



Fotos: Schwager, Aachen

Finanzamtszentrum Aachen

Beleuchtungskonzept der Büroräume mit thermischer Bauteilaktivierung



Autor

Dipl.-Ing. Dr. techn. Ralf Kinkeldey
Bad Pyrmont

Projektverfasser

pbs Planungsbüro Schmitz,
Aachen

Bauherr + Projektleitung

Bau- und Liegenschaften NRW,
Niederlassung Aachen

Haustechnik

Vika Ingenieurgesellschaft GmbH,
Aachen

Fassadentechnik

DS Plan,
Stuttgart

Lichtplaner

Schneevoigt van Dyck,
Düsseldorf

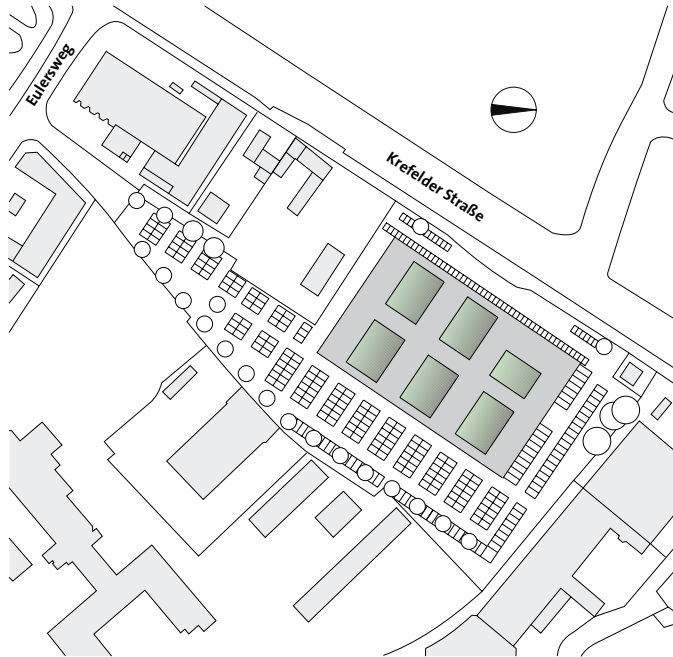
Leuchtenhersteller

Spittler Lichttechnik GmbH,
Goslar

Das Verwaltungsgebäude des Finanzamtszentrums Aachen wurde 2003 als Architekturwettbewerb ausgeschrieben. Unter zehn Teilnehmern ist der Entwurf des Aachener Planungsbüros Schmitz mit dem 1. Preis ausgezeichnet worden. Das Gebäude zeichnet sich durch eine interessante Technische Gebäudeausstattung aus. Insbesondere der BAP-Beleuchtung in den Büroräumen, wurde bei der Planung hohe Aufmerksamkeit geschenkt.



Modellfoto



Lageplan

Das Gebäude für 1100 Mitarbeiter hat nicht nur eine architektonische, sondern auch eine energiesparende Qualität. Büroräume werden natürlich belüftet, die tragende Decke wird zur Beheizung, Kühlung und Wärmespeicherung genutzt. Diese thermische Bauteilaktivierung mit einer Nachtlüftung setzt voraus, dass die Raumgröße diesem Energiekonzept angepasst sein muss.

Gebäude

Das 37 Mio. € teure Verwaltungsgebäude wurde Ende 2005 fertiggestellt, hat eine Höhe von 19,3 m, eine Länge von 118 m und eine Breite von 71 m. Um die Bauzeit zu verkürzen, wurde ein Konzept mit vorgefertigten Bauelementen entwickelt, die auf der Baustelle montiert wurden.

Gebäudecharakteristik

Der Geschosskompaktbau ist unterhalb der Hochbaugrenze. Die Fassade besteht aus rot eingefärbtem sandgestrahltem Sichtbeton mit Holz-Aluminium-Fenster, dazu kommt ein innenliegender Blendenschutz mit Schallschutzverglasung. Die Stahlbaukonstruktion des Gebäudes, das begrünte Flachdach als Umkehrdach, die Geschossdecken in Stahlbeton mit Betonkerntemperierung, sind die wesentlichen Baukonstruktionsmerkmale. Das Material des Fußbodens ist im Erdgeschoss ein Natursteinboden, in den Fluren ein schwarzer und in den Büros ein textiler Bodenbelag. Die vertikale Erschließung erfolgt über vier Haupteerschließungskerne mit Treppenhaus und Aufzugsanlagen. Acht außenliegende Treppenhäuser dienen zur inneren Erschließung für die Mitarbeiter.

Gebäudeenergiebedarf

Der größte Verbrauchssektor mit 40 %, ist der Energieverbrauch zur Raumerwärmung und Raumkühlung in klimatisierten Gebäuden. Eine Verminderung des Energieverbrauches bedeutet auch, eine Verminderung der Schadstoffherzeugung. Um 1 kWh Elektroenergie durch die Verbrennung von Kohle zu erzeugen, entsteht ca. 1 kg CO₂. Nur die Energie, die nicht erzeugt werden muss, ist eine eingesparte Energie. Die hohen Energiekosten zwingen alle Planer von Sanierungspro-



Gesamtansicht mit Hof



Grundriss Erdgeschoss mit Übersicht der Hofgestaltung

jekten und Neubauten, Energiekonzepte zu erstellen, die einen minimalen Energiebedarf ermöglichen. Die Orientierung des Gebäudes, die Fassadengestaltung und die Raumgröße, haben einen wesentlichen Einfluss auf den Energiebedarf. Natürliche Raumbelüftung, Wärmespeicherungsnutzung von Raumabgrenzungen, Möbeln und Leuchten, Bauteilkühlung und Bauteilheizung, Nutzung der Sonnenenergie, Tageslichtlenksysteme, Helligkeitsregelung der Beleuchtung, sind Kriterien, die eine energetische Optimierung ermöglichen.

Thermische Aktivierung von Bauteilen im Gebäude

Verwaltungsgebäude ohne flächendeckende Klimatisierung vermindert die Bau- und Folgekosten. Nicht nur die Unzufriedenheit der Benutzer in klimatisierten Räumen, sondern auch die immer steigenden Energiekosten, erfordern Maßnahmen, die den erforderlichen und gewünschten Komfort möglichst wirtschaftlich und umweltschonend erreichen. Bauliche Maßnahmen, wie z. B. hohes Speichervermögen der Gebäudekonstruktion, wie z. B. tragende Massivdeckensysteme, sind begrenzt wirksam. Tagsüber entstehende Wärmeüberschüsse werden von massiven Bauteilen gespeichert und in der Nacht wieder abgekühlt. Sollte die Nachtauskühlung der speicherfähigen Bauteile nicht ausreichen, so kann dies z. B. über eine natürliche oder mechanische unterstützte Nachtlüftung erfolgen. Erheblich wirkungsvoller ist die direkte Kühlung der Bauteile durch integrierte wasserführende Rohre. Diese so genannte thermische Bauteilaktivierung kann zur Raumkühlung oder Raumheizung eingesetzt werden. Eine ausschließliche Heizung und Kühlung über thermisch aktivierte Bauteile, erfordert eine Begrenzung der äußeren Heiz- und Kühllasten. Beim winterlichen Wärmeschutz bedeutet dies, einen mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der Fassade von $k_{m,F} < 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Zur Begrenzung der äußeren Kühllast ist es erforderlich, das Produkt aus Gesamtenergiedurchlassgrad der Fassade und dem Fensterflächenanteil zu betrachten.

Energieverbrauchswerte des Bürogebäudes BOB

In Büroräumen die auf niedrigsten Energiebedarf ausgelegt sind, wie das Bürogebäude BOB (Balanced Office Building) in Aachen, wo die Heizung und Kühlung des Gebäudes über eine erdgekoppelte Wärmepumpe geschieht, die zusammen mit einer Betonkernaktivierung und kleinen Lüftungsgeräten das gewünschte Raumklima garantiert. Die Betonkernaktivierung bedeutet, dass sich in der tragenden Decke wasserführende Rohre befinden, durch die kaltes und warmes Wasser geleitet wird. In den Sommermonaten speichert die Betondecke tagsüber Wärmeüberschüsse die sich in der Nacht wieder abkühlen.

BOB –Energiebilanz

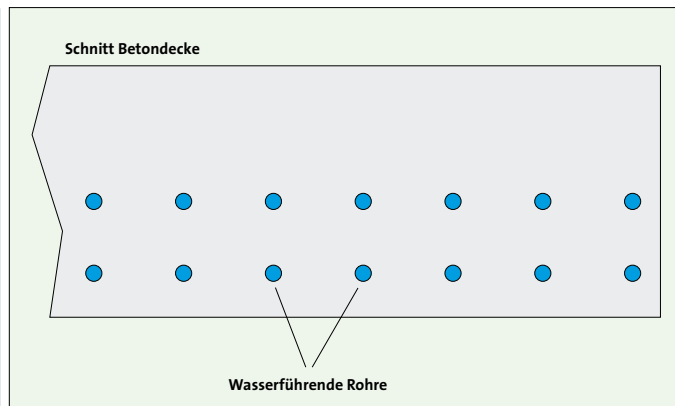
Beleuchtung	9,1 kWh/m ² a
Heizung	8,5 kWh/m ² a
Lüftung	6,6 kWh/m ² a
Kühlung	2,1 kWh/m ² a
Aufzug	0,4 kWh/m ² a
Durchlauferhitzer	
Warmwasser	0,3 kWh/m ² a

Summe 27 kWh/m²a

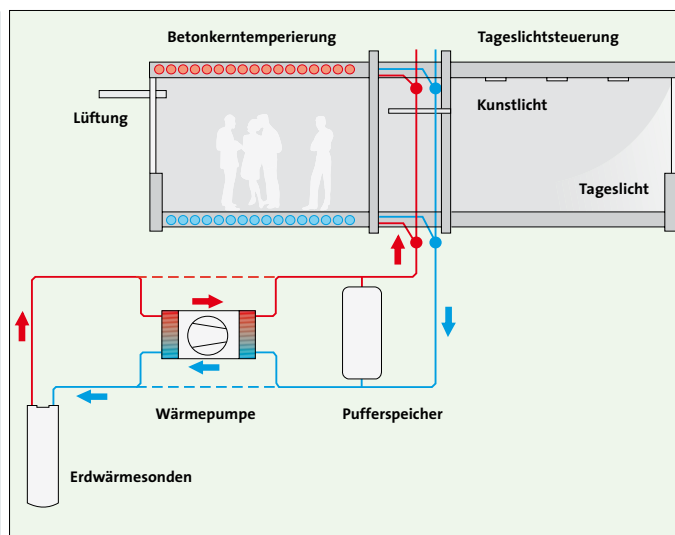
Die Beleuchtung im Bürogebäude BOB wird tageslichtabhängig gedimmt und ganz ausgeschaltet, wenn genügend Tageslicht vorhanden ist. Der Beleuchtungsenergieanteil beträgt 33,7 %.

Energiekonzept des Finanzamtszentrums Aachen

Beheizt wird das Finanzamtszentrum durch Fernwärme und über eine Betonaktivierung wird die Wärme im Gebäude verteilt. Geringe Vorlauftemperaturen sorgen für eine angenehme Temperierung der Räume durch Strahlungswärme. Anhand einer Gebäudesimulation wurde



Prinzip der thermischen Bauteilaktivierung



Integriertes Energiekonzept beim BOB

Entwicklungstendenzen von Bürogebäuden

Die heutigen Energiepreise sollen sich in ca. fünf Jahren verdoppeln. Von dieser Voraussage ausgehend, bedeutet es, dass der Energieverbrauch in allen Bereichen eines Gebäudes und im privaten Haushalt vermindert werden muss. Diese Forderungen werden die Architektur wesentlich beeinflussen. Räume die natürlich belüftet und nur in wenigen Monaten eines Jahres beheizt werden, haben eine niedrigere Geschosshöhe gegenüber klimatisierten Räumen und erreichen dadurch geringere Bau- und Folgekosten. Das Finanzamtszentrum in Aachen, zeigt die Möglichkeit eines verminderten Energieverbrauchs, bei einer lichten Raumhöhe von 2,77 m und einer Geschosshöhe von 3,10 m. Ab ca. 1980 wurden schon verschiedene Gebäude an mehreren Hochschulen energiewirtschaftlich berechnet und Lösungsvorschläge Bauherren, Architekten und Ingenieuren angeboten, jedoch der damalige Trend waren einschalige Glasfassaden und klimatisierte Räume. Weitere Entwicklungen wie die doppelschaligen Glasfassaden folgten, mit der Möglichkeit, dass die Fenster geöffnet werden können. Diese umfangreichen technischen Gegebenheiten bestimmten die Gebäude, der Architekt wurde in seiner Gestaltungsfreiheit eingeeengt. Erst durch die ständig steigenden Energiekosten ergab sich, dass architektonisch gestaltete Raumkonzepte notwendig sind, um die Geschosshöhen zu reduzieren und so, Bau- und Folgekosten einzusparen. Da die Raumabmessungen für die Benutzer am wichtigsten sind und im idealen Büro 5,00 x 5,00 m sein sollen, können durch natürlich belüftete Büroräume, Wünsche und Einsparungen von Kosten, erreicht werden. Unterschiedliche energiesparende Konzepte von Deckensystemen, mit oder ohne thermischer Bauteilaktivierung, verlangen Beleuchtungssysteme, die sich der Raumgröße und dem energiewirtschaftlichen Konzept anpassen können.

festgestellt, dass auf eine künstliche Kühlung der Büros im Sommer verzichtet werden kann. Ausreichend ist die natürliche Gebäudekühlung durch Fensterlüftung in der Nacht. Die während des Tages gespeicherte Wärme in der Betondecke, wird am Abend und in der Nacht abgegeben. Durch die niedrige Nachttemperatur, wird das Massivdeckensystem gekühlt und kann tagsüber Wärmeüberschüsse aufnehmen, um so eine nicht gewünschte Raumtemperaturerhöhung zu verhindern.

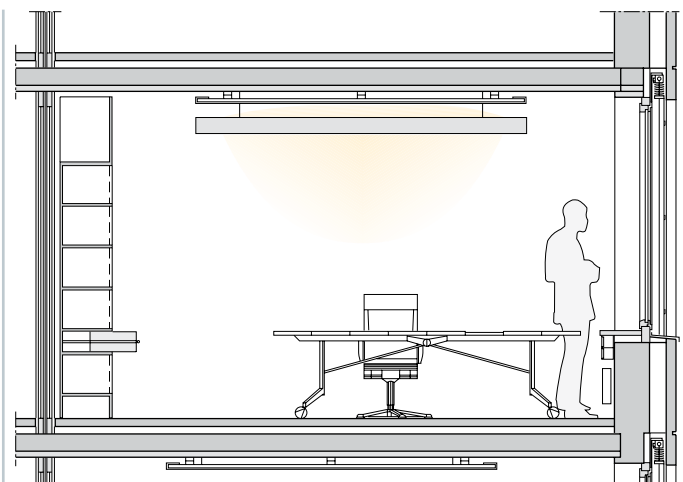
Visuelle Wahrnehmung

Die visuelle Wahrnehmung der Umwelt ist eine spezifische Leistung unseres Sinnessystems. Bei der Betrachtung der möglichen Aufnahme von Informationen aus der Umwelt und wie schnell sie der Mensch verarbeiten kann, gibt es eine physiologische und psychologische Grenze. Nur ein bestimmter Bereich der elektromagnetischen Wellen kann eine Lichtempfindung auslösen, als Empfangsorgan dient das Auge. Dieses ermöglicht durch Veränderung der Pupille und Linse eine Anpassung an die Helligkeit (Adaptation), sowie eine Scharfeinstellung (Akkommodation). Beim Sehprozess gelangen Lichtstrahlen in das Augeninnere bis auf die Netzhaut, wo sie in bioelektrische Energieimpulse umgewandelt und in die Schaltzentralen des Gehirns geleitet werden, die die Optik und Lichtempfindlichkeit des Auges steuern, sowie eine bewusste Wahrnehmung erzeugen, diese löst Empfindungen und Reaktionen aus.

Lichttechnische Forderungen in Büroräumen

Beleuchtung für Bildschirmarbeitsplätze

Unsere Arbeitsbedingungen haben sich durch den Einsatz von Computern und deren Bildschirmen, in vielen Arbeitsbereichen verändert. In Banken, Büros, Hotels etc. werden Daten verarbeitet und „verschickt“. Durch die heutigen Bürotätigkeiten am Bildschirm wird unser visuelles Sinnessystem sehr beansprucht. Eine blendungsfreie Beleuchtung, die weder Glanzerscheinungen im Bildschirm, auf der Tastatur oder auf dem Papier erzeugt und die die Lesbarkeit von Schriftzeichen garantiert, ist erforderlich.



Schnitt eines Büroraums des Finanzamtszentrums Aachen

Kenndaten

Bruttorauminhalt	BRI = 96 400 m ³
Bruttogrundrissflächen	BGF = 29 480 m ²
Nettogrundrissfläche	NGF = 16 670 m ²

Das Gebäude des Finanzamtszentrums Aachen liegt gegenüber dem Aachener Fußballstadion Tivoli und dem Reitstadion.

Sehaufgabe

Die Sehaufgabe wird bestimmt von den Hell- und Dunkelerscheinungen sowie den Farbkontrasten, von der Größe der Details sowie von der Geschwindigkeit und Zeitdauer, mit der die Kontraste wahrgenommen werden. Je schwieriger die Sehaufgabe ist, desto höher muss das Beleuchtungsniveau sein. Der Bereich der Sehaufgabe ist der Teilbereich des Arbeitsplatzes, in dem die Sehaufgabe ausgeführt wird, sie kann in einer horizontalen (z. B. Tisch), vertikalen (z. B. Landkarte) oder geneigten (z. B. Zeichentisch) Ebene liegen. Diese Ebene und die räumlichen Grenzen des Bereichs der Sehaufgabe bestimmen damit auch die Bewertungsfläche. Typische Bereiche der Sehaufgabe im Büro sind Schreibtisch mit Bildschirm, Besprechungstische, Tische mit Bürogeräten (Kopierer, Drucker, Faxgeräte etc.) und vertikale Schrank- und Regalflächen.

Umgebungsbereich

Der unmittelbare Umgebungsbereich ist die sich im Gesichtsfeld befindliche Fläche, die den Bereich der Sehaufgabe direkt umgibt. Dieser Umgebungsbereich muss nach DIN EN 12464-1 mindestens eine Breite von 0,5 m aufweisen und kann damit als ein den Bereich der Sehaufgabe umschließender Streifen aufgefasst werden.

Wartungswert der Beleuchtungsstärke

Der Wartungswert der Beleuchtungsstärke ist der Mittelwert der Anlage, der zu keiner Zeit unterschritten werden darf. Die in DIN EN 12464-1 genormten Werte der Beleuchtungsstärken für den Bereich der Sehaufgabe sind Wartungswerte, d.h. Werte, unter denen die mittlere Beleuchtungsstärke auf einer Bewertungsfläche nicht sinken darf. Durch die Alterung und Verschmutzung von Lampen, Leuchten und den Reflexionsgraden der Raumabgrenzungen, nimmt die Beleuchtungsstärke je nach Betriebszeit ab. Um diese Abnahme zu kompensieren, muss die Neuanlage eine höhere Beleuchtungsstärke aufweisen (Neuwert).

Wartungswert = Neuwert x Wartungsfaktor

Wartungswert der Beleuchtungsstärke auf der Fläche der Sehaufgabe bei Büroarbeiten (Lesen, Datenverarbeiten, CAD-Arbeitsplätze) soll: $E_m = 500 \text{ lx}$ betragen.

Wartungsfaktor WF

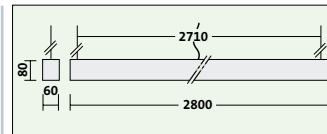
Nach DIN EN 12464-1 muss der Planer den Wartungsfaktor individuell bestimmen. Um den Planungsvorgang zu vereinfachen, werden in Büroräumen Referenz- Wartungsfaktoren wie $WF=0.67$ eingesetzt.

$$WF = LLWF \times LLDW \times LWF \times RWF$$

WF	=	Wartungsfaktor
LLWF	=	Lampenwartungsfaktor
LLDW	=	Lampenlebensdauerfaktor
LWF	=	Leuchtenwartungsfaktor
RWF	=	Raumwartungsfaktor

Direktblendung UGR

Die psychologische Blendung durch Leuchten hoher Leuchtdichte wird mit der UGR-Formel bewertet. Je nach Schwierigkeit der Sehaufgabe soll der Grenzwert UGR_L nicht überschritten werden. Bei Büroarbeiten gilt der Grenzwert $UGR_L = 19$. Die Auswertung der UGR-Formel geschieht mit entsprechender Software und wird dem Planer für die gewünschten Leuchten vom Leuchtenhersteller zur Verfügung gestellt.



Abmessungen der Pendelleuchte



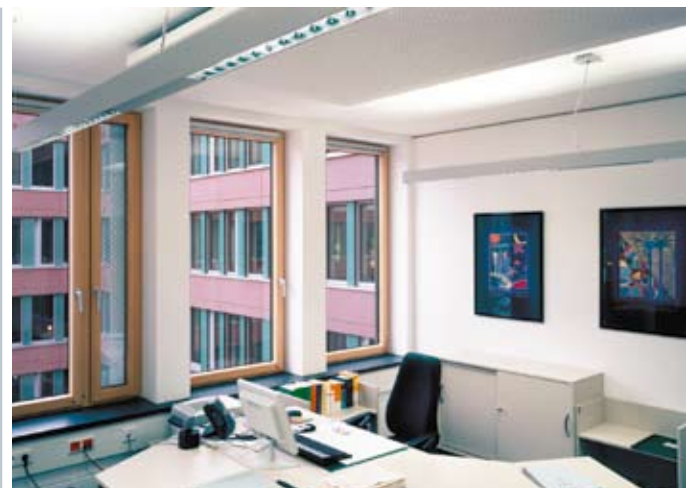
Lineare Pendelleuchte (Spittler)

Reflexblendung (BAP)

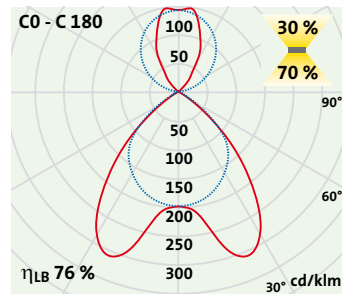
Bildschirme werden aufgrund ihrer Entspiegelungsmaßnahmen und der überwiegend vorhandenen Zeichendarstellungen in Bildschirmklassen eingeteilt. Je besser die Entspiegelung, desto höhere Leuchtdichten der Leuchten, sind zulässig. Ab dem Grenzausstrahlungswinkel von $\gamma > 65^\circ$ (rundum in 15° -Schritten ermittelt) dürfen für mittelgut entspiegelte Bildschirme die mittleren Leuchtdichten der Leuchten 1000 cd/m^2 nicht überschreiten.

Farbwiedergabe

So wie die Farben der Gegenstände und Oberflächen unter Tageslicht erscheinen, sollte die Farbwahrnehmung auch bei der Beleuchtung mit künstlichem Licht sein. Der Farbwiedergabe-Index R_a beschreibt die Qualität von Lampen bei der Wiedergabe von Farben. Dieser bezeichnet das Maß der Übereinstimmung einer Körperfarbe mit ihrem Aussehen unter der jeweiligen Bezugsquelle. Eine Lampe mit $R_a = 100$ gibt alle Farben optimal wieder, bei einem niedrigeren Index werden die Farben verfälscht wahrgenommen. Rote Farben werden dann orange gesehen, grüne Farben werden als gelb wahrgenommen. Bei Büroarbeiten wird der Farbwiedergabe-Index R_a von mindestens 80 gefordert.



Blick in einen Büroraum



LVK der Pendelleuchte Direkt - Indirekt



Eingangsbereich Krefelder Straße

Blendungsbewertung nach UGR

ρ Decke	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Wände	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Boden	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Raumgröße		Blickrichtung quer zur Lampenachse					Blickrichtung längs zur Lampenachse				
2H	2H	17.5	18.3	18.2	19.0	19.7	18.7	19.5	19.3	20.1	20.9
	3H	17.3	18.0	18.0	18.7	19.5	18.4	19.1	19.2	19.8	20.6
	4H	17.2	17.8	17.9	18.5	19.4	18.3	19.0	19.1	19.7	20.5
	6H	17.1	17.6	17.8	18.4	19.2	18.2	18.8	19.0	19.5	20.4
	8H	17.0	17.6	17.8	18.3	19.2	18.1	18.7	18.9	19.4	20.3
	12H	16.9	17.5	17.7	18.2	19.1	18.1	18.6	18.8	19.4	20.2
4H	2H	17.4	18.0	18.1	18.7	19.6	18.4	19.1	19.2	19.8	20.6
	3H	17.2	17.7	17.9	18.4	19.3	18.2	18.7	19.0	19.5	20.4
	4H	17.0	17.5	17.8	18.3	19.2	18.1	18.5	18.9	19.3	20.2
	6H	16.9	17.3	17.7	18.1	19.1	17.9	18.3	18.8	19.1	20.1
	8H	16.8	17.2	17.7	18.0	19.0	17.9	18.2	18.7	19.0	20.0
	12H	16.8	17.1	17.6	17.9	18.9	17.8	18.1	18.6	18.9	19.9
8H	4H	16.8	17.2	17.7	18.0	19.0	17.9	18.2	18.7	19.0	20.0
	6H	16.7	17.0	17.6	17.8	18.8	17.7	18.0	18.6	18.9	19.9
	8H	16.6	16.9	17.5	17.7	18.8	17.7	17.9	18.5	18.8	19.8
	12H	16.6	16.8	17.4	17.6	18.7	17.6	17.8	18.5	18.7	19.7
12H	4H	16.8	17.1	17.6	17.9	18.9	17.8	18.1	18.6	18.9	19.9
	6H	16.6	16.9	17.5	17.7	18.8	17.7	17.9	18.5	18.8	19.8
	8H	16.6	16.8	17.4	17.6	18.7	17.6	17.8	18.5	18.7	19.7

Variation der Beobachterposition für Leuchtenabstände S

S =	1.0H	+1.6/	-5.2	+1.8/	-2.6
	1.5H	+3.0/	-17.2	+2.8/	-9.9
	2.0H	+4.8/	-18.8	+4.6/	-17.8

Standard-Tabelle	BK00	BK00
Korrektursummand	-1.2	-0.1

Korrigierte Blendindizes bezogen auf 4450 lm Gesamtlichtstrom

UGR-Tabellen

Kenndaten des Büroraumtyps A

Büroraumtyp A	16,84 m ²
Raumhöhe	2,77 m
Grundfläche	3,50 m x 4,81 m
Reflexionsgrade	0,82/0,69/0,33
Wartungsfaktor	0,67
Pendelleuchte	2 x 1 x 54 W
Mittlere Beleuchtungsstärken Em Raum:	645 lx
Energiebedarf	2,1 W/m ² / 100 lx

Entwicklung des Profilsystems

Aufgabe des Entwicklungsteams war es, ein Beleuchtungssystem für Büroräume so zu gestalten, dass bestmögliche Arbeitsbedingungen erreicht werden, und dies unter Einsatz von minimalen Kosten (Anschaffungs- und Folgekosten) und unter Berücksichtigung von gesetzlichen und gestalterischen Forderungen. Es wurde ein Profilsystem für beliebige Abhängungen entwickelt, das als Einzelleuchte oder als ein Leuchtensystem, mit endlos aneinander gefügten Leuchten eingesetzt werden kann. Das stranggepresste eloxierte Aluminiumprofil ist rostfrei und hat zwei Hohlkammern, in die elektrische Leitungen, Lichteinsätze und Lichtentblendelemente installiert werden.

Lineares Profilsystem Direkt-Indirekt

Bildet man aus dem Profil eine beliebige Gerade, so spricht man von einem linearen System. Die Pendelleuchte mit einem scharfkantigen rechteckigen Querschnitt 60 x 80 mm und einer Länge von 2800 mm wurde in den ca. 500 Büroräumen des Finanzamtszentrum installiert, die Vorschaltgeräteeinheit ist mittig angeordnet. Die Abhängung erfolgte mit Doppel-Stahlseilen. Die Pendelleuchten wurden in Aachen in der Oberflächenausführung eloxiert EV1 geliefert.

Gewähltes Lichtlenk- und Lichtentblendungs-system

Räume mit unterschiedlichen Raumhöhen und Reflexionsgraden können individuell durch die wählbare Lichttechnik berücksichtigt werden. Die positiven Eigenschaften von verschiedenen Lichtlenksystemen konnten trotz geringen Abmessungen 60 x 80 mm in dem Leuchtensystem vereint werden. Der Reflektor aus Alu-Hochglanz mit einer Gesamtreflexion von 95 %, die wärmebeständige Durchgangsverdrahtung 5 x 1,5 mm und die festen Steckklemmen an beiden Enden für die Leuchtstofflampen T16, sind Teile des Lichteinsatzes. Die verschiedenen Lichtlenksysteme wie direkt, indirekt, direkt-indirekt, sind möglich. Der Lichtingenieur entschied sich für ein Direkt-Indirektes Lichtlenksystem in den Büros. In Räumen, mit oder ohne Bildschirme, kann eine normgerechte und architektonische Gestaltungslösung durch das Profilsystem angeboten werden. Ob Acrylabdeckung oder Raster, mit geringer oder starker Entblendung (BAP), können je nach den Erfordernissen eingesetzt werden. Die lineare Pendelleuchte ist mit einem hochglänzendem Parabolamellenraster aus Reinstaluminium bestückt und entspricht den Anforderungen der europäischen Norm DIN EN 12464-1 und der DIN 5035-7.

Nachweis der normgerechten Entblendung

Die Direktblendung wird nach dem UGR-Verfahren berechnet. In der dargestellten Tabelle wird der Nachweis erbracht, dass die in Aachen eingesetzte lineare Pendelleuchte die festgelegten Grenzwerte für

Büroräume nicht überschreitet. Ab einem Ausstrahlungswinkel von 65° darf die Leuchtdichte der Pendelleuchte 1000 cd/m² nicht überschreiten, damit ist eine Reflexblendung nicht möglich. Der Nachweis erfolgte durch die Darstellungsmethode nach Söllner (Bild rechts).

Nachweis des Wartungswertes der mittleren Beleuchtungsstärke E_m

Der Wartungswert der mittleren Beleuchtungsstärke E_m auf der Fläche der Sehaufgabe, soll nach DIN EN 12 464–1 500 lx betragen.

Nachweis des Energiebedarfes

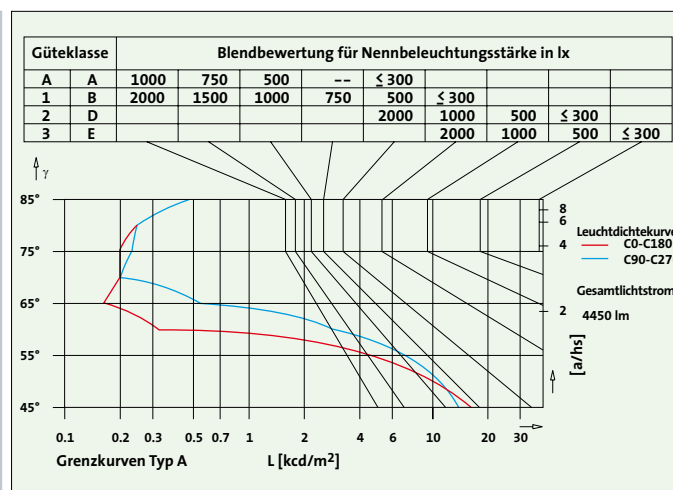
In Büroräumen bis 20 m² und einer Raumhöhe von 2,75 m, wird im Allgemeinen mit einem Energieverbrauch von 2,5 bis 3,0 W/m²/100 lx gerechnet. Diese Werte werden durch den Einsatz der Pendelleuchte mit elektronischem Vorschaltgerät und einem Leuchtenbetriebswirkungsgrad von 76 %, unterschritten. Ein Energiebedarf von 2,1 W/m²/100 lx wurde für den Büroraumtyp A mit 16,84 m² ermittelt. Da der Energiebedarf der Bürobeleuchtung in natürlich belüfteten Gebäuden mit Bauteilaktivierung einen hohen Anteil des Gesamtenergieverbrauchs ausmachen kann, sollte immer eine Beleuchtungsplanung mit realen Werten der Raumabgrenzungen durchgeführt werden. Dimmbare EVG und die individuelle Regelung des Beleuchtungs-niveaus könnten den Energiebedarf der Beleuchtung senken. Bei Sanierungen und Neubauten sind lichttechnische Berechnungen erforderlich und die erarbeiteten Beleuchtungslösungen sollten mit den Mitarbeitern abgestimmt werden.

Vorteile der Bürobeleuchtung des Finanzamtszentrum Aachen

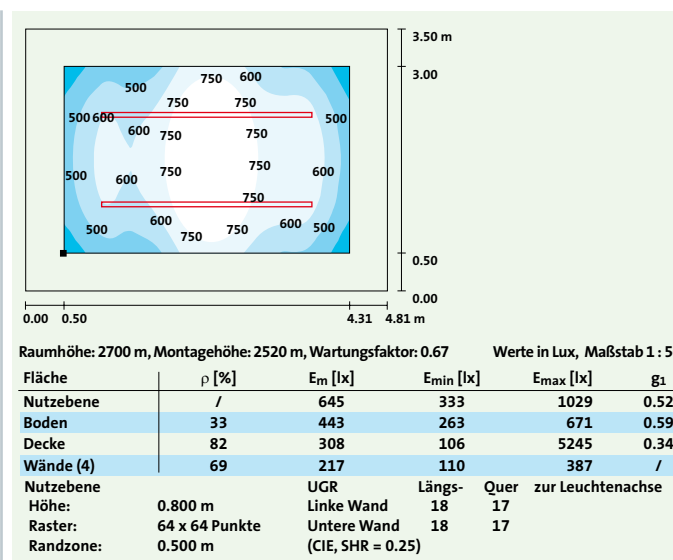
- Die senkrecht zu den Fenstern angeordnete Pendelleuchte ermöglicht eine freie Deckenwahl,
- Die gesamte Decke ist akustisch wirksam,
- Die thermische Bauteilaktivierung der Decke wird durch die Pendelleuchte nicht beeinflusst,
- Material und Gewicht der Pendelleuchte speichern Wärme,
- Gleichmäßige Ausleuchtung durch doppellängige Pendelleuchte mit T16 Lampen 54 W,
- Direktblendung und Reflexblendung sind durch BAP-Raster nicht möglich,
- Hoher Leuchtenbetriebswirkungsgrad von 76 %,
- Einfache Demontage der Leuchte im Büroraum, wenn Trennwände versetzt werden,
- Niedriger Energieverbrauch 21 W/m²/100 lx,
- Geringe Montage- und Wartungskosten,
- Verminderte Verschmutzung durch die Luftzirkulation in der Pendelleuchte,
- Höchste Brandschutzforderungen erfüllt die nicht brennbare Pendelleuchte, Baustoffklasse A.

Fazit

Mehr als 500 Büroräume des Finanzamtszentrums in Aachen, werden mit dem linearen Profilsystem normgerecht beleuchtet. Diese Pendelleuchte Direkt-Indirekt, lenkt und entblendet das Licht der Lampe; das Blendungsbewertungsverfahren UGR erbringt den Nachweis. Der Energiebedarf von nur 2,1 W/m²/100 lx wurde durch die Lichtberechnungen nachgewiesen. Das Energiekonzept und die Büroraumgrößen, wie im Finanzamtszentrum ausgeführt, beweisen, dass sich Architektur und Technik harmonisch vereinen lassen. Eine neue wärmespeichernde Decke, ohne wasserführende Rohre, die im Sommer die Wärme speichert und die im Winter eine kurze Anheizzeit hat, wurde den Studenten der Uni Hannover im WS 2005/2006 in der Architekturpsychologievorlesung vorgestellt.



Söllner-Diagramm



Büroraumtyp A

Literatur

- [1] Dr.-Ing. E. Oesterle und Prof. Dr.-Ing. R. Koenigsdorff DS-Plan GmbH Stuttgart, Thermische Aktivierung von Bauteilen zum Heizen und Kühlen von Gewerbebauten, HLH Bd.50 (1999) Nr. 1 Seite 22 bis 30
- [2] Dr. V. Kienzlen, Dr. J. Görres, Prof. R. Koenigsdorff, Prof. Dr. E. Oesterle, Energiekonzept Stuttgart 21 – Teilgebiet A1 TAB 31 (2000), Nr. 8 Seite 59 ff
- [3] Prof. J. Borisovitsch Aizenberg Energieeinsparung in der Beleuchtung Licht 9 (2001) Seite 806 bis 814
- [4] Dipl.-Phys. C. Obst-Möllering, enervision GmbH Balanced Office Building Aachen Energieeinsparung mit LON
- [5] Balanced Office Building BOB, Vika Ingenieure GmbH
- [6] Broschüre: Finanzamtszentrum Aachen, BLB NRW Aachen
- [7] Stockmar, A., Theorie und Praxis des Wartungsfaktors Licht 6 (2003) Seite 546 und 547
- [8] DIN EN 12 464–1,
- [9] DIALux PlugIn 7/2006, Spittler Lichttechnik GmbH