

Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg

Fachbereich Ökotoxikologie

Studiengang Ökotoxikologie

Energetische Optimierung der Beleuchtungstechnik
in der Hamburger Kunsthalle

- Diplomarbeit -

vorgelegt am 15.03.2005

von

Frieder - Johan Kuhlendahl

Matr.-Nr. 1583978

Betreuung:

Prof. Dr. W. Lichtenberg

Korreferat:

Dipl.-Ing. U. Römer

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Licht und Beleuchtung.....	7
2.1	Größen zur Lichtbewertung.....	7
2.1.1	Lichtstrom	8
2.1.2	Lichtstärke	8
2.1.3	Beleuchtungsstärke	9
2.1.4	Leuchtdichte	9
2.1.5	Kontrastwiedergabefaktor.....	10
2.1.6	Lichtausbeute	10
2.1.7	Lichtfarbe.....	11
2.1.8	Farbtemperatur.....	11
2.1.9	Farbwiedergabeindex.....	12
2.2	Licht und Sehen	12
2.3	Lichtquellen / Lampen	14
2.3.1	Tageslicht	15
2.3.2	Glühlampen	15
2.3.3	Halogenlampen	16
2.3.4	Leuchtstofflampen	17
2.3.5	Hochdruck-Entladungslampen	18
2.3.6	Sonstige Lampen.....	19
2.4	Qualitätsmerkmale der Beleuchtung	19
2.4.1	Beleuchtungsniveau	20
2.4.2	Blendungsbegrenzung.....	20
2.4.3	Harmonische Helligkeitsverteilung.....	21
2.4.4	Lichtfarbe.....	22
2.4.5	Farbwiedergabe.....	22
2.4.6	Lichtrichtung und Schattigkeit.....	22

2.5	Lichtschäden in Museen	23
2.5.1	Entstehung von Lichtschäden	23
2.5.2	Stabilität von Materialien	25
2.5.3	Bewertung von Lichtschäden	26
2.6	Anforderungen an die Beleuchtung von Kunstobjekten	28
3	Basisdatenerfassung und Auswertung	30
3.1	Erfassung von Raumparametern	31
3.1.1	Nutzung	31
3.1.2	Größe	31
3.1.3	Jahresnutzungsdauer	32
3.1.4	Installierte Lichttechnik	34
3.1.5	Kumulierter Korrekturfaktor	34
3.1.6	Beleuchtungsstärke	35
3.2	Berechnung von Kennziffern	35
3.2.1	Spezifische Flächenleistung	35
3.2.2	Jahresenergiebedarf	35
3.3	Betrachtung von Raumgruppen	35
3.3.1	Ausstellungsräume mit Beleuchtung einzelner Kunstwerke (ABE)	36
3.3.2	Ausstellungsräume mit Glasleuchtelementen (AGE) / Kabinette	36
3.3.3	Ausstellungsräume mit Lichtdecke (ALD)	37
3.3.4	Ausstellungsräume mit freistrahrenden Quadraten Typ 1 (AQ1)	39
3.3.5	Ausstellungsräume mit freistrahrenden Quadraten Typ 2 (AQ2)	40
3.3.6	Ausstellungsräume mit freistrahrenden Lichtleisten	40
3.3.7	Sonstige Ausstellungsräume	41
3.3.8	Anderweitig genutzte Räume	41
3.4	Gesamtüberblick	44

Inhalt

4	Ansätze zur Senkung des Energiebedarfs	46
4.1	Nutzung von Tageslicht.....	46
4.1.1	Erfordernisse an die Raumgestaltung	47
4.1.2	Diskussion der Raumeignung.....	47
4.1.3	Technische Maßnahmen	48
4.1.4	Einsparpotenzial	51
4.1.5	Weitere Möglichkeiten	53
4.2	Einsatz von energiesparenden Lampen.....	53
4.2.1	Geeignete Lampen und Leuchten	54
4.2.2	Einsparpotenzial	59
4.3	Verringerung der Einschaltzeit	61
4.3.1	Technische Voraussetzungen	62
4.3.2	Betrachtung der Räume in Alt- und Neubau	64
4.3.3	Einsparpotenzial	66
4.4	Reduktion der Lampenanzahl in den Glasleuchtelementen	67
4.4.1	Technische Möglichkeiten	67
4.4.2	Einsparpotenzial	68
4.5	Weitere Maßnahmen.....	69
4.5.1	Entwicklung von alternativen Beleuchtungskonzepten	69
4.5.2	Installation von Bewegungsmeldern in den Sanitärräumen.....	69
4.5.3	Schulung der Mitarbeiter	70
5	Bilanz	71
	Zusammenfassung / Abstract.....	74
	Abbildungsverzeichnis.....	76
	Tabellenverzeichnis.....	77
	Literaturverzeichnis	78
	Printmedien	78
	Sonstige Quellen.....	79

1 Einleitung

Die Umweltbehörde der Stadt Hamburg hat 2004 das Projekt „Analyse und Erschließung nicht-, geringinvestiver und investiver Energiesparpotentiale für die Hamburger Kunsthalle“ gestartet, um dort den Energieeinsatz zu optimieren. Dieses Projekt umfasst alle in der Kunsthalle vorhandenen technischen Einrichtungen (Heizung, Klimatisierung, Beleuchtung). Projektpartner für dieses Projekt ist die Firma „Ingenieur- und Beratungsgesellschaft für Organisation und Technik mbH“ –kurz „ibek“ aus Bremen (Geschäftsführer Herr Dipl.-Ing. U. Römer). Derzeit werden in der Kunsthalle insgesamt ca. 3,3 Mio. kWh an elektrischem Strom pro Jahr verbraucht. Sehr hilfreich war die Aufgeschlossenheit des Technischen Leiters der Hamburger Kunsthalle - Herr R. Suerbaum.

Die Kunsthalle stellt auf Grund ihrer Nutzung und baulichen Struktur ein diffiziles Umfeld für Energieeinsparungen dar. Zum einen handelt es sich um ein Gebäude, in dem Kunstwerke ausgestellt werden. Diese Nutzung stellt bestimmte Anforderungen an Beleuchtung und Klima. Zum zweiten besteht die Kunsthalle aus drei Gebäuden, die aus verschiedenen Epochen (Fertigstellung 1869, 1922, 1996) stammen.

Diese Arbeit stellt den Teil dieses Projekts vor, der die Beleuchtungstechnik und ihren Energiebedarf betrachtet. In Zusammenarbeit mit dem Hauptprojektpartner (vor allem Herrn Dipl.-Ing. T. Böttjer) sollen konkrete Vorschläge zur Reduktion des für die Beleuchtung notwendigen Energieeinsatzes gemacht werden, die auf aktuellen Daten basieren und wirtschaftlich sinnvoll sind. Der Aspekt der speziellen Anforderungen an Beleuchtung in Kunstausstellungen spielt bei einer energetischen Optimierung der Beleuchtungstechnik eine wichtige Rolle.

Einleitung

Im ersten Teil der Arbeit werden Grundlagen der Beleuchtungstechnik herausgearbeitet. Davon ausgehend werden Regeln für die Beleuchtung in der Hamburger Kunsthalle aufgestellt. Da keine konkreten Angaben über die Beleuchtung der einzelnen Räume vorhanden sind, werden im zweiten Teil Daten zur installierten Beleuchtungstechnik gesammelt. Diese Daten werden ausgewertet. Der letzte Teil betrachtet exemplarisch an einzelnen Raumgruppen mögliche Maßnahmen zur energetischen Optimierung. Diese werden auf ihre Umsetzbarkeit und wirtschaftliche Effizienz überprüft.

2 Licht und Beleuchtung

Dieses Kapitel betrachtet zunächst die allgemeine Bewertung von Beleuchtung und beschreibt vorher die Faktoren (physikalisch, wahrnehmungstechnisch), die einen Einfluss auf die Bewertung haben. Aus ihnen werden Anforderungen für die Beleuchtung in der Kunsthalle abgeleitet.

2.1 Größen zur Lichtbewertung

„Als Licht wird der Teil des elektromagnetischen Spektrums bezeichnet, der im Auge eine Hellempfindung hervorruft.“ Lichtstrahlung hat zum einen bei ihrer Ausbreitung den Charakter einer periodischen Schwingung und breitet sich im homogenen Medium linear aus. Zum anderen hat Licht den Charakter eines Teilchens (Lichtquant, Photon), welches in Wechselwirkung mit anderer Materie tritt (Absorption). Die Energie die ein Lichtquant transportiert wird durch folgende Formel beschrieben:

$$W = h \cdot f, \quad (h = \text{Planksches Wirkungsquantum}, f = \text{Frequenz})$$

Der Zusammenhang zwischen Frequenz ν und Wellenlänge λ ist

$$c = \lambda \cdot f$$

Im elektromagnetischen Spektrum umfasst das sichtbare Licht im Bereich der Wellenlängen von 380 nm (violett) bis 780 nm (rot). Unterhalb einer Wellenlänge von $\lambda = 380$ nm wird von ultravioletter (UV) Strahlung gesprochen, oberhalb von $\lambda = 780$ nm von Infrarot-(IR) Strahlung.

(Baer, S. 11, 1999)

Alle drei Strahlungen bilden zusammen die „Optische Strahlung“. (Hilbert, S. 14, 1987)

Licht und Beleuchtung

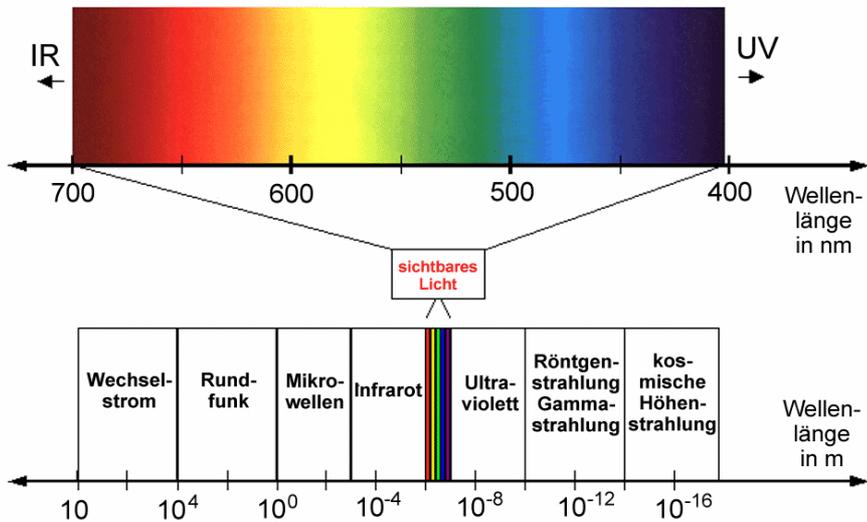


Abbildung 1: Licht im Spektrum

(<http://www.digitalefolien.de/biologie/mensch/sinne/spektrum.html>)

2.1.1 Lichtstrom

Der Lichtstrom Φ ist ein Maß für die gesamte von einer Lichtquelle abgegebene Strahlungsleistung, bewertet mit dem menschlichen Helligkeitsempfinden. Die Lichtquelle ist im idealen Fall punktförmig, das heißt es handelt sich um einen einzelnen Punkt im Raum der Licht aussendet. Dieses Verhalten zeigt in der Realität eine Glühlampe aus einer ihrer Abmessung gegenüber großen Entfernung.

(Banda, S. 5, 1999)

Die Einheit des Lichtstroms ist das Lumen (lm).

2.1.2 Lichtstärke

Die Lichtstärke I gibt an, wie viel Lichtstrom in eine bestimmte Richtung von einer Lichtquelle ausgestrahlt wird, da der Lichtstrom bei den meisten Lampen nicht isotrop ist. Sie hat die Einheit Candela (cd) und wird als Quotient von Lichtstrom Φ und Raumwinkel Ω berechnet.

(Baer, S. 17, 1999)

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}, [I] = \text{cd} = \text{lm} / \text{sr}$$

Licht und Beleuchtung

Um Ein- oder Ausstrahlung zu beschreiben, wird der Raumwinkel Ω verwendet. Mit dem Raumwinkel beschreibt man die Größe eines pyramiden- oder kegelförmigen Winkelbereichs, der aus einer Kugel um diesen Punkt herausgeschnitten wird. Die Größe des Raumwinkels wird durch den Quotienten aus einer beliebig umgrenzten Fläche auf der Kugeloberfläche und aus der Oberfläche der zugehörigen Vollkugel beschrieben.

(Ris, S. 16, 1999)

$$\Omega = \frac{A}{r^2}$$

Die Einheit des Raumwinkels ist der Steradian (sr).

2.1.3 Beleuchtungsstärke

Der Quotient des Lichtstroms Φ , der auf eine Fläche fällt, und der damit beleuchteten Fläche A ist die Beleuchtungsstärke E mit der Einheit Lux (lx):

$$E = \frac{\Phi}{A}, [E] = \text{lx} = \text{lm} / \text{m}^2$$

Die Richtung, aus der das Licht einfällt, ist für die Beleuchtungsstärke nicht von Bedeutung.

(Ris, S.16, 1999)

2.1.4 Leuchtdichte

Eine leuchtende Fläche A hat eine bestimmte Helligkeit. Diese wird als Leuchtdichte L bezeichnet und hat die Einheit cd / m^2 . Die Leuchtdichte ist abhängig vom Winkel zwischen dem betrachtenden Auge und der strahlenden Fläche. Aus den Leuchtdichten aller Flächen im Gesichtsfeld ergibt sich der Helligkeitseindruck, der von der gesamten Beleuchtung erzeugt wird. (Ris, S. 37 f, 1999)

$$L = \frac{I}{A \cdot \cos \alpha}$$

2.1.5 Kontrastwiedergabefaktor

Ein Gegenstand wird wahrgenommen, wenn er sich durch Farbe oder Kontrast von seiner Umgebung unterscheidet. Hierzu sollte sich die Leuchtdichte des Gegenstands von der Umgebungsleuchtdichte unterscheiden, um angenehmes Sehen zu ermöglichen. Zu große Unterschiede können zu Blendungen führen. „Der Leuchtdichtenkontrast einer Sehaufgabe ist somit ein Maß für die Wahrnehmbarkeit eines Objektes.“ (Ris, S. 30 f, 1999)

$$C = \frac{L_U - L_D}{L_U} \quad (C = \text{Leuchtdichtenkontrast, } L_U = \text{Leuchtdichte der Umgebung, } L_D =$$

Leuchtdichte des Sehdetails)

Der Kontrastwiedergabefaktor ist ein Güte Merkmal der Innenraumbeleuchtung. Er wird in Stufen eingeteilt (1 bis 3) und wie folgt berechnet (Ris, S. 31, 1999):

$$CRF = \frac{C}{C_0} \quad (CRF = \text{Kontrastwiedergabefaktor, } C = \text{Leuchtdichtenkontrast, } C_0 = 0,91$$

(festgelegter Referenzkontrast))

2.1.6 Lichtausbeute

Die Lichtausbeute ist ein Maß für den Wirkungsgrad einer Lampe. Sie wird berechnet als Quotient der abgestrahlten Lichtstrom Φ und der aufgenommenen elektrischen Leistung. (Ris, S. 32, 1999)

$$\eta = \frac{\Phi}{P_{el}} \text{ in } \frac{lm}{W}$$

Im Gegensatz zum Wirkungsgrad hat die Lichtausbeute die Einheit lm / W, da die abgegebene Leistung in einer anderen Einheit angegeben wird als die aufgenommene. (Folkerts/Friedrich, S. 94, 1988)

Der Quotient aus Lichtstrom Φ und Gesamtstrahlungsleistung Φ_e bildet das Photometrische Strahlenäquivalent K . Es gibt an, wie groß der Teil des Lichtstroms (sichtbares Licht) an der Strahlungsleistung (einschließlich UV und IR) ist. (Hilbert, S. 19, 1987)

$$K = \frac{\Phi}{\Phi_e}$$

2.1.7 Lichtfarbe

Die Lichtfarbe hängt von der Wellenlänge des Lichtes ab. Die Farbe variiert von violett (ab $\lambda = 380$ nm) über blau, grün, gelb zu rot (bis $\lambda = 780$ nm). Weißes Licht lässt sich aber durch Überlagerung verschiedener Lichtfarben erzeugen. Mittels eines Prismas lässt sich weißes Licht in Farben zerlegen. (Ris, S. 32 f, 1999)

Durch die Mischung der drei Lichtfarben Violett, Grün und Rot lassen sich verschiedene Lichtfarben erzeugen (Additive Farbmischung). (Ris, S. 32 f, 1999) „Die Eigenfarbe eines beleuchteten Körpers ist dadurch bestimmt, dass die Oberfläche bestimmte Farbanteile des auftreffenden Lichts „verschluckt“ und nur den Rest reflektiert – das Licht wird gefiltert („subtraktive Farbmischung...“). (Lichtenberg, S. 300, 01)

2.1.8 Farbtemperatur

Die Farbe von Licht, das nicht monochromatisch ist (z.B. bei einer Lampe), muss durch Angabe der spektralen Intensitätsverteilung beschrieben werden. Die Farbtemperatur T_F charakterisiert diese Lichtfarbe. Ihr zugrunde liegt als Vergleichsobjekt der Schwarze Körper, der bei Erhitzung auf unterschiedliche Temperaturen ganz bestimmte Farben annimmt. Diese variiert von Dunkelrot über Weiß bis zu bläulich bei extrem hohen Temperaturen. Stimmt die Lichtfarbe mit der Farbe des leuchtenden Körpers überein, wird der Lichtfarbe die Temperatur des Körpers in K (Kelvin) zugeordnet.

Eine Glühlampe sendet rötlich-weißes Licht aus und hat eine Farbtemperatur von etwa 2800 K, eine neutralweiße Leuchtstofflampe eine von etwa 4000K.

DIN 5035-1 teilt das weiße Lampenlicht in drei Gruppen:

warm- weiß (ww) bei $T_F < 3300$ K

neutral- weiß (nw) bei $3300 \text{ K} < T_F < 5000\text{K}$

Licht und Beleuchtung

tageslicht- weiß (tw) bei $T_F > 5000K$

(Ris, S. 33 f, 1999)

2.1.9 Farbwiedergabeindex

Der Farbwiedergabeindex R_a gibt als Maßzahl an, wie gut das Licht einer Lampe die eigentliche Farbe eines beleuchteten Gegenstands wiedergibt. Er ist abhängig von der Spektralverteilung der Intensität des Lampenlichts. Fehlt eine Farbe, kann ein Gegenstand dieser Farbe farblich nicht identifiziert werden. Als Bezugsstrahler dient wieder der Schwarze Strahler, bzw. ab $T_F > 5000K$ das natürliche Tageslicht. Ein Farbwiedergabeindex von 100 ergibt sich, wenn die Farbwiedergabe der der Lichtquelle praktisch nicht von der des Bezugsstrahlers abweicht. (Ris S. 34 f, 1999)

Tabelle 1: Einteilung der Farbwiedergabeindizes nach CIE und DIN

Farbwiedergabe- eigenschaften	Farbwie- dergabestu- fe	Farbwiedergabe- index R_a	Lampenbeispiele
sehr gut	1A	≥ 90	Glühlampen
	1B	80 – 89	Dreibanden- Leuchtstofflampe
Gut	2A	70 – 79	spez. Leuchtstofflampen
	2B	60 – 69	Halogen- Metaldampflampen
Genügend	3	40 – 59	Quecksilberdampflampen
Ungenügend	4	20 – 39	Na- Hochdrucklampen

(Ris S. 36, 1999)

2.2 Licht und Sehen

Neben den bisher beschriebenen physikalischen Gegebenheiten wird die Empfindung des Lichts auch durch das Auge des Betrachtenden beeinflusst. Die entsprechenden Hintergründe hierzu werden in diesem Abschnitt beschrieben.

Im menschlichen Auge wird Licht von zwei unterschiedlichen Rezeptoren wahrgenommen. Die Zapfen reagieren vor allem auf Farbreize, während die Stäbchen die

Licht und Beleuchtung

Helldunkelempfindung erkennen. Sie sind deutlich (etwa 10 000mal) lichtempfindlicher als die Zapfen. Die Zapfen registrieren erst ab einer Leuchtdichte von 3 cd/m^2 eine eindeutige Farbe, volle Farbempfindlichkeit wird erst ab 10 cd/m^2 erreicht. Von „bestem Farbsehen“ spricht man ab 50 cd/m^2 , das mit höherer Leuchtdichte weiter zunimmt (Waller, S. 3, Internet 1). Für das Auge ist also entscheidend, wie viel Licht vom Gegenstand (Exponat) zurückgesandt wird.

Die Zapfen haben drei Sehpigmente für die Farben Blau, Grün und Rot. Eine Reizung der roten Pigmente erzeugt die Empfindung „Rot“, eine gleichzeitige der roten und grünen die Empfindung „Gelb“.

Die Hellempfindlichkeit der Zapfen ist bei der Lichtfarbe gelbgrün ($\lambda = 550 \text{ nm}$) am größten. Auch eine quantitativ physikalisch intensivere Strahlung z.B. im Farbbereich Blau würde als weniger hell empfunden werden. In diesem Bereich erreicht Empfindlichkeit der Stäbchen ihr Maximum.

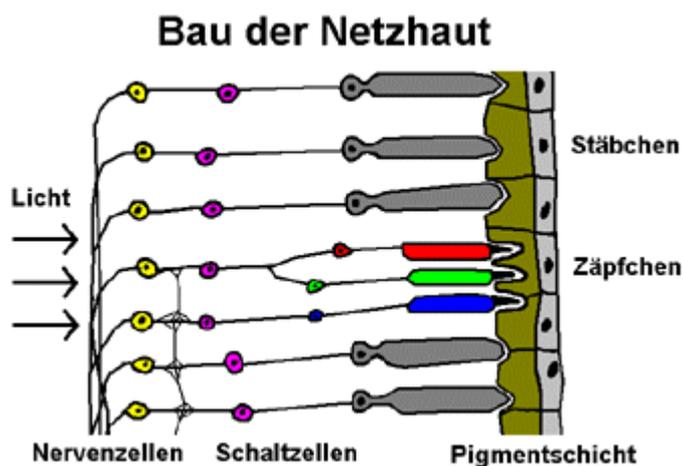


Abbildung 2: Aufbau der Netzhaut

(<http://www.seilnacht.com/Lexikon/Netzhaut.gif>)

Diese Umstände werden bei Helligkeitsmessungen berücksichtigt. In Helligkeitsmessern (Luxmeter) sind Photozellen eingebaut, die eine ähnliche spektrale Empfindlichkeit wie das menschliche Auge haben.

Die volle Sehschärfe wird erst ab 100 cd/m^2 erreicht, das heißt, erst ab dieser Leuchtdichte wird das volle Auflösungsvermögen des Auges erreicht. Diese Fähigkeit nimmt bei geringerer Leuchtdichte ab.

Licht und Beleuchtung

Eine generelle Sehwarnnehmung ist bei Leuchtdichten zwischen 10^{-6} cd/m² und 10^5 cd/m² möglich. Die Fähigkeit zur Anpassung an die mittlere Leuchtdichte wird Adaption genannt. Bei Leuchtdichten von 10^2 cd/m² bis 10^4 cd/m² ist die Sehleistung gut.

Eine Blendung wird wahrgenommen, wenn direktes Licht ins Auge fällt und sich das Auge nicht an die Lichtbedingungen anpassen kann, da nicht genügend Zeit zur Adaption zur Verfügung steht oder der Abstand zum betrachteten Sehobjekt zu gering ist.

(Ris, S. 41 ff, 1999; Waller, S. 3 f, Internet 1)

2.3 Lichtquellen / Lampen

Im Allgemeinen wird Licht auf drei verschiedene Weisen erzeugt. Der wichtigste Effekt, der hierzu verwendet wird, ist die Temperaturstrahlung. Diese beruht auf dem Phänomen, dass Stoffe (fest, flüssig, gasförmig) bei hoher Temperatur Energie abstrahlen. Ein Teil dieser Energie wird im Wellenlängenbereich von Licht abgestrahlt und erzeugt so alle Farben des Spektrums. Die meisten Lichtquellen gehören zu den Temperaturstrahlern, so die Sonne, Glüh- oder Halogenlampen.

Eine zweite Art, Licht zu erzeugen, ist die Verwendung der Lumineszenz. Hierbei kollidieren Atome mit Elektronen und werden energetisch angeregt. Bei der Rückkehr in ihren Ausgangszustand wird Energie in Form von Photonen ausgesendet. Leuchtstofflampen arbeiten nach diesem Prinzip. Die primäre Strahlung entsteht im UV- Bereich. Sie wird am Leuchtstoff sichtbare Strahlung umgewandelt.

Durch eine Gasentladung kann auch unmittelbar sichtbares Licht erzeugt werden. Bei Natrium- oder Quecksilberdampf-Lampen wird dieses Verfahren genutzt.

(Hilbert, S. 20, 1987)

Die einzelnen Lichtquellen werden in den folgenden Abschnitten (2.3.1 - 2.3.6) detailliert beschrieben.

2.3.1 Tageslicht

Das Tageslicht stammt aus zwei Lichtquellen, zum einen aus der Sonne, zum anderen von den Wolken und dem Himmel, die von ihr angestrahlt werden.

Ähnlich der Temperatur auf ihrer Oberfläche hat das Licht der Sonne eine Farbtemperatur von etwa 6 000 K. Das Sonnenlicht befindet sich damit im Temperaturbereich von tageslichtweißem Licht, kann aber bei Morgen- oder Abendrot auch geringere Temperaturen aufweisen und erscheint dann rötlich. Sein Spektrum umfasst Wellenlängen von 160 bis 5 000 nm, kurzwelligeres UV- Licht wird durch die Ozonschicht zum Großteil herausgefiltert. In Deutschland liegt die Beleuchtungsstärke der Sonne bei 20 000 lx (Winter) bis zu 100 000 lx (Sommer). Bei bedecktem Himmel reduzieren sich diese Werte auf 5 000 lx (Winter) und 20 000 lx (Sommer).

Das Wolken- und Himmelslicht entsteht dadurch, dass Sonnenlicht durch die Luftmoleküle in der Erdatmosphäre gestreut wird. Der Himmel streut vorzugsweise blaues Licht und erscheint uns daher blau. Die Streustrahlung des Himmels enthält außerdem viel energiereiche UV- Strahlung. Wolken erscheinen weißlich. Bei ihnen wird das langwellige Sonnenlicht durch Wassertröpfchen oder Staub gestreut. Das Licht eines klaren Himmels hat Farbtemperaturen von etwa 15 000 - 20 000 K. Das Tageslicht hat eine sehr gute Farbwiedergabequalität.

(Waller, S. 2, Internet 3; Hilbert, S. 21 f, 1987; Ris, S. 17, 1999)

2.3.2 Glühlampen

In einer Glühlampe wird ein Wolframdraht durch elektrischen Strom auf ca. 2 600 - 3 000 K zur Weißglut erhitzt. Um ein Verbrennen des Drahtes zu verhindern, ist der Lampenkolben mit einem Gasgemisch gefüllt, das keinen Sauerstoff enthält. Dennoch verdampft die Glühwendel mit der Zeit und brennt durch. Ungedimmte Glühlampen haben eine Lebensdauer von etwa 1 000 h. Die Farbwiedergabequalität diese Lampen ist im Allgemeinen sehr gut (Klasse 1A - 1B).

Glühlampen können gedimmt werden, das heißt der Lichtstrom kann reduziert werden. Dieses geschieht im einfachsten Fall durch eine Senkung der Betriebs-

Licht und Beleuchtung

spannung, z.B. durch einen Schiebewiderstand, oder durch einen elektronischen Dimmer (energetisch günstiger). Durch Dimmen verlängert sich die Lebensdauer.

Die Energiebilanz dieser Lampen ist mäßig, da bei der Umwandlung von elektrischer Energie in Lichtstrahlung vorwiegend Wärmestrahlung erzeugt wird. Diese Wärme wird an die Umgebung abgegeben, außerdem findet Konvektion statt. Die Energiebilanz einer Glühlampe lautet dementsprechend:

$P = \Phi_e + \Phi_k$ (P = zugefügte elektrische Energie, Φ_e = gesamte Strahlungsleistung, Φ_k = konvektiver Wärmestrom)

Angesichts des großen Anteils an Wärmestrahlung haben diese Lampen nur eine Lichtausbeute von 9 - 19 lm / W und eine Strahlungsäquivalenz von 225 lm/ W. Der Wirkungsgrad als Quotient von Lichtleistung und elektrischer Leistung beträgt nur etwa 3%.

Diese Werte können durch Füllung des Kolbens mit einem schweren Gas (Krypton) unter hohem Druck um ca. 10% verbessert werden.

(Waller, S. 3, Internet 3; Hilbert, S. 26 , 1987; Ris, S. 60 ff, 1999)

2.3.3 Halogenlampen

Bei Halogenlampen liegt die Wendeltemperatur deutlich höher als bei herkömmlichen Glühlampen. Diese Lampen sind mit einem Halogengas gefüllt, das ein Verdampfen der Glühwendel und einen Niederschlag an der Kolbeninnenseite verhindert. Die Lebensdauer dieser Lampen liegt bei 1 500 - 4 000 h in ungedimmtem Zustand. Das Spektrum der Halogenlampen ist etwas in den kurzwelligeren Bereich verschoben, sodass die Farbtemperatur bei ca. 2800 - 3100 K liegt. Es enthält weniger IR- dafür mehr UV- Licht.

Auch bei den Halogenlampen liegt die Farbwiedergabequalität im sehr guten Bereich. Die Lichtausbeute ist mit 15 - 25 lm/ W fast doppelt so hoch wie bei normalen Glühlampen.

Halogenlampen können auch bei 12 V betrieben werden (sog. Niedervoltlampen), dann wird ein Transformator als Vorschaltgerät benötigt. Reflektoren werden bei

Licht und Beleuchtung

diesen Lampen oft eingesetzt, um den Lichtkegel auf einen Öffnungswinkel 8 - 60° zu richten. Kaltlichtreflektoren („Cool Beam“) reflektieren nur die Lichtstrahlung und geben einen Teil der IR- Strahlung in andere Richtungen ab, sodass bis zu zwei Drittel der Wärme nicht in Lichtrichtung abgegeben werden.

(Waller, S. 3 f, Internet 3; Ris, S. 65 f, 1999)

2.3.4 Leuchtstofflampen

Eine Leuchtstoffröhre ist bei niedrigem Druck mit Quecksilberdampf und einem Edelgas gefüllt. „An den Rohrenden befinden sich Kathoden aus Wolframdraht.“ (Waller, S. 1, Internet 4) Beim Einschalten werden die Kathoden vorgeheizt und über Spannung angeregt, sodass sie Elektronen aussenden. Diese treffen auf ihrem Weg auf die Quecksilberatome und regen diese an. Bei der Rückkehr in ihren Normalzustand senden sie hauptsächlich UV- Strahlung aus. An der Innenseite der Röhre wird diese Strahlung durch Fluoreszenz des Leuchtstoffes in sichtbares Licht umgewandelt. Der Teil der UV- Strahlung, der durch die Leuchtschicht und das Glas hindurch kommt, kann mit Filtern absorbiert werden.

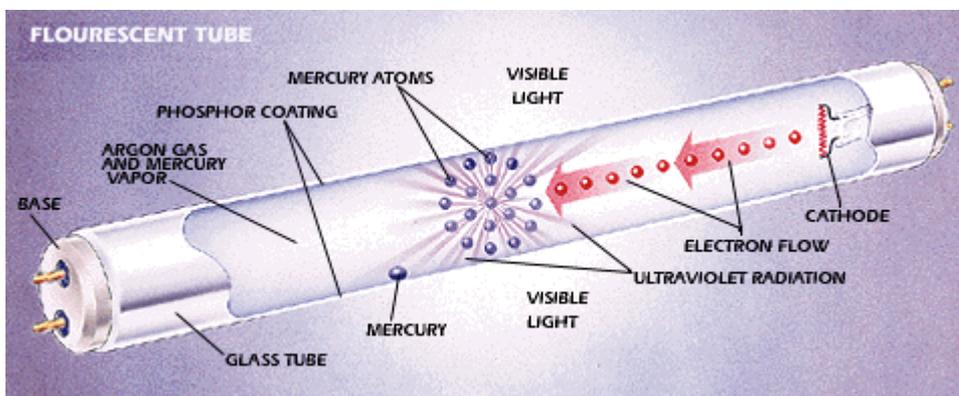


Abbildung 3: Funktionsprinzip einer Leuchtstofflampe

(Waller, Internet 3)

Zum Betreiben dieser Lampen sind Vorschaltgeräte und Starter notwendig. Diese sorgen dafür, dass beim Einschalten die Startbedingungen vorliegen, um Elektronen den Austritt zu ermöglichen. Nachdem der Stromfluss eingesetzt hat, schaltet der Starter ab und das Vorschaltgerät sorgt für einen konstanten Stromfluss. In diesen Vorschaltgeräten wird ein Teil der Energie in Wärme umgesetzt.

Als Konventionelle Vorschaltgeräte (KVG) werden Drosselspulen verwendet; sie erfüllen zusammen mit dem Starter alle Anforderungen. Heute werden häufiger sog. Verlustarme Vorschaltgeräte (VVG) verwendet, bei denen verlustärmere Materialien verwendet werden. Energetisch noch günstiger sind Elektronische Vorschaltgeräte (EVG). Sie arbeiten mit Hochfrequenz- Wechselfspannung, haben eine eigene Zündeinrichtung und überwachen den Betrieb der Lampe. Während an KVG's eine Verlustleistung von etwa 20% auftritt, liegt diese bei VVG's bei 15% und bei EVG's bei nur 10%. EVG's sind darüber hinaus die einzigen Vorschaltgeräte, die in dimmbaren Versionen lieferbar sind.

Leuchtstoffröhren gibt es in diversen Ausführungen, so in den Lichtfarben tageslichtweiß, neutralweiß und warmweiß. Je nach Zusammensetzung der Leuchtstoffe haben sie Farbwiedergabestufen zwischen 1A und 3. Die Lichtausbeute kann bei bis zu 100 lm/W liegen, die Lebensdauer bis zu 10 000 Stunden betragen.

Neben den herkömmlichen Leuchtstoffröhren gibt es auch sog. Kompakt- Leuchtstofflampen. Diese stellen eine Alternative zu den Standardglühlampen dar, da sie oft mit Schraubsockel hergestellt werden. In vielen Fällen sind die Vorschaltgeräte integriert. Entscheidender Nachteil diese Lampen ist die fehlende Möglichkeit, ihr Licht zu bündeln und sie so in Strahlern zu verwenden, welche zur gezielten Beleuchtung einzelner Gemälde verwendet werden.

(Waller, S. 1 ff, Internet 4; Ris, S. 70 ff, 1999)

2.3.5 Hochdruck-Entladungslampen

Wie bei Leuchtstofflampen entsteht in Entladungslampen das Licht durch Gasentladung. Beide unterscheiden sich darin, dass bei Leuchtstofflampen die entstehende Strahlung noch durch den Leuchtstoff in sichtbares Licht umgewandelt werden muss. Da bei diesem Schritt ein Teil der Energie in Wärme umgesetzt wird, gehören Entladungslampen zu den energieeffizientesten Lampen

Zu den Entladungslampen gehören die Natriumdampflampen, die Quecksilberdampflampen und die Halogenmetaldampflampen. Natriumdampflampen haben eine sehr gute Lichtausbeute (bis zu 130 lm/ W). Da sie das für Natrium typische orange Licht aussenden, sind sie mit ihrer geringen Farbwiedergabe (Stufe 4) nur

Licht und Beleuchtung

schlecht einzusetzen. Quecksilberdampflampen haben zwar eine Lichtfarbe von warm- bis neutralweiß, allerdings erreichen sie nur die Farbwiedergabeklasse 3. Bestimmte Halogenmetallampfen sind dagegen gut zur anspruchsvollen Beleuchtung einzusetzen. In diesen wird mit einer Lichtausbeute von 62 - 100 lm / W Licht mit Farbwiedergabestufe 1A erzeugt, bei tageslichtweißer Farbe.

(Waller, S. 1 f, Internet 5; Ris, S. 99 ff, 1999)

2.3.6 Sonstige Lampen

Eine weitere Methode der Lichterzeugung ist der Einsatz von LED's (Light emitting diodes). Diese ist heute erst von geringer Bedeutung, jedoch sehr energieeffizient. Hierfür müssen allerdings Abstriche bei der Farbwiedergabe gemacht werden. (Waller, S. 3 f, Internet 5)

Bei Schwefellampen entsteht Licht, indem eine Schwefelkugel mit Mikrowellen angeregt wird. Hierbei wird sonnenlichtähnliches weißes Licht ausgesendet. Diese Lampen haben mit einer Lichtausbeute von 80 - 135 lm/ W eine sehr gute Lichtausbeute und eine lange Lebensdauer (bis zu 60000h). Auch diese Methode wird in der Praxis wenig eingesetzt.

(Waller, S. 5, Internet 5)

2.4 Qualitätsmerkmale der Beleuchtung

Die Qualitätsanforderungen an die Raumbelichtung werden den Zielsetzungen der Sehleistung, des Sehkomforts und des visuellen Ambientes zugeordnet.

Die Sehleistung kennzeichnet die Möglichkeit des schnellen Erkennens und der schnellen Wahrnehmung, die durch sicheres Kontrastsehen und hohe Sehschärfe erzeugt werden. Maßgeblich für die Sehleistung sind die Gütemerkmale Beleuchtungsniveau und Blendungsbegrenzung.

Der Sehkomfort soll Denken, Handeln und Wohlbefinden steigern. Er wird zusätzlich erzeugt durch Farben oder gestalterische Elemente im Raum und geht damit über die einfachen Anforderungen der Sehleistung hinaus. Zusätzlich zu den Gü-

Licht und Beleuchtung

temerkmalen der Sehleistung spielen hier auch Helligkeitsverteilung und Farbwiedergabe eine Rolle.

Das visuelle Ambiente kann einem Raum zusätzlich einen emotionellen Wert geben. Entsprechende Beleuchtung kann einen Raum attraktiver/ behaglicher machen als eine großartige Raumausstattung. Aus dieser Zielvorgabe leiten sich die Kriterien Lichtfarbe, Lichtrichtung und Schattigkeit ab.

Grundsätzlich sollte bei allen drei Zielsetzungen eine Mindestanforderung erfüllt sein. Je nach Raumnutzung wird ein Schwerpunkt bei den Zielen gesetzt.

(Baer, S. 24 f, 1999; Trilux, S. 8 f, 1997)

2.4.1 Beleuchtungsniveau

Die Sehleistung des menschlichen Auges hängt in großem Maße von der Helligkeit des Raumes ab. Diese wäre zwar am besten mit der Leuchtdichte zu beschreiben, dennoch wird für die Angabe des Beleuchtungsniveaus die Beleuchtungsstärke verwendet. Gründe hierfür sind zum einen die Möglichkeit, diese im Vorhinein für einen Raum einfach berechnen zu können, zum anderen die Tatsache, dass bei diffus reflektierenden Flächen ein einfacher mathematischer Zusammenhang zwischen beiden Größen besteht. Für bestimmte Räume werden von der DIN 5035-2 Werte vorgegeben (z.B. 500 lx für normale Arbeitsplätze). Hierbei wird eine Nennbeleuchtungsstärke verwendet, die bereits gealterte Lampen zugrunde legt. Sie liegt bei etwa 80% der Beleuchtungsstärke einer neuen Lampe.

(Baer, S. 25 f, 1999)

2.4.2 Blendungsbegrenzung

Blendung tritt bei großen Leuchtdichtenunterschieden innerhalb des Gesichtsfeldes auf, wie beispielsweise bei direktem Lichteinfall. Diese Differenz beeinträchtigt je nach Stärke die Sehleistung (physiologische Blendung) oder das Wohlbefinden (psychologische Blendung). In Innenräumen ist eine physiologische Blendung

durch Leuchten, generell zu vermeiden. Es kann aber bei starkem Sonnenlichteinfall dennoch dazu kommen.

Um eine direkte Blendung zu vermeiden, dürfen die meisten Lampen nicht ohne Abschirmung eingesetzt werden. Darüber hinaus muss bei Leuchten der sog. Abschirmwinkel beachtet werden, der angibt, in welchem Winkelbereich Licht aus der Leuchte abgegeben wird.

Auf glatten Oberflächen können hohe Leuchtdichten eine Spiegelung bewirken und so eine (indirekte) Reflex-Blendung hervorrufen. Diese führt dazu, dass auf diesen Oberflächen der Kontrast so gering wird, dass ein Sehen nur schwer möglich ist. Um Reflexblendung zu vermeiden, sollten die Leuchten sinnvoll angeordnet sein und die Lichtintensität in bestimmte Richtungen abschirmen. Weiterhin lässt sich durch matte Oberflächen eine starke Spiegelung vermeiden. Bei hellen Decken und Wänden kann auch durch indirekte Beleuchtung ein hohes Helligkeitsniveau erreicht werden und einer Reflexbildung entgegengewirkt werden.

Nach DIN 5035-1 werden die Anforderungen für Blendung in Güteklassen von GK A (sehr hohe Anforderungen) bis GK 3 (geringe Anforderungen) eingeteilt.

(Baer, S. 26 f, 1999; Ris, S. 178 f, 1999)

2.4.3 Harmonische Helligkeitsverteilung

Die Helligkeitsverteilung gibt das Verhältnis der Leuchtdichte im Bereich der Sehaufgabe zu der ihres näheren und weiteren Umfeldes wieder. Der Sehkomfort wird durch eine harmonische Helligkeitsverteilung erhöht und somit das Wohlbefinden und das Seherlebnis gefördert. DIN 5035-1 Punkt 4 bezeichnet ein Leuchtdichtenverhältnis von 3:1 zwischen Sehaufgabe und näherem Umfeld als harmonisch. Darüber hinaus sollte sich die Helligkeit an weiter entfernten Raumflächen (Wände, Decken) nicht mehr als um einen Faktor zehn von der im Bereich der Sehaufgabe unterscheiden.

(Ris, S. 176 f, 1999)

2.4.4 Lichtfarbe

In der Beleuchtung von Innenräumen werden zumeist Lampen mit den Lichtfarben warmweiß, neutralweiß und tageslichtweiß eingesetzt. Allerdings sollten diese Farben auch mit der Beleuchtungsstärke korrespondieren. So werden warme Lichtfarben bei geringen Beleuchtungsstärken als behaglich empfunden, allerdings verschiebt sich die Behaglichkeit mit steigender Beleuchtungsstärke zu den kälteren Lichtfarben.

(Baer, S. 30 , 1999)

Tabelle 2: Lichtfarbe, Beleuchtungsniveau und Behaglichkeit

Lichtfarbe	Warmweiß (ww)	Neutralweiß (nw)	Tageslichtweiß (tw)
Farbwirkung	Warm	Neutral	Kalt
Beleuchtungsniveau			
< 500	Behaglich	neutral	Kalt
500 ... 1000	↕	↕	↕
1000 ... 2000	Anregend	Behaglich	neutral
2000 ... 3000	↕	↕	↕
> 3000	Unnatürlich	anregend	Behaglich

(Baer, S. 31, 1999)

2.4.5 Farbwiedergabe

Die Farbwiedergabe ist bereits unter 2.1.9 diskutiert. Grundsätzlich sind in Innenräumen nur Lampen mit einer Farbwiedergabe mindestens der Stufe 3 einzusetzen. (Baer, S. 31, 1999)

2.4.6 Lichtrichtung und Schattigkeit

Die Anordnung der Leuchten im Raum sowie der Lichteinfall von außen sind ausschlaggebend für die Lichtrichtung. Aus ihr ergibt sich die Bildung von Schatten. Lichtrichtung und Schatten sind Grundlagen für die Fähigkeit guten körperlichen

Sehens. Mit bewusst eingesetzten Schatten können außerdem Akzente im Raum gesetzt und bestimmte Bereiche betont werden.

(Baer, S. 32, 1999; Weis, S. 31, 2001)

2.5 Lichtschäden in Museen

In Museen oder Ausstellungen gibt es über die allgemeinen Anforderungen an die Beleuchtung hinaus noch weitere Kriterien, die zu einem Teil die bisher aufgezeigten weiter detaillieren. Bestimmend für die Parameter ist der Aspekt des Schutzes der Ausstellungsstücke (Maximalanforderungen).

2.5.1 Entstehung von Lichtschäden

Trifft Lichtenergie auf ein Kunstwerk, so wird ein Teil davon reflektiert und erzeugt im Auge eine Helligkeits- bzw. Farbwahrnehmung, ein anderer Teil wird absorbiert, d. h. in eine andere Energieform umgewandelt. Bei dieser Umwandlung kann es zu Effekten wie Erwärmung oder Fluoreszenz kommen. Schädlich für das Ausstellungsstück ist dieser Prozess, wenn die Absorption zu einer chemischen Reaktion führt und so im Kunstwerk eine photochemische Zersetzung stattfindet. In diesem Fall dient die Lichtenergie als Aktivierungsenergie für eine oder mehrere Reaktionen. Diese können entweder innerhalb des Kunstobjekts oder mit Umweltreagenzien (Luftsauerstoff, Wasserdampf, Schadstoffe) stattfinden.

(Waller, S. 1 ff, Internet 2)

Relativer Schädigungsfaktor

Die Stärke oder Art der Reaktion hängt von der zugeführten Energie ab. Da diese je nach Lichtfarbe variiert, wurde der Relative Schädigungsfaktor D_λ (relative damage factor) eingeführt. Er gibt je nach Wellenlänge des Lichts einen Anhaltspunkt für dessen Schädlichkeit.

(Hilbert, S. 57 f, 1987)

Tabelle 3: Relativer Schädigungsfaktor

Wellenlänge λ /nm	Lichtfarbe	Relativer Schädigungsfaktor D_λ
546	Gelbgrün	1
436	Blau	22
405	Blauviolett	60
389	Violett	90
365	UV	135

(Hilbert, S. 57, 1987)

Bei der Aufstellung dieser Faktoren wurde die Wellenlänge 546 nm als Referenz verwendet. Die weiteren Werte wurden in Versuchen mit „low grade paper“ (Papier minderer Qualität, holzhaltig, ähnlich Zeitungspapier) ermittelt.

Generell gibt der Relative Schädigungsfaktor nur einen groben Anhaltspunkt für die Schädlichkeit verschiedener Lichtfarben, da für unterschiedliche Materialien die Empfindlichkeit in einzelnen Spektralbereichen variiert. Dennoch macht er deutlich, dass das kurzwellige und somit energiereiche UV- Licht für Kunstwerke am gefährlichsten ist.

(Hilbert, S. 57 f, 1987)

Folgende Schäden sind an bestimmten Materialien zu erkennen:

- In Gemälden verschieben sich die Farben, wenn Farbpigmente miteinander gemischt sind, die unterschiedlich stabil sind. Hierbei werden oft grüne Farben blau.
- Kunststoffe werden brüchig, verwittern oder werden matt.
- In Textilien werden oft organische Farbstoffe verwendet, die zum Teil sehr schnell reagieren und verblassen.
- Holzhaltiges Papier ist besonders empfindlich gegen UV Strahlung, wodurch es leicht vergilbt und spröde wird.
- Holz vergraut speziell unter UV Strahlung. Je nach Holzart und Bearbeitung können auch Aufhellung oder Farbverschiebung stattfinden.

(Waller, S. 5 f, Internet 2)

2.5.2 Stabilität von Materialien

Die Schäden, die an einem Objekt durch Lichteinstrahlung entstehen, hängen außer vom einfallenden Licht auch vom Objektmaterial ab. Um die Empfindlichkeit einfach beschreiben zu können, wurde eine Einteilung in verschiedene Stabilitätsklassen vorgenommen.

Diese Einteilung orientiert sich an dem sog. Blaumaßstab. Dieser besteht aus 8 Textilstreifen, die mit unterschiedlich stabilen Farbstoffen eingefärbt sind, und wird ursprünglich in der Farbechtheitsprüfung von Textilien (nach DIN EN ISO 105-B01) verwendet. Bei dieser Prüfung wird der Kontrast eines gefärbten Streifens, der eine bestimmte Zeit belichtet wurde, gegenüber einem Unbelichteten verglichen mit dem Kontrast, der sich nach der Belichtungszeit bei dem Vergleichsobjekt (Stoff, Faser, o. ä.) einstellt. Bei gleichem Kontrast wird das Objekt der Stabilitätsklasse zugeordnet.

Die ISO verwendet den amerikanischen Blaumaßstab, da bei diesem die Stufen zwischen den unterschiedlichen Lichtempfindlichkeiten äquidistant sind. Analog zu den acht unterschiedlichen Streifen des Maßstabes werden die Kunstwerke eingestuft. Zur Vereinfachung sind die Lichtempfindlichkeiten in drei Kategorien eingeteilt (1 = empfindlich, 2 = mittel, 3 = stabil). In der folgenden Tabelle sind die Kategorien mit den dazugehörigen Streifen des Blaumaßstabes und Beispielen für Kunstwerke zusammengestellt.

(Waller, S. 7, Internet 2)

Tabelle 4: Lichtempfindlichkeitskategorien

Kategorie	1 (empfindlich)	2 (mittel)	3 (stabil)
Nach ISO105-B08	1 – 3	4 - 6	7, 8
Kunst- / Materialbeispiele	Papier, natürliche Textilfarben, Fe- dern, organische Farbstoffe	Ölgemälde auf Leinwand, Holzar- beiten	Metall, Holz, Stein, Keramik

(Waller, S. 7, Internet 2)

Für einzelne Gruppen von Ausstellungsstücken lassen sich anhand dieser Empfindlichkeitskategorien Maximalwerte für ihre Beleuchtungsstärke angeben. Andere Ansätze für die Quantifizierung der Objektempfindlichkeit sind die Aufstellung von „Relativen spektralen Objektempfindlichkeiten“ $s(\lambda)_{dm, rel}$ oder die Angabe von Schwellenbelastungen. Die Relative spektrale Objektempfindlichkeit ist allerdings im Vergleich zur Einteilung nach dem Blaumaßstab sehr umständlich. (Hilbert, S. 70 f, 1987) Die Schwellenbelastung wird zum Teil zusätzlich verwendet, siehe 2.5.3.

2.5.3 Bewertung von Lichtschäden

Photochemische Lichtschäden sind kumulativ, das heißt die Schädigung hängt nicht nur von der Beleuchtungsstärke ab sondern auch von der Beleuchtungsdauer. Ein Maß hierfür ist die Belichtung H . (Waller, S. 4, Internet 2) Sie ergibt sich als Produkt aus der Beleuchtungsstärke E und der Zeit t .

$$H = E \cdot t, [H] = \text{lx h} = \text{lx} \cdot \text{h}$$

In vielen Fällen werden dementsprechend Richtwerte für die maximale zulässige Belichtung im Jahr angegeben, bzw. eine maximale jährliche Ausstellungsdauer in Kombination mit einer vorgegebenen Beleuchtungsstärke. Die gesamte Belichtung eines Exponats lässt sich einfach mittels eines Datenloggers mit Lichtsensor ermitteln, der neben dem Exponat positioniert wird.

(Baer, S. 30, 1993)

Beispiele für Belichtungsempfehlungen gibt folgende Tabelle:

Tabelle 5: Empfohlene maximale jährliche Belichtungen

Art des Ausstellungsstücks	Belichtung H / lxh
Alte Handzeichnungen	$7,2 \cdot 10^4$
Aquarelle	$1,2 \cdot 10^5$
Leder, Holz	$3,6 \cdot 10^5$
Stein, Metall	$1,2 \cdot 10^6$

(Baer, S. 30, 1993)

Licht und Beleuchtung

Nach Colby (zitiert bei Blackwell) sollten Objekte der Kategorie 1 (Tabelle 4: Lichtempfindlichkeitskategorien) nicht mehr als 4 Wochen im Jahr bei 75 lx ausgestellt werden. Bei einer 42stündigen Ausstellungswoche entspricht dies lediglich 12.000 lxh pro Jahr. Bei solchen Ausstellungsstücken wäre eine Farbveränderung erst nach 1,2 Mlxh, also nach 100 vierwöchigen Ausstellungen zu sehen. Für Kunstwerke der Kategorien 2 und 3 empfiehlt Colby 10 bzw. 20 Ausstellungswochen im Jahr bei 100 lx.

(Blackwell, S.1, 2000)

Schwellenbelastung

Die Schwellenbelastung gibt für einzelne Materialien eine Belichtung an, nach der an ihnen eine Farbveränderung sichtbar wird. Die zulässige Schwellenbelastung hängt vom Wellenlängenbereich ab. Sie berücksichtigt alle Strahlung und wird pro m² des Materials angegeben. Sie hängt auch vom Alter des Materials ab. So tritt bei älteren Stoffen eine Verfärbung erst später auf als bei neuen.

(Waller, S. 6, Internet 2)

Halbwertszeit

Neuerdings werden auch die Halbwertszeiten von Materialien, die in einem Kunstwerk verwendet sind, zur Angabe der Gefährdung angesetzt. Diese sind oft bekannt und können so einfach benutzt werden. (Hilbert, S. 50, 2002)

Lichtschäden durch IR-Strahlung

Durch IR-Strahlung wird das Ausstellungsstück erwärmt. Bei den meisten Exponaten führt dies nicht direkt zu einer Schädigung, sondern beschleunigt die Alterung. Ursache ist, dass chemische Reaktionen bei höheren Temperaturen schneller ablaufen als bei niedrigeren. Generell gilt, dass bei einer Temperaturerhöhung um 10K organisches Material etwa doppelt so schnell altert. Neben diesem Effekt kann es auch dazu kommen, dass vermehrt Schadstoffe und Staub an die Objekt-oberfläche gelangen, da bei höheren Temperaturen verstärkt Konvektion auftritt.

Licht und Beleuchtung

Wie stark sich das Objekt erwärmt, hängt vom Absorptionsgrad der Oberfläche, der Wärmeleitfähigkeit des Materials und der Materialdicke ab.

Direkte Gefährdung besteht nur bei Materialien wie Wachs, das bei zu starker Erwärmung schmilzt. Auch die Oberflächen von thermoplastischen Kunststoffen können bei Erwärmung erweichen und so Staub binden.

(Waller, S. 4 Internet 2)

2.6 Anforderungen an die Beleuchtung von Kunstobjekten

Nach Hilbert (2002, S. 62) fallen die meisten Ausstellungsräume der Hamburger Kunsthalle in die Gruppe „Ausstellungstyp: Galerie

Kennzeichen: Vorwiegend serielle Präsentation von Exponaten ohne betonte Hervorhebung einzelner Objekte, diese angeboten in neutraler Umgebung

Beleuchtungsbeispiel: Unaufdringliche Atmosphäre gleichmäßiger, fast schattenloser Helligkeit, wie in Oberlichträumen durch Tageslicht gegeben, Architektur und Dimensionen des Raumes bleiben erlebbar. Hängewände in Gemäldegalerien, in horizontaler Erstreckung völlig gleichmäßig beleuchtet, in vertikaler mit dem Schwergewicht auf Augenhöhe.

Ausstattung: Reflektorleuchten mit Leuchtstofflampen, auch Lichtrohre, falls besonders hoher Raum: Mit Reflektorglühlampen- auch Halogenglühlampen- Deckeneinbauleuchten, Achtung bei Einfluss auf Raumklima.“

Auch vergleicht Hilbert (2002, S. 70 f) Ausstellungsräume mit „Räumen, in denen sich Menschen länger aufhalten und / oder einfache Sehaufgabe zu lösen haben.“ (DIN 5035:1995) Diese Norm fordert für entsprechende Räume eine Mindestbeleuchtungsstärke von 200 lx. Jedoch schränkt er diese Vergleichbarkeit wieder ein, indem er sagt, dass ein gravierender Unterschied zwischen Ausstellungsräumen und den in DIN 5035 beschriebenen Arbeitsstätten besteht: Ausstellungsbesucher haben Ruhe und Zeit für das Seherlebnis und stehen nicht wie bei der Arbeit unter Zeitdruck. Generell ist es in einer Ausstellung wichtig, dass Farben deut-

Licht und Beleuchtung

lich und gut unterschieden werden können. Dieses ist ab einer Leuchtdichte von 10 cd/m^2 möglich, das Optimum wird bei 50 bis 100 cd/m^2 erreicht.

Regeln für die Beleuchtung

Im Folgenden werden aus den aufgeführten Gegebenheiten Regeln für die Beleuchtung in den Ausstellungsräumen der Hamburger Kunsthalle aufgestellt:

- Es sind nur Lampen mit der Farbwiedergabestufe „sehr gut“ (1A) einzusetzen. Nur so kann der Betrachter die Kunstwerke angemessen erkennen.
- Die eingesetzten Lampen sollten die Lichtfarben warmweiß oder ggf. neutralweiß haben. Diese wirken bei den verwendeten Beleuchtungsstärken angenehm.
- Blendung ist zu vermeiden. Strahler sind nicht ohne Abschirmung einzusetzen. Es ist darauf zu achten, dass sich keine Reflexe auf den Gemälden ergeben.
- Um die Kunstwerke herum sollte die Helligkeitsverteilung homogen sein; auf dem Kunstwerk dürfen keine Leuchtdichtenunterschiede größer als 3:1 auftreten, um das Bild herum nicht größer als 10:1
- UV- Strahlung wird nach Möglichkeit herausgefiltert. Der UV- Anteil im Licht ist der schädlichste Strahlungsbereich und hat keinen Einfluss auf die visuelle Wahrnehmung.
- Außerhalb der Öffnungszeiten werden die Kunstwerke nicht unnötig beleuchtet. Die Belichtung innerhalb dieses Zeitraums hat keinen Effekt für Besucher, und so werden die Materialien geschont. Außerdem wird Energie eingespart.
- Nach den „Planungsvorgaben für die Ausstellungsräume im Altbau der Hamburger Kunsthalle“ vom 6. Sept. 2004 sollte im Altbau eine Beleuchtungsstärke von 400 lx ein absolutes Maximum darstellen. In den Räumen des Neubaus und der GdG gilt dieser Wert der Orientierung, Beleuchtungsstärken über 400 lx sind zu vermeiden.
- Weiterhin wird der Kunsthalle empfohlen für die Gemälde jährliche Belichtungslimits (in lxh) zu entwickeln, um einer längerfristigen Schädigung vorzubeugen.

3 Basisdatenerfassung und Auswertung

Die Hamburger Kunsthalle besteht aus drei Gebäuden. Das älteste der drei, der so genannte „Altbau“ (AB) ist 1869 fertig gestellt. In ihm sind größtenteils Kunstwerke der „Klassischen Moderne“ ausgestellt. Das Café Liebermann befindet sich in diesem Gebäude. An den Altbau angebaut ist der „Neubau“ (NB, fertig gestellt 1922). Er beheimatet die Ausstellungen der „Alten Meister“ und der „Neuen Meister“ (19. Jahrhundert) sowie die Ausstellung „Kunst in Hamburg“. Darüber hinaus befinden sich im Neubau auch die Bibliothek und der Museumsshop. Im Untergeschoss (UG) des Übergangs zwischen beiden Gebäuden liegt das sog. Hubertus-Wald- Forum, das lange Zeit als Theater genutzt wurde. Heute dient es als Ausstellungsraum für wechselnde Ausstellungen. Der neueste Bau ist die „Galerie der Gegenwart“, die erst 1996 eröffnet wurde. In ihr wird zeitgenössische Kunst (z.B. Medienkunst) ausgestellt. Hier befinden sich ein weiterer Shop sowie ein Bistro. Unterhalb des Gebäudes liegt eine Tiefgarage. Unterhalb des Gebäudes liegt eine Tiefgarage.



Abbildung 4: Panorama der Hamburger Kunsthalle

(www.hamburger-kunsthalle.de)

Um einen vollständigen Überblick über die vorhandenen Beleuchtungseinrichtungen zu erhalten, ist zu den einzelnen Räumen eine Reihe von Daten erfasst worden. Ein Großteil der Daten entstammt den Erkenntnissen aus Begehungen der Räume. Alle Daten sind in der Tabelle „3.1 Raumparameter“ (s. Anhang) dargestellt und ausgewertet. Woher die einzelnen Daten aus der Tabelle stammen, wird im Folgenden erläutert.

3.1 Erfassung von Raumparametern

In den „Schemata“ der Kunsthalle (s. Anhang) ist für jeden Raum eine Raumnummer abzulesen. Anhand dieser Raumnummern ist die Tabelle „3.1 Raumparameter“ (s. Anhang) zusammengestellt. In einzelnen Fällen sind Raumgruppen in einer Zeile zusammengefasst, da so ihre Handhabung einfacher ist.

Das Bistro sowie der Museumsshop im Erdgeschoss der Galerie der Gegenwart (GdG) werden in dieser Tabelle nicht berücksichtigt, da diese jeweils einen eigenen Strömzähler haben und somit nicht in die Strombilanz der Kunsthalle eingehen.

3.1.1 Nutzung

Aus den Begehungen ergibt sich, in welcher Art die Räume genutzt werden. Bei nicht besichtigten Räumen basiert die Angabe der Nutzung auf Aussagen von Mitarbeitern der Kunsthalle.

Kleine Kellerräume des Neu- und Altbaus sind als Nebenräume eingeordnet. Die Bezeichnung „Nebenraum“ bedeutet, dass ein Raum selten (z. B. als Abstellkammer) verwendet wird.

3.1.2 Größe

Die Größe der Räume im Erdgeschoss (EG) sowie im 1. Obergeschoss (OG) des Neu- und Altbaus ist aus Grundrisszeichnungen entnommen. Die Raumgrößen der darunter liegenden Kellerräume sind hieraus abgeleitet und ggf. geschätzt.

Der Plan des Erdgeschosses für die Räume der Galerie der Gegenwart (GdG) enthält zum Teil die Raummaße. Die restlichen errechnen sich anhand des Maßstabes (1:200). Der Maßstab des Planes vom Sockelgeschoß der GdG beträgt 1:400 und bildet hier die Grundlage für die Berechnung der Raummaße. Die Flächenangabe der Tiefgarage basiert auf der Information eines Mitarbeiters der Kunsthalle.

3.1.3 Jahresnutzungsdauer

Um berechnen zu können, wie viel elektrische Energie in einem Raum jährlich für die Beleuchtung verwendet wird, ist entscheidend, wie viele Stunden der Raum innerhalb eines Jahres beleuchtet ist. Dies hängt von der Art seiner Nutzung ab. Die Überlegungen, die der Angabe der Jahresnutzungsdauer zugrunde liegen, sind im Folgenden erläutert.

Ausstellung

Für Ausstellungsräume ist eine Jahresnutzungsdauer von 4056 Stunden anzusetzen. Diese ergibt sich aus den Öffnungszeiten (Di. - So. 9:30 - 18:30, Do zusätzlich bis 21:30 Uhr), zuzüglich 2 Stunden an diesen Tagen zur Reinigung. Außerdem ist montags jeweils eine Nutzung von 9 Stunden (8:00 - 17:00 Uhr) einbezogen für Büroarbeit, Reinigung oder Reparaturen.

Auch für öffentliche Verkehrsflächen, wie Korridore oder Treppenhäuser, wird diese Jahresnutzungsdauer angenommen.

Bibliothek

Die Bibliothek ist Di. - Sa. 11:00 - 17:00 Uhr geöffnet und wird an diesen Tagen 2 Stunden gereinigt. Die Berechnung der Jahresnutzungsdauer ergibt also 2080 Stunden.

Café / Laden

Museumsshop und Café Liebermann sind montags nicht geöffnet. Daraus ergibt sich im Vergleich zu den Ausstellungsräumen eine Minderung der Jahresnutzungsdauer auf 3277 Stunden.

Veranstaltungen

Es ist davon auszugehen, dass im Veranstaltungsraum viermal monatlich eine 6-stündige Veranstaltung stattfindet, die eine einstündige Reinigung erfordert. Dementsprechend wird der Raum jährlich 336 Stunden genutzt und beleuchtet.

Büro & Werkstatt

Grundlage für die Berechnung der Jahresnutzungsdauer dieser Räume ist eine Arbeitswoche mit 40 Arbeitsstunden. Zusätzlich ist pro Werktag eine Stunde Extrazeit (Reinigung, Überstunden) einzurechnen, so dass sich eine Jahresnutzung von 2340 Stunden ergibt.

Diese Jahresnutzung wird auch für nicht-öffentliche Verkehrsflächen, z.B. Treppenhäuser und Flure zugrunde gelegt.

Lager

Für Lagerräume ist eine tägliche Nutzungsdauer von etwa 4 Stunden angenommen. Zu den Räumen mit Nutzung als Lager zählen auch Depots von Kunstgegenständen, die oft längere Zeit beleuchtet werden. Insgesamt wird daher für Lager eine Jahresnutzungsdauer von 1460 Stunden angenommen.

Technik

Die Technikräume (Klimazentrale, Trafo, etc.) werden alle 2 Tage etwa 1,5 Stunden für Wartung oder Steuerung betreten. Unter dieser Annahme werden Technikräume also 275 Stunden im Jahr beleuchtet.

Nebenräume

Nebenräume werden nur gelegentlich betreten. Deshalb wird davon ausgegangen, dass diese Räume nur alle 3 bis 4 Tage für eine Stunde beleuchtet sind. Aus diesem Grund wird für diese Räume eine Nutzungsdauer von jährlich 105 Stunden angesetzt.

Parkhaus

Die Beleuchtungszeit des Parkhauses wird aus den Öffnungszeiten (Mo. – Fr. 7:00 – 21:00 Uhr, Do. 7:00 – 22:00 Uhr, Sa. 7:00 – 18:30 Uhr, So. 9:30 – 18:30 Uhr) zu 5123 Stunden berechnet.

3.1.4 Installierte Lichttechnik

Die Angaben über die Beleuchtungstechnik in den Räumen resultieren aus den Begehungen. In einzelnen Bereichen (Sockelgeschoss GdG) entstammen die Angaben den detaillierten Grundrissplänen oder den Bestückungstabellen. Aufgeführt sind der Leuchtentyp, die Anzahl der Lampen je Leuchte sowie ein eventuell notwendiges Lampenbetriebsgerät (Transformator, Vorschaltgerät).

Leistung der Lampen

Grundlage für die angegebene Leistungsaufnahme (Nennleistung) sind Informationen der Kunsthalle (pers. Mitteilungen technischer Mitarbeiter, Tabellen vorhergehender Projekte) sowie die Leistungsangaben auf den Lampen.

Angaben über die Systemleistung der Leuchten entstammen dem Kapitel Lampen aus dem „Handbuch Beleuchtungsplanung“ der Firma Trilux. Die Information über den Typ des jeweils eingebauten Vorschaltgerätes (EVG/VVG) ergibt sich entweder aus einer Begutachtung der Leuchte oder beruht auf der Auskunft eines Kunsthallenmitarbeiters.

3.1.5 Kumulierter Korrekturfaktor

Der „Kumulierte Korrekturfaktor“ gibt an, welcher Teil der im jeweiligen Raum installierten Systemleistung während der Nutzungsdauer tatsächlich eingesetzt wird. Ein Faktor 1 bedeutet, dass während der gesamten Nutzungsdauer alle installierten Leuchten ungedimmt eingeschaltet sind.

Je nach Nutzung und Lage des Raumes werden Annahmen getroffen, aus denen dieser Faktor abgeleitet wird. Die Grundlage für diese Annahmen bilden Erkenntnisse aus den Begehungen.

Beispielsweise wird für Büros angenommen, dass diese im Mittel während etwa 2/3 der täglichen Nutzungsdauer voll beleuchtet sind. Während der verbleibenden Zeit ist der Raum entweder durch Tageslicht erhellt oder sein Hauptnutzer ist im Gebäude unterwegs und das Licht ist ausgeschaltet.

3.1.6 Beleuchtungsstärke

Exemplarisch für einzelne Gruppen von Ausstellungsräumen wird die Beleuchtungsstärke mit einem Messgerät in der Raummitte in einer Höhe von 0,5 m ermittelt. Bei den Ergebnissen dieser Messung muss berücksichtigt werden, dass sie bei Tageslicht stattfand und dieses Einfluss auf die Messung hat.

3.2 Berechnung von Kennziffern

3.2.1 Spezifische Flächenleistung

Aus den gesammelten Daten über die Anzahl der installierten Leuchten, die in ihnen eingesetzten Lampen und die Systemleistung wird die gesamte elektrische Leistung der installierten Beleuchtung für jeden Raum berechnet. Diese ist auf die jeweilige Raumfläche bezogen, um einen Eindruck davon zu bekommen, in welchen Räumen eine besonders hohe „Spezifische Flächenleistung“ vorliegt ist.

3.2.2 Jahresenergiebedarf

Der Jahresenergiebedarf für die Beleuchtung der einzelnen Räume berechnet sich als Produkt aus der Gesamtsystemleistung, der Jahresnutzungsdauer und den „Kumulierten Korrekturfaktor“. Hieraus ergibt sich der gesamte Energieverbrauch der Kunsthalle für Beleuchtung.

3.3 Betrachtung von Raumgruppen

Die Räume sind in Gruppen zusammengefasst. Diese Zusammenfassung basiert in erster Linie auf der Raumnutzung. Den größten Anteil an der Fläche der Kunsthalle bilden die Ausstellungsräume. Diese sind noch einmal in Gruppen mit jeweils ähnlichen Beleuchtungssystemen unterteilt.

Diese Unterteilung dient dazu, die Räume innerhalb der Gruppe, aber auch verschiedene Gruppen miteinander vergleichen zu können. Darüber hinaus kann so exemplarisch für einen Raum eine Energieeinsparmethode entwickelt werden, die dann auf andere Räume dieser Gruppe übertragbar ist.

3.3.1 Ausstellungsräume mit Beleuchtung einzelner Kunstwerke (ABE)

Räume dieser Gruppe befinden sich hauptsächlich im Erdgeschoss des Altbaus oder auch im 1. OG des Neubaus. In dieser Raumgruppe werden einzelne Kunstwerke mit Strahlern oder Wandflutern angestrahlt, die zumeist an abgependelten Stromschienen angebracht sind und je nach Ausstellung verschoben oder erweitert werden können. In vielen Fällen haben diese Räume zusätzlich Tageslichteinfall (durch sog. Laternen oder Fenster), können aber auch durch freistrahkende Lichteisten zusätzlich beleuchtet werden.



Abbildung 5: Beleuchtung in R. 106 mit sog. Laterne **Abbildung 6: Beleuchtung in R. 15**

Diese Raumgruppe hat einen Jahresenergiebedarf von 137 612 kWh, was 12,3 % des gesamten Energieverbrauchs der Kunsthalle für Beleuchtung entspricht. In diesen Räumen liegt die spezifische Flächenleistung bei 15,2 W/ m². Besonders hoch ist die installierte Beleuchtungsleistung in den Räumen S20 (39,1 W/m²) sowie den Räumen S1a und S1b (23,3 bzw. 21,9 W/m²).

In Raum 120 (1. OG Neubau) wurde eine Beleuchtungsstärke von 60 lx in der Raummitte sowie 290 lx in Nähe der Gemälde gemessen.

3.3.2 Ausstellungsräume mit Glasleuchtelementen (AGE) / Kabinette

Die „Kabinette“ (EG und 1. OG Neubau) werden vornehmlich von Glasleuchtelementen beleuchtet. Diese bestehen aus einem Kasten mit Wänden aus opakem Glas, der unter der Decke angebracht ist. In einem solchen Kasten sind 13 frei-

strahlende Lichtleisten angebracht. Durch das Glas soll eine gleichmäßige Helligkeitsverteilung im Raum gewährleistet sein. In einzelnen Räumen sind zusätzlich Strahler (zum Teil an den Glasleuchtelementen) angebracht, die einzelne Gemälde beleuchten.



Abbildung 7: Beleuchtung in R. 9



Abbildung 8: Beleuchtung in R. 110

In den solcherart mit Glasleuchtelementen ausgestatteten Räumen beträgt der Stromverbrauch im Jahr 67 098 kWh, also etwa 6 % des gesamten Energiebedarfs der Kunsthalle für Beleuchtung. In diesen Räumen liegt die mittlere Spezifische Flächenleistung deutlich über dem entsprechenden Mittelwert (bis zu 26 W/m^2), insbesondere in den Räumen im 1. OG des Neubaus, in denen zusätzlich einzelne Strahler angebracht sind.

Die Beleuchtungsstärke in diesen Räumen variiert zwischen 260 lx und 360 lx (bei zusätzlich installierten Strahlern).

3.3.3 Ausstellungsräume mit Lichtdecke (ALD)

Ausstellungsräume mit Lichtdecken befinden sich in allen Teilen der Kunsthalle (GdG, Altbau, Neubau). Die Lichtdecken bestehen aus opakem Glas und erhellen die jeweiligen Räume sehr gleichmäßig. Über den Glasdecken sind freistrahkende Lichtleisten angebracht.

Zu dieser Gruppe gehören auch die Kellerräume K1 bis K10, welche derzeit als Lager dienen, jedoch wieder für Ausstellungen geöffnet werden sollen. In diesen

Basisdatenerfassung und Auswertung

befinden sich Glasdecken, die auch Ähnlichkeit mit den Glasleuchtelementen haben, wie die Räume 21 bis 23.

Außerdem gehört zu dieser Gruppe der Raum 140 (1. OG Altbau), in dem derzeit die Glasabdeckung aus künstlerischen Gründen abgenommen ist.



Abbildung 9: Glasdecke im 3. OG der GdG



Abbildung 10: Glasdecke in R. 135 mit zusätzlichen Strahlern

(Quelle: Fa. ibek)



Abbildung 11: Einblick in die Lichtdecke in R. 140

Entscheidend ist, dass in diesen Ausstellungsräumen ein Viertel (25%) des gesamten Stromverbrauchs der Kunsthalle für Beleuchtung eingesetzt wird, absolut ca. 283 378 kWh. Auch in diesen Räumen liegt die Spezifische Flächenleistung mit 27,2 W/m² im Durchschnitt deutlich über dem entsprechenden Gesamtmittel. In dieser Gruppe befinden sich mehrere Räume, die wegen Umbauten (HWF/ K81) oder aus anderen Gründen (K1 bis K10) momentan nicht regelmäßig genutzt wer-

den. Bei ständiger Nutzung würde in diesen Räumen erheblich mehr Energie benötigt.

Beleuchtungsstärken dieser Raumgruppe sind in Tabelle „4.1 Annahewerte für die Tageslichtnutzung“ (s. Anhang) zusammengestellt.

3.3.4 Ausstellungsräume mit freistrahrenden Quadraten Typ 1 (AQ1)

Das Erdgeschoss sowie das 1. und 2. OG der GdG sind mit quadratisch angeordneten Lichtleisten beleuchtet. Da in den Obergeschossen oft Videokunst ausgestellt und deshalb die Beleuchtung nicht eingeschaltet ist, sind für diese Bereiche kleine Kumulierte Korrekturfaktoren gewählt. Die Bezeichnung AQ 1 wird verwendet, wenn pro Quadratseite 2 Leuchtstoffleisten von je 150 cm Länge (58 W) angebracht sind.

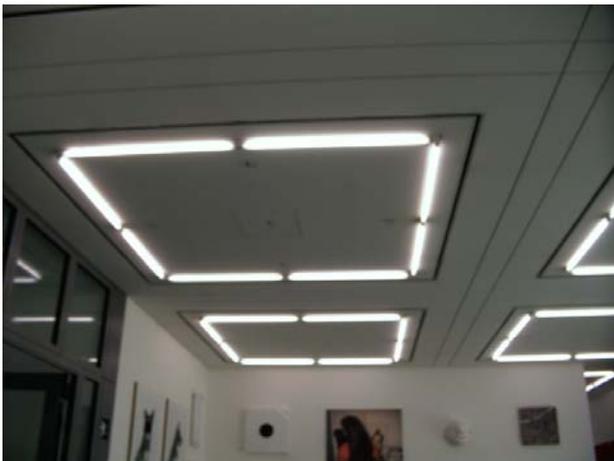


Abbildung 12: Beleuchtung im 1. OG der GdG

Die Beleuchtung dieser Räume in der GdG beansprucht rund 11% des Gesamtenergiebedarfs der Kunsthalle für Beleuchtung. Dieser Wert würde sogar noch höher ausfallen, wenn die Beleuchtung in diesen Räumen ständig eingeschaltet wäre. Zum Teil reicht auch wie in Erdgeschoss die Beleuchtung durch Tageslicht. Der Einsatz zusätzlicher Strahler führt in diesen Räumen im Mittel zu einer hohen Spezifischen Flächenleistung von $19,1 \text{ W} / \text{m}^2$.

Im 1. OG wurde bei eingeschalteter Beleuchtung eine Beleuchtungsstärke von 360 lx gemessen.

3.3.5 Ausstellungsräume mit freistrahrenden Quadraten Typ 2 (AQ2)

Im Sockelgeschoss der GdG sind ähnlich den beschriebenen Räumen ebenfalls quadratisch angeordnete Lichtleisten angebracht. Diese sind in einzelnen Fällen abgeschaltet oder gedimmt. Bei den mit AQ 2 bezeichneten Quadraten sind je Quadratseite 3 freistrahrende Lichtleisten installiert.



Abbildung 13: Beleuchtung in R. S5

In diesen Räumen im Sockelgeschoss der GdG werden im Jahr 95 153 kWh für die Beleuchtung verwendet. Dieses entspricht 8,5% des gesamten Stromverbrauchs der Kunsthalle für Beleuchtung. Die mittlere Spezifische Flächenleistung liegt mit durchschnittlich $11,7 \text{ W/m}^2$ relativ niedrig im Vergleich zu den Beleuchtungssystemen anderer Raumgruppen, obwohl sich diese Räume alle im Untergeschoss befinden und so keinen Tageslichteinfall haben. In einzelnen Räumen ist die Beleuchtung um ein Drittel gedimmt. Dieses wurde bei der Messung der Beleuchtungsstärke deutlich. Ungedimmt wurde im Einzelfall eine Beleuchtungsstärke von 360 lx, gedimmt von 240 lx gemessen.

3.3.6 Ausstellungsräume mit freistrahrenden Lichtleisten

Verschiedene Ausstellungsräume sind mit Lichtleisten in unterschiedlicher Anordnung beleuchtet. Auch in dieser Gruppe sind Räume aus unterschiedlichen Bereichen der Kunsthalle zu finden.



Abbildung 14: Beleuchtung in R. 19

Auf die Räume dieser Gruppe entfallen etwa 3 % des gesamten Stromverbrauchs. Hiervon entsteht ein Großteil in Raum 100 (Kuppel). Dieser Raum wird indirekt beleuchtet, um eine gleichmäßige Lichtverteilung zu schaffen. Die Spezifische Flächenleistung liegt mit $24,4 \text{ W/m}^2$ deutlich über dem Mittel.

In Raum 19 (EG Altbau) wurden 440 lx Beleuchtungsstärke gemessen, allerdings mit Tageslicht.

3.3.7 Sonstige Ausstellungsräume

Diese Gruppe umfasst zum Großteil Räume, in denen die Beleuchtung einen integralen Bestandteil der Ausstellungsobjekte darstellt. Deshalb können diese (wenigen) Räume keiner anderen Gruppe zugeordnet werden.

In diesen Räumen wird nur 1% des gesamten Stromverbrauchs der Kunsthalle für Beleuchtung umgesetzt. Die besonders geringe Spezifische Flächenleistung resultiert daraus, dass diese Räume oft nicht vollständig erhellt sind, um so eine angemessene Atmosphäre zu schaffen.

3.3.8 Anderweitig genutzte Räume

Alle Räume, die nicht für Ausstellungszwecke genutzt werden, lassen sich nach ihrer Nutzung in Klassen einteilen. In diesen sind so unterschiedliche Beleuch-

Basisdatenerfassung und Auswertung

tungssysteme installiert, dass es nicht möglich ist, hiernach weiter zu kategorisieren.

Sonstige Räume mit Publikumsverkehr

Der Jahresenergieverbrauch für Beleuchtung in diesen Räumen bildet 23 % des gesamten Beleuchtungsenergieverbrauchs. Sie haben zum Großteil eine sehr hohe Jahresnutzung, und in ihnen ist oft eine sehr hohe Gesamtleistung installiert. Zu dieser Klasse gehören 4 Räume mit einer Spezifischen Flächenleistung von mehr als 40 W/m². In dreien davon (Raum 53, Lichthof GdG, Treppenhaus Neubau) ist die installierte Beleuchtung als Kunst oder künstlerische Architektur einzustufen und daher Überlegungen zur Energieoptimierung weitgehend entzogen. Auch im Kupferstichkabinett (R 68), in der Bibliothek sowie im Veranstaltungsraum ist die spezifische Flächenleistung sehr hoch.

Sanitärräume

Der Stromverbrauch in den Sanitärräumen hat einen sehr geringen Anteil am Gesamtstromverbrauch der Kunsthalle für Beleuchtung. In einzelnen Räumen ist die spezifische Flächenleistung etwas höher als im gesamten Mittel.

Büros

Der Stromverbrauch für die Beleuchtung der Büros macht mit 22 522 kWh pro Jahr einen Anteil von 2 % der gesamten Energie für die Beleuchtung der Kunsthalle aus. Die Spezifische Flächenleistung variiert zwischen 4,9 und 22,2 W/m², wobei die größten Werte dadurch zustande kommen, dass in einigen entsprechenden Räumen eine kaum noch benutzte Lichtdecke installiert ist, wie sie auch in den Ausstellungsräumen 21 bis 23 vorhanden ist.

Werkstätten

In den Werkstätten wird ähnlich viel Energie für Beleuchtung im Jahr verbraucht wie in den Büros (22 076 kWh / 2 %), allerdings bei kleinerer Grundfläche. Dies liegt vor allem daran, dass für diese Räume ein permanenter Betrieb der Beleuchtung anzunehmen ist.

Basisdatenerfassung und Auswertung

Eine besonders hohe Spezifische Flächenleistung (bis zu 42 W/m^2) haben die Restaurierungswerkstätten im Erdgeschoss des Altbaus (Räume 20, 45, 47).

Verkehrsflächen

Etwa 17 861 kWh (1,6 %) werden für die Beleuchtung der nicht-öffentlichen Verkehrsflächen verbraucht. Diese müssen zum Teil während der gesamten Öffnungszeiten erhellt sein und befinden sich zumeist in Kellerräumen. Durch das Fehlen jeglichen Tageslichts kommt es auch ohne hohe Spezifische Flächenleistung zu einem erheblichen Stromverbrauch.

Technik

Die Beleuchtung der Technikräume beansprucht einen unbedeutenden Teil (0,1 %) des Stromverbrauchs der Kunsthalle für Licht.

Nebenräume

In den Nebenräumen fällt 1,7 % des gesamten Stromverbrauchs der Kunsthalle für Beleuchtung an. In diesen Räumen ist eine geringe Spezifische Flächenleistung installiert.

Sonstige Räume

Die Beleuchtung des Parkdecks benötigt vor allem wegen seiner langen Öffnungszeiten viel Strom und beansprucht den Hauptanteil in dieser Klasse. Für die Berechnung des Stromverbrauchs wird angenommen, dass die dort installierten Leuchten mit EVG's ausgestattet sind. Da auch außerhalb der Öffnungszeiten ein Drittel der Beleuchtung im Parkhaus eingeschaltet ist, wird hier ein Kumulierter Korrekturfaktor von 1,15 angesetzt.

Insgesamt macht der Stromverbrauch dieser Gruppe einen Anteil von 2,5 % des gesamten Stromverbrauchs der Kunsthalle für Beleuchtung aus.

3.4 Gesamtüberblick

Auf Grundlage der angenommenen und ermittelten Informationen ergibt sich, dass im Jahr insgesamt 1,12 Mio. kWh für Beleuchtung verwendet werden. Gemessen an einem Gesamtjahresstromverbrauch von 3,3 Mio. kWh entspricht dieses einem Drittel.

Im Mittel sind 13,4 W Beleuchtungsleistung pro Quadratmeter installiert. Generell entspricht dieses den „Planungsvorgaben für die Ausstellungsräume im Altbau der Hamburger Kunsthalle“ vom 6. Sept. 2004 (s. Anhang), welche eine „Beleuchtung/Anschlussleistung ~ 15 Watt/qm“ fordern. Werden ausschließlich die Ausstellungsräume betrachtet, so liegt die Spezifische Flächenleistung mit 18,5 W/m² im Mittel deutlich über den Vorgaben liegt.

Tabelle 6: Kennzahlen von Raumgruppen

Raumgruppe	Gesamt-systemleistung in W	Fläche in m ²	Mittl. Spezifische Leistung in W / m ²	Jahres-energieverbrauch in kWh
Ausstellungsräume mit Beleuchtung einzelner Kunstwerke (ABE)	37 016	2 529	15,2	137 612
Ausstellungsräume mit Glasleuchtelementen (AGE)	17 227	858	20,0	69 873
Ausstellungsräume mit Lichtdecken (ALD)	94 225	3 455	27,2	283 378
Ausstellungsräume mit freistrahrenden Quadraten 1 (AQ1)	30 913	1 893	19,1	121 176
Ausstellungsräume mit freistrahrenden Quadraten 2 (AQ2)	25 425	2 150	12,2	95 153
Ausstellungsräume mit freistrahrenden Lichtleisten (ALL)	9 540	571	13,1	32 789
Sonst. Ausstellungsräume (AS)	2 812	432	6,6	11 081
Sonst. Öffentliche Räume (SÖ)	78 976	3 777	18,0	251 197
Sanitär (SAN)	1 335	144	13,0	3 863
Büros (B)	12 983	1 172	12,1	22 522
Werkstätten (W)	9 434	844	15,8	22 076
Verkehrsflächen (V)	6 630	700	9,2	17 861
Technik (T)	2 721	864	5,4	1 247
Nebenräume (N)	16 690	2 521	7,2	18 413
Sonstige Räume (S)	5 310	3 433	12,3	27 898
Gesamt	25 342	354 899	13,4	1 116 138

4 Ansätze zur Senkung des Energiebedarfs

Der Energiebedarf einer Leuchte ergibt sich wie beschrieben aus den Faktoren Betriebszeit (t) und Leistungsaufnahme (P). Der gesamte Energiebedarf für Beleuchtung ist die Summe des Bedarfs der vorhandenen Leuchten. Zur Senkung des Energiebedarfs muss entweder der Faktor Zeit oder der Faktor Leistung verändert werden.

Eine Möglichkeit ist es, die Lampen eine kürzere **Zeit** einzuschalten. Diese Maßnahme hätte den Effekt, dass die installierte Leistung nur während einer geringeren Einschaltdauer beansprucht wird. Dies ist allerdings nur dann möglich, wenn eine Beleuchtung außerhalb der Einschaltdauer nicht notwendig ist oder in diesem Zeitraum anderweitig sichergestellt ist (z.B. durch Tageslicht, s. 4.1).

Die zweite Möglichkeit besteht darin, die **Leistung** der installierten Leuchten oder Lampen zu reduzieren. Dieses würde bedeuten, dass während der gesamten Einschaltdauer weniger Leistung benötigt wird und so der gesamte Energiebedarf sinkt. Als Möglichkeit einer Leistungsreduktion bei unveränderter Beleuchtungsstärke, bietet sich der Einsatz von Kompaktleuchtstofflampen (Energiesparlampen) an. Da diese zumeist einen etwas schlechteren Farbwiedergabeindex als Standardglühlampen haben, sollte vor einer Entscheidung über ihren Einsatz zunächst geprüft werden, ob die Verwendung das Betrachtungserlebnis einschränkt (s. auch 4.2).

4.1 Nutzung von Tageslicht

Tageslicht kann künstliche Beleuchtung ersetzen. Bei der Nutzung von Tageslicht muss es sich aber nicht zwangsläufig um einen vollständigen Ersatz von künstlichem Licht handeln, sondern das Tageslicht kann zur Ergänzung einer Beleuchtungsanlage verwendet werden. Je nach den äußeren Lichtverhältnissen kann Licht über die vorhandene Beleuchtungsanlage zugeschaltet und so eine konstante Beleuchtungsstärke im Raum erzeugt werden kann. Diese Kombination ist möglich, da sich die Beleuchtungsstärken verschiedener Lichtquellen addieren.

4.1.1 Erfordernisse an die Raumgestaltung

Die Nutzung von Sonnenlicht ist vor allem in Räumen mit Oberlichtern gut umzusetzen. Diese haben den Vorteil, dass Tageslicht bei verschiedenen Sonnenständen in den Raum fallen und so während des ganzen Tages genutzt werden kann. In den Oberlichträumen der Kunsthalle sind darüber hinaus Zwischendecken aus opakem Glas eingezogen, die eine Streuung des Tageslichtes bewirken. So entsteht im Raum eine gleichmäßige Helligkeitsverteilung, die auch Blendungen oder zu hohe Leuchtdichten auf Gemälden verhindert.

Die künstliche Beleuchtung in Räumen, in denen Tageslicht eingesetzt werden soll, muss dimmbar sein. Dies ist notwendig, um den zusätzlichen Beitrag stufenlos an das Tageslicht anzupassen und so eine gleich bleibende Beleuchtungsstärke im Raum zu gewährleisten.

Bei Räumen mit Seitenfenstern ergibt sich das Problem, dass Tageslicht nur aus einer Richtung in den Raum einfallen kann. So kann das Sonnenlicht nur einen Teil des Tages genutzt werden. Während dieser Zeit fällt das Licht direkt in den Raum und trifft dort auf eine Wand, die in Kunstaussstellungen zumeist mit Gemälden behangen ist. Dies kann zu Blendungen des Betrachters und wegen der hohen Beleuchtungsstärke auf dem Gemälde schneller zu einer Schädigung führen. Eine Reduktion des einfallenden Lichtes (z.B. durch Rollos) schränkt die Effektivität dieser Methode deutlich ein, da so nur noch ein geringerer Teil des Tageslichts genutzt werden kann und zusätzliche Kosten entstehen. In Räumen, die nicht zur Ausstellung dienen, ist auch eine Tageslichtnutzung durch Seitenfenster möglich.

4.1.2 Diskussion der Raumeignung

Geeignete Räume

Die Nutzung von Tageslicht ist in der Kunsthalle vor allem in den Räumen im 1. Stock des Altbaus möglich, da diese Räume mit Glasdächern ausgestattet sind. Diese sind derzeit zum Licht- und Wärmeschutz weiß gestrichen, sollen aber in naher Zukunft renoviert und zur Tageslichtnutzung verwendet werden. In diesen Räumen werden Leuchtstofflampen hinter einer eingezogenen Glasdecke zur Be-

leuchtung verwendet. Diese sind mit dimmbaren EVG's ausgestattet und können derzeit von Hand gedimmt werden.

Ungeeignete Räume

Im ersten Stock des Neubaus verfügen viele Ausstellungsräume über sog. Laternen (erhöhte Dächer mit Seitenfenstern, s. Abbildung 5). In diesen Räumen wird das einfallende Licht zurzeit durch von außen angebrachte Lamellen reduziert. Problematisch wäre in diesen Räumen vor allem das Dimmen der installierten Lampen. Da hier die Gemälde vor allem durch Strahler oder andere Leuchten an abgehängten Stromschienen beleuchtet werden, ist ein Dimmen schwierig. Ein weiteres Problem in diesen Räumen ist Lichtrichtung. Da die Laternen nach allen vier Seiten offen sind, fällt das Sonnenlicht je nach Tageszeit auf eine andere Wand des Raumes und beleuchtet diese sehr stark, während die anderen nur schwach erhellt werden. In den stark beleuchteten Raumteilen kann es so zu Blendungen kommen, und die Gemälde sind einer unnötig hohen Belastung ausgesetzt.

Im Kupferstichkabinett sowie in den Räumen des 3. OG der GdG wäre eine Tageslichtnutzung möglich, da beide Räume ebenfalls über ein Oberlicht und eingezogene Decken verfügen. Das Oberlicht im Kupferstichkabinett ist allerdings vollständig abgedeckt, wodurch das Eindringen von Tageslicht verhindert wird. So kann in diesem Raum eine gleichmäßige Helligkeitsverteilung gesichert werden. Im dritten Stock der GdG ist ebenfalls ein Glasdach vorhanden. Dieses ist allerdings permanent mit Rollos verhangen - eigentlich nur zum Temperaturschutz, aber da der Mechanismus störanfällig ist, wird auf ein Öffnen und Schließen verzichtet. Das Tageslicht wird nicht genutzt und der Raum künstlich erleuchtet.

4.1.3 Technische Maßnahmen

Realisierungsmöglichkeiten

Tageslicht ist zu einem Teil diffuses Licht. Wie bereits erwähnt, liegt diese Eigenschaft an der streuenden Wirkung der Atmosphäre. Für die Beleuchtung von Räumen wird allgemein vorwiegend gerichtetes Licht verwendet, das senkrecht

Methoden zur Senkung des Energiebedarfs

von der Decke zum Boden strahlt. Mittels Prismen, die nur in einer Richtung Licht durchlassen, lässt sich aber auch das Tageslicht in gleicher Weise nutzen. Darüber hinaus lässt sich mit einem solchen System das Tageslicht weit in die Tiefe des Raumes lenken. G. Hilbert (S. 42 f, 2002) beschreibt solche Tageslichtsysteme (Hersteller Fa. Siemens). Diese Systeme können statisch sein, das heißt in einer Position verbleiben und so je nach Stand der Sonne einen verschieden großen Teil des Tageslichts durchlassen. Alternativ können die Prismen auch der Sonne nachgeführt werden. Bei diesem Verfahren kann je nach Sonnenstand der größtmögliche Teil des Tageslichts eingefangen und zur Innenraumbeleuchtung verwendet werden. Diese Systeme sind allerdings sehr kostenintensiv in der Anschaffung und verursachen durch Wartung und Instandhaltung weitere Kosten.

Eine einfachere Methode, um im Raum gerichtetes Tageslicht zu erzielen, ist der Einsatz von Metallgittern. Mit dieser Methode wird in der Bremer Kunsthalle gearbeitet. Dort sind vor den Dachfenstern Gitter aus Metall angebracht, die für eine bestimmte Lichtrichtung sorgen. Diese Methode ist weniger kostenintensiv, beinhaltet aber ebenfalls eine Störanfälligkeit (z.B. durch Verschmutzung), die wieder weitere Kosten hervorrufen kann.



**Abbildung 15: Gitterkonstruktion
(Dach der Bremer Kunsthalle)**

(Quelle: Fa. ibek)



**Abbildung 16: Großflächige Gitterkonstruktion
(Dach der Bremer Kunsthalle)**

(Quelle: Fa. ibek)

Grundsätzliche Voraussetzungen

Absolut notwendig für die Nutzung von Tageslicht als zusätzliche Lichtquelle für Räume ist die ständige Anpassung des Kunstlichtanteils an die Tageslichtintensi-

tät. Je nach Helligkeit des Himmels muss die künstliche Beleuchtung zugeschaltet werden. Um Informationen darüber zu erhalten, welche Beleuchtungsstärke im Raum durch Tageslicht vorliegt, wird der Tageslichtquotient verwendet.

Tageslichtquotient

Der Innen-Tageslichtquotient D_i vergleicht die Beleuchtungsstärke in einem Raum E_p , der mit Tageslicht erhellt ist, mit der Beleuchtungsstärke an der Außenseite der Tageslichtöffnung E_F . Er stellt einen Wirkungsgrad für die Beleuchtungswirkung des Tageslichts in einem Raum dar.

(Hilbert, S. 41 f, 1987)

Der Tageslichtquotient berechnet sich wie folgt:

$$D_i = \frac{E_p}{E_F} \cdot 100\%$$

Exemplarisch wurde der Tageslichtquotient für einen Raum (135, 136, 136a) am 6.12.2004 um 11:45 Uhr bei bedecktem Himmel gemessen und berechnet. Zwischen der Beleuchtungsstärke auf der Außenfläche des Glasdaches und innerhalb des Ausstellungsraumes wurde ein Tageslichtquotient von 1,64 % ermittelt (Berechnung s. Anhang).

Notwendige Einbauten

Auch ohne aufwendige technische Einbauten, d.h. auch ohne große Kosten, kann Tageslicht genutzt werden. Im Fall der Räume im 1. OG des Altbaus wäre dies gegebenenfalls durch Renovierung der Oberlichte ohne großen Aufwand möglich.

Für jeden Raum, in dem das Tageslicht genutzt werden soll, muss lediglich ein Tageslichtsensor auf dem Oberlicht angebracht werden. Dieser könnte mit einem Kabel oder per Funk mit dem Dimmer der Lichtanlage verbunden werden. Damit ließe sich der Tageslichtanteil ermitteln und je nach äußerer Lichtintensität die zusätzliche Beleuchtungsstärke im Raum einstellen. Die Kosten für den Einbau eines solchen Systems betragen etwa 500 - 1000 € pro Raum (Lichtsensor, Einbau, Verbindung mit dem Dimmer).

4.1.4 Einsparpotenzial

Anhand einer Tabelle zur Simulation von Tageslichtnutzung in Schulturnhallen (Böttjer, 2000) wurde nach Anpassung an die Beleuchtungszeiten in der Kunsthalle für die geeigneten Räume eine Tageslichtnutzung simuliert. Die Rechnung basiert auf den Tageslichtdaten des Testreferenzjahres des deutschen Wetterdienstes.

Je nach Raum müssen folgende Parameter eingestellt werden:

- Tageslichtquotient
- maximale Beleuchtungsstärke der Lichtanlage
- erforderliche Beleuchtungsstärke
- elektrische Leistung der installierten Beleuchtungsanlage
- Strompreis

Das Simulationsprogramm berechnet dann die mögliche jährliche Einsparung durch die Nutzung von Tageslicht.

Da eine Ermittlung des Tageslichtquotienten nicht für alle Räume möglich war, wurde bei der Berechnung für alle Räume der ermittelte Tageslichtquotient für Raum 135, 136, 136a (1,64%) angenommen. Dieser ist auch in den Planungen zur Renovierung der Oberlichte enthalten und wird voraussichtlich auch nach dieser noch Bestand haben. Als erforderliche Nennbeleuchtungsstärke (nicht zu unterschreitende Beleuchtungsstärke im Raum) wird jeweils eine Beleuchtungsstärke angenommen, die sich an Messwerten in den jeweiligen Räumen orientiert (4.2 Annahmewerte für die Tageslichtnutzung, s. Anhang). Grundlage für die Leistung der eingesetzten Leuchten ist die Basisdatenerfassung. Wie oben erwähnt werden als Investitionsvolumen die geschätzten Kosten für den Einbau der notwendigen Tageslichtsensoren mit maximal 1 000 € angesetzt. Als Arbeitspreis für Strom werden 0,10 €/ kWh angenommen, dies entspricht etwa dem gezahlten Strompreis. Die Simulation liefert folgende Ergebnisse:

Tabelle 7: Einsparung durch Tageslichtnutzung (AB 1. OG)

Raum	Bisheriger Stromverbrauch pro Jahr in kW/h	Verbrauch bei Tageslichtnutzung pro Jahr in kW/h	Einsparung in %	Jährliche Einsparung in €	Dynam. Amortisationszeit in Jahren
135, 136, 136a	20 289	6 401	68	1 389	0,8
137	6 343	2 178	65	406	2,7
138	5 267	1 257	76	401	2,7
139	5 267	1 257	76	401	2,7
140	14 827	3 537	76	1 129	0,9
141	5 267	1 257	76	401	2,7
142	6 343	2 178	65	406	2,7
143, a, b	22 630	7 896	65	1 473	0,7
144	6 343	2 178	65	406	2,7
134	6 343	1 411	77	483	2,2
132	4 682	1 362	71	332	3,3
133	4 682	1 362	71	332	3,3
Gesamt	108 283	32 274	71	7 601	2,3

Aus der Tabelle ist zu erkennen, dass in jedem der Räume ein erheblicher Teil an Energie eingespart werden kann. Insgesamt könnten pro Jahr die Betriebskosten um etwa 7 500 € reduziert werden. Bei einer Investition von 1000 € je Raum hätte sich diese innerhalb von maximal 3,3 Jahren amortisiert (Kalkulationszinssatz 5%).

Werden noch weitere indirekte Kosteneinsparungen betrachtet, so liegt das Einsparpotential deutlich höher. Durch verringerte Einschalt Dauern und -intensitäten kann bei der Klimatisierung der Räume weitere Energie gespart werden: Es wird weniger Wärme von den Lampen abgegeben.

Methoden zur Senkung des Energiebedarfs

Darüber hinaus erzielen die Lampen eine längere Lebensdauer und müssen nicht so oft gewechselt werden, da sie eine deutlich geringere Einschaltdauer erforderlich ist.

4.1.5 Weitere Möglichkeiten

Da in den Ausstellungsräumen stets eine exakt definierte Beleuchtung notwendig ist, sollte die Nutzung von Tageslicht vor allem in anders genutzten Räumen in erwogen werden.

Exemplarisch hierfür werden in dieser Arbeit die zwei Korridore (Raum 154 und Raum 11/12) betrachtet. Beide verfügen über große Außenfenster, durch die Tageslicht einfallen kann. Die Räume sind derzeit mit einzelnen Halogenstrahlern beleuchtet. Durch den Einbau von Tageslichtsensoren in Nähe der Lichtschalter könnten diese automatisch geschaltet werden und bei ausreichendem Tageslicht abschalten. Für eine derartige Inneninstallation sind nur Kosten von jeweils etwa 100 € anzunehmen.

Insgesamt werden in den betrachteten Räumen derzeit jährlich 6 084 kWh verbraucht. Unter der Annahme, dass die Räume im Jahresdurchschnitt während 50% der Nutzungsdauer ausschließlich mit Tageslicht beleuchtet werden können, wird das Einsparpotential in diesen beiden Räumen berechnet. Der Ansatz von 50% leitet sich aus den Erkenntnissen für Raum 135, 136, 136a ab. Hier müsste die Beleuchtungsanlage bei Tageslichtnutzung nur 1904 Stunde in Jahr betrieben werden, dies entspricht aufgerundet 50% der regulär angesetzten Nutzungsdauer (4056 h). So könnten pro Jahr 3 042 kWh (bzw. 304 €) eingespart werden. Eine solche Investition hätte sich innerhalb eines Jahres amortisiert.

4.2 Einsatz von energiesparenden Lampen

Der Einsatz von Lampen mit höherer Energieeffizienz stellt eine weitere Möglichkeit zur Stromeinsparung dar. Viele Strahler in der Kunsthalle werden mit Glühlampen betrieben, die einen niedrigen Wirkungsgrad haben. Diese lassen sich größtenteils durch Kompaktleuchtstofflampen (sog. Energiesparlampen) ersetzen, um Strom einzusparen. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass solche Lampen

eine andere Lichtqualität abstrahlen. Inwieweit dieses Licht geeignet ist, die hohen Anforderungen an die Beleuchtung der Ausstellungsstücke zu erfüllen, ist für die Umsetzung dieser Maßnahme ein entscheidendes Kriterium. Auch der höhere Anteil von UV-Licht in Leuchtstofflampen im Vergleich zu Glühlampen kann die Umsetzung erschweren.

Neben dem direkten Einspareffekt durch die geringere Leistung bieten diese Lampen zwei indirekte Einspareffekte. Zum einen ist die Lebensdauer einer Lampe mit bis zu 10 000 Stunden deutlich höher als bei herkömmlichen Lampen, somit sinken auch die Kosten für Leuchtmittel sowie für die Wartung der Lampen. Der zweite indirekte Einspareffekt ist die reduzierte Wärmeabgabe. Die Raumtemperatur wird durch sie kaum zusätzlich erhöht, sodass die Räume weniger gekühlt werden müssen und so an anderer Stelle weitere Energie eingespart werden kann (vgl. 4.1.4).

4.2.1 Geeignete Lampen und Leuchten

In den letzten Jahren sind energieeffiziente Lampen stetig weiterentwickelt worden. Ein besonders großes Sortiment an entsprechenden Lampen bietet die Firma „Megaman“ an. Diese liefert diverse Leuchtstofflampen zum 1:1 Austausch gegen herkömmliche Glühlampen. Allerdings unterscheiden sich auch diese Lampen hinsichtlich Lichtfarbe und Lichtstärke merklich von Glühlampen.

Ein Vergleich des Beleuchtungseffektes zwischen einer energieeffizienten und einer herkömmlichen Lampe konnte auf Grund von zeitlichen Problemen bei der Lieferung der Lampen nur begrenzt durchgeführt werden.

PAR 38

Diese Lampe hat eine elektrische Leistung von 20 W, die im Vergleich zu den herkömmlich in Strahlern verwendeten Lampen um über 70% geringer ist. Die Benutzung der Lampe „PAR 38“ wäre an mehreren Stellen vorstellbar, da die PAR 38 einen E27 Sockel aufweist und das Licht auf einen engen Winkelbereich konzentriert. Sie kann beispielsweise in den sog. TM-Strahlern eingesetzt werden, von denen insgesamt über 300 Stück in allen Bereichen der Kunsthalle installiert sind.

Methoden zur Senkung des Energiebedarfs

Auch in etwa 20 der „anderen Strahler“ wäre ein Einsatz dieser Lampen möglich, speziell in Bereichen, die nicht primär zur Ausstellung genutzt werden (Café, Rountunde, etc.).



Abbildung 17: PAR 38 Lampe

(Megaman, Lichtprogramm 2004/2005)

Bei der versuchsweisen Beleuchtung eines Kunstwerkes ist eine deutlich bessere Wiedergabe der Farben Gelb und Rot festzustellen. Diese wirkt sich positiv auf das Betrachtungserlebnis aus.



Abbildung 18: Gemälde in R. S 5 beleuchtet durch eine PAR 38 (Megaman)

Negativ muss diese Lampe in Hinblick auf ihre Leuchtkraft beurteilt werden. Verglichen mit einer Glühlampe erzeugt sie in vergleichbarem Abstand nur eine sehr geringe Helligkeit auf dem Kunstwerk.

Problematisch bei einem Einsatz dieser Lampen ist die Richtbarkeit des Lichtes durch Vorsetzen einer Rasterblende, die eine zu weit gefächerte Abstrahlung verhindern soll. Hier ist die Struktur des Rasters deutlich auf der angestrahlten Fläche zu erkennen. Daher ist ein Einsatz dieser Lampe in Verbindung mit einer Rasterblende nicht möglich.

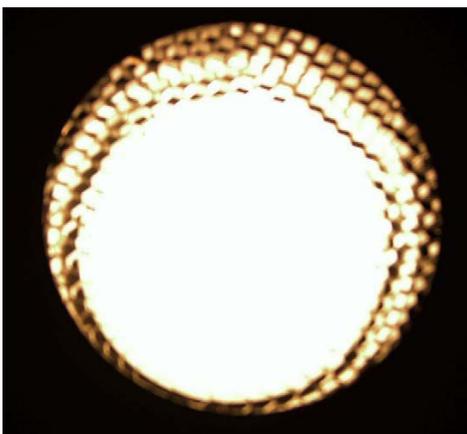


Abbildung 19: Blick auf einen TM- Strahler mit Rasterblende

Methoden zur Senkung des Energiebedarfs

Als kleinere Ausführung dieser Lampe wird der Typ „PAR 30“ angeboten, die in dieser Arbeit aber nicht näher betrachtet wird. Es ist anzunehmen, dass auch diese Lampe in einigen Fällen einsetzbar ist.

R63

In kleineren Strahlern wäre ein Ersatz der Lampen R 63, R 80 oder R 11 möglich durch Energiesparlampen möglich. Entsprechende Strahler befinden sich in der Kunsthalle sowohl in den Kabinetten im 1. OG NB (Räume 123 - 130) wie in den Nebenräumen des Hubertus-Wald-Forums (Räume K87 - K91). Hier könnte durch einen Ersatz der herkömmlichen Lampen die benötigte Leistung von 50 W auf 11 W pro Leuchte gesenkt werden (78 % Reduktion).



Abbildung 20: R63 Energiesparlampe

(Megaman, Lichtprogramm 2004/2005)

Strahler Spark & Loft

Eine andere Möglichkeit, energieeffizientere Lampen zu verwenden, ist der Einsatz von Energiesparlampen in Leuchten, die speziell für gerichtete Beleuchtung konstruiert sind. Firma Megaman bietet mit den Leuchten Spark und Loft zwei spezielle Hochleistungsreflektoren an, die auf den Einbau von Kompaktleuchtstofflampen mit ihrer relativ großen Leuchtfläche abgestimmt sind. Diese Strahler sind

Methoden zur Senkung des Energiebedarfs

so konzipiert, dass sie an die Universal 3-Phasen-Schienen zu montieren sind, die in mehreren Räumen der Kunsthalle vorhanden sind.

Die Leuchte Loft kann als Strahler verwendet werden und könnte somit einen Teil der TM-Strahler ersetzen. Der Fluter Spark könnte an Stelle von Decken- oder Wandfluter installiert werden.



Abbildung 21: Loft Strahler

(Megaman, Lichtprogramm 2004/2005)



Abbildung 22: Spark Fluter

(Megaman, Lichtprogramm 2004/2005)

Da die Leuchten selber nur einen geringen Einfluss auf die auf die Lichtqualität haben, spielt das eingesetzte Leuchtmittel eine wichtige Rolle bei der Entscheidung über den Einsatz dieser Leuchten. Generell ist der Einsatz von Lampen mit E27-Sockel desselben Herstellers mit einer Leistung von bis zu 23 W möglich. Bei Ersatz eines TM-Strahlers durch einen Loft-Strahler mit 23 W-Lampe würde der Strombedarf auf ein Drittel reduziert.

Um eine besonders gute Farbwiedergabe zu erzielen, sollte der Einsatz von sog. LifeLite Lampen der Firma LifeEnergy in Betracht gezogen werden. Diese Leuchtstofflampen erzeugen nach Herstellerangaben ein sonnenlichtähnliches Spektrum und erreichen einen Farbwiedergabeindex von $R_a=95$ (Sehr gut). Das Spektrum dieser Lampen hat besonders im langwelligen Bereich Ähnlichkeit mit dem Sonnenspektrum, sodass es zu einer sehr guten Farbwiedergabe kommt, während es bei kurzen Wellenlängen deutliche Spitzen aufweist. Ein Problem bei

Methoden zur Senkung des Energiebedarfs

Einsatz dieser Lampen könnte der Intensitätsanteil im UV-Bereich darstellen, da diese Strahlung eine Gefährdung der Gemälde darstellt. Um dies zu verhindern, müssten Filter eingesetzt werden.

Glühlampenlicht (Siehe Abb. 25) ermöglicht zwar eine sehr gute Farbwiedergabe. Das Spektrum ist aber mit dem des Sonnenlichts keinesfalls identisch! Eine genaue Übereinstimmung mit dem Solarspektrum ist also nicht zwingend für die Farbwiedergabestufe 1A.

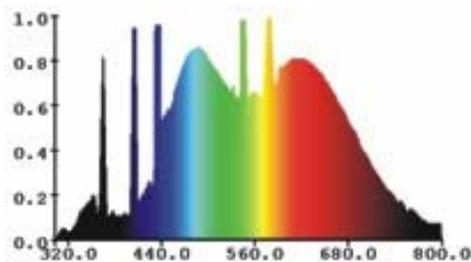


Abbildung 23: Spektrum einer LifeLite Sparlampe

(<http://www.lifelite.de/german/licht.htm>)

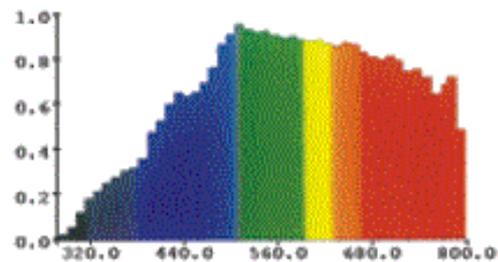


Abbildung 24: Spektrum des Sonnenlichts

(<http://www.lifelite.de/german/licht.htm>)

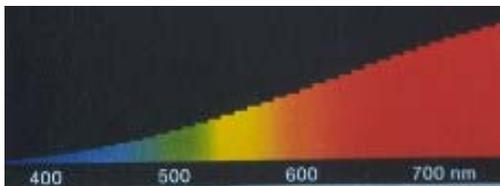


Abbildung 25: Spektrum einer Glühlampe

(<http://www.cwaller.de/deutsch.htm?lichtquellen.htm~information>)

4.2.2 Einsparpotenzial

Die Möglichkeiten zum Austausch von herkömmlichen Strahlern mit Glühlampen durch energiesparende Alternativen konnten nur in einem Fall getestet werden. Deshalb wird im Folgenden ausschließlich der wirtschaftliche, nicht der ästhetische Aspekt eines solchen Tausches betrachtet. Als Vergleichsobjekt für künftige Beleuchtungslösungen dient ein Strahler mit einer Leistung von 75 W (230 V).

Methoden zur Senkung des Energiebedarfs

Austausch der Lampe gegen eine PAR 38

Der Ersatz der herkömmlichen Lampe im Strahler durch den Energiespartyp PAR38 ist die erste hier betrachtete Möglichkeit zur Senkung des Energiebedarfs. Eine solche Lampe kostet in der Anschaffung rund 25 €. In folgender Tabelle sind die Vergleichsziffern gegenübergestellt:

Tabelle 8: Vergleich herkömmliche Lampe - PAR 38 (Megaman)

	Herkömmliche Lampe	PAR 38 (Megaman)
Leistung	75 W	20 W
Anschaffungspreis	ca. 5 €	ca. 25 €
Jährliche Nutzungszeit	4 056 h	4 056 h
Jährlicher Stromverbrauch	304 kWh	81 kWh
Minderverbrauch	---	223 kWh
Ersparnis pro Jahr	---	22 €

Die Tabelle verdeutlicht, dass die energiesparende Lampe deutlich weniger Betriebskosten verursacht: Innerhalb eines Jahres sind etwa 22 € an Stromkosten einzusparen. Dies entspricht mehr als 80% der Investition von 25 €, sodass diese sich in etwas mehr als einem Jahr amortisiert hätte.

Das entscheidende Kriterium für oder gegen einen solchen Austausch wird aber die Ästhetik sein. In vielen Fällen ist aus gestalterischen Gründen ein solcher Wechsel nicht möglich. Bei 30 der TM-Strahler, die nicht in Ausstellungsräumen angebracht sind, ist ein solcher Wechsel durchaus praktikabel. Eine solche Maßnahme würde insgesamt zu einer jährlichen Ersparnis von 660 € führen. Zusätzlich hätte ein solcher Wechsel auch den Vorteil einer längeren Lebensdauer der Lampe und einer geringeren thermischen Belastung für die Räume.

Austausch der Strahler durch Spark- Strahler

Als zweite Möglichkeit soll der Austausch der TM-Strahler durch Spark-Strahler (Megaman), die mit Energiesparlampen der Firma LifeLite (Farbwiedergabestufe 1A) bestückt sind, betrachtet werden. Weil beim Einsatz einer 20 W Sparlampe (s.o.) nicht die gleiche Beleuchtungsstärke zu erzielen ist wie mit einer 75 W Glüh-

Methoden zur Senkung des Energiebedarfs

lampe, wird bei diesem Austausch von einer Lumineszenzlampe mit höherer Leistung ausgegangen (23W oder 26W). Als Investition für diese Variante werden die Kosten für einen Spark-Strahler mit 40 € und für eine entsprechende Lampe mit 18 € angesetzt. Daher erfordert der Tausch eine Investition von 58 €.

Tabelle 9: Vergleich TM- Strahler und Spark- Strahler

	TM-Strahler	Spark-Strahler (23 W)	Spark-Strahler (26 W)
Leistung	75 W	23 W	26 W
Anschaffungspreis	---	58 €	58 €
Jährliche Nutzung	4 056 h	4 056 h	4 056 h
Jährlicher Stromverbrauch	304 kWh	93 kWh	105 kWh
Minderverbrauch	---	211 kWh	199 kWh
Ersparnis pro Jahr	---	21 €	20 €

Die Betriebskostensparnis liegt bei etwa 20€ pro Jahr. Ein Austausch des Strahlers hätte sich somit nach rund 3 Jahren amortisiert.

Im Folgenden wird angenommen, dass ein solcher Austausch keinen gravierenden negativen Einfluss auf die Qualität der Beleuchtung hat, so dass mindestens die Hälfte aller TM-Strahler in Ausstellungsräumen ersetzt werden könnte. Bei dem Ersatz von 165 TM-Strahlern durch die hier vorgeschlagene Alternative mit 26 W-Lampen wären so ca. 3 284 € (32 835 kWh) jährlich einzusparen.

Auch bei dieser Variante kommt eine weitere Einsparung durch geringere Wärmeentwicklung und Ersatzhäufigkeit hinzu.

4.3 Verringerung der Einschaltzeit

Ohne die Beleuchtungsanlagen selbst zu verändern oder auszutauschen, lässt sich der Stromverbrauch durch einen effizienten und dem Nutzungszweck angepassten Betrieb senken. Die meisten Ausstellungsräume sind auch in Zeiträumen außerhalb der Öffnungszeiten vollständig beleuchtet. Speziell an montags, wenn kein Publikumsverkehr herrscht, sowie zu den Reinigungszeiten (täglich ca. 2 Stunden) ist eine volle Beleuchtung der Ausstellungsräume nicht notwendig.

4.3.1 Technische Voraussetzungen

Um in einzelnen Bereichen der Kunsthalle zu Zeiten ohne Publikumsverkehr die Beleuchtung zu reduzieren oder ganz abzuschalten, müssen die entsprechenden Räume einzeln steuerbar sein. In jedem Raum muss das Licht unabhängig ein- oder ausgeschaltet werden können. Um eine reduzierte Helligkeit für Reinigungsarbeiten zu ermöglichen, sollte die Beleuchtung in den Räumen in verschiedenen Stufen zu schalten sein.

Diese Anforderungen sind in der Kunsthalle weitestgehend gegeben. Die Beleuchtung im Altbau sowie im Neubau lässt sich jeweils raumscharf in mindestens zwei Stufen schalten. Hierzu sind Schaltfelder in Raum 45 (Altbau) sowie im großen Treppenhaus (Neubau) installiert.



Abbildung 26: Schaltfeld der Beleuchtung im Neubau



Abbildung 27: Schaltmöglichkeiten für Raum 118

(Ausschnitt aus Abbildung 26)

Auch für den Bereich der Galerie der Gegenwart existiert eine ähnliche Anlage in Raum S37.

Probleme bei der Anwendung

Das größte Hindernis für einen Betrieb der Beleuchtung entsprechend der jeweiligen Anforderung, ist bisher der Mangel an Kenntnissen und Routine im Umgang mit der Anlage. Da sich die Beleuchtung nicht zentral steuern lässt, muss jeweils am Schaltfeld selbst bzw. in der Sicherheitszentrale für die GdG von Hand eingegriffen werden. Dies geschieht in der Regel durch unterschiedliche Mitarbeiter, die keine einschlägige Ausbildung haben. Es werden nur die Schalter für große Bereiche verwendet, die jeweils ein halbes Stockwerk schalten. So wird beispielsweise im 1. OG Neubau über einen Schalter eine Fläche von etwa 1250 m², bzw. eine Beleuchtungsleistung von ca. 20 kW bedient.



Abbildung 28: Schalter für Bereiche des 1. OG (Neubau)

Notwendige Änderungsmaßnahmen

Um zu verhindern, dass weiterhin an so vielen Orten und von verschiedenen Personen geschaltet wird, sollte der Einbau einer zentralen Steuerung angestrebt werden. Alle installierten Schaltfelder können über ein Netzwerk mit einem Computer verbunden werden (Suerbaum, 2005). Über diesen kann mit entsprechender Software die Beleuchtung gesteuert werden. Für spezifische Situationen können entsprechende Beleuchtungsprofile voreingestellt werden (z.B. Ausstellungsbe-

leuchtung, Reinigungsbeleuchtung). Im Idealfall wären diese in ein Zeitschema eingebunden, sodass der Computer selbstständig die Schaltung der Beleuchtungstechnik organisiert, wenn kein besonderer Anlass vorliegt. Ein manuelles Bedienen durch einen geschulten Mitarbeiter sollte für Sonderfälle (Veranstaltungen oder Dekorationsarbeiten) möglich bleiben.

Neben der Verringerung des Stromverbrauchs hat dies auch einen schonenden Effekt für die Ausstellungsstücke, da diese eine deutlich geringere Zeit der intensiven Ausstellungsbeleuchtung ausgesetzt sind. Dies erwähnt auch Hilbert (2002) mit der Bemerkung, dass für die Schaltung einer Kunstbeleuchtung eine Zeitschaltuhr oft zuverlässiger sei als ein Mensch.

4.3.2 Betrachtung der Räume in Alt- und Neubau

In dieser Arbeit werden für die Umsetzung einer verringerten Nutzungsdauer exemplarisch die Ausstellungsräume im Alt- und im Neubau (EG und 1.OG.) betrachtet. In ihnen fällt ein wesentlicher Teil des Energiebedarfs für Beleuchtung an und sie haben auch wegen ihrer hohen Nutzungsdauer ein großes Optimierungspotential. Folgendes Schema stellt die erforderlichen Schaltpositionen einer möglichen zentralen Schalteinrichtung für die Ausstellungsräume in Abhängigkeit von der Nutzung an verschiedenen Wochentagen dar.

Methoden zur Senkung des Energiebedarfs

Uhrzeit	Di, Mi, Fr - So	Do	Mo
00:00 - 08:00	geschlossen	geschlossen	geschlossen
08:00 - 09:30	Reinigungszeit	Reinigungszeit	Arbeitszeit
09:30 - 16:00	Publikumsbetrieb	Publikumsbetrieb	Arbeitszeit
16:00 - 17:00	Publikumsbetrieb	Publikumsbetrieb	Arbeitszeit
17:00 - 18:30	Publikumsbetrieb	Publikumsbetrieb	geschlossen
18:30 - 19:00	Schließungszeit	Publikumsbetrieb	geschlossen
19:00 - 21:30	geschlossen	Publikumsbetrieb	geschlossen
21:30 - 22:00	geschlossen	Schließungszeit	geschlossen
22:00 - 00:00	geschlossen	geschlossen	geschlossen

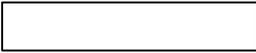
	= Beleuchtung voll eingeschaltet
	= Beleuchtung reduziert eingeschaltet
	= Notbeleuchtung

Abbildung 29: Benötigte Schaltstufen in Ausstellungsräumen

Für die angegebenen Zeitintervalle ist jeweils die Nutzung der Ausstellungsräume angegeben, die Maximalbeleuchtung erfordert, auch wenn gleichzeitig Arbeiten stattfinden, die bei geringerer Helligkeit möglich wären.

An den regulären Öffnungstagen (Di, Mi, Fr - So) werden die Räume nur während der Öffnungszeiten (9:30 – 18:30 Uhr) voll beleuchtet, während der Reinigungszeit und der Schließungszeit (Zeit nach der Schließung) ist die Beleuchtung reduziert. Analog hierzu sind die Schaltintervalle für den Donnerstag (Öffnung bis 21:30)

konzipiert. Für die Montage, an denen die Kunsthalle geschlossen ist, bildet die Arbeitszeit der Mitarbeiter die Grundlage der Anforderungen. Es wird davon ausgegangen, dass in der Zeit von 8:00 bis 18:30 Uhr Mitarbeiter zu verschiedenen Zeiten anwesend sind. Um eventuelle Reparaturen oder Wartungsarbeiten zu ermöglichen reicht aber eine reduzierte Beleuchtung aus. Sollte an einem Montag eine Ausstellung neu eingerichtet oder umgebaut werden, muss der jeweilige Raum voll beleuchtet werden.

Außerhalb der Öffnungs- und oder Arbeitszeiten genügt eine Notbeleuchtung, und die Hauptbeleuchtung kann ausgeschaltet bleiben.

4.3.3 Einsparpotenzial

Den exemplarisch betrachteten Räumen ist mit 368 795 kWh ein Drittel des gesamten Beleuchtungsstromverbrauchs der Kunsthalle zuzuordnen. Dafür soll der durch diese Maßnahme einzusparende Energiebetrag berechnet werden.

Diese Berechnung geht von folgenden Annahmen aus. Die Räume sind während der Öffnungszeiten (2964 h/a) vollständig beleuchtet. Während der restlichen Zeit (1092 h/a) ist eine reduzierte Beleuchtung eingeschaltet. Dazu ist in den meisten Räumen das Hauptbeleuchtungselement (Lichtdecke, Glasleuchtelement, Lichtleisten) mit halber Leistung (gedimmt, durch Schaltung einzelner Lampen) in Betrieb. Zusätzliche Strahler sind ausgeschaltet. In Räumen, in denen die Beleuchtung hauptsächlich durch Strahler gewährleistet ist (Räume mit Beleuchtung einzelner Kunstwerke), sind während der nicht öffentlichen Zeit alle dort installierten Leuchten mit einer um 50% reduzierten Leistung eingeschaltet.

Den Tabellen „6.1 Anpassung der Einschaltdauer der Leuchten“ und „6.2 Auswertung der Anpassung“ (s. Anhang) liegen diese Annahmen bei der Berechnung des Stromverbrauchs in diesen Räumen zugrunde. Aus ihr lässt sich ein reduzierter Energiebedarf von 317 558 kWh im Jahr ablesen, entsprechend einer Einsparung von 51 237 kWh (ca. 14%).

Dies bedeutet eine Einsparung von mehr als 5 000 € an jährlichen Betriebskosten. Dieser Einsparung stehen Investitionen für die Anschaffung eines PC's, der entsprechenden Software (einschließlich Schulung) sowie die Vernetzung mit den

Schaltfeldern gegenüber. Es ist anzunehmen, dass diese Kosten unter 5 000 € liegen, so dass sich die Investition etwa binnen eines Jahres amortisiert.

4.4 Reduktion der Lampenanzahl in den Glasleuchtelementen

Gemessen an ihrem Anteil an der Gesamtfläche der Kunsthalle (ca. 3,4%) wird in den Ausstellungsräumen, die mit Glasleuchtelementen beleuchtet sind, ein unverhältnismäßig großer Anteil des Gesamtstromverbrauchs für Beleuchtung (6,2 %) benötigt. Dieses liegt vor allem an der hohen dort installierten spezifischen Flächenleistung. Diese zu reduzieren, ist eine weitere Möglichkeit, Energie einzusparen. Eine solche Reduktion wäre am einfachsten umzusetzen, indem die Anzahl der verwendeten Lampen in den Glasleuchtelementen verringert wird.

4.4.1 Technische Möglichkeiten

Wie bereits beschrieben sind bestehen die Glasleuchtelemente aus unterschiedlichen Gläsern. Diese streuen das Licht der Lampen und führen so zu einer gleichmäßigen Helligkeitsverteilung. Eine Reduktion der Lampenanzahl würde somit nicht zwangsläufig eine schlechtere Helligkeitsverteilung im Raum zur Folge haben. Diese hängt auch von der Anordnung der Lampen in dem Element ab. Werden die Lampen an den richtigen Stellen außer Betrieb gesetzt, so lässt sich ein Raum auch mit nur 4 Lampen gleichmäßig mit rund 100 lx beleuchten (Messung 10.2.05).

Mit einem höheren Kostenaufwand wäre es verbunden, andere Glasarten zu testen. Hierbei könnte nach Gläsern gesucht werden, die das Licht ähnlich gut streuen, aber eine höhere Transmission haben. Durch diese Maßnahmen könnte evt. die Anzahl der Lampen weiter reduziert werden.

Auch eine Verbesserung des Reflektionsgrades der Decke, an der die Elemente montiert sind, könnte es erlauben, den Raum mit geringerem Lampeneinsatz auszuleuchten, weil mehr Licht in den Raum reflektiert würde. Ein solcher Effekt könnte durch eine Reflektionsfolie erzielt werden oder dadurch, dass die Decke in hellem Weiß gestrichen wird. Der Anstrich sollte in regelmäßigen Abständen erneuert werden, um einer Verschmutzung entgegenzuwirken.

4.4.2 Einsparpotenzial

In diesen Räumen beträgt die mittlere spezifische Flächenleistung 20 W/m^2 . Verglichen mit den Forderungen in den „Planungsvorgaben für die Ausstellungsräume im Altbau der Hamburger Kunsthalle“ ist dies deutlich zu hoch. Die Lichtleisten in den Glasleuchtelementen sind für einen Großteil der Spezifischen Flächenleistung verantwortlich.

Es wird dementsprechend davon ausgegangen, dass bei einem Einsatz von 13 Lampen pro Leuchtelement die Spezifische Flächenleistung im Mittel bei 20 W/m^2 liegt. Um diese den Planungsvorgaben ($\text{max. } 15 \text{ W/m}^2$) anzupassen, wird die direkte Proportionalität der Spezifischen Flächenleistung zur Lampenanzahl angenommen ($13 \text{ Lampen} \triangleq 20 \text{ W/m}^2$). Unter dieser Annahme würde eine mittlere spezifische Flächenleistung von 15 W/m^2 mit 10 Lampen je Glasleuchtelement erreicht. Dementsprechend wird im Folgenden von einer Reduktion der Lampenanzahl pro Glasleuchtelement um drei auf jeweils 10 ausgegangen. Da in diesen Räumen selbst bei 100 lx (4 Lampen) die Kunstwerke noch angemessen gut betrachtet werden können (siehe 4.4.1), sollte eine solche Maßnahme das Betrachtungserlebnis nicht beeinträchtigen.

Pro Raum werden zurzeit $1\,898 \text{ kWh}$ jährlich für die Beleuchtung durch das Glasleuchtelement verbraucht. Bei Verwendung von nur Lampen auf 10 könnte dieser Wert um 438 kWh auf $1\,460 \text{ kWh}$ reduziert werden. Für alle 23 Räume dieser Gruppe ergibt sich eine jährliche Einsparung von $10\,074 \text{ kWh}$. Diese würde ohne jegliche Investitionen zu einer jährlichen Einsparung von rund $1\,000 \text{ €}$ führen, bei der die Spareffekte durch geringeren Materialeinsatz und weniger Klimatisierungsbedarf nicht einbezogen sind.

Längerfristig sollte erwogen werden, ob die Effizienz der Glasleuchtelemente gesteigert werden kann (z.B. durch Anbringung von Reflektoren hinter den Lichtleisten oder durch Verwendung eines Glases mit besserer Lichtdurchlässigkeit). Auch eine Neukonzeption der Beleuchtungstechnik für diese Räume könnte weitere Einsparungen bewirken.

4.5 Weitere Maßnahmen

Neben den hier beschriebenen Maßnahmen gibt es weitere Möglichkeiten, den Stromverbrauch der Kunsthalle für Beleuchtung zu reduzieren. Diese sollen hier nur kurz aufgeführt werden.

4.5.1 Entwicklung von alternativen Beleuchtungskonzepten

Mehrere Ausstellungsräume werden sehr ineffizient beleuchtet. In diesen Räumen wird die das Licht ausschließlich durch Strahler oder Fluter erzeugt, in denen sich Leuchtmittel mit hoher Leistung befinden. Dies führt zu einer hohen Spezifischen Flächenleistung. Beispiele sind die Räume S1a, S1b oder S20 mit bis zu 39,1 W/m² Spezifischer Flächenleistung.



Abbildung 30: Beleuchtung durch Strahler in R. S1a

(Quelle: Fa. ibek)



Abbildung 31: Beleuchtung in R. S20

(Quelle: Fa. ibek)

Für diese Räume könnte durch die Entwicklung eines neuen Beleuchtungskonzepts mit reduzierter spezifischer Flächenleistung eine energetische Optimierung erfolgen.

4.5.2 Installation von Bewegungsmeldern in den Sanitarräumen

In den Sanitarräumen im Sockelgeschoss der GdG sind viele Leuchten installiert, die während der gesamten Öffnungszeit eingeschaltet bleiben. Da diese Räume nur selten benutzt werden, ist zu überlegen, ob es sich lohnt die Beleuchtung dort

Methoden zur Senkung des Energiebedarfs

durch einen Bewegungsmelder ein- und nach einer Verzögerungszeit wieder auszuschalten. Problematisch bei dieser Maßnahme ist der Umstand, dass sich die Räume im Untergeschoss befinden. Somit wäre ein Besucher, wenn sich die Beleuchtung ausschaltet, ohne Licht im völligen im Dunkeln.



Abbildung 32: Sanitärraum im Sockelgeschoss der GdG

(Quelle: Fa. ibek)

4.5.3 Schulung der Mitarbeiter

Eine Maßnahme zur Energieeinsparung in Nicht- Ausstellungsräumen besteht darin, bei leerem Raum oder ausreichendem Tageslicht die Beleuchtung auszuschalten. So könnte durch eine Sensibilisierung und / oder Schulung der Mitarbeiter auch an diesen Stellen Energie eingespart werden.

5 Bilanz

Die Bilanz fasst alle bisher beschriebenen Maßnahmen zusammen und bezieht die Amortisationszeit und die benötigte Zeit für eine Umsetzung mit ein. Daraus ergeben sich Prioritäten für die Umsetzung.

Folgende Tabelle stellt die einzelnen Maßnahmen sowie ihren absoluten und relativen Einspareffekt an Energie dar.

Tabelle 10: Übersicht der Einsparpotentiale

Maßnahme	Einsparung in kWh / a	Einsparung in % des Strom- verbrauchs für Beleuch- tung / a	Einsparung in € / a	Amortisa- tionszeit in Jahren
Nutzung von Tageslicht	76 009	6,81	7 601	2,3
Einsatz von Energieeffizienteren Lampen	39 525	3,54	2 953	2,62
Verringerung der Einschaltdauer	51 237	4,59	5 124	< 1
Reduktion der Lampen in den Glasleuchtelementen	10 074	0,90	1 007	---
Gesamt	176 845	15,84	17 685	nicht ermittelbar

Die Daten in der Tabelle entstammen den in Kapitel 6 beschriebenen Berechnungen. Bei der Nutzung von Tageslicht wurden nur die Einsparpotentiale in den Räumen mit Oberlicht berücksichtigt. Die Amortisationszeit der Maßnahme „Einsatz von energieeffizienteren Lampen“ ist ein Mittelwert aus Amortisationszeiten der für einen Einsatz geeigneten Strahler (s. 4.2.2). Für die Maßnahme „Reduktion der Lampenanzahl in den Glasleuchtelementen“ ist keine Amortisationszeit angegeben, da dies keine Investition erfordert.

Die hier berechneten Werte für das gesamte Einsparpotential entsprechen so nicht exakt dem Einsparpotential, da sich in die Maßnahmen zum Teil überschneiden. So wird beispielsweise bei einem Strahler, der bereits mit einer energieeffizienten Lampe ausgestattet ist, weniger Energie durch eine verringerte Einschalt-dauer eingespart als bei einem herkömmlichen, da dieser bereits weniger Strom verbraucht.

Diese Aufstellung soll dennoch einen Eindruck davon vermitteln, in welcher Größenordnung das Optimierungspotential für Beleuchtung durch diese Maßnahmen liegt. Evidentlich amortisieren sich alle Maßnahmen innerhalb von weniger als drei Jahren.

Insgesamt erschließen die in dieser Arbeit beschriebenen Maßnahmen ein Optimierungspotential von über 10% des gesamten Stromverbrauchs für die Beleuchtung in der Kunsthalle, entsprechend über 10 000 € pro Jahr. Eine Umsetzung ist auch im Hinblick auf die Schonung der Ausstellungsstücke ausdrücklich zu empfehlen.

Es ist anzumerken, dass die hier betrachteten Maßnahmen nur einen Teil des gesamten Potentials für die energetische Optimierung darstellen.

Prioritäten der Umsetzung

Die Reihenfolge der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen ist durch verschiedene Faktoren bestimmt. Zu berücksichtigen und zu gewichten sind: Technische Machbarkeit, Investitionsvolumen, jeweilig erforderlicher Zeitaufwand und Integrationsmöglichkeit in andere geplante Vorhaben.

Die Reduzierung der Lampenanzahl in den Glasleuchtelementen ist ohne finanziellen Aufwand möglich. Für die Umsetzung ist es lediglich nötig zu prüfen, welche Lampen aus den Glasleuchtelementen entfernt werden können, ohne dass hierdurch die Helligkeitsverteilung im Raum deutlich negativ beeinflusst wird. Diese Maßnahme könnte innerhalb von zwei Wochen jeweils montags durchgeführt werden. Deshalb sollte sie möglichst bald realisiert werden.

Die meisten technischen Voraussetzungen für eine Verringerung der Einschalt-dauer sind bereits gegeben. Diese Maßnahme beinhaltet mit 4,6% ein relativ gro-

ßes Einsparpotential. Aufwendig sind bei dieser Maßnahme vor allem die Vernetzung der Schaltstellen mit einem Computer sowie die Konfiguration der entsprechenden Software. Zusätzlich sollten die Zuständigkeit und die Verantwortlichkeit für die Bedienung der neuen Anlage rechtzeitig geklärt werden, um nicht auf Unverständnis bei den Mitarbeitern zu stoßen. Da diese Aufgaben einen Vorlauf benötigen, sollte mit ihnen in naher Zukunft begonnen werden.

Der Einsatz von energieeffizienten Lampen erfordert neben der praktischen Umsetzung auch eine theoretische Auseinandersetzung mit dem Thema. Die Ersatzmöglichkeiten müssen von mehreren Personen hinsichtlich ihrer Eignung begutachtet werden. So sollten auch Kuratoren oder Restauratoren gehört werden. Denn diese stellen spezielle Anforderungen an die Beleuchtung der Kunstobjekte und haben eigene Vorstellungen in Bezug auf Lichtschutz und Farbwiedergabe / Ästhetik. Dieser Prozess kann sich je nach verfügbaren Terminen und nach Zeitbedarf für die Lieferung von Prüfaxemplaren über längere Zeit hinziehen. Darüber hinaus ist in Betracht zu ziehen, die bisher verwendeten Lampen erst in regulärem Turnus nach Durchbrennen der alten Lampen zu ersetzen.

Die Installation von Tageslichtsensoren auf den Glasdächern lässt sich sinnvoll mit deren Renovierung verbinden. Davon hängt der Zeitpunkt für die Umsetzung dieser effizienten Maßnahme ab.

Vor diesem Hintergrund wird folgende Reihenfolge für die Umsetzung der Maßnahmen vorgeschlagen:

1. Reduzierung der Lampenanzahl in den Glasleuchtelementen
2. Verringerung der Einschaltdauer (durch Computersteuerung)
3. Einsatz von energieeffizienteren Lampen
4. Nutzung von Tageslicht

Zusammenfassung / Abstract

Zusammenfassung

Aufgabe der Arbeit war es, Vorschläge für die energetische Optimierung der Beleuchtung in der Hamburger Kunsthalle zu erarbeiten. Die Vorschläge basieren auf der aktuellen Beleuchtungssituation.

Diese Arbeit stellt vier Maßnahmen zur Energieoptimierung vor, für die jeweils das Einsparpotenzial berechnet wird. Es handelt sich bei den vier Maßnahmen um die folgenden:

- Nutzung von Tageslicht
- Einsatz von energieeffizienten Lampen
- Reduzierung der Einschaltdauer (durch der Nutzung angepasste Schaltung)
- Reduzierung der Lampenanzahl in den sog. Glasleuchtelementen

Grundlage der Betrachtung bildet eine Analyse der installierten Beleuchtungstechnik. Die Beleuchtungstechnik beansprucht etwa ein Drittel des gesamten Stromverbrauchs der Kunsthalle.

Ein besonders großes Einsparpotenzial stellen die „Ausstellungsräume mit eingebauter Lichtdecke“ dar, weil dort die Spezifische Flächenleistung deutlich über dem Mittel liegt. Eine hohe Spezifische Flächenleistung ist auch in den „Ausstellungsräumen mit Glasleuchtelement“ installiert.

Die Berechnungen und Annahmen führen zu dem Ergebnis, dass etwa 177 000 kWh jährlich an Energie eingespart werden können. Dies entspricht einer Reduktion des jährlichen Beleuchtungs-Stromverbrauchs der Kunsthalle um ca. 16% (finanzielle Einsparung über 17 000€). Bei allen notwendigen Investitionen für diese Optimierung liegt die Amortisationszeit jeweils unter drei Jahren.

Abstract

The aim of this work was to make suggestions to the “Hamburger Kunsthalle”, how to optimize the energy consumption of its illumination. These suggestions are based on the actual illumination situation.

Four methods for the improvement of the energy consumption are described and calculated, which are:

- Use of daylight
- Use of energy saving lamps
- Reduction of the power-on time (by control of the lamps according to the use of the room)
- Reduction of the number of lamps in the so-called glass- boxes

The suggestions are based on the analysis of the installed illumination. The electric lightening uses one third of the whole energy consumption of the Kunsthalle.

There is very big potential for optimization within the exhibition rooms, where a lightening ceiling is installed. In these rooms as well as in the exhibition rooms with glass- boxes the specific power per m^2 is very high.

The calculations and assumptions arrive at the conclusion that ca. 177 000 kWh energy could be saved within one year. This value corresponds to a reduction by about 16% of the whole energy consumption for illumination (financial saving of over 17 000€). The payback periods for all investments of this optimization are shorter than three years.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Licht im Spektrum.....	8
Abbildung 2: Aufbau der Netzhaut.....	13
Abbildung 3: Funktionsprinzip einer Leuchtstofflampe	17
Abbildung 4: Panorama der Hamburger Kunsthalle	30
Abbildung 5: Beleuchtung in R. 106 mit sog. Laterne.....	36
Abbildung 6: Beleuchtung in R. 15	36
Abbildung 7: Beleuchtung in R. 9	37
Abbildung 8: Beleuchtung in R. 110	37
Abbildung 9: Glasdecke im 3. OG der GdG.....	38
Abbildung 10: Glasdecke in R. 135 mit zusätzlichen Strahlern	38
Abbildung 11: Einblick in die Lichtdecke in R. 140	38
Abbildung 12: Beleuchtung im 1. OG der GdG.....	39
Abbildung 13: Beleuchtung in R. S5.....	40
Abbildung 14: Beleuchtung in R. 19	41
Abbildung 15: Gitterkonstruktion (Dach der Bremer Kunsthalle)	49
Abbildung 16: Großflächige Gitterkonstruktion (Dach der Bremer Kunsthalle).....	49
Abbildung 17: PAR 38 Lampe	55
Abbildung 18: Gemälde in R. S 5 beleuchtet durch eine PAR 38 (Megaman)	56
Abbildung 19: Blick auf einen TM- Strahler mit Rasterblende	56
Abbildung 20: R63 Energiesparlampe.....	57
Abbildung 21: Loft Strahler	58
Abbildung 22: Spark Fluter	58
Abbildung 23: Spektrum einer LifeLite Sparlampe	59
Abbildung 24: Spektrum des Sonnenlichts.....	59
Abbildung 25: Schaltfeld der Beleuchtung im Neubau	62
Abbildung 26: Schaltmöglichkeiten für Raum 118.....	62
Abbildung 27: Schalter für Bereiche des 1. OG (Neubau).....	63
Abbildung 28: Benötigte Schaltstufen in Ausstellungsräumen	65
Abbildung 29: Beleuchtung durch Strahler in R. S1a	69
Abbildung 30: Beleuchtung in R. S20.....	69
Abbildung 31: Sanitärraum im Sockelgeschoss der GdG.....	70

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einteilung der Farbwiedergabeindizes nach CIE und DIN.....	12
Tabelle 2: Lichtfarbe, Beleuchtungsniveau und Behaglichkeit.....	22
Tabelle 3: Relativer Schädigungsfaktor.....	24
Tabelle 4: Lichtempfindlichkeitskategorien.....	25
Tabelle 5: Empfohlene maximale jährliche Belichtungen.....	26
Tabelle 6: Kennzahlen von Raumgruppen.....	45
Tabelle 7: Einsparung durch Tageslichtnutzung (AB 1. OG).....	52
Tabelle 8: Vergleich herkömmliche Lampe - PAR 38 (Megaman).....	60
Tabelle 9: Vergleich TM- Strahler und Spark- Strahler.....	61
Tabelle 10: Übersicht der Einsparpotentiale.....	71

Literaturverzeichnis

Printmedien

Banda, Siegfried: Die Lichttechnischen Grundgrößen, expert Verlag, Renningen-Malmsheim, 1999

Ris, Hans R.: Beleuchtungstechnik für Praktiker, VDE-Verlag, Berlin, Offenbach, 1997

Baer, Roland: Beleuchtungstechnik Anwendungen, Verlag Technik GmbH, Berlin, München, 1993

Baer, Roland: Praktische Beleuchtungstechnik, Verlag Technik, Berlin, 1999

Blackwell, Ben: Light Exposure to Sensitive Artworks during Digital Photography, Spectra (Museum Computer Network journal), 11/2000

Böttjer, Tobias: Wirtschaftlichkeit von Beleuchtungsanlagen mit Licht-Regelungs- oder Steuerungssystemen, Diplomarbeit an der Hochschule Bremen 2000

Folkerts, Enno; Friedrichs, Horst: Hausgeräte-, Beleuchtungs- und Klimatechnik, Vogel Buchverlag, Würzburg, 1988

Hilbert, Günther: Sammlungsgut in Sicherheit, Gebr. Mann Verlag, Berlin 1987 (Die ältere Auflage wurde verwendet, da sich in der neuesten Auflage der thematische Schwerpunkt verlagert hat.)

Hilbert, Günther: Sammlungsgut in Sicherheit, Gebr. Mann Verlag, Berlin 2002

Lichtenberg, Wolfhart: Technik gewerblicher Küchen: Licht und Beleuchtung, in: Ernährung im Fokus, AID Hrsg.) 11/2001

Megaman IDV GmbH, Lichtprogramm 2004 / 2005, 2004

Trilux Lenze GmbH + CoKG: Beleuchtungsplanung, Arnsberg, 1997

Weis, Bruno: Grundlagen der Beleuchtungstechnik, Richard Pflaum GmbH & CoKG, München, Bad Kissingen, Berlin, Düsseldorf, Heidelberg, 2001

Verzeichnisse

Sonstige Quellen

Ernst, Wolfgang (Technischer Mitarbeiter der Hamburger Kunsthalle): Persönliche Mitteilung 13.10.04

Hamburger Kunsthalle: Detaillierte Grundrisspläne, einzusehen im technischen Büro der Hamburger Kunsthalle (Raum S 43)

Hamburger Kunsthalle: Grundrisse, einzusehen im technischen Büro der Hamburger Kunsthalle (Raum S 43)

Suerbaum, Ralf (Technischer Leiter der Hamburger Kunsthalle): Persönliche Mitteilungen 13.10.04, 6.12.04, 13.1.05

Waller, Christoph: Licht und Lichtschutz im Museum (Unterrichtseinheit an der Universität für Angewandte Kunst, Wien)

Internet 1: www.cwaller.de/licht.htm

Internet 2: www.cwaller.de/lichschaeden.htm

Internet 3: www.cwaller.de/lichtquellen.htm

Internet 4: www.cwaller.de/lichtleuchtstoff.htm

Internet 5: www.cwaller.de/lichtentladung.htm

Verifiziert 13.2.05, 16:30h

www.lifelite.de/german/licht.htm, verifiziert 14.2.05, 16:00 h

www.lifelite.de/german/spek.htm, verifiziert 14.2.05, 16:05 h

Messgeräte

Luxmeter: GOSSEN, Mavolux 5032B USB, Ser. Nr. 4D20052, geeicht 2004

Luxmeter: LMT Berlin, Pocket Lux 2, Ser. Nr. 2617, geeicht 2002

Luxmeter: Minolta, Illuminance Meter T-1, Ser. Nr. 209684, kalibriert 2000

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

(F. Kuhlendahl)

- Anhang zur Diplomarbeit-

**Energetische Optimierung der Beleuchtungstechnik
in der Hamburger Kunsthalle**

von

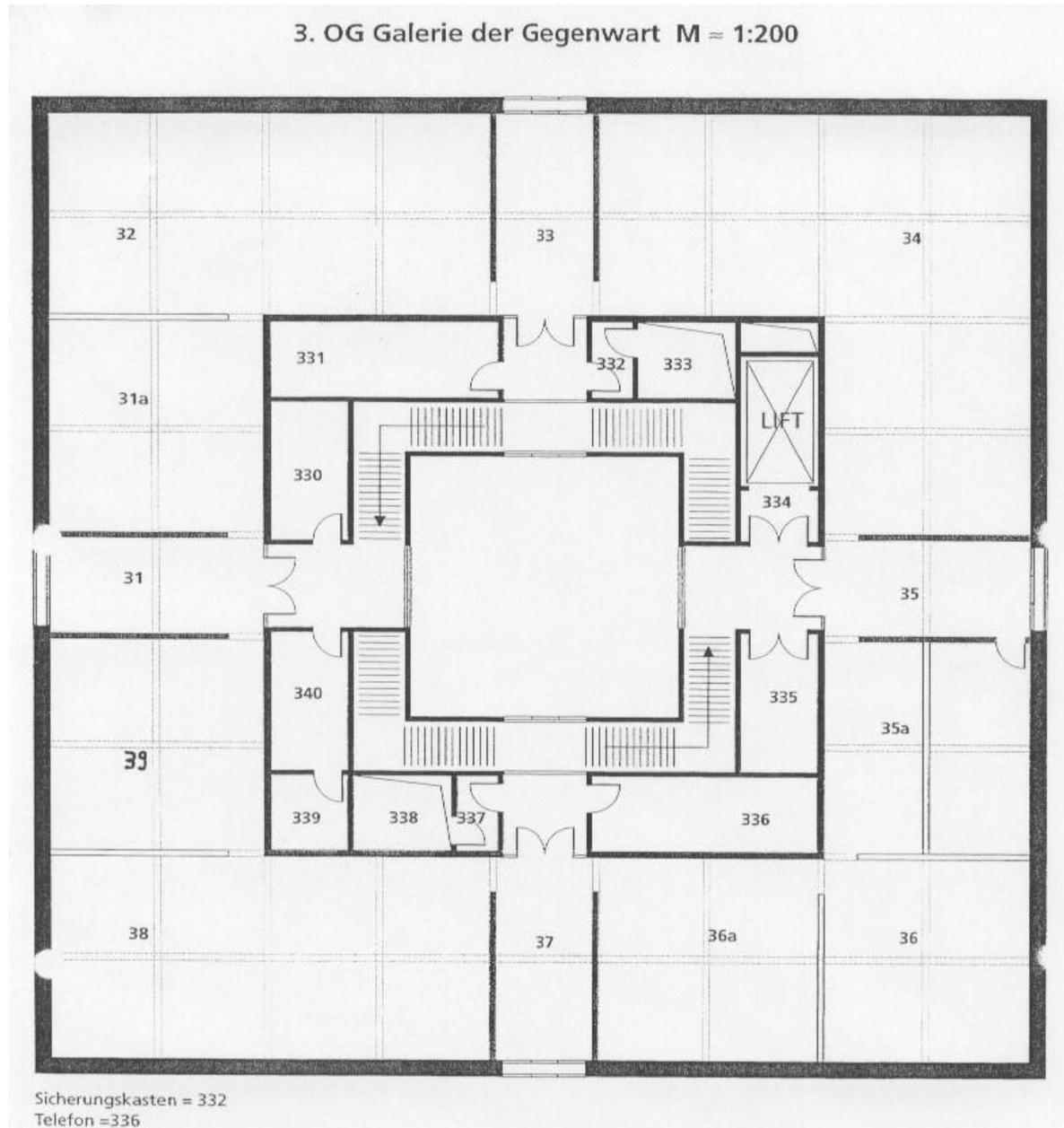
Frieder - Johan Kuhlendahl

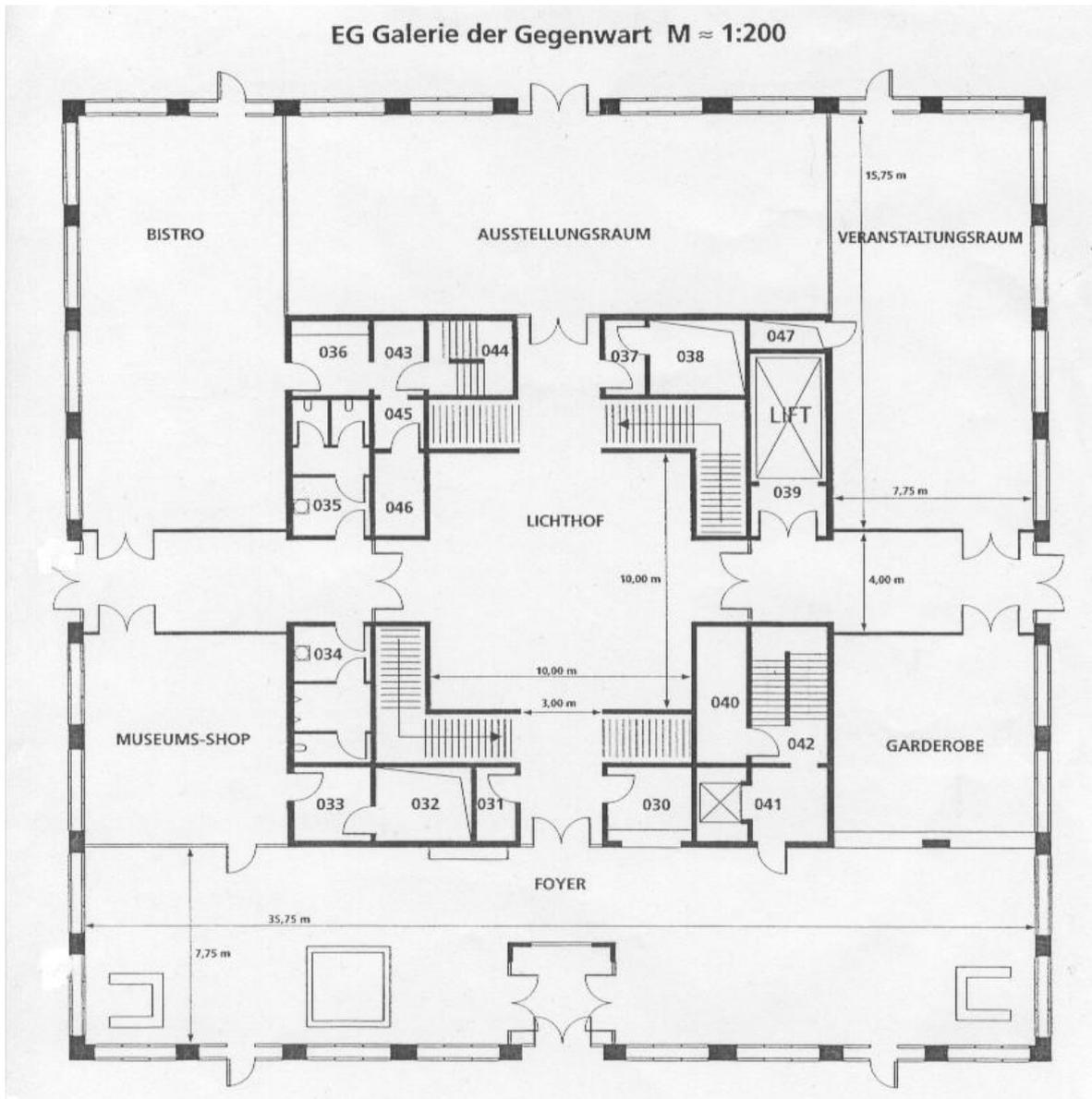
Inhalt

1	Raumpläne der Hamburger Kunsthalle	3
1.1	Galerie der Gegenwart.....	3
1.2	Alt- und Neubau	6
1.3	Lageplan	9
2	Weitere Informationen zur Kunsthalle	10
2.1	Öffnungszeiten.....	10
2.2	Planungsvorgaben	11
3	Basisdaten	12
3.1	Raumparameter	12
3.2	Auswertung nach Räumen.....	13
4	Tageslichtnutzung	14
4.1	Berechnung des Tageslichtquotienten	14
4.2	Annahewerte für die Tageslichtnutzung	15
4.3	Berechnung der Einsparung durch Tageslichtnutzung.....	16
5	Informationen zu angegebenen Produkten	18
5.1	Lichtprogramm der Firma Megeman	18
5.2	Preisliste Megaman.....	46
5.3	Preisliste LifeLite	50
6	Simulation der optimierten Steuerung	51
6.1	Anpassung der Einschaltdauer der Leuchten	51
6.2	Auswertung der Anpassung	51

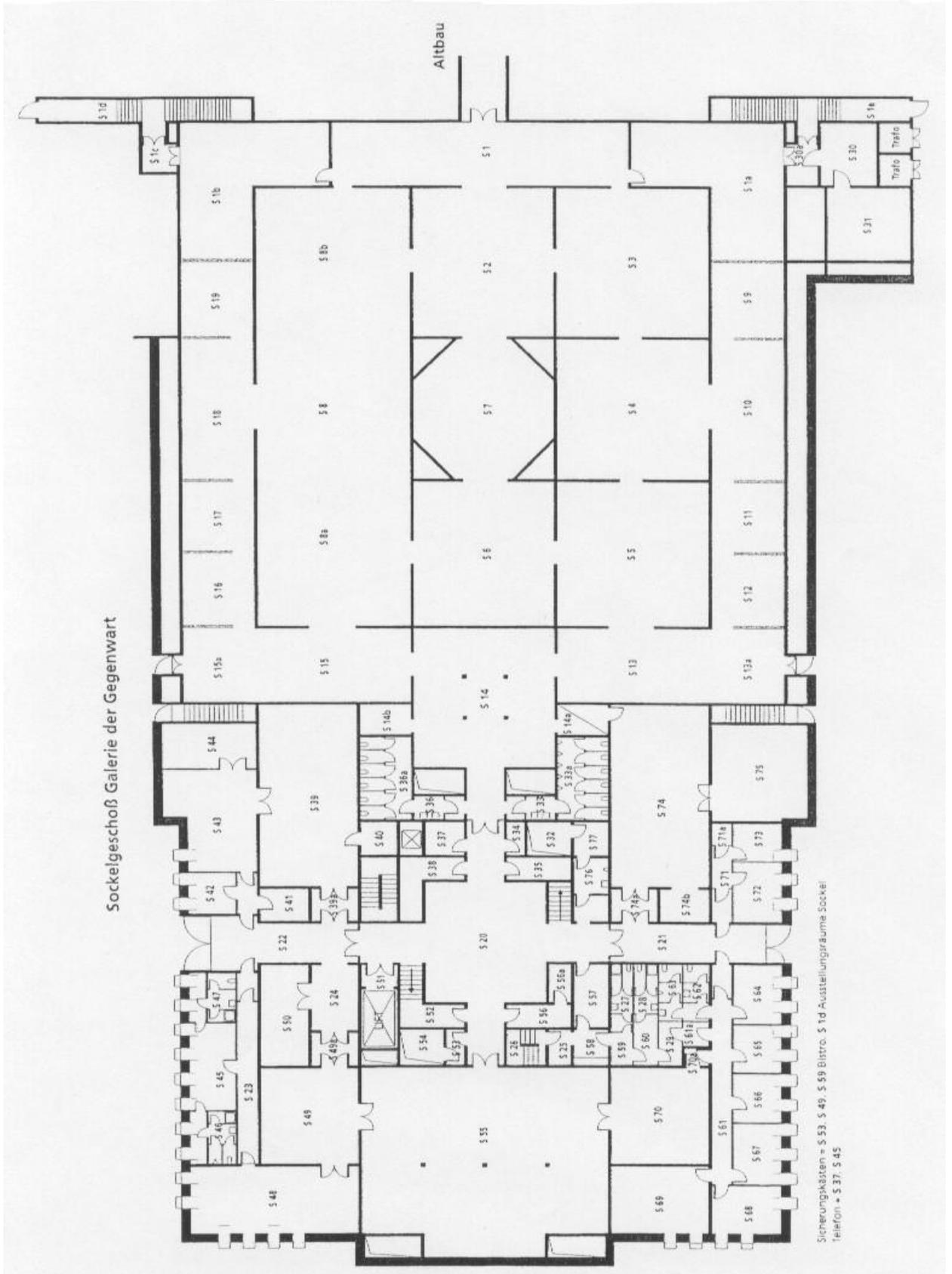
1 Raumpläne der Hamburger Kunsthalle

1.1 Galerie der Gegenwart

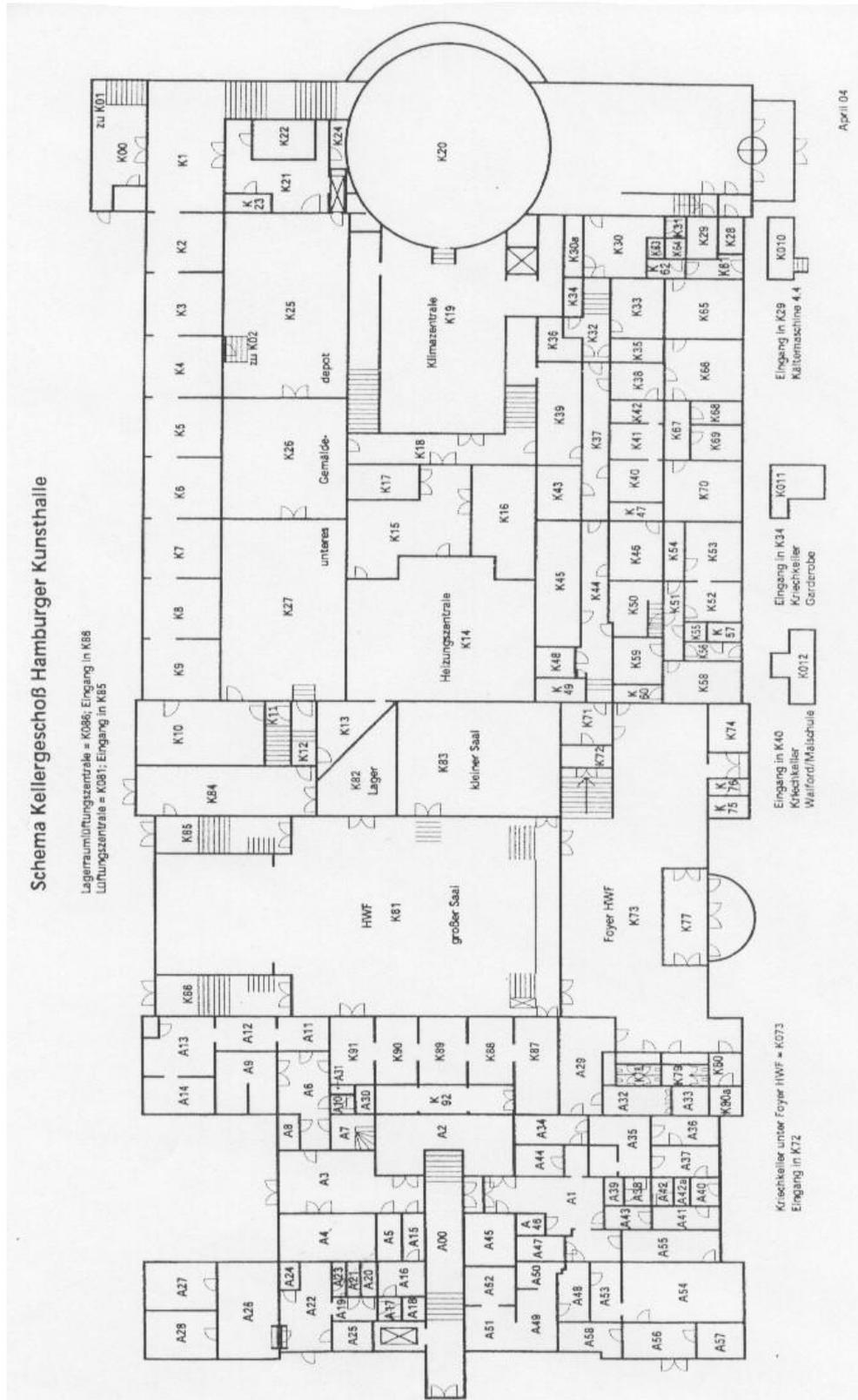


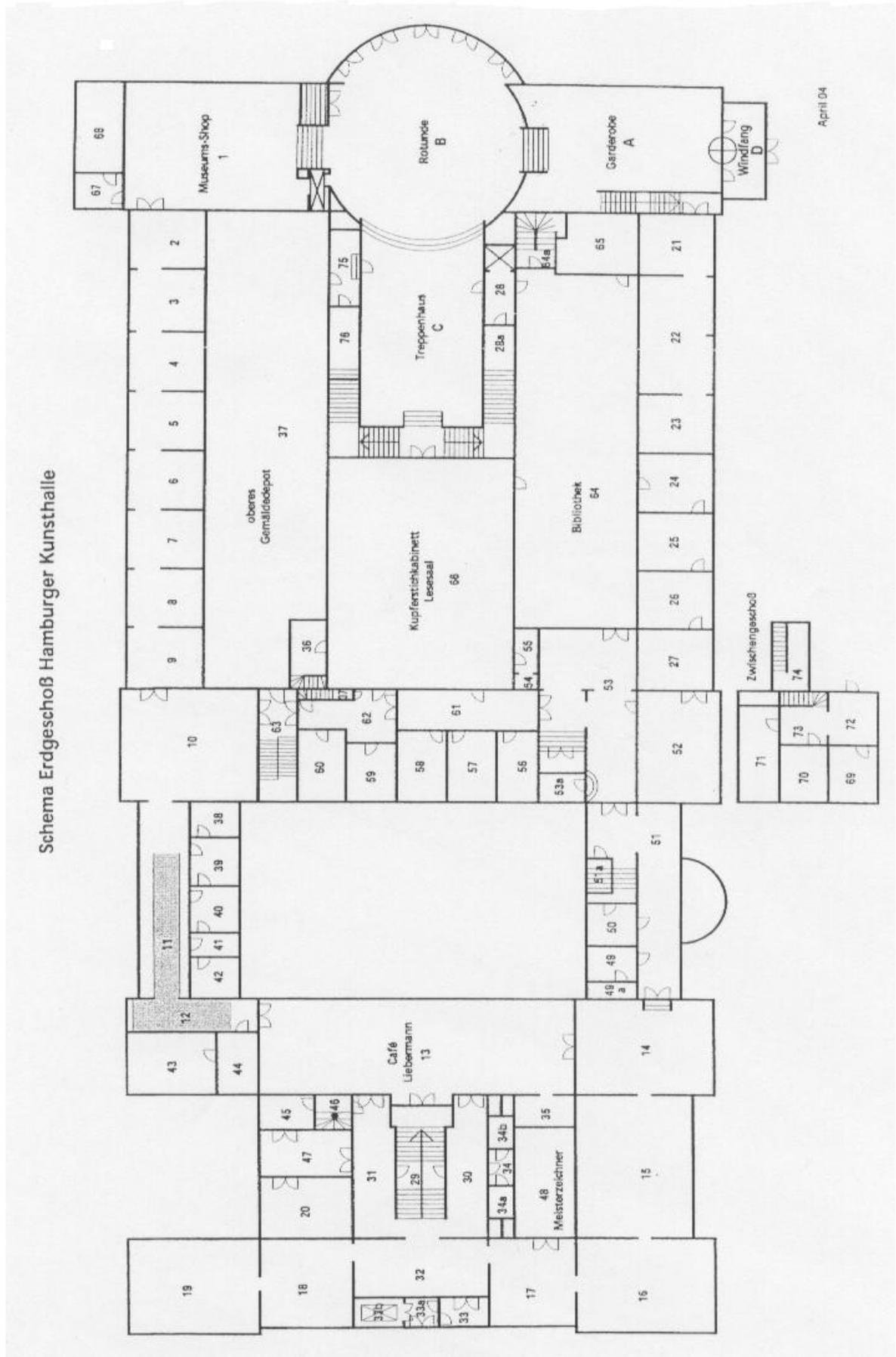


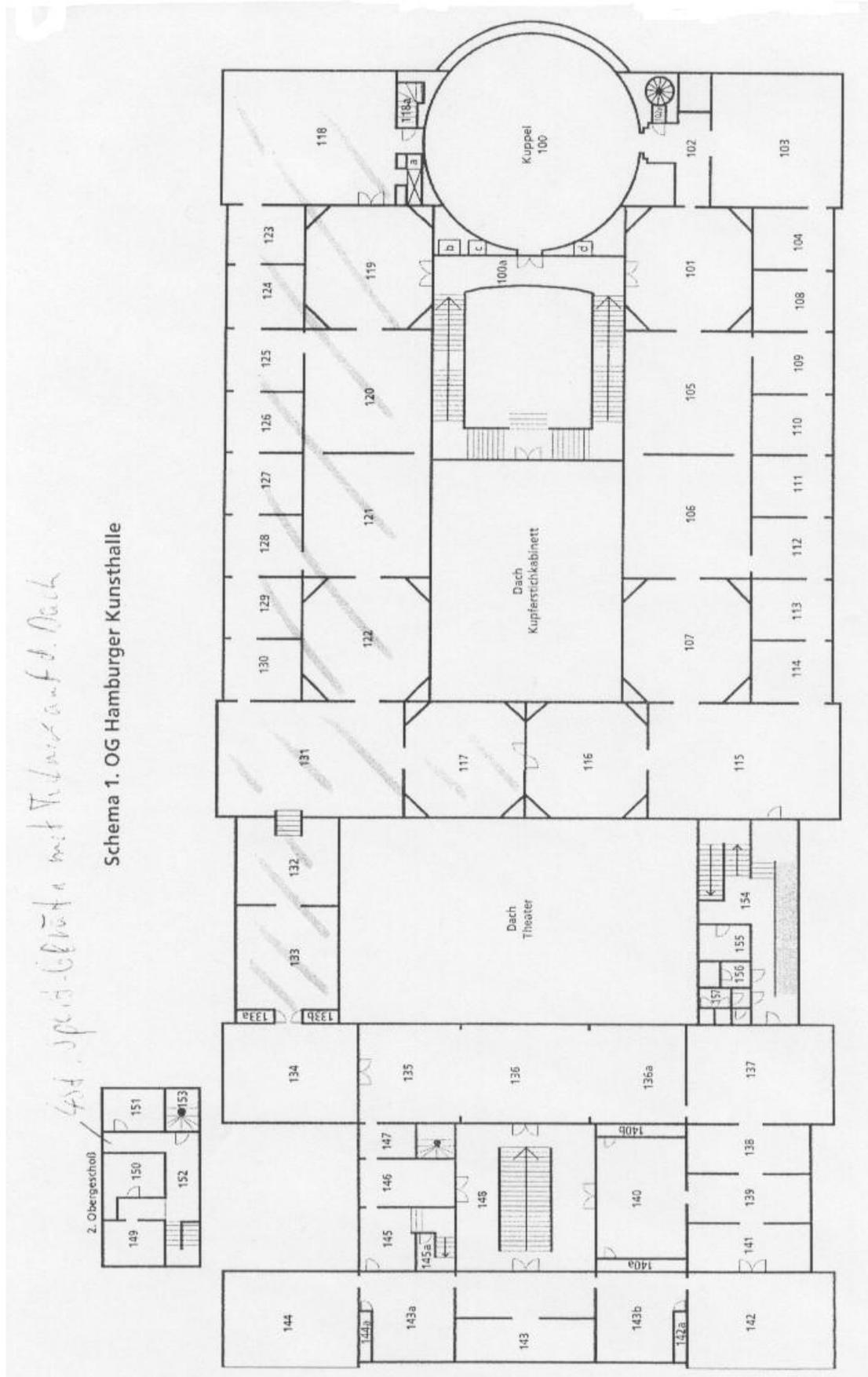
Energetische Optimierung der Beleuchtungstechnik in der Hamburger Kunsthalle - Anhang -



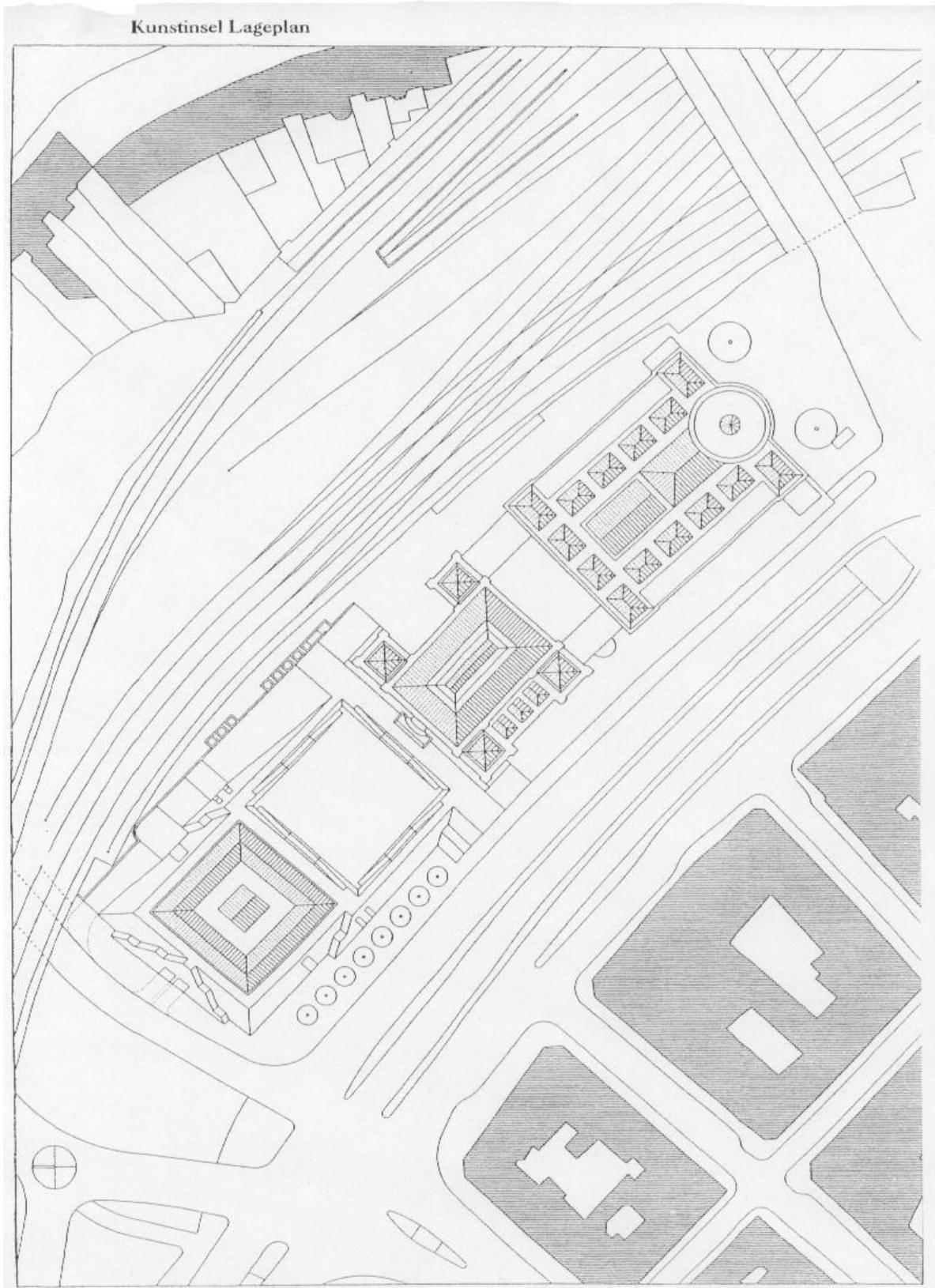
1.2 Alt- und Neubau







1.3 Lageplan



2 Weitere Informationen zur Kunsthalle

2.1 Öffnungszeiten

Öffnungszeiten der Hamburger Kunsthalle 2005

Datum	Wochentag	Anlass	Öffnungszeiten
01.01.05	Samstag	Neujahr	12-18 Uhr
24.03.05	Donnerstag	Gründonnerstag	10-18 Uhr
25.03.05	Freitag	Karfreitag	10-18 Uhr
27.03.05	Sonntag	Ostersonntag	10-18 Uhr
28.03.05	Montag	Ostermontag	10-18 Uhr
01.05.05	Sonntag	Maifeiertag	12-18 Uhr
05.05.05	Donnerstag	Christi Himmelfahrt	10-18 Uhr
15.05.05	Sonntag	Pfingstsonntag	10-18 Uhr
16.05.05	Montag	Pfingstmontag	10-18 Uhr
03.10.05	Montag	Tag der dt. Einheit	10-18 Uhr
24.12.05	Samstag	Heiligabend	Geschlossen
25.12.05	Sonntag	1. Weihnachtsfeiertag	10-18 Uhr
26.12.05	Montag	2. Weihnachtsfeiertag	10-18 Uhr
31.12.05	Samstag	Sylvester	12-18 Uhr
01.01.06	Sonntag	Neujahr	12-18 Uhr

Mit Besucherverkehr:

Die - So $9^{30} - 18^{30} = 9 \times 52 \times 5 = 2340 \text{ Std/a'}$

Do $9^{30} - 21^{30} = 12 \times 52 = 624 \text{ Std/a'}$

Mo $9^{00} - 18^{00} = 9 \times 52 = 468 \text{ "}$

Büroarbeit, Reinigung, Reparaturen

Beleuchtungsplanung, Flure u. Ausstellung
plus 2 x 313 Stand: 08.09.04 = 626 Std

2.2 Planungsvorgaben

Planungsvorgaben für die Ausstellungsräume im Altbau der Hamburger Kunsthalle

Klima

Abstimmung des Innenklimas auf das Außenklima: langsam auf- und abgleitende Anpassung der Sollwerte.

Sollwerte für die relative Feuchte und Temperatur (objektnah gemessen) siehe beiliegende Tabelle, Punkt 1-6 (Dr. A. Burmester, Doerner-Institut, München).

Hier ist das saisonale Gleiten berücksichtigt, es lässt über das Jahr einen Bereich von 40-65% r.F. zu und eine Temperatur von 18-26° (28° C).

Die Sollwerte dürfen sich nur in engen Grenzen ändern, plötzliche Kurzzeitschwankungen müssen vermieden werden. Priorität hat die relative Feuchte.

Die Kontrolle der Sollwerte muss durch eine geeignete Sensorik erfolgen, die unabhängig von der Raumlufanlage ist.

Bei jeder Maßnahme: Beachtung der Luftströmungsgeschwindigkeit.

Lichtwerte

Max. 400 lux; reduzierte Beleuchtung/Anschlussleistung ~15 Watt/qm; ausreichender UV Schutz.

6. September 2004

(Abtlg. Gemälderestaurierung)

3 Basisdaten

3.1 Raumparameter

Die Tabelle „3.1Raumparameter.pdf“ enthält für jeden Raum Angaben zur Nutzung, Größe und installierter Beleuchtungstechnik.

Die installierten Leuchten sind mit Kürzeln angegeben. Die Zahlen hinter den Kürzeln geben Anzahl an Lampen je Leuchte und ihre Nennleistung an.

Die folgenden Kürzel wurden verwendet:

Kürzel	Bezeichnung Leuchte
ADL	Anbau-/ Abluft- Downlight
AL	Andere Leuchte
AST	Anderer Strahler
DFL	Deckenfluter
DL	Deckenleuchte
EDL	Einbau Downlight
EL	Einbauleuchte
ERL	Einbaurasterleuchte
ESL	Einbauspotlight
EST	Erco Strahler
FSL	Freistrahkende Lichtleiste
FSQ	Freistrahlegendes Quadrat von Leuchtstoffröhren
GLE	Glasleuchtelement
HAL	Halogenleuchte
HL	Hängeleuchte
HSL	Halogen Spot Light
KLL	Klemmleuchte
LD	Lichtdecke
MTS	Mini TM Strahler
NL	Notleuchte
OAL	Opale Anbauleuchte
OHS	Optek Halogen Strahler
RAL	Raster Anbau Leuchte
RGL	Riffelglasleuchte
SL	Spiegelleuchte
STL	Sandleuchte
TL	Tischleuchte
TMS	TM Strahler
VL	Vitrinenleuchte
WBL	Wand Boden Leuchte
WEL	Wandeinbauleuchte

3.2 Auswertung nach Räumen

Die Tabelle „3.2Auswertung nach Räumen.pdf“ enthält die berechneten Kennzahlen für die Räume der Kunsthalle. Darüber hinaus enthält sie die Faktoren, die bei dieser Berechnung eine Rolle spielen.

4 Tageslichtnutzung

4.1 Berechnung des Tageslichtquotienten

Messwerte:

Messung	Beleuchtungsstärke außen, E_F / lx	Beleuchtungsstärke innen, E_p / lx
1 (ohne künstl. Licht)	6130	99,5
2 (ohne künstl. Licht)	7850	128
3 (mit künstl. Licht)	5940	442
4 (mit künstl. Licht)	5850	428
5 (mit künstl. Licht)	5970	454
Mittelwert (ohne künstl. Licht)	6950	114
Mittelwert (mit künstl. Licht)	5920	440 (E_{K+p})

Beleuchtungsstärke der Beleuchtungsanlage (ohne Tageslicht):

$$E_K = E_{K+p} - E_p = 440 \text{ lx} - 114 \text{ lx} = 326 \text{ lx}$$

Berechnung des Tageslichtquotienten:

$$D_i = \frac{E_p}{E_F} \cdot 100\% = \frac{114 \text{ lx}}{6950 \text{ lx}} \cdot 100\% = 1,64\%$$

4.2 Annahewerte für die Tageslichtnutzung

Die „berechnete maximale Beleuchtungsstärke“ ist das Produkt aus der Spezifische Flächenleistung und dem Faktoren 17 (analog zu Raum135). Die „gemessene maximale Beleuchtungsstärke“ beruht auf einer Messung vom 13.1.05, ein Tageslichtanteil ist berücksichtigt. Die „angesetzte maximale Beleuchtungsstärke“ und die „angenommene Nennbeleuchtungsstärke“ orientieren sich an diesen Werten.

Raum	Spezifische Flächenleistung in W / m ²	berechnete maximale Beleuchtungsstärke	gemessene maximale Beleuchtungsstärke	angesetzte maximale Beleuchtungsstärke	angenommene Nennbeleuchtungsstärke
132	20	340	550	450	375
133	20	340	550	450	375
134	17	289	375	330	200
137	17	289	375	375	375
138	25	425	300	375	300
139	25	425	300	375	300
140	25	425	300	375	150
141	25	425	300	375	300
142	17	289	375	375	375
143	24	408	375	390	235
144	17	289	375	375	375
135	19			325	325

4.3 Berechnung der Einsparung durch Tageslicht- nutzung

Eingabemaske:

Eingabedaten		Regelungssystem	
Objekt	Hamburger Kunsthalle		
Raum	R 135, 136, 136a		
Zustand der Beleuchtungsanlage			
Anzahl Leuchten	104	Stk.	
Anzahl Lampen pro Leuchte	1	Stk.	
Leistung Lampe	58	W	
Leistung gesamt pro Leuchte	55	W	
Leistung gesamt _Raum	5,720	kW	
Nutzungsdaten			
<i>Ferien</i>	von	bis	
Winterferien	17. Jan	17. Jan	
Osterferien	04. Apr	04. Apr	
Pfingsten	13. Jun	13. Jun	
Sommerferien	11. Jul	11. Jul	
Herbstferien	17. Okt	17. Okt	
Weihnachtsferien	19. Dez	19. Dez	
<i>Variable Feiertage</i>			
Himmelfahrt	06. Jun		
Pfingsten	31. Mai		
Karfreitag + Ostern	11. Apr		
	von	bis	
Standardnutzung	8:00	19:00	
Donnerstagsnutzung	08:00	21:00	
Beleuchtungstechnik			
Nennbeleuchtungsstärke	325	lx	
Tageslichtquotient	0,0164		
Regelung			
Beleuchtungsstärke 100%	325	lx	
Regelgüte	0		
Sollzustand			
Anzahl Leuchten	104	Stk.	
Anzahl Lampen pro Leuchte	1	Stk.	
Leistung Lampe	58	W	
Leistung gesamt pro Leuchte	55	W	
Leistung gesamt _Raum	5,72	kW	
Stromkosten			
Elektroenergietarif			
mittlerer Brutto-Arbeitspreis	0,1000	€/kWh	
kalkulierter Brutto-Leistungspreis DM/kW	0,00	€/kW	

(Quelle:
 Böttjer 2000)

Ausgabemaske:

Zusammenfassung Regelungssystem			
Alte Anlage			
Leuchtenleistung		0,055	kW/Leu
Nutzungsdauer	t-Nutz	3547	h/a
Nutzungskorrektur	k1	1	
	t-Nutz x k1	3547	h/a
Elektrische Arbeit		195,09	kWh/Leu,a
Anzahl Leuchten		104	
Elektrische Arbeit		20288,8	kWh/a
		2028,884	DM/a
Neue Anlage			
Leuchtenleistung		0,055	kW/Leu
Anzahl Leuchten		104	
Betriebsstunden		1904	h
Elektrische Arbeit		61,5	kWh/a,Leu
Elektrische Arbeit		6401,2	kWh/a
		640,12	DM/a
Einsparung			
Elektrische Arbeit		13887,6	kWh/a
		1388,76	DM/a
			68,4 %
Wirtschaftlichkeitsrechnung			
Einsparung an Elektroenergiekosten DM/a		1.388,76	DM/a
Netto-Investition DM		1.000,00	DM
Wirtschaftlichkeit			
kalkulatorischer Zinssatz		5,00%	
Abschreibungszeitraum Jahre		15	
Annuität %, DM/a		9,63%	96,34
Wirtschaftlichkeit % (Einsparung/Annuität)		1441%	
Rendite		138,9%	
dynamische Amortisationszeit Jahre		0,8	

(Quelle:
Böttjer 2000)

5 Informationen zu angegebenen Produkten

5.1 Lichtprogramm der Firma Megaman

MEGAMAN®

Schlaulich®
EnergieSparLampen
EnergySavingLamps

2004/2005
Lichtprogramm - Light-Variety

10 Jahre - Die Vielfalt der EnergieSparLampen



Eine Erfolgsstory, die überzeugt!

Mit einem ganz kleinen Sortiment von Standard-EnergieSparLampen als Außenseiter 1994 gestartet, ist die heutige unglaubliche Vielfalt der ESL von MEGAMAN nicht nur in Deutschland, sondern auch International ein großartiger Erfolg geworden.

Unvorstellbar ist das MEGAMAN - Entwicklungstempo, eine Innovation jagt die Andere, so dass die Vielfalt der MEGAMAN EnergieSparLampen (ESL) in Zukunft sogar die klassische Glühlampe (AGL) übertrifft!

Sorry Mr. Edison!

Qualität hat bei MEGAMAN nicht nur ein tolles Design, sondern ist zudem preiswert und umweltfreundlich!

A story of success!

We started with only a few ESL 1994 in Germany as an outsider. Today, after only 10 years, the name MEGAMAN became a remarkable international brand.

Incredible is the MEGAMAN development – one innovation push the next and the variety of energy saving lamps will be in the future bigger than standard light bulbs.

Sorry Mr. Edison!

MEGAMAN guarantee highest quality by functional designs and environmental friendly technologies for reasonable prices!



MEGAMAN®

10 Jahre Entwicklung - 10 Years Development



MEGAMAN Liliput

Mit über 20 Neuheiten ins 2te Jahrzehnt – das ist MEGAMAN!

With more than 20 innovations to the next Decade – that's MEGAMAN!

Neuheit 2004 Nr.1 - 10: Seite 4 und 5

MEGAMAN Liliput - von 5W bis 14W mit E14-Gewinde und von 5W bis 23W mit E27-Gewinde. Das sind die sensationellen 10 neuen, kleinen Liliput - Modelle, die auf den ersten Blick überzeugen und Bestseller-Qualitäten aufweisen – das ist MEGAMAN!

Innovation 2004 No. 1 - 10: Page 4 and 5

MEGAMAN Liliput - 5W - 14W with E14- and 5W - 23W with E27-socket. These are the sensational 10 new and very small Liliput - Models, which you will realize as "Bestsellers" – that's MEGAMAN!



MEGAMAN GU10

Neuheit 2004 Nr. 11: Seite 9

MEGAMAN ESL-Compact Reflector II-GU10-7W, das ist unsere neueste ESL-GU10 - noch kleiner, toll hell – zweifellos ein neuer Bestseller – das ist MEGAMAN!

Innovation 2004 No. 11: Page 9

MEGAMAN ESL-Compact Reflector II-GU10-7W, this is our latest ESL-GU10 – again smaller, brighter – without question a new Bestseller – that's MEGAMAN!

Neuheit 2004 Nr. 12 - 13: Seite 17

MEGAMAN ESL- Reflector PAR 30/PAR 38 – das ist ein echter „Goldesel“ für Gewerbe und Privat; denn jetzt wird auch mit PAR-Lampen erstmals bis zu 80% der Stromkosten eingespart – das ist MEGAMAN!

Innovation 2004 No. 12 - 13: Page 17

MEGAMAN ESL-Reflector PAR 30/PAR 38 – these are real Money-makers for personal use or in Trade, because this is the first time to save up to 80% energy cost with PAR-Lamps – that's MEGAMAN!



MEGAMAN Soft-Light

Neuheit 2004 Nr. 14 - 15: Seite 14

MEGAMAN Ultra Compact Candle – jetzt gibt es auch 2 ultrakleine Modelle mit 7W-Leistung (!) in Bestseller-Qualität – das ist MEGAMAN!

Innovation 2004 No. 14 - 15: Page 14

MEGAMAN Ultra Compact Candle now also with 2 ultra small models in 7W available – that's MEGAMAN!



MEGAMAN Candle

Neuheit 2004 Nr. 16 - 17: Seite 10

MEGAMAN Ultra Compact Classic 9W – eine neue Bestleistung im Glühlampen-Design mit E14- oder E27-Sockel – das ist MEGAMAN!

Innovation 2004 No. 16 - 17: Page 10

MEGAMAN Ultra Compact Classic 9W – a new Classic-Design with E14 or E27- Socket – that's MEGAMAN!

Neuheit 2004 Nr. 18: Seite 20

MEGAMAN GX53-ESL – 7W mit 10.000 Stunden Lebensdauer, superflach, deshalb fast unbegrenzte Einsatzmöglichkeiten im Möbel-einbau – garantiert ein neuer Trend – das ist MEGAMAN!



MEGAMAN GX53-Set

Kleiner. Heller. Klasse! Shorter. Brighter. Super!

Innovation 2004 No. 18: Page 20

MEGAMAN GX53-ESL – 7W with 10.000 hours lifetime, ultra slim, especially designed for the area of furniture lighting – that's MEGAMAN!

Neuheit 2004 Nr. 19: Seite 10

MEGAMAN Compact Soft Light T45 – 7W mit 10.000 Stunden Lebensdauer, nicht nur eine ideale Alternative für Designerleuchten, sondern auch echter Ersatz für klassische Soft-Light Glühlampen – das ist MEGAMAN!

Innovation 2004 No. 19: Page 10

MEGAMAN Compact Soft Light T45 – 7W with 10.000 hours lifetime, not only a fantastic alternative for Designer-Luminaires, also replaces easy incandescent bulbs – that's MEGAMAN!

Neuheit 2004 Nr. 20: Seite 17

MEGAMAN Dimmable ESL - 15W mit 8.000 Stunden Lebensdauer. Das ist der Beginn einer neuen Generation von dimmbaren ESL, die mit fast allen handelsüblichen Dimmern betrieben werden können! Dimmbar von 100 - 20% bevor die ESL abschaltet – das ist MEGAMAN!

Innovation 2004 No. 20: Page 17

MEGAMAN Dimmable ESL – 15W with 8.000 hours lifetime. This is the latest development of a new Generation of dimmable ESL from 100 – 20% – that's MEGAMAN!



MEGAMAN – Secret

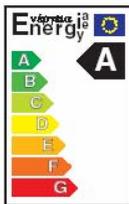
Hier sehen Sie bereits unser kleines Entwicklungs-Geheimnis – lassen Sie sich überraschen – Ende 2004 ist es soweit.

Have a peep into the future of the MEGAMAN Secret-Development. End 2004 you will be surprised.



MEGAMAN Neuheiten sind oft wegen der vielen Innovationen in den Medien durch ausführliche Berichterstattung vertreten. Interessierte finden auch einen Internet-Auftritt unter www.megaman.de.

MEGAMAN Innovations. You will often find reports about the innovations of MEGAMAN ESL in the media. You find under www.megaman.de further informations.



MEGAMAN PAR38



Dimmbar
Dimmable
20%-100%



Größenvergleich 9W – 40W



3 x GUT getestet:
MM302, MM011, MM315G



MEGAMAN ESL entsprechen selbstverständlich den gesetzlichen Bestimmungen (1) und übertreffen in einigen Fällen diese sogar und tragen deshalb zu Recht das CE-Zeichen. Die Fertigung erfolgt in einer ISO 9001 zertifizierten Betriebsstätte.

MEGAMAN ESL correspond naturally to the legal regulations (1) and carry therefore rightfully the CE-Mark. The manufacturing takes place at a certified ISO 9001 factory.



© MEGAMAN IDV • Printed in Germany 01/04 • Änderungen in Design, Abmessungen und Technik vorbehalten • Keine Haftung für Satzfehler

MEGAMAN®

Schlauchlicht®
EnergieSparLampen
EnergySavingLamps

Die Vielfalt der
EnergieSparLampen
Variety

Übersicht/Index Seite/Page

Liliput Die kleinsten ESL der Welt <i>The World's Smallest ESL</i>	4-5
Compact 2000 Hell, Klein, Klasse! <i>Bright, Short, Super!</i>	6-7
Compact-Reflektoren R50/R63/R80	8
Compact-Reflektoren GU10 + Einbau-Sets	9
Ultra Compact Classic Classic Soft-Light	10
Party Color	11
Compact Classic matt + clear	12-13
Candlelight Classic matt, clear + gold	14-15
Compact Globe 11W – 23W	16
PAR30 - PAR38 Dimmable ESL	17
Pflanzen-ESL / Plant ESL	18
Compact 2000 HPF 30W Jumbo 52W	19
GX53-Sets	20
Shellite	21
DC-ESL G23 + G24	22
Downlights	23
Floodlight – Spotlight	24
Floodlight for In- and Outdoor	25
Verkaufshilfen/ Display-Material	26
Economy-ESL	27

10 Jahre MEGAMAN® 3

MEGAMAN®
MEGAMAN Liliput®
Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*IEC 969




5W
Art.Nr. MM 30512
4 020856 305124



8W
Art.Nr. MM 30812
4 020856 308125



11W
Art.Nr. MM 31112
4 020856 311125



14W
Art.Nr. MM 31412
4 020856 314126

MEGAMAN®
Highlight 2004



Originalgröße 11W

CE

4 10 Jahre MEGAMAN



20W
Art.Nr. MM 31912
4 020856 319121



23W
Art.Nr. MM 32212
4 020856 322121

MEGAMAN Liliput
Die kleinste EnergieSparLampen-Serie der Welt!
Hier wird der Trend zur Miniaturisierung wahr. Ein raffinierter Röhrenschutz verhindert Glasbruch und die ultrakompakte T2/T3-Röhre bietet eine optimale Lichtausbeute!

MEGAMAN Liliput
World's Smallest EnergySavingLamp-Series!
Here we drive the trend of miniaturization to a new dimension. An ingenious lamp-tube protector prevent the ultracompact T2/T3-Tubes to be broken and the remarkable high lumen output is unbelievable!

MEGAMAN®
10 Jahre Entwicklung
10 Years Development

NEU! NEW!

MEGAMAN Liliput
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE (Innenkarton) Outer (Innercarton)
5 W	200	MM 30512	60 (10)
8 W	400	MM 30812	60 (10)
11W	600	MM 31112	60 (10)
14W	800	MM 31412	60 (10)
20W	1151	MM 31912	60 (10)
23W	1371	MM 32212	60 (10)

Verkaufshilfen und mehr ... Seite 26
Sales-Support and more ... Page 26





MEGAMAN®
MEGAMAN Liliput®
Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*IEC 969



MEGAMAN®
Highlight 2004

Originalgröße 8W

CE

10 Jahre MEGAMAN 5

Ein raffinierter Röhrenschutz befindet sich in allen Liliput-ESL mit T2-Röhren!
Die neue Liliput-Serie verhindert Glasbruch durch einen neu entwickelten Röhrenschutz. Dieser PC-Protector ist mit einem umweltfreundlichen Kleber an den Röhren befestigt.



Ingenious Lamp-tube Protector introduced to all Liliput-ESL with T2-Tubes!
The new series of Liliput comes with an integrated innovative lamp-tube protector that helps to reduce the fragility of the lamp and decrease glass breakages. And environmentally-friendly glue is used to attach the plastic lamp tube protector onto the tube.

NEU! NEW!

MEGAMAN Liliput
Sockel/Base E14, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE/Innenkarton Outer/Innecarton
5 W	200	MM 30502	60 (10)
8 W	400	MM 30802	60 (10)
11W	600	MM 31102	60 (10)
14W	800	MM 31402	60 (10)



MEGAMAN®
Compact 2000
Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K
12.000* Stunden Lebensdauer
12.000* Hours Average Life
*IEC 969




Originalgröße 11W

CE

6 10 Jahre MEGAMAN

NEGAWATT®
Control
viel Licht - wenig Watt



Art.Nr. MM 024



Art.Nr. MM 036



Art.Nr. MM 300



Art.Nr. MM 301



Art.Nr. MM 302



Art.Nr. MM 315



Art.Nr. MM 320



Art.Nr. MM 325



MEGAMAN Compact Mini
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz
10.000 Std. Lebensdauer / Hours Average Life

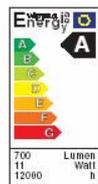
Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE (Innenkarton) Outer (Innercarton)
4 W	180	MM 024	60 (10)
6 W	280	MM 036	60 (10)

MEGAMAN Compact 2000
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE (Innenkarton) Outer (Innercarton)
7W	380	MM 300	60 (10)
9 W	500	MM 301	60 (10)
11W	700	MM 302	60 (10)
15W	950	MM 315	60 (10)
20W	1350	MM 320	60 (10)
23W	1500	MM 325	60 (10)

Kleiner. Heller. Klasse!

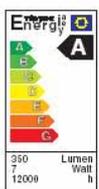
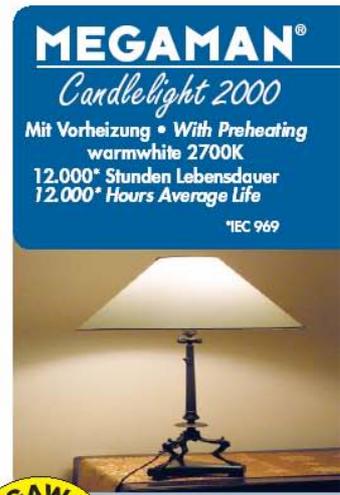
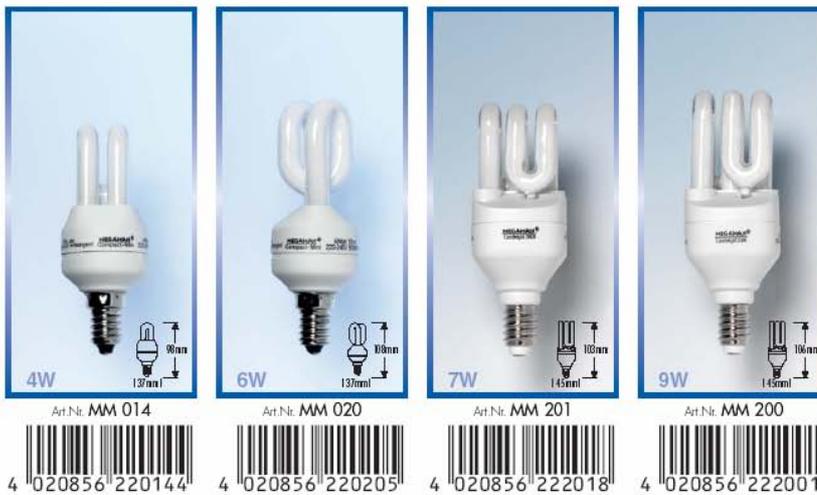
Die geniale T3-Röhren-Generation stellt eine perfekte Alternative für eine kostenbewußte Beleuchtung dar. Vergleichen Sie uns bitte mit Konkurrenzprodukten; denn wir sind sicher, daß wir nicht zuviel versprechen.



Shorter. Brighter. Super!

The T3-Tubular-Generation is the perfect alternative for economical lighting. Please compare us with the competition; because we are sure that we didn't promise too much.





Kleiner. Heller. Klasse!
Hier sind auch die EnergieSpar-Lampen mit den kleinen E14-Sockeln richtig hell! Machen Sie selbst einen Vergleich und schon sehen Sie den Unterschied!

Shorter. Brighter. Super!
Here you find also the ESL with the small E14-Socket really bright. Compare and see on your own what the difference can be!



Verkaufshilfen und mehr ... Seite 26
Sales-Support and more ... Page 26

MEGAMAN Compact Mini			
Sockel/Base E14, 220-240V/50-60Hz			
10.000 Std. Lebensdauer / Hours Average Life			
Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE (Innenkarton) Outer (Innercarton)
4W	180	MM 014	60 (10)
6W	280	MM 020	60 (10)
MEGAMAN Candlelight 2000			
Sockel/Base E14, 220-240V/50-60Hz			
Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE (Innenkarton) Outer (Innercarton)
7W	350	MM 201	60 (10)
9W	450	MM 200	60 (10)
11W	650	MM 212	60 (10)

10 Jahre MEGAMAN 7

MEGAMAN®
Reflector R50 / R63 / R80

Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K
8.000* Stunden Lebensdauer
8.000* Hours Average Life
*TEC 969



MEGAMAN® Highlight

Originalgröße R50



8 10 Jahre MEGAMAN




11W R63

m	Lux	Ø cm
0.5	496	163
1	124	326
1.5	55	490

Art.Nr. MM 16802

4 020856 168026



15W R80

m	Lux	Ø cm
0.5	908	146
1	227	291
1.5	101	437

Art.Nr. MM 16912

4 020856 169122



7W R50

m	Lux	Ø cm
0.5	274	157
1	68	314
1.5	30	471

Art.Nr. MM 165

4 020856 221653



7W R50

m	Lux	Ø cm
0.5	274	157
1	68	314
1.5	30	471

Art.Nr. MM 16522

4 020856 165223

MEGAMAN Compact Reflector R63/R80
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz

Watt	Typ	Art. Nr.	VE (Innenkarton)
Wattage		Art. No.	Outer (Innercarton)
11W	R63	MM 16802	60 (10)
15W	R80	MM 16912	24 (6)

MEGAMAN Compact Reflector R50
Sockel/Base E14, 220-240V/50-60Hz

Watt	Art. Nr.	VE (Innenkarton)
Wattage	Art. No.	Outer (Innercarton)
7 W white	MM 165	60 (10)
7 W clear	MM 16522	60 (10)

Zubehör/Accessory:

R50 Spotlight-Adaptor	MM 166	5 (1)
R63 Spotlight-Adaptor	MM 164	5 (1)



Zubehör/Accessory:
38° Spotlight-Adaptor
für/for R50

Art.Nr. MM 166

4 020856 221660

Zubehör/Accessory:
60° Spotlight-Adaptor
für/for R63

Art.Nr. MM 164

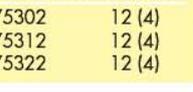
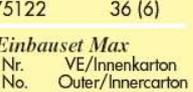
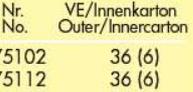
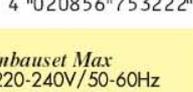
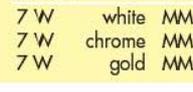
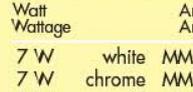
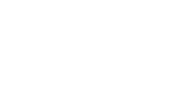
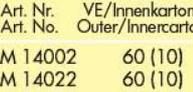
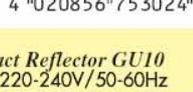
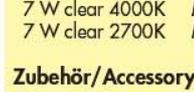
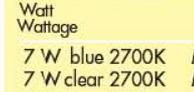
4 020856 221646



Einbau-Set
MEGAMAN®
Max



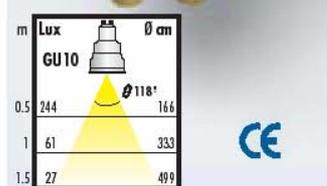
3er-Set
MEGAMAN®
Max



MEGAMAN®
Compact Reflector GU10
Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K - coolwhite 4000K
8.000* Stunden Lebensdauer
8.000* Hours Average Life
*IEC 969



MEGAMAN®
Highlight 2004



MEGAMAN®
Compact Reflector GU10
• ersetzt / replaces
230V GU10 Halogen
• kein Vorschaltgerät erforderlich
no ballast required
• weniger Hitze / Less heat
• mit Alu-Reflektor /
with aluminium reflector

10 Jahre MEGAMAN 9

MEGAMAN Compact Reflector GU10			MEGAMAN Einbauset Max		
Sockel/Base GU10, 220-240V/50-60Hz			Sockel/Base GU10, 220-240V/50-60Hz		
Watt Wattage	Art. Nr. Art. No.	VE/Innenkarton Outer/Innercarton	Watt Wattage	Art. Nr. Art. No.	VE/Innenkarton Outer/Innercarton
7 W blue 2700K	MM 14002	60 (10)	7 W white	MM 75102	36 (6)
7 W clear 2700K	MM 14022	60 (10)	7 W chrome	MM 75112	36 (6)
7 W clear 4000K	MM 14024	60 (10)	7 W gold	MM 75122	36 (6)
7 W clear 2700K	MM 14122	60 (10)			
Zubehör/Accessory:			MEGAMAN 3er Einbauset Max		
38° Spotlight-Adaptor			Watt Wattage	Art. Nr. Art. No.	VE/Innenkarton Outer/Innercarton
MM 166 (Seite / Page 8)			7 W white	MM 75302	12 (4)
			7 W chrome	MM 75312	12 (4)
			7 W gold	MM 75322	12 (4)



MEGAMAN®
Ultra Compact Classic
Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*IEC 969

MEGAMAN®
Classic Soft-Light
Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*IEC 969



Art.Nr. MM 19002
4 020856 190027



Art.Nr. MM 19012
4 020856 190126



Art.Nr. MM 19022
4 020856 190225



Größenvergleich
Size-Comparison
9W ESL - 40W AGL



Alle Ultra Compact Classic ESL auf dieser Seite entsprechen IP55, wenn die verwendete Leuchte mindestens der selben Schutzklasse entspricht. IP55 protection is guaranteed when used with lampholder of the same protection-class or above.

Originalgröße 7W

MEGAWATT CONTROL
Low Watt
Bright Light
wenig Watt
hell Licht

CE

10 Jahre MEGAMAN®

Energy label: A, 286 Lumens, 7W, 10000h



Art.Nr. MM 18002
4 020856 180028



Art.Nr. MM 18012
4 020856 180127



Art.Nr. MM 18022
4 020856 180226



Art.Nr. MM 04002
4 020856 040025

MEGAMAN Ultra Compact Classic
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE(Innenkarton) Outer(Innecarton)
4 W	127	MM 19002	60 (10)
7 W	286	MM 19012	60 (10)
9 W	405	MM 19022	60 (10)

MEGAMAN Ultra Compact Classic
Sockel/Base E14, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE(Innenkarton) Outer(Innecarton)
4 W	127	MM 18002	60 (10)
7 W	286	MM 18012	60 (10)
9 W	405	MM 18022	60 (10)

MEGAMAN Classic Soft-Light
Sockel/Base E14, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE(Innenkarton) Outer(Innecarton)
7 W	286	MM 04002	60 (10)

Ultra Compact Classic
sind nicht nur wasserdicht, sondern haben auch nur eine maximale Länge von 10cm bei einem Gewicht von nur 40g und sind sowohl mit E14 oder E27-Gewinde lieferbar.



Ultra Compact Classic - Series
is not only waterproof, but measures also only 10cm and weighing just 46g and available with E14 or E27-Socket.



- Art.Nr. MM 25009
4 020856 250097
- Art.Nr. MM 25109
4 020856 251094
- Art.Nr. MM 25209
4 020856 252091
- Art.Nr. MM 25309
4 020856 253098

- Art.Nr. MM 25409
4 020856 254095



- Art.Nr. MM 25909
4 020856 259090

MEGAMAN®
Party Color
Mit Vorheizung • With Preheating
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*IEC 969



- Art.Nr. MM 240
4 020856 222407
- Art.Nr. MM 241
4 020856 222414
- Art.Nr. MM 242
4 020856 222421
- Art.Nr. MM 243
4 020856 222438

- Art.Nr. MM 244
4 020856 222445



Pfiffige 6W-Technik:
Die Party Color wird erst
farbig, wenn sie leuchtet!

Great 6W-Technic:
The color light up,
when you turn it on!



Originalgröße 4W



IP55 ist nur garantiert, wenn die
verwendete Leuchte mindestens der
selben Schutzklasse entspricht.
IP55 protection is guaranteed when
used with lampholder of the same
protection-class or above.



10 Jahre MEGAMAN 11



Nightlight

Nightlight, weiß/white
1 Watt, 220-240V/50-60Hz
VE (Innenkarton/Carton) 120 (20)
Art.Nr. MM 001

- 4 020856 200016



Nightlight, grün/green
1 Watt, 220-240V/50-60Hz
VE (Innenkarton/Carton) 120 (20)
Art.Nr. MM 003

- 4 020856 200030

MEGAMAN Party Color
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Art. Nr. Art. No.	VE (Innenkarton) Outer (Innecarton)
4 W rot/red	MM 25009	60 (10)
4 W blau/blue	MM 25109	60 (10)
4 W grün/green	MM 25209	60 (10)
4 W gelb/yellow	MM 25309	60 (10)
4 W orange	MM 25409	60 (10)
5er Set	MM 25909	12 (6)

MEGAMAN Party Color
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Art. Nr. Art. No.	VE (Innenkarton) Outer (Innecarton)
6 W rot/red	MM 240	60 (10)
6 W blau/blue	MM 241	60 (10)
6 W grün/green	MM 242	60 (10)
6 W gelb/yellow	MM 243	60 (10)
6 W weiß/white	MM 244	60 (10)

MEGAMAN®
Compact Classic 1
Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*EC 969




Originalgröße 11W

12 10 Jahre MEGAMAN



Art.Nr. MM 009
4 020856 210091



Art.Nr. MM 010
4 020856 210107



Art.Nr. MM 011
4 020856 210114



Art.Nr. MM 012
4 020856 210121



Art.Nr. MM 015
4 020856 210152



Art.Nr. MM 017
4 020856 210176



Art.Nr. MM 45011
4 020856 450114



Art.Nr. MM 45015
4 020856 450152



Unsere Classic-Bestseller sind Trend!

Nicht nur das besonders gelungene Design lässt herkömmliche Glühlampen alt aussehen, sondern auch die 80%ige Stromkosteneinsparung schont die Haushaltskasse enorm. Diese ESL-Vielfalt bietet nur MEGAMAN!

Our Classic-Bestseller are trendy!

Not only our outstanding ESL-Design make the incandescent lamps old looking, also ESL save up to 80% powercosts. This variety offers only MEGAMAN!

MEGAMAN Compact Classic 1 -warmwhite
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE (Innenkarton) Outer (Innercarton)
9 W matt	405	MM 009	60 (10)
9 W clear	405	MM 010	60 (10)
11 W matt	570	MM 011	60 (10)
11 W clear	570	MM 012	60 (10)
15 W matt	850	MM 015	60 (10)
20 W matt	1151	MM 017	60 (10)

MEGAMAN Compact Classic 1 -coolwhite
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE (Innenkarton) Outer (Innercarton)
11 W matt	570	MM 45011	60 (10)
15 W matt	850	MM 45015	60 (10)



MEGAMAN®
Compact Classic
Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*IEC 969

MEGAMAN®
10 Jahre Entwicklung
10 Years Development

11W-1994
11W-2004

NEU! NEW!

9W
11W

Art. Nr. MM 12702
Art. Nr. MM 12802

4 020856 127023
4 020856 128020



Originalgröße 11W

MEGAMAN®
Highlight 2004

CE

10 Jahre MEGAMAN® 13



MEGAMAN Compact Classic				
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz				
Watt	Lumen	Art. Nr.	VE (Innenkarton)	Outer (Innecarton)
Wattage		Art. No.		
4 W matt	140	MM 130	60	(10)
6 W clear	260	MM 136	60	(10)
6 W matt	260	MM 134	60	(10)

MEGAMAN Compact Classic				
Sockel/Base E14, 220-240V/50-60Hz				
Watt	Lumen	Art. Nr.	VE (Innenkarton)	Outer (Innecarton)
Wattage		Art. No.		
6 W matt	260	MM 124	60	(10)
9 W matt	405	MM 12702	60	(10)
11 W matt	570	MM 12802	60	(10)

MEGAMAN®
Ultra Compact Candle
Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*IEC 969



Art. Nr. MM 11202



Art. Nr. MM 11002



Art. Nr. MM 11102



Art. Nr. MM 11292



Originalgröße 5W – Windstoß/Flame Tip

MEGAWATT CONTROL
The Brightest Few Watts
Licht – wenig Watt

CE

Energy label: A (180 Lumens, 5 Watts, 10000h)



Art. Nr. MM 11802



Art. Nr. MM 11702



MEGAMAN Ultra Compact Candle
Sockel/Base E14, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE(Innenkarton) Outer(Innercarton)
5 W glatt/smooth	180	MM 11202	60 (10)
5 W gedreht/twisted	180	MM 11002	60 (10)
5 W gold clear	160	MM 11102	60 (10)
5 W Windstoß Flame Tip	180	MM 11292	60 (10)
7 W glatt/smooth	286	MM 11802	60 (10)
7 W gedreht/twisted	286	MM 11702	60 (10)

Die kleinste klassische ESL-Kerze der Welt.
Mit dieser Serie wird problemlos die Glühlampen-Kerze ersetzt und bis zu 80% der Stromkosten gespart.

Smallest Classic ESL-Candle in the world.
This series of Candle lamps has been designed to replace incandescent Candle.



14 10 Jahre MEGAMAN®

MEGAMAN®
Candlelight Classic
Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
TEC 969

**Unglaublich!
Diese Energiespar-
kerzen!**

**Unbelievable!
Candlelight
Energysaver**

MEGAWATT® CONTROL
Viel Licht - wenig Watt
Very Bright - few Watts

MEGAMAN Candlelight Classic
Sockel/Base E14, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE(Innenkarton) Outer(Innercarton)
4 W glatt/smooth	150	MM 204	60 (10)
5 W glatt/smooth	200	MM 206	60 (10)
5 W gedreht/twisted	200	MM 110	60 (10)
5 W gold/twisted	180	MM 111	60 (10)
7 W glatt/smooth	330	MM 118	60 (10)
7 W gedreht/twisted	330	MM 117	60 (10)
9 W gedreht/twisted	405	MM 119	60 (10)

Originalgröße 5W

CE

10 Jahre MEGAMAN® 15

MEGAMAN®
Compact Globe
Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*EC 969




Originalgröße 15W

ENERGIE A

950 Lumen
15 Watt
10000 h

CE

16 10 Jahre MEGAMAN®



Art.Nr. MM 211G Art.Nr. MM 315G Art.Nr. MM 320G
4 020856 220113 4 020856 233151 4 020856 233205



Art.Nr. MM 323G Art.Nr. MM 321C
4 020856 233236 4 020856 233212

Das ist wichtig:

Leuchten werden dekorativ - angenehmes Licht durch Glas-Globe!

This is important:

Luminaires will be decorative and the glass-globe is for comfortable light!

MEGAMAN Compact Globe

Socket/Base E27, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Lumen	Art.Nr. Art.No.	VE (Innenkarton) Outer (Innercarton)
11 W	570	MM 211G	24 (6)
15 W	850	MM 315G	24 (6)
20 W	1000	MM 320G	24 (6)
23 W	1300	MM 323G	24 (6)

MEGAMAN Compact 2000 Capsule

Socket/Base E27, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Lumen	Art.Nr. Art.No.	VE (Innenkarton) Outer (Innercarton)
20 W	1000	MM 321C	24 (6)

Die MEGAMAN Globe-Serie

erfreut sich Jahr für Jahr immer größer werdender Beliebtheit. Die Vielseitigkeit der Einsatzmöglichkeiten reichen vom Einsatz mit und ohne Lampenschirm und ersetzt damit auf ideale Weise den herkömmlichen Glühlampen-Globe.

The MEGAMAN Globe-Series

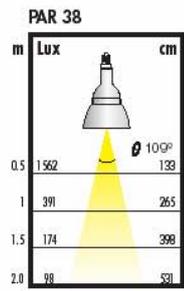
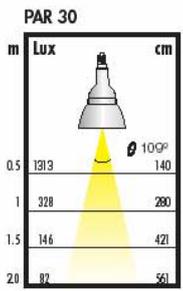


is most suitable where bare lamps are sought after, as it looks appealing with or without lampshade. Looking bright yet economical, it is the most practical alternative to incandescent globe.



MEGAMAN®
PAR30 / PAR38
Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*IEC 969

MEGAMAN®
Dimmable
Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K
8.000* Stunden Lebensdauer
8.000* Hours Average Life
*IEC 969



* IP55 ist nur garantiert, wenn die verwendete Leuchte mindestens der selben Schutzklasse entspricht.
* IP55 protection is guaranteed when used with lampholder of the same protection-class.

MEGAMAN Reflector PAR30/PAR38
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Art. Nr. Art. No.	VE (Innenkarton) Outer (Innercarton)
15 W	MM 16102	24 (6)
20 W	MM 16202	24 (6)

Das ist ein echter „Goldesel“ für Gewerbe und Privat bei 10.000 Stunden Lebensdauer; denn jetzt wird bis zu 80% der Stromkosten eingespart und zusätzlich das große Hitzeproblem gegenüber herkömmlichen PAR-Lampen gelöst.
Direct Replacement of Incandescent Reflectors!
Heat is reduced to a minimal!

Dimmbar • Dimmable • Dimmbar • Dimmable

Dimmbar - perfekte Lichtatmosphäre mit handelsüblichen Dimmern
nicht jedoch mit Fernbedienungs- Sensor- oder Touch-Dimmern!
Hier wird der Wunsch vieler ESL-Begeisterter endlich Wirklichkeit!

Dimmable Lamp - perfect for Atmospheric Lighting
with
Triac Dimmers
Wall Dimmers
In-Line Dimmers
Not applicable to remote, sensor and touch dimmers.



MEGAMAN Dimmable Lamp
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz

Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE (Innenkarton) Outer (Innercarton)
15 W	900	MM 41502	60 (10)



10 Jahre MEGAMAN 17

MEGAMAN®
Plant Reflector
Mit Vorheizung • With Preheating
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*IEC 969



Art.Nr. MM 150



4 020856 221509

* IP55 ist nur garantiert, wenn die verwendete Leuchte mindestens der selben Schutzklasse entspricht.
* IP55 protection is guaranteed when used with lampholder of the same protection-class.

Art.Nr. MM 15609



4 020856 156092



Pflanzen Pendellampen Komplettsset mit 1,5m Kabel
Plant Lamp Reflector Set with Cordlength 1,5m.

Art.Nr. MM 151



4 020856 221516



18 10 Jahre MEGAMAN®



Art.Nr. MM 152



4 020856 221523

- Gesundes Pflanzenwachstum bei fehlendem Tageslicht
- *Healthy growth of plant when lack of sunlight*
- Hohe Beleuchtungsintensität durch spezielles Lichtspektrum
- *Support the photosynthesis process of plant*
- Verstärkt die natürlichen Farben Ihrer Pflanzen
- *Reinforce the original color of the plants*
- Umweltfreundlich, energiesparend und langlebig
- *Ecologically friendly, energy saving and long life*

Geeignet für

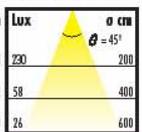
- Blumenfenster
- Gewächs-Treibhaus
- Terrarium
- Aquarium-Pflanzen

Suitable for:

- *Windows with Plant/Flower*
- *Greenhouse*
- *Terrarium*
- *Aquarium-Planting*

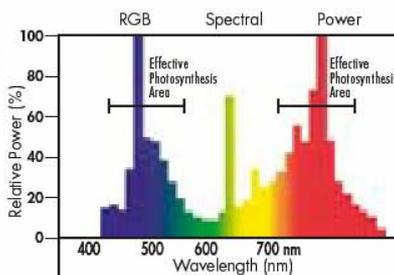
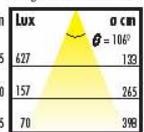
Pendel Set 15 W

m Lux



Reflector 20W

m Lux



Measurements of UVA & UVB (Radiant Flux)			
Modell	MM 152	MM 150	MM 15609
UVA	6.77×10^{-6}	1.14×10^{-5}	4.94×10^{-5}
UVB	2.17×10^{-4}	4.48×10^{-4}	5.93×10^{-4}

MEGAMAN Plant Reflector Pendel-Set
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz

Watt	Art.Nr.	VE (Innenkarton)
Wattage	Art.No.	Outer (Innercarton)
15 W	MM 151	12 (6)

MEGAMAN Plant Lamp

Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz		
Watt	Art.Nr.	VE (Innenkarton)
Wattage	Art.No.	Outer (Innercarton)
15 W	MM 152	60 (10)

MEGAMAN Plant Reflector

Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz		
Watt	Art.Nr.	VE (Innenkarton)
Wattage	Art.No.	Outer (Innercarton)
15 W	MM 150	24 (6)
20 W	MM 15609	24 (6)



Art.Nr. MM 30304
4 020856 303045

MEGAMAN Compact 2000HPF
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz
Watt Lumen Art.Nr. VE (Innenkarton)
Wattage Art.No. Outer (Innecarton)
Coolwhite 4000K
30W 1900 MM 30304 60 (10)



Art.Nr. MM 30524
Adapter für Stecksessel-ESL:
4 x 13 W (G24q1)
Plug-in lamps
Lamp type 4 x 13 W (G24q1 base) 4 020856 305247

MEGAMAN Jumbo 52W
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz
Watt Lumen Art.Nr. VE (Innenkarton)
Wattage Art.No. Outer (Innecarton)
Coolwhite 4000K
52W 3650 MM 30524 6 (1)
(HPF λ = 0.98 THD <20%)

Ersatzröhre / Sparetube:
13W coolwhite Art.Nr. / Art.No. MM58114
13W warmwhite Art.Nr. / Art.No. MM58112
VE/Carton 10 (1)
Die Lebensdauer des Jumbo-Adapters 52W beträgt mehr als 30.000 Stunden.
The electronic ballast of the Jumbo 52W last about 30.000 hours.
Anwendung
• Garten- und Straßenlaternen
• Hausbeleuchtung
• Ausstellungsräume
Application
• Lantern
• Street lamp
• Landscape lighting
• ADVANT floodlight

MEGAMAN®
Compact 2000HPF
Mit Vorheizung • With Preheating
coolwhite 4000K
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*IEC 969

MEGAMAN®
Jumbo 52W
Mit Vorheizung • With Preheating
coolwhite 4000K
10.000* Stunden Röhren-Lebensdauer
10.000* Hours Tube-Average Life
*IEC 969



10 Jahre MEGAMAN® 19

MEGAMAN®
CFL GX53
Mit Vorheizung • With Preheating
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*IEC 969

MEGAMAN®
CFL GX53 Set
Mit Vorheizung • With Preheating
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*IEC 969



NEU! NEW!

Art.Nr. MM 71002



NEU! NEW!

Art.Nr. MM 71004



MEGAMAN®
Highlight 2004



Diese GX53 wurde speziell entwickelt um eine Alternative zu Halogenlampen anzubieten. Sie eignet sich besonders für den Ein- oder Anbau bei Möbeln, wo die Hitze immer ein Problem ist.

The avant-garde series of GX53 has been specifically developed as an alternative to halogen lamp for the area of furniture lighting especially for slim surface mounted luminaire that has always been troubled by heat problems.

MEGAMAN CFL GX53				
Sockel/Base GX53, 220-240V/50-60Hz				
Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE (Innenkarton) Outer (Innercarton)	
warmwhite 2700K				
7 W	220	MM 71002	60 (10)	
coolwhite 4000K				
7 W	220	MM 71004	60 (10)	
MEGAMAN CFL GX53 Set				
Sockel/Base GX53, 220-240V/50-60Hz warmwhite 2700K				
Watt Wattage		Art. Nr. Art. No.	VE (Innenkarton) Outer (Innercarton)	
7 W	white	MM 72000	60 (10)	
7 W	chrome	MM 72010	60 (10)	
7 W	gold	MM 72020	60 (10)	
7 W	silver	MM 72040	60 (10)	



CE

20 10 Jahre MEGAMAN®



MEGAMAN „Shellite“

Anbauleuchte 6 W

Sicher und leicht montierbar und Halogensets bei weitem überlegen, da viel geringerer Stromverbrauch und Wärmeentwicklung. Deshalb das ideale Licht für Küchen, Vitrinen, Bücherregale, Garderoben, Kleiderschränke, Caravans, Boote, Werkstatt, etc. Komplettssets mit Trafo und 6 W Energiesparröhre.

MEGAMAN „Shellite“

Cabinet Lamp 6 W

Save and easy to install and less powerconsumption and heatproblems than Halogensets. Ideal for display cabinet, bookshelf, kitchencabinet, wardrobe, caravan, boots, workshop, etc.
Comple-Sets with AC 12V converter and 6 W tube.



Art.Nr. MM 7090



4 020856 270903



Art.Nr. MM 7091



4 020856 270910



Art.Nr. MM 7092



4 020856 270927



**6W Ersatzröhre
Sparetube**

Art.Nr. MM 7096



4 020856 270965

MEGAMAN Shellite 6 W
Maße/Measurements: 81 x 76 x 36mm, IP20

Set	Art.Nr. Art.No.	VE (Innenkarton) Outer (Innecarton)
1er Set	MM 7090	12 (1)
2er Set	MM 7091	6 (1)
3er Set	MM 7092	6 (1)

Netzkabellänge: 200cm
Anschlußkabel Leuchte: 80cm
Cordlength of Converter: 200cm
Cordlength of Fixture: 80cm

**6W Ersatzröhre
Sparetube** MM 7096 10 (1)

MEGAMAN®
Shellite
Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K
10.000* Stunden Lebensdauer
10.000* Hours Average Life
*EC 969



10 Jahre MEGAMAN 21

MEGAMAN®
G23 / G24

8.000* Stunden Lebensdauer
8.000* Hours Average Life

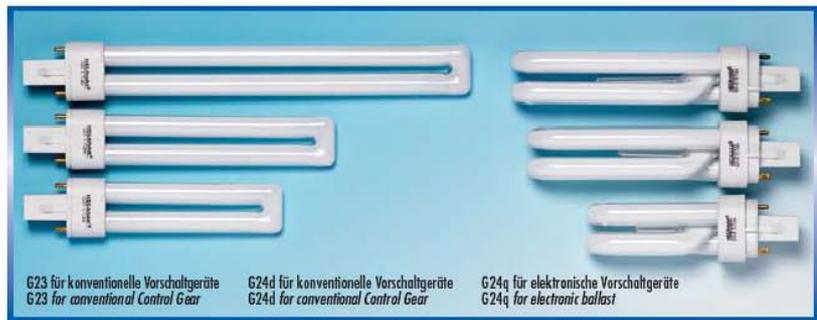
TEC 969

MEGAMAN®
DC-Lamps 12V

Mit Vorheizung • With Preheating
warmwhite 2700K

8.000* Stunden Lebensdauer
8.000* Hours Average Life

TEC 969



Stecksocket G23 warmwhite

5W Art.Nr. MM 570 4 020856 235704 265 Lumen VE (Innenkarton) Outer (Innecarton) 60 (10)	7W Art.Nr. MM 571 4 020856 235711 410 Lumen VE (Innenkarton) Outer (Innecarton) 60 (10)	9W Art.Nr. MM 572 4 020856 235728 565 Lumen VE (Innenkarton) Outer (Innecarton) 60 (10)	11W Art.Nr. MM 573 4 020856 235735 900 Lumen VE (Innenkarton) Outer (Innecarton) 60 (10)
--	--	--	---

Stecksocket G24-d1 warmwhite

10W Art.Nr. MM 580 4 020856 235803 600 Lumen VE (Innenkarton) Outer (Innecarton) 60 (10)	13W Art.Nr. MM 581 4 020856 235810 900 Lumen VE (Innenkarton) Outer (Innecarton) 60 (10)	10W Art.Nr. MM 58004 4 020856 580040 600 Lumen VE (Innenkarton) Outer (Innecarton) 60 (10)	13W Art.Nr. MM 58104 4 020856 581047 900 Lumen VE (Innenkarton) Outer (Innecarton) 60 (10)
---	---	---	---

G24-d2 warmwhite **G24-d2 coolwhite** **G24-q1 coolwhite** **G24-q2 coolwhite**

18W Art.Nr. MM 582 4 020856 235827 1200 Lumen VE (Innenkarton) Outer (Innecarton) 60 (10)	18W Art.Nr. MM 58204 4 020856 582044 1200 Lumen VE (Innenkarton) Outer (Innecarton) 60 (10)	13W Art.Nr. MM 58114 4 020856 581146 900 Lumen VE (Innenkarton) Outer (Innecarton) 60 (10)	18W Art.Nr. MM 58214 4 020856 582143 1200 Lumen VE (Innenkarton) Outer (Innecarton) 60 (10)
--	--	---	--



22 10 Jahre MEGAMAN

12V DC Gleichstrom

11W Art.Nr. MM 170 4 020856 221707 14mm	15W Art.Nr. MM 171 4 020856 221714 14mm
---	---

Jetzt braucht man auch im Garten-Wochenendhaus oder Wohnmobil nicht auf gute Beleuchtung verzichten: Dank DC-ESL für Batterie- und Solarbetrieb.



DC Lamps are energy saving lamps driven by DC Power supply f.e. Solar-Power for Garden-Weekendhouses or Caravans.

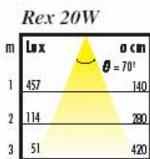
MEGAMAN DC 12V
Sockel/Base E27, DC 12V

Watt Wattage	Lumen	Art. Nr. Art. No.	VE (Innenkarton) Outer (Innecarton)
11 W	600	MM 170	60 (10)
15 W	900	MM 171	60 (10)



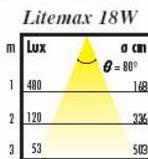
MM7081

Rex



MM7082

Litemax



**Einbauleuchten für Energiesparlampen
Recessed Lamp for EnergySavingLamps**

Verschiedenfarbige Abdeckringe mit Diffusorscheibe für Litemax erhältlich.
Different colourings with diffusorglas for Litemax available.



Art.Nr. MM 7086



Art.Nr. MM 7087



Art.Nr. MM 7088



Art.Nr. MM 7089



MEGAMAN Rex
Einbauleuchte / Indoor Recessed Lamp
Art.Nr./Art.No. MM 7081

für ESL / for ESL: 15 W MM215
oder / or 20 W MM220

- Innenbeleuchtung für Gewerbe und Privat
Indoorlighting for industrial and private use
- bis 20W EnergieSparLampe, E 27 Fassung
up to 20W EnergySavingLamp, E27 Base
- besonders leicht, einfach zu montieren / easy mounting
- Schutzklasse /
Normal use protection degrees IP20
- Abmessungen / Measurements 180 x 180 x 226mm
- Gewicht / Weight ca. 376g
- Farbe / Color weiss / white

MEGAMAN Litemax
Einbauleuchte mit integriertem elektronischem Vorschaltgerät
Indoor Recessed Lamp with integrated electronic ballast
Art.Nr./Art.No. MM 7082
mit / with G24q2: 18 W 4000K MM58214

- Innenbeleuchtung für Stecksockellampen G24q2
Indoorlighting for Base G24q2
- für 18W EnergieSparLampe, G24q2
for 18W EnergySavingLamp, G24q2
- besonders leicht, einfach zu montieren / easy mounting
- Schutzklasse /
Normal use protection degrees IP20
- Abmessungen / Measurements 180 x 180 x 180mm
- Gewicht / Weight ca. 420g (Diffuser: 140g)
- Farbe / Color weiss / white



10 Jahre MEGAMAN 23

MEGAMAN®
Loft & Spark
hocheffiziente
Spezialreflektoren
high efficiency
Specialreflectors





CE  

24 10 Jahre **MEGAMAN®**



Spark
Art.Nr. MM 7061
4 020856 270613
weiß Wand / white Wall

Art.Nr. MM 7063
4 020856 270637
weiß Schiene / white Track



Loft
Art.Nr. MM 7041
4 020856 270415
weiß Wand / white Wall

Art.Nr. MM 7043
4 020856 270439
weiß Schiene / white Track



Loft 23 W

m	Lux	cm	$\theta = 80^\circ$
1	695	168	
2	155	336	
3	76	503	



Auch für Wandmontage lieferbar.
Graue Ausführung auf Anfrage.

Spark 23 W

m	Lux	cm	$\theta = 30^\circ$
1	2587	54	
2	632	107	
3	292	161	

Also available for wallmounting.
Grey color on request.



MEGAMAN Spark

Spot-Strahler nur für EnergieSparLampen
Spotlight only for EnergySavingLamp

- ersetzt 150W Halogen-Strahler
replace 150W Halogenlights
- bis 30W EnergieSparLampe E 27 (MM30304)
up to 30W EnergySavingLamp E 27 (MM30304)
- für Universal-3-Phasenschiene oder Wandmontage
for Universal-3-Phasen-Systems or Wallmounting
- Schutzklasse / Normal use protection degrees: IP20
- Abmessungen / Measurements: 314 x 314 x 328mm
- Gewicht / Weight: 597g (Wand), 561g (Schiene)
- Farbe / Color: weiss / white
- Art.No.:
weiß Wand / white Wall MM7061 (ohne/without ESL)
weiß Schiene / white Track MM7063 (ohne/without ESL)

MEGAMAN Loft

Flächenstrahler nur für EnergieSparLampen
Floodlight only for EnergySavingLamps

- ersetzt 150W Halogen-Strahler
replace 150W Halogenlights
- bis 30W EnergieSparLampe E 27 (MM30304)
up to 30W EnergySavingLamp E 27 (MM30304)
- für Universal-3-Phasenschiene oder Wandmontage
for Universal-3-Phasen-Systems or Wallmounting
- Schutzklasse / Normal use protection degrees: IP20
- Abmessungen / Measurements: 173 x 173 x 323mm
- Gewicht / Weight: 425g (Wand), 389g (Schiene)
- Farbe / Color: weiss / white
- Art.No.:
weiß Wand / white Wall MM7041 (ohne/without ESL)
weiß Schiene / white Track MM7043 (ohne/without ESL)



Strahler für Innen & Außen
Floodlight for In- and Outdoor

Art.Nr. MM 7021



IP54

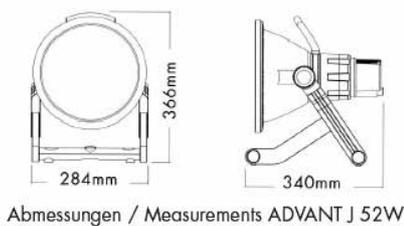
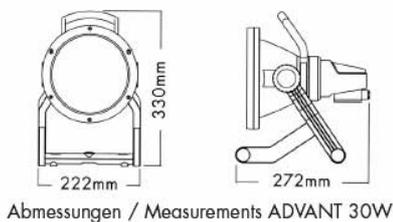


Strahler für Innen & Außen
Floodlight for In- and Outdoor

Art.Nr. MM 7003

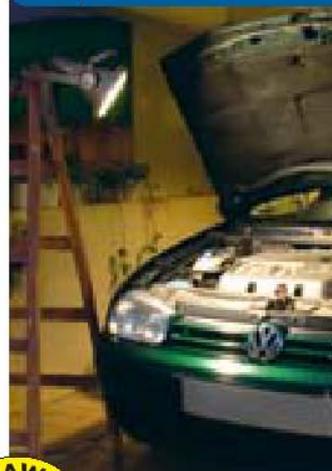


IP54



MEGAMAN®
Advant 30W
hocheffizienter
Spezialreflektor
high efficiency
Specialreflector

MEGAMAN®
Advant J 52W
hocheffizienter
Spezialreflektor
high efficiency
Specialreflector



MEGAMAN Advant 30W coolwhite

Flächenstrahler nur für EnergieSparLampen
Floodlight only for EnergySavingLamps

- ersetzt 150W Halogen-Strahler
replaces 150W Halogenlights
- 30W EnergieSparLampe E 27 (MM30304)
30W EnergySavingLamp E 27 (MM30304)
- Schutzklasse/
Normal use protection degrees: IP54
- Abmessungen / Measurements 272 x 222 x 330mm
- Gewicht / Weight 1750g
- Kabellänge / Cordlength 300cm
- Farbe / Color grau / grey*
- Artikel. Nr. / Art. No. MM 7021
- Ersatz-ESL / Spare-ESL 30W MM30304

* Auf Anfrage auch in schwarz, grün und silber lieferbar

MEGAMAN Advant J 52W coolwhite

Flächenstrahler nur für EnergieSparLampen
Floodlight only for EnergySavingLamps

- ersetzt 200W Halogen-Strahler
replaces 200W Halogenlights
- 4 x 13 W EnergieSparLampe
(integriertes elektronisches Vorschaltgerät)
4 x 13 W EnergySavingLamp (integrated electronic Ballast)
- Schutzklasse /
Normal use protection degrees IP54
- Abmessungen / Measurements 340 x 284 x 366mm
- Gewicht / Weight 2980g
- Kabellänge / Cordlength 300cm
- Farbe / Color grau / grey*
- Artikel. Nr. / Art. No. MM 7003
- Ersatzröhre / Sparetube
13W coolwhite MM 58114
13W warmwhite MM 58112

* On request black, green and silver available



10 Jahre MEGAMAN® 25

MEGAMAN® Verkaufshilfen und mehr ... Sales-Support and more ...



- Wir bieten Dauer-Verkaufsdisplays in stabiler Ausführung mit Körben und Preisschiene.
- Wir tragen der umweltgerechten Entsorgung Rechnung. Alle Megaman-Verpackungen tragen generell den Grünen Punkt und die Außenverpackungen sind mit dem INTERSEROH-Zeichen versehen.
- We support your Sales by attractive Salesdisplays.
- All our Packings have the Green Point as well as INTERSEROH-Sign.



Regal- und Leuchtenanhänger



Blendenauflöser



Dauer-Verkaufsdisplays in verschiedenen Ausführungen



Verkaufsdisplays in verschiedenen Ausführungen



Neuheiteninformation in Fachzeitschriften



MEGAMAN präsentiert sich in einer besonders verkaufsfördernden Verpackung mit Infobroschüre über ESL, dem europäischen Energieeffizienzlabel und unserem Garantielabel "NEGAWATT Control" viel Licht - wenig Watt. Da fällt eine Kaufentscheidung leicht.

MEGAMAN present a very hot-selling giftbox with the european energylabel and the outstanding Logo "NEGAWATT Control" very bright - less watt. This makes an easy buy.



Verkaufsverpackungen

Lichtleiste nur für Energiesparlampen, variabel für alle ESL-Sockeltypen und variabel in der Länge



"7 auf einen Streich":
Palletendisplay mit 3 Classic-ESL
und 4 Standard-ESL



26 10 Jahre MEGAMAN®



Katalog Art.Nr. MM 30001
Schutzgebühr: 3.- €

Energetische Optimierung der Beleuchtungstechnik in der Hamburger Kunsthalle
- Anhang -



MEGAMAN Economy			
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz			
Watt	Lumen	Art. Nr.	VE (Innenkarton)
9 W	450	MM 509	60 (10)
11 W	550	MM 511	60 (10)
15 W	800	MM 515	60 (10)
2er-Set			
9 W	450	MM 50902	30 (-)
11 W	550	MM 51102	30 (-)
15 W	800	MM 51502	30 (-)
MEGAMAN Economy Classic			
Sockel/Base E27, 220-240V/50-60Hz			
Watt	Lumen	Art. Nr.	VE (Innenkarton)
9 W	380	MM 809	60 (10)
11 W	500	MM 811	60 (10)

MEGAMAN Economy			
Sockel/Base E14, 220-240V/50-60Hz			
Watt	Lumen	Art. Nr.	VE (Innenkarton)
7 W	300	MM 807	60 (10)
11 W	550	MM 812	60 (10)
2er-Set			
7 W	300	MM 80702	30 (-)
11 W	550	MM 81202	30 (-)
MEGAMAN Economy Candlelight Classic			
3 W Decolight		MM 002	90 (15)
5 W	200	MM 806	60 (10)

MEGAMAN®
Economy
warmwhite 2700K
6.000* Stunden Lebensdauer
6.000* Hours Average Life
*EC 969

Originalgröße 9W
CE

10 Jahre MEGAMAN 27



www.megaman.de

MEGAMAN®
10 Jahre
Entwicklung!
*10 Years
Development!*

MEGAMAN®
ELEKTRONISCHE
ENERGIE-SPARLAMPE
11W 800 Lumen
220-240V 50-60Hz

MEGAMAN®
Warmwhite Compact-Classic T Mini

MEGAMAN®
LILIPUT
11Watt 90mA
220-240V 50/60Hz G23

11W-1994
Originalgröße

11W-2004
Originalgröße

MEGAMAN Birkenweiherstr. 2 • D- 63505 Langenselbold
IDV GmbH Tel.: +49 (0)6184/9319-0 • Fax: 931919 • e-mail: info@megaman.de

5.2 Preisliste Megaman

MEGAMAN® IDV GmbH Tel.: +49 (06184) 9319-0
 Birkenweiherstr. 2 Fax.: +49 (06184) 9319-19
 D-63505 Langenselbold eMail: info@megaman.de
 w w w . m e g a m a n . d e

PREISLISTE	VK	12. Mai 04			
Artikel:	Beschreibung:	VPE	Strich-	Unverbindlich	Bestellmenge
Nummer:		Stück/Kto:	Code:	empfohlener	in Stück:
				Verkaufspreis	
				in Euro:	
4020856					
Seite 4: MEGAMAN Liliput E27					
MM30512	5W - E27	60(10)	305124	12,95	
MM30812	8W - E27	60(10)	308125	12,95	
MM31112	11W - E27	60(10)	311125	12,95	
MM31412	14W - E27	60(10)	314126	12,95	
MM31912	20W - E27	60(10)	319121	14,95	
MM32212	23W - E27	60(10)	322121	14,95	
Seite 5: MEGAMAN Liliput E14					
MM30502	5W - E14	60(10)	305025	12,95	
MM30802	8W - E14	60(10)	308026	12,95	
MM31102	11W - E14	60(10)	311026	12,95	
MM31402	14W - E14	60(10)	314027	12,95	
Seite 6: Compact 2000 E27					
MM024	4W - E27	60(10)	220243	8,99	
MM036	6W - E27	60(10)	220366	8,99	
MM300	7W - E27	60(10)	223008	8,99	
MM301	9W - E27	60(10)	223015	8,99	
MM302	11W - E27	60(10)	223022	9,49	
MM315	15W - E27	60(10)	223152	9,99	
MM320	20W - E27	60(10)	223206	11,99	
MM325	23W - E27	60(10)	223251	11,99	
Seite 7: Candelight 2000 E14					
MM014	4W - E14	60(10)	220144	8,99	
MM020	6W - E14	60(10)	220205	8,99	
MM201	7W - E14	60(10)	222018	8,99	
MM200	9W - E14	60(10)	222001	8,99	
MM212	11W - E14	60(10)	222124	9,99	
Seite 8: Compact Reflector R50 & R63 & R80					
MM16802	R63 11W - E27	60(10)	168026	16,95	
MM16912	R80 15W - E27	30(6)	169122	18,95	
MM165	R50 7W/E14 weiss	60(10)	221653	11,99	
MM16522	R50 7W/E14 transparent	60(10)	165223	11,99	
MM166	38° Spotlight-Adaptor R50	5(1)	221660	3,99	
MM164	60° Spotlight-Adaptor R63	5(1)	221646	3,99	
Seite 9: Compact Reflector GU10					
MM14002	7W - GU10	30(10)	140022	12,95	
MM14022	7W - GU10 transparent	30(10)	140220	12,95	
MM14024	7W - GU10 coolwhite	30(10)	140244	12,95	
MM14122	7W - GU10	30(10)	141227	13,95	
MM166	38° Adaptor	5(1)	221660	3,99	
Seite 9: MEGAMAN MAX Einbauspot					
MM75102	MAX 1x weiss	36(6)	751020	24,95	
MM75112	MAX 1x chrom	36(6)	751129	24,95	
MM75122	MAX 1x gold	36(6)	751228	24,95	
MM75132 neu	MAX 1x stahl gebürstet	36(6)	751327	24,95	
MM75302	MAX 3x SET weiss	12(4)	753024	69,95	
MM75312	MAX 3x SET chrom	12(4)	753123	69,95	
MM75322	MAX 3x SET gold	12(4)	753222	69,95	
MM75332 neu	MAX 3er SET stahl gebürstet	12(4)	753321	69,95	
Seite 10: Ultra Compact Classic					
MM19002	4W - E27	60(10)	190027	11,99	
MM19012	7W - E27	60(10)	190126	11,99	
MM19022	9W - E27	60(10)	190225	12,45	
MM18002	4W - E14	60(10)	180028	11,99	
MM18012	7W - E14	60(10)	180127	11,99	
MM18022	9W - E14	60(10)	180226	12,45	
Seite 10: Classic Spot Light					
MM04002	7W - E14	60(10)	040025	11,99	

Energetische Optimierung der Beleuchtungstechnik in der Hamburger Kunsthalle
- Anhang -

MEGAMAN[®]
EnergieSparLampen

IDV GmbH
Birkenweiherstr. 2
D-63505 Langenselbold
www.megaman.de

Tel.: +49 (06184) 9319-0
Fax.: +49 (06184) 9319-19
eMail: info@megaman.de

PREISLISTE	VK	12. Mai 04			
Artikel- Nummern	Beschreibung	VPE Stück/Ktn.	Strich- Code	Unverbindlich empfohlener Verkaufspreis in Euro	Bestellmenge in Stück
4020856					
Seite 11: Party Color					
MM240	6W-E27matt/rot	60(10)	22240 7	8,99	
MM241	6W-E27matt/blau	60(10)	22241 4	8,99	
MM242	6W-E27matt/grün	60(10)	22242 1	8,99	
MM243	6W-E27matt/gelb	60(10)	22243 8	8,99	
MM244	6W-E27 matt/weiss	60(10)	22244 5	8,99	
MM25009	4W-E27 rot	60(10)	25009 7	9,49	
MM25109	4W-E27 blau	60(10)	25109 4	9,49	
MM25209	4W-E27 grün	60(10)	25209 1	9,49	
MM25309	4W-E27 gelb	60(10)	25309 8	9,49	
MM25409	4W-E27 orange	60(10)	25409 5	9,49	
MM25909	Set mit 5 Farben	12	25909 0	44,95	
Seite 11: Nightlight					
MM001	1W - Eurostecker	120(20)	20001 6	4,99	
MM003	1W - Eurostecker	120(20)	20003 0	4,99	
Seite 12: Compact Classic 1 - warmwhite					
MM009	9W - E27	60(10)	21009 1	9,99	
MM010	9W - E27 - klar	60(10)	21010 7	9,99	
MM011	11W - E27	60(10)	21011 4	9,99	
MM012	11W - E27 - klar	60(10)	21012 1	9,99	
MM015	15W - E27	60(10)	21015 2	10,49	
MM017	20W - E27	60(10)	21017 6	11,99	
Seite 12: Compact Classic 1 - coolwhite					
MM45011	11W - E27	60(10)	45011 4	9,99	
MM45015	15W - E27	60(10)	45015 2	10,49	
Seite 13: Compact Classic					
MM130	4W - E27 - matt	60(10)	22130 1	9,99	
MM134	6W - E27 - matt	60(10)	22134 9	9,99	
MM136	6W - E27 - klar	60(10)	22136 3	9,99	
MM124	6W - E14 - matt	60(10)	22124 0	9,99	
MM12702	9W - E14 - matt	60(10)	12702 3	9,99	
MM12802	11W - E14 - matt	60(10)	12802 0	9,99	
Seite 14: Ultra Candlelight Classic					
MM11202	5W - E14 glatt	60(10)	11202 9	11,99	
MM11002	5W - E14 gedreht matt	60(10)	11002 5	11,99	
MM11102	5W - E14 gedreht gold	60(10)	11102 2	12,45	
MM11292	5W - E14 Windstoss Kerze	60(10)	11292 0	12,45	
MM11802	7W - E14 glatt	60(10)	11802 1	12,45	
MM11702	7W - E14 - gedreht matt	60(10)	11702 4	12,45	
Seite 15: Candlelight Classic & Classic 2					
MM204	4W - E14 glatt	60(10)	22204 9	8,99	
MM206	5W - E14 glatt	60(10)	22206 3	8,99	
MM110	5W - E14 gedreht matt	60(10)	20110 5	10,99	
MM111	5W - E14 gedreht gold	60(10)	20111 2	11,99	
MM118	7W - E14 glatt	60(10)	20018 4	10,99	
MM117	7W - E14 gedreht matt	60(10)	20007 8	10,99	
MM119	9W - E14 gedreht matt	60(10)	20119 8	11,49	
Seite 16: Compact Globe					
MM211G	11W - E27	24(6)	22011 3	12,45	
MM315G	15W - E27	24(6)	23315 1	13,95	
MM320G	20W - E27	24(6)	23320 5	13,95	
MM323G	23W - E27	24(6)	23323 6	15,95	
MM321C	20W - E27	24(6)	23321 2	13,95	
Seite 17: PAR 30 / PAR 38					
MM16102	PAR30 15W	24(6)	16102 7	24,95	
MM16202	PAR38 20W	24(6)	16202 4	24,95	

Energetische Optimierung der Beleuchtungstechnik in der Hamburger Kunsthalle
- Anhang -

MEGAMAN®
EnergiesparLampen

IDV GmbH
Birkenweiherstr. 2
D-63505 Langenselbold
www.megamande

Tel.: +49 (06184) 9319-0
Fax.: +49 (06184) 9319-19
eMail: info@megaman.de

PRFISLISTE	VK	12. Mai 04			
Artikel- Nummer:	Beschreibung:	VPE Stück/Kin.	Strich- Code:	Unverbindlich empfohlener Verkaufspreis in Euro:	Bestellmenge in Stück:
			4020856		
Seite 17:	MEGAMAN Dimmable				
MM41502	15W - E27 dimmbar	60 (10)	41502 1	14,95	
Seite 18:	Plant Reflector Pandol-Set				
MM151	15W - E27	12(6)	22151 6	25,45	
Seite 18:	Plant Reflector				
MM152	15W - E27	60(10)	22152 3	10,79	
MM150	15W - E27	24(6)	22150 9	17,95	
MM15609	20W - E27 - PAR38	24(6)	15609 2	26,95	
Seite 19:	compact 2000 - HPF coolwhite				
MM30304	30W - E27	60(10)	30304 5	19,95	
Seite 19:	Jumbo 52W - coolwhite				
MM30524	4x13W -E27	24 (6)	30524 7	39,95	
MM58114	13W - G24q - coolwhite	120(10)	58114 6	4,49	
MM58112	13W - G24q1 - warmwhite	120(10)	58112 2	4,49	
Seite 20:	CFL GX53				
MM71002	7W - GX 53 -warmwhite	60(10)	71002 7	15,95	
MM71004	7W - GX53 - coolwhite	60(10)	71004 1	15,95	
Seite 20:	CFL GX53 Set				
MM72000	Leuchte weiss inkl. ESL	60(10)	72000 2	27,95	
MM72010	Leuchte chrom inkl. ESL	60(10)	72010 1	27,95	
MM72020	Leuchte gold inkl. ESL	60(10)	72020 0	27,95	
MM72040	Leuchte stahl inkl. ESL	60(10)	72040 8	27,95	
Seite 21:	Shellite				
MM7090	1er Set	12(1)	27090 3	23,75	
MM7091	2er Set	6(1)	27091 0	39,95	
MM7092	3er Set	6(1)	27092 7	49,95	
MM7096	6W Ersatzröhre	10(1)	27096 5	3,95	
Seite 22:	G23 Stiftsockellampen				
MM570	5W - G23	120(10)	23570 4	3,99	
MM571	7W - G23	120(10)	23571 1	3,99	
MM572	9W - G23	120(10)	23572 8	3,99	
MM573	11W - G23	120(10)	23573 5	3,99	
Seite 22:	G24-d Stiftsockellampen				
MM580	10W - G24-d1	120(10)	23580 3	4,49	
MM581	13W - G24-d1	120(10)	23581 0	4,49	
MM582	18W - G24-d2	120(10)	23582 7	4,49	
Seite 22:	-d Stiftsockellampen coolwhite				
MM58004	10W - G24-d1	120(10)	58004 0	4,49	
MM58104	13W - G24-d1	120(10)	58104 7	4,49	
MM58204	18W - G24-d2	120(10)	58204 4	4,49	
Seite 22:	G24-q Stiftsockellampen				
MM58112	13W - G24q1 warmwhite	120(10)	58112 2	4,49	
MM58114	13W - G24-q1 coolwhite	120(10)	58114 6	4,49	
MM58214	18W - G24-q2 coolwhite	120(10)	58214 3	4,49	
Seite 22:	Gleichstrom-Lampen				
MM170	11W - E27 - 12V DC	60(10)	22170 7	10,99	
MM171	15W - E27 - 12V DC	60(10)	22171 4	10,99	
Seite 23:	REX Einbauleuchte				
MM7081	für 15W + 20W	1	27081 1	24,95	
MM215	15W - E27	60(10)	22215 5	9,99	
MM220	20W - E27	60(10)	22220 9	9,99	

Energetische Optimierung der Beleuchtungstechnik in der Hamburger Kunsthalle
- Anhang -

MEGAMAN®
EnergiesparLampen

IDV GmbH
Birkenweierstr. 2
D-63505 Langenselbold
www.megaman.de

Tel.: +49 (06184) 9319-0
Fax.: +49 (06184) 9319-19
eMail: info@megaman.de

PREISLISTE					
Artikel- Nummer:	VK Beschreibung:	12. Mai 04 VPE Stück/Ktn.:	Strich- Code:	Unverbindlich empfohlener Verkaufspreis in Euro:	Bestellmenge in Stück:
4020856					
Seite 23: LITEMAX Einbauleuchte					
MM7082	Inkl. G24q2: 18W	1	27082 8	39,95	
Seite 23: LITEMAX Abdecktlinge					
MM7084	weiss	1	27084 2	9,95	
MM7085	silber	1	27085 9	9,95	
MM7086	polish chrom	1	27086 6	9,95	
MM7087	titan	1	27087 3	9,95	
MM7088	messing/brass	1	27088 0	9,95	
MM7089	matt silber	1	27089 7	9,95	
Seite 24: LOFT Floodlight					
MM7041	max. 30W - E27	1	27041 5	29,95	
MM7043	max. 30W - E27	1	27043 9	39,95	
Seite 24: SPARK Spotlight					
MM7061	max. 30W - E27	1	27061 3	39,95	
MM7063	max. 30W - E27	1	27063 7	49,95	
Seite 25: Advant 30W Floodlight					
MM7021	max. 30W - E27	8(1)	27021 7	49,95	
MM30304	Ersatzleuchtmittel	60(10)	30304 5	19,95	
Seite 25: Advant J 52W Floodlight					
MM7003	4x13W = 52W	4(1)	27003 3	89	
MM58112	13W - G24q1 warmwhite	120(10)	58112 2	4,49	
MM58114	13W - G24-q1 coolwhite	120(10)	58114 6	4,49	
Seite 27: Economy					
MM807	7W - E14	60(10)	23807 1	3,99	
MM812	11W - E14	60(10)	22812 6	3,99	
MM509	9W - E27	60(10)	22509 5	3,99	
MM511	11W - E27	60(10)	22511 8	3,99	
MM516	15W - E27	60(10)	22516 6	3,99	
MM80702	2er-Set: 7W - E14	60(10)	80702 4	7,49	
MM81202	2er-Set: 11W - E14	60(10)	81202 8	7,49	
MM50902	2er-Set: 9W - E27	60(10)	50902 7	7,49	
MM51102	2er-Set: 11W - E27	60(10)	51102 0	7,49	
MM51502	2er-Set: 15W - E27	60(10)	51502 8	7,49	
Seite 27: Economy Classic					
MM002	3W - E14	90(15)	20002 3	5,49	
MM806	5W - E14	60(10)	23806 4	5,99	
MM809	9W - E27	60(10)	23809 5	5,99	
MM811	11W - E27	60(10)	23811 8	5,99	
Ohne Abb.: TRIO XL1 HPF					
MM3000	11W - E27	48(8)	23000 6	5,99	
Alle Verkaufspreise sind unverbindlich Empfohlene inkl. gesetzl. MwSt.					
Mit dieser Preisliste verlieren alle früheren Listen ihre Gültigkeit.					
Die Preisangebote sind freibleibend, Preisänderungen sind ohne vorherige Ankündigung wirksam.					
Technische Änderungen vorbehalten!					
Stand: 12. Mai 2004					

5.3 Preisliste LifeLite

Bestellschein

Name:
 Straße:
 PLZ/Wohnort:
 Telefon/Fax/Email:

LifeLite Lampen in Spiraldesign für normale Fassungen (E27) - 220V

Schraubfassung: E27	Inkl. 16% MwSt.	Stück	Gesamtpreis
LifeLite Spirallampen 15W	€ 22,50		
LifeLite Spirallampen 20W	€ 22,50		
LifeLite Spirallampen 23W	€ 22,50		
LifeLite Spirallampen 26W	€ 22,50		
LifeLite Spirallampen 32W	€ 25,00		

LifeLite Lampen in Spiraldesign für Kerzenbirnenfassungen (E14) - 220V

Schraubfassung: E14		Stück	Gesamtpreis
LifeLite Spirallampen 9W	€ 22,50		
LifeLite Spirallampen 11W	€ 22,50		

LifeLite Vollspektrum Leuchtstoffröhren T8 (ø 26mm) – 220V/50Hz

Fassung: G13		Stück	Gesamtpreis
LifeLite Leuchtstoffröhren 18W – 600 mm	€ 15,00		
LifeLite Leuchtstoffröhren 36W – 1200 mm	€ 17,50		
LifeLite Leuchtstoffröhren 58W – 1500 mm	€ 19,50		

Gesundes Licht durch Vollspektrum-Lichtsysteme

LifeLite Schreibtisch- und Therapieluchte. 12V Gleichstrom mit Trafo für 220V/12V + 20W Spirallampe oder mit 220V Wechselstrom	€ 325,00		
Spirallampe (E27) – für 12 V Gleichstrom	€ 35,00		
Wendel BioLicht System	€ 1.640,00		
BL 10000 Therapielicht	€ 350,00		

RABATTSÄTZE

Bei Bestellung ab 5 LifeLite Spirallampen oder 5 Leuchtstoffröhren 10% Rabatt
 Bei Bestellung ab 10 LifeLite Spirallampen oder 10 Leuchtstoffröhren 15% Rabatt
 Bei Bestellung ab 20 LifeLite Spirallampen oder 20 Leuchtstoffröhren 20% Rabatt

Porto und Verpackungskosten Pauschale (innerhalb Deutschland):

Spirallampen bis 5 kg (bis 30 Stk.)	€ 6,70
Leuchtstoffröhren bis 1200 mm verpackt (bis 20 Leuchtstoffröhren)	€14,45
Leuchtstoffröhren 1500 mm verpackt (bis 20 Leuchtstoffröhren)	€15,90
Schreibtisch- und Therapielampe	€ 6,70
Wendel Biolicht System	€ 15,00

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift

Bitte schicken Sie den ausgefüllten Bestellschein
per Fax 06104 45255, per Post oder per E-Mail an:

LifeEnergy Systems GmbH

Mühlheimerstr. 33, D-63179 Obertshausen - Telefon: 06104 45254

E-Mail: lifenergy@lifelite.de

Besuchen Sie uns im Internet: www.lifelite.de

6 Simulation der optimierten Steuerung

6.1 Anpassung der Einschaltdauer der Leuchten

Die Anpassung der Einschaltdauer der Leuchten ist in der Tabelle aus Datei „6.1 Anpassung der Einschaltdauer der Leuchten.pdf“ simuliert.

Zu jeder Leuchte wird eine angepasste Einschaltdauer angesetzt. Wird die Leuchte in einem anderen Zeitraum gedimmt betrieben, ist dies in einer weiteren Zeile mit angepasstem Kumulierten Korrekturfaktor angegeben.

6.2 Auswertung der Anpassung

Die Anpassung wird in Tabelle „6.2Auswertung der Anpassung.pdf“ ausgewertet.

Für jeden der betrachteten Räume ist der reduzierte Energiebedarf berechnet. Die Zeile „Gesamt“ weist den reduzierten Gesamtenergiebedarf der Kunsthalle für Beleuchtung aus.

Lage	Raum	Raumtyp	Leuchte (Kürzel)	Anzahl	angepasster Kumulierter Korrekturfaktor	angepasste Jahresnutzung / h	Jahresenergie- bedarf / kWh
AB EG	14	ABE	FSL136	12	0,7	2964	896
AB EG	14	ABE	TMS175	9	0,7	2964	1400
AB EG	15	ABE	TMS175	16	0,7	2964	2490
AB EG	15	ABE	FSL136	5	0,7	2964	373
AB EG	16	ABE	FSL136	12	0,7	2964	896
AB EG	16	ABE	TMS175	8	0,7	2964	1245
AB EG	17	ABE	FSL136	8	0,7	2964	598
AB EG	17	ABE	TMS175	6	0,7	2964	934
AB EG	18	ALL	FSL136	8	0,7	2964	598
AB EG	18	ALL	TMS175	1	0,7	2964	156
AB EG	19	ALL	FSL136	12	0,7	2964	896
AB EG	19	ALL	TMS175	3	0,7	2964	467
AB EG	48	ABE	EST175	14	1	2964	3112
AB EG	48	ABE	FSL136	5	1	2964	978
AB 1. OG	134	ALD	LD3258	1	1	2964	5217
AB 1. OG	134	ALD	TMS175	5	1	2964	1112
AB 1. OG	134	ALD	TMS175	1	1	2964	222
AB 1. OG	134	ALD	RAL258	12	1	2964	3912
AB 1. OG	135, 136, 136a	ALD	LD10458	1	1	2964	16954
AB 1. OG	135, 136, 136a	ALD	TMS175	6	1	2964	1334
AB 1. OG	135, 136, 136a	ALD	TMS175	2	1	2964	445
AB 1. OG	137	ALD	LD3258	1	1	2964	5217
AB 1. OG	137	ALD	MTS150	1	1	2964	178
AB 1. OG	137	ALD	TMS175	1	1	2964	222
AB 1. OG	138	ALD	LD2758	1	1	2964	4402
AB 1. OG	138	ALD	MTS150	3	1	2964	534
AB 1. OG	139	ALD	LD2758	1	1	2964	4402
AB 1. OG	139	ALD	TMS175	2	1	2964	445
AB 1. OG	140, a, b	ALD	FSL158	1	1	2964	12390
AB 1. OG	140, a, b	ALD	AST1150	7	1	2964	3112
AB 1. OG	141	ALD	LD2758	1	1	2964	4402
AB 1. OG	141	ALD	TMS175	4	1	2964	889
AB 1. OG	142	ALD	LD3258	1	1	2964	5217
AB 1. OG	142	ALD	TMS175	2	1	2964	445
AB 1. OG	143, a, b	ALD	LD11658	1	1	2964	18910
AB 1. OG	143, a, b	ALD	TMS175	11	1	2964	2445
AB 1. OG	143, a, b	ALD	MTS150	6	1	2964	1067
AB 1. OG	143, a, b	ALD	MTS150	10	1	2964	1778
AB 1. OG	144	ALD	LD3258	1	1	2964	5217
AB 1. OG	144	ALD	MTS150	2	1	2964	356
AB 1. OG	145	AGE	GLE458	1	1	2964	652
AB 1. OG	145	AGE	GLE858	1	1	2964	1304
AB 1. OG	145	AGE	AST175	4	1	2964	889
AB 1. OG	146	AGE	GLE258	2	1	2964	652
AB 1. OG	146	AGE	AST175	9	1	2964	2001
AB 1. OG	147	AGE	GLE358	1	1	2964	489
NB 1. OG	100	ALL	MTS150	1	1	2964	178
NB 1. OG	100	ALL	HSL150	8	1	2964	1423
NB 1. OG	100	ALL	AST175	2	1	2964	445

Lage	Raum	Raumtyp	Leuchte (Kürzel)	Anzahl	angepasster Kumulierter Korrekturfaktor	angepasste Jahresnutzung / h	Jahresenergie- bedarf / kWh
NB 1. OG	100	ALL	NL115	2	1	2964	89
NB 1. OG	100	ALL	FSL158	100	1	2964	16302
NB 1. OG	101	ABE	RAL236	13	1	2964	3237
NB 1. OG	101	ABE	TMS175	3	1	2964	667
NB 1. OG	102	ALD	LD458	1	0,5	2964	326
NB 1. OG	102	ALD	AST150	4	0,5	2964	296
NB 1. OG	103	ALD	TMS175	11	1	2964	2445
NB 1. OG	103	ALD	LD2458	1	1	2964	163
NB 1. OG	103	ALD	EST175	8	1	2964	1778
NB 1. OG	104	AGE	TMS175	8	1	2964	1778
NB 1. OG	104	AGE	RAL236	1	1	2964	249
NB 1. OG	105	ABE	RAL236	12	1	2964	2988
NB 1. OG	105	ABE	TMS175	3	1	2964	667
NB 1. OG	106	ABE	RAL236	14	1	2964	3486
NB 1. OG	106	ABE	TMS175	4	1	2964	889
NB 1. OG	107	ABE	RAL236	14	1	2964	3486
NB 1. OG	107	ABE	TMS175	3	1	2964	667
NB 1. OG	108	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	108	AGE	AST150	2	1	2964	296
NB 1. OG	109	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	109	AGE	AST150	2	1	2964	296
NB 1. OG	110	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	110	AGE	AST150	2	1	2964	296
NB 1. OG	111	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	111	AGE	AST150	2	1	2964	296
NB 1. OG	112	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	113	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	114	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	114	AGE	AST150	2	1	2964	296
NB 1. OG	115	ABE	RAL236	14	1	2964	3486
NB 1. OG	115	ABE	TMS175	3	1	2964	667
NB 1. OG	115	ABE	TMS175	1	1	2964	222
NB 1. OG	116	ABE	RAL236	14	1	2964	3486
NB 1. OG	116	ABE	TMS175	4	1	2964	889
NB 1. OG	117	ABE	RAL236	14	1	2964	3486
NB 1. OG	117	ABE	TMS175	4	1	2964	889
NB 1. OG	117	ABE	MTS150	1	1	2964	178
NB 1. OG	118	ABE	RAL236	16	1	2964	3984
NB 1. OG	118	ABE	TMS175	4	1	2964	889
NB 1. OG	118	ABE	MTS150	3	1	2964	534
NB 1. OG	119	ABE	RAL236	12	1	2964	2988
NB 1. OG	119	ABE	TMS175	7	1	2964	1556
NB 1. OG	120	ABE	RAL236	12	1	2964	2988
NB 1. OG	120	ABE	TMS175	3	1	2964	667
NB 1. OG	120	ABE	MTS150	6	1	2964	1067
NB 1. OG	121	ABE	RAL236	13	1	2964	3237
NB 1. OG	121	ABE	TMS175	5	1	2964	1112
NB 1. OG	121	ABE	MTS150	5	1	2964	889
NB 1. OG	122	ABE	RAL236	14	1	2964	3486

Lage	Raum	Raumtyp	Leuchte (Kürzel)	Anzahl	angepasster Kumulierter Korrekturfaktor	angepasste Jahresnutzung / h	Jahresenergie- bedarf / kWh
NB 1. OG	122	ABE	TMS175	6	1	2964	1334
NB 1. OG	122	ABE	MTS150	3	1	2964	534
NB 1. OG	123	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	123	AGE	AST150	6	1	2964	889
NB 1. OG	123	AGE	VL136	1	1	2964	124
NB 1. OG	124	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	124	AGE	AST150	7	1	2964	1037
NB 1. OG	125	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	125	AGE	AST150	7	1	2964	1037
NB 1. OG	126	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	126	AGE	AST150	7	1	2964	1037
NB 1. OG	127	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	127	AGE	AST150	7	1	2964	1037
NB 1. OG	128	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	128	AGE	AST150	6	1	2964	889
NB 1. OG	129	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	129	AGE	AST150	7	1	2964	1037
NB 1. OG	130	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB 1. OG	130	AGE	AST150	6	1	2964	889
NB 1. OG	130	AGE	VL136	1	1	2964	124
NB 1. OG	131	ABE	RAL236	15	1	2964	3735
NB 1. OG	131	ABE	TMS175	7	1	2964	1556
NB 1. OG	131	ABE	MTS150	1	1	2964	178
NB 1. OG	132	ALD	LD2458	1	1	2964	3912
NB 1. OG	133	ALD	LD2458	1	1	2964	3912
NB EG	2	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB EG	2	AGE	AST175	1	1	2964	222
NB EG	3	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB EG	3	AGE	AST175	1	1	2964	222
NB EG	4	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB EG	4	AGE	AST175	1	1	2964	222
NB EG	5	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB EG	5	AGE	AST175	1	1	2964	222
NB EG	6	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB EG	6	AGE	AST175	1	1	2964	222
NB EG	7	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB EG	7	AGE	AST175	1	1	2964	222
NB EG	8	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB EG	8	AGE	AST175	1	1	2964	222
NB EG	9	AGE	GLE1336	1	1	2964	1387
NB EG	10	AS	FSQ418	12	1	2964	2703
NB EG	10	AS	AST175	3	1	2964	667
NB EG	21	ALD	LD958	1	1	2964	1761
NB EG	22	ALD	LD2258	1	1	2964	4304
NB EG	23	ALD	LD958	1	1	2964	1761
AB EG	14	ABE	FSL136	12	0,35	1092	165
AB EG	14	ABE	TMS175	9	0,35	1092	1916
AB EG	15	ABE	TMS175	16	0,35	1092	3407
AB EG	15	ABE	FSL136	5	0,35	1092	511

Lage	Raum	Raumtyp	Leuchte (Kürzel)	Anzahl	angepasster Kumulierter Korrekturfaktor	angepasste Jahresnutzung / h	Jahresenergie- bedarf / kWh
AB EG	16	ABE	FSL136	12	0,35	1092	165
AB EG	16	ABE	TMS175	8	0,35	1092	229
AB EG	17	ABE	FSL136	8	0,35	1092	110
AB EG	17	ABE	TMS175	6	0,35	1092	172
AB EG	18	ALL	FSL136	8	0,35	1092	110
AB EG	19	ALL	FSL136	12	0,35	1092	165
AB EG	48	ABE	EST175	14	0,5	1092	573
AB EG	48	ABE	FSL136	5	0,5	1092	180
AB 1. OG	134	ALD	LD3258	1	0,5	1092	961
AB 1. OG	134	ALD	RAL258	12	0,5	1092	721
AB 1. OG	135, 136, 136a	ALD	LD10458	1	0,5	1092	3123
AB 1. OG	137	ALD	LD3258	1	0,5	1092	961
AB 1. OG	138	ALD	LD2758	1	0,5	1092	811
AB 1. OG	139	ALD	LD2758	1	0,5	1092	811
AB 1. OG	140, a, b	ALD	FSL158	1	0,5	1092	2282
AB 1. OG	141	ALD	LD2758	1	0,5	1092	811
AB 1. OG	142	ALD	LD3258	1	0,5	1092	961
AB 1. OG	143, a, b	ALD	LD11658	1	0,5	1092	3483
AB 1. OG	144	ALD	LD3258	1	0,5	1092	961
AB 1. OG	145	AGE	GLE458	1	0,5	1092	120
AB 1. OG	145	AGE	GLE858	1	0,5	1092	240
AB 1. OG	146	AGE	GLE258	2	0,5	1092	120
AB 1. OG	147	AGE	GLE358	1	0,5	1092	90
NB 1. OG	100	ALL	NL115	2	1	1092	33
NB 1. OG	100	ALL	FSL158	100	0,5	1092	3003
NB 1. OG	101	ABE	RAL236	13	0,5	1092	596
NB 1. OG	101	ABE	TMS175	3	0,5	1092	123
NB 1. OG	102	ALD	LD458	1	0,5	1092	120
NB 1. OG	103	ALD	LD2458	1	0,5	1092	30
NB 1. OG	104	ABE	TMS175	8	0,5	1092	328
NB 1. OG	104	ABE	RAL236	1	0,5	1092	46
NB 1. OG	105	ABE	RAL236	12	0,5	1092	550
NB 1. OG	105	ABE	TMS175	3	0,5	1092	123
NB 1. OG	106	ABE	RAL236	14	0,5	1092	642
NB 1. OG	106	ABE	TMS175	4	0,5	1092	164
NB 1. OG	107	ABE	RAL236	14	0,5	1092	642
NB 1. OG	107	ABE	TMS175	3	0,5	1092	123
NB 1. OG	108	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	109	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	110	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	111	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	112	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	113	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	114	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	115	ABE	RAL236	14	0,5	1092	642
NB 1. OG	115	ABE	TMS175	3	0,5	1092	123
NB 1. OG	115	ABE	TMS175	1	0,5	1092	41
NB 1. OG	116	ABE	RAL236	14	0,5	1092	642
NB 1. OG	116	ABE	TMS175	4	0,5	1092	164

Lage	Raum	Raumtyp	Leuchte (Kürzel)	Anzahl	angepasster Kumulierter Korrekturfaktor	angepasste Jahresnutzung / h	Jahresenergie- bedarf / kWh
NB 1. OG	117	ABE	RAL236	14	0,5	1092	642
NB 1. OG	117	ABE	TMS175	4	0,5	1092	164
NB 1. OG	117	ABE	MTS150	1	0,5	1092	33
NB 1. OG	118	ABE	RAL236	16	0,5	1092	734
NB 1. OG	118	ABE	TMS175	4	0,5	1092	164
NB 1. OG	118	ABE	MTS150	3	0,5	1092	98
NB 1. OG	119	ABE	RAL236	12	0,5	1092	550
NB 1. OG	119	ABE	TMS175	7	0,5	1092	287
NB 1. OG	120	ABE	RAL236	12	0,5	1092	550
NB 1. OG	120	ABE	TMS175	3	0,5	1092	123
NB 1. OG	120	ABE	MTS150	6	0,5	1092	197
NB 1. OG	121	ABE	RAL236	13	0,5	1092	596
NB 1. OG	121	ABE	TMS175	5	0,5	1092	205
NB 1. OG	121	ABE	MTS150	5	0,5	1092	164
NB 1. OG	122	ABE	RAL236	14	0,5	1092	642
NB 1. OG	122	ABE	TMS175	6	0,5	1092	246
NB 1. OG	122	ABE	MTS150	3	0,5	1092	98
NB 1. OG	123	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	124	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	125	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	126	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	127	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	128	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	129	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	130	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB 1. OG	131	ABE	RAL236	15	0,5	1092	688
NB 1. OG	131	ABE	TMS175	7	0,5	1092	287
NB 1. OG	131	ABE	MTS150	1	0,5	1092	33
NB 1. OG	132	ALD	LD2458	1	0,5	1092	721
NB 1. OG	133	ALD	LD2458	1	0,5	1092	721
NB EG	2	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB EG	3	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB EG	4	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB EG	5	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB EG	6	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB EG	7	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB EG	8	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB EG	9	AGE	GLE1336	1	0,5	1092	256
NB EG	10	AS	FSQ418	12	0,5	1092	498
NB EG	21	ALD	LD958	1	0,5	1092	324
NB EG	22	ALD	LD2258	1	0,5	1092	793
NB EG	23	ALD	LD958	1	0,5	1092	324

Lage	Raum	Raumtyp	ingesamt installierte Beleuchtungs- leistung / W	Jahresnutzung / h	Spezifische Flächenleistung in W / m ²	Jahresenergie- bedarf / kWh
AB 1. OG	134	ALD	3530	4056	33,4	12145
AB 1. OG	140, a, b	ALD	5230	4056	31,7	17784
AB 1. OG	141	ALD	1785	4056	30,3	6102
AB 1. OG	138	ALD	1665	4056	28,2	5746
AB 1. OG	143, a, b	ALD	8165	4056	30,8	27685
AB 1. OG	139	ALD	1635	4056	27,7	5657
AB 1. OG	145	AGE	960	4056	22,4	3206
AB 1. OG	135, 136, 136a	ALD	6320	4056	21,4	21856
AB 1. OG	142	ALD	1910	4056	18,0	6622
AB 1. OG	144	ALD	1880	4056	17,7	6533
AB 1. OG	137	ALD	1895	4056	17,8	6578
AB 1. OG	146	AGE	895	4056	16,4	2773
AB 1. OG	147	AGE	165	4056	6,9	579
AB EG	48	ABE	1380	4056	15,9	4844
AB EG	14	ABE	1107	4056	10,5	4378
AB EG	17	ABE	738	4056	9,9	1813
AB EG	16	ABE	1032	4056	9,6	2536
AB EG	15	ABE	1380	4056	7,6	6781
AB EG	19	ALL	657	4056	6,3	1528
AB EG	18	ALL	363	4056	4,9	863
NB 1. OG	124	AGE	818	4056	26,0	2680
NB 1. OG	125	AGE	818	4056	26,0	2680
NB 1. OG	126	AGE	818	4056	26,0	2680
NB 1. OG	127	AGE	818	4056	26,0	2680
NB 1. OG	129	AGE	818	4056	26,0	2680
NB 1. OG	123	AGE	810	4056	25,7	2656
NB 1. OG	130	AGE	810	4056	25,7	2656
NB 1. OG	128	AGE	768	4056	24,4	2532
NB 1. OG	108	AGE	568	4056	19,2	1939
NB 1. OG	109	AGE	568	4056	19,2	1939
NB 1. OG	110	AGE	568	4056	19,2	1939
NB 1. OG	111	AGE	568	4056	19,2	1939
NB 1. OG	114	AGE	568	4056	19,2	1939
NB 1. OG	112	AGE	468	4056	15,8	1643
NB 1. OG	113	AGE	468	4056	15,8	1643
NB 1. OG	100	ALL	6220	4056	24,4	21472
NB 1. OG	104	AGE	684	4056	21,1	2401
NB 1. OG	132	ALD	1320	4056	20,1	4633
NB 1. OG	133	ALD	1320	4056	20,1	4633
NB 1. OG	121	ABE	1767	4056	15,9	6202
NB 1. OG	122	ABE	1806	4056	15,9	6339

Lage	Raum	Raumtyp	ingesamt installierte Beleuchtungs- leistung / W	Jahresnutzung / h	Spezifische Flächenleistung in W / m ²	Jahresenergie- bedarf / kWh
NB 1. OG	103	ALD	1480	4056	15,6	4417
NB 1. OG	102	ALD	420	4056	15,3	743
NB 1. OG	120	ABE	1593	4056	14,3	5591
NB 1. OG	117	ABE	1536	4056	13,9	5391
NB 1. OG	116	ABE	1476	4056	13,7	5181
NB 1. OG	118	ABE	1824	4056	13,7	6402
NB 1. OG	119	ABE	1533	4056	13,5	5381
NB 1. OG	131	ABE	1845	4056	13,4	6476
NB 1. OG	106	ABE	1476	4056	13,2	5181
NB 1. OG	101	ABE	1317	4056	12,7	4623
NB 1. OG	107	ABE	1401	4056	12,5	4918
NB 1. OG	105	ABE	1233	4056	11,0	4328
NB 1. OG	115	ABE	1476	4056	10,7	5181
NB EG	22	ALD	1452	4056	22,9	5097
NB EG	21	ALD	594	4056	18,7	2085
NB EG	23	ALD	594	4056	18,7	2085
NB EG	2	AGE	543	4056	17,7	1865
NB EG	3	AGE	543	4056	17,7	1865
NB EG	4	AGE	543	4056	17,7	1865
NB EG	5	AGE	543	4056	17,7	1865
NB EG	6	AGE	543	4056	17,7	1865
NB EG	7	AGE	543	4056	17,7	1865
NB EG	8	AGE	543	4056	17,7	1865
NB EG	9	AGE	468	4056	15,2	1643
NB EG	10	AS	1137	4056	10,6	3868
	Gesamt		354899		13,4	1067029

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
GdG 3. OG	Ausstellungsr. 3	Ausstellung	LD5058	Leuchtstofflampe	4	0,5	50	58	230	EVG	-3	55	11000	868	
GdG 3. OG	Ausstellungsr. 3	Ausstellung	LD618	Leuchtstofflampe	4	0,5	6	18	230	EVG	1	19	456	868	
GdG 3. OG	Ausstellungsr. 3	Ausstellung	EDL150	Halogen	48	1	1	50	12	Trafo	10	60	2880	868	
GdG 3. OG	Nebenträume 3	Nebenraum	OAL158	Leuchtstofflampe	12	0	1	58	230	VVG	8	66	792	102	
GdG 3. OG	Treppenhaus 3	Treppenhaus	ERL136	Leuchtstofflampe	4	1	1	36	230	---	0	36	144	---	
GdG 3. OG	Treppenhaus 3	Treppenhaus	EDL150	Halogen	8	1	1	50	12	Trafo	10	60	480	---	
GdG 3. OG	Treppenhaus 3	Treppenhaus	WEL27	Glühlampe	12	1	2	7	230	---	0	7	168	---	
GdG 2. OG	Ausstellungsr. 2	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	14	1	1	75	230	---	0	75	1050	868	
GdG 2. OG	Ausstellungsr. 2	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	2	0	1	75	230	---	0	75	150	868	
GdG 2. OG	Ausstellungsr. 2	Ausstellung	FSQ836	Leuchtstofflampe	44	0	8	36	230	EVG	0	36	12672	868	
GdG 2. OG	Ausstellungsr. 2	Ausstellung	FSQ836	Leuchtstofflampe	4	1	8	36	230	EVG	0	36	1152	868	
GdG 2. OG	Ausstellungsr. 2	Ausstellung	NL115	Glühlampe	1	1	1	15	230	---	0	15	15	868	Ausstell.-Obj.
GdG 2. OG	Ausstellungsr. 2	Ausstellung	FSL158	Leuchtstofflampe	1	0	1	58	230	VVG	8	66	66	868	
GdG 2. OG	Ausstellungsr. 2	Ausstellung	FSL158	Leuchtstofflampe	1	0	1	58	230	VVG	8	66	66	868	
GdG 2. OG	Nebenträume 2	Nebenraum	OAL158	Leuchtstofflampe	12	0	1	58	230	VVG	8	66	792	102	
GdG 2. OG	Treppenhaus 2	Treppenhaus	WEL27	Glühlampe	12	1	2	7	230	---	0	7	168	---	
GdG 1. OG	Ausstellungsr. 1	Ausstellung	FSQ836	Leuchtstofflampe	46,5	1	8	36	230	EVG	0	36	13392	868	
GdG 1. OG	Ausstellungsr. 1	Ausstellung	FSQ836	Leuchtstofflampe	1,5	0	8	36	230	EVG	0	36	432	868	Ausstell.-Obj.
GdG 1. OG	Ausstellungsr. 1	Ausstellung	AST175	Glühlampe	1	1	1	75	230	---	0	75	75	868	Ausstell.-Obj.
GdG 1. OG	Ausstellungsr. 1	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	12	1	1	75	230	---	0	75	900	868	
GdG 1. OG	Ausstellungsr. 1	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	1	0	1	75	230	---	0	75	75	868	
GdG 1. OG	Ausstellungsr. 1	Ausstellung	OHS1300	Halogen	4	1	1	300	230	---	0	300	1200	868	
GdG 1. OG	Nebenträume 1	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	12	0	1	58	230	VVG	8	66	792	102	
GdG 1. OG	Treppenhaus 1	Treppenhaus	EDL150	Halogen	8	1	1	50	12	Trafo	10	60	480	---	
GdG 1. OG	Treppenhaus 1	Treppenhaus	DL115	Glühlampe	23	1	1	15	230	---	0	15	345	---	Ausstell.-Obj.
GdG 1. OG	Treppenhaus 1	Treppenhaus	WEL27	Glühlampe	12	1	2	7	230	---	0	7	168	---	
GdG EG	Lichthof	Verkehrsf. (öff.)	AL3450	Glühlampe	34	1	1	50	230	---	0	50	1700	100	Ausstell.-Obj.
GdG EG	Lichthof	Verkehrsf. (öff.)	WEL29	Glühlampe	160	0	2	9	230	---	0	9	2880	100	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
GdG EG	Lichthof	Verkehrsfl. (öff.)	TFS270	Halogen	4	0	2	70	230	---	0	70	560	100	
GdG EG	Ausstellungsr.	Ausstellung	FSQ836	Leuchtstofflampe	10	0	8	36	230	EVG	0	36	2880	157	
GdG EG	Ausstellungsr.	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	5	1	1	75	230	---	0	75	375	157	
GdG EG	Ausstellungsr.	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	1	0	1	75	230	---	0	75	75	157	
GdG EG	Veranstaltungsr.	Veranstaltung	FSQ836	Leuchtstofflampe	8	0	8	36	230	EVG	0	36	2304	122	
GdG EG	Veranstaltungsr.	Veranstaltung	ESL175	Glühlampe	11	0	1	75	230	---	0	75	825	122	
GdG EG	Vorr. (Veranst.)	Verkehrsfl. (öff.)	FSQ836	Leuchtstofflampe	2	1	8	36	230	EVG	0	36	576	31	
GdG EG	Vorr. (Veranst.)	Verkehrsfl. (öff.)	TMS175	Glühlampe	2	1	1	75	230	---	0	75	150	31	
GdG EG	Vorr. (Veranst.)	Verkehrsfl. (öff.)	ESL175	Glühlampe	6	1	1	75	230	---	0	75	450	31	
GdG EG	Vorr. (Veranst.)	Verkehrsfl. (öff.)	HAL150	Halogen	2	1	1	50	12	Trafo	10	60	120	31	
GdG EG	Vorr. (Veranst.)	Verkehrsfl. (öff.)	FSL136	Leuchtstofflampe	2	1	1	36	230	EVG	0	36	72	31	
GdG EG	Foyer / Gardrobe	Verkehrsfl. (öff.)	FSQ836	Leuchtstofflampe	12	0	8	36	230	EVG	0	36	3456	341	
GdG EG	Foyer / Gardrobe	Verkehrsfl. (öff.)	FSQ836	Leuchtstofflampe	10	1	8	36	230	EVG	0	36	2880	341	
GdG EG	Foyer / Gardrobe	Verkehrsfl. (öff.)	TMS175	Glühlampe	5	0	1	75	230	---	0	75	375	341	
GdG EG	Foyer / Gardrobe	Verkehrsfl. (öff.)	HQL180	HQL	4	1	1	80	230	---	0	80	320	341	
GdG EG	Foyer / Gardrobe	Verkehrsfl. (öff.)	ESL175	Glühlampe	3	1	1	75	230	---	0	75	225	341	
GdG EG	Foyer / Gardrobe	Verkehrsfl. (öff.)	ESL175	Glühlampe	1	0	1	75	230	---	0	75	75	341	
GdG EG	Foyer / Gardrobe	Verkehrsfl. (öff.)	HSL150	Halogen	3	1	1	50	230	---	0	50	150	341	
GdG EG	Foyer / Gardrobe	Verkehrsfl. (öff.)	ESL175	Glühlampe	2	1	1	75	230	---	0	75	150	341	
GdG EG	Treppenhaus 0	Treppenhaus	EDL150	Halogen	2	1	1	50	12	Trafo	10	60	120	---	
GdG EG	Treppenhaus 0	Treppenhaus	EDL150	Halogen	2	0	1	50	12	Trafo	10	60	120	---	
GdG EG	Treppenhaus 0	Treppenhaus	WEL27	Glühlampe	12	1	2	7	230	---	0	7	168	---	
GdG EG	Lift	Aufzug	HSL114	Halogen	12	1	1	14	12	Trafo	2	16	192	15	
GdG UG	S1	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	2	1	12	36	230	EVG	0	36	864	138	
GdG UG	S1a	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	32	1	1	75	230	---	0	75	2400	105	
GdG UG	S1a	Ausstellung	NL115	Glühlampe	3	0	1	15	230	---	0	15	45	105	
GdG UG	S1b	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	30	1	1	75	230	---	0	75	2250	105	
GdG UG	S1b	Ausstellung	NL115	Glühlampe	3	0	1	15	230	---	0	15	45	105	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
GdG UG	S1c-e	Verkehrsf.	NL115	Glühlampe	9	0	1	15	230	---	0	15	135	---	
GdG UG	S2	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	4	1	12	36	230	EVG	0	36	1728	163	
GdG UG	S3	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	4	1	12	36	230	EVG	0	36	1728	163	
GdG UG	S4	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	4	1	12	36	230	EVG	0	36	1728	163	
GdG UG	S4	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	15	1	1	75	230	---	0	75	1125	163	
GdG UG	S5	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	4	1	12	36	230	EVG	0	36	1728	163	
GdG UG	S6	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	4	1	12	36	230	EVG	0	36	1728	163	
GdG UG	S7	Ausstellung	FSL136	Leuchtstofflampe	16	1	1	36	230	VVG	6	42	672	163	
GdG UG	S7	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	10	1	1	75	230	---	0	75	750	163	
GdG UG	S8, a, b	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	12	1	12	36	230	EVG	0	36	5184	488	
GdG UG	S8, a, b	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	5	1	1	75	230	---	0	75	375	488	
GdG UG	S8, a, b	Ausstellung	OHS1300	Halogen	1	1	1	300	230	---	0	300	300	488	
GdG UG	S8, a, b	Ausstellung	FSL138	Leuchtstofflampe	1	1	1	36	230	VVG	6	42	42	488	
GdG UG	S9	Ausstellung	STL150	Glühlampe	1	1	1	50	230	---	0	50	50	39	
GdG UG	S10	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	2	1	12	36	230	EVG	0	36	864	75	
GdG UG	S11	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	1	1	12	36	230	EVG	0	36	432	39	
GdG UG	S11	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	2	1	1	75	230	---	0	75	150	39	
GdG UG	S12	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	1	1	12	36	230	EVG	0	36	432	39	
GdG UG	S13	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	2	1	12	36	230	EVG	0	36	864	81	
GdG UG	S13a	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	1	1	12	36	230	EVG	0	36	432	39	
GdG UG	S14	Ausstellung	FSQ1658	Leuchtstofflampe	1	0,5	16	58	230	EVG	-3	55	880	163	
GdG UG	S14	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	2	1	1	75	230	---	0	75	150	163	
GdG UG	S14a	Ausstellung	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	EVG	-3	55	110	11	
GdG UG	S14b	Ausstellung	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	EVG	-3	55	110	11	
GdG UG	S15	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	2	0,5	12	36	230	EVG	0	36	864	81	
GdG UG	S15	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	8	1	1	75	230	---	0	75	600	81	
GdG UG	S15a	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	1	0,5	12	36	230	EVG	0	36	432	39	
GdG UG	S15a	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	2	1	1	75	230	---	0	75	150	39	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
GdG UG	S16	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	1	0,5	12	36	230	EVG	0	36	432	39	
GdG UG	S17	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	1	0,5	12	36	230	EVG	0	36	432	39	
GdG UG	S18	Ausstellung	FSQ1236	Leuchtstofflampe	2	0	12	36	230	EVG	0	36	864	75	
GdG UG	S18	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	5	1	1	75	230	---	0	75	375	75	
GdG UG	S18	Ausstellung	KLL15	Glühlampe	30	1	1	5	230	---	0	5	150	75	Ausstell.-Obj.
GdG UG	S19	Ausstellung	AST1100	Halogen	2	1	1	100	230	---	0	100	200	39	Ausstell.-Obj.
GdG UG	S19	Ausstellung	HL115	Glühlampe	1	1	1	15	230	---	0	15	15	39	
GdG UG	S20	Ausstellung	OHS1300	Halogen	8	1	1	300	230	---	0	300	2400	100	
GdG UG	S20	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	6	1	1	75	230	---	0	75	450	100	
GdG UG	S20	Ausstellung	FSL136	Leuchtstofflampe	16	0	1	36	230	EVG	0	36	576	100	
GdG UG	S20	Ausstellung	EDL150	Halogen	8	1	1	50	12	Trafo	10	60	480	100	
GdG UG	S21	Verkehrsf.	RAL136	Kompaktleuchtst.	5	1	1	36	230	VVG	6	42	210	39	
GdG UG	S21	Verkehrsf.	ADL116	Glühlampe	6	1	1	16	230	---	0	16	96	39	
GdG UG	S22	Verkehrsf.	RAL136	Kompaktleuchtst.	5	1	1	36	230	VVG	6	42	210	40	
GdG UG	S22	Verkehrsf.	ADL116	Glühlampe	6	1	1	16	230	---	0	16	96	40	
GdG UG	S23	Verkehrsf.	ADL118	Glühlampe	8	1	1	18	230	---	0	18	144	34	
GdG UG	S24	Verkehrsf.	OAL136	Leuchtstofflampe	2	1	1	36	230	VVG	6	42	84	31	
GdG UG	S25	Nebenraum	OAL136	Leuchtstofflampe	2	0	1	36	230	VVG	6	42	84	9	
GdG UG	S27, S28	Sanitär	ADL118	Glühlampe	3	1	1	18	230	---	0	18	54	19	
GdG UG	S29	Nebenraum	OAL136	Leuchtstofflampe	1	0	1	36	230	VVG	6	42	42	9	
GdG UG	S30	Technik	OAL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	31	
GdG UG	S30a	Technik	OAL158	Leuchtstofflampe	1	1	1	58	230	VVG	8	66	66	12	
GdG UG	S31	Technik	OAL158	Leuchtstofflampe	3	1	1	58	230	VVG	8	66	198	41	
GdG UG	S32	Nebenraum	OAL158	Leuchtstofflampe	1	0	1	36	230	VVG	6	42	42	14	
GdG UG	S33	Sanitär	ADL118	Glühlampe	2	1	1	18	230	---	0	18	36	19	
GdG UG	S33	Sanitär	SL130	Leuchtstofflampe	2	1	1	30	230	---	0	30	60	19	
GdG UG	S33a	Sanitär	ADL118	Glühlampe	9	1	1	18	230	---	0	18	162	5	
GdG UG	S34	Nebenraum	FSL136	Leuchtstofflampe	1	0	1	36	230	VVG	6	42	42	9	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
GdG UG	S35	Nebenraum	FSL136	Leuchtstofflampe	1	0	1	36	230	VVG	6	42	42	11	
GdG UG	S36	Sanitär	ADL118	Glühlampe	2	1	1	18	230	---	0	18	36	19	
GdG UG	S36	Sanitär	SL130	Leuchtstofflampe	2	1	1	30	230	---	0	30	60	19	
GdG UG	S36a	Sanitär	ADL118	Glühlampe	9	1	1	18	230	---	0	18	162	5	
GdG UG	S37	Technik	FSL136	Leuchtstofflampe	1	1	1	36	230	VVG	6	42	42	12	
GdG UG	S38	Technik	FSL136	Leuchtstofflampe	2	1	1	36	230	VVG	6	42	84	20	
GdG UG	S39	Lager	FSL136	Leuchtstofflampe	14	0	1	36	230	VVG	6	42	588	166	
GdG UG	S39a	Lager	FSL136	Leuchtstofflampe	1	0	1	36	230	VVG	6	42	42	14	
GdG UG	S40	Nebenraum	OAL136	Leuchtstofflampe	1	0	1	36	230	VVG	6	42	42	12	
GdG UG	S41	Technik	FSL136	Leuchtstofflampe	1	0	1	36	230	VVG	6	42	42	14	
GdG UG	S42	Büro	RAL324	Kompaktleuchtst.	2	0	3	24	230	VVG	6	30	180	14	
GdG UG	S42	Büro	ADL136	Halogen	2	0	1	35	6	Trafo	5	40	80	14	
GdG UG	S42	Büro	TL150	Glühlampe	1	1	1	50	230	---	0	50	50	14	
GdG UG	S43	Büro	OAL158	Leuchtstofflampe	9	1	1	58	230	VVG	8	66	594	60	
GdG UG	S44	Lager	OAL136	Leuchtstofflampe	5	0	1	36	230	VVG	6	42	210	32	
GdG UG	S45	Aufenthaltsr.	RAL324	Kompaktleuchtst.	4	1	3	24	230	VVG	6	30	360	12	
GdG UG	S46	Sanitär	ADL118	Glühlampe	4	0	1	18	230	---	0	18	72	9	
GdG UG	S46	Sanitär	SL130	Leuchtstofflampe	1	0	1	30	230	---	0	30	30	9	
GdG UG	S46	Sanitär	FSL130	Leuchtstofflampe	2	0	1	30	230	EVG	0	30	60	9	
GdG UG	S47	Sanitär	ADL118	Glühlampe	4	0	1	18	230	---	0	18	72	9	
GdG UG	S47	Sanitär	SL130	Leuchtstofflampe	1	0	1	30	230	---	0	30	30	9	
GdG UG	S47	Sanitär	FSL130	Leuchtstofflampe	2	0	1	30	230	EVG	0	30	60	9	
GdG UG	S48	Werkstatt	RAL324	Kompaktleuchtst.	12	1	3	24	230	VVG	6	30	1080	84	
GdG UG	S49	Lager	FSL136	Leuchtstofflampe	24	0	1	36	230	VVG	6	42	1008	72	
GdG UG	S49a	Lager	FSL136	Leuchtstofflampe	1	0	1	36	230	VVG	6	42	42	14	
GdG UG	S50	Verkehrsf.	FSL136	Leuchtstofflampe	3	1	1	36	230	VVG	6	42	126	40	
GdG UG	S51	Verkehrsf. (öff.)	ADL135	Halogen	1	1	1	35	6	Trafo	5	40	40	9	
GdG UG	S53	Nebenraum	ADL135	Halogen	1	0	1	35	6	Trafo	5	40	40	9	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
GdG UG	S54	Nebenraum	OAL158	Leuchtstofflampe	1	0	1	58	230	VVG	8	66	66	17	
GdG UG	S55	Lager	FSL136	Leuchtstofflampe	37	1	1	36	230	VVG	6	42	1554	349	
GdG UG	S56	Nebenraum	ADL135	Halogen	2	0	1	35	6	Trafo	5	40	80	20	
GdG UG	S56	Nebenraum	FSL136	Leuchtstofflampe	1	0	1	36	230	VVG	6	42	42	20	
GdG UG	S57	Nebenraum	OAL136	Leuchtstofflampe	3	0	1	36	230	VVG	6	42	126	14	
GdG UG	S58	Nebenraum	OAL136	Leuchtstofflampe	1	0	1	36	230	VVG	6	42	42	12	
GdG UG	S59	Nebenraum	ADL118	Kompaktleuchtst.	2	0	1	18	230	---	0	18	36	9	
GdG UG	S60	Nebenraum	ADL118	Kompaktleuchtst.	2	0	1	18	230	---	0	18	36	9	
GdG UG	S61	Verkehrsfl.	ADL118	Glühlampe	8	1	1	18	230	---	0	18	144	39	
GdG UG	S62, S63	Sanitär	ADL115	Glühlampe	3	1	1	15	230	---	0	15	45	19	
GdG UG	S64	Büro	RAL324	Kompaktleuchtst.	2	1	3	24	230	VVG	6	30	180	22	
GdG UG	S65	Büro	RAL324	Kompaktleuchtst.	2	1	3	24	230	VVG	6	30	180	18	
GdG UG	S66	Büro	RAL324	Kompaktleuchtst.	2	1	3	24	230	VVG	6	30	180	18	
GdG UG	S67	Büro	RAL324	Kompaktleuchtst.	3	1	3	24	230	VVG	6	30	270	22	
GdG UG	S68	Büro	RAL324	Kompaktleuchtst.	2	1	3	24	230	VVG	6	30	180	24	
GdG UG	S69	Büro	RAL324	Kompaktleuchtst.	8	1	3	24	230	VVG	6	30	720	51	
GdG UG	S70	Lager	FSL136	Leuchtstofflampe	28	0	1	36	230	VVG	6	42	1176	72	
GdG UG	S71	Verkehrsfl.	ADL135	Halogen	3	1	1	35	6	Trafo	5	40	120	18	
GdG UG	S72	Büro	RAL324	Kompaktleuchtst.	2	1	3	24	230	VVG	6	30	180	22	
GdG UG	S73	Büro	RAL324	Kompaktleuchtst.	2	1	3	24	230	VVG	6	30	180	14	
GdG UG	S74	Lager	FSL158	Leuchtstofflampe	15	0	1	58	230	VVG	8	66	990	132	
GdG UG	S74a	Lager	FSL158	Leuchtstofflampe	1	0	1	58	230	VVG	8	66	66	14	
GdG UG	S74b	Lager	FSL158	Leuchtstofflampe	1	0	1	58	230	VVG	8	66	66	14	
GdG UG	S75	Lager	FSL158	Leuchtstofflampe	7	0	1	58	230	VVG	8	66	462	68	
GdG UG	S76	Nebenraum	ADL135	Halogen	3	0	1	35	6	Trafo	5	40	120	12	
GdG UG	S77	Nebenraum	ADL135	Halogen	1	0	1	35	6	Trafo	5	40	40	12	
GdG UG 2	Parkdeck	Parkhaus	RGL158	Leuchtstofflampe	88	1	1	58	230	EVG	-3	55	4840	3400	
GdG UG 2	Zugang Parkdeck	Treppenhaus	ADL135	Glühlampe	10	1	1	35	230	---	0	35	350	196	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
AB UG	A000 Übergang	Verkehrsfl. (öff.)	WBD19	Glühlampe	47	1	1	9	230	---	0	9	423		
AB UG	A1	Verkehrsfl.	FSL136	Leuchtstofflampe	4	1	1	36	230	VVG	6	42	168	38	
AB UG	A2	Werkstatt	RGL258	Leuchtstofflampe	2	1	2	58	230	VVG	8	66	264	76	
AB UG	A2	Werkstatt	FSL136	Leuchtstofflampe	3	1	1	36	230	VVG	6	42	126	76	
AB UG	A3	Verkehrsfl.	OAL158	Leuchtstofflampe	11	1	1	58	230	VVG	8	66	726	46	
AB UG	A4	Verkehrsfl.	OAL158	Leuchtstofflampe	10	1	2	58	230	VVG	8	66	1320	46	
AB UG	A5	Verkehrsfl.	FSL158	Leuchtstofflampe	1	0	1	58	230	VVG	8	66	66	6	
AB UG	A6	Verkehrsfl.	OAL158	Leuchtstofflampe	4	1	1	58	230	VVG	8	66	264	27	
AB UG	A7	Verkehrsfl.	FSL158	Leuchtstofflampe	1	0	1	58	230	VVG	8	66	66	6	
AB UG	A8	Verkehrsfl.	FSL158	Leuchtstofflampe	1	0	1	58	230	VVG	8	66	66	7	
AB UG	A9	Büro	OAL158	Leuchtstofflampe	3	1	1	58	230	VVG	8	66	198	30	
AB UG	A11	Büro	OAL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	12	
AB UG	A12	Büro	OAL158	Leuchtstofflampe	4	1	1	58	230	VVG	8	66	264	15	
AB UG	A13	Büro	OAL158	Leuchtstofflampe	4	1	1	58	230	VVG	8	66	264	30	
AB UG	A14	Büro	OAL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	16	
AB UG	A15	Nebenraum	NL115	Glühlampe	1	1	1	15	230	---	0	15	15	4	Schätzwert
AB UG	A16	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	1	1	1	58	230	VVG	8	66	66	12	Schätzwert
AB UG	A17	Nebenraum	FSL136	Leuchtstofflampe	1	1	1	36	230	VVG	6	42	42	2	Schätzwert
AB UG	A19	Verkehrsfl.	ADL118	Kompaktleuchtst.	1	1	1	18	230	---	0	18	18	12	
AB UG	A20	Sanitär	ADL118	Glühlampe	1	0	1	18	230	---	0	18	18	10	
AB UG	A21	Sanitär	ADL118	Glühlampe	1	0	1	18	230	---	0	18	18	10	
AB UG	A22	Verkehrsfl.	DL160	Glühlampe	5	1	1	60	230	---	0	60	300	36	
AB UG	A22	Verkehrsfl.	TMS175	Glühlampe	3	1	1	75	230	---	0	75	225	36	
AB UG	A22	Verkehrsfl.	AST160	Glühlampe	4	1	1	60	230	---	0	60	240	36	
AB UG	A25	Verkehrsfl.	FSL136	Leuchtstofflampe	1	1	1	36	230	VVG	6	42	42	14	
AB UG	A26	Büro	HAL1150	Halogen	4	1	1	150	230	---	0	150	600	45	
AB UG	A26	Büro	AST160	Glühlampe	1	1	1	60	230	---	0	60	60	45	
AB UG	A27	Büro	HAL1150	Halogen	1	1	1	150	230	---	0	150	150	30	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampentriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
AB UG	A28	Büro	HAL1150	Halogen	1	1	1	150	230	---	0	150	150	30	
AB UG	A28	Büro	OHS1300	Halogen	1	1	1	300	230	---	0	300	300	30	
AB UG	A29	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	5	0	1	58	230	VVG	8	66	330	58	Schätzwert
AB UG	A32	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	3	0	1	58	230	VVG	8	66	198	22	Schätzwert
AB UG	A33	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	1	0	1	58	230	VVG	8	66	66	11	Schätzwert
AB UG	A34	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	3	0	1	58	230	VVG	8	66	198	30	Schätzwert
AB UG	A35	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	5	0	1	58	230	VVG	8	66	330	22	Schätzwert
AB UG	A36	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	3	0	1	58	230	VVG	8	66	198	22	Schätzwert
AB UG	A37	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	3	0	1	58	230	VVG	8	66	198	22	Schätzwert
AB UG	A38	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	1	0	1	58	230	VVG	8	66	66	8	Schätzwert
AB UG	A40	Nebenraum	FSL136	Leuchtstofflampe	1	0	1	36	230	VVG	6	42	42	10	Schätzwert
AB UG	A41	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	2	0	1	58	230	VVG	8	66	132	17	Schätzwert
AB UG	A42	Nebenraum	FSL136	Leuchtstofflampe	1	0	1	36	230	VVG	6	42	42	10	Schätzwert
AB UG	A43	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	3	0	1	58	230	VVG	8	66	198	14	Schätzwert
AB UG	A44	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	2	0	1	58	230	VVG	8	66	132	12	Schätzwert
AB UG	A45	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	2	0	1	58	230	VVG	8	66	132	18	Schätzwert
AB UG	A47	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	1	0	1	58	230	VVG	8	66	66	6	Schätzwert
AB UG	A48	Nebenraum	NL115	Glühlampe	1	0	1	15	230	---	0	15	15	8	Schätzwert
AB UG	A49-A52	Werkstatt	OAL158	Leuchtstofflampe	8	1	1	58	230	VVG	8	66	528	69	
AB UG	A53	Verkehrsf.	FSL136	Leuchtstofflampe	2	1	1	36	230	VVG	6	42	84	4	
AB UG	A54-A58	Museumdienst	OAL158	Leuchtstofflampe	9	1	1	58	230	EVG	-3	55	495	125	
AB UG	A54-A58	Museumdienst	TL150	Glühlampe	6	1	1	50	230	---	0	50	300	125	
AB EG	12	Verkehrsf. (öff.)	AST175	Halogen	3	1	1	75	230	---	0	75	225	36	
AB EG	13	Cafe / Laden	EST180	Glühlampe	3	1	1	80	230	---	0	80	240	292	
AB EG	13	Cafe / Laden	HL1150	Glühlampe	2	1	1	150	230	---	0	150	300	292	
AB EG	13	Cafe / Laden	VL118	Leuchtstofflampe	17	1	1	18	230	VVG	6	24	408	292	
AB EG	14	Ausstellung	FSL136	Leuchtstofflampe	12	1	1	36	230	EVG	0	36	432	105	
AB EG	14	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	9	1	1	75	230	---	0	75	675	105	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
AB EG	15	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	16	1	1	75	230	---	0	75	1200	182	
AB EG	15	Ausstellung	FSL136	Leuchtstofflampe	5	0	1	36	230	EVG	0	36	180	182	
AB EG	16	Ausstellung	FSL136	Leuchtstofflampe	12	1	1	36	230	EVG	0	36	432	107	
AB EG	16	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	8	1	1	75	230	---	0	75	600	107	
AB EG	17	Ausstellung	FSL136	Leuchtstofflampe	8	1	1	36	230	EVG	0	36	288	75	
AB EG	17	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	6	1	1	75	230	---	0	75	450	75	
AB EG	18	Ausstellung	FSL136	Leuchtstofflampe	8	0	1	36	230	EVG	0	36	288	75	
AB EG	18	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	1	1	1	75	230	---	0	75	75	75	
AB EG	19	Ausstellung	FSL136	Leuchtstofflampe	12	0	1	36	230	EVG	0	36	432	105	
AB EG	19	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	3	0	1	75	230	---	0	75	225	105	
AB EG	20	Werkstatt	RGL258	Leuchtstofflampe	8	1	2	58	230	VVG	8	66	1056	62	
AB EG	20	Werkstatt	RGL258	Leuchtstofflampe	2	0	2	58	230	VVG	8	66	264	62	
AB EG	29, 30, 31	Treppenhaus	AST1250	Halogen	6	1	1	250	230	---	0	250	1500	231	
AB EG	29, 30, 31	Treppenhaus	NL15	Glühlampe	10	1	1	5	230	---	0	5	50	231	
AB EG	29, 30, 31	Treppenhaus	DFL1150	Halogen	4	0	1	150	230	---	0	150	600	231	
AB EG	29, 30, 31	Treppenhaus	MTS150	Halogen	16	1	1	50	12	Trafo	10	60	960	231	
AB EG	32	Verkehrsfl. (öff.)	MTS150	Halogen	3	1	1	50	12	Trafo	10	60	180	72	
AB EG	32	Verkehrsfl. (öff.)	EST175	Halogen	1	1	1	75	230	---	0	75	75	72	
AB EG	33, a, b	Verkehrsfl. (öff.)	MTS150	Halogen	3	1	1	50	12	Trafo	10	60	180	35	
AB EG	34, a, b	Sanitär	HL160	Glühlampe	5	1	1	60	230	---	0	60	300	20	
AB EG	34, a, b	Sanitär	SL115	Leuchtstofflampe	4	1	1	15	230	---	0	15	60	20	
AB EG	35	Cafe / Laden	OAL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	EVG	-3	55	110	21	
AB EG	43	Büro	RAL258	Leuchtstofflampe	2	1	2	58	230	EVG	-3	55	220	45	
AB EG	44	Büro	RAL258	Leuchtstofflampe	2	1	2	58	230	EVG	-3	55	220	19	
AB EG	45	Werkstatt	RGL158	Leuchtstofflampe	7	1	2	58	230	VVG	8	66	924	22	
AB EG	47	Werkstatt	RGL158	Leuchtstofflampe	12	1	2	58	230	VVG	8	66	1584	54	
AB EG	48	Ausstellung	EST175	Halogen	14	1	1	75	230	---	0	75	1050	87	
AB EG	48	Ausstellung	FSL136	Leuchtstofflampe	5	1	1	58	230	VVG	8	66	330	87	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
AB 1. OG	134	Ausstellung	LD3258	Leuchtstofflampe	1	0,5	32	58	230	EVG	-3	55	1760	106	
AB 1. OG	134	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	5	1	1	75	230	---	0	75	375	106	
AB 1. OG	134	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	1	0	1	75	230	---	0	75	75	106	
AB 1. OG	134	Ausstellung	RAL258	Kompaktleuchtst.	12	1	2	58	230	EVG	-3	55	1320	106	
AB 1. OG	135, 136, 136a	Ausstellung	LD10458	Leuchtstofflampe	1	1	104	58	230	EVG	-3	55	5720	295	
AB 1. OG	135, 136, 136a	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	6	1	1	75	230	---	0	75	450	295	
AB 1. OG	135, 136, 136a	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	2	0	1	75	230	---	0	75	150	295	
AB 1. OG	137	Ausstellung	LD3258	Leuchtstofflampe	1	1	32	58	230	EVG	-3	55	1760	106	
AB 1. OG	137	Ausstellung	MTS150	Halogen	1	1	1	50	12	Trafo	10	60	60	106	
AB 1. OG	137	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	1	1	1	75	230	---	0	75	75	106	
AB 1. OG	138	Ausstellung	LD2758	Leuchtstofflampe	1	1	27	58	230	EVG	-3	55	1485	59	
AB 1. OG	138	Ausstellung	MTS150	Halogen	3	1	1	50	12	Trafo	10	60	180	59	
AB 1. OG	139	Ausstellung	LD2758	Leuchtstofflampe	1	1	27	58	230	EVG	-3	55	1485	59	
AB 1. OG	139	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	2	1	1	75	230	---	0	75	150	59	
AB 1. OG	140, a, b	Ausstellung	FSL158	Leuchtstofflampe	1	1	76	58	230	EVG	-3	55	4180	165	
AB 1. OG	140, a, b	Ausstellung	AST1150	Glühlampe	7	1	1	150	230	---	0	150	1050	165	
AB 1. OG	141	Ausstellung	LD2758	Leuchtstofflampe	1	1	27	58	230	EVG	-3	55	1485	59	
AB 1. OG	141	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	4	1	1	75	230	---	0	75	300	59	
AB 1. OG	142	Ausstellung	LD3258	Leuchtstofflampe	1	1	32	58	230	EVG	-3	55	1760	106	
AB 1. OG	142	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	2	1	1	75	230	---	0	75	150	106	
AB 1. OG	143, a, b	Ausstellung	LD11658	Leuchtstofflampe	1	1	116	58	230	EVG	-3	55	6380	265	
AB 1. OG	143, a, b	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	11	1	1	75	230	---	0	75	825	265	143a
AB 1. OG	143, a, b	Ausstellung	MTS150	Halogen	6	1	1	50	12	Trafo	10	60	360	265	143
AB 1. OG	143, a, b	Ausstellung	MTS150	Halogen	10	1	1	50	12	Trafo	10	60	600	265	143b
AB 1. OG	144	Ausstellung	LD3258	Leuchtstofflampe	1	1	32	58	230	EVG	-3	55	1760	106	
AB 1. OG	144	Ausstellung	MTS150	Halogen	2	1	1	50	12	Trafo	10	60	120	106	
AB 1. OG	145	Ausstellung	GLE458	Leuchtstofflampe	1	1	4	58	230	EVG	-3	55	220	43	
AB 1. OG	145	Ausstellung	GLE858	Leuchtstofflampe	1	1	8	58	230	EVG	-3	55	440	43	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
AB 1. OG	145	Ausstellung	AST175	Glühlampe	4	1	1	75	230	---	0	75	300	43	
AB 1. OG	146	Ausstellung	GLE258	Leuchtstofflampe	2	1	2	58	230	EVG	-3	55	220	55	
AB 1. OG	146	Ausstellung	AST175	Glühlampe	9	1	1	75	230	---	0	75	675	55	
AB 1. OG	147	Ausstellung	GLE358	Leuchtstofflampe	1	1	3	58	230	EVG	-3	55	165	24	
NB 1. OG	100	Ausstellung	MTS150	Halogen	1	1	1	50	12	Trafo	10	60	60	255	
NB 1. OG	100	Ausstellung	HSL150	Halogen	8	1	1	50	12	Trafo	10	60	480	255	
NB 1. OG	100	Ausstellung	AST175	Halogen	2	1	1	75	230	---	0	75	150	255	
NB 1. OG	100	Ausstellung	NL115	Glühlampe	2	0	1	15	230	---	0	15	30	255	
NB 1. OG	100	Ausstellung	FSL158	Leuchtstofflampe	100	1	1	58	230	EVG	-3	55	5500	255	
NB 1. OG	101	Ausstellung	RAL236	Kompaktleuchtst.	13	1	2	36	230	VVG	6	42	1092	104	
NB 1. OG	101	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	3	1	1	75	230	---	0	75	225	104	
NB 1. OG	102	Ausstellung	LD458	Leuchtstofflampe	1	0	4	58	230	EVG	-3	55	220	27	
NB 1. OG	102	Ausstellung	AST150	Glühlampe	4	1	1	50	230	---	0	50	200	27	
NB 1. OG	103	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	11	1	1	75	230	---	0	75	825	95	
NB 1. OG	103	Ausstellung	LD2458	Leuchtstofflampe	1	1	1	58	230	EVG	-3	55	55	95	
NB 1. OG	103	Ausstellung	EST175	Halogen	8	1	1	75	230	---	0	75	600	95	
NB 1. OG	104	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	8	1	1	75	230	---	0	75	600	32	
NB 1. OG	104	Ausstellung	RAL236	Kompaktleuchtst.	1	1	2	36	230	VVG	6	42	84	32	
NB 1. OG	105	Ausstellung	RAL236	Kompaktleuchtst.	12	1	2	36	230	VVG	6	42	1008	112	
NB 1. OG	105	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	3	1	1	75	230	---	0	75	225	112	
NB 1. OG	106	Ausstellung	RAL236	Kompaktleuchtst.	14	1	2	36	230	VVG	6	42	1176	112	
NB 1. OG	106	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	4	1	1	75	230	---	0	75	300	112	
NB 1. OG	107	Ausstellung	RAL236	Kompaktleuchtst.	14	1	2	36	230	VVG	6	42	1176	112	
NB 1. OG	107	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	3	1	1	75	230	---	0	75	225	112	
NB 1. OG	108	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	30	
NB 1. OG	108	Ausstellung	AST150	Glühlampe	2	1	1	50	230	---	0	50	100	30	
NB 1. OG	109	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	30	
NB 1. OG	109	Ausstellung	AST150	Glühlampe	2	1	1	50	230	---	0	50	100	30	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
NB 1. OG	110	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	30	
NB 1. OG	110	Ausstellung	AST150	Glühlampe	2	1	1	50	230	---	0	50	100	30	
NB 1. OG	111	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	30	
NB 1. OG	111	Ausstellung	AST150	Glühlampe	2	1	1	50	230	---	0	50	100	30	
NB 1. OG	112	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	30	
NB 1. OG	113	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	30	
NB 1. OG	114	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	30	
NB 1. OG	114	Ausstellung	AST150	Glühlampe	2	1	1	50	230	---	0	50	100	30	
NB 1. OG	115	Ausstellung	RAL236	Kompaktleuchtst.	14	1	2	36	230	VVG	6	42	1176	138	
NB 1. OG	115	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	3	1	1	75	230	---	0	75	225	138	
NB 1. OG	115	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	1	0	1	75	230	---	0	75	75	138	
NB 1. OG	116	Ausstellung	RAL236	Kompaktleuchtst.	14	1	2	36	230	VVG	6	42	1176	108	
NB 1. OG	116	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	4	1	1	75	230	---	0	75	300	108	
NB 1. OG	117	Ausstellung	RAL236	Kompaktleuchtst.	14	1	2	36	230	VVG	6	42	1176	111	
NB 1. OG	117	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	4	1	1	75	230	---	0	75	300	111	
NB 1. OG	117	Ausstellung	MTS150	Halogen	1	1	1	50	12	Trafo	10	60	60	111	
NB 1. OG	118	Ausstellung	RAL236	Kompaktleuchtst.	16	1	2	36	230	VVG	6	42	1344	133	
NB 1. OG	118	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	4	1	1	75	230	---	0	75	300	133	
NB 1. OG	118	Ausstellung	MTS150	Halogen	3	1	1	50	12	Trafo	10	60	180	133	
NB 1. OG	119	Ausstellung	RAL236	Kompaktleuchtst.	12	1	2	36	230	VVG	6	42	1008	113	
NB 1. OG	119	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	7	1	1	75	230	---	0	75	525	113	
NB 1. OG	120	Ausstellung	RAL236	Kompaktleuchtst.	12	1	2	36	230	VVG	6	42	1008	112	
NB 1. OG	120	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	3	1	1	75	230	---	0	75	225	112	
NB 1. OG	120	Ausstellung	MTS150	Halogen	6	1	1	50	12	Trafo	10	60	360	112	
NB 1. OG	121	Ausstellung	RAL236	Kompaktleuchtst.	13	1	2	36	230	VVG	6	42	1092	111	
NB 1. OG	121	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	5	1	1	75	230	---	0	75	375	111	
NB 1. OG	121	Ausstellung	MTS150	Halogen	5	1	1	50	12	Trafo	10	60	300	111	
NB 1. OG	122	Ausstellung	RAL236	Kompaktleuchtst.	14	1	2	36	230	VVG	6	42	1176	113	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
NB 1. OG	122	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	6	1	1	75	230	---	0	75	450	113	
NB 1. OG	122	Ausstellung	MTS150	Halogen	3	1	1	50	12	Trafo	10	60	180	113	
NB 1. OG	123	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB 1. OG	123	Ausstellung	AST150	Glühlampe	6	1	1	50	230	---	0	50	300	31	
NB 1. OG	123	Ausstellung	VL136	Leuchtstofflampe	1	1	1	36	230	VVG	6	42	42	31	
NB 1. OG	124	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB 1. OG	124	Ausstellung	AST150	Glühlampe	7	1	1	50	230	---	0	50	350	31	
NB 1. OG	125	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB 1. OG	125	Ausstellung	AST150	Glühlampe	7	1	1	50	230	---	0	50	350	31	
NB 1. OG	126	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB 1. OG	126	Ausstellung	AST150	Glühlampe	7	1	1	50	230	---	0	50	350	31	
NB 1. OG	127	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB 1. OG	127	Ausstellung	AST150	Glühlampe	7	1	1	50	230	---	0	50	350	31	
NB 1. OG	128	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB 1. OG	128	Ausstellung	AST150	Glühlampe	6	1	1	50	230	---	0	50	300	31	
NB 1. OG	129	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB 1. OG	129	Ausstellung	AST150	Glühlampe	7	1	1	50	230	---	0	50	350	31	
NB 1. OG	130	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB 1. OG	130	Ausstellung	AST150	Glühlampe	6	1	1	50	230	---	0	50	300	31	
NB 1. OG	130	Ausstellung	VL136	Leuchtstofflampe	1	1	1	36	230	VVG	6	42	42	31	
NB 1. OG	131	Ausstellung	RAL236	Kompaktleuchtst.	15	1	2	36	230	VVG	6	42	1260	138	
NB 1. OG	131	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	7	1	1	75	230	---	0	75	525	138	
NB 1. OG	131	Ausstellung	MTS150	Halogen	1	1	1	50	12	Trafo	10	60	60	138	
NB 1. OG	132	Ausstellung	LD2458	Leuchtstofflampe	1	1	24	58	230	EVG	-3	55	1320	66	
NB 1. OG	133	Ausstellung	LD2458	Leuchtstofflampe	1	1	24	58	230	EVG	-3	55	1320	66	
NB 1. OG	154	Treppenhaus	AST1100	Kompaktleuchtst.	5	1	1	100	230	---	0	100	500	160	
NB 2. OG	149 - 153	Büro	OAL158	Leuchtstofflampe	7	1	1	58	230	VVG	8	66	462	86	
NB 2. OG	149 - 153	Büro	TL150	Glühlampe	4	1	1	50	230	---	0	50	200	86	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampenbetriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
NB EG	A	Verkehrsfl. (öff.)	DL1200	Glühlampe	8	1	1	200	230	---	0	200	1600	134	
NB EG	B / Rotunde	Verkehrsfl. (öff.)	TMS175	Glühlampe	9	1	1	75	230	---	0	75	675	277	
NB EG	B / Rotunde	Verkehrsfl. (öff.)	MTS150	Halogen	2	1	1	50	12	Trafo	10	60	120	277	
NB EG	B / Rotunde	Verkehrsfl. (öff.)	OHS1300	Halogen	4	1	1	300	230	---	0	300	1200	277	
NB EG	B / Rotunde	Verkehrsfl. (öff.)	TL150	Glühlampe	2	1	1	50	230	---	0	50	100	277	Gästebuch
NB EG	C / Treppenhaus	Treppenhaus	TMS175	Glühlampe	2	1	1	75	230	---	0	75	150	302	Kassen
NB EG	C / Treppenhaus	Treppenhaus	FSL136	Leuchtstofflampe	400	1	1	36	230	EVG	0	36	14400	302	
NB EG	D / Windfang	Verkehrsfl. (öff.)	EDL1150	Glühlampe	1	1	1	150	230	---	0	150	150	---	
NB EG	D / Windfang	Verkehrsfl. (öff.)	EDL1150	Glühlampe	2	1	1	150	230	---	0	150	300	---	Drehtür
NB EG	D / Windfang	Verkehrsfl. (öff.)	EDL150	Glühlampe	1	1	1	50	230	---	0	50	50	---	Vordach
NB EG	1	Cafe / Laden	FSQ418	Leuchtstofflampe	14	1	4	18	230	EVG	1	19	1064	120	
NB EG	1	Cafe / Laden	AST175	Glühlampe	3	0	1	75	230	---	0	75	225	120	
NB EG	2	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB EG	2	Ausstellung	AST175	Glühlampe	1	0	1	75	230	---	0	75	75	31	
NB EG	3	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB EG	3	Ausstellung	AST175	Glühlampe	1	0	1	75	230	---	0	75	75	31	
NB EG	4	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB EG	4	Ausstellung	AST175	Glühlampe	1	0	1	75	230	---	0	75	75	31	
NB EG	5	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB EG	5	Ausstellung	AST175	Glühlampe	1	0	1	75	230	---	0	75	75	31	
NB EG	6	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB EG	6	Ausstellung	AST175	Glühlampe	1	0	1	75	230	---	0	75	75	31	
NB EG	7	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB EG	7	Ausstellung	AST175	Glühlampe	1	0	1	75	230	---	0	75	75	31	
NB EG	8	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB EG	8	Ausstellung	AST175	Glühlampe	1	0	1	75	230	---	0	75	75	31	
NB EG	9	Ausstellung	GLE1336	Leuchtstofflampe	1	1	13	36	230	EVG	0	36	468	31	
NB EG	10	Ausstellung	FSQ418	Leuchtstofflampe	12	1	4	18	230	EVG	1	19	912	107	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
NB EG	10	Ausstellung	AST175	Glühlampe	3	0	1	75	230	---	0	75	225	107	
NB EG	11	Verkehrsfl. (öff.)	AST1100	Halogen	3	1	1	100	230	---	0	100	300	65	
NB EG	11	Verkehrsfl. (öff.)	AST1100	Halogen	4	0	1	100	230	---	0	100	400	65	
NB EG	21	Ausstellung	LD958	Leuchtstofflampe	1	0	9	58	230	VVG	8	66	594	32	
NB EG	22	Ausstellung	LD2258	Leuchtstofflampe	1	0	22	58	230	VVG	8	66	1452	63	
NB EG	23	Ausstellung	LD958	Leuchtstofflampe	1	0	9	58	230	VVG	8	66	594	32	
NB EG	24	Lager	FSL158	Leuchtstofflampe	4	0	1	58	230	VVG	8	66	264	34	Schätzwert
NB EG	25	Büro	LD958	Leuchtstofflampe	1	0	9	58	230	VVG	8	66	594	32	
NB EG	26	Büro	LD958	Leuchtstofflampe	1	0	9	58	230	VVG	8	66	594	32	
NB EG	27	Büro	LD958	Leuchtstofflampe	1	0	9	58	230	VVG	8	66	594	32	
NB EG	27	Büro	RAL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	EVG	-3	55	110	32	
NB EG	37	Werstatt	RGL258	Leuchtstofflampe	4	1	2	58	230	EVG	-3	55	440	414	
NB EG	37	Werstatt	OAL258	Leuchtstofflampe	10	1	2	58	230	VVG	8	66	1320	414	
NB EG	37	Werstatt	OAL158	Leuchtstofflampe	20	1	1	58	230	VVG	8	66	1320	414	
NB EG	51	Verkehrsfl. (öff.)	DL118	Kompaktleuchtst.	5	1	1	18	230	---	0	18	90	---	
NB EG	38	Büro	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	13	
NB EG	39	Büro	FSL158	Leuchtstofflampe	4	1	1	58	230	VVG	8	66	264	18	
NB EG	40	Büro	FSL158	Leuchtstofflampe	4	1	1	58	230	VVG	8	66	264	15	
NB EG	41	Büro	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	8	
NB EG	42	Büro	FSL158	Leuchtstofflampe	4	1	1	58	230	VVG	8	66	264	15	
NB EG	49	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	1	1	1	58	230	VVG	8	66	66	11	Schätzwert
NB EG	49a	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	1	1	1	58	230	VVG	8	66	66	3	Schätzwert
NB EG	50	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	12	Schätzwert
NB EG	51, a	Verkehrsfl. (öff.)	DL118	Kompaktleuchtst.	5	1	1	18	230	---	0	18	90	49	
NB EG	52	Büro	RAL258	Leuchtstofflampe	4	1	2	58	230	VVG	8	66	528	59	
NB EG	53	Verkehrsfl. (öff.)	FSL136	Leuchtstofflampe	39	1	1	36	230	VVG	6	42	1638	112	Ausstell.-Obj.
NB EG	53	Verkehrsfl. (öff.)	DL175	Glühlampe	83	0,5	1	75	230	---	0	75	6225	112	Ausstell.-Obj.
NB EG	56	Büro	FSL158	Leuchtstofflampe	4	1	1	58	230	VVG	8	66	264	26	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
NB EG	56	Büro	TL150	Glühlampe	1	0	1	50	230	---	0	50	50	26	
NB EG	57	Büro	FSL158	Leuchtstofflampe	4	1	1	58	230	VVG	8	66	264	27	
NB EG	58	Büro	FSL158	Leuchtstofflampe	4	1	1	58	230	VVG	8	66	264	27	
NB EG	59	Büro	DL314	Kompaktleuchtst.	1	0	3	14	230	---	0	14	42	21	
NB EG	59	Büro	TL150	Glühlampe	2	0	1	50	230	---	0	50	100	21	
NB EG	60	Büro	DL314	Kompaktleuchtst.	1	0	3	14	230	---	0	14	42	27	
NB EG	60	Büro	TL150	Glühlampe	2	0	1	50	230	---	0	50	100	27	
NB EG	60	Büro	DFL1300	Halogen	2	0	1	300	230	---	0	300	600	27	
NB EG	61	Verkehrsf.	FSL158	Leuchtstofflampe	9	1	1	58	230	VVG	8	66	594	26	
NB EG	62	Verkehrsf.	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	23	
NB EG	63	Treppenhaus	DL118	Kompaktleuchtst.	3	1	1	18	230	---	0	18	54	23	
NB EG	64 / Bibliothek	Bibliothek	OAL158	Leuchtstofflampe	75	1	1	58	230	VVG	8	66	4950	315	oben
NB EG	64 / Bibliothek	Bibliothek	OAL158	Leuchtstofflampe	8	1	1	58	230	VVG	8	66	528	315	oben
NB EG	64 / Bibliothek	Bibliothek	OAL158	Leuchtstofflampe	69	1	1	36	230	VVG	6	42	2898	315	unten
NB EG	66	Bibliothek	LD9658	Leuchtstofflampe	1	1	96	58	230	EVG	-3	55	5280	360	
NB EG	66	Bibliothek	RAL236	Kompaktleuchtst.	12	1	2	36	230	VVG	6	42	1008	360	
NB EG	66	Bibliothek	TMS175	Glühlampe	4	1	1	75	230	---	0	75	300	360	
NB EG	66	Bibliothek	OHS1300	Halogen	18	1	1	300	230	---	0	300	5400	360	
NB UG	K1	Ausstellung	LD3058	Leuchtstofflampe	1	0	30	58	230	EVG	-3	55	1650	57	
NB UG	K1	Ausstellung	NL115	Glühlampe	2	0	1	15	230	---	0	15	30	57	
NB UG	K1	Ausstellung	DL150	Kompaktleuchtst.	12	0	1	50	230	---	0	50	600	57	Treppe
NB UG	K2	Ausstellung	LD1858	Leuchtstofflampe	1	0	18	58	230	EVG	-3	55	990	31	
NB UG	K2	Ausstellung	NL115	Glühlampe	2	0	1	15	230	---	0	15	30	31	
NB UG	K3	Ausstellung	LD1858	Leuchtstofflampe	1	0	18	58	230	EVG	-3	55	990	31	
NB UG	K3	Ausstellung	NL115	Glühlampe	2	0	1	15	230	---	0	15	30	31	
NB UG	K4	Ausstellung	LD1858	Leuchtstofflampe	1	0	18	58	230	EVG	-3	55	990	31	
NB UG	K4	Ausstellung	NL115	Glühlampe	2	0	1	16	230	---	0	16	32	31	
NB UG	K5	Ausstellung	LD1858	Leuchtstofflampe	1	0	18	58	230	EVG	-3	55	990	31	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
NB UG	K5	Ausstellung	NL115	Glühlampe	2	0	1	16	230	---	0	16	32	31	
NB UG	K6	Ausstellung	LD1858	Leuchtstofflampe	1	0	18	58	230	EVG	-3	55	990	31	
NB UG	K6	Ausstellung	NL115	Glühlampe	2	0	1	17	230	---	0	17	34	31	
NB UG	K7	Ausstellung	LD1858	Leuchtstofflampe	1	0	18	58	230	EVG	-3	55	990	31	
NB UG	K7	Ausstellung	NL115	Glühlampe	2	0	1	17	230	---	0	17	34	31	
NB UG	K8	Ausstellung	LD1858	Leuchtstofflampe	1	0	18	58	230	EVG	-3	55	990	31	
NB UG	K8	Ausstellung	NL115	Glühlampe	2	0	1	18	230	---	0	18	36	31	
NB UG	K9	Ausstellung	LD1858	Leuchtstofflampe	1	0	18	58	230	EVG	-3	55	990	31	
NB UG	K9	Ausstellung	NL115	Glühlampe	2	0	1	18	230	---	0	18	36	31	
NB UG	K10	Ausstellung	LD2858	Leuchtstofflampe	1	1	28	58	230	EVG	-3	55	1540	54	
NB UG	K11/K12	Treppenhaus	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	8	
NB UG	K14	Technik	FSL158	Leuchtstofflampe	4	0	1	58	230	VVG	8	66	264	175	
NB UG	K15	Korridor	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	100	
NB UG	K16	Technik	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	50	
NB UG	K17	Technik	FSL158	Leuchtstofflampe	1	1	1	58	230	VVG	8	66	66	35	
NB UG	K18	Technik	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	20	
NB UG	K19	Technik	FSL158	Leuchtstofflampe	5	0	1	58	230	VVG	8	66	330	130	
NB UG	K20	Technik	FSL158	Leuchtstofflampe	4	1	1	58	230	VVG	8	66	264	130	
NB UG	K21	Korridor	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	30	
NB UG	K22-K24	Technik	NL115	Glühlampe	3	1	1	15	230	---	0	15	45	10	
NB UG	K25-K27	Lager	FSL158	Leuchtstofflampe	40	0	1	58	230	VVG	8	66	2640	414	Schätzwert
NB UG	K28-K29	Nebenraum	NL115	Glühlampe	2	0	1	15	230	---	0	15	30	12	Schätzwert
NB UG	K30	Büro	FSL158	Leuchtstofflampe	2	0,5	1	58	230	VVG	8	66	132	20	
NB UG	K31	Nebenraum	NL115	Glühlampe	1	0	1	15	230	---	0	15	15	2	Schätzwert
NB UG	K32	Treppenhaus	NL115	Glühlampe	2	1	1	15	230	---	0	15	30	11	
NB UG	K33	Technik	FSL158	Leuchtstofflampe	5	1	1	58	230	VVG	8	66	330	16	
NB UG	K34-K36	Nebenraum	NL115	Glühlampe	3	0	1	15	230	---	0	15	45	14	Schätzwert
NB UG	K37	Verkehrsf.	FSL158	Leuchtstofflampe	4	1	1	58	230	VVG	8	66	264	33	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
NB UG	K38	Lager	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	8	Schätzwert
NB UG	K39	Lager	FSL136	Leuchtstofflampe	3	1	1	36	230	VVG	6	42	126	22	Schätzwert
NB UG	K40-K42	Technik	FSL158	Leuchtstofflampe	3	1	1	58	230	VVG	8	66	198	30	
NB UG	K43	Nebenraum	FSL136	Leuchtstofflampe	2	1	1	36	230	VVG	6	42	84	9	Schätzwert
NB UG	K44	Verkehrsfl.	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	23	
NB UG	K45- K64	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	15	0	1	58	230	VVG	8	66	990	218	Schätzwert
NB UG	K65	Werstatt	FSL158	Leuchtstofflampe	4	1	1	58	230	VVG	8	66	264	31	
NB UG	K66	Werstatt	FSL158	Leuchtstofflampe	4	1	1	58	230	VVG	8	66	264	31	
NB UG	K67	Verkehrsfl.	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	9	
NB UG	K68	Büro	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	9	
NB UG	K69	Büro	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	13	
NB UG	K70	Büro	FSL158	Leuchtstofflampe	4	1	1	58	230	VVG	8	66	264	31	
NB UG	K71-80	Verkehrsfl. (öff.)	TMS175	Glühlampe	5	1	1	75	230	---	0	75	375	380	
NB UG	K71-80	Verkehrsfl. (öff.)	FSL136	Leuchtstofflampe	82	1	1	36	230	EVG	0	36	2952	380	
NB UG	K71-80	Verkehrsfl. (öff.)	ADL135	Glühlampe	8	1	1	35	230	---	0	35	280	380	
NB UG	K71-80	Verkehrsfl. (öff.)	WBD19	Glühlampe	8	1	1	9	230	---	0	9	72	380	
NB UG	K71-80	Verkehrsfl. (öff.)	AST150	Glühlampe	5	1	1	50	230	---	0	50	250	380	
NB UG	K81	Ausstellung	LD41658	Leuchtstofflampe	1	1	416	58	230	EVG	-3	55	22880	521	
NB UG	K81	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	21	1	1	75	230	---	0	75	1575	521	
NB UG	K81	Ausstellung	MTS150	Halogen	31	1	1	50	12	Trafo	10	60	1860	521	
NB UG	K81	Ausstellung	EST175	Halogen	5	1	1	75	230	---	0	75	375	521	
NB UG	K82	Ausstellung	AST150	Glühlampe	4	1	1	40	230	---	0	40	160	62	
NB UG	K83	Ausstellung	FSL158	Leuchtstofflampe	32	1	1	58	230	EVG	-3	55	1760	136	
NB UG	K83	Ausstellung	TMS175	Glühlampe	4	1	1	75	230	---	0	75	300	136	
NB UG	K83	Ausstellung	AST150	Halogen	4	1	1	50	12	Trafo	10	60	240	136	
NB UG	K84	Verkehrsfl.	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	56	
NB UG	K85	Verkehrsfl.	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	17	
NB UG	K86	Verkehrsfl.	FSL158	Leuchtstofflampe	2	1	1	58	230	VVG	8	66	132	19	

Lage	Raum	Nutzung	Leuchte (Kürzel)	Leuchtmittel	Anzahl	Status bei Begehung	Lampen je Leuchte	Nennleistung / W	Spannung / V	Vorschaltgerät	Leistung (Lampen- betriebsgerät) / W	Systemleistung je Lampe / W	Gesamtleistung (Leuchtentyp) / W	Fläche / m ²	Bemerkung
NB UG	K87	Ausstellung	AST150	Glühlampe	13	1	1	50	230	---	0	50	650	40	
NB UG	K88	Ausstellung	AST150	Glühlampe	9	1	1	50	230	---	0	50	450	27	
NB UG	K89	Ausstellung	AST150	Glühlampe	9	1	1	50	230	---	0	50	450	27	
NB UG	K90	Ausstellung	AST150	Glühlampe	9	1	1	50	230	---	0	50	450	27	
NB UG	K91	Ausstellung	AST150	Glühlampe	9	1	1	50	230	---	0	50	450	27	
NB UG	K92	Nebenraum	FSL158	Leuchtstofflampe	2	0	1	58	230	VVG	8	66	132	23	Schätzwert

Lage	Raum	Raumtyp	ingesamt installierte Beleuchtungs- leistung / W	Fläche / m ²	Kumulierter Korrekturfaktor	Jahresnutzung / h	Spezifische Flächenleistung in W / m ²	Jahresenergie- bedarf / kWh
AB 1. OG	134	ALD	3530	106	1,0	4056	33,4	14318
AB 1. OG	140, a, b	ALD	5230	165	1,0	4056	31,7	21213
AB 1. OG	141	ALD	1785	59	1,0	4056	30,3	7240
AB 1. OG	138	ALD	1665	59	1,0	4056	28,2	6753
AB 1. OG	143, a, b	ALD	8165	265	1,0	4056	30,8	33117
AB 1. OG	139	ALD	1635	59	1,0	4056	27,7	6632
AB 1. OG	145	AGE	960	43	1,0	4056	22,4	3894
AB 1. OG	135, 136, 136a	ALD	6320	295	1,0	4056	21,4	25634
AB 1. OG	142	ALD	1910	106	1,0	4056	18,0	7747
AB 1. OG	144	ALD	1880	106	1,0	4056	17,7	7625
AB 1. OG	137	ALD	1895	106	1,0	4056	17,8	7686
AB 1. OG	146	AGE	895	55	1,0	4056	16,4	3630
AB 1. OG	147	AGE	165	24	1,0	4056	6,9	669
AB EG	45	W	924	22	1,0	2340	41,6	2162
AB EG	47	W	1584	54	1,0	2340	29,4	3707
AB EG	20	W	1320	62	1,0	2340	21,2	3089
AB EG	34, a, b	SAN	360	20	1,0	4056	18,0	1460
AB EG	48	ABE	1380	87	1,0	4056	15,9	5597
AB EG	29, 30, 31	SÖ	3110	231	1,0	4056	13,4	12614
AB EG	44	B	220	19	0,7	2340	11,8	360
AB EG	14	ABE	1107	105	0,7	4056	10,5	3143
AB EG	17	ABE	738	75	0,7	4056	9,9	2095
AB EG	16	ABE	1032	107	0,7	4056	9,6	2930
AB EG	15	ABE	1380	182	0,7	4056	7,6	3918
AB EG	19	ALL	657	105	0,7	4056	6,3	1865
AB EG	12	SÖ	225	36	1,0	4056	6,3	913
AB EG	35	S	110	21	1,0	3277	5,4	360
AB EG	33, a, b	SÖ	180	35	1,0	4056	5,1	730
AB EG	43	B	220	45	0,7	2340	4,9	360
AB EG	18	ALL	363	75	0,7	4056	4,9	1031
AB EG	32	SÖ	255	72	1,0	4056	3,5	1034
AB EG	13	SÖ	948	292	1,0	3277	3,3	3107
AB UG	A53	V	84	4	1,0	2340	21,0	197
AB UG	A3	V	726	46	1,0	2340	15,8	1699
AB UG	A4	V	1320	46	1,0	2340	28,7	3089
AB UG	A5	V	66	6	1,0	2340	11,0	154
AB UG	A6	V	264	27	1,0	2340	9,8	618
AB UG	A7	V	66	6	1,0	2340	11,0	154
AB UG	A8	V	66	7	1,0	2340	9,4	154
AB UG	A26	B	660	45	0,9	2340	14,7	1390
AB UG	A27	B	150	30	0,9	2340	5,0	316
AB UG	A28	B	450	30	0,9	2340	15,0	948
AB UG	A19	V	18	12	0,9	2340	1,5	38
AB UG	A20	SAN	18	10	0,9	2340	1,8	38
AB UG	A21	SAN	18	10	0,9	2340	1,8	38
AB UG	A22	V	765	36	0,9	2340	21,3	1611
AB UG	A25	V	42	14	0,9	2340	3,0	88
AB UG	A9	B	198	30	1,0	2340	6,6	463

Lage	Raum	Raumtyp	ingesamt installierte Beleuchtungs- leistung / W	Fläche / m ²	Kumulierter Korrekturfaktor	Jahresnutzung / h	Spezifische Flächenleistung in W / m ²	Jahresenergie- bedarf / kWh
AB UG	A11	B	132	12	1,0	2340	11,0	309
AB UG	A12	B	264	15	1,0	2340	17,6	618
AB UG	A13	B	264	30	1,0	2340	8,8	618
AB UG	A14	B	132	16	1,0	2340	8,3	309
AB UG	A15	N	15	4	1,0	105	3,8	2
AB UG	A49-A52	W	528	69	1,0	2340	7,7	1236
AB UG	A16	N	66	12	1,0	105	5,5	7
AB UG	A17	N	42	2	1,0	105	21,0	4
AB UG	A54-A58	B	795	125	1,0	2340	6,4	1860
AB UG	A29	N	330	58	1,0	105	5,7	35
AB UG	A2	W	390	76	1,0	2340	5,1	913
AB UG	A32	N	198	22	1,0	105	9,0	21
AB UG	A1	V	168	38	1,0	2340	4,4	393
AB UG	A000 Übergang	SÖ	423	---	1,0	4056	---	1716
GdG 1. OG	Ausstellungsr. 1	AQ1	16074	868	1,0	4056	18,5	65196
GdG 1. OG	Nebenträume 1	N	792	102	1,0	4056	7,8	3212
GdG 1. OG	Treppenhaus 1	SÖ	993	---	1,0	4056	---	4028
GdG 2. OG	Ausstellungsr. 2	AQ1	15171	868	0,8	4056	17,5	49227
GdG 2. OG	Nebenträume 2	N	792	102	1,0	105	7,8	83
GdG 2. OG	Treppenhaus 2	SÖ	168	---	1,0	4056	---	681
GdG 3. OG	Ausstellungsr. 3	ALD	14336	868	1,0	4056	16,5	58147
GdG 3. OG	Nebenträume 3	N	792	102	1,0	105	7,8	83
GdG 3. OG	Treppenhaus 3	SÖ	792	---	1,0	4056	---	3212
GdG EG	Lichthof	SÖ	5140	100	0,9	4056	51,4	17721
GdG EG	Vorr. (Veranst.)	SÖ	1368	31	1,0	4056	44,1	5549
GdG EG	Veranstaltungsr.	SÖ	3129	122	1,0	336	25,6	1051
GdG EG	Foyer / Gardrobe	SÖ	7631	341	0,6	4056	22,4	18571
GdG EG	Ausstellungsr.	AQ1	3330	157	0,5	4056	21,2	6753
GdG EG	Lift	SÖ	192	15	1,0	4056	12,8	779
GdG EG	Treppenhaus 0	SÖ	408	---	1,0	4056	---	1655
GdG UG	S20	ABE	3906	100	0,9	4056	39,1	13466
GdG UG	S1a	ABE	2445	105	1,0	4056	23,3	9917
GdG UG	S1b	ABE	2295	105	1,0	4056	21,9	9309
GdG UG	S33	SAN	96	19	1,0	4056	5,0	389
GdG UG	S36	SAN	96	19	1,0	4056	5,0	389
GdG UG	S15	AQ2	1464	81	1,0	4056	18,1	5938
GdG UG	S4	AQ2	2853	163	0,6	4056	17,5	6943
GdG UG	S70	N	1176	72	1,0	1460	16,3	1717
GdG UG	S42	B	310	14	0,4	4056	22,1	503
GdG UG	S18	AQ2	1389	75	0,5	4056	18,5	2817
GdG UG	S11	AQ2	582	39	1,0	4056	14,9	2361
GdG UG	S15a	AQ2	582	39	1,0	4056	14,9	2361
GdG UG	S69	B	720	51	0,7	2340	14,1	1179
GdG UG	S49	N	1008	72	1,0	1460	14,0	1472
GdG UG	S48	W	1080	84	1,0	2340	12,9	2527
GdG UG	S73	B	180	14	0,7	2340	12,9	295
GdG UG	S67	B	270	22	0,7	2340	12,3	442
GdG UG	S8, a, b	AQ2	5901	488	1,0	4056	12,1	23934

Lage	Raum	Raumtyp	ingesamt installierte Beleuchtungs- leistung / W	Fläche / m ²	Kumulierter Korrekturfaktor	Jahresnutzung / h	Spezifische Flächenleistung in W / m ²	Jahresenergie- bedarf / kWh
GdG UG	S45	S	360	12	1,0	730	30,0	263
GdG UG	S10	AQ2	864	75	1,0	4056	11,5	3504
GdG UG	S12	AQ2	432	39	1,0	4056	11,1	1752
GdG UG	S13a	AQ2	432	39	1,0	4056	11,1	1752
GdG UG	S16	AQ2	432	39	1,0	4056	11,1	1752
GdG UG	S17	AQ2	432	39	1,0	4056	11,1	1752
GdG UG	S13	AQ2	864	81	1,0	4056	10,7	3504
GdG UG	S2	AQ2	1728	163	1,0	4056	10,6	7009
GdG UG	S3	AQ2	1728	163	1,0	4056	10,6	7009
GdG UG	S5	AQ2	1728	163	1,0	4056	10,6	7009
GdG UG	S6	AQ2	1728	163	1,0	4056	10,6	7009
GdG UG	S14a	AS	110	11	1,0	4056	10,0	446
GdG UG	S14b	AS	110	11	1,0	4056	10,0	446
GdG UG	S65	B	180	18	0,7	2340	10,0	295
GdG UG	S66	B	180	18	0,7	2340	10,0	295
GdG UG	S76	N	120	12	1,0	105	10,0	13
GdG UG	S43	B	594	60	0,7	2340	9,9	973
GdG UG	S25	N	84	9	1,0	105	9,3	9
GdG UG	S46	SAN	162	9	0,5	730	18,0	59
GdG UG	S47	SAN	162	9	0,5	730	18,0	59
GdG UG	S57	N	126	14	1,0	95	9,0	12
GdG UG	S64	B	180	22	0,7	2340	8,2	295
GdG UG	S72	B	180	22	0,7	2340	8,2	295
GdG UG	S7	AQ2	1422	163	1,0	4056	8,7	5768
GdG UG	S21	V	306	39	1,0	4056	7,8	1241
GdG UG	S22	V	306	40	1,0	4056	7,7	1241
GdG UG	S68	B	180	24	0,7	2340	7,5	295
GdG UG	S74	N	990	132	1,0	1460	7,5	1445
GdG UG	S75	N	462	68	1,0	1460	6,8	675
GdG UG	S71	V	120	18	1,0	4056	6,7	487
GdG UG	S44	N	210	32	1,0	2340	6,6	491
GdG UG	S14	AS	1030	163	1,0	4056	6,3	4178
GdG UG	S1	AQ2	864	138	0,9	4056	6,3	2979
GdG UG	S56	N	122	20	1,0	95	6,1	12
GdG UG	S19	AS	215	39	1,0	4056	5,5	872
GdG UG	S31	T	198	41	1,0	275	4,8	54
GdG UG	S32	N	42	14	1,0	105	3,0	4
GdG UG	S74a	N	66	14	1,0	1460	4,7	96
GdG UG	S74b	N	66	14	1,0	1460	4,7	96
GdG UG	S29	N	42	9	1,0	105	4,7	4
GdG UG	S34	N	42	9	1,0	105	4,7	4
GdG UG	S33a	SAN	162	5	1,0	4056	35,2	657
GdG UG	S36a	SAN	162	5	1,0	4056	35,2	657
GdG UG	S55	N	1554	349	1,0	2340	4,5	3636
GdG UG	S51	SÖ	40	9	1,0	4056	4,4	162
GdG UG	S53	N	40	9	1,0	95	4,4	4
GdG UG	S30	T	132	31	1,0	275	4,3	36
GdG UG	S23	V	144	34	1,0	4056	4,2	584

Lage	Raum	Raumtyp	ingesamt installierte Beleuchtungs- leistung / W	Fläche / m ²	Kumulierter Korrekturfaktor	Jahresnutzung / h	Spezifische Flächenleistung in W / m ²	Jahresenergie- bedarf / kWh
GdG UG	S38	T	84	20	1,0	275	4,2	23
GdG UG	S59	N	36	9	1,0	95	4,0	3
GdG UG	S60	N	36	9	1,0	95	4,0	3
GdG UG	S54	N	66	17	1,0	95	3,9	6
GdG UG	S35	N	42	11	1,0	105	3,8	4
GdG UG	S61	V	144	39	1,0	4056	3,7	584
GdG UG	S39	N	588	166	1,0	1460	3,5	858
GdG UG	S37	T	42	12	1,0	275	3,5	12
GdG UG	S40	N	42	12	1,0	95	3,5	4
GdG UG	S58	N	42	12	1,0	95	3,5	4
GdG UG	S77	N	40	12	1,0	105	3,3	4
GdG UG	S50	V	126	40	1,0	4056	3,2	511
GdG UG	S39a	N	42	14	1,0	1460	3,0	61
GdG UG	S41	T	42	14	1,0	275	3,0	12
GdG UG	S49a	N	42	14	1,0	1460	3,0	61
GdG UG	S27, S28	SAN	54	19	0,5	2340	2,8	63
GdG UG	S24	V	84	31	1,0	4056	2,7	341
GdG UG	S62, S63	SAN	45	19	0,5	2340	2,4	53
GdG UG	S9	AS	50	39	1,0	4056	1,3	203
GdG UG	S1c-e	V	135	---	1,0	105	---	14
GdG UG	S30a	T	66	12	1,0	275	5,5	18
GdG UG 2	Parkdeck	S	4840	3400	1,1	5123	1,4	27275
GdG UG 2	Zugang Parkdeck	SÖ	350	196	1,0	4056	1,8	1420
NB 1. OG	124	AGE	818	31	1,0	4056	26,0	3318
NB 1. OG	125	AGE	818	31	1,0	4056	26,0	3318
NB 1. OG	126	AGE	818	31	1,0	4056	26,0	3318
NB 1. OG	127	AGE	818	31	1,0	4056	26,0	3318
NB 1. OG	129	AGE	818	31	1,0	4056	26,0	3318
NB 1. OG	123	AGE	810	31	1,0	4056	25,7	3285
NB 1. OG	130	AGE	810	31	1,0	4056	25,7	3285
NB 1. OG	128	AGE	768	31	1,0	4056	24,4	3115
NB 1. OG	108	AGE	568	30	1,0	4056	19,2	2304
NB 1. OG	109	AGE	568	30	1,0	4056	19,2	2304
NB 1. OG	110	AGE	568	30	1,0	4056	19,2	2304
NB 1. OG	111	AGE	568	30	1,0	4056	19,2	2304
NB 1. OG	114	AGE	568	30	1,0	4056	19,2	2304
NB 1. OG	112	AGE	468	30	1,0	4056	15,8	1898
NB 1. OG	113	AGE	468	30	1,0	4056	15,8	1898
NB 1. OG	100	ALL	6220	255	1,0	4056	24,4	25228
NB 1. OG	104	ABE	684	32	1,0	4056	21,1	2774
NB 1. OG	132	ALD	1320	66	1,0	4056	20,1	5354
NB 1. OG	133	ALD	1320	66	1,0	4056	20,1	5354
NB 1. OG	121	ABE	1767	111	1,0	4056	15,9	7167
NB 1. OG	122	ABE	1806	113	1,0	4056	15,9	7325
NB 1. OG	103	ALD	1480	95	1,0	4056	15,6	6003
NB 1. OG	102	ALD	420	27	0,5	4056	15,3	852
NB 1. OG	120	ABE	1593	112	1,0	4056	14,3	6461
NB 1. OG	117	ABE	1536	111	1,0	4056	13,9	6230

Lage	Raum	Raumtyp	ingesamt installierte Beleuchtungs- leistung / W	Fläche / m ²	Kumulierter Korrekturfaktor	Jahresnutzung / h	Spezifische Flächenleistung in W / m ²	Jahresenergie- bedarf / kWh
NB 1. OG	116	ABE	1476	108	1,0	4056	13,7	5987
NB 1. OG	118	ABE	1824	133	1,0	4056	13,7	7398
NB 1. OG	119	ABE	1533	113	1,0	4056	13,5	6218
NB 1. OG	131	ABE	1845	138	1,0	4056	13,4	7483
NB 1. OG	106	ABE	1476	112	1,0	4056	13,2	5987
NB 1. OG	101	ABE	1317	104	1,0	4056	12,7	5342
NB 1. OG	107	ABE	1401	112	1,0	4056	12,5	5682
NB 1. OG	105	ABE	1233	112	1,0	4056	11,0	5001
NB 1. OG	115	ABE	1476	138	1,0	4056	10,7	5987
NB 1. OG	154	SÖ	500	160	1,0	4056	3,1	2028
NB 2. OG	149 - 153	B	662	86	0,8	2340	7,7	1239
NB EG	53	SÖ	7863	112	1,0	4056	70,4	31892
NB EG	C / Treppenhaus	SÖ	14550	302	1,0	4056	48,1	59015
NB EG	66	SÖ	11988	360	1,0	2080	33,3	24935
NB EG	64 / Bibliothek	SÖ	8376	315	1,0	2080	26,6	17422
NB EG	22	ALD	1452	63	1,0	4056	22,9	5889
NB EG	61	V	594	26	1,0	2340	22,8	1390
NB EG	27	B	704	32	0,2	2340	22,2	247
NB EG	49a	N	66	3	1,0	105	19,9	7
NB EG	21	ALD	594	32	1,0	4056	18,7	2409
NB EG	23	ALD	594	32	1,0	4056	18,7	2409
NB EG	25	B	594	32	0,7	2340	18,7	973
NB EG	26	B	594	32	0,7	2340	18,7	973
NB EG	2	AGE	543	31	1,0	4056	17,7	2202
NB EG	3	AGE	543	31	1,0	4056	17,7	2202
NB EG	4	AGE	543	31	1,0	4056	17,7	2202
NB EG	5	AGE	543	31	1,0	4056	17,7	2202
NB EG	6	AGE	543	31	1,0	4056	17,7	2202
NB EG	7	AGE	543	31	1,0	4056	17,7	2202
NB EG	8	AGE	543	31	1,0	4056	17,7	2202
NB EG	40	B	264	15	0,7	2340	17,6	432
NB EG	42	B	264	15	0,7	2340	17,1	432
NB EG	41	B	132	8	0,7	2340	16,7	216
NB EG	60	B	742	27	0,4	2340	27,3	695
NB EG	9	AGE	468	31	1,0	4056	15,2	1898
NB EG	39	B	264	18	0,7	2340	14,7	432
NB EG	A	SÖ	1600	134	1,0	4056	11,9	6490
NB EG	56	B	314	26	0,7	2340	11,9	514
NB EG	50	N	132	12	1,0	105	11,3	14
NB EG	1	SÖ	1289	120	1,0	3277	10,7	4224
NB EG	10	AS	1137	107	1,0	4056	10,6	4612
NB EG	38	B	132	13	0,7	2340	10,2	216
NB EG	57	B	264	27	0,7	2340	9,7	432
NB EG	58	B	264	27	0,7	2340	9,6	432
NB EG	52	B	528	59	0,7	2340	9,0	865
NB EG	11	SÖ	700	65	1,0	4056	10,8	2839
NB EG	24	N	264	34	1,0	105	7,7	28
NB EG	B / Rotunde	SÖ	2095	277	1,0	4056	7,6	8497

Lage	Raum	Raumtyp	ingesamt installierte Beleuchtungs- leistung / W	Fläche / m ²	Kumulierter Korrekturfaktor	Jahresnutzung / h	Spezifische Flächenleistung in W / m ²	Jahresenergie- bedarf / kWh
NB EG	37	W	3080	414	1,0	2340	7,4	7207
NB EG	59	B	142	21	0,7	2340	6,9	233
NB EG	49	N	66	11	1,0	105	6,1	7
NB EG	62	V	132	23	1,0	2340	5,7	309
NB EG	63	SÖ	54	23	1,0	4056	2,3	219
NB EG	51, a	SÖ	90	49	1,0	4056	1,8	365
NB EG	D / Windfang	SÖ	500	---	1,0	4056	---	2028
NB EG	51	SÖ	90	---	1,0	4056	---	365
NB UG	K81	ALD	26690	521	0,5	4056	51,2	54127
NB UG	K1	ALD	2280	57	0,1	4056	40,0	925
NB UG	K2	ALD	1020	31	0,1	4056	32,9	414
NB UG	K3	ALD	1020	31	0,1	4056	32,9	414
NB UG	K4	ALD	1022	31	0,1	4056	33,0	415
NB UG	K5	ALD	1022	31	0,1	4056	33,0	415
NB UG	K6	ALD	1024	31	0,1	4056	33,0	415
NB UG	K7	ALD	1024	31	0,1	4056	33,0	415
NB UG	K8	ALD	1026	31	0,1	4056	33,1	416
NB UG	K9	ALD	1026	31	0,1	4056	33,1	416
NB UG	K10	ALD	1540	54	0,1	4056	28,5	625
NB UG	K33	T	330	16	1,0	275	20,6	91
NB UG	K88	ABE	450	27	0,5	4056	16,7	913
NB UG	K89	ABE	450	27	0,5	4056	16,7	913
NB UG	K90	ABE	450	27	0,5	4056	16,7	913
NB UG	K91	ABE	450	27	0,5	4056	16,7	913
NB UG	K83	ALL	2300	136	0,5	4056	16,9	4664
NB UG	K11/K12	T	132	8	1,0	4056	16,5	535
NB UG	K38	N	132	8	1,0	105	16,5	14
NB UG	K87	ABE	650	40	0,5	4056	16,3	1318
NB UG	K67	V	132	9	1,0	2340	14,7	309
NB UG	K68	B	132	9	1,0	2340	14,7	309
NB UG	K37	V	264	33	1,0	4056	8,0	1071
NB UG	K71-80	SÖ	3929	380	1,0	4056	10,3	15936
NB UG	K69	B	132	13	1,0	2340	10,2	309
NB UG	K92	N	132	23	1,0	105	5,7	14
NB UG	K43	N	84	9	1,0	105	9,3	9
NB UG	K65	W	264	31	1,0	2340	8,5	618
NB UG	K66	W	264	31	1,0	2340	8,5	618
NB UG	K70	B	264	31	1,0	2340	8,5	618
NB UG	K85	V	132	17	1,0	2340	7,8	309
NB UG	K31	N	15	2	1,0	105	7,5	2
NB UG	K86	V	132	19	1,0	2340	6,9	309
NB UG	K30	B	132	20	1,0	4056	6,6	535
NB UG	K40-K42	T	198	30	1,0	275	6,6	54
NB UG	K25-K27	N	2640	414	1,0	1460	6,4	3854
NB UG	K44	V	132	23	1,0	4056	5,7	535
NB UG	K39	N	126	22	1,0	105	5,7	13
NB UG	K45- K64	N	990	218	1,0	105	4,5	104
NB UG	K82	AS	160	62	0,5	4056	2,6	324

