

special MINER*G*IE

**Eine Anleitung für den
richtigen Umgang mit Licht und Minergie
im professionellen Bau**



„Minergie nicht nur für Privathäuser“

Liebe Leserin,
Lieber Leser,

Zunehmend werden auch professionelle Gebäude wie Bürohäuser, Schulen oder Produktionshallen nach Minergie-Kriterien beleuchtet. Zumtobel Staff als Spezialist für professionelle Gebäudebeleuchtung befasst sich seit geraumer Zeit intensiv mit der Materie und konnte bereits mehrere grosse und kleine Minergie-Projekte gemeinsam mit Bauherren und Elektroplanern realisieren.

Diese Broschüre soll Ihnen einen Überblick über Minergie und die damit verbundenen Perspektiven geben. Wir würden uns freuen, demnächst mit Ihnen gemeinsam ein Minergie-Projekt verwirklichen zu können. Unsere Kompetenz sowie unsere innovativen Lichtlösungen garantieren für die erfolgreiche Umsetzung.

Ihr
Erwin Huber
Geschäftsführer
Zumtobel Staff AG

Wofür steht MINERGIE?

Vorab sei festgehalten, dass MINERGIE keine verbindliche Norm oder ein Gesetz ist, sondern eine freiwillige Initiative, die ursprünglich auf Wohnbauten fokussiert war. Das MINERGIE-Label soll Bauherren dazu motivieren, bei der technischen Ausstattung ihrer Gebäude Wohnkomfort und Energieeffizienz sinnvoll zu verbinden, wobei der Komfort Vorrang genießt. Als Beispiel: Es ergibt wenig Sinn, die Abdichtung eines Hauses soweit zu führen, dass der Luftaustausch darunter leidet. Von den technischen Eckdaten her basieren die MINERGIE-Kriterien auf den Vorgaben der Norm SIA 380/4 und beinhalten den Bereich Lüftung/Klima und die Beleuchtung.

Wer oder was steht hinter MINERGIE?

Die Initiative zur MINERGIE-Aktion kommt von den Kantonen, die ihre Gebäude verstärkt nach diesen Vorgaben planen und bauen.

Heute ist MINERGIE ein Verein, der neben den Kantonen und dem Bund auch zahlreiche Unternehmen und Interessensvertretungen zu seinen Mitgliedern zählen kann.

Welchen Stellenwert hat MINERGIE heute und in Zukunft?

Natürlich lassen sich die Kriterien nicht nur für Wohnbauten anwenden, weshalb zurzeit u. a. auch Büro- und Schulbauten danach geplant und gebaut werden. Die Stadt Zürich zum Beispiel will 50 % der Sanierungen und 75 % ihrer Neubauten nach MINERGIE-Kriterien realisieren. Andere Städte und Kantone verfolgen ähnlich Ziele.

Aber auch Unternehmen sind auf den Zug aufgesprungen, was zukünftig für Architekten sowie Fachplaner interessante Perspektiven eröffnet und gleichzeitig eine Herausforderung darstellt.

Welchen Nutzen hat ein Bauherr, der nach MINERGIE-Kriterien baut?

Der Nutzen liegt auf mehreren Ebenen. Wer nach MINERGIE-Kriterien baut, kann sicher sein, dass er ein energieoptimiertes Gebäude bei hohem Nutzungskomfort erhält. Gleichzeitig dient MINERGIE als Qualitätssicherung, weil Planungsmängel rechtzeitig erkannt werden. MINERGIE

Sinn und Stellenwert des Minergie-Standards



Interview mit Stefan Gasser, e-team Zürich

Der Begriff MINERGIE steht in der Schweiz bei Sanierungen und Neubauten für energiefreundliche Lösungen. Zumobel Staff sprach mit dem MINERGIE-Experten Stefan Gasser vom e-team, Zürich, über alle wichtigen Aspekte dieses aktuellen Themas.

INTERVIEW

zwingt praktisch zu integrierter Planung, wobei oft Lösungen entstehen, die bei gleichem Nutzen weniger Kosten verursachen. In Sachen Beleuchtung werden die lichttechnischen Eigenschaften sehr präzise definiert und der Nutzen eines Lichtsystems transparent gemacht.

Welche speziellen Anforderungen stellen sich dabei an den Fachplaner und Architekten?

Die Kennziffern für das MINERGIE-Label sind vorgegeben. Zur Erreichung desselben, muss der Architekt bereit sein, gemeinsam mit den Fachplanern eine integrierte Planung nach MINERGIE-Kriterien durchzuführen. Für das optimale Zusammenspiel von Architektur und Haustechnik ist es notwendig, die Fachplaner bereits in den ersten Planungsphasen zu involvieren. Diese müssen dazu hohe Kompetenz für innovative Lösungen mitbringen, beispielsweise für die Planung eines modernen Lichtmanagementsystems. Angedacht ist hier bereits ein Zertifikat für Planer, das sie als MINERGIE-Spezialisten ausweist.

Und welche Anforderungen muss ein Lichtspezialist bzw. -lieferant mitbringen?

Der Lichtspezialist muss sich intensiv mit MINERGIE-Thematik auseinandersetzen. Er sollte mit dem aktuellsten Stand moderner Lichttechnologie vertraut sein und die Produkte kennen, mit denen sich die MINERGIE-Kriterien erfüllen lassen. Er muss kreativ beim Einsetzen der Lichtsysteme sein und in dem Bewusstsein arbeiten, dass das Ganze wichtiger ist, als die einzelnen Komponenten.

An die Lieferanten stellt sich die Forderung, die Planer mit den detaillierten lichttechnischen Informationen ihrer Lichtsysteme zu unterstützen, beispielsweise mit genauen Lichtverteilungskurven, Betriebswirkungsgraden usw. Diese Informationen sollten sowohl in den Produktkatalogen enthalten als auch über das Internet abrufbar sein.

Was ist das Entscheidende an einer guten Beleuchtung nach MINERGIE-Standard?

Es kommt nicht darauf an, die energiesparendste Lösung zu finden, sondern eine Beleuchtung, die hohen Komfort mit hoher Energieeffizienz verbindet. Eine sinnvolle Abstimmung

von optimalen Komponenten – Leuchtmittel, Leuchte, Anwesenheitssensoren und tageslichtabhängiges Lichtmanagement – bringt die besten Ergebnisse. Wesentlich unterstützt wird eine optimale Lösung durch helle Raumflächen.

Wie ist der richtige Weg zum MINERGIE-Label? Wer ist für den Nachweis verantwortlich?

Erste Voraussetzung ist ein echtes MINERGIE-Bewusstsein. Daraus folgt die Planung nach den MINERGIE-Kriterien und eine genaue Spezifikation der Produkte und Lösungen auf Basis der vom Hersteller zur Verfügung gestellten technischen Informationen. Und wenn das Ganze dann funktioniert – einreichen!

Den Nachweis der MINERGIE-Tauglichkeit der Licht- sowie der Gesamtlösung muss der Licht- bzw. Elektroplaner erbringen.

Und wer trägt die Verantwortung für die konsequente Ausführung?

In erster Linie der Projektleiter des Bauherren. Er bildet die Brücke zwischen dem Architekten und den Haustechnik- bzw. Lichtplanern. Er sollte dafür sorgen, dass die Planungsvorgaben richtig eingehalten werden und die Abstimmung funktioniert.

Welche MINERGIE-Perspektiven sehen sie im Bereich Beleuchtung?

Sinnvoll wäre es, ein MINERGIE-Label speziell für Leuchten einzuführen, die sowohl qualitative Kriterien hinsichtlich Energieeffizienz, Blendung und Reflexionen auf glatten Flächen usw. erfüllen, als auch mit präzisen lichttechnischen Kenndaten dokumentiert sind.

Für den Planer würden solche als MINERGIE-tauglich gekennzeichneten Leuchten die Wahl erheblich erleichtern, wobei diese Leuchten einen echten Mehrwert bieten.

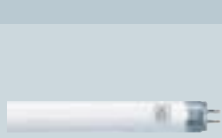
Vielen Dank für die informativen Ausführungen.

Merkmale einer Minergie-Beleuchtung

Grundlegendes

Wichtige Kriterien

Bei Minergie-Lichtlösungen sind alle Fachpartner gefordert. Der koordinierte Einsatz aller Komponenten ist der Garant für die optimale Lösung. Folgende Aspekte sind unbedingt zu berücksichtigen:



Leuchtmittel

Typen mit möglichst hoher Lichtausbeute bei guter Farbwiedergabe

→ Seite 5



Vorschaltgeräte

elektronische Vorschaltgeräte (EVG)

→ Seite 5



Leuchten

optimale Leuchtenreflektoren mit möglichst hohem Direktanteil
Leuchtenbetriebswirkungsgrad
>90 %: sehr gut
>70 %: gut (=Grenzwert)

→ Seite 6



Raum

helle Raumgestaltung, möglichst Flächen mit guten Reflexionsgraden (helle Decken, keine schwarzen Böden usw.)

→ Seite 8



Steuerung

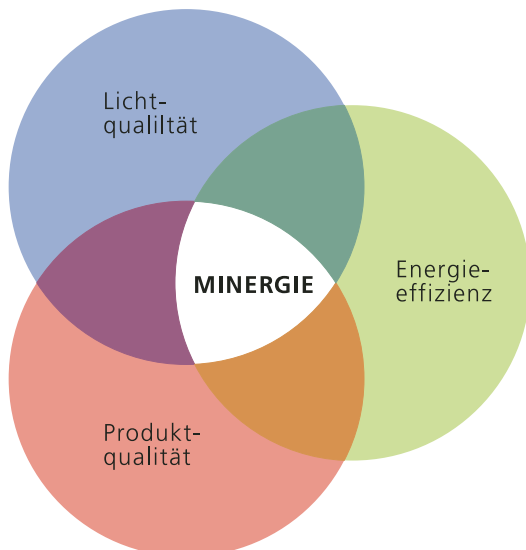
wird wegen hohem Energiesparpotenzial empfohlen. Idealerweise tageslichtabhängig und durch Bewegungsmelder z. B. in Gängen oder technischen Räumen.

→ Seite 9

Grundlegendes

Effiziente Produkte mit hohen Wirkungsgraden sind die Hauptinstrumente einer guten Minergie-Lösung. Ebenso wichtig ist aber auch der richtige Einsatz dieser Technologien sowie das passende Gesamtkonzept. Licht braucht Raum und Materie und deshalb sind die richtige Anordnung im Raum und die Gestaltung der Oberflächen ebenso wichtig. Zudem müssen auch langfristige Aspekte wie z. B. Wartung und Reinigung der Leuchten berücksichtigt werden, damit die berechneten Energieeinsparungen auch in Zukunft eingehalten werden können.



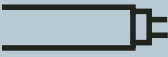


Der Minergie-Standard berücksichtigt nicht nur das einzelne Produkt, sondern die gesamte Lichtlösung, weshalb zonal bei richtiger Planung auch ergänzende dekorative Lösungen mit energietechnisch weniger effizienten Produkten problemlos realisiert werden können. Schlussendlich zählt die Gesamt-Energiebilanz des Gebäudes. Aktuelle Normen wie die EN 12464-1 können und sollen berücksichtigt werden und erlauben auch Lichtlösungen wie zum Beispiel Task Area-Beleuchtungskonzepte.



Leuchtmittel und Vorschaltgeräte

Lichtausbeute verschiedener Lampentypen

(je höher desto geeigneter)

	Lampentyp	Leistung	Lichtstrom Lichtausbeute (lm/W)
	Glühlampe	100 W	1.380 lm 13,8 lm/W
	Kompaktleuchtstofflampe	40 W	3.500 lm 87 lm/W
	Leuchtstofflampe stabförmig	35 W	3.300 lm 94 lm/W
	Halogenglühlampe 230 V	100 W	2.500 lm 25 lm/W
	Halogen-Metaldampf-hochdrucklampe	70 W	6.400 lm 91 lm/W

Die Leuchtmittel

Die Wahl des richtigen Leuchtmittels stellt einen ersten entscheidenden Schritt dar. Die Bewertungsgrösse für die Energieeffizienz von Lampen ist die Lichtausbeute, die in Lumen pro Watt angegeben wird. Lichtquellen, die höhere Lichtausbeuten aufweisen, haben eine günstigere Energiebilanz von Lichterzeugung im Verhältnis zur Wärmeentwicklung (Strahlung im Infrarot-Bereich).

In Innenräumen muss in vielen Bereichen auf gute Farbwiedergabe geachtet werden. Eine Optimierung dieser Lampeneigenschaft kann aber zu Lasten der Lichtausbeute gehen. Allein schon aus diesem Grund können Lampen, die aus einer Produktfamilie stammen, bezüglich der Wirtschaftlichkeit unterschiedlich bewertet werden.

Ein anderer Einfluss auf Minergie-Standards ergibt sich aus der Hitzeentwicklung. Vor allem die Temperaturstrahler können zu einer Wärmelast in Innenräumen führen, die über die Klimatisierung wieder ausgeglichen werden muss (zusätzlicher Energieverbrauch).

Empfohlen werden Fluoreszenzlampen T16 und T26 (mit EVG) und Kompaktleuchtstofflampen (1 x gefaltet) für Grundbeleuchtungsaufgaben sowie Hochdruck-Entladungslampen für dekorative Zwecke.

Elektronische Vorschaltgeräte (EVG)

Elektronische Vorschaltgeräte verbrauchen im Betrieb rund 20 % weniger Energie als konventionelle Ausführungen. Gleichzeitig verlängern sie die Lampenlebensdauer um 50 %, was den Wartungsaufwand verringert. Dimmbare Versionen mit DALI (Digital Adressable Interface)-Standard liefern die Voraussetzung für tageslichtabhängige Steuerung.



Leuchten

Empfohlene Leuchtentypen (als Hauptposition in Minergie-Lichtlösungen)

Einbauleuchten



Light Fields

Mirel T16 FEC

Mildes Licht IV
mit Rasteroptik

Anbauleuchten



Light Fields

Miral T16

Mildes Licht IV
mit Rasteroptik

Offene Downlights



Panos H (Kunststoff)

Panos L (Kunststoff)

Panos M (Metall)

Stehleuchten mit Indirekt/Direktlicht



Light Fields-S

Flexos 2-köpfig

Minium Lite

Leuchten und Minergie

Die Basisbewertungsgrösse für Leuchten ist der Leuchtenbetriebswirkungsgrad. Dieser legt unter definierter Umgebungstemperatur und Gebrauchslage der Lampe das Verhältnis zwischen dem Lichtstrom, der aus der Leuchte austritt, und dem Gesamtlichtstrom, der in der Leuchte erzeugt wird, fest.

Dennoch ist der Leuchtenbetriebswirkungsgrad keine verlässliche Grösse für die Wirtschaftlichkeit. Ungünstige Raumkonstellationen und schlechte Reflexionsgrade der Raumbegrenzungsflächen können zu Verlusten führen.

Wichtig ist es zu beachten, für welche Anwendung die Leuchte gedacht ist. Oft ist es für den Raumeindruck von hoher Bedeutung, dass Decke und Wände hell erscheinen. Dafür ist die Art der Lichtabstrahlung der Leuchte heranzuziehen (zum Beispiel indirekt/direkt, engstrahlend direkt oder breitstrahlend direkt).

Pendelleuchten mit Indirekt/Direktlicht

Claris

Spheros

RTX II

Die hier dargestellten Leuchten sind Beispiele aus einer Vielzahl von Minergie-tauglichen Lichtlösungen, die Zumtobel Staff anbietet. Für mehr Informationen kontaktieren Sie bitte Zumtobel Staff (Adressen siehe Rückseite).

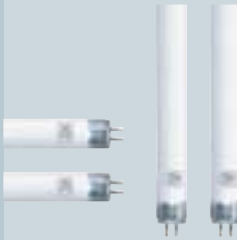
Als Hauptposition ungeeignete Leuchten:

- Rein indirekte Stehleuchten
- Opale Wannenleuchten
- Rein indirekte Wandleuchten

Hinweis für Leuchten mit T16:

Bei **einflammigen** Leuchten sind alle Lampentypen einsetzbar.

Bei **zweiflammigen** Leuchten werden Lampen der Leistung 28 W und 35 W empfohlen (bei breitem Lampenabstand wie z.B. bei Tecton können alle Lampentypen eingesetzt werden). Zudem ist die Anordnung der Lampen zueinander sehr wichtig.



Wegen ihres asymmetrischen Aufbaus müssen die T16 bei normalen Umgebungstemperaturen immer gleich ausgerichtet sein (Stempel an Stempel, bei Erstbestückung und Lampentausch zu beachten). Nur so entsteht der maximale Lampenlichtstrom.

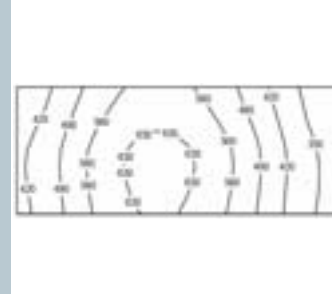
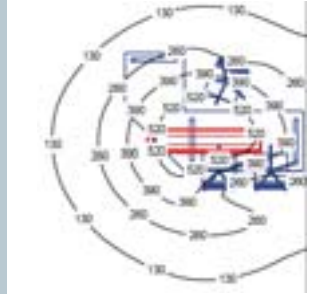
Eine Gesamtvorgabe für den Energieverbrauch in kWh/m²a ist aus Umwelt- und Effizienzgründen mehr als sinnvoll. Diese Definitionen für Minergie-Lichtlösungen gewähren dem verantwortungsvollen Lichtplaner Freiräume, die sowohl der Energie als auch der Nutzerakzeptanz Rechnung tragen. Nachfolgende Punkte sollten im Einklang mit einer effizienten Lichtgestaltung stehen:

Ergonomie**Raumwirkung****Wohlbefinden**

Raum

Unterschiede in der Beleuchtungsstärke durch die Raumgestaltung

Heller Raum

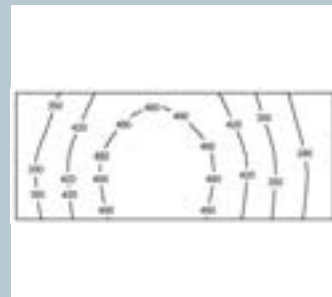
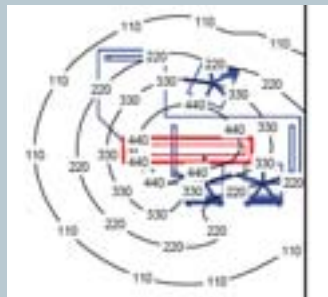


Reflexionsgrade
 Decke = 70 %
 Wände = 50 %
 Boden = 20 %

Raum

Arbeitsfläche

Dunkler Raum



Reflexionsgrade
 Decke = 30 %
 Wände = 40 %
 Boden = 20 %

Raum

Arbeitsfläche

Raum

Raumgestaltung mit hellen Flächen

Die Gestaltung des Raumes und seiner Flächen hat einen wesentlichen Einfluss auf die Effizienz der gesamten Anlage. Je besser das Licht sich entfalten kann und an den Flächen reflektiert wird, desto höhere Beleuchtungsstärken resultieren auf der Arbeitsfläche.

Somit trägt eine Raumgestaltung mit hellen Flächen dazu bei, dass je nach Konzept weniger Leuchten eingesetzt werden müssen und der Energieverbrauch drastisch reduziert werden kann. Je höher der Indirektanteil einer Leuchte, desto wichtiger sind helle Flächen.

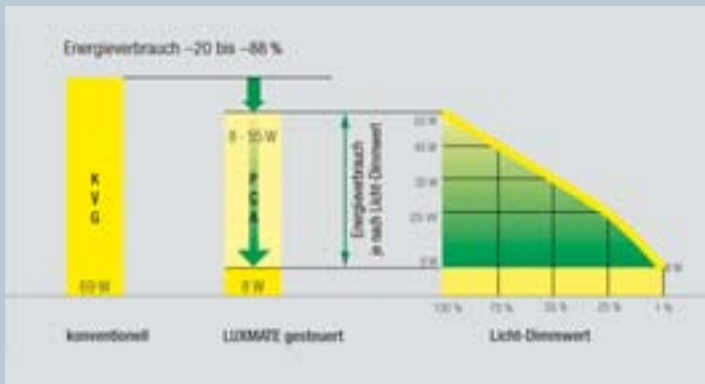
Resultate aus dem Vergleich der Beleuchtungsstärken
 In dem oben angeführten Vergleich kam eine Pendelleuchte 2/49 W zum Einsatz, der Leuchtenbetriebswirkungsgrad beträgt 86 % (davon 59 % Indirekt-Anteil).

Bei diesem einfachen modellhaften Beispiel resultiert ein markanter Beleuchtungsstärkeunterschied. Je höher der Indirektanteil der Leuchte, desto höher der negative Einfluss schlechter Reflexionsgrade.

Arbeitsfläche	Beleuchtungsstärke Mittel
Heller Raum	512 lx
Dunkler Raum	415 lx

Steuerung - Luxmate Lichtmanagement

Das Prinzip



Elektronische Vorschaltgeräte sparen ca. 20 % Energie gegenüber konventionellen Ausführungen. Durch Dimmen wird der Energieverbrauch weiter verringert.

Stufenloses tageslichtabhängiges Dimmen erhöht den Komfort für den Anwender und führt zu beachtlichen Energieeinsparungen. Mehrjährige Erfahrungen und die Auswertung vieler realisierter Anlagen belegen dies.

Ergänzt man energieoptimierte Leuchten durch ein Lichtmanagementsystem, lässt sich die Energieeinsparung weiter erhöhen. Die damit verbundenen Mehrinvestitionen amortisieren sich in kurzer Zeit.

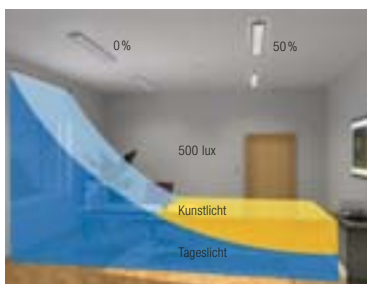
Steuerung

Tageslichtabhängiges Lichtmanagement

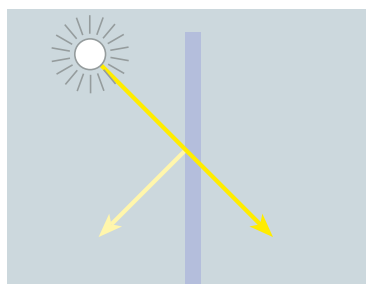
Ein Sensor erfasst das einfallende Tageslicht und steuert stufenlos die Beleuchtung. Wo durch das Tageslicht die geforderten 500 lx nicht erreicht werden, ergänzt das Kunstlicht den fehlenden Teil automatisch.

Lichtmanagement-Konzepte erlauben integrierte Lösungen mit Jalousiensteuerungen. Werden die Jalousien heruntergefahren, erkennt dies das System und fährt das Kunstlicht automatisch in der notwendigen Intensität hoch.

Ein wichtiger Aspekt ist die Wahl des Fensterglases. Ein hoher Transmissionsgrad (Klarglas) erlaubt einen starken Tageslichteinfall und reduziert somit den Kunstlichtbedarf, ein tiefer Transmissionsgrad (dunkles, getöntes Glas) verdunkelt den Raum und führt zu mehr Kunstlicht- und somit zu höherem Energiebedarf!



Das Lichtmanagementsystem passt automatisch das Kunstlicht dem Tageslicht an.



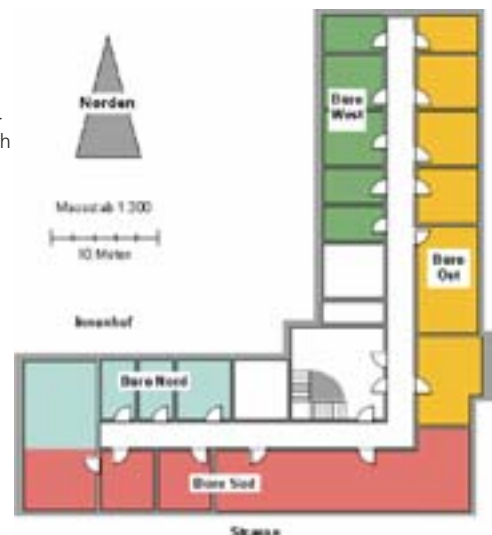
Klarglas reduziert den Energiebedarf für Kunstlicht.

Praxisbeispiel für Tageslichtmanagement (Sanierung)

Erzielte Energieeinsparung durch tageslichtabhängiges Lichtmanagement (im Vergleich zur alten Anlage, Kontrollmessungen durch ewz Zürich)

	Sommer	Winter
Ost	79 %	48 %
West	nicht gemessen	
Nord	69 %	48 %
Süd	74 %	25 %

In Summe werden im Sommer 75 % und im Winter 25 % Energie eingespart.



Strasse

Stehleuchten

Stehleuchten erfreuen sich einer grossen Beliebtheit. Ihr Vorteil liegt vor allem in der Flexibilität der räumlichen An- und Umordnung. Bei Stehleuchten ist der Wirkungsgrad wie bei installierten Lösungen ein wichtiger Faktor.

Betrachtet man nur das Produkt, spricht ein hoher Wirkungsgrad für ein optimales Verhältnis der eingesetzten elektrischen Energie zur verfügbaren Lichtmenge. Zusätzlich zu beachten sind Aspekte wie optimale Entblendung, um störende Reflexe am Arbeitsplatz zu vermeiden, sowie die Relation zwischen Direkt- und Indirektanteil des Lichts. Je mehr Direktanteil, desto mehr Effizienz in Bezug auf die Arbeitsfläche.

Eine andere Betrachtungsweise dient dem Raum. Je nach Leuchtentyp kann die Anzahl Leuchten gegenüber anderen Modellen markant reduziert werden und somit in Summe nochmals deutlich Energie und Kosten (Investition und Betrieb!) gespart werden. Die richtige Anordnung und die Wahl des richtigen Typs sind hierbei sehr wichtig.

Idealerweise steht die Stehleuchte immer seitlich (links – für Rechtshänder) nah am (Einzel)arbeitsplatz. Der seitliche Lichteinfall minimiert das Risiko von Reflexblendungen. Bei der Wahl von Leuchten mit asymmetrischer Lichtverteilung erreicht man zudem die beste Lichtverteilung über die gesamte Arbeitsfläche und das Licht steht dort zur Verfügung, wo es gebraucht wird.

Light Fields – die passende Lösung



Hier finden Sie einige Beispiele aus der Praxis.
(Raumhöhe 2,80 m, weisse Decke, Tisch 2 x 1 m)

Leuchte:	Light Fields-S
Lampen:	3 x 40 W PL (10.500 lm)
Wirkungsgrad	90 %
Regelung:	Konstantlichtregelung und Präsenzmelder
Direktlicht Anteil:	13 %
Gesamtleistung max.:	123 W
Standby-Leistung:	0,2 W

Je nach Anordnung und Gruppierung der Arbeitsplätze kann die Anzahl Leuchten durch den richtigen Einsatz einer asymmetrischen Stehleuchte mit MPO-Optik gegenüber traditionellen symmetrischen Lösungen mit Raster oder ähnlichen Optiken merklich reduziert werden. Somit ergeben sich in Summe tiefere Investitions- und Energiekosten.

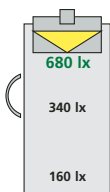


Die verschiedenen Anwendungsbeispiele zeigen deutlich, dass eine asymmetrische Leuchte wie Lightfields mit hochwertiger MPO-Optik trotz geringerer Bestückung und somit tieferer Anschlussleistung im direkten Vergleich zu konventionellen symmetrischen Lösungen in jedem Fall besser abschneidet!

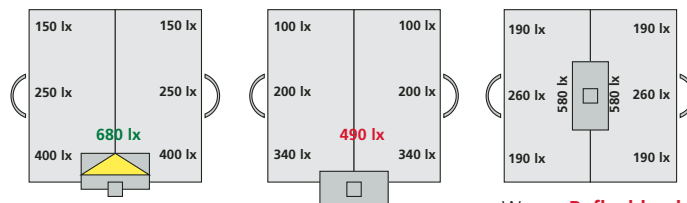
Mit Lightfields können auch mehrere Arbeitsplätze gleichzeitig beleuchtet werden, im Gegensatz zu klassischen symmetrischen Stehleuchten, die beim Einsatz über mehr als einem Arbeitsplatz meistens an ihre Grenzen kommen. Bei asymmetrischen Lösungen sind dadurch weniger Leuchten in der gesamten Anlage notwendig, was demzufolge zu einer deutlich tieferen Gesamtinvestition führt.

Die richtige Anordnung

Einzelarbeitsplatz

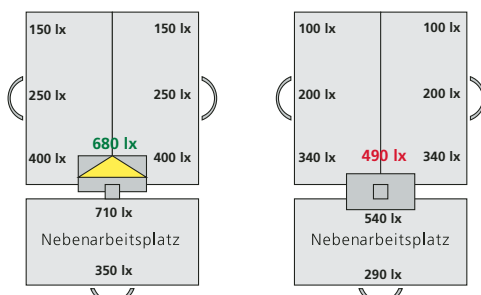


Doppelarbeitsplatz



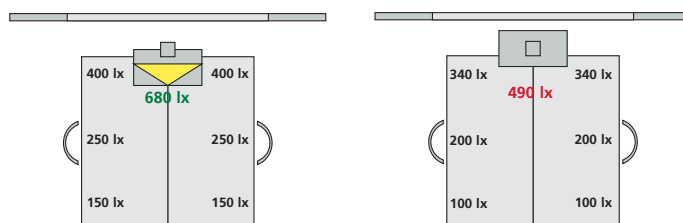
Wegen **Reflexblendung** keine Rasteroptik verwenden

Dreifach-Arbeitsplatz




Keine Rasteroptik verwenden wegen **Reflexblendung** am dritten Arbeitsplatz.

Platzierung am Fenster



Oft werden Stehleuchten aus gestalterischen oder platztechnischen Gründen beim Fenster platziert. Asymmetrische Lösungen weisen auch hier wesentlichen Vorteile auf, da sie das Licht in den Raum und nicht ungenutzt zum Fenster werfen.

 Light Fields-S 3/40 W
asymmetrisch, mit MPO-Optik

 Konventionelle Stehleuchte 4/40 W
symmetrisch, mit Raster

Praxisbeispiel (Sanierung)

Schulhaus im Bühl

Objekt | Schulhaus „Im Bühl“ Trakt C, Goldbrunnenstrasse 78, 8055 Zürich

Bauherr | Amt für Hochbauten Stadt Zürich

Architekt | Andreas Galli & Yvonne Rudolf, Zürich

Elektroplanung | Hege AG, Zürich

Realisierung | Sommer 2003

Hauptprodukt | Light Fields Einbau und Pendel



Kombination von Einbau- und Pendelleuchten Light Fields im oberen Geschoss.

Praxis

Das Schulhaus „Im Bühl“ steht unter Objektschutz und stammt aus den Anfängen des letzten Jahrhunderts. Im Zuge der Sanierung wurde eine Lichtlösung gewählt, die diskret seitlich in die Schallschutz-Paneele integriert werden konnte. Die Anforderungen an die Lichtlösung waren:

- hohe Beleuchtungsstärke auf der Arbeitsfläche
- gleichmässige Lichtverteilung im Raum
- keine Blendung durch Leuchten und Tageslicht

Die Wahl fiel auf Light Fields mit der neuen MPO-Technologie, die bei minimalster schlichter Bauform ein Maximum an Effizienz und Entblendung erlaubt. Durch dieses effiziente Lichtsystem war es schlussendlich sogar möglich, im Treppen- und Eingangsbereich dekorative Lichtlösungen mit Lichtschlitzen und leuchtenden Flächen einzusetzen und trotzdem problemlos die Minergie-Normen einzuhalten.



Mit zwei Reihen und einer minimalen Anzahl Light Fields-Einbauleuchten werden sämtliche Schulzimmer optimal beleuchtet und bieten eine flexible Lösung für alle möglichen Anordnungen der Schulbänke.

Im Treppenhaus kamen aus gestalterischen Gründen Lichtlinien zum Einsatz. Obwohl dieser Leuchtentyp keine hohen Wirkungsgrad aufweist, stimmt die Gesamtenergiebilanz trotzdem. Energiefreundliche Lichtlösungen müssen nicht bedeuten, dass man auf kreative Ideen verzichten muss!



Praxis

Die Energiekennzahlen der Beleuchtung

(Gesamtprojekt):

24 MJ/m²a (Minergie-Anforderung = 25 MJ/m²a)

6,7 kWh/m²a (Minergie-Anforderung = 6,9 kWh/m²a)

Minergie-Anforderung erfüllt

„Ehrenvolle Erwähnung“ anlässlich des Goldenen Steckers 2003“

Praxisbeispiel (Sanierung)

Beleuchtungserneuerung nach Minergie-Kriterien

Objekt | Geschäfts- und Bürohaus Limmatplatz, Zürich

Bauherr | Migros Genossenschaftsbund

Elektroplanung | Amstein+Walthert, Zürich

Realisierung | Frühling 2004

Hauptprodukt | Stehleuchten Lanos,
Downlights Panos, ZX



Praxis

In den Verkehrszonen ersetzte man die alten, mit wenig energieeffizienten Leuchtmitteln ausgestatteten Leuchten durch moderne Downlights mit Kompaktleuchtstofflampen. Dekorative Elemente wie Lichtlinien beim Lift konnten trotz Minergie-Anforderung problemlos realisiert werden.

Nach rund zwanzig Jahren intensiver Nutzung erhielt das 1981 bezogene Hochhaus Limmatplatz des Migros-Genossenschaftsbundes ein neues haustechnisches Konzept. Dieses sieht eine geänderte Führung der Funktionen Heizen, Lüften und Kühlen vor, bei der in die Decke eingebaute Kühlelemente gleichzeitig für den Heizbetrieb genutzt werden. Die bestehende Klimafassade wurde aufgrund ihres nach wie vor zeitgemässen Konzeptes beibehalten.

War in der Anfangsphase der Sanierung Minergie noch kein Thema, gewannen die Kriterien der Aktion mit dem Fortlauf der Arbeiten zunehmend an Gewicht. Überraschend dabei war, dass schon der „alte“ Bau nur knapp über den von Minergie geforderten Werten lag. Nach der Sanierung werden sie nun voll und ganz erfüllt.

Hoher Lichtkomfort, effizienter Energieeinsatz

Einen Teil der Sanierung stellte die Erneuerung der Beleuchtung dar. Um eine Lösung nach Minergie-Standard mit hohem Lichtkomfort und effizientem Energieeinsatz zu erhalten, setzten die Planer auf zwei Faktoren:

- Helle Raumgestaltung, damit möglichst wenig Licht absorbiert wird und für den Benutzer ein angenehmes gleichmässiges Lichtklima entsteht
- Energieeffiziente Leuchten und Leuchtmittel
- Lichtmanagement mit Tageslichtsteuerung und Präsenzmelder.

Innovative Stehleuchten für die Büros

Büros machen einen Grossteil der Gebäudefläche aus. Hier finden als Beleuchtungslösung indirekt/direkt abstrahlende Stehleuchten Verwendung, in die Sensoren für Tageslichtmessung und Präsenzmelder integriert sind. Ist der Mitarbeiter am Arbeitsplatz, schaltet sich die Leuchte an und dimmt sich gemäss des Tageslichteinfallens am Arbeitsplatz auf einen normgerechten Referenzwert. Wird der Arbeitsplatz verlassen schaltet sich die Leuchte automatisch mit einiger Verzögerung aus.



In den Büros finden als Beleuchtungslösung indirekt/direkt abstrahlende Stehleuchten Verwendung, in die Sensoren für Tageslichtmessung und Präsenzmelder integriert sind.



Praxis

Die Lichtcharakteristik sorgt bei allen Positionen für Blendfreiheit und minimierte Reflexionen auf glatten Flächen, womit hohe Flexibilität bei Umgestaltung des Bürolayouts erreicht wird. Der Indirektlicht-Anteil der Leuchten strahlt über die hellen Deckenelemente mit Klimafunktion sanft in den Raum ab und trägt zur angenehmen hellen Raumatmosphäre bei. Bei allen automatisierten Funktionen kann der Nutzer die individuelle Beleuchtungssituation an der Leuchte beeinflussen, was stark zur Akzeptanz beiträgt.

Neben der reinen Arbeitsplatzbeleuchtung wurde im Hochhaus Limmatplatz auch der dekorative Aspekt nicht vernachlässigt. In den Verkehrszonen ersetzte man die alten, mit wenig energieeffizienten Leuchtmitteln ausgestatteten Leuchten durch moderne Downlights mit Kompaktleuchtstofflampen.

Flexibles Konzept, einfache Wartung

Das realisierte Beleuchtungskonzept in den Büros zeichnet sich durch hohe Flexibilität aus. Ausserdem lassen sich Wartungsarbeiten und Lampenwechsel einfach durchführen. Und am wichtigsten: Die Mitarbeiter schätzen die guten Lichtbedingungen am Arbeitsplatz und das freundliche Ambiente.

Die Energiekennzahlen der Beleuchtung (Gesamtprojekt):

27 MJ/m²a (Minergie-Anforderung = 35 MJ/m²a)
8 kWh/m²a (Minergie-Anforderung = 9 kWh/m²a)

Minergie-Anforderung erfüllt

Praxisbeispiel (Sanierung und Neubau)

Weniger Anschlussleistung, mehr Licht

Objekt | Zehnder Group Produktion Gränichen AG

Bauherr | Zehnder Produktion AG, Gränichen

Elektroplanung | IBAarau Elektro AG, Aarau

Realisierung | 2004

Hauptprodukt | I/D Pendelleuchten Claris,
Tecton Lichtbandsystem,
Luxmate Lichtmanagement

Praxis

In der Produktionshalle des Werks 2 konnte durch den Einsatz eines modernen lichtmanagementgesteuerten Lichtbandsystems die Anschlussleistung um ein Drittel gesenkt und die Beleuchtungsstärke verdoppelt werden.



Die Zehnder Group als Anbieter innovativer Heizungs- und Lüftungssysteme war eines der ersten Unternehmen, das sich bei der Aktion Minergie engagierte. Deshalb war es für das Unternehmen selbstverständlich, die Minergie-Vorgaben auch in den eigenen Gebäuden umzusetzen. Dies gilt sowohl für Neubauten als auch für die bestehenden Anlagen.

Hochqualitative Lichtlösung erwünscht

Als am Standort Gränichen ein neues Bürogebäude bezogen werden sollte, wählten die Verantwortlichen deshalb mit einer indirekt/direkt abstrahlenden Pendelleuchte eine hochqualitative Beleuchtungslösung, die für das Erfüllen der Minergie-Kriterien beste Voraussetzungen mit sich bringt. Ihr Indirektlicht-Anteil erhellt die Decken, wodurch die Büros eine angenehme gleichmässige Lichtstimmung erhalten. Ein spezieller Raster sorgt für normgerechte Entblendung und damit für gute Arbeitsbedingungen auch an Bildschirmarbeitsplätzen.

Der Vorschlag der Planer sah zuerst Leuchten mit dimmbaren Vorschaltgeräten und Lichtsteuerung vor. Aus Budgetgründen wurde dieser Vorschlag zurückgesetzt und eine nicht steuerbare Variante mit EVG ins Auge gefasst.

Der Elektroplaner suchte nach einer Lösung indem er sich bereit erklärte, dimmbare VG ohne Aufpreis zu liefern und damit die Voraussetzung für einen zukünftigen Einsatz von Lichtmanagement zu schaffen. Eine richtige Entscheidung, wie sich in der Folge herausstellte.

Rentable Investition

Nach einjährigen Energieverbrauchsmessungen und der Erkenntnis, dass sich mit einer tageslichtabhängigen Steuerung erheblich Energie sparen lässt, entschlossen sich die Verantwortlichen, nachträglich ein entsprechendes Lichtmanagementsystem mit integrierter Storensteuerung zu installieren. Nach den Berechnungen sollte sich damit der Energieverbrauch um 50 % bzw. in Geld ausgedrückt um CHF 15'000,-/Jahr reduzieren. Zur Überraschung aller Beteiligten stellte sich nach einjährigem Betrieb heraus, dass die Einsparungen durch die tageslichtabhängige Steuerung wesentlich höher als prognostiziert waren. Sie bewegen sich in der Grössenordnung von CHF 30'000,-/Jahr, was bei einer Investition von CHF 10'000,- für das Lichtmanagement eine hervorragende Rendite darstellt. Und dies bei gleichbleibend hoher Lichtqualität an den Arbeitsplätzen.



Der Indirektlicht-Anteil der Bürobeleuchtung erhellt die Decken, wodurch die Büros eine angenehme gleichmässige Lichtstimmung erhalten.

Die vorteilhaften Effekte der tageslichtabhängig gesteuerten Beleuchtungsanlage im neuen Bürogebäude boten eine gute Entscheidungsgrundlage, ein zur lichttechnischen Erneuerung anstehendes Produktionsgebäude damit auszustatten.

Hier lieferte die bestehende veraltete Beleuchtungsanlage zu wenig und dazu noch schlecht entblendetes Licht für die vorwiegend manuellen Arbeiten. Durch den Einsatz eines modernen Lichtbandsystems mit auf DALI basierendem Lichtmanagement konnte die Anschlussleistung um ein Drittel gesenkt und die Beleuchtungsstärke für die Mitarbeiter verdoppelt werden. Jede Leuchte ist einzeln und gruppenweise schalt- und dimmbar, womit sich die Beleuchtung allfälligen Änderungen des Hallenlayouts ohne grossen Installationsaufwand anpassen lässt.

Die Tageslichtsteuerung sorgt dafür, dass jeweils nur soviel Kunstlicht zur Verfügung gestellt wird, wie zur Ergänzung des Tageslichts notwendig ist und die Energie damit sehr effizient eingesetzt wird. Die Minergie-Kriterien hinsichtlich hohem Beleuchtungskomfort bei sparsamem Energieeinsatz werden so erfüllt.

Die Energiekennzahlen der Beleuchtung (Werk 2 / Heizwandfertigung):

66 MJ/m²a (Minergie-Anforderung = 83 MJ/m²a)
18,3 kWh/m²a (Minergie-Anforderung = 23,1 kWh/m²a)

Minergie-Anforderung erfüllt

Praxisbeispiel (Neubau)

Tageslicht konsequent genutzt

Objekt | Erweiterung Schulanlage Bünzmatt, Wohlen
Bauherr | Einwohnergemeinde Wohlen
Elektroplanung | Melliger Partner Elektroengineering GmbH
Realisierung | 2004
Hauptprodukt | Anbau- und Pendelleuchten Light Fields
Panos Downlights

Praxis

Projekte nach Minergie-Kriterien eröffnen durchaus auch Freiraum für dekorative Lichtgestaltung, wie zum Beispiel die Voutenbeleuchtung im Foyer und der Einsatz von Downlights.



Nach den Sommerferien 2004 bezogen Schüler und Lehrpersonen der Schule Bünzmatt ein neues Gebäude, das im Zuge einer Erweiterung der bestehenden Schulanlage erstellt wurde. Die neuen Räumlichkeiten präsentierten sich ihnen als moderner, funktionaler Betonbau, bei dem das Tageslicht konsequent genutzt wird. Daran orientiert sich auch die Beleuchtungsanlage, die nach Minergie-Kriterien gestaltet ist.

Zentrale Vorgabe Minergie

Von Seiten der Bauherrschaft war die Ausrichtung der Beleuchtung an Minergie-Kriterien eine der zentralen Vorgaben. Hoher Beleuchtungskomfort und gestalterischer Anspruch sollten mit effizientem Energieeinsatz erreicht werden. Damit verbunden war der Wunsch nach dem Einsatz möglichst weniger Leuchtypen mit energiesparenden Leuchtmitteln, um sowohl eine Durchgängigkeit des Erscheinungsbildes zu erreichen als auch die Betriebs- und Wartungskosten niedrig zu halten.

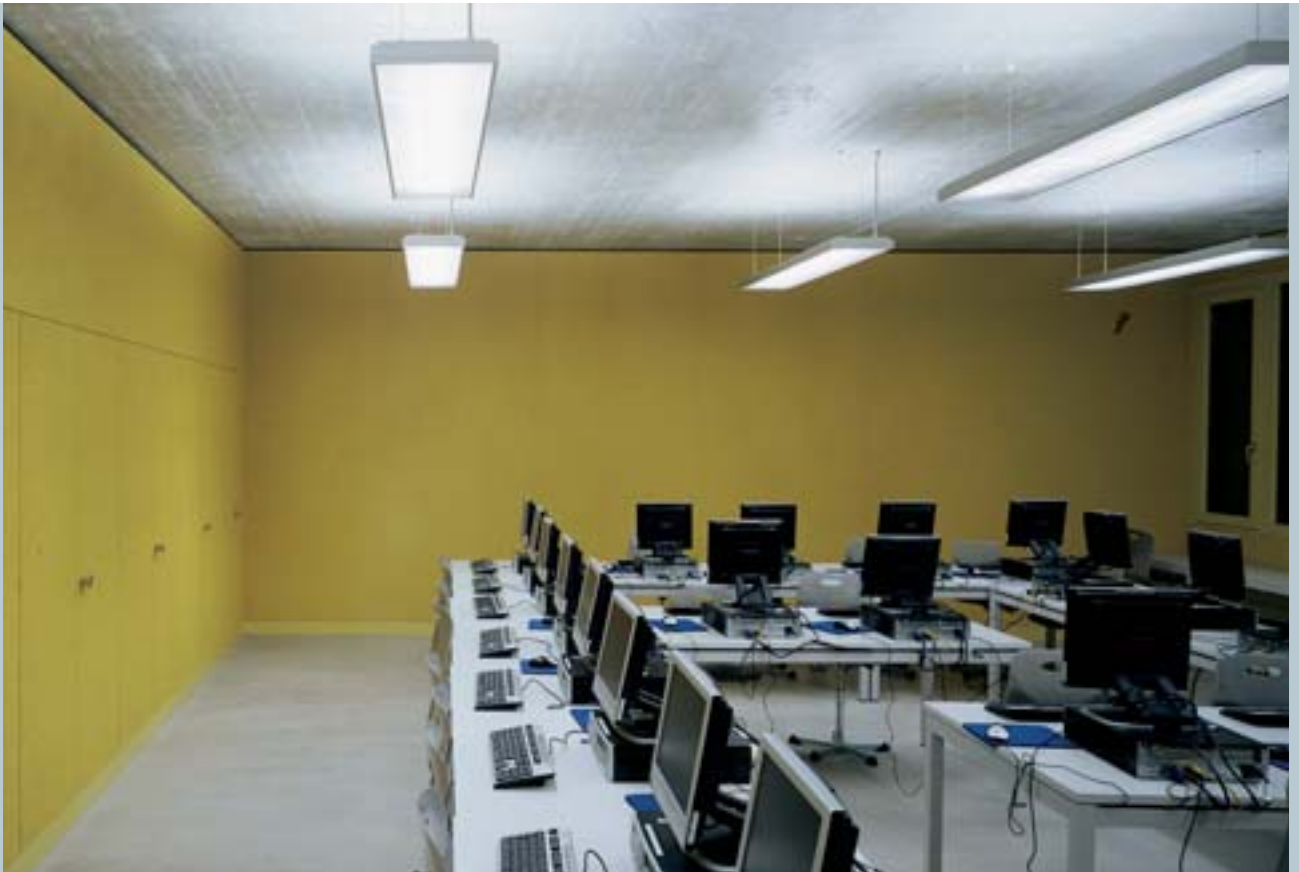
Hoher Betriebswirkungsgrad

Die im neuen Haus vorherrschenden grauen Flächen verfügen gegenüber weissen über einen deutlich geringeren Reflexionsgrad. Bei der Auswahl der Lichtsysteme legten

die Planer deshalb Wert auf einen hohen Betriebswirkungsgrad um die Anzahl und die Gesamtleistung der Leuchten in Grenzen zu halten. In den Klassenzimmern setzten sie eine blendfreie Mikropismenoptik-Pendelleuchte mit indirekt/direkter Lichtabstrahlung ein, während die Räume für den Kochunterricht wegen der stärkeren Verschmutzung eine leicht zur reinigende Anbauleuchte in gleichen Design erhielten. Für die Verkehrsflächen sahen sie in die Betondecken versenkte Downlights vor.

Professionelles Lichtmanagement

Im neuen Gebäude der Schule Bünzmatt mit seinen grossen Fensterflächen steht sehr viel Tageslicht zur Verfügung. Ein Minergie-gerechter, effizienter Einsatz des Lichtsystems bedeutete deshalb, immer nur soviel künstliches Licht zur Verfügung zu stellen, wie zur Ergänzung des natürlichen Lichts notwendig ist. Diese Funktion übernimmt eine Lichtmanagement-Installation mit tageslicht- bzw. und anwesenheitsabhängiger Steuerung. Sensoren an der Decke erfassen jeweils das Tageslichtangebot sowie Bewegungen im Raum und schalten davon abhängig in den Unterrichts- und Aufenthaltsräumen raum- bzw. in den Verkehrszonen etagenbezogen die Beleuchtung.



Die blendfreie Lichtcharakteristik der Leuchten mit Mikroprismenoptik ermöglicht den Einsatz sowohl in den normalen Unterrichts- und Aufenthaltsräumen als auch in den Räumen für den PC-Unterricht. Wegen des relativ schlechten Reflexionsgrades der rohen Betondecke war ein guter Leuchtenbetriebswirkungsgrad umso bedeutender.

Mikroprismenoptik erlaubt flexiblen Einsatz

Neben ihrem sehr hohen Betriebswirkungsgrad von 86 % boten die eingesetzten Leuchten mit Mikroprismenoptik hohe Anwendungsflexibilität. Die spezielle blendfreie Lichtcharakteristik ermöglichte es, die Leuchten sowohl in den normalen Unterrichts- und Aufenthaltsräumen als beispielsweise auch in den Räumen für den PC-Unterricht oder in der Küche einzusetzen. Ihre durchdachte Konstruktion und die glatten Oberflächen erlauben leichte Reinigung und bequeme Lampenwechsel. In Summe gesehen zeigte sie sich deshalb als ideale Minergie-Leuchte und aufgrund ihrer hohen Akzeptanz auch als ideale Lösung für die Verwendung in Schulen.

Die Energiekennzahlen der Beleuchtung (Schulhaus Bünz matt 3):

26 MJ/m ² a	(Minergie-Anforderung = 27 MJ/m ² a)
8,2 kWh/m ² a	(Minergie-Anforderung = 8,2 kWh/m ² a)

Minergie-Anforderung erfüllt

Licht richtig geplant – ein Exkurs in die neue europäische Norm EN 12464-1

Die EN 12464-1 (Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen) gilt in der Schweiz und wortgleich seit Frühjahr 2003 in allen Mitgliedsländern der Europäischen Normungskommission und ersetzt die bis dahin gültigen Normen gleichen Inhalts. Sie nennt die wesentlichen Gütekriterien für eine geeignete und angemessene Beleuchtung von Sehaufgaben. Die Kriterien sind in der Norm festgehalten. In einer umfassenden Tabelle sind Grenzwerte für den Wartungswert der Beleuchtungsstärke, für die Begrenzung der Direktblendung und die Farbwiedergabe festgelegt.

Im Folgenden sind die wichtigsten Inhalte aufgelistet.

EN 12464-1-konforme Beleuchtung mit Task Area-Beleuchtungskonzept auf Basis Light Fields Cluster.

Bereich der Sehaufgabe

→ statt Beleuchtung des Raumes

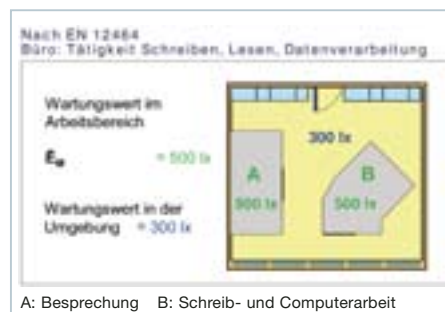
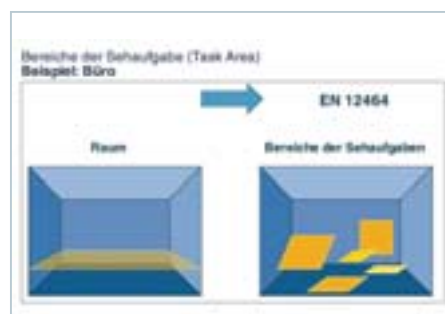
Dieser Bereich kann horizontal, vertikal oder geneigt sein. Damit wird – lichttechnisch korrekt – die Beleuchtung dort vorgesehen, wo sie zur Erfüllung einer Sehaufgabe benötigt wird.

Arbeitsbereich

= Bereich, in dem die Sehaufgaben liegen können.

Umgebungsbereich

= der restliche Raum. Dort kann die Beleuchtungsstärke niedriger sein als im Bereich der Sehaufgabe.





Reflexblendung am Bildschirm: $\leq 1000 \text{ cd/m}^2$

→ statt der strengen Leuchtdichtegrenze von 200 cd/m^2 für Bildschirmarbeitsplätze

Für heute übliche Bildschirme soll oberhalb eines Ausstrahlungswinkels von 65° rund um die Leuchte eine Leuchtdichte von 1000 cd/m^2 nicht überschritten werden.



Leuchtdichteverteilung und Reflexionsgrade

Um eine angenehme Leuchtdichteverteilung zu erhalten, sollten folgende Reflexionsgrade eingehalten werden:

Decken	0,6 bis 0,9
Wände	0,3 bis 0,8
Arbeitsflächen	0,2 bis 0,6
Boden	0,1 bis 0,5

Vermeidung von Direktblendung mit Hilfe des UGR-Verfahrens

→ statt des Grenzkurvenverfahrens

UGR steht für Unified Glare Rating und beschreibt ein einheitliches Verfahren zur Bewertung der Blendung. Berechnet wird der Blendwert, dessen Grenzwert UGR_L laut Tabelle für die jeweilige Anwendung nicht überschritten werden darf.

UGR bewertet die Beleuchtungsanlage. Der Blendeindruck aller im Gesichtsfeld befindlichen Leuchten wird im Verhältnis zur Hintergrundleuchtdichte bewertet.

Helle Räume und Leuchten mit hohem Indirektanteil werden günstig bewertet.

- Das UGR-Tabellenverfahren gibt die UGR-Werte für einzelne Leuchten in festgelegten Referenzräumen an.
- Im Zumtobel Staff Katalog sind UGR-Referenzwerte zum Vergleich von Leuchten angegeben.

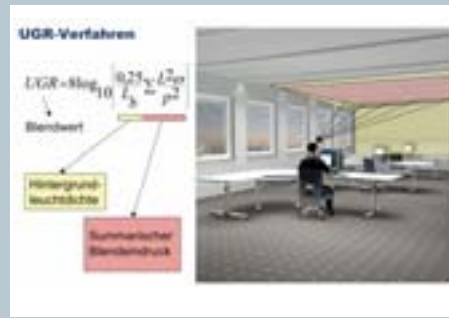


Tabelle:
UGR_L: Grenzwerte aus EN 12464

≤ 16	Technisches Zeichnen
≤ 19	Lesen, Schreiben, Schulen, Besprechungen, Computerarbeit
≤ 22	Industrie und Handwerk
≤ 25	Grobe Arbeiten in Industrie
≤ 28	Bahnsteige, Hallen

Task Aera-Beleuchtungskonzept auf Basis LDS Lichtdeckensegel.

Wartungswert der Beleuchtungsstärke

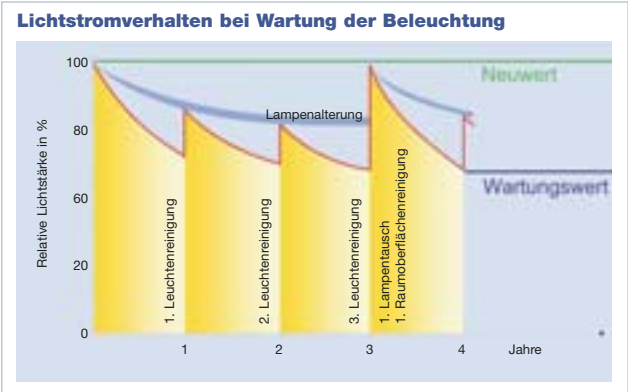
→ statt der Nennbeleuchtungsstärke

Minimal-Wert, unter den die mittlere Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe nicht sinken darf. Dieser Wert dient der Überprüfung und muss immer eingehalten werden.

Der Wartungsfaktor beschreibt das Verhältnis von Wartungswert zu Neuwert.

$$WF = \frac{\text{Wartungswert}}{\text{Neuwert}}$$

Neue Technologien wie Litenet von Zumtobel Staff unterstützen die Wartung, indem das Vorschaltgerät die Lampenleistung über die Jahre laufend nachkorrigiert und die Verschmutzungseffekte somit kompensiert. Das Resultat: immerwährend konstante Lichtmenge bei geringem Energieverbrauch!





Wartungsfaktor WF:

→ statt des bisherigen Verminderungsfaktors

Die Beleuchtungsanlage sollte mit einem alle Einflüsse berücksichtigenden Wartungsfaktor geplant werden. Der Wartungswert hängt vom Alterungsverhalten der Lampe mit den Vorschaltgeräten, der Leuchte, der Umgebung und vom Wartungsprogramm ab.

Der Planer muss:

- 1) den Wartungsfaktor angeben
- 2) die Beleuchtungseinrichtung festlegen
- 3) einen umfassenden Wartungsplan erstellen

Der ZS Product Explorer enthält ein Programm zur Dokumentation eines Wartungsplanes.

Beim Fehlen von Daten für die spezifische Planung der Beleuchtungsanlage sollten folgende Referenzwerte herangezogen werden:

0,67 für übliche Räume

0,50 für stärker verschmutzende Räume:

Wartungsfaktor

- **WF = LLWF x LÖF x LWF x RWF**
- LLWF: Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor
- LÖF: Lampenlebensdauerfaktor
- LWF: Leuchtenwartungsfaktor
- RWF: Raumwartungsfaktor

Abhängig von der Raumverschmutzung, Auswechslung und Reinigungsintervallen

Die Referenzwerte basieren auf einem 3-jährigen Wartungsintervall und auf dem Einsatz fortschrittlicher Lampensystem-Technologie.

Die Wartungsfaktoren können individuell berechnet werden. Die CIE Publication 97 «Maintenance of electric indoor lighting systems» gibt hierfür Tabellen vor (siehe auch „Handbuch für den Praktiker“).

Vertriebsadressen Zumtobel Staff

www.zumtobelstaff.ch
info@zumtobelstaff.ch

Zumtobel Staff AG
Thurgauerstrasse 39
8050 Zürich
044 305 35 35

Zumtobel Staff AG
Dornacherstrasse 210 / Postfach
4002 Basel
061 338 91 20

Zumtobel Staff AG
Bolligenstrasse 52
3006 Bern
031 335 29 29

Zumtobel Staff SA
Chemin du Château-Bloch 10
1219 Le Lignon (Genève)
022 970 06 95

Zumtobel Staff AG
Zürichstrasse 44
6004 Luzern
041 410 14 10

Zumtobel Staff SA
Via delle scuole 28 / C.P. 117
6963 Pregassona (Lugano)
091 942 61 51

Zumtobel Staff SA
Ch. Des Fayards 2 / Z.I. Ouest B
1032 Romanel-sur-Lausanne
021 648 13 31

Zumtobel Staff AG
Fürstenlandstrasse 107
9014 St.Gallen
071 278 80 40



Die Fachstellen für

MINERGIE

Hotline 0800 678 880

Geschäftsstelle MINERGIE
Steinerstrasse 37
3000 Bern 16
031 350 40 60
www.minergie.ch

Schweizerische Agentur für Energieeffizienz S.A.F.E.
Lindenhofstrasse 15
8001 Zürich
01 362 92 31
www.energieeffizienz.ch

e-team GmbH
Schaffhauserstrasse 34
8006 Zürich
01 273 08 62
stefan.gasser@eteam.ch