen am Fenster. Eine zweite Variante, die auch in der Norm vorgeschlagen wird, ist mit einer fertigen Anschlusschürze zu arbeiten. VELUX hat hierfür vor einigen Jahren für alle gängigen Fenster eine passgenaue Dampfsperrschürze auf den Markt gebracht. Sie erfüllt alle Anforderungen an die Luftdichtheit und ist einfach einzubauen, da sie in den Ecken verschweißbar ist und dort nicht verklebt werden muss.

Und die Schürze ermöglicht den richtigen Einbau der Innenverkleidung, im Oberteil waagrecht zum Boden und im Unterteil senkrecht. Das erhöht einerseits den Lichteinfall, sorgt aber, und das ist viel wichtiger, dafür, dass die warme Raumluft in die Fensterecken gelangt und dort evtl. anfallendes Kondensat abführen kann.

3. Beispiel aus der Architektur



Eine Vielzahl von interessanten Projekten zeigt eindrucksvoll, wie durch die Belichtung mit Dachfenstern einerseits sehr helle, lichtdurchflutete Räume entstehen und andererseits ganz gezielt mit einzelnen Fenstern Akzente gesetzt werden können. Die Projekte finden Sie auf www.velux.de/architektur unter Referenzen.

Model Home 2020 ist ein Konzept, das Energieeffizienz, Umweltverträglichkeit und Wohnkomfort vereint. Die 6 Projekte greifen die unterschiedlichen klimatischen, kulturellen und architektonischen Bedingungen auf und entwickeln spezifische Lösungen. Das deutsche Projekt ist im Gegensatz zu den anderen ein Sanierungsprojekt. Einfach aus dem Grund, weil das in Deutschland in den nächsten Jahren zu den Hauptaufgaben gehören wird und wir Anregungen diesbezüglich geben wollen. In Hamburg Wilhelmsburg wurde im Rahmen der IBA eine Doppelhaushälfte saniert und erweitert.

Das Siedlerhaus, das für Deutschland typisch ist, wurde in den 50er Jahren gebaut. Das Konzept sieht eine kleine Wohnfläche mit einem großen Grundstück vor. Die Bewohner sollten auf Grund von Nahrungsknappheit in der Nachkriegszeit in der Lage sein, sich selbst zu versorgen. Dieses Prinzip greift die Entwurfsverfasserin auf und wandelt es für das 21. Jahrhundert um. Aus Nahrungsautarkie wird Energieautarkie.

Im Altbau wurden weitestgehend die bestehenden Decken und Wände erhalten. Dieser Bereich wird zum Rückzugsbereich, der im Erdgeschoss die Kinderzimmer mit Badezimmer umfasst. Eine gläserne Fuge, die als Windfang und Eingangsbereich dient, bildet den Übergang vom Alt- zum Neubau.

Die eher lebendigeren, gemeinschaftlichen Bereiche befinden sich im Neubau, der auch den Garten in Aufenthalts- und Nutzgarten unterteilt. Der Küchenbereich öffnet sich im Süden zum Nutzgarten und im Norden zum Aufenthaltsgarten hin. Der Treppenraum wird über die gesamte Gebäudehöhe zur einer Art Tageslichtlampe. Durch die fehlenden Geschossdecken in diesem Bereich ist ein besonders heller und großzügiger Spielbereich für die Kinder entstanden. Die Linie der Fassadenöffnungen wird komplett über das Dach gezogen und es entstehen großzügige Dachfensterflächen, die die Tageslichtlampe mit optimalem Tageslicht und Frischluft versorgen. Über das große Treppenhaus gelangt man in den Bereich der Eltern, zu dem neben Schlafzimmer und Ankleide noch ein eigenes Badezimmer gehört. Das Dach des Neubaus besteht, angelehnt an Gewächshäuser, komplett aus Glas. Es wurde aus Photovoltaikelementen gebildet, die nur unterbrochen werden durch Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung und Dachfenster zur Nutzung solarer Energieeinträge. Die restliche Fläche besteht komplett aus Photovoltaikelementen, die in Glas eingebettet sind. So wird das Neubaudach zum Energiedach, welches den gesamten Energiebedarf des Hauses für Warmwasser, Heizung und Strom deckt. Die Versorgung erfolgt damit CO₂ neutral.

Das Energiedach des Neubaus nutzt konsequent die Sonnenenergie: Einmal für die Warmwasserbereitung und Flächenheizung, dann zur Stromerzeugung und für solare Wärmegevinne während der Heizperiode durch die Fenster. Im Alt- und Neubau wird Regenwasser für die WC-Spülung, Waschmaschine und die Gartenbewässerung verwendet. Und wir nutzen das Prinzip der natürlichen Klimatisierung über Fenster und Sonnenschutz. Sensoren für Temperatur, CO₂-Gehalt und Luftfeuchtigkeit im Raum steuern die Öffnung der Fenster automatisch und der Sonnenschutz wird über das neue VELUX Sensorsystem Sonnenschutz gesteuert. Besonders im Altbau lässt sich für die natürliche Ventilation der Kamineffekt nutzen.

4. Service



4.1 Service für Architekten

Auf Anfrage erstellen wir Ihnen gern auf Ihr Bauvorhaben zugeschnittene Ausschreibungstexte, Preisinformationen und unterstützen mit Detailzeichnungen. Neben der telefonischen Beratung finden Sie auch im Internet viele Informationen für Ihre Planung.

Als weitere Planungshilfe bieten wir im Internet Programme an, mit denen Sie z.B. verschiedene Tageslichtsituationen animieren und analysieren können.

Kontaktdaten:

Hotline: 0180 / 3 24 24 07

Fax: 0180 / 3 24 25 07

E-Mail: architektur@velux.de

Internet: www.velux.de/architektur

4.2 Links zum Thema „Tageslicht“



www.litg.de (Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V. (LiTG))

www.fitlicht.de (FitLicht Fördergemeinschaft innovative Tageslichtnutzung)

www.licht-akademie.de (Licht Akademie e.V.)

www.tageslichtnutzung.de

www.thedaylightsite.com

www.velux.de/architektur

www.velux.com/Partnerships/architecture

www.velux.com/Modelhome2020

5. Copyright

Die Angaben in diesem Skript entsprechen dem Stand unseres Wissens bei Drucklegung. Dieser Wissens- und Erfahrungsstand entwickelt sich stets weiter. Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr. Alle Rechte vorbehalten.