

MX – ELEKTRONIK
Prof. Dr.-Ing. Peter Marx

D-14109 BERLIN (GERMANY)
Am Kleinen Wannsee 12 J

Fon: 0049-(0)30-8051980
Mobile: 0178-1323639
E-Mail: marx@tfh-berlin.de

Lichtmesszeugnis

Messtechnische Überprüfung der Lichtverhältnisse in einer Sporthalle

Die Messungen wurden unter Zugrundelegung der DIN EN 12193 hinsichtlich der folgenden lichttechnischen Parameter durchgeführt:

Beleuchtungsstärke, Gleichmäßigkeit und Blendfreiheit.

Die Raumtemperatur betrug 24°C und die Netzspannung war 235,2 V.

Die Beleuchtungsbetriebsarten sind in Bild 1 dargestellt.



Bild 1. Beleuchtungsbetriebsarten

Messungen der horizontalen und vertikalen Beleuchtungsstärken

Es wurde das Digitalluxmeter „Minilux“ von Mx-Elektronik der Klasse B nach DIN 5032 Teil 7 zur Messung verwendet. Es wurde vor der Messung über eine Lichtstärke-Referenzlampe kalibriert.



Bild 2. Digitalluxmeter, rechts Messung auf dem Sporthallenboden

Für Betriebsmessungen müssen diese Geräte einen Gesamtmessfehler von kleiner als $\pm 10\%$ aufweisen. Dabei sind die wichtigsten Einzelfehler für die Anpassung an die Hellempfindlichkeitskurve des menschlichen Auges, die sog. $V(\lambda)$ -Kurve mit $< 6\%$ und die kosinusgetreue Bewertung des schräg einstrahlenden Lichtes mit $< 3\%$ einzuhalten.

Neben diesen Anforderungen sind darüber hinaus noch folgende Forderungen an einen modernen Beleuchtungsstärkemesser zu stellen:

1. Bewertung nach $V(\lambda)$, der spektralen Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges (Bild 3)
2. Kosinusgetreue Bewertung des einfallenden Lichtes (Bild 4)
3. Linearer Zusammenhang zwischen Beleuchtungsstärke und Photostrom
4. Geringe Temperaturabhängigkeit, Alterung und Ermüdung des Lichtsensors
5. Bewertung des zeitlich linearen Mittelwertes auch bei welligem Licht (z.B. wechselstrombetriebene Entladungslampen) gemäß dem Talbot-Plateauschen-Gesetz;
6. Großer Messbereich, so dass mit nur einem Gerät folgende Messungen möglich sind:
 - a. Messung von Tageslicht im Bereich bis 200.000 lx
 - b. Messung der Beleuchtung in Innenräumen bis 2.000 lx
 - c. Messung geringer Beleuchtungsstärken, z.B.; Straßenbeleuchtung bis 20 lx

- d. Notlichtmessung im Bereich bis 2 lx
- e. Einfache Messung ohne Schwächungsfilter und Korrekturfaktoren
- f. Fehlerfreie Ableseung der Messergebnisse durch digitale Messwertanzeige.

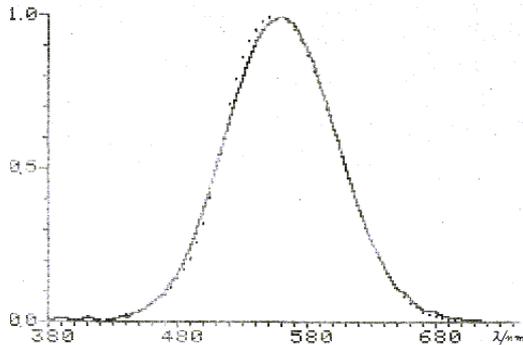


Bild 3. $V(\lambda)$ -Angleich nach DIN 5032, Klasse B

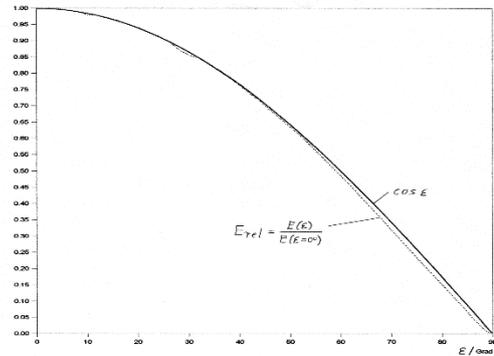


Bild 4. Kosinus-Korrektur des Photoelementes

Neuwert des Beleuchtungsstärkeniveaus

Es gilt: Neuwert = Wartungswert / Wartungsfaktor

Es wurde der Wartungsfaktor $WF = 0,8$ mit dem Auftraggeber vereinbart.

Es sind insgesamt 102 Leuchten mit 408 Leuchtstofflampen (ähnlichste Farbtemperatur $CCT = 4000K$, Farbwiedergabeindex $CRI = 90$) mit unterschiedlichen Lampenleistungen 54 W und 80 W installiert, um die Beleuchtungsstärkeniveaus 300 lx, 500 lx und 750 lx zu realisieren.

Höhe der Bewertungsfläche	0.00 m
Höhe Leuchtenebene	9.00 m
Wartungsfaktor	0.80
Gesamtlichtstrom aller Lampen	886800 lm
Gesamtleistung	11936 W
Gesamtleistung pro Fläche (1215.00 m ²)	9.82 W/m ²

Verwendete Leuchten:

Folgende Leuchten wurden montiert:

72 Stück Leuchte 4 x 54W - Spielfeld

20 Stück Leuchte 4 x 80W – Spielfeld

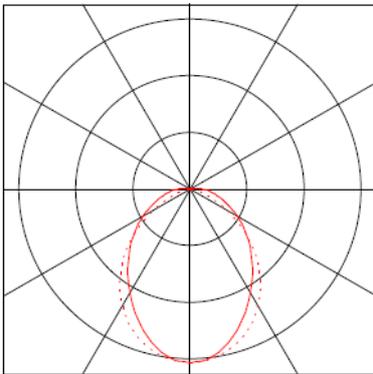
10 Stück Leuchte 4 x 54W - Tribüne

Leuchtendaten

Leuchten-Wirkungsgrad : 70.3%
 Leuchten-Lichtausbeute : 50.27 lm/W
 Klassifikation : A41 ↓97.7% ↑2.3%
 CIE Flux Codes : 53 82 95 98 71
 Betriebsmittel :
 tot. Systemleistung : 344 W
 Länge : 1604 mm
 Breite : 260 mm
 Höhe : 145 mm

Bestückung mit

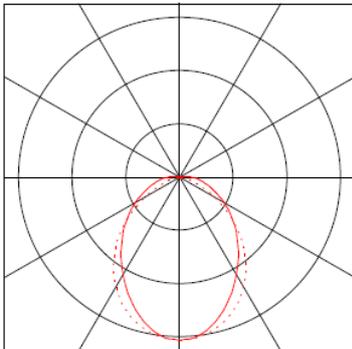
Anzahl : 4
 Bezeichnung : T16 (T5) 80W
 Farbe :
 Lichtstrom : 6150 lm

**Leuchtendaten**

Leuchten-Wirkungsgrad : 70.3%
 Leuchten-Lichtausbeute : 53.02 lm/W
 Klassifikation : A41 ↓97.7% ↑2.3%
 CIE Flux Codes : 53 82 95 98 71
 Betriebsmittel :
 tot. Systemleistung : 177 W
 Länge : 1300 mm
 Breite : 260 mm
 Höhe : 145 mm

Bestückung mit

Anzahl : 3
 Bezeichnung : T16 (T5) 54W
 Farbe :
 Lichtstrom : 4450 lm



Halle gesamt:

750 Lux - 22 Stk. 4x80W + 72 Stk. 4x54W

500 Lux - 22 Stk. 3x80W + 72 Stk. 3x54W

300 Lux - 22 Stk. 2x80W + 72 Stk. 2x54W

Halle Feld 1 + 2 + 3

300 Lux - je Feld alle 2x80W + je Feld alle 2x54W

Tabelle 1. Leuchten-Schaltgruppen für die drei Beleuchtungsstärkeniveaus



Bild 5. Ansicht der Sporthalle in Nord-Süd-Richtung

Spielfeldgröße = 20 x 40 Meter, Messrasterabstand = 5 m in Längs- und Querrichtung, Zahl der Messpunkte = 45.

Beleuchtungsstärke-Messung Turnhalle
 24°C U=235,2V 21 von 368 Lampen ausgeschaltet
 Lastfall 1: volle Beleuchtung

	0m	5m	10m	15m	20m	Zeilen- Mittelwert:
40m	568	691	681	728	664	666,40
35m	712	862	863	904	804	829,00
30m	759	917	939	961	861	887,40
25m	776	957	982	997	879	918,20
20m	796	978	1000	1004	858	927,20
15m	797	963	982	987	846	915,00
10m	776	899	893	940	809	863,40
5m	724	860	866	885	750	817,00
0m	556	684	679	710	624	650,60
Spalten- Mittelwert:	718,22	867,89	876,11	901,78	788,33	
Mittelwert gesamte Halle:					830,47	



Tabelle 2: Messung der horizontalen Beleuchtungsstärken auf dem Hallenboden beim Soll-Niveau 750 lx.

$$\text{Neuwert} = \text{Wartungswert} / \text{Wartungsfaktor} = 750 \text{ lx} / 0,8 = 937,5 \text{ lx}$$

Die gemessene mittlere Beleuchtungsstärke im Volleyballfeld beträgt 960 lx (vgl. Tabelle 2, mittlerer Bereich zwischen 5 m -15 m und 10 m – 30 m).

Für die gesamte Spielfläche (20 m x 40 m) folgt aus der Tabelle 2:

$$E_{hmax} = 1004 \text{ lx}, \quad E_{hmin} = 566 \text{ lx}, \quad E_{hm} = 830,5 \text{ lx}$$

Nach DIN EN 12193 gilt für die Gleichmäßigkeit: $E_{hmin} / E_{hmax} > 0,5$

$$E_{hmin} / E_{hmax} = 0,534 > 0,5$$

Die vertikale Beleuchtungsstärke, gemessen in 1 Meter Höhe und gemittelt über 4 Raumrichtungen (Nord-Ost-Süd-West):

$$E_{vm} = 601 \text{ lx}$$

$$E_{vmax} = 623 \text{ lx}$$

$$E_{vmin} = 576 \text{ lx}$$

Nach DIN EN 12193 gilt für das Verhältnis zwischen horizontaler und vertikaler Beleuchtungsstärke:

$$0,5 < E_{hm} / E_{vm} < 2$$

$$0,5 < E_{hm} / E_{vm} = 830,5 \text{ lx} / 601 \text{ lx} = 1,38 < 2$$

Beleuchtungsstärke-Messung Turnhalle

T = 24°C U = 235,2 V

Lastfall 2: mittlere Helligkeit 500 lx

	0m	5m	10m	15m	20m	Zeilen- Mittelwert:
40m	563	678	667	716	655	655,80
35m	692	844	838	880	784	807,60
30m	710	854	875	904	815	831,60
25m	683	842	864	885	790	812,80
20m	687	840	855	865	750	799,40
15m	698	842	857	863	747	801,40
10m	717	851	868	870	751	811,40
5m	691	827	828	853	732	786,20
0m	556	671	660	689	612	637,60
Spalten- Mittelwert:	666,33	805,44	812,44	836,11	737,33	

Mittelwert gesamte Halle: **771,53**

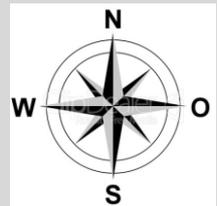


Tabelle 3: Messung der horizontalen Beleuchtungsstärken auf dem Hallenboden beim Soll-Niveau 500 lx.

Neuwert = Wartungswert / Wartungsfaktor = 500 lx / 0,8 = 625 lx

Aus der Tabelle 3 folgt: $E_{hmax} = 904 \text{ lx}$, $E_{hmin} = 556 \text{ lx}$, $E_{hm} = 771,5 \text{ lx}$

Nach DIN EN 12193 gilt für die Gleichmäßigkeit: $E_{hmin} / E_{hmax} > 0,5$

$$E_{hmin} / E_{hmax} = 0,615 > 0,5$$

Die vertikale Beleuchtungsstärke, gemessen in 1 Meter Höhe und gemittelt über 4 Raumrichtungen (Nord-Ost-Süd-West):

$$E_{vm} = 494 \text{ lx}$$

$$E_{vmax} = 503 \text{ lx}$$

$$E_{vmin} = 483 \text{ lx}$$

Nach DIN EN 12193 gilt für das Verhältnis zwischen horizontaler und vertikaler Beleuchtungsstärke: $0,5 < E_{hm} / E_{vm} < 2$

$$0,5 < E_{hm} / E_{vm} = 771,5 \text{ lx} / 494 \text{ lx} = 1,56 < 2$$

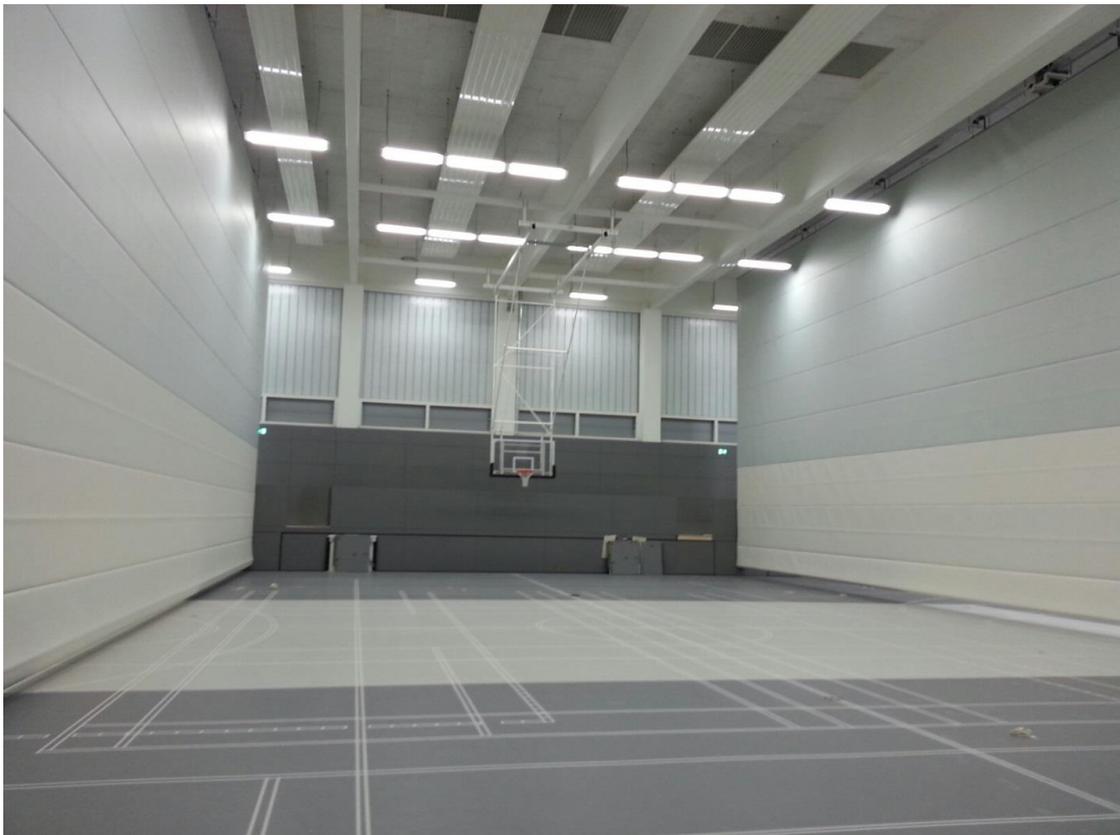


Bild 6. Mittelfeldhalle, abgetrennt durch zwei Rollos

Beleuchtungsstärke-Messung Mittelfeldhalle
 T = 24°C U = 235,2 V
 Lastfall 3: mindere Helligkeit 300 lx

	0m	5m	10m	15m	20m	Zeilen- Mittelwert:
10m	334	345	325	351	390	349,00
5m	366	310	356	390	413	367,00
0m	338	352	325	355	374	348,80
Spalten- Mittelwert:	346,00	335,67	335,33	365,33	392,33	
Mittelwert gesamte Mittelfeldhalle:					354,93	



Tabelle 4: Messung der horizontalen Beleuchtungsstärken auf dem Hallenboden beim Soll-Niveau 300 lx in der Mittelfeldhalle, abgetrennt durch zwei Rollos

$$\text{Neuwert} = \text{Wartungswert} / \text{Wartungsfaktor} = 300 \text{ lx} / 0,8 = 375 \text{ lx}$$

Aus der Tabelle 4 folgt: $E_{h\max} = 413 \text{ lx}$, $E_{h\min} = 310 \text{ lx}$, $E_{hm} = 355 \text{ lx}$

Nach DIN EN 12193 gilt für die Gleichmäßigkeit: $E_{h\min} / E_{h\max} > 0,5$

$$E_{h\min} / E_{h\max} = 0,534 > 0,5$$

Die vertikale Beleuchtungsstärke, gemessen in 1 Meter Höhe und gemittelt über 4 Raumrichtungen (Nord-Ost-Süd-West):

$$E_{vm} = 220 \text{ lx}$$

$$E_{v\max} = 243 \text{ lx}$$

$$E_{v\min} = 200 \text{ lx}$$

Nach DIN EN 12193 gilt für das Verhältnis zwischen horizontaler und vertikaler Beleuchtungsstärke: $0,5 < E_{hm} / E_{vm} < 2$

$$0,5 < E_{hm} / E_{vm} = 355 \text{ lx} / 220 \text{ lx} = 1,61 < 2$$



Bild 7. Nordfeldhalle, abgetrennt durch ein Rollo.

Beleuchtungsstärke-Messung Nordfeldhalle
 T = 24°C U = 235,2 V
 Lastfall 3: mindere Helligkeit 300 lx

	0m	5m	10m	15m	20m	Zeilen- Mittelwert:
10m	313	378	372	383	367	362,60
5m	374	460	453	472	418	435,40
0m	348	424	428	430	390	404,00
Spalten- Mittelwert:	345,00	420,67	417,67	428,33	391,67	
Mittelwert gesamte Nordfeldhalle:					400,67	



Tabelle 5. Messung der horizontalen Beleuchtungsstärken auf dem Hallenboden beim Soll-Niveau 300 lx in der Nordfeldhalle, abgetrennt durch ein Rollo.

Neuwert = Wertungswert / Wartungsfaktor = 300 lx / 0,8 = 375 lx

Aus der Tabelle 5 folgt: $E_{hmax} = 472 \text{ lx}$, $E_{hmin} = 313 \text{ lx}$, $E_{hm} = 401 \text{ lx}$

Nach DIN EN 12193 gilt für die Gleichmäßigkeit: $E_{hmin} / E_{hmax} > 0,5$

$$E_{hmin} / E_{hmax} = 0,534 > 0,5$$

Die vertikale Beleuchtungsstärke, gemessen in 1 Meter Höhe und gemittelt über 4 Raumrichtungen (Nord-Ost-Süd-West):

$$E_{vm} = 226 \text{ lx}$$

$$E_{vmax} = 258 \text{ lx}$$

$$E_{vmin} = 200 \text{ lx}$$

Nach DIN EN 12193 gilt für das Verhältnis zwischen horizontaler und vertikaler Beleuchtungsstärke: $0,5 < E_{hm} / E_{vm} < 2$

$$0,5 < E_{hm} / E_{vm} = 401 \text{ lx} / 226 \text{ lx} = 1,77 < 2$$

Messung der horizontalen Beleuchtungsstärken auf dem Hallenboden beim Soll-Niveau 300 lx in der Südfeldhalle, abgetrennt durch ein Rollo konnte wegen der Leuchten-Symmetrie entfallen. Die Ergebnisse sind mit der Nordfeldhalle quasi identisch.

Blendungsbewertung

Die Blendung muss begrenzt sein, um eine Herabsetzung der Sehleistung zu vermeiden. Man unterscheidet physiologische und psychologische Blendung. In Innenräumen tritt vor allem psychologische Blendung auf, verursacht durch zu hohe Leuchtdichten im Gesichtsfeld und Reflexblendung durch Spiegelungen (Reflexe) auf glänzenden Flächen.

Die Blendung wird durch Anwendung des UGR-Verfahrens (Unified Glare Rating-Verfahren) bewertet.

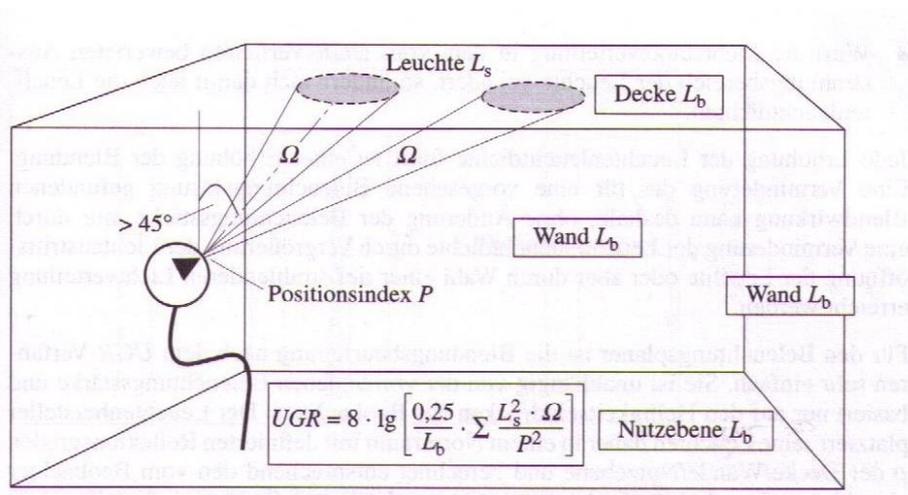


Bild 8. UGR-System

Beleuchtungsklasse I: Hochleistungswettkämpfe, wie internationale und nationale Wettbewerbe, die im Allgemeinen mit hohen Zuschauerzahlen und mit großen Sehentfernungen verbunden sind. Hochleistungstraining kann auch in diese Klasse einbezogen werden.

Beleuchtungsklasse II: Wettkämpfe auf mittlerem Niveau, wie regionale oder örtliche Wettbewerbe, die im Allgemeinen mit mittleren Zuschauerzahlen mit mittleren Sehentfernungen verbunden sind. Leistungstraining darf auch in diese Klasse einbezogen werden.

Beleuchtungsklasse III: Einfache Wettkämpfe, wie örtliche oder kleine Vereinswettkämpfe, im Allgemeinen ohne Zuschauerbeteiligung. Allgemeines Training, Sportunterricht (Schulsport) und allgemeiner Freizeitsport fallen ebenso in diese Beleuchtungsklasse.

Wettbewerbsniveau	Beleuchtungsklasse		
	I	II	III
International/National	*		
Regional	*	*	
Lokal	*	*	*
Training		*	*
Schulsport/Freizeitsport			*

Tabelle 6. Beleuchtungsklassen

Für das Volleyballfeld (750 Lux) wurde die Beleuchtungsklasse I vorgegeben. Die weiteren Schaltgruppen wurden mit der Beleuchtungsklasse II vorgegeben.

Güteklasse DIN 5035	Nennbeleuchtungsstärke in lx								
	A	1000	750	500	–	≤ 300	–	–	–
1	2000	1500	1000	750	500	≤ 300	–	–	–
2					2000	1000	500	≤ 300	–
3						2000	1000	500	≤ 300
UGR-Grenz- wert	13		16		19		22	25	28
Bewertung	hervorragend			sehr gut		gut		mäßig	gering

Tabelle 7. UGR-Bewertungssystem, vorzugsweise für Innen-Arbeitsräume

UGR-Tabellen für die eingesetzten Leuchten

Leuchte: KOT ZOLT Evolution 4x54W PC-Profil klar
Lampen: 4 x T16 (T5) 54W

Blendungsbewertung nach UGR											
ρ Decke		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Wände		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Boden		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Raumgröße		Blickrichtung quer zur Lampenachse					Blickrichtung längs zur Lampenachse				
X	Y										
2H	2H	19.6	20.8	19.9	21.1	21.4	19.8	21.0	20.1	21.2	21.5
	3H	21.0	22.1	21.4	22.4	22.7	20.2	21.3	20.6	21.6	22.0
	4H	21.7	22.7	22.0	23.0	23.4	20.3	21.4	20.7	21.7	22.0
	6H	22.2	23.2	22.6	23.6	23.9	20.3	21.3	20.7	21.7	22.0
	8H	22.5	23.4	22.9	23.8	24.2	20.3	21.2	20.7	21.6	22.0
	12H	22.7	23.6	23.2	24.0	24.4	20.3	21.2	20.7	21.5	21.9
4H	2H	20.1	21.2	20.5	21.5	21.8	20.2	21.3	20.6	21.6	21.9
	3H	21.7	22.6	22.2	23.0	23.4	21.0	21.9	21.4	22.2	22.6
	4H	22.5	23.3	23.0	23.7	24.1	21.2	22.0	21.6	22.4	22.8
	6H	23.2	23.9	23.7	24.3	24.8	21.3	22.0	21.7	22.4	22.8
	8H	23.6	24.2	24.0	24.6	25.1	21.3	21.9	21.7	22.3	22.8
	12H	23.9	24.5	24.4	24.9	25.4	21.2	21.8	21.7	22.3	22.7
8H	4H	22.7	23.4	23.2	23.8	24.3	21.5	22.2	22.0	22.6	23.1
	6H	23.6	24.1	24.1	24.6	25.1	21.8	22.3	22.3	22.7	23.3
	8H	24.0	24.5	24.5	25.0	25.5	21.8	22.3	22.3	22.8	23.3
	12H	24.5	24.9	25.0	25.4	25.9	21.8	22.2	22.3	22.7	23.3
12H	4H	22.7	23.3	23.2	23.8	24.2	21.6	22.2	22.1	22.6	23.1
	6H	23.6	24.1	24.1	24.6	25.1	21.9	22.3	22.4	22.8	23.3
	8H	24.1	24.5	24.6	25.0	25.6	22.0	22.4	22.5	22.9	23.4
Variation der Beobachterposition für Leuchtenabstände S											
S = 1.0H		+0.1 / -0.2					+0.1 / -0.3				
S = 1.5H		+0.2 / -0.4					+0.6 / -0.9				
S = 2.0H		+0.4 / -0.7					+1.3 / -1.8				
Standardtabelle		BK06					BK03				
Korrektursummand		5.7					2.9				
Korrigierte Blendindizes bezogen auf 17800lm Gesamtlichtstrom											

Die UGR-Werte werden gemäß CIE Publ. 117 berechnet. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

Tabelle 8. UGR-Tabelle für die Leuchte Evolution 4 x 54 W

Leuchte: KOT ZOLT 210186 Evolution 4x80W PC-Profil klar
Lampen: 4 x T16 (T5) 80W

Blendungsbewertung nach UGR											
ρ Decke		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Wände		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Boden		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Raumgröße X Y		Blickrichtung quer zur Lampenachse					Blickrichtung längs zur Lampenachse				
2H	2H	20.0	21.2	20.3	21.5	21.7	20.1	21.4	20.5	21.6	21.9
	3H	21.4	22.5	21.7	22.8	23.1	20.6	21.7	21.0	22.0	22.3
	4H	22.0	23.1	22.4	23.4	23.7	20.7	21.8	21.1	22.1	22.4
	6H	22.6	23.6	23.0	23.9	24.3	20.7	21.7	21.1	22.0	22.4
	8H	22.8	23.8	23.2	24.1	24.5	20.7	21.6	21.1	22.0	22.4
	12H	23.1	24.0	23.5	24.3	24.7	20.7	21.6	21.1	21.9	22.3
4H	2H	20.5	21.5	20.9	21.9	22.2	20.6	21.7	21.0	22.0	22.3
	3H	22.1	23.0	22.5	23.4	23.7	21.4	22.3	21.8	22.6	23.0
	4H	22.9	23.7	23.3	24.1	24.5	21.6	22.4	22.0	22.8	23.2
	6H	23.6	24.3	24.0	24.7	25.1	21.7	22.4	22.1	22.8	23.2
	8H	23.9	24.6	24.4	25.0	25.5	21.7	22.3	22.1	22.7	23.2
	12H	24.2	24.8	24.7	25.3	25.7	21.6	22.2	22.1	22.7	23.1
8H	4H	23.1	23.7	23.6	24.2	24.6	21.9	22.6	22.4	23.0	23.5
	6H	24.0	24.5	24.5	25.0	25.5	22.2	22.7	22.6	23.1	23.6
	8H	24.4	24.9	24.9	25.3	25.9	22.2	22.7	22.7	23.1	23.7
	12H	24.8	25.2	25.4	25.7	26.3	22.2	22.6	22.7	23.1	23.7
12H	4H	23.1	23.7	23.6	24.1	24.6	22.0	22.6	22.5	23.0	23.5
	6H	24.0	24.5	24.5	24.9	25.5	22.3	22.7	22.8	23.2	23.7
	8H	24.5	24.9	25.0	25.4	25.9	22.4	22.8	22.9	23.3	23.8
Variation der Beobachterposition für Leuchtenabstände S											
S = 1.0H		+0.1 / -0.2					+0.1 / -0.3				
S = 1.5H		+0.2 / -0.4					+0.5 / -0.9				
S = 2.0H		+0.4 / -0.7					+1.3 / -1.8				
Standardtabelle		BK06					BK03				
Korrektursummand		6.1					3.3				
Korrigierte Blendindizes bezogen auf 24600lm Gesamtlichtstrom											

Die UGR-Werte werden gemäß CIE Publ. 117 berechnet. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

Tabelle 9. UGR-Tabelle für die Leuchte Evolution 4 x 80 W

Zusammenfassende Bewertung

1. Die Vorgaben der DIN EN 12193 bzgl. des Quotienten für die Gleichmäßigkeit

$$E_{\text{hmin}} / E_{\text{hmax}} > 0,5$$

werden für die drei Beleuchtungsstärkeniveaus 300 lx, 500 lx und 750 lx erfüllt.

2. Die Vorgaben der DIN EN 12193 bzgl. des Quotienten für das Verhältnis zwischen horizontaler und vertikaler Beleuchtungsstärke:

$$0,5 < E_{\text{hm}} / E_{\text{vm}} < 2$$

werden für die drei Beleuchtungsstärkeniveaus 300 lx, 500 lx und 750 lx ebenfalls erfüllt.

3. Der Neuwert für 750 lx (Volleyballfeld) soll mindestens

$$750 \text{ lx} / 0,8 = 937,5 \text{ lx betragen.}$$

Die gemessene mittlere Beleuchtungsstärke im Volleyballfeld beträgt 960 lx (vgl. Tabelle 2, mittlerer Bereich zwischen 5 m -15 m und 10 m – 30 m)

4. Der Neuwert für 500 lx (gesamte Halle) soll mindestens

$$500 \text{ lx} / 0,8 = 625 \text{ lx betragen.}$$

Die gemessene mittlere Beleuchtungsstärke beträgt 772 lx. (vgl. Tabelle 3)

5. Der Neuwert für 300 lx (Mittelfeldhalle) soll mindestens

$$300 \text{ lx} / 0,8 = 375 \text{ lx betragen.}$$

Die gemessene mittlere Beleuchtungsstärke beträgt jedoch nur 355 lx. (vgl. Tabelle 4) In diesem Hallenteil waren zur Messung einige Leuchtmittel (Leuchtstofflampen) defekt. Durch den noch zu erfolgenden Austausch der Leuchtmittel wird davon ausgegangen, dass die geforderten 375 lx (Neuwert) erreicht werden.

Die Messungen im Nordfeld (Tab. 5) ergeben eine mittlere Beleuchtungsstärke von 400lx. Hierfür wird der Neuwert von 375lx erfüllt. Beim Südfeld wurde keine Messung durchgeführt, da dieser Hallenteil identisch bzgl. der Leuchten mit dem Nordfeld ist.

6. Die weiteren Neuwerte der Beleuchtungsstärkeniveaus 300 lx und 500 lx liegen über den geforderten Neuwerten.
-

7. Für das Volleyballfeld (750 Lux) wurde die Beleuchtungsklasse I vorgegeben. Zum Thema UGR gibt es in der DIN EN 12193 keine genauen Vorgaben. Der UGR-Grenzwert in Sporthallen soll nach DIN etwa 22 betragen. Die UGR-Tabellenwerte liegen etwa im Bereich von 20 bis 25. Da außerdem die Leuchten in großer Höhe von 9 Metern angebracht sind, wird die Blendungsbegrenzung gemäß der Beleuchtungsklasse 1 eingehalten.
8. Für die weiteren Schaltgruppen mit 500 lx und 300 lx wurde die Beleuchtungsklasse II vorgegeben. Der UGR-Grenzwert soll hier 25 nicht überschreiten, d.h. die Blendungsbegrenzung kann – auch wg. der Montagehöhe von 9 Metern - mit gut bezeichnet werden.

Ergebnis: Die Beleuchtung der Sporthalle erfüllt die Anforderungen der DIN EN 12193.

Peter Marx

Prof. Dr.-Ing. Peter Marx
Sachverständiger für Lichttechnik