

Vorlesung

Elektrische Installationstechnik

Kapitel 5

Elektroenergieanwendungen in Gebäuden

Dr. Andreas Kühner
Version 1 / Mai 2009



Energie
braucht Impulse

Beleuchtungstechnik

Grundgrößen der Beleuchtungstechnik

Lichtstrom:

Gesamte von einer Lichtquelle nach allen Richtungen abgestrahlte Lichtleistung

Formelzeichen: Φ Einheit: Lumen (lm)

Lichtstärke:

Ein Maß für die Intensität einer Lichtquelle in der Beobachtungsrichtung

Formelzeichen: I Einheit: Candela (cd)

Leuchtdichte:

Das Verhältnis von Lichtstärke zur Größe der sichtbaren leuchtenden Fläche

Formelzeichen: L Einheit: Candela/Quadratmeter (cd/m²)

Beleuchtungsstärke:

Das Verhältnis von Lichtstrom zur beleuchteten Fläche

Formelzeichen: E Einheit: Lumen/Quadratmeter (lm/m²) → Lux (lx)

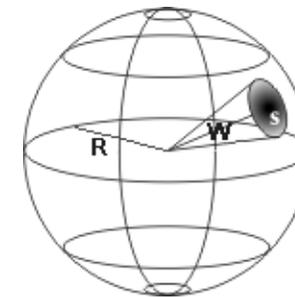
Beleuchtungstechnik

Grundgrößen der Beleuchtungstechnik

Beleuchtungsstärke $E = \frac{\text{Lichtstrom}}{\text{Fläche}}$ Lichtstärke

$$E = \frac{\Phi}{A} = \frac{I \cdot \Omega}{A} = \frac{I \frac{A}{r^2}}{A} = \frac{I}{r^2}$$

Raumwinkel $\Omega = \frac{\text{Fläche}}{\text{Radius}^2}$



SI-Einheit des Raumwinkels ist der Steradian (sr).

1sr ist der Raumwinkel, der von einer vom Mittelpunkt einer Kugel vom Radius 1m ausgehenden Strahlenschar gebildet wird, die auf der Oberfläche dieser Kugel die Fläche $A=1\text{m}^2$ einschließt.

Beleuchtungstechnik

Grundlagen der Beleuchtungsplanung

$$n = \frac{1,25 \cdot E \cdot a \cdot b}{k \cdot \Phi \cdot \eta_{LB} \cdot \eta_R}$$

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$h = H - h_{\text{Arbeitsfläche}}$$

- n: Anzahl der Leuchten
- 1,25: Planungsfaktor (Berücksichtigt den Lichttromrückgang und die Verschmutzung)
- E: Nennbeleuchtungsstärke nach DIN 5035 Teil2
- k: Raumfaktor (Berücksichtigt die Raumform)
- h: Höhe der Arbeitsfläche
- Φ : Lichtstrom (aus Lampenkatalog)
- η_{LB} : Leuchtenbetriebswirkungsgrad (aus Lampenkatalog); direkt 0,6-0,45; gleichförmig, indirekt 0,35 – 0,2
- η_R : Raumfaktor

Beleuchtungstechnik

Beispiele für Beleuchtungsstärken

Art	Beleuchtungsstärke		
Sonniger Sommertag	60.000	bis	100.000 lx
Trüber Sommertag		bis	20.000 lx
Trüber Wintertag		bis	3.000 lx
Vollmondnacht		bis	0.25 lx
Sternenklare Nacht		bis	0.01 lx

Typische Beleuchtungsstärken in Innenräumen:

Art	Beleuchtungsstärke		
Büroraum	500	bis	1.500 lx
Industriehalle	100	bis	500 lx
Wohnzimmer	100	bis	300 lx
Kellerraum	30	bis	100 lx

Beleuchtungstechnik

Beispiele für Lichtquellen

	Allgebrauchsglühlampen	Leuchtstofflampen (L)	Quecksilberdampf-Hochdrucklampen (HQL)	Halogen-Metall-dampflampen (HQL)	Natriumdampf-Niederdrucklampen	Natriumdampf-Hochdrucklampen (NAV)
Wirkungsweise	Lichterzeugung durch Temperaturstrahlung eines auf etwa 2600 °C erhitzten Wolframdrahtes. Verdampfen des Wolframs wird durch Gasfüllung des Kolbens reduziert, Kolbenschwärzung bei Halogenleuchtstofflampen verhindert	Entladung in Quecksilberdampf zwischen erhitzten Elektroden bei niedrigem Druck. Erzeugte UV-Strahlung regt den in das Glasrohr eingebrachten Leuchtstoff zum Leuchten an. Lichtfarbe je nach Leuchtstoff-Kombination	Lichterzeugung durch Entladung in reinem Quecksilberdampf in Quarzbrenner bei einigen bar Betriebsdruck. Der schützende Glaskolben kann zusätzlich mit Leuchtstoff versehen sein	Quecksilberdampf-Hochdruckentladung mit Metall-Halogenid-Zusätzen. Die Metallhalogenide erzeugen ein breitbandiges Spektrum	Entladung in Natriumdampf bei niedrigem Betriebsdruck erzeugt monochromatisches Licht (gelborange). Wärmeschutzkolben umgibt das zumeist U-förmige Entladungsrohr	Natriumdampf-Hochdruckentladung in Keramikbrenner, dessen Kristallgitter in heißem Zustand Licht durchläßt, erzeugt verbreiterte Na-Linienstrahlung und Nebenspektrum im gesamten sichtbaren Bereich
Lichtausbeute	Etwa 8 bis 20 lm/W, je nach Leistungsaufnahme (s. Tab. 20.1/2), Halogen-Glühlampen bis 25 lm/W	Etwa 10 bis 94 lm/W, je nach Lichtfarbe und Leistungsaufnahme mit Vorschaltgerät (s. Tab. 20.1/4)	Etwa 30 bis 60 lm/W, je nach Lampenart und Leistungsaufnahme mit Vorschaltgerät (s. Tab. 20.1/7)	48 bis 96 lm/W je nach Leistung und Lichtfarbe mit Vorschaltgerät (s. Tab. 20.1/8)	Etwa 72 bis 150 lm/W, je nach Lampenaufbau und Leistungsaufnahme mit Vorschaltgerät (s. Tab. 20.1/9)	Etwa 53 bis 140 lm/W, je nach Leistungsaufnahme mit Vorschaltgerät (s. Tab. 20.1/10)
Nutzbrenndauer	Standardlampen 1000 h, Halogen-Glühlampen 2000 h	Standardlampen 7500 h	16 000 h	6000 h bis 10 000 h	10 000 h	9000 h
Lichtfarbe, Farbwiedergabe (FW)	Warmweiß (gelbroter Spektralbereich stark betont) FW-Stufe 1	Mehrere Typen für tageslichtweiß, neutralweiß und warmweiß, Sonderlichtfarben. FW-Stufen 1 bis 3 je nach Typ	Im allg. neutralweiß FW-Stufe 3	Tageslicht-, neutral- und warmweiß mit FW-Stufe 1 bis 2B	Monochromatisch (gelborange) keine Farberkennung möglich FW keine	Warmweiß (überwiegend gelbrot), Farberkennung begrenzt möglich FW-Stufe 2B (de Luxe) und 4 (Normaltyp)
Leutdichte	Bis etwa 2000 cd/cm ² bei Klarglaslampen	Etwa 0,4 bis 1,5 cd/cm ² je nach Typ, bis 3 cd/cm ² bei Kompaktlampen	Etwa 4 bis 23 cd/cm ² bei Ellipsoidkolben mit Leuchtstoff	10 bis 23 cd/cm ² bei Ellipsoidkolben, 530 bis 8000 cd/cm ² bei Klarglaslampen	Etwa 10 cd/cm ²	Etwa 4 bis 30 cd/cm ² bei Lampen mit Streuglaskolben, etwa 300 bis 550 cd/cm ² bei Klarglaslampen

Beleuchtungstechnik

Beispiele für Lichtfarben

Bereich	Anwendungsgebiet	OSRAM-Lichtfarbe Nr.											
		11	12	20	21	22	25	30	31	32	41	72	76
Büro, Verwaltung, Unterricht	Büro, Großraumbüro, Flure				•		•		•			•	
	Sitzungsräume				•		•		•		•		
	Hörsäle, Klassenräume				•		•		•				
	Kindergärten				•		•		•				
Industrie, Handwerk, Gewerbe	Chemie	•			•		•						
	Maschinenbau, Elektrotechnik				•		•						
	Nahrungs- und Genußmittel				•		•						
	Textilfabrikation	•	•		•	•						•	
	Holzbearbeitung	•	•		•							•	
	Hütten- und Walzwerke			•				•					
	Graphisches Gewerbe, Labor	•	•		•				•			•	
	Farbprüfung		•			•						•	
Lager, Versand			•	•		•							
Verkaufshäuser und Ladengeschäfte	Lebensmittel, Bäckerei, Feinkost				•				•				
	Fleisch				•				•				•
	Textilien, Lederwaren	•	•			•			•	•		•	
	Möbel, Teppiche				•	•			•	•		•	
	Papierwaren, Spielwaren, Sportartikel				•	•			•	•	•	•	
	Uhren, Schmuck, Photo, Optik	•	•						•	•		•	
	Friseur, Kosmetik								•	•		•	
	Blumen		•						•	•		•	•
	Kaufhäuser, Supermärkte				•	•			•	•		•	
	Schaufenster	•			•				•	•	•	•	
Gastronomie, Veranstaltungsräume	Hotels, Gaststätten, Theater, Säle, Foyers										•		
	Museen, Galerien	•	•							•	•		
	Ausstellungs- und Messehallen				•			•					
	Sport- und Mehrzweckhallen				•		•						
Krankenbehandlung	Diagnose- und Behandlungsräume	•	•									•	
	Krankenzimmer, Warteräume									•		•	
Wohnung	Wohnzimmer				•	•	•			•	•		
	Küche, Bad, Hobby, Keller				•	•	•			•	•		
Außenbeleuchtung	Straßen, Plätze, Fußgängerzonen						•	•					

Beleuchtungstechnik Planungsbeispiel

Der Büroraum soll nach DIN 5035 mit einer Nennbeleuchtungsstärke von 500 lx beleuchtet werden. Danach soll außerdem die Lichtfarbe der Gruppe warmweiß oder neutralweiß gewählt werden und die Farbwiedergabe mindestens der Stufe 2A entsprechen. Die Leuchten müssen den Anforderungen der Güteklasse 1 der Blendungsbegrenzung genügen. Gewählt wurde eine einlampige Deckeneinbauleuchte mit DARK-Spiegelrastrer tiefstrahlend, dazu die Leuchtstofflampe LUMILUX Hellweiß.

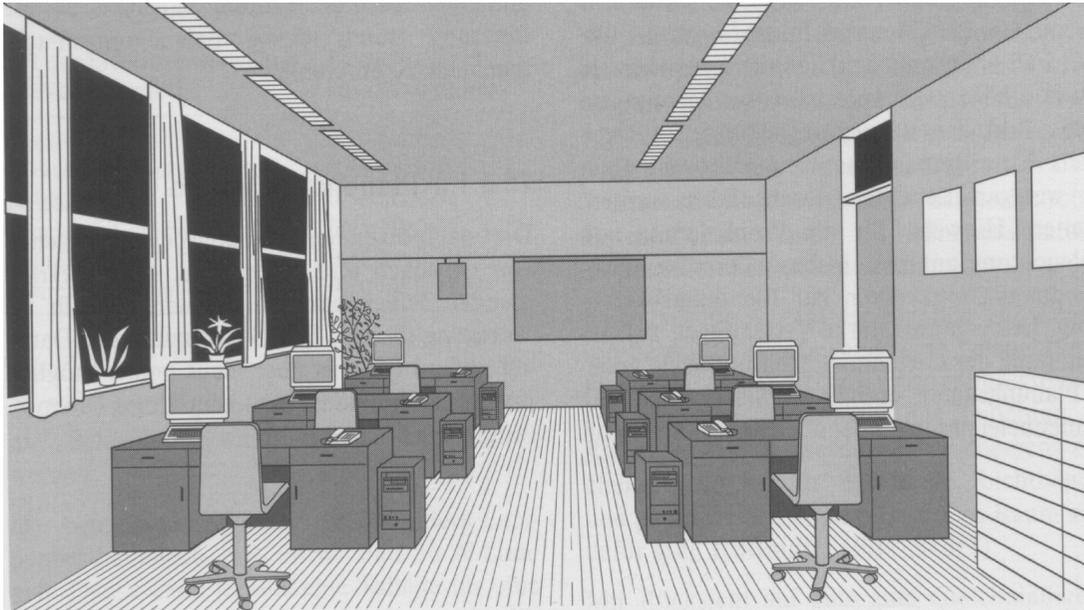
Beleuchtungstechnik

Planungsbeispiel

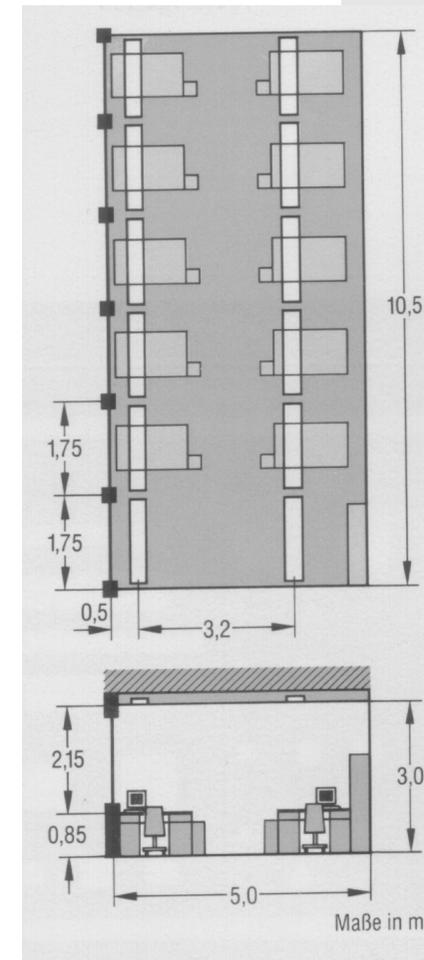
Projekt Büro		Aktenzeichen		Datum	
Bearbeiter		Büro			
Raum		Büro			
Maße: Breite	a	m	5,00		
Länge	b	m	6·1,75 = 10,5		
Fläche	A = a · b	m ²	52,5		
Raumhöhe	h _R	m	3,00		
Leuchtenhöhe über Nutzebene (für Deckenleuchten h = h _R · 0,85)	h	m	2,15		
Raumindex $k = \frac{a \cdot b}{h(a + b)}$			1,575		
Reflexionsgrade ρ für Decke/Wände/Nutzebene			50%/30%/30%		
Raumzweck/Sehaufgabe			Büroarbeiten		
Nennbeleuchtungsstärke E nach DIN 5035 nach Planung (berechnet)	lx		500	525	500 545
Lichtfarbe-Gruppe nach DIN 5035 gewählte Lampe			WW, NW	NW	WW, NW NW
Farbwiedergabeeigenschaft-Stufe nach DIN 5035 gewählte Lampe			2A	1B	2A 1B
Gütek. der Blendungsbegrenzung nach DIN 5035 Leuchte nach Kurve zulässig bis			1	1000 lx	lx 1 1000 lx
Leuchtentyp (nach Siemens-Katalog)			5LK 377 7-1E		5LK 377 1-1E
Befestigungsart			Deckeneinbau		Deckeneinbau
Lampentyp			L58/21		L58/21
Nennlichtstrom Φ	lm		5200 (mit EVG)		5400 (mit VVG)
Umrechnungsfaktor f			0,95		0,95
Praxisfaktor f _i			0,95		0,95
Tabellenwert η_a			0,612		0,612
Beleuchtungswirkungsgrad $\eta_a' = \eta_a \cdot f \cdot f_i$			0,552		0,552
Lampenzahl $n = \frac{1,25 \cdot E \cdot A}{K \cdot \Phi \cdot \eta_a'} = \frac{1,25 \cdot E \cdot a \cdot b}{K \cdot \Phi \cdot \eta_a' \cdot f \cdot f_i}$			11,4		11,0
Leuchtenzahl nach Rechnung (Lampenzahl n gerundet)			11		11
Leuchtenzahl nach Planung (Lampenzahl n)			12		12
Planungswert der Beleuchtungsstärke $E = \frac{n \cdot \Phi \cdot \eta_a'}{1,25 \cdot A}$	lx		525		545
Elektrische Leistung (Lampen und Vorschaltgerät)	W		12·55 = 660 (EVG)		12·66 = 792 (VVG)
Spezifische Anschlussleistung	W/m ²		12,57		15,09
Leuchtenanordnung			2 Reihen mit je 6 Leuchten		

$$\eta_R = f \cdot f_1$$

Beleuchtungstechnik Planungsbeispiel



Innenmaße und -ansicht des Büros



Raumheizung, -klimatisierung und -lüftung Arten von Elektroheizgeräten



Charakterisierung des Zustandes der Luft im Raum:

- Temperatur
- Luftbewegung
- Luftreinheit
- Luftfeuchte

Raumheizung, -klimatisierung und -lüftung

Arten von Elektroheizgeräten



- Speicherheizgeräte

In tarifgünstigen Zeiten wird elektrische Energie in Wärme umgewandelt, gespeichert und meist während des Tages zur Raumheizung verwendet.

- Direktheizgeräte

Sie bieten keine wirtschaftliche Nutzung als Dauerheizung wie z.B. in Skandinavien, Frankreich, einige Bundesländer und in Österreich. Da die Anschaffungskosten sehr niedrig sind eignen sie sich jedoch trotzdem auch während der Hochtarifzeit zum Beheizen von selten oder nur zeitweise beheizten Räumen.

- Infrarotstrahler

Er besteht aus einem Quarzheizrohr oder Rohrheizkörper aus Chromnickelstahl und findet Anwendung als Heizgerät zum Beheizen bestimmter Flächen eines Raumes.

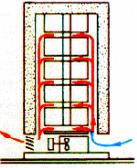
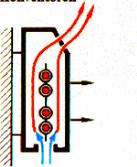
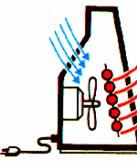
- Luftheizgerät

Bei Luftheizgeräten führt ein eingebauter Ventilator die Raumluft innerhalb des Stahlblechgehäuses über Rohrheizkörper ab. Die Auslässe von Ventilator und Rohrheizkörper sind getrennt und elektrisch verriegelt, damit die Rohrheizkörper nur gleichzeitig mit dem Ventilator in Betrieb genommen werden können.

Isolierhülle der Einzeladern Silikon-Kautschuk (180° C) und Mantelwerkstoff PVC.

Raumheizung, -klimatisierung und -lüftung

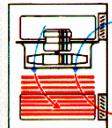
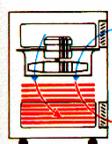
Arten von Elektroheizgeräten

Art	Anschlußleistung kW	Wärmeabgabe	Anwendung	
Speicherheizgeräte				
Mit nicht steuerbarer Wärmeabgabe nach DIN 44 570 	1,5	Gespeicherte Wärme wird über die Oberfläche durch Strahlung und natürliche Konvektion abgegeben	In Räumen untergeordneter Bedeutung, z. B. Fluren, Treppenhäusern, Bädern, WC und Nebenräumen	In allen Räumen, mit Ausnahme explosions- und feuergefährdeter Betriebsstätten, bei mindestens täglich fünfständiger Benutzung, wenn der Heizstrom in der Nacht freigegeben und am Tag nur kurze Nachladezeit gewährt wird
Mit steuerbarer Wärmeabgabe nach DIN 44 572 	1,25 bis 8,0	Gespeicherte Wärme wird z. T. über die Oberfläche, überwiegend jedoch an die Raumluft, die vom Ventilator über den Speicherkern gefördert wird, abgegeben	In allen übrigen Räumen	
Direktheizgeräte				
Konvektoren 	0,6 bis 2,0	Wärme wird überwiegend durch Konvektion abgegeben. Raumluft durchströmt den Konvektor, nimmt an den Heizelementen Wärme auf und tritt am oberen Auslaß ohne Wirbelbildung aus. Leistungseinstellung durch Stufenschalter und Temperaturregler mit Ausschalter	Wenn eine schnelle Erwärmung der Raumluft gewünscht wird. Bevorzugt in Verbindung mit Fußbodenheizung	In allen Räumen, mit Ausnahme explosions- und feuergefährdeter Betriebsstätten, wenn der Heizstrom ständig zur Verfügung steht. Gleiche Gerätetiefe und gleiche Bauhöhe ermöglichen ein Aneinanderreihen von Geräten verschiedener Anschlußleistung
Heizlüfter 	1,0 bis 2,0	Wärme wird durch erzwungene Konvektion abgegeben. Ein Ventilator (Axial- oder Radial-) saugt Raumluft an und führt sie über Heizelemente. Dadurch erfolgt eine gute Luftumwälzung und eine schnelle Raumaufheizung	Die Geräte sind mit Anschlußleitung und Schutzkontaktstecker ausgestattet. Sie können somit universell zur Beheizung von Räumen, ausgenommen explosions- und feuergefährdeter Betriebsstätten, z. B. in der Übergangszeit, eingesetzt werden	

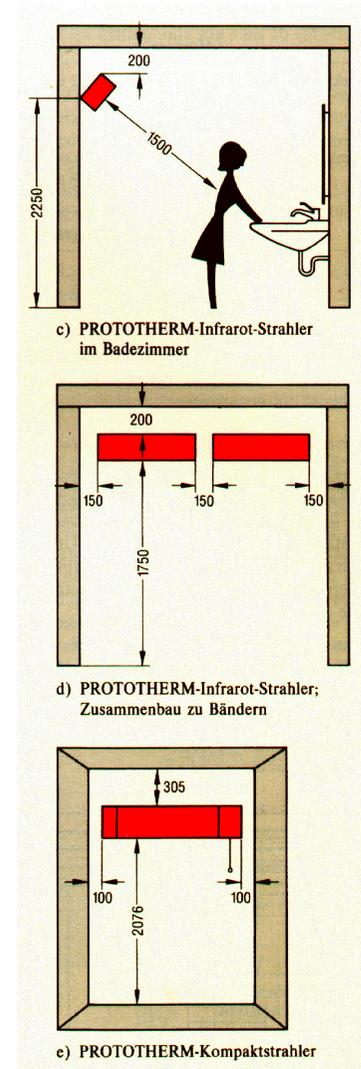
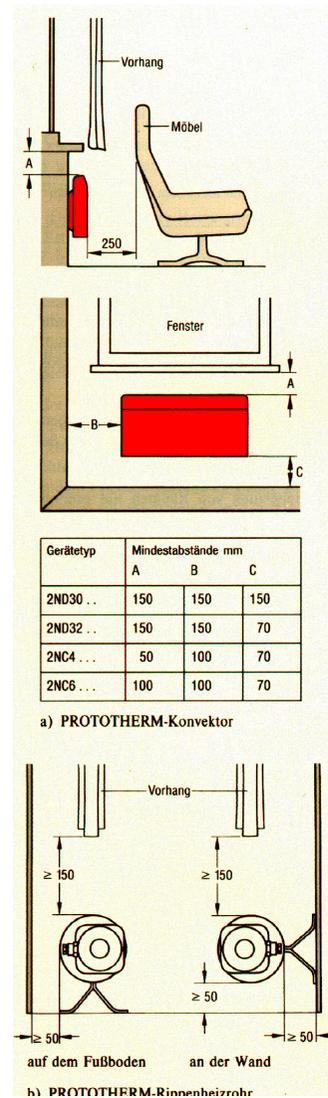
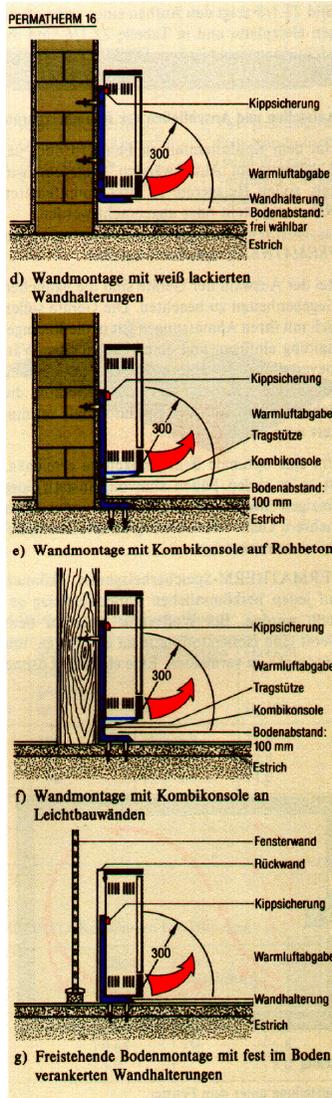
Raumheizung, klimatisierung und -lüftung

Arten von Elektroheizgeräten

Tabelle 22.1/2 Siemens-Elektroheizgeräte, Geräteübersicht und Anwendung (Fortsetzung)

Art	Anschlußleistung kW	Wärmeabgabe	Anwendung
Direktheizgeräte (Fortsetzung)			
Rippenheizrohre 	Standardausführung	1,0 bis 2,0	Die Wärme wird überwiegend konvektiv abgegeben. Raumluft strömt über das Gerät und nimmt an den heißen Rippen Wärme auf In Räumen mit rauen Betriebsbedingungen, z. B. Werkstätten, Garagen, in Schaltanlagen und landwirtschaftlich genutzten Räumen
	Sonderausführung	1,1	
Infrarot-Strahler 		1,0 bis 4,2	Die Wärme wird ausschließlich durch Strahlung abgegeben. Hierbei wird nicht die Luft, sondern lediglich die Fläche erwärmt, auf die die Strahlen auftreffen. Die Wärmestromdichte nimmt mit dem Quadrat der Entfernung zwischen Strahler und bestrahlter Fläche ab. Mit dem schwenkbaren Reflektor läßt sich die Strahlungsrichtung einstellen Wenn nur ein bestimmter Aufenthaltsbereich im Raum beheizt werden soll oder zur Beheizung von Aufenthaltsbereichen im Freien, z. B. Sitzplätzen, Veranden, Terrassen, Liegehallen oder in selten benutzten Räumen, wie Wandelhallen, Kegelbahnen, Schießständen, Ausstellungshallen, Kiosken usw.
Luftheizgeräte ortsfest 		12 und 18	Die Wärme wird von der Luft an den heißen Rohrheizelementen aufgenommen. Die Luftströmung durch das Luftheizgerät wird durch einen Axialventilator erzwungen Zur Beheizung großer Räume, wie Werkstätten, Lager, Versammlungs- und Ausstellungshallen sowie zur Trocknung von Bauwerken im Winterbaubetrieb. Wegen der hohen Oberflächentemperatur der Rohrheizkörper nicht in explosions- und feuergefährdeten Betriebsstätten verwendbar
Luftheizgeräte transportabel 		6 bis 15	Zur Beheizung von Räumen in Rohbauten und zur Trocknung von Bauwerken im Winterbaubetrieb. Für den ortsveränderlichen Anschluß besitzt das Gerät einen angebauten CEE-Stecker

Raumheizung, klimatisierung und -lüftung Installationsabstände für Elektroheizgeräte



Raumheizung, -klimatisierung und -lüftung Belüftung und Klimatisierung

-Transmissionswärme:

Wetter und Tageszeit bedingte Schwankungen der Außentemperatur und der auftretenden Strahlungswerte.

-Strahlungswärme:

Wärmegewinne, bzw. -verluste; an Glasfronten.

-Beleuchtungswärme:

Wärmegewinne durch die Beleuchtungsanlage.

-Personenwärme:

Halten sich ständig viele Personen im Raum auf, ist auch deren Wärmeabgabe nach DIN 1946 zu berücksichtigen.

-Lüftungswärme:

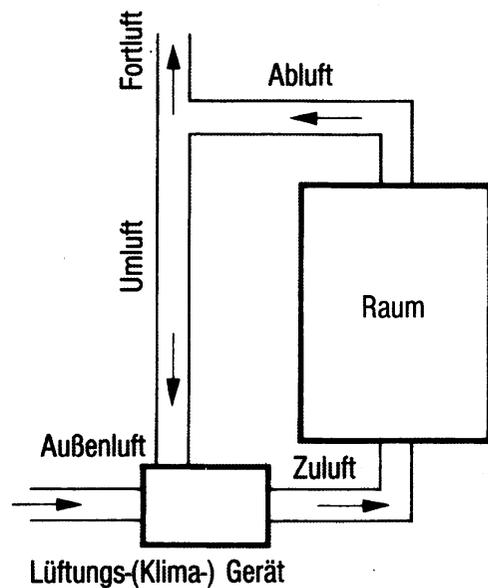
Ist eine dauernde Außenluftzufuhr erforderlich, so muss die Abkühlung dieser Luft auf Raumtemperatur berücksichtigt werden.

-Sonstige Wärmequellen:

Auch die Wärmeabgabe von Geräten oder Maschinen die sich im Raum befinden müssen berücksichtigt werden.

Raumheizung, klimatisierung und -lüftung

Schema eine Lüftungs-(Klima-) Anlage



	Raumklimageräte für Fenster- oder Wandeinbau	Truhengeräte	Raumklimageräte in Splitbauweise	Mobiles Raumklimagerät
Nutzkühlleistung in kW	1,5 bis 7,24	2,98 bis 5,81	2,38 bis 7,0	1,87
Leistungsaufnahme bei Kühlbetrieb in kW	0,9 bis 3,7	1,53 bis 1,80	1,03 bis 3,24	0,88
Luftvolumenstrom in m ³ /h	220 bis 1200	500 bis 880	310 bis 1125	360
Gerät für Luftkanalanschluß geeignet	nein	nein	nein	nein
Heizleistung der elektrischen Zusatzheizung in kW	2,0 bis 3,5	2,0 und 3,0	2,0	1,4
Verflüssiger: luftgekühlt wassergekühlt	ja nein	ja ja	ja nein	ja nein

Eine **Klimaanlage** ist eine Anlage zur Erzeugung und Aufrechterhaltung eines gleichmäßigen Raumklimas. Der Begriff Klimaanlage wird in Deutschland in dem Sinne verwendet, dass in einem Raum Temperatur, Feuchtigkeit und Luftqualität erzeugt und gehalten werden kann. Im Gegensatz dazu wird im Ausland oft unter Klimaanlage lediglich eine Raumkühlung (air conditioning) verstanden.

Raumheizung, klimatisierung und -lüftung Einteilung von Klimaanlage nach DIN EN 13779

Kategorie	geregelt Funktionen					Anlagenbezeichnung
	Lüftung	Heizung	Kühlung	Befeuchtung	Entfeuchtung	
THM-C0	X					Einfache Lüftungsanlage
THM-C1	X	X				Lüftungsanlage mit Heizfunktion bzw. Luftheizungsanlage
THM-C2	X	X		X		Teilklimaanlage mit Befeuchtungsfunktion
THM-C3	X	X	X		(x)	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion
THM-C4	X	X	X	X	(x)	Teilklimaanlage mit Kühl- und Befeuchtungsfunktion
THM-C5	X	X	X	X	X	Klimaanlage mit allen Funktionen (oder ugs. „Vollklimaanlage“)

Legende: X Wird in der Teilklimaanlage geregelt. (x) Wird in der Teilklimaanlage beeinflusst, aber nicht geregelt.

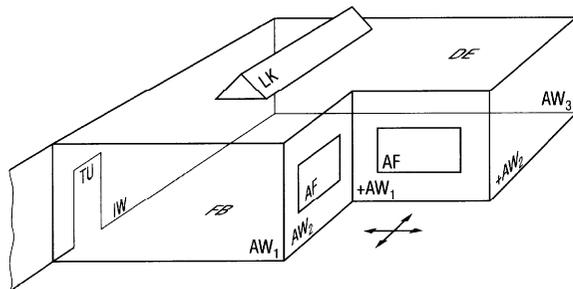
Raumheizung, klimatisierung und -lüftung

Raumluftwechsel

Raumart	LW/h
Büro- und Geschäftsräume	3 bis 8
Gaststätten, Kasinos, Kantinen	5 bis 12
Kinos, kleine Theater	5 bis 8
Schulräume	5 bis 7
Wohnräume	3 bis 6
Wäschereien und Reinigungen	10 bis 25
Toiletten	5 bis 10
Küchen	15 bis 35
Läden	6 bis 8
Werkstätten ohne Luftverschlechterung	3 bis 6
Werkstätten mit Luftverschlechterung	10 bis 20
Garagen	5 bis 8
Lichtpausereien	10 bis 20
Batterieräume	5 bis 10
Spritzereien	25 bis 50
Färbereien	5 bis 15
Entnebelungsanlagen	15 bis 50
Überdruckanlagen (zur Verhinderung des Eindringens von Staub) ²⁾	dichte Bauweise 3 bis 5 leichte Bauweise 8 bis 10
Entqualmung von Schaltanlagen	30 bis 60

Raumheizung, klimatisierung und -lüftung Planungsbeispiel

3W



- AF Fenster
- AW Außenwand
- IW Innenwand
- DE Decke
- LK Lichtkuppel
- FB Fußboden
- TU Tür

Himmelsrichtung bestimmen!

Kühllastermittlung

Bauteil bzw. Wärmequelle	Breite x Höhe bzw. Breite x Länge	Anzahl	Gesamt x Faktor			= Watt
			Sonnenabschirmung ohne	innen	außen	
AF Fenster in Sonneneinstrahlung gerichtet nach	m x m	m²				
Osten			260	130	80	
Südosten, Süden			230	110	70	
Südwesten	2 x 1	3	350	150	90	900
Westen			450	200	140	
Nordwesten			350	130	100	
Nordosten oder im Schatten			150	80	50	
Norden			0	0	0	
Innenfenster (z.B. Meisterbüro in Halle)			150	80	50	
AW Außenwände						
Leichte Bauweise in Sonneneinstrahlung	8 x 3 + 16 x 3	29		30		870
Schwere Bauweise oder isoliert in Sonneneinstrahlung				20		
Im Schatten	11 x 3	33		10		330
IW Innenwände				10		
DE Decken und Dächer						
Nicht isoliert oder bis zu 2,5 cm dick isoliert				50		
Über 2,5 cm dick isoliert				20		
Mit Etage darüber	6,9 x 5,5	38,2		10		380
Mit Dachboden darüber				30		
LK Lichtkuppel			230	110	70	
FB Fußboden						
Über nicht klimat. Raum	6,9 x 5,5	38,2		10		380
Über Erdreich oder nicht beheiztem Keller				0		
TU Türen						
Zeitweise geöffnet	1 x 2	1		145		290
Dauernd geöffnet				290		
Personen						
Sitzend, normale Büroarbeit				100		
Sitzend, leichte Arbeit		4		175		700
Langsam gehend (Verkaufsraum)				230		
Elektrische Verbraucher						
Summe aller eingeschalteten Verbraucher			Watt 1000	1,0		1000
Gesamtkühllast in Watt						4.850