

Dipl.-Ing. Bert Barkhausen, Produktmanager der JET-Gruppe

# Energie sparen mit Tageslicht

## Alternative Lichtkonzepte mit Dachoberlichtern sinnvoll nutzen

**Energieeinsparungen sind oft ein primäres Ziel bei der Errichtung moderner, hochwertiger Gebäude sowie bei Bestandssanierungen. Neben einer dichten Gebäudehülle steht dabei auch die großzügige Nutzung von Tageslicht zunehmend im Fokus: Denn es steht als kostenlose Licht- und Energiequelle zur Verfügung, so dass durch intelligente bauliche Maßnahmen in Form von transparenten Flächen ein nennenswertes Einsparpotential zu erzielen ist. Neben der ökonomischen und ökologisch sinnvollen Nutzung natürlichen Tageslichtes wirkt sich dieses zudem positiv auf den Menschen und sein Wohlbefinden aus. Praxisbeispiele zeigen, dass sich der Einsatz von modernen und gut isolierten Dachoberlichtern – als Teil eines ausgeklügelten Beleuchtungskonzeptes – sowohl bei Neu- als auch Bestandsbauten innerhalb weniger Jahre rentiert.**



Bild 1: Dipl.-Ing. Bert Barkhausen, Produktmanager der JET-Gruppe.

Natürliches Tageslicht bringt weit mehr als nur Licht ins Dunkle: Bei Neubauten und Sanierungen bietet eine intelligente Tageslichtanalyse und -planung, auf lange Sicht betrachtet, erhebliche Energieeinsparpotentiale. Gleichzeitig ist die Lichtgestaltung ein wichtiger Faktor für konzentriertes Lernen und effektives Arbeiten. Dabei beeinflusst Tageslicht in einem erheblichen Maße das menschliche Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit. Es wirken Helligkeiten, Lichtrichtungen und -farben unterschiedlich stimulierend. Hinzu kommt die Dynamik, die sich in den tageszeitlichen Veränderungen der genannten Faktoren widerspiegelt.

Die Erkenntnisse der positiven Wirkung von natürlichem Tageslicht finden in der Architektur durch den Einsatz ästhetisch ansprechender Glaselemente in Flachdachbauten zunehmend Berücksichtigung. Als Tageslichtelemente oder auch Dachoberlichter gelten dabei zum Beispiel Lichtkuppeln und -bänder sowie Flachdach-Tageslichtsysteme. Letztere werden aufgrund ihrer vielfältigen Einsatzmöglichkeiten und ansprechenden Gestaltung mit Glas verstärkt im Kommunal, Büro sowie ein- oder mehrgeschossigen Wohngebäuden eingesetzt.



Bild 2: Eine große Auswahl von Dachoberlichtern bietet für jedes Gebäude mit Flachdach ein bedarfsgerechtes System. Foto: JET-Gruppe

## Wirkung von Tageslicht

Ein wichtiger Bestandteil der positiven Wirkung natürlichen Lichtes ist seine Intensität oder auch Beleuchtungsstärke: Ein mit ausreichendem Tageslicht ausgeleuchteter Arbeitsplatz im Innenraum eines Gebäudes wirkt stimulierend und motivierend auf den Mitarbeiter. Nach der Berufsgenossenschaftlichen Regel BGR 131-1 ist beispielsweise für Büroarbeitsplätze eine Beleuchtungsstärke von 500 Lux im Arbeits- und 300 Lux [Vgl. Tabelle] im Umgebungsbereich vorgesehen [Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung 2008: 6]. Zum Vergleich: Das Licht im Freien im Sommer erreicht bei blauem Himmel bis zu 100.000 Lux [Vgl. DIN 5034]. Da die Ausleuchtung eines Arbeitsplatzes auch in den Abend- und Morgenstunden gewährleistet sein muss, kann jedoch nicht gänzlich auf künstliche Beleuchtung verzichtet werden.

## Arbeiten mit Tageslicht in der Gesetzgebung

Der positive Einfluss von Tageslicht spiegelt sich auch in der Gesetzgebung wider. Zahlreiche Verordnungen, Richtlinien und Normen auf EU-, Bundes- und Länderebene befassen sich mit der Thematik und schreiben genau vor, welche Arbeitsplätze wie ausgeleuchtet werden müssen und wie hoch der prozentuale Anteil von Tageslicht bemessen sein muss [Vgl. DIN EN 12464-1]. So sind Aufenthalts- und Arbeitsräume beispielsweise nach der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) [2010, Anhang 1.6, 3.4] und der DIN 5034 [2011] mit ausreichend großen, durchsichtigen Fenstern in Augenhöhe der Arbeitnehmer zu versehen. Die Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.4 [Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin BAuA] zum Thema Beleuchtung geht einen Schritt weiter: Demnach sind für Räume, die

durch Dachoberlichter beleuchtet werden sollen, ein Anteil von mindestens zehn Prozent an der Dachfläche in Form von Oberlichtern einzuplanen. Während die ArbStättV eine ausreichende Tageslichtversorgung für die Sicherheit und für die Gesundheit der Beschäftigten vorsieht, legt die Normenreihe der DIN 5034 grundsätzliche Anforderungen und Definitionen für die Innenraumbeleuchtung mit Tageslicht fest. Dabei gilt es zu beachten, dass eine angemessene Tageslichtversorgung mit Seitenfenstern nur in Gebäuden mit geringer Raumtiefe realisiert werden kann [Vgl. Grafik]. Bei großflächigen Gebäuden, wie beispielsweise Lagerhallen oder Produktionsstätten, ist hingegen der Einsatz von Dachoberlichtern sinnvoll.

### **Umfangreiche Planung im Vorfeld**

Räume können auf unterschiedliche Weise beleuchtet werden. Je nach Gebäudeart und -nutzung sowie der Raumbeschaffenheit und seiner Tiefe sind unterschiedliche Ausführungen zur Beleuchtung möglich: ein- oder mehrseitig, mit Seiten- oder Oberlichtern, über Außenfenster oder auch mittels Lichtlenkungs-systemen. Eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht wird dann erreicht, wenn das Verhältnis der lichtdurchlässigen Fläche zur Raumgrundfläche mindestens 1:10 beträgt. Bei anderer Nutzung wie Laboren gilt das Verhältnis 1:5 als ausreichend. Mit Hilfe des Tageslichtquotienten können Arbeitsräume auf mathematischem Wege auf ausreichendes Tageslicht überprüft werden [FVLR, Heft 9: 3]. Der Tageslichtquotient D (D steht für Daylight Factor) ist das Maß für das Beleuchtungsniveau als Quotient der mittleren Beleuchtungsstärke in einem Raum (zum Beispiel 250 Lux) und dem rechnerischen Bezugswert für die Beleuchtungsstärke im Freien (5.000 Lux). So ergibt sich bei diesem Beispiel ein Tageslicht-

quotient von 5 Prozent. Je nach Gebäude und Nutzung gibt die DIN 5034 vor, wie hoch dieser Wert in Prozent sein sollte.

Oberlichter nutzen das direkte Zenitlicht, das für eine stärkere Beleuchtung des Innenraumes sorgt als ein seitlicher Lichteinfall durch Fenster. Dabei lässt sich durch den variablen Einsatz von Tageslichtsystemen in Form, Anzahl und Fläche je nach Nutzung eine gleichmäßige Raumausleuchtung erreichen. Zur Umsetzung sind jedoch einige Details zu beachten: Bei der Dimensionierung der Beleuchtungsöffnungen (Dachoberlichter) sollte zum Beispiel ein sinnvolles Längen- beziehungsweise Breitenverhältnis berücksichtigt werden. So wird mit der Beschränkung der Lichtbandbreite auf die halbe Raumhöhe eine ungewollte Aufheizung des Innenraumes vermieden. Für die tageslichttechnische Planung ist vor allem auch der Lichtdurchlass beziehungsweise Lichttransmissionswert relevant. Dieser beschreibt den durchgelassenen und sichtbaren Anteil der Sonneneinstrahlung in Abhängigkeit vom Material, der Dicke und der Einfärbung der lichtdurchlässigen Fläche [FVLR Heft 8: 7]. So hat beispielsweise ein Lichtband mit einer klaren, 16 Millimeter starken Polycarbonat-Verglasung einen Lichttransmissionswert von 64 Prozent. Opal verglast liegt der Wert bei 54 Prozent. Durch eingefärbte Verglasung werden nur geringe Infrarotanteile an den Innenraum weitergegeben, was wiederum einen niedrigeren Wärmeeintrag zur Folge hat. Weitere Einflussfaktoren sind die äußere Bebauung und Bepflanzung, der Wirkungsbereich des Himmelslichtes sowie die Innenraumgestaltung.

| <b>Bereiche</b>   | <b>Wartungswert der horizontalen Beleuchtungsstärke</b> |                         |
|---|---|-------------------------|
| <b>Arbeitsbereiche</b>  | <b>Arbeitsbereich</b>                                   | <b>Umgebungsbereich</b> |
| Arbeitsbereiche, in denen Mitarbeiter sich bei der von Ihnen auszuübenden Tätigkeit regelmäßig über einen längeren Zeitraum oder im Verlauf der täglichen Arbeitszeit nicht nur kurzfristig aufhalten.  | 300 Lux*  | 200 Lux                 |
| Arbeitsbereiche, in denen aus sehphysiologischen oder produktionsbezogenen Erfordernissen ** Werte ab 500 Lux erforderlich sind, z.B. Büroarbeitsplätze, Laboratorien, Arbeitsplätze im Gesundheitswesen, oder Arbeitsbereiche mit besonderen Gefährdungen, z.B. Arbeiten mit Kreissägen. | 500 Lux   | 300 Lux                 |
| Arbeitsbereiche, in denen Mitarbeiter sich nicht regelmäßig über einen längeren Zeitraum oder im Verlauf der täglichen Arbeitszeit nur kurzfristig aufhalten, z.B. Tätigkeiten im Lager, und die keine besondere Gefährdungen aufweisen.  | 200 Lux   | 200 Lux                 |
| <b>Sonstige Bereiche</b>  | <b>Wartungswert der horizontalen Beleuchtungsstärke</b> |                         |
| Verkehrsflächen und Flure   | 100 Lux   |                         |
| Treppen, Fahrtreppen und Fahrsteige   | 150 Lux   |                         |
| Fahrwege mit Personenverkehr  | 150 Lux   |                         |
| Fahrwege ohne Personenverkehr   | 50 Lux  |                         |
| Anlagen mit Fernbedienungen   | 50 Lux  |                         |
| Anlagen mit gelegentlichen manuellen Eingriffen   | 150 Lux   |                         |
| Lagerflächen  | 100 Lux   |                         |
| Pausenräume   | 100 Lux   |                         |
| Sanitärräume  | 200 Lux   |                         |
| Bereiche mit niedrigen Anforderungen an die Sehaufgabe, z.B. Wartungsgänge, Stellflächen in Parkhäusern   | 50 Lux  |                         |

Tabelle 1: Von der BGR vorgesehene Beleuchtungsstärken für Arbeits- und Umgebungsbereiche in Innenräumen sowie für sonstige Bereiche. Quelle Tabelle: BGR 131-1

## **Mehrfachnutzen hochwertiger Tageslichtsysteme**

Neben natürlicher Beleuchtung, kann das Oberlicht auch eine Lüftungs- und Brandschutzfunktion erfüllen: Als Rauch- und Wärmeabzugsanlage (RWA) öffnen sich die entsprechenden Geräte im Brandfall und leiten toxische und heiße Rauchgase ins Freie.

Die dazu notwendigen Öffnungsaggregate können aber ebenso zur täglichen Be- und Entlüftung verwendet werden. Moderne Systeme bieten zudem weitere Funktionen an: Diese umfassen beispielsweise Wärme- und Schallschutz-, Einbruch- und Durchsturzsicherungs- sowie Sonnen- und Blendschutzsysteme.

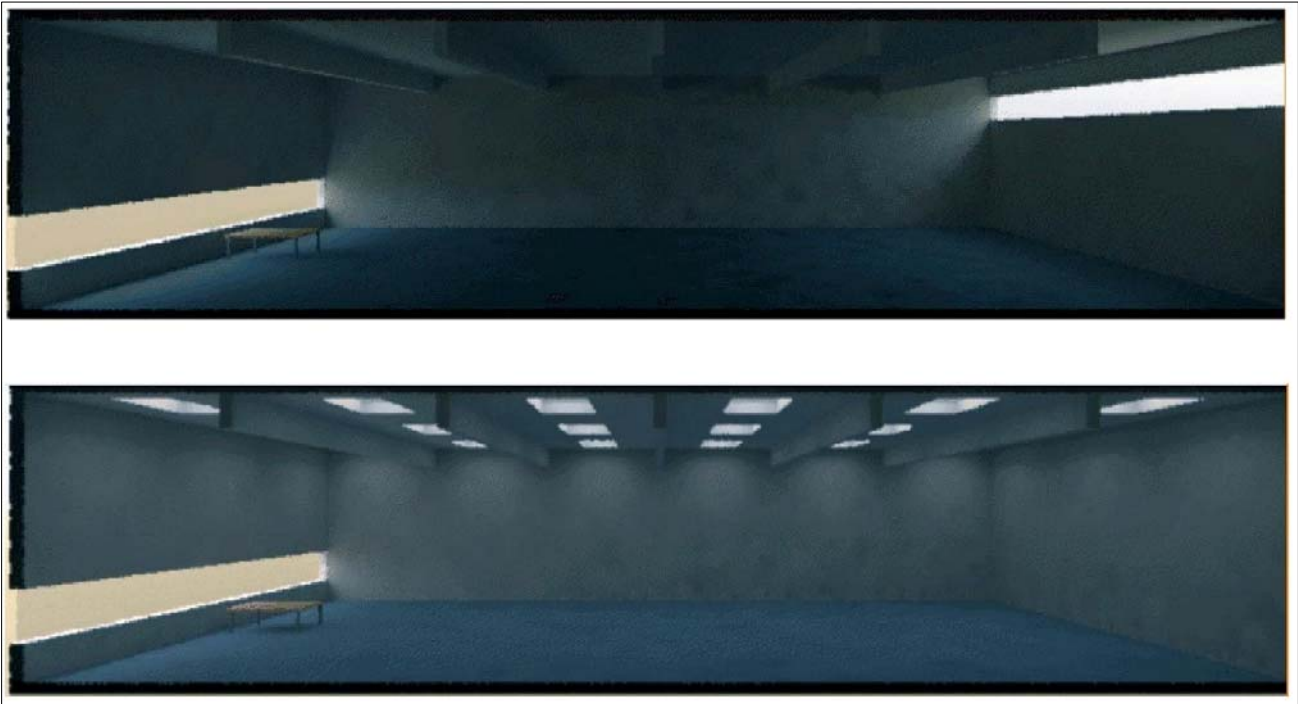


Bild 3: Vergleich: Hallendach mit seitlichen Fenstern (oben) und mit Dachoberlichtern in Form von Lichtkuppeln (unten) für eine gleichmäßige Tageslichtversorgung. Grafik: BGI/ GUV-I 7007

### **Wirtschaftliche Nutzung von Dachoberlichtern...**

Die Tageslichtbeleuchtung trägt wesentlich zur Energieeinsparung bei, wenn beispielsweise Kunstlicht nur noch optional zugeschaltet werden muss: Dadurch wird Energie für Beleuchtung eingespart. Weiterhin kann eine richtig geplante und umgesetzte Tageslichtbeleuchtung die Gebäudekühllast im Sommer entscheidend vermindern sowie im Winter zur Minimierung des Heizaufwandes beitragen. Weitere Einsparmöglichkeiten entstehen durch weniger Verschleiß und geringere Wartungsintervalle im Vergleich zu künstlicher Beleuchtung. Kommen moderne energetische Dachoberlichter mit einem geringen Wärmedurchgangskoeffizienten zum Einsatz, können diese auch der kommenden Novellierung der Energieeinsparverordnung (EnEV) Rechnung tragen.

### **...bei Neubauten**

Bei Neubauten sollte bereits in der Planungsphase des ersten Gebäudeentwurfes der zu erreichende Tageslicht-Einfall vereinbart werden. Spätere Änderungen sind zwar möglich, jedoch je nach Gebäude mit Mehrkosten verbunden, da neben den Tageslichtelementen auch das Konzept mit künstlichem Licht angepasst und überdacht werden sollte. Tageslichtplanung ist somit eng mit dem architektonischen Entwurf verknüpft.

### **... im Bestand**

Auch bei bereits bestehenden Gebäuden, kann ein nachträglicher Einbau von Oberlichtern sinnvoll sein. Je nach Einbau-Aufwand und individuell angepassten Tageslichtsystem können auf diese Weise erhebliche Einsparpotentiale erreicht werden.





Bild 4: Beleuchtung zum „Nulltarif“: Natürliches Tageslicht hilft Kosten und Energie zu sparen und schafft eine angenehme Raumatmosphäre. Foto: JET-Gruppe

### **Orientierungshilfe: Vereinfachtes praktisches Beispiel zur Kosteneinsparung**

Welchen Einfluss die Integration von Tageslichtelementen auf Ökonomie und Raumausleuchtung hat, lässt sich an einer beispielhaften Industriehalle nach DIN V 18599 Teil 4 [2011] sowie DIN 5034-6 [2011] erläutern. Bei diesem Beispiel wird von einer Industriehalle mit einer zu beleuchtenden Grundfläche von 1.350 Quadratmetern sowie einer Höhe von sieben Metern ausgegangen. Zur Anwendung kommt Beleuchtung mit Kunstlicht durch

Leuchtstoffröhren mit dimmbaren elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). Diese haben eine Beleuchtungsstärke ( $E_m$ ) von 500 Lux mit einer spezifisch installierten elektrischen Leistung ( $P$ ) von 11,7 Watt pro Quadratmeter. Mittels hochwertiger Tageslichtelemente auf dem Dach kann ein solch großflächiges Gebäude besser mit natürlichem Tageslicht ausgeleuchtet werden. In diesem Beispiel kommen zwei Lichtbänder mit einer Gesamtfläche von circa 180 Quadratmetern und einer siebenfachen Polycarbonat-Verglasung zum Einsatz. Durch diese Tageslichtsysteme lässt sich ein Tageslichtquotient von rund 5 Prozent erreichen. Die gleichmäßige Beleuchtungsstärke beträgt 295 Lux auf der Nutzebene und übertrifft damit den Richtwert von 250 Lux für Standardtätigkeiten im Industriebau.

Ohne den Einsatz von Tageslichtelementen oder Fenstern beträgt in diesem angenommenen Beispiel der Energiebedarf für die künstliche durchgehende Beleuchtung circa 35.500 Kilowattstunden (kWh) pro Jahr. Dieser lässt sich durch den Einsatz der Tageselemente sowie eines Beleuchtungskontrollsystems auf circa 13.000 Kilowattstunden pro Jahr reduzieren. Die Ersparnis beläuft sich somit auf rund 22.500 Kilowattstunden pro Jahr. Bei einem angenommenen durchschnittlichen Preis von 17 Cent pro Kilowattstunde ergibt sich daraus eine jährliche Ersparnis von ungefähr 3.825 Euro.

## Fazit

Tageslicht ist ein Alleskönner: Es beeinflusst nicht nur das Allgemeinbefinden und die Konzentrationsfähigkeit von Menschen, sondern reduziert auch deutlich die Energiekosten. Wie das Berechnungsbeispiel zeigt, kann der Einsatz von Lichtbändern in der im Beispiel angenommenen Industriehalle im Idealfall um bis zu 63 Prozent Energie, im Vergleich zu künstlicher Beleuchtung, einsparen. Der Nutzen innovativer Tageslichtsysteme liegt dabei aber nicht nur im Eintrag natürlichen Lichtes: Auch die positiven Effekte auf das Raumklima, das thermische Gebäudeverhalten und die Möglichkeit, die Haustechnik weiter zu entlasten sind wichtige Faktoren, die es bei der Planung oder auch den Sanierungsarbeiten zu bedenken gilt.

Da das Tageslicht nicht zu jederzeit in ausreichendem Maße zur Verfügung steht, hat sich in der Praxis meistens eine Kombination aus künstlicher und Tageslichtbeleuchtung, geregelt durch ein Kontrollsystem, bewährt.

## Über den Autor:

Diplom-Ingenieur Bert Barkhausen ist seit 2007 Produktmanager bei der JET-Gruppe aus Hüllhorst. In seinen Tätigkeitsbereich fällt unter anderem die Produktpflege des bestehenden Tageslicht-, RWA- und Arbeitssicherheitssortiments.

### Quellen:

Bine Informationsdienst (2005): Tageslichtnutzung in Gebäuden, Themeninfo 1/05. Fachinformationszentrum Karlsruhe, Bonn.

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR). Abrufbar im Internet. URL: [www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Arbeitsstaetten/ASR/ASR.html](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Arbeitsstaetten/ASR/ASR.html) (Stand 02.12.2013).

BGBI – Bundesgesetzblatt (Verordnung über Arbeitsstätten (ArbStättV) (2010): . Fassung vom 19. Juli 2010. Abrufbar im Internet . URL: [www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/A225-arbeitsstaettenverordnung-nung.pdf.jsessionid=97F3BAE103240A2B34E41656CD7F77B?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/A225-arbeitsstaettenverordnung-nung.pdf.jsessionid=97F3BAE103240A2B34E41656CD7F77B?__blob=publicationFile) (Stand; 04.12.2013).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (Hrsg.) (2008): BGR 131-1. Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten, Teil 1: Handlungshilfen für Unternehmer. Aktualisierte Nachdruckfassung Oktober 2008. Abrufbar im Internet. URL: [vorschriften.bghw.de/pdf/zh\\_bgr131\\_1.pdf](http://vorschriften.bghw.de/pdf/zh_bgr131_1.pdf) (Stand 09.12.2013).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (Hrsg.) (2009): BGI/ GUV-I 7007. Tageslicht am Arbeitsplatz – leistungsfördernd und gesund. . Abrufbar im Internet. URL: [vbg.de/apl/zh/bgi7007/titel.htm](http://vbg.de/apl/zh/bgi7007/titel.htm) Stand 09.12.2013).

Deutsches Institut für Normung (DIN) (Hrsg.): Tageslicht in Innenräumen. DIN 5034, Teil 1-6. Fassung vom Juli 2011. Abrufbar im Internet. URL: [www.licht.de/de/licht-fuer-profis/normen-und-vorschriften/detailansicht/lichtstandard/normen\\_din\\_5034\\_1\\_2011\\_07/lichtaction/standards/](http://www.licht.de/de/licht-fuer-profis/normen-und-vorschriften/detailansicht/lichtstandard/normen_din_5034_1_2011_07/lichtaction/standards/) (Stand 05.12.2013).

Deutsches Institut für Normung (DIN) (Hrsg.): Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1:

Arbeitsstätten in Innenräumen. DIN 12464, Teil 1. Fassung vom August 2011. Abrufbar im Internet. URL:

[www.baunormenlexikon.de/Normen/DIN/DIN%20EN%2012464-1/c0a65257-9f0f-4653-a5a1-eefbc5447c21](http://www.baunormenlexikon.de/Normen/DIN/DIN%20EN%2012464-1/c0a65257-9f0f-4653-a5a1-eefbc5447c21) (Stand 23.01.2014).

Deutsches Institut für Normung (DIN) (Hrsg.): Energetische Bewertung von Gebäuden, Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung. DIN V 18599 – Teil 4: Nutz- und Energiebedarf für Beleuchtung. Fassung vom Dezember 2011. Abrufbar im Internet. URL:

[www.baunormenlexikon.de/Normen/DIN/DIN%20V%2018599-4/cf195457-b5ea-4c2e-9db1-8fa4d1a64442](http://www.baunormenlexikon.de/Normen/DIN/DIN%20V%2018599-4/cf195457-b5ea-4c2e-9db1-8fa4d1a64442) (Stand: 24.01.2014).

Energieeinsparverordnung. Nichtamtliche Lesefassung zu der am 16.10.2013 von der Bundesregierung beschlossenen, noch nicht in Kraft getretenen Zweiten Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung. Abrufbar im Internet. URL: [www.enev-](http://www.enev-online.com/enev_2014_volltext/enev_2014_anlage_02_anforderungen_nichtwohngbaeude.pdf)

[online.com/enev\\_2014\\_volltext/enev\\_2014\\_anlage\\_02\\_anforderungen\\_nichtwohngbaeude.pdf](http://www.enev-online.com/enev_2014_volltext/enev_2014_anlage_02_anforderungen_nichtwohngbaeude.pdf) (Stand 05.12.2013).

Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e.V. (FVLR): Lichtkuppeln und Lichtbänder. Tageslichtberechnung im Detail, Heft 9. Abrufbar im Internet. URL:

[www.fvlr.de/downloads/FVLR-Hefte/FVLR\\_Heft\\_9.pdf](http://www.fvlr.de/downloads/FVLR-Hefte/FVLR_Heft_9.pdf) (Stand 06.12.013).

Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V. (FVLR).: Tageslicht. Kurz gefasst. Informationen für Architekten, Planer und Errichter. Abrufbar im Internet . URL:

[www.fvlr.de/downloads/tageslichtfibel.pdf](http://www.fvlr.de/downloads/tageslichtfibel.pdf) (Stand 09.12.2013).

Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e.V. (FVLR): Tageslicht und Energieeffizienz, Heft 8. Abrufbar im

Internet. URL: [www.fvlr.de/downloads/FVLR-Hefte/FVLR\\_Heft\\_8.pdf](http://www.fvlr.de/downloads/FVLR-Hefte/FVLR_Heft_8.pdf) (Stand 09.12.2013).

#### **Rückfragen beantwortet gern:**

JET-Gruppe

Bert Barkhausen

Tel.: + 49 (0) 57 44 – 503-203

Fax: + 49 (0) 57 44 – 503-18203

Mail: [bbarkhausen@jet-gruppe.de](mailto:bbarkhausen@jet-gruppe.de)

Internet: [www.jet-gruppe.de](http://www.jet-gruppe.de)

dako pr corporate communications

Iris Zahalka

Tel.: + 49 (0) 2 14 – 20 69 1-0

Fax: + 49 (0) 2 14 – 20 69 1-50

Mail: [i.zahalka@dako-pr.de](mailto:i.zahalka@dako-pr.de)

Internet: [www.dako-pr.de](http://www.dako-pr.de)