

Berechnungen zur Blendung (k-Werte) Beleuchtungen von Fussball- und Tennisplätzen (18MR037)

1 Hintergrund	3
2 Aufgabenstellung	4
3 Vorgehen zur Bestimmung der k-Werte	4
3.1 Fussballplatz mit Beleuchtung für 1. Liga (200 Lux) und Beobachtern.....	5
3.2 Fussballplatz mit Beleuchtung für Amateurliga (120 Lux)	8
3.3 Fussballplatz mit Beleuchtung für Training (80 Lux)	9
3.4 Tennisplatz mit 3 Plätzen, Beleuchtung 500 Lux und Beobachtern.....	11
3.5 Tennisplatz mit 2 Plätzen, Beleuchtung 500 Lux.....	13
3.6 Tennisplatz mit 1 Platz, Beleuchtung 500 Lux	14
4 Zusammenfassung der Ergebnisse	16
5 Möglichkeiten einer Absenkung der k-Werte.....	18
6 Anhang – k-Werte für jede Anlage in Tabellen- und Diagrammform	19

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Lärm und NIS, CH-3003 Bern
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer: Lichtplan GmbH

Begleitung BAFU: Alexander Reichenbach

Hinweis: Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

1 Hintergrund

Von belästigender Blendung spricht man, wenn sich Menschen in der Nacht durch helle Lichtquellen in ihrem Gesichtsfeld in einer ansonsten dunklen Umgebung gestört oder belästigt fühlen. Die Bewertung als störend oder belästigend erfolgt unabhängig davon, ob die Sehfunktion beeinträchtigt ist oder nicht. Als störend wird möglicherweise empfunden, dass eine helle Lichtquelle den Blick auf sich zieht, ohne aber wesentliche Informationen zu liefern, und somit nur ablenkt. Eine andere Hypothese geht davon aus, dass hell und dunkel beleuchtete Stellen auf der Netzhaut dazu führen, dass die Muskulatur, welche die Pupille bei Dunkelheit öffnet, in Konflikt gerät mit der Muskulatur, welche die Pupille bei Helligkeit schliessen will.

Solche Belästigungen können nur auftreten und beurteilt werden, wenn vom Immissionsort (z.B. einer Wohnung) aus ein direkter Blick zur Blendquelle hin möglich ist. Die Störwirkung hängt ab von der Leuchtdichte der Lichtquelle, der Fläche der Lichtquelle, ausgedrückt als Raumwinkel, unter dem diese vom Betroffenen aus gesehen wird, und der Umgebungsleuchtdichte.

Zur Beurteilung der belästigenden Blendung gibt es zwei unterschiedliche Verfahren:

- Die SN EN 12193 «Sportstättenbeleuchtung» verwendet die Lichtstärke einer Leuchtquelle (in Candela) in Richtung des Immissionsorts. Für diese Lichtstärke legt sie Höchstwerte fest, die sich je nach Umgebungszone (dunkle Bereiche bzw. Bereiche mit geringer, mittlerer und hoher Gebietshelligkeit) und je nach Tageszeit (vor und nach Geltungszeit) unterscheiden.
- In Deutschland beurteilen die Lichttechnische Gesellschaft LiTG und die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) die Blendung, indem ein Blendmass k berechnet wird. Hierbei wird die mittlere Leuchtdichte der Blendlichtquelle (in Candela pro Quadratmeter) mit einer maximal zulässigen mittleren Leuchtdichte verglichen. Diese ist abhängig von der Umgebungsleuchtdichte und vom Raumwinkel, unter dem die Blendlichtquelle am Immissionsort gesehen wird. Die einzuhaltenden k-Werte unterscheiden sich je nach Umgebungszone und Tageszeit (vor und nach 22 Uhr).

Für die Beurteilung der Störwirkung einer Lichtquelle ist die Leuchtdichte in Candela pro Quadratmeter (cd/m^2) das geeignetere Mass als die Lichtstärke in Candela (cd), da die Leuchtdichte direkt dem vom Menschen wahrgenommenen Helligkeitseindruck entspricht. Auch in der zukünftigen Vollzugshilfe Lichtemissionen des BAFU ist geplant, sich zur Bestimmung der Grösse der Störwirkung von Scheinwerfern im Aussenbereich auf das lichttechnische Verfahren der k-Werte zu stützen.

Das Blendmass k_S ergibt sich wie folgt:

$$k_S = \bar{L}_S \cdot \sqrt{\frac{\Omega_S}{L_U}}$$

Dabei bedeuten:

k_S : Blendmass

\bar{L}_S : mittlere Leuchtdichte der Lichtquelle, in Candela pro Quadratmeter (cd/m^2)

Ω_S : Raumwinkel in Steradian (sr)

L_U : Umgebungsleuchtdichte (in cd/m^2).

Der auf diese Weise bestimmte k-Wert für eine spezifische Situation kann dann mit k-Richtwerten verglichen werden, die nicht überschritten werden sollen (vgl. Kapitel 3).

2 Aufgabenstellung

Da in der Schweiz im Moment noch keine praktischen Erfahrungen über die Grösse dieser k-Werte bei beleuchteten Fussball- und Tennisplätzen bestehen, sollen in diesem Bericht die k-Werte von solchen Sportplätzen berechnet werden.

Die lichttechnischen Anforderungen an die Beleuchtung der Fussball- und Tennisplätze sollen nach Möglichkeit erfüllt werden. Für Fussballplätze wird die Beleuchtungsrichtlinie SLG 302 und für Tennisplätze die SLG 306 herangezogen.

Es ist eine geeignete Darstellung der Ergebnisse zu erarbeiten, die zeigt, wie sich die k-Werte über eine grösser werdende Entfernung und an verschiedenen Positionen um den Sportplatz herum ändern. Untersucht werden folgende Situationen:

- Fussballplatz mit Beleuchtung für 1. Liga (200 Lux)
- Fussballplatz mit Beleuchtung für Amateurliga (120 Lux)
- Fussballplatz mit Beleuchtung für Training (80 Lux)
- Tennisplatz mit 3 Plätzen, Beleuchtung 500 Lux und Beobachtern
- Tennisplatz mit 2 Plätzen, Beleuchtung 500 Lux
- Tennisplatz mit 1 Platz, Beleuchtung 500 Lux

Für jede Situation sollen drei Scheinwerfertypen verwendet werden: Zwei mit einer asymmetrischen Lichtstärkeverteilung mit etwa 60° und 40° Vorstrahlung und einer mit symmetrischer Ausstrahlung und damit 0° Vorstrahlung (vgl. Bild 1).

Gibt es Möglichkeiten die k-Werte für nahe Gebäude zu senken und trotzdem die Anforderungen der SLG 302 bzw. 306 zu erfüllen?

3 Vorgehen zur Bestimmung der k-Werte

Zuerst wird der Fussball- oder Tennisplatz nach den Beleuchtungsrichtlinien der SLG mit einem der drei Scheinwerfertypen beleuchtet. Um diese Anforderungen zu erfüllen, ergibt sich eine bestimmte Anzahl an Scheinwerfern, die speziell auf den Sportplatz ausgerichtet ist. Für die Planung der Beleuchtung wird das Beleuchtungsberechnungsprogramm RELUX verwendet.

RELUX hat eine Programmversion zur Verfügung gestellt, mit der k-Werte für mehrere Beobachter berechnet werden können. Die Beobachter werden mit einem wachsenden Abstand vom Sportplatz und an verschiedenen Positionen um den Sportplatz herum platziert. Da die Scheinwerfer der Beleuchtungsanlage mit ihrer Ausrichtung symmetrisch auf den Masten verteilt sind, müssen die k-Werte nur für ein Viertel des Platzes bestimmt werden. Die k-Werte für die anderen drei Viertel des Spielfeldes sind spiegelbildlich gleich (vgl. Bild 2).

Für den sehr häufig anzutreffenden Fussballplatz mit 120 Lux und Scheinwerfern mit grosser Vorstrahlung wird die gesamte Matrix der k-Werte gezeigt. So kann für dieses Beispiel die Entwicklung der k-Werte innerhalb eines Abstandes vom Fussballplatz verfolgt werden. Für die anderen Situationen wird für jeden Abstand vom Sportplatz jeweils nur der maximale k-Werte festgehalten.

Die Ausrichtung der Scheinwerfer und die Position der Beobachter werden in den folgenden Kapiteln dargestellt.

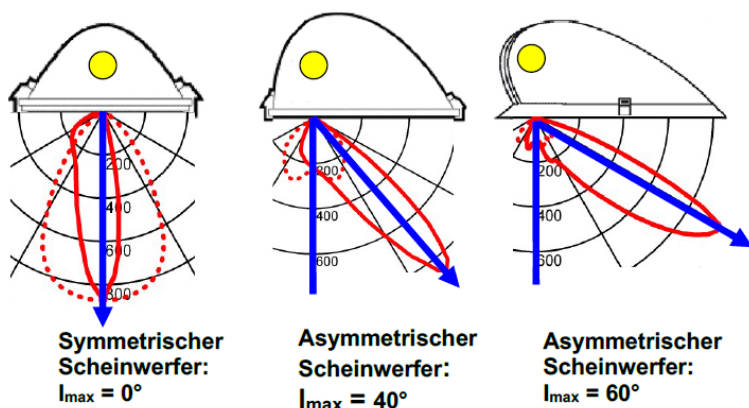


Bild 1 — Scheinwerfertypen mit unterschiedlichen Lichtstärkeverteilungskurven
Quelle: SLG 301

Dabei hat der hier verwendete Scheinwerfer mit 60° Vorstrahlung eine Lichtstärkeverteilungskurve, die nach praktischen Erfahrungen eine im Vergleich zu anderen Scheinwerfern mit 60° Vorstrahlung geringere Lichtimmission erzeugt.

Im bisherigen Entwurf der Vollzugshilfe "Lichtemissionen" des BAFU werden die folgenden maximalen k-Richtwerte für unterschiedliche Umgebungszone angestrebt.

Tabelle 1 — k-Richtwerte zur Beurteilung der Störwirkung
Quelle: Bisheriger Entwurf Vollzugshilfe "Lichtemissionen", BAFU

Umgebungszone	Richtwert k	
	Vor der Geltungszeit	Nach der Geltungszeit
Umgebungszone 1 relativ unbewohnte ländliche Gebiete	32	0
Umgebungszone 2 spärlich besiedelte Gebiete, reine Wohngebiete etc.	64	32
Umgebungszone 3 gut besiedelte ländliche und städtische Siedlungen	96	32
Umgebungszone 4 Stadt- und Geschäftszentren	160	32

Da die Beleuchtung einer Sportanlage nur vor der Geltungszeit in Betrieb ist, werden für Sportanlagen in der Praxis die höheren k-Richtwerte massgebend sein.

3.1 Fussballplatz mit Beleuchtung für 1. Liga (200 Lux) und Beobachtern

Die Beleuchtung eines Fussballplatzes der 1. Liga mit 200 Lux mittlerer horizontaler Beleuchtungsstärke ist im Moment die höchste Beleuchtungsstufe für einen Fussballplatz ohne TV-Übertragungen. Die Anforderungen der SLG 302 müssen erfüllt werden, um eine Spielbewilligung durch den Fussballverband zu erhalten.

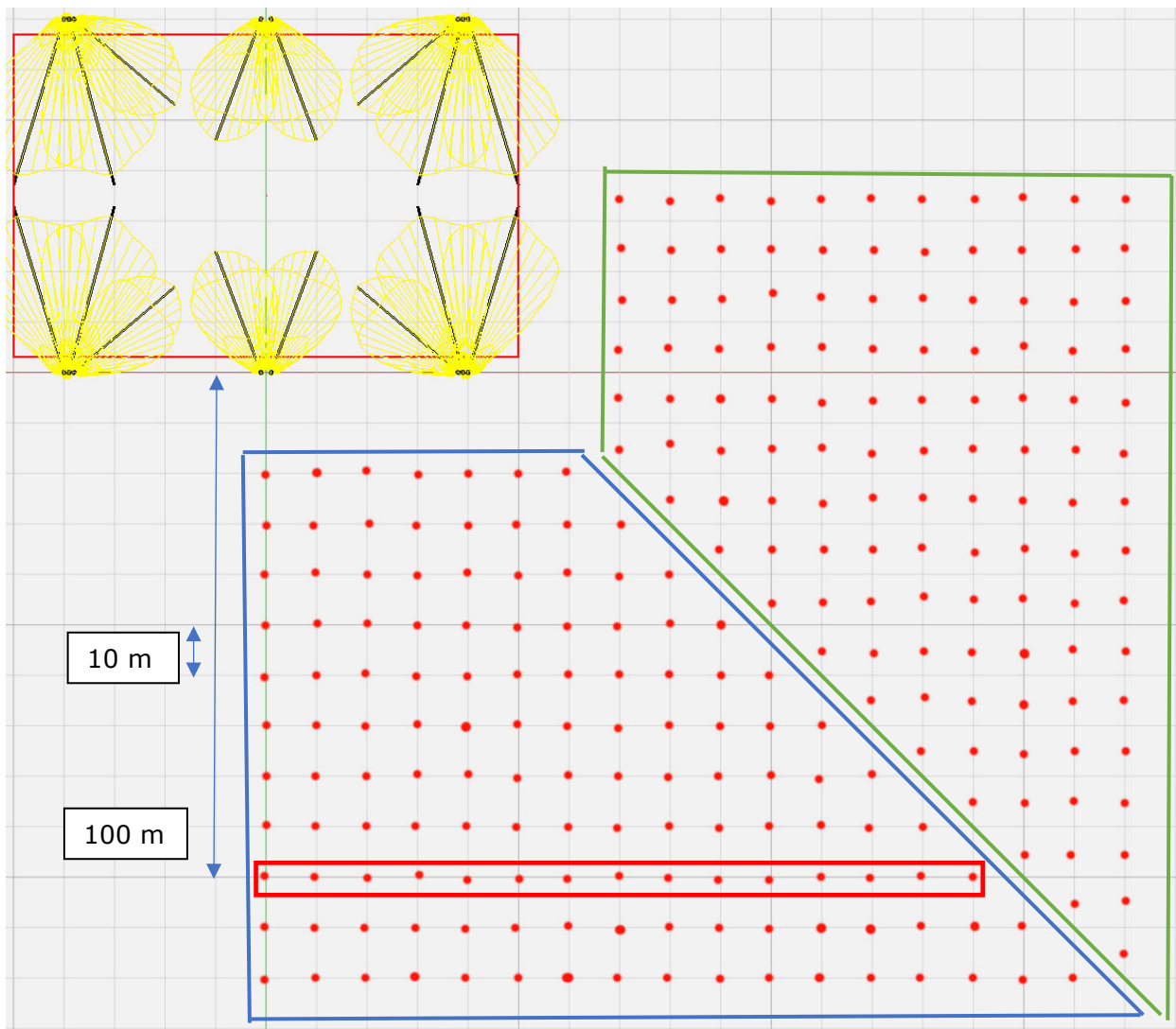


Bild 2 — Fußball 200 Lux, 16 Scheinwerfer (60° Vorstrahlung) mit Ausrichtung und Beobachtern

Im Bild 2 werden die Scheinwerfer (60° Vorstrahlung) mit ihrer Ausrichtung der maximalen Lichtstärke auf den Fußballplatz sowie die Beobchtermatrix gezeigt. Insgesamt sind 16 Scheinwerfer auf 6 Masten angebracht. Jeder rote Punkt steht für einen Beobachter in 2.5 m Höhe. Die blau umrandeten Beobachter werden in der Auswertung der Seite der Leuchtenreihe und die grün umrandeten Beobachter der Seite der Torauslinie zugeordnet.

Die in Bild 2 gezeigte Beobchtermatrix wird nachfolgend für jeden Fußballplatz verwendet.

In der Auswertung (vgl. Anhang) wird jeweils der maximale k-Wert einer Beobchtermatrix mit gleichem Abstand zur Leuchtenreihe bzw. Torauslinie gezeigt. Im Bild 2 ist eine solche relevante Beobchtermatrix rot umrahmt. Im Beispiel wird der maximale k-Wert für die rot umrahmten Beobchtermatrix in die Auswertung für den Abstand von 100 m von der Leuchtenreihe übernommen.

Für ein Beispiel (Fußballplatz, 120 Lux, 60° Vorstrahlung) wird zudem nicht nur der maximale k-Wert pro Beobchtermatrix (z.B. in 50 m Abstand) gezeigt, sondern der maximale k-Wert an jedem Beobchtermatrixpunkt.

Im Bild 3 und 4 folgen die Beleuchtungen mit Scheinwerfer mit 40° und 0° Vorstrahlung.

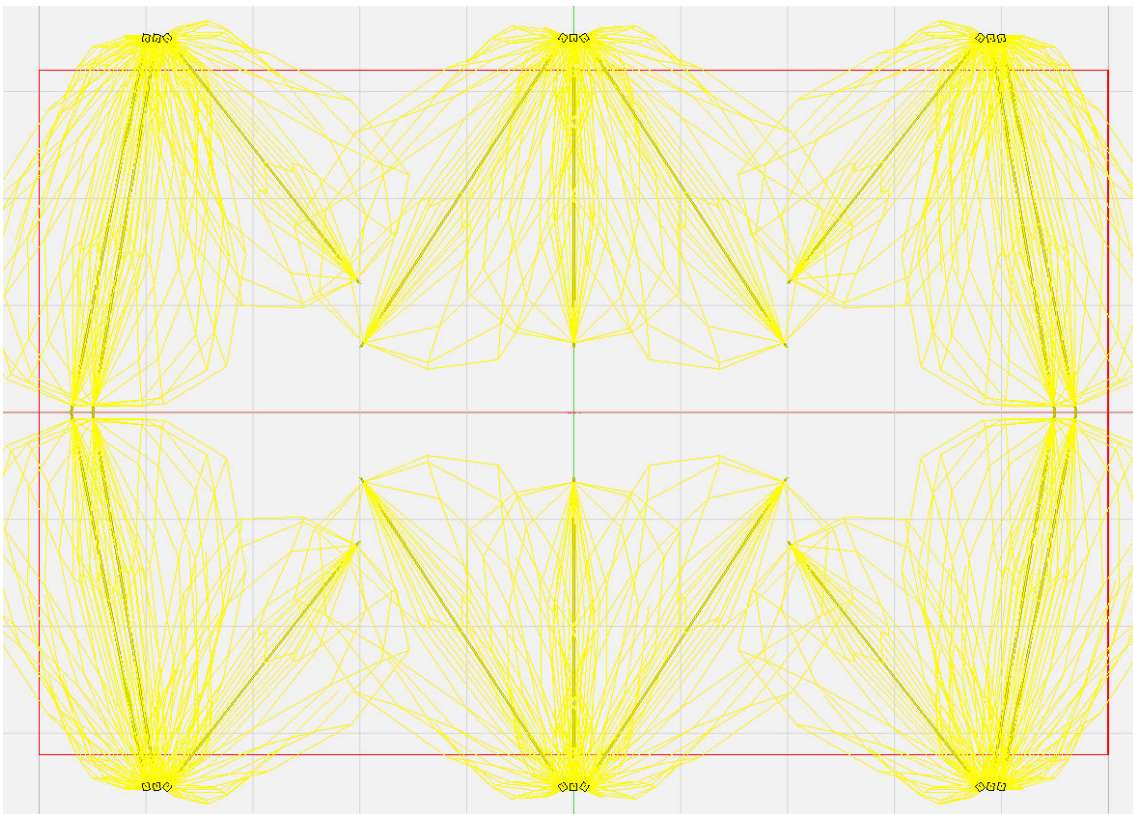


Bild 3 — Fußball 200 Lux, 18 Scheinwerfer (40° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

Im Bild 3 werden die Scheinwerfer mit 40° Vorstrahlung sowie ihrer Ausrichtung für 200 Lux auf dem Fußballplatz gezeigt. Es handelt sich um 18 Scheinwerfer auf 6 Masten. Dieser Scheinwerfertyp wurde bis vor 20 Jahren oft eingesetzt und durch die Weiterentwicklung der Scheinwerfer mit 60° Vorstrahlung abgelöst.

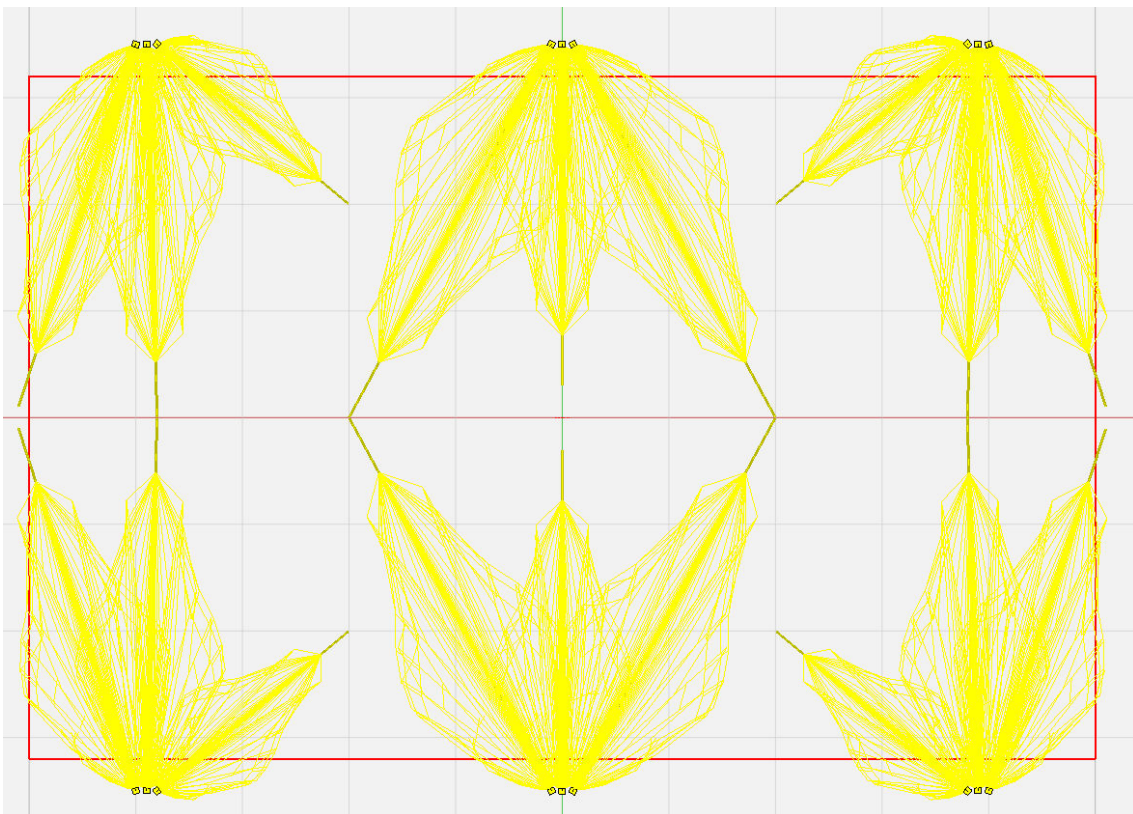


Bild 4 — Fußball 200 Lux, 18 Scheinwerfer (0° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

3.2 Fussballplatz mit Beleuchtung für Amateurliga (120 Lux)

Die Beleuchtung eines Fussballplatzes der Amateurliga mit 120 Lux mittlerer horizontaler Beleuchtungsstärke wird auf Grund der Anzahl an Amateurligaveren häufig vorkommen. Die Anforderungen der SLG 302 müssen erfüllt werden, um eine Spielbewilligung durch den Fussballverband zu erhalten.

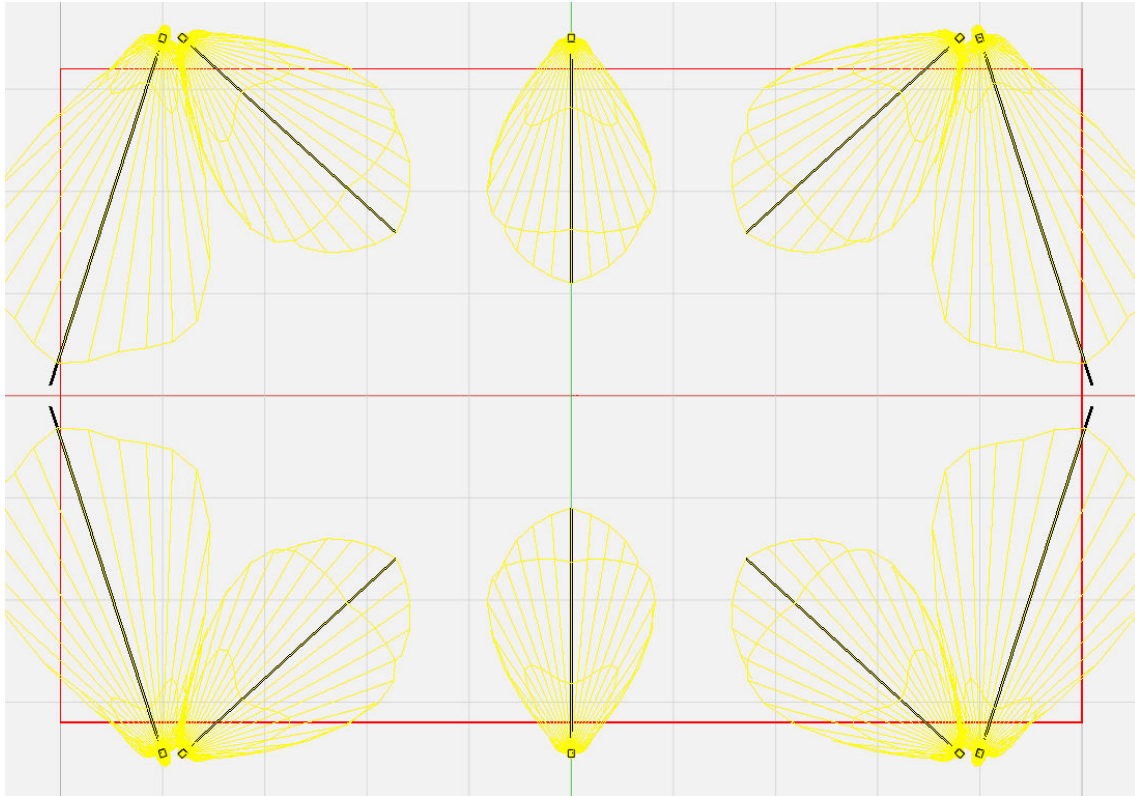


Bild 5 — Fussball 120 Lux, 10 Scheinwerfer (60° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

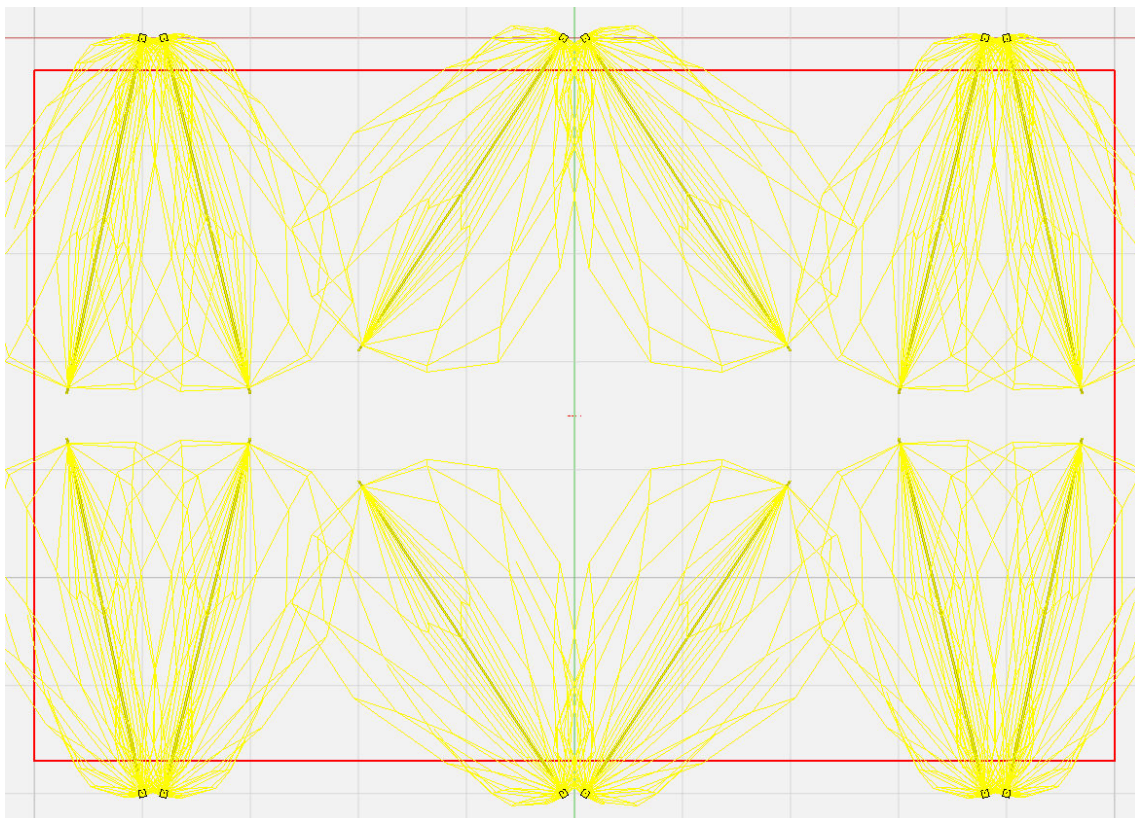


Bild 6 — Fussball 120 Lux, 12 Scheinwerfer (40° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

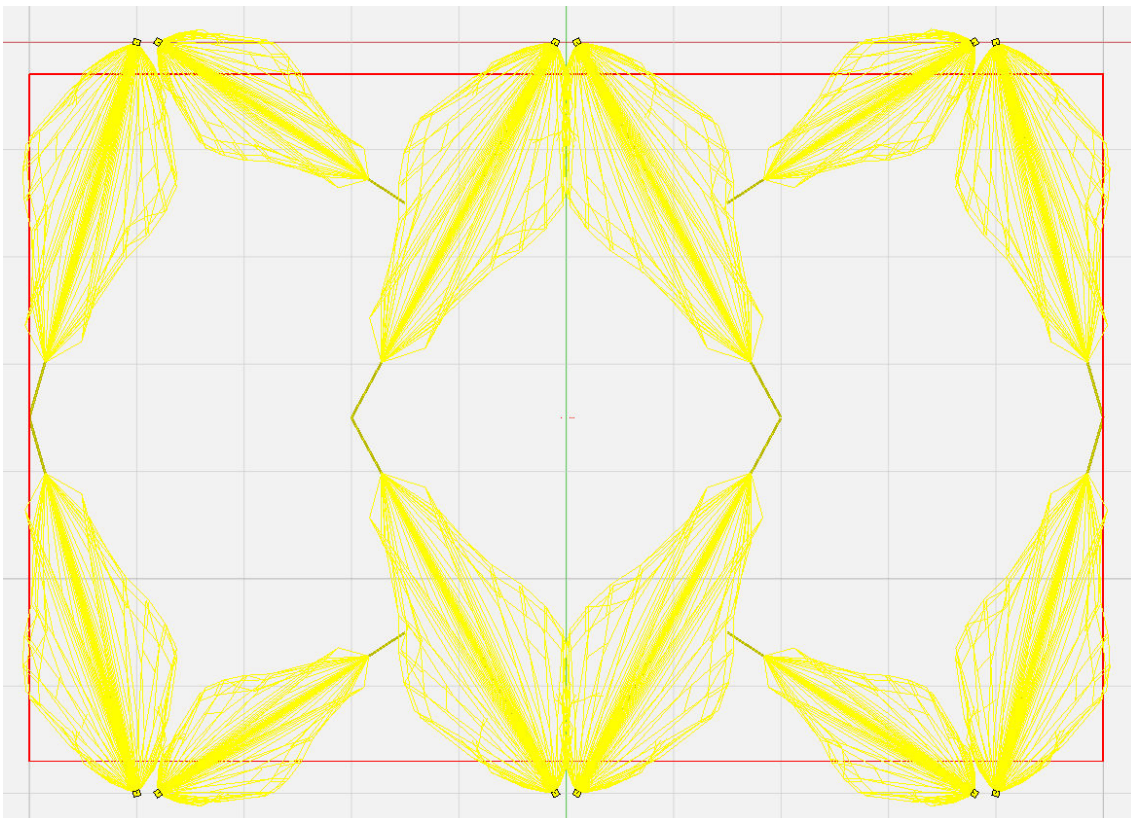


Bild 7 — Fußball 120 Lux, 12 Scheinwerfer (0° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

3.3 Fußballplatz mit Beleuchtung für Training (80 Lux)

Für die Trainingsbeleuchtung eines Fußballplatzes werden 80 Lux mittlerer horizontaler Beleuchtungsstärke empfohlen.

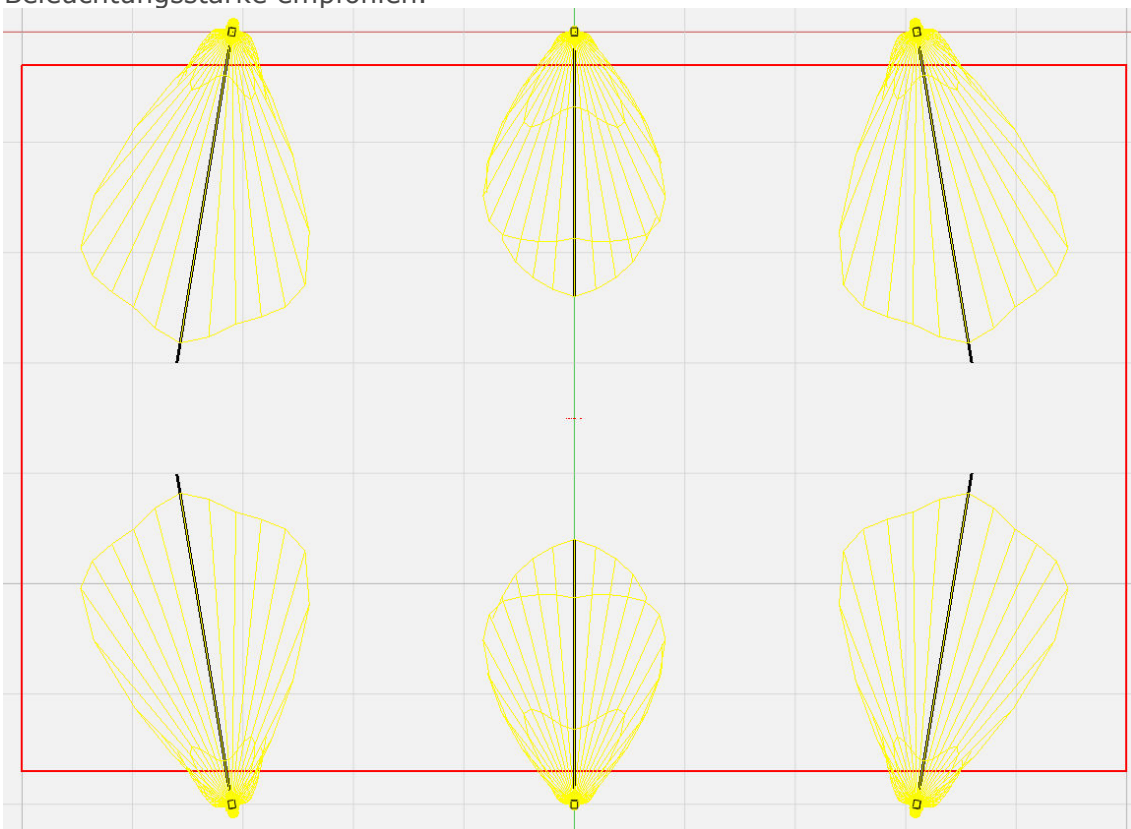


Bild 8 — Fußball 80 Lux, 6 Scheinwerfer (60° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

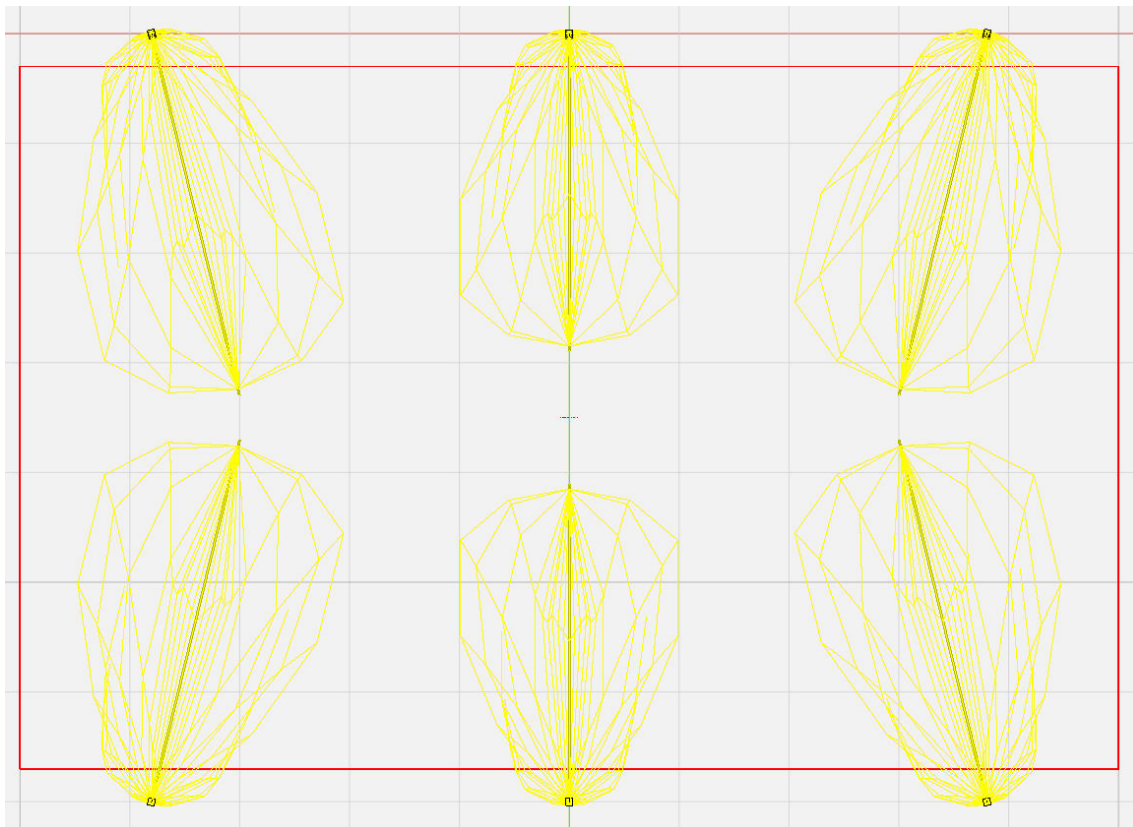


Bild 9 — Fussball 80 Lux, 6 Scheinwerfer (40° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

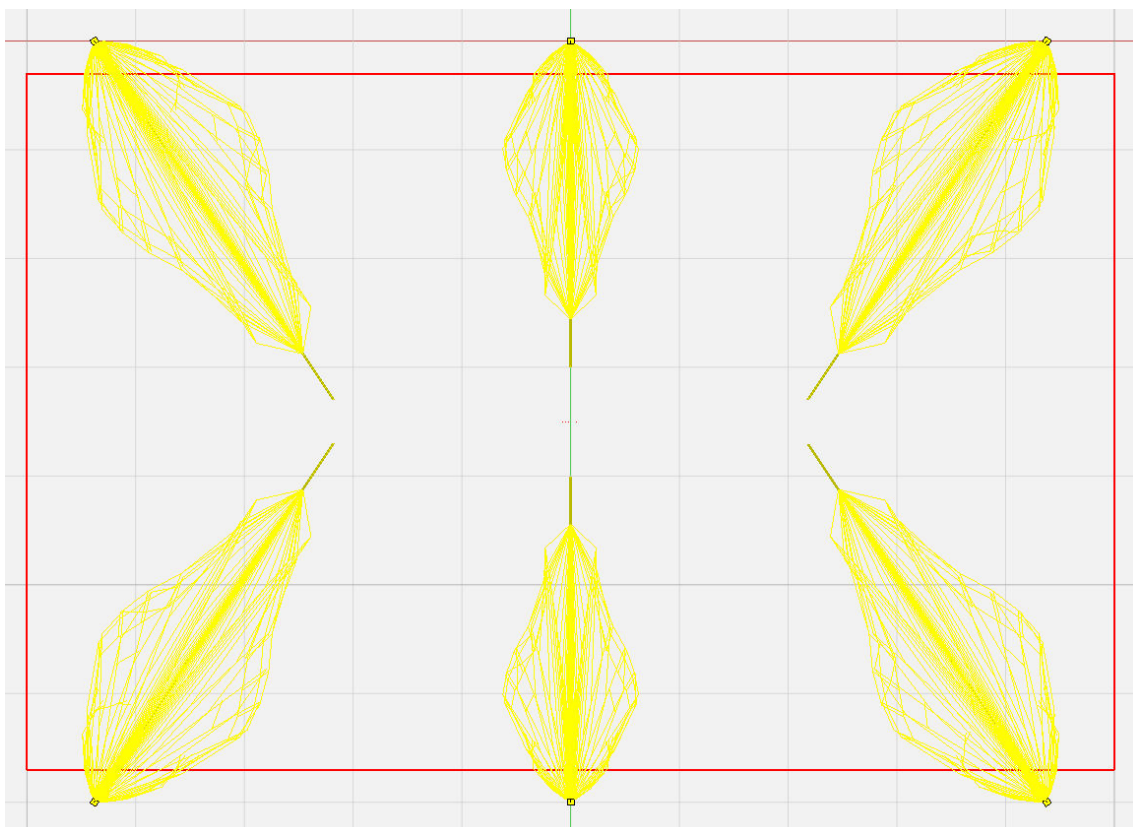


Bild 10 — Fussball 80 Lux, 6 Scheinwerfer (0° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

3.4 Tennisplatz mit 3 Plätzen, Beleuchtung 500 Lux und Beobachtern

Das Bild 11 zeigt die Beleuchtung eines 3er-Tennisplatzes mit 500 Lux mittlerer horizontaler Beleuchtungsstärke. Die Anforderungen der SLG 306 sollten erfüllt werden. Im Bild 11 werden auch die Positionen der Beobachter dargestellt.

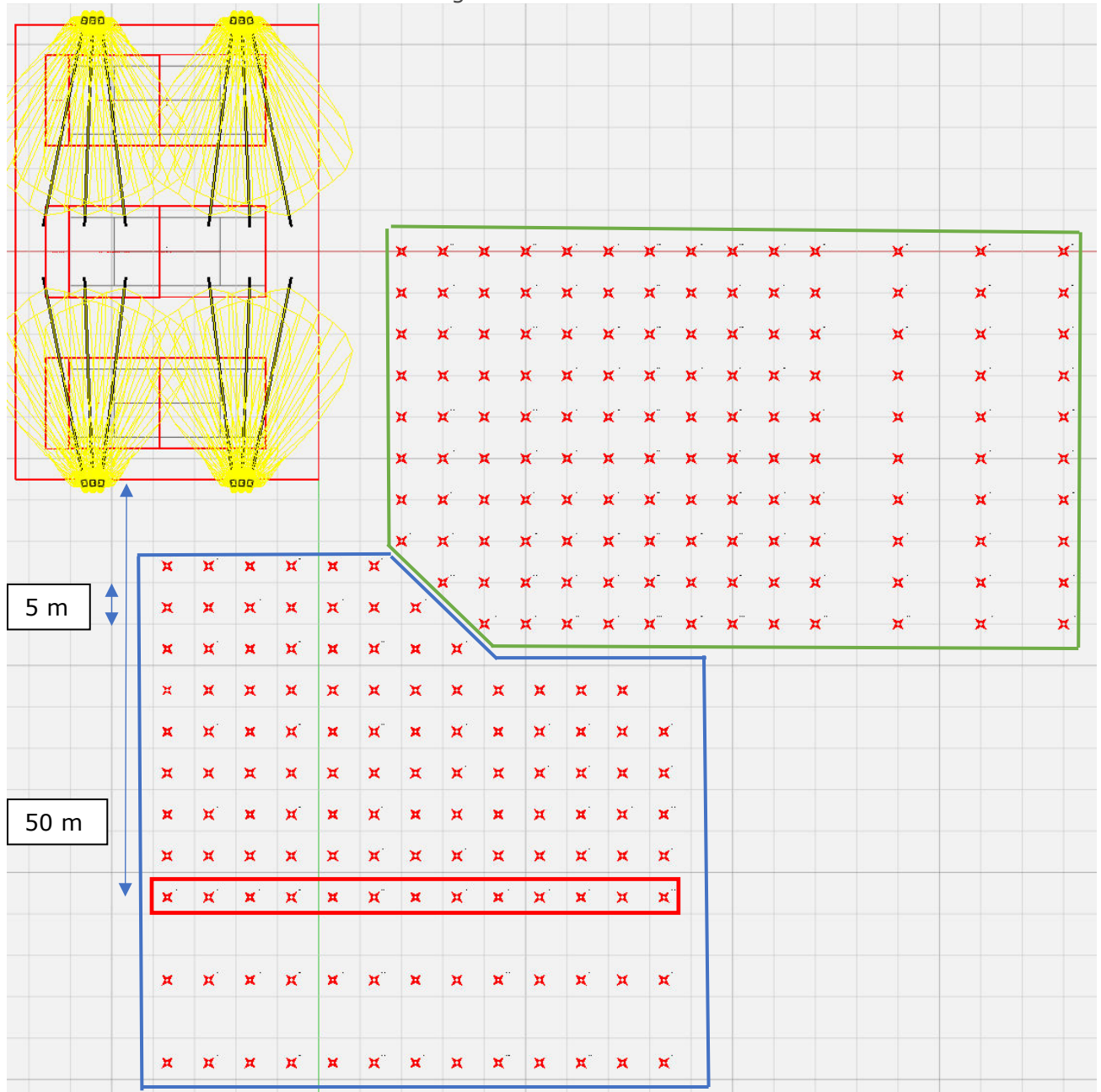


Bild 11 — Tennis 3er 500 Lux, 12 Scheinwerfer (60° Vorstrahl.) mit Ausrichtung und Beobachtern

Im Bild 11 werden die Scheinwerfer (60° Vorstrahlung) mit ihrer Ausrichtung der maximalen Lichtstärke auf den Tennisplatz sowie die Beobachtermatrix gezeigt. Jeder rote Punkt steht für einen Beobachter in 2,5 m Höhe. Die blau umrandeten Beobachter werden in der Auswertung der Seite der Leuchtenreihe und die grün umrandeten Beobachter der seitlichen Tennisplatzgrenze zugeordnet.

In der Auswertung wird der maximale k-Wert einer Beobachterreihe mit gleichem Abstand zur Leuchtenreihe bzw. seitlichen Tennisplatzgrenze gezeigt. Im Bild 11 ist eine solche relevante Beobachterreihe rot umrahmt. Im Beispiel wird der maximale k-Wert für die rot umrahmten Beobachter in die Auswertung für den Abstand von 50 m von der Leuchtenreihe übernommen.

Die in Bild 11 gezeigte Beobachtermatrix wird nachfolgend für jeden Tennisplatz verwendet. Im Bild 12 und 13 folgen die Beleuchtungen mit Scheinwerfer mit 40° und 0° Vorstrahlung.

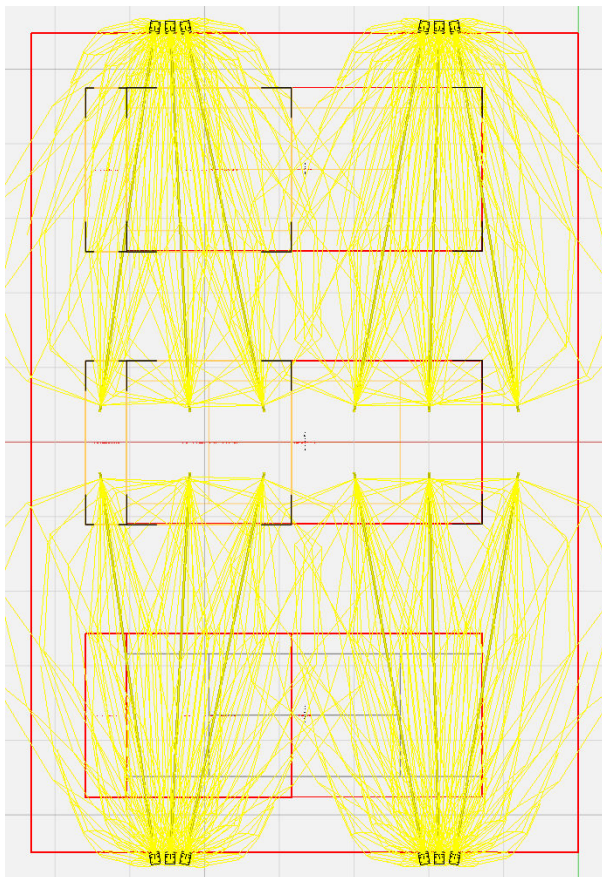


Bild 12 — Tennis 3er 500 Lux, 12 Scheinwerfer (40° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

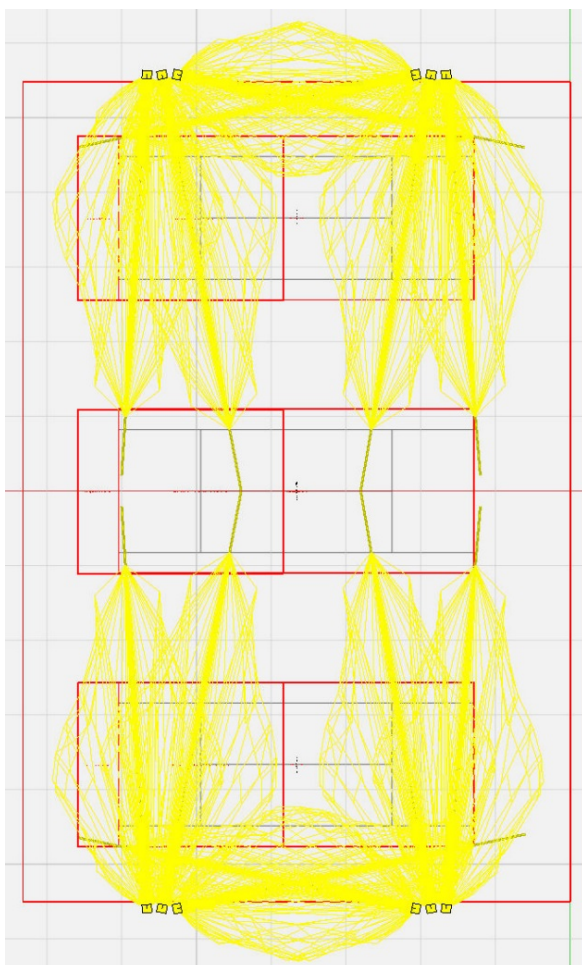


Bild 13 — Tennis 3er 500 Lux, 12 Scheinwerfer (0° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

3.5 Tennisplatz mit 2 Plätzen, Beleuchtung 500 Lux

Das Bild 14 zeigt die Beleuchtung eines 2er-Tennisplatzes mit 500 Lux mittlerer horizontaler Beleuchtungsstärke. Die Anforderungen der SLG 306 sollten erfüllt werden.

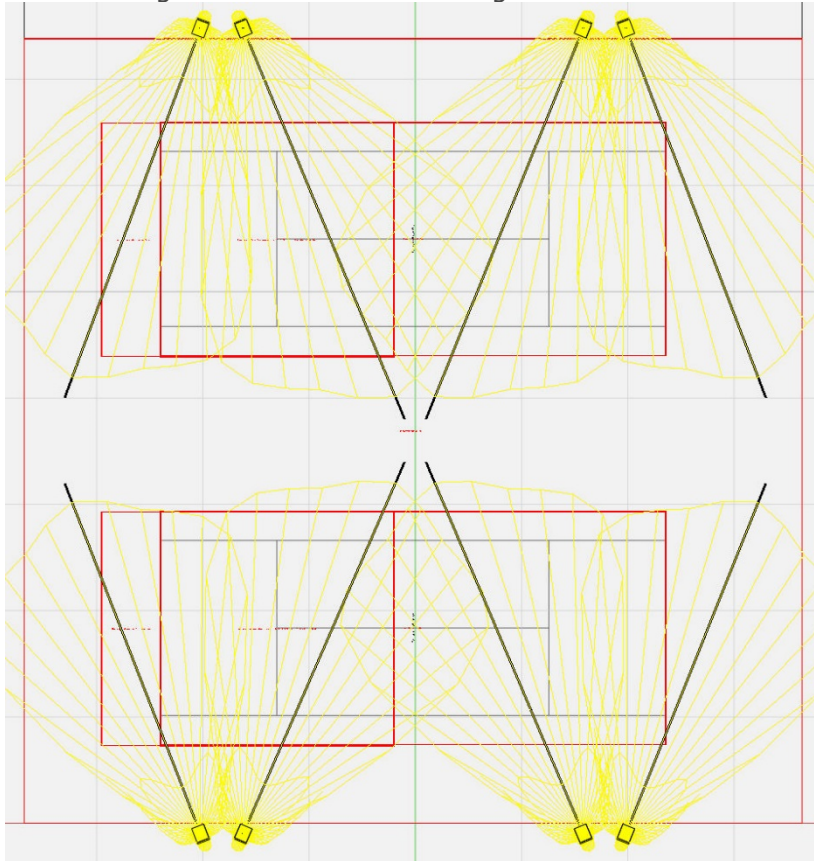


Bild 14 — Tennis 2er 500 Lux, 8 Scheinwerfer (60° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

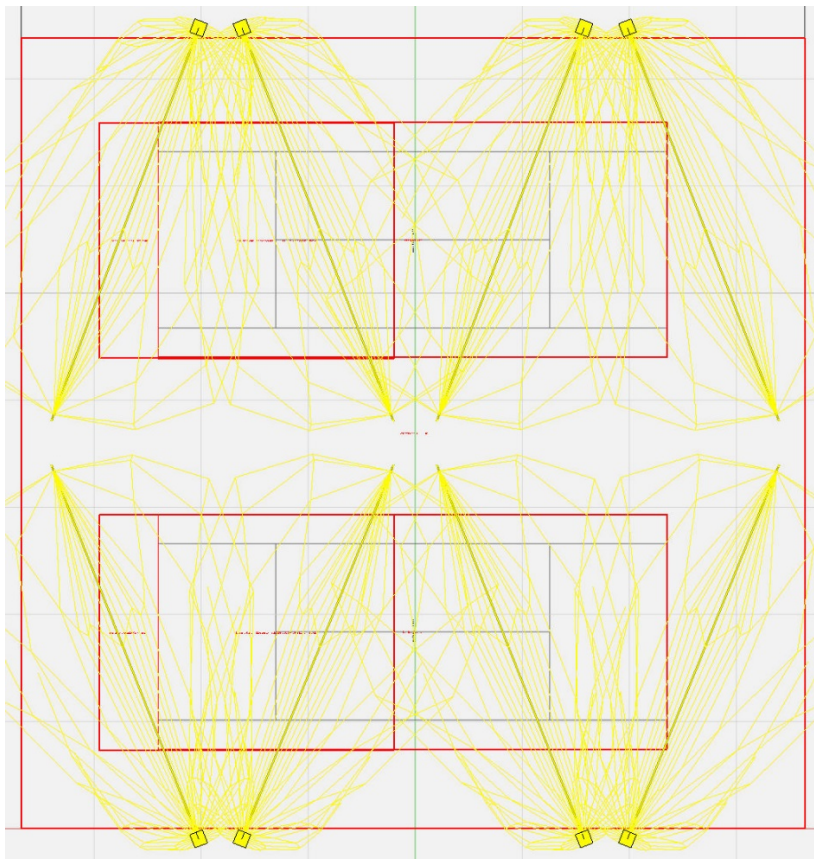


Bild 15 — Tennis 2er 500 Lux, 8 Scheinwerfer (40° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

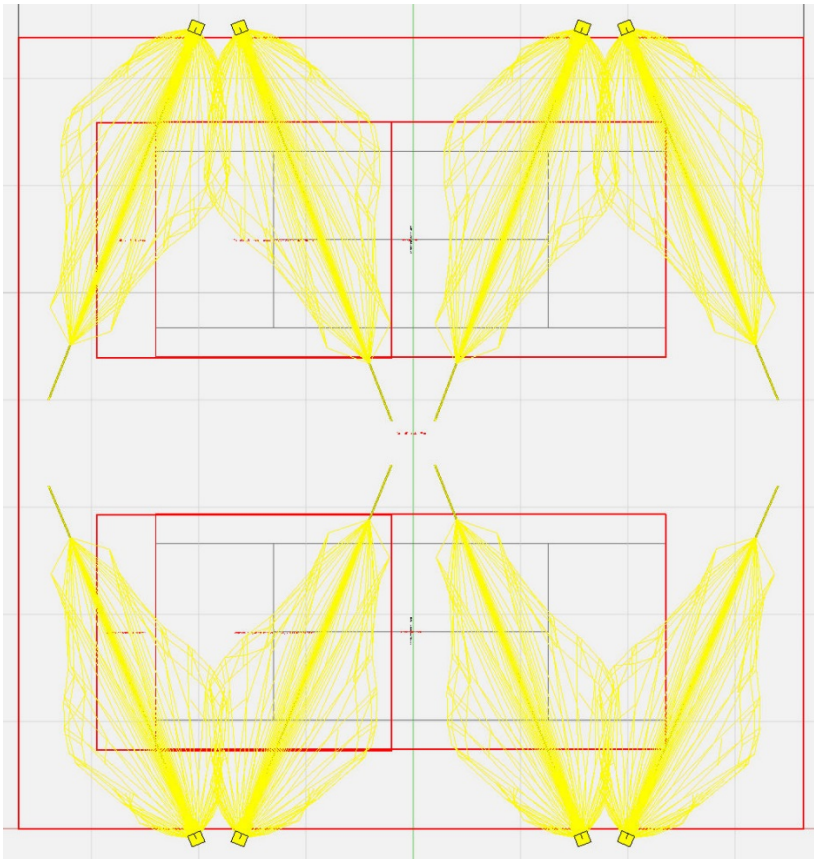


Bild 16 — Tennis 2er 500 Lux, 8 Scheinwerfer (0° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

3.6 Tennisplatz mit 1 Platz, Beleuchtung 500 Lux

Das Bild 17 zeigt die Beleuchtung eines 1er-Tennisplatzes mit 500 Lux mittlerer horizontaler Beleuchtungsstärke. Die Anforderungen der SLG 306 sollten erfüllt werden.

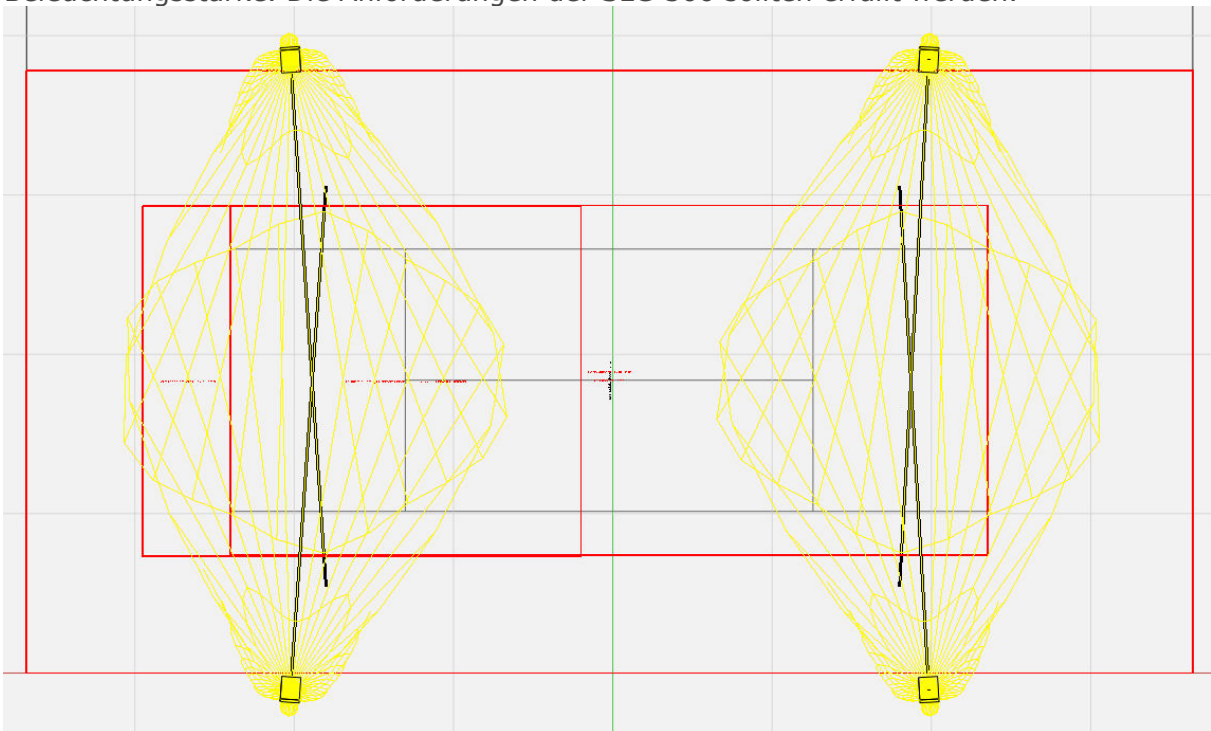


Bild 17 — Tennis 1er 500 Lux, 4 Scheinwerfer (60° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

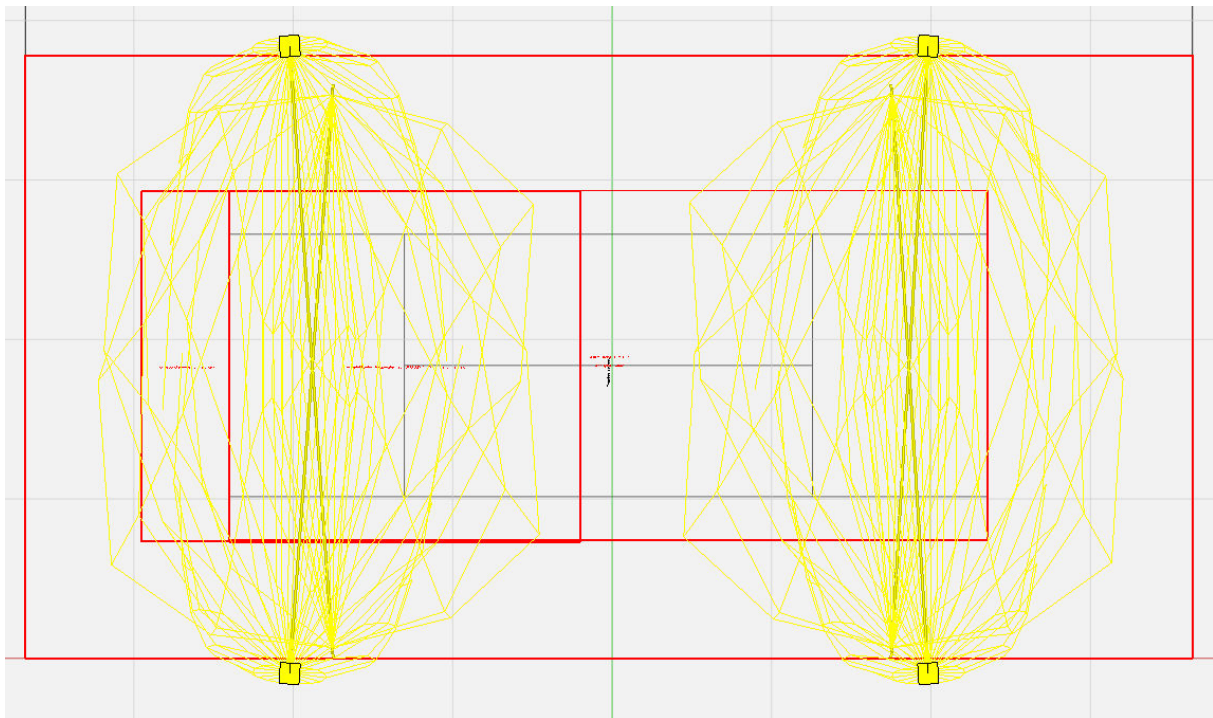


Bild 18 — Tennis 1er 500 Lux, 4 Scheinwerfer (40° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

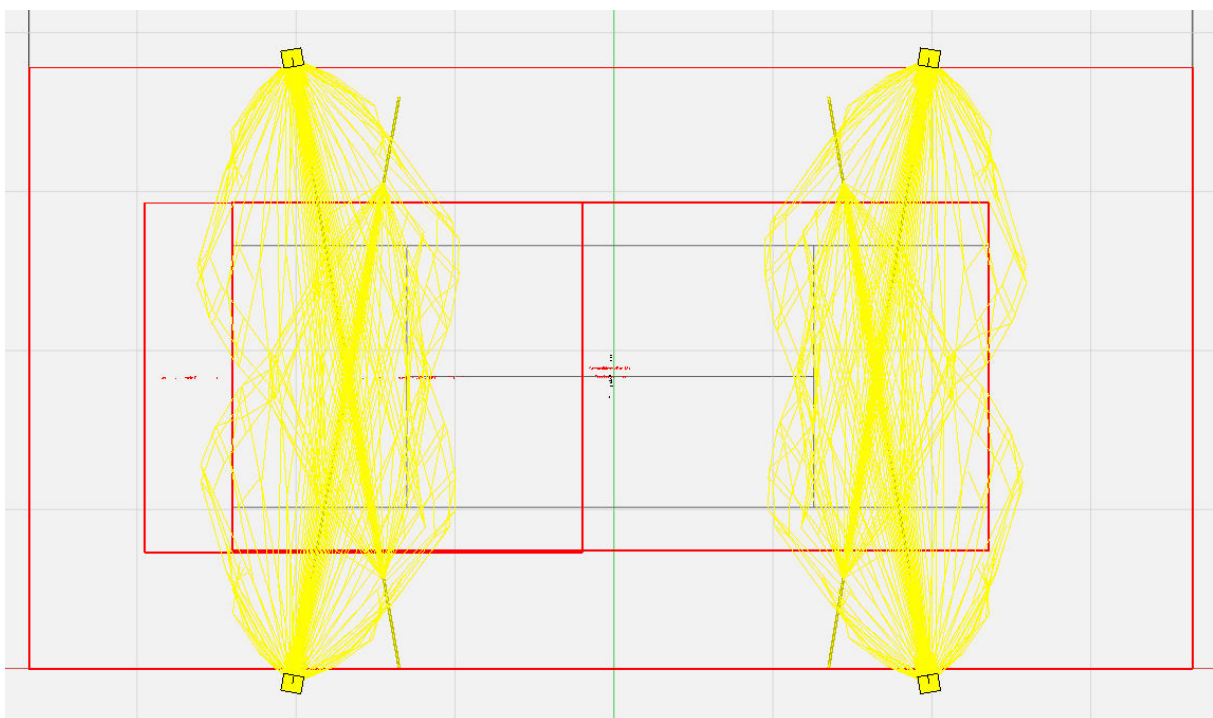


Bild 19 — Tennis 1er 500 Lux, 4 Scheinwerfer (0° Vorstrahlung) mit Ausrichtung

4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass der berechnete **k-Wert in einem bestimmten Abstand zum Platz** für eine gegebene Umgebungsleuchtdichte **sehr unterschiedlich** ausfallen kann. Im Beispiel des Fussballplatzes «120 Lux, 60° Vorstrahlung» ergeben sich bei der dunkelsten Umgebung (0,1 cd/m²) in einem Abstand von 60 m zur Leuchtenreihe auf der Längsseite des Platzes je nach Beobachterstandort k-Werte von 81 bis 240 und in 60 m Abstand zur Torauslinie liegen die k-Werte zwischen 72 und 469. Der Richtwert für k, der nicht überschritten werden soll, beträgt zum Beispiel 96 für die Umgebungszone 3 (gut besiedelte ländliche und städtische Siedlungen). Ob er in einem konkreten Beispiel nun eingehalten oder überschritten wäre, hinge davon ab, an welchem der berechneten Beobachterpunkte Fenster von Wohnhäusern vorhanden sind.

Weiter zeigt sich, dass die **Umgebungsleuchtdichte** einen grossen Einfluss auf die Ergebnisse hat. So nimmt im erwähnten Beispiel «Fussballplatz, 120 Lux, 60° Vorstrahlung» der maximale k-Wert von 240 (in 60 m zur Leuchtenreihe und bei dunkler Umgebung von 0.1 cd/m²) mit zunehmender Umgebungshelligkeit ab. Bei eine Umgebungsleuchtdichte von 0.5 cd/m² beträgt k=107, bei 1 cd/m² ist k=76, bei 4 cd/m² ist k=38 und bei 10 cd/m² ist k=24.

Mit zunehmender Umgebungsleuchtdichte sinken die k-Werte also. Da in der Planungsphase die genaue Umfeldleuchtdichte nicht gemessen werden kann, weil die Helligkeitsanteile der Beleuchtungsanlage fehlen, muss eine Umfeldleuchtdichte angenommen werden. Das k-Werte-Verfahren schlägt für Sportanlagen eine Umfeldleuchtdichte von 0.1 cd/m² vor. Es gibt allerdings noch keine praktischen Erfahrungen, wie hoch die Umfeldleuchtdichte wirklich ist. Es sollten daher Messungen an bestehenden Anlagen vorgenommen werden, um für die Planungsphase Umfeldleuchtdichten abschätzen zu können. Für diesen Bericht wurden Berechnungen mit Umfeldleuchtdichten von 0.1 cd/m² bis 10 cd/m² ausgeführt, um die Entwicklung der k-Werte bei höheren Umfeldleuchtdichten zu zeigen. Die Formel für die k-Werte ist von diesen 0.1 cd/m² bis 10 cd/m² anwendbar.

Einen grossen Einfluss hat auch der **Scheinwerfertyp**. Die niedrigsten k-Werte ergeben sich jeweils für asymmetrische Scheinwerfer mit 60° Vorstrahlung. Mit diesen lässt sich das Licht am besten auf die zu beleuchtende Fläche begrenzen. Symmetrische Scheinwerfer sollten für Anlagen bis 20 m Masthöhe nicht eingesetzt werden, weil sich der k-Wert über die Entfernung zum Sportplatz weniger verringert als mit asymmetrischen Scheinwerfern. Deutlich erkennbar wird das zum Beispiel für den Fussballplatz mit 200 Lux. Hier liegt der k-Wert mit stark asymmetrischen Scheinwerfern in einer Entfernung von 110 m von der Leuchtenreihe bei 0.1 cd/m² Umgebungshelligkeit nur noch bei **94**. Für die Anlage mit dem symmetrischen Scheinwerfer liegt der k-Wert in einer Entfernung von 110 m von der Leuchtenreihe bei 0.1 cd/m² Umgebungshelligkeit bei **530**. Die sichtbare Fläche eines symmetrischen Scheinwerfers, der in Richtung eines Beobachters strahlt, sinkt auf Grund der Neigung von über 60° nur langsam. Auch in einer grösseren Entfernung ist noch viel vom symmetrischen Scheinwerfer zu sehen.

Ausrichtung der Scheinwerfer: Es hat sich gezeigt, dass vor allem die Scheinwerfer kritisch sind, die in Richtung des Beobachters strahlen. Deutlich erkennbar ist das für die Zonen hinter den Fussballtoren für Anlagen mit 120 Lux und 200 Lux. Um die Anforderungen der SLG 302 und SFV erfüllen zu können, müssen Scheinwerfer in Richtung des Tores und damit in Richtung des Beobachters hinter dem Tor ausgerichtet werden. So ergeben sich hier in 20 m Entfernung von der Torauslinie bei 0.1 cd/m² Umgebungshelligkeit k-Werte von über 20'000. Dazu muss gesagt werden, dass auch die Werte der Lichtstärke über 100 kcd liegen.

Abstand des Beobachters: Ein weiterer kritischer Bereich liegt in direkter Nähe zu den Kandelabern. Auch hier kann es zu höheren k-Werten kommen, weil ein Beobachter eine grosse Fläche des Scheinwerfers sieht. In diesen Zonen schneiden symmetrische Scheinwerfer durch ihre grosse Neigung von über 60° besser ab, weil die sichtbare Scheinwerferfläche sowie die Lichtstärke für einen Beobachter unter einem Kandelaber geringer ist als bei asymmetrischen Scheinwerfern, der auch eine Abstrahlung hinter den Kandelaber hat.

Vergleich zu Blendungsbewertung mittels Lichtstärken gemäss SN EN 12193: Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass die k-Werte eine Störwirkung **in der kritischen Nahzone bei tiefen Umgebungshelligkeiten teilweise deutlich strenger bewerten als**

die Bewertung nach Lichtstärken. Nach der heute gültigen Beleuchtungsnorm SN EN 12193 sind für Gebiete mit mittlerer Helligkeit vor der Geltungszeit 10 kcd zulässig. Die vergleichbare Umgebungszone der k-Werte lässt vor der Geltungszeit ein maximales k von 96 zu.

So gibt es in den Ergebnissen für Fussballplätze mit 120 Lux und dem Scheinwerfer mit 60° Vorstrahlung in 30 m Entfernung von der Leuchtenreihe eine maximale Lichtstärke von **9 kcd**. Die Anforderungen der SN EN 12193 wären für diesen Parameter der Lichtimmission erfüllt. Der k-Wert bei **0.1 cd/m²** Umgebungshelligkeit liegt allerdings hier bei **861**, was einer deutlichen Überschreitung des zulässigen Wertes von 96 entspricht. Sogar bei einer Umgebungshelligkeit von **7 cd/m²** beträgt der k-Wert immer noch **103**.

Die Ergebnisse und Diagramme für jede Anlage befinden sich im Anhang. Dabei ist zu beachten, dass es sich jeweils um den «worst case» handelt. Als Zahl vermerkt und in der Grafik dargestellt ist jeweils der höchste k-Wert, der für alle Beobachterstandpunkte in einem bestimmten Abstand senkrecht zur Spielfeldbegrenzung ermittelt wurde. Die übrigen k-Werte für den entsprechenden Abstand liegen also tiefer. Zudem wurde der k-Wert auf einer Höhe von 2.5 m über Boden ermittelt, was etwa einer Wohnung im Parterre entspricht. Für höher gelegene Beobachterstandpunkte kann davon ausgegangen werden, dass der k-Wert tiefer liegt, da sich die Einblickmöglichkeit in die Leuchte verringert (die Fläche der Lichtquelle, wie sie vom Betroffenen aus gesehen wird, nimmt ab).

Ob in einem konkreten Fall der Richtwert überschritten wäre, lässt sich alleine aus den Darstellungen im Anhang also nicht schliessen. Hierzu müssen der genaue Immissionsort (Fenster einer Wohnung) und auch die Umgebungsleuchtdichte bekannt sein.

Die Ergebnisse zeigen, dass es maximale k-Werte für den Fussballplatz "200 Lux, 60° Vorstrahlung" gibt, die kleiner sind als für den Fussballplatz "120 Lux, 60° Vorstrahlung". Da für die Bestimmung des k-Wertes nur *ein* Scheinwerfer genutzt wird, kann der maximale k-Wert trotz der grösserer Anzahl an Scheinwerfern tiefer liegen. Der k-Wert für einen Scheinwerfer ist von der Leuchtdichte des Scheinwerfers und der sichtbaren Fläche für den Beobachter und damit der Ausrichtung des Scheinwerfers abhängig. Der maximale k-Wert kommt dann vom Scheinwerfer, der am störendsten ist. Somit könnte sogar eine Anlage mit nur einem Scheinwerfer für einen Beobachter störender sein als eine Anlage mit 20 Scheinwerfern vom gleichen Typ, wenn ein Beobachter keine leuchtenden Flächen der 20 Scheinwerfer sieht, der *eine* Scheinwerfer aber in Richtung eines Beobachters ausgerichtet ist.

Die Ausrichtung der Scheinwerfer geht am Fussballplatz "120 Lux, 60° Vorstrahlung" stärker in Richtung der Beobachter, was zu höheren k-Werten führt. Diese Ausrichtung der Scheinwerfer am Fussballplatz "120 Lux, 60° Vorstrahlung" ist notwendig, um die Anforderungen der SLG 302 und des SFV an die Gleichmässigkeiten und den Wert der Beleuchtungsstärke vor dem Tor erfüllen zu können.

5 Möglichkeiten einer Absenkung der k-Werte

In diesem Kapitel sollen Möglichkeiten gezeigt werden, die k-Werte gerade in geringen Abständen zu Beobachtern absenken zu können.

Zuerst sollte natürlich ein asymmetrischer Scheinwerfer verwendet und dieser möglichst wenig angestellt werden, so dass das Gehäuse als Blende bzw. Begrenzung für das störende Licht wirkt. Der Scheinwerfer sollte auf möglichst geringe unerwünschte Lichtimmissionen optimiert sein. Im Moment gibt es im Leuchtenmarkt Bemühungen solche LED-Scheinwerfer zu entwickeln.

Als zweite Massnahme sollten die Scheinwerfer so ausgerichtet werden, dass die Anforderungen an die Beleuchtung des Sportplatzes gerade noch erfüllt, die unerwünschte Lichtimmission aber minimiert wird. Oft bringt hier schon eine Änderung der Ausrichtung um ein paar Meter eine spürbare Verminderung der Störwirkung.

Drittens können durch die LED-Technik die Beleuchtungsstärken genau auf die Anforderungen angepasst werden. Durch die Verhinderung gerade der anfänglichen Überbeleuchtung mittels CLO (constant light output) sinken auch die Lichtstärken und damit die k-Werte in Richtung eines Beobachters durch einen möglichen Wartungsfaktor von 0.9 bis 0.94. Ausserdem ist der Lichtstrom der neuen Scheinwerfer so einzustellen, dass die geforderte mittlere Beleuchtungsstärke nur knapp übererfüllt wird. Da die heute sehr oft verwendeten Metall-Halogendampflampen nicht gedimmt werden können, liegen bei diesen Anlagen die mittleren Beleuchtungsstärken teilweise 33 % über den geforderten Beleuchtungsstärken. Die LED-Technik bietet die Möglichkeit den abgegebenen Lichtstrom optimal an die Anlage anzupassen und so die unerwünschte Lichtimmission zu minimieren.

Viertens haben die Ergebnisse gezeigt, dass die asymmetrischen Scheinwerfer mit 60° Vorstrahlung immer leicht mit 2° bis 8° in Richtung der Platzmitte geneigt werden sollten, um die unerwünschte Lichtimmission auf die Rückseite der Kandelaber zu minimieren. Falls sich ein Gebäude in der Nähe der Kandelaber befindet, sollten diese asymmetrischen Scheinwerfer nicht "nach unten" geneigt bzw. abgesenkt werden.

Als Ultima Ratio zur Absenkung der k-Werte kommt die Erhöhung der Anzahl der Scheinwerfer in Frage. Im Anhang befindet sich eine Beispielanlage für 120 Lux mit 18 stark asymmetrischen Scheinwerfern. Jeder dieser 18 Scheinwerfer hat nur 100 klm Lichtstrom. Damit sinken trotz Verwendung der gleichen Lichtstärkeverteilungskurve die absoluten Lichtstärken. Der k-Wert sinkt dadurch **von 1179 auf 638** auf der Seite der Leuchten und **von 29072 auf 1122** hinter dem Tor bei **0.1 cd/m²** Umgebungshelligkeit in jeweils 20 m Entfernung. Allerdings muss gesagt werden, dass sich hier die Kosten der Beleuchtungsanlage durch die grössere Anzahl an Scheinwerfern, die höhere notwendige Stabilität der Kandelaber und den grösseren Installationsaufwand deutlich erhöhen.

Diese Methode nutzt die Tatsache, dass die k-Werte jeden Scheinwerfer einzeln betrachten und die Anzahl der Blendquellen nicht in die Bewertung der Störwirkung eingeht, selbst wenn mehrere Scheinwerfer in die gleiche Richtung strahlen. Die Methode der k-Werte macht keine Aussage darüber, wie sich ein Beobachter durch mehrere Blendquellen geringerer Helligkeit gestört fühlt. Ob sich diese theoretische Verringerung der Blendung durch Absenkung des k-Wertes in der Praxis auch wirklich so auswirkt, ist unklar. Wenn man zum Beispiel in einen 1000 W- oder 2000 W-Scheinwerfer schaut, blenden diese auf Grund der grossen Lichtmenge beide stark.

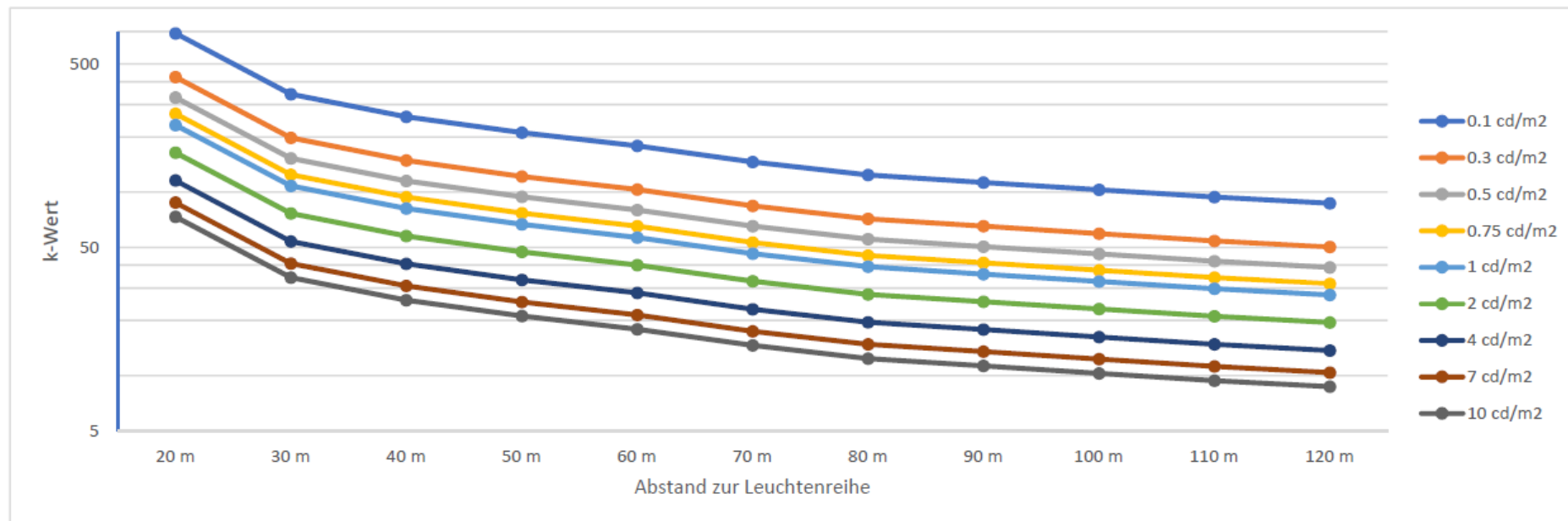
6 Anhang – k-Werte für jede Anlage in Tabellen- und Diagrammform

Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 200 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für die 1. Liga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	734	424	328	268	232	164	116	88	73	2.58 kcd
30 m	342	198	153	125	108	77	54	41	34	3.17 kcd
40 m	258	149	115	94	82	58	41	31	26	2.53 kcd
50 m	211	122	94	77	67	47	33	25	21	2.24 kcd
60 m	179	103	80	65	57	40	28	21	18	2.00 kcd
70 m	146	84	65	53	46	33	23	17	15	1.72 kcd
80 m	124	72	55	45	39	28	20	15	12	1.56 kcd
90 m	113	65	51	41	36	25	18	14	11	1.49 kcd
100 m	103	59	46	38	33	23	16	12	10	1.42 kcd
110 m	94	54	42	34	30	21	15	11	9	1.36 kcd
120 m	87	50	39	32	28	19	14	10	9	1.31 kcd

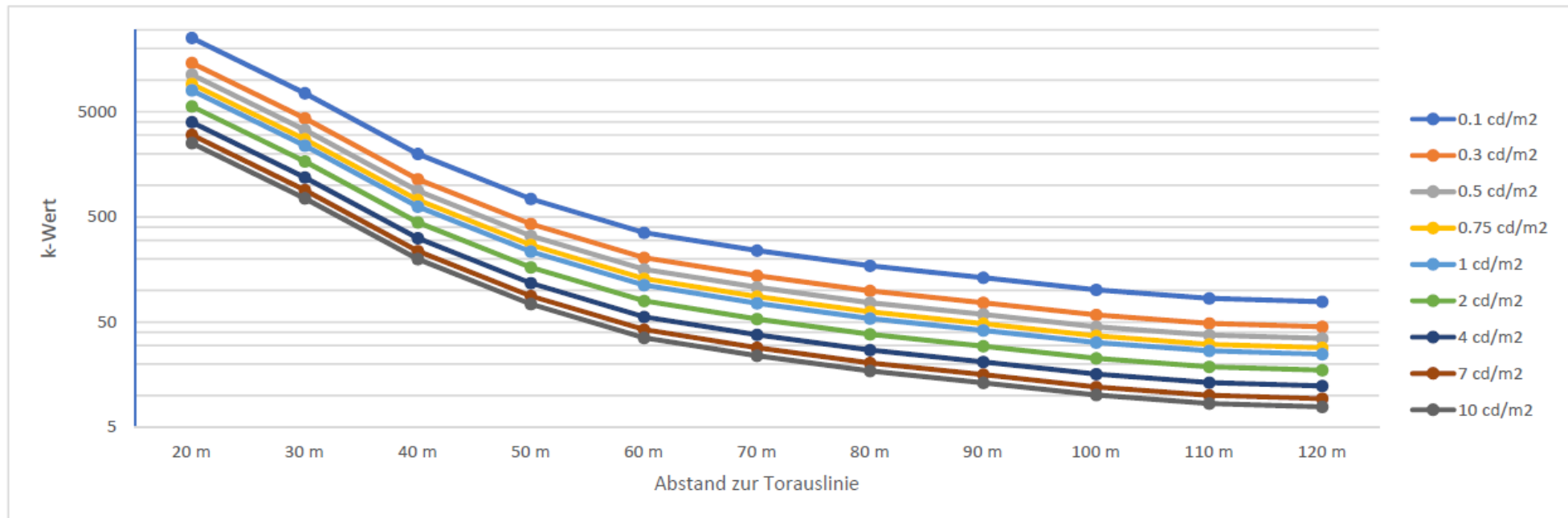


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 200 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur Torauslinie

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für die 1. Liga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Torauslinie und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Torauslinie.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	25211	14556	11275	9206	7972	5638	3986	3013	2521	116.26 kcd
30 m	7520	4342	3363	2746	2378	1682	1189	899	752	39.99 kcd
40 m	1980	1143	886	723	626	443	313	237	198	11.24 kcd
50 m	740	427	331	270	234	165	117	88	74	4.47 kcd
60 m	354	204	158	129	112	79	56	42	35	2.41 kcd
70 m	239	138	107	87	76	53	38	29	24	1.70 kcd
80 m	171	99	76	62	54	38	27	20	17	1.30 kcd
90 m	132	76	59	48	42	30	21	16	13	1.04 kcd
100 m	101	58	45	37	32	23	16	12	10	0.84 kcd
110 m	84	48	38	31	27	19	13	10	8	1.29 kcd
120 m	78	45	35	28	25	17	12	9	8	1.25 kcd

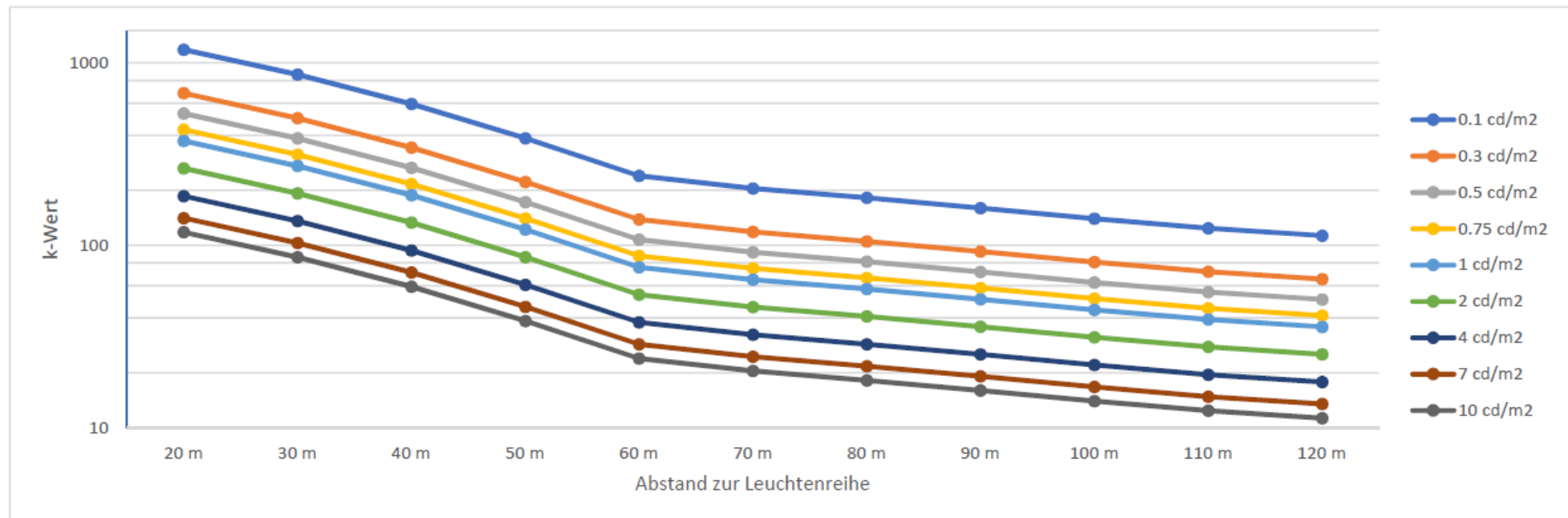


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 120 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Amateurliga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	1179	681	527	430	373	264	186	141	118	11.57 kcd
30 m	861	497	385	314	272	193	136	103	86	9.00 kcd
40 m	594	343	266	217	188	133	94	71	59	6.57 kcd
50 m	385	222	172	140	122	86	61	46	39	4.64 kcd
60 m	240	139	107	88	76	54	38	29	24	3.04 kcd
70 m	205	118	92	75	65	46	32	25	21	2.60 kcd
80 m	182	105	81	66	58	41	29	22	18	2.41 kcd
90 m	160	92	72	58	51	36	25	19	16	2.22 kcd
100 m	140	81	63	51	44	31	22	17	14	2.03 kcd
110 m	124	72	55	45	39	28	20	15	12	1.92 kcd
120 m	113	65	51	41	36	25	18	14	11	1.81 kcd

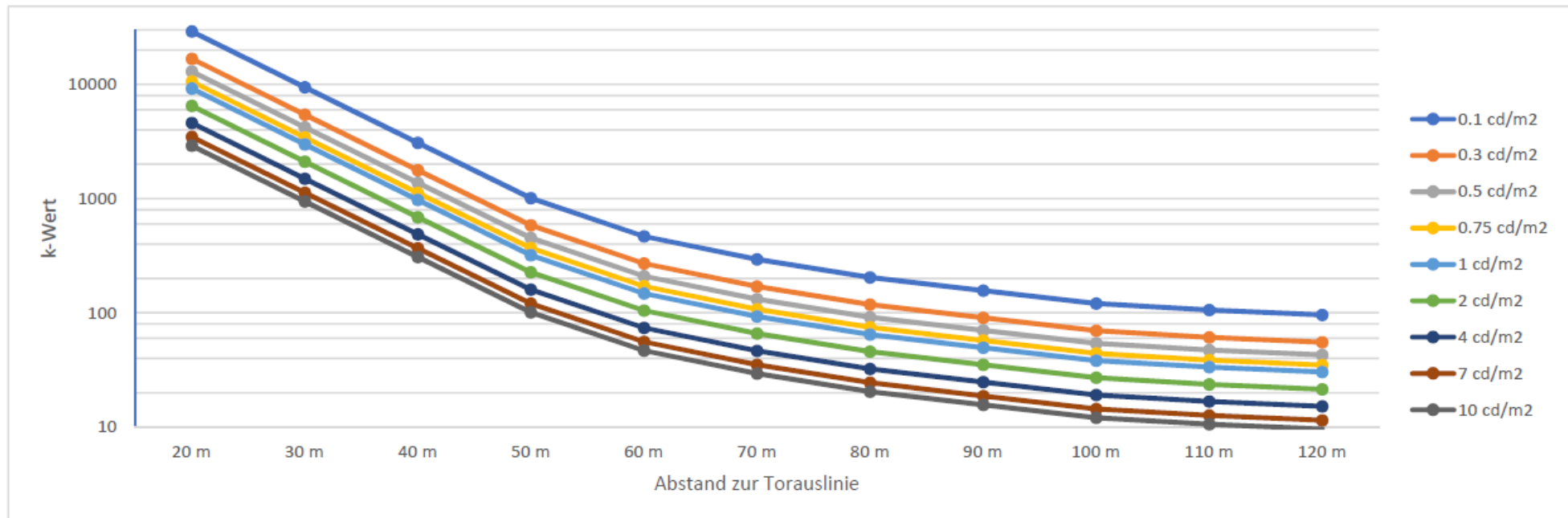


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 120 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur Torauslinie

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Amateurliga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Torauslinie und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Torauslinie.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	29072	16785	13002	10616	9193	6501	4597	3475	2907	136.23 kcd
30 m	9432	5446	4218	3444	2983	2109	1491	1127	943	51.27 kcd
40 m	3081	1779	1378	1125	974	689	487	368	308	17.91 kcd
50 m	1013	585	453	370	320	227	160	121	101	6.55 kcd
60 m	469	271	210	171	148	105	74	56	47	3.45 kcd
70 m	295	170	132	108	93	66	47	35	29	2.26 kcd
80 m	205	118	92	75	65	46	32	25	20	1.63 kcd
90 m	157	91	70	57	50	35	25	19	16	1.29 kcd
100 m	121	70	54	44	38	27	19	14	12	1.06 kcd
110 m	106	61	47	39	34	24	17	13	11	1.75 kcd
120 m	96	55	43	35	30	21	15	11	10	1.66 kcd



Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 120 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe


Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Amateurliga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Es wird für jeden Beobachter der maximale k-Wert für eine Umfeldleuchtdichte von 0.1 cd/m^2 dargestellt.

Der k-Wert für einen Beobachter zeigt die höchste Störwirkung von einem der 10 Scheinwerfer.

Der Punkt 0;0 liegt auf der Position des Kandlebers in der Platzmitte.



Abstand	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m	110 m	120 m	130 m	140 m	150 m	160 m
0 m																	
10 m																	
20 m	1179	1148	1076	724	583	411	298										
30 m	861	801	708	467	404	294	218	181									
40 m	594	539	458	309	268	200	146	127	121								
50 m	363	385	334	277	202	161	127	105	110	99							
60 m	205	240	240	216	175	139	120	96	94	95	81						
70 m	178	205	202	161	147	122	110	99	82	85	81	67					
80 m	158	182	169	145	140	122	104	95	84	72	75	68	59				
90 m	148	160	142	131	128	119	102	91	83	72	65	66	58	53			
100 m	136	140	126	122	116	114	101	87	81	72	63	59	57	50	48		
110 m	124	122	114	113	107	105	99	86	77	71	63	55	52	49	45	43	
120 m	113	106	103	103	100	95	95	85	74	69	63	55	49	47	43	41	39

Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 120 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur Torauslinie

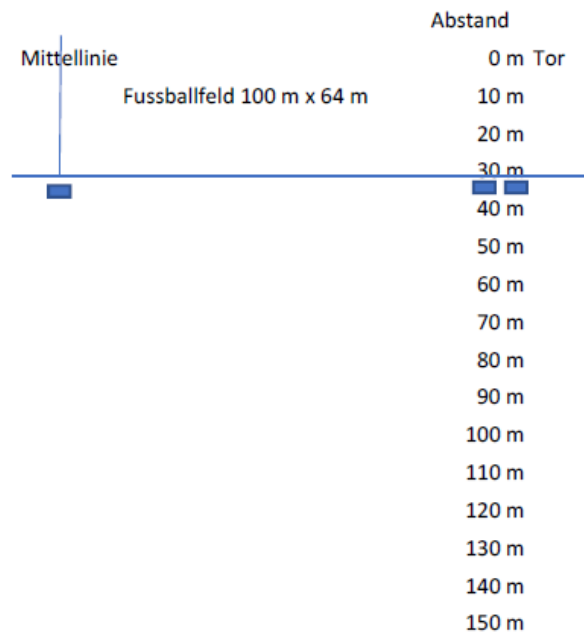
Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Amateurliga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Torauslinie und damit die kürzestes Entfernung vom Beobachter zur Torauslinie.

Es wird für jeden Beobachter der maximale k-Wert für eine Umfeldleuchtdichte von 0.1 cd/m² dargestellt.

Der k-Wert für einen Beobachter zeigt die höchste Störwirkung von einem der 10 Scheinwerfer.

Der Punkt 0;0 liegt auf der Torauslinie in der Tormitte.



Abstand	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m	110 m	120 m
0 m Tor	22174	9432	3081	1008	344	174	134	122	112	102	94		
10 m	29072	8868	2448	1013	394	256	160	127	116	106	96		
20 m	7333	2392	1871	859	434	278	203	132	117	104	93		
30 m	1433	1184	913	718	469	295	205	157	121	97	90		
40 m	601	463	521	512	418	269	193	157	121	101	86		
50 m	300	304	322	334	291	227	173	141	119	92	87		
60 m		197	189	195	196	182	159	122	102	87	79		
70 m			117	128	134	139	127	110	84	72	69		
80 m				85	96	100	95	86	73	67	65		
90 m					72	68	69	61	60	59	59		
100 m						64	60	57	54	52	52		
110 m							57	54	51	49	46		
120 m								51	48	46	44		
130 m									46	44	42		
140 m										42	40		
150 m												42	39

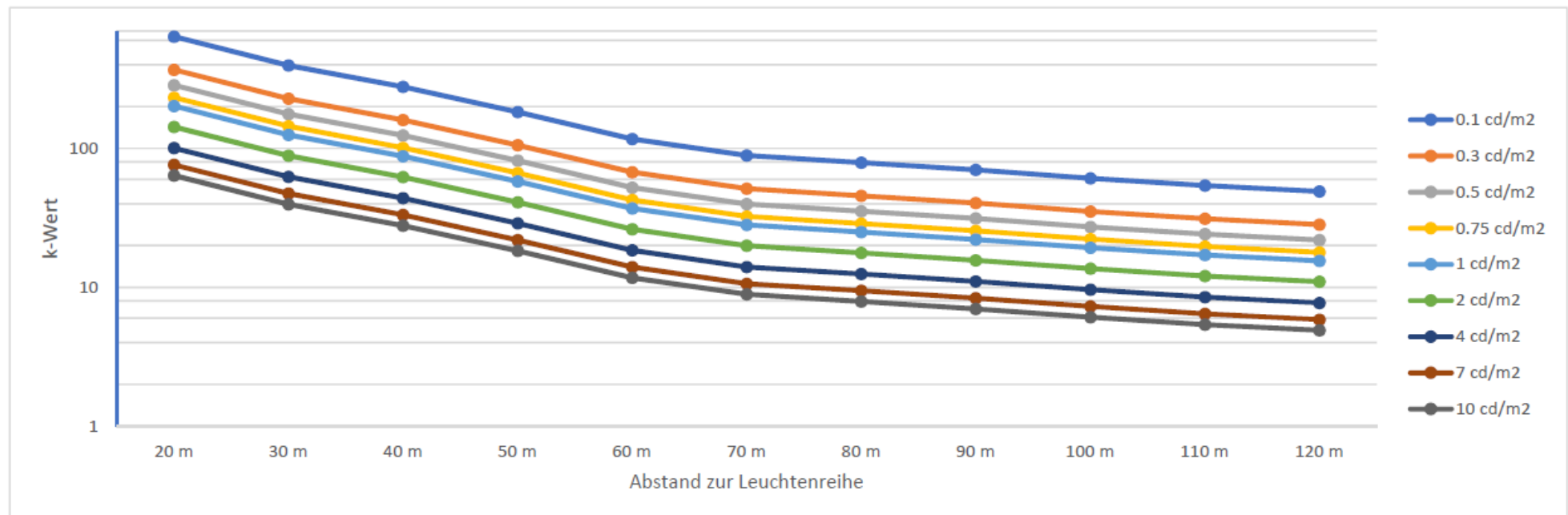
Möglichkeit der Reduzierung der Störwirkung durch eine Senkung des Lichtstroms und Erhöhung der Anzahl an Scheinwerfern

Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 120 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Amateurliga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m, 18 Scheinwerfer mit reduziertem Lichtstrom

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	638	369	285	233	202	143	101	76	64	5.84 kcd
30 m	396	229	177	144	125	89	62	47	40	3.91 kcd
40 m	278	161	124	101	88	62	44	33	28	2.93 kcd
50 m	183	106	82	67	58	41	29	22	18	2.06 kcd
60 m	117	68	52	43	37	26	18	14	12	1.42 kcd
70 m	89	51	40	32	28	20	14	11	9	1.13 kcd
80 m	79	46	35	29	25	18	12	9	8	1.05 kcd
90 m	70	40	31	26	22	16	11	8	7	0.97 kcd
100 m	61	35	27	22	19	14	10	7	6	0.88 kcd
110 m	54	31	24	20	17	12	9	6	5	0.83 kcd
120 m	49	28	22	18	16	11	8	6	5	0.79 kcd

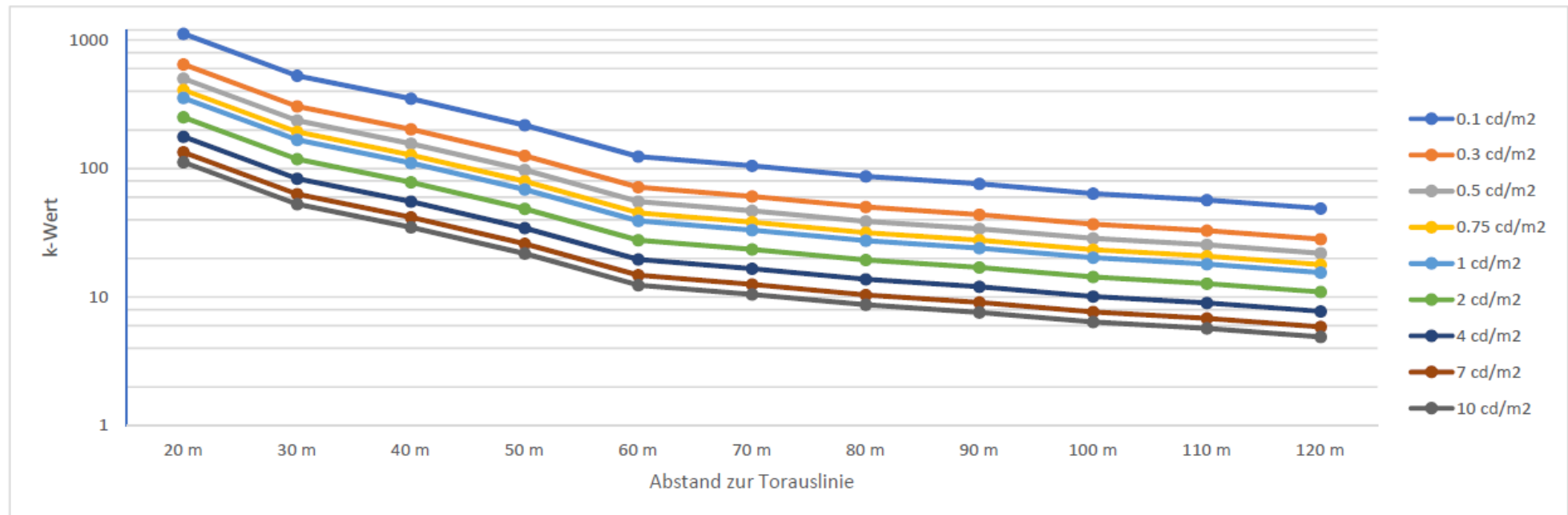


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 120 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur Torauslinie

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Amateurliga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m, 18 Scheinwerfer mit reduziertem Lichtstrom

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Torauslinie und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Torauslinie.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	1122	648	502	410	355	251	177	134	112	9.06 kcd
30 m	529	305	237	193	167	118	84	63	53	4.58 kcd
40 m	350	202	157	128	111	78	55	42	35	3.38 kcd
50 m	218	126	97	80	69	49	34	26	22	2.22 kcd
60 m	124	72	55	45	39	28	20	15	12	1.33 kcd
70 m	105	61	47	38	33	23	17	13	10	1.19 kcd
80 m	87	50	39	32	28	19	14	10	9	1.07 kcd
90 m	76	44	34	28	24	17	12	9	8	0.97 kcd
100 m	64	37	29	23	20	14	10	8	6	0.85 kcd
110 m	57	33	25	21	18	13	9	7	6	0.82 kcd
120 m	49	28	22	18	15	11	8	6	5	0.75 kcd

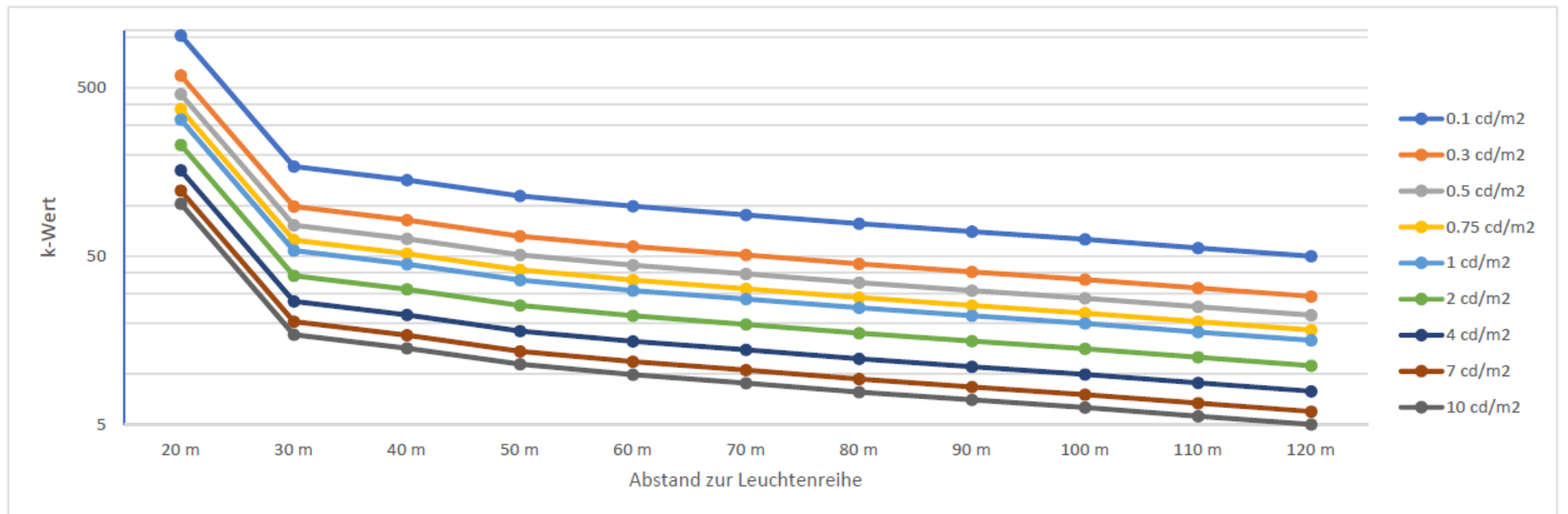


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 80 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Training werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	1026	593	459	374	325	230	162	123	103	3.73 kcd
30 m	171	99	76	62	54	38	27	20	17	1.55 kcd
40 m	142	82	63	52	45	32	22	17	14	1.37 kcd
50 m	114	66	51	42	36	26	18	14	11	1.20 kcd
60 m	99	57	44	36	31	22	16	12	10	1.09 kcd
70 m	88	51	39	32	28	20	14	11	9	1.03 kcd
80 m	78	45	35	28	25	17	12	9	8	0.94 kcd
90 m	70	40	31	26	22	16	11	8	7	0.90 kcd
100 m	63	36	28	23	20	14	10	8	6	0.83 kcd
110 m	56	32	25	20	18	13	9	7	6	0.78 kcd
120 m	50	29	22	18	16	11	8	6	5	0.72 kcd

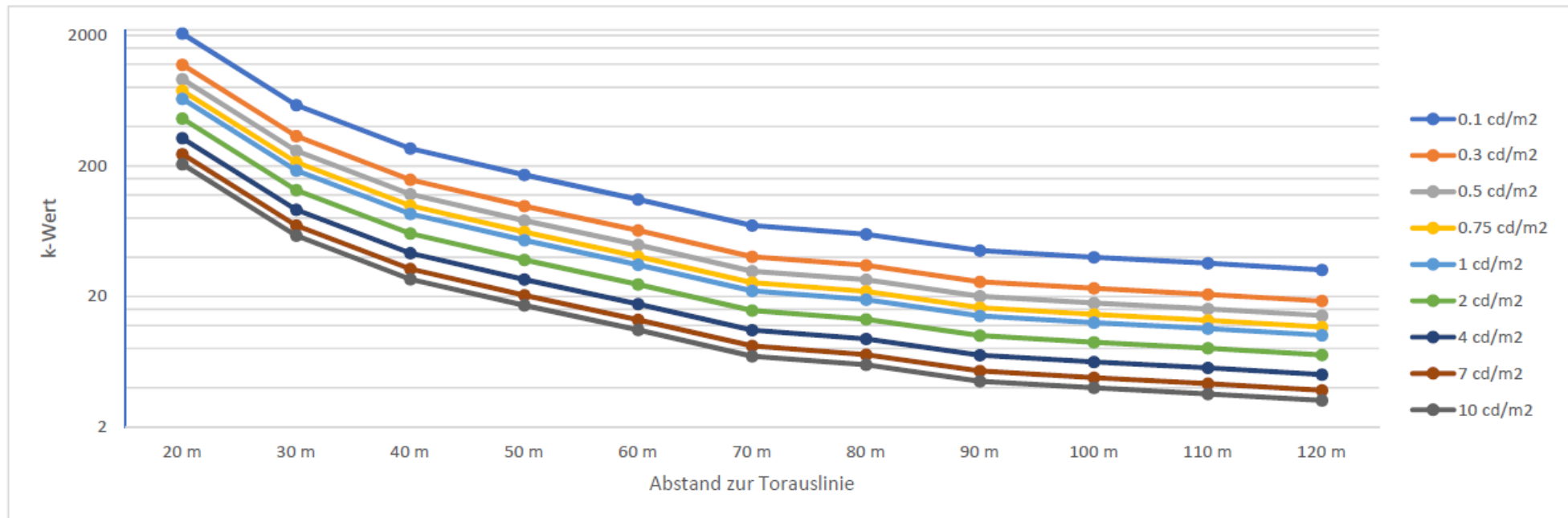


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 80 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur Torauslinie

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Training werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Torauslinie und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Torauslinie.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	2063	1191	923	753	652	461	326	247	206	10.04 kcd
30 m	585	338	262	214	185	131	93	70	58	3.03 kcd
40 m	272	157	122	99	86	61	43	33	27	1.52 kcd
50 m	171	99	76	62	54	38	27	20	17	1.01 kcd
60 m	111	64	50	41	35	25	18	13	11	0.69 kcd
70 m	70	40	31	26	22	16	11	8	7	0.45 kcd
80 m	60	35	27	22	19	13	9	7	6	0.40 kcd
90 m	45	26	20	16	14	10	7	5	4	0.60 kcd
100 m	40	23	18	15	13	9	6	5	4	0.56 kcd
110 m	36	21	16	13	11	8	6	4	4	0.52 kcd
120 m	32	18	14	12	10	7	5	4	3	0.47 kcd

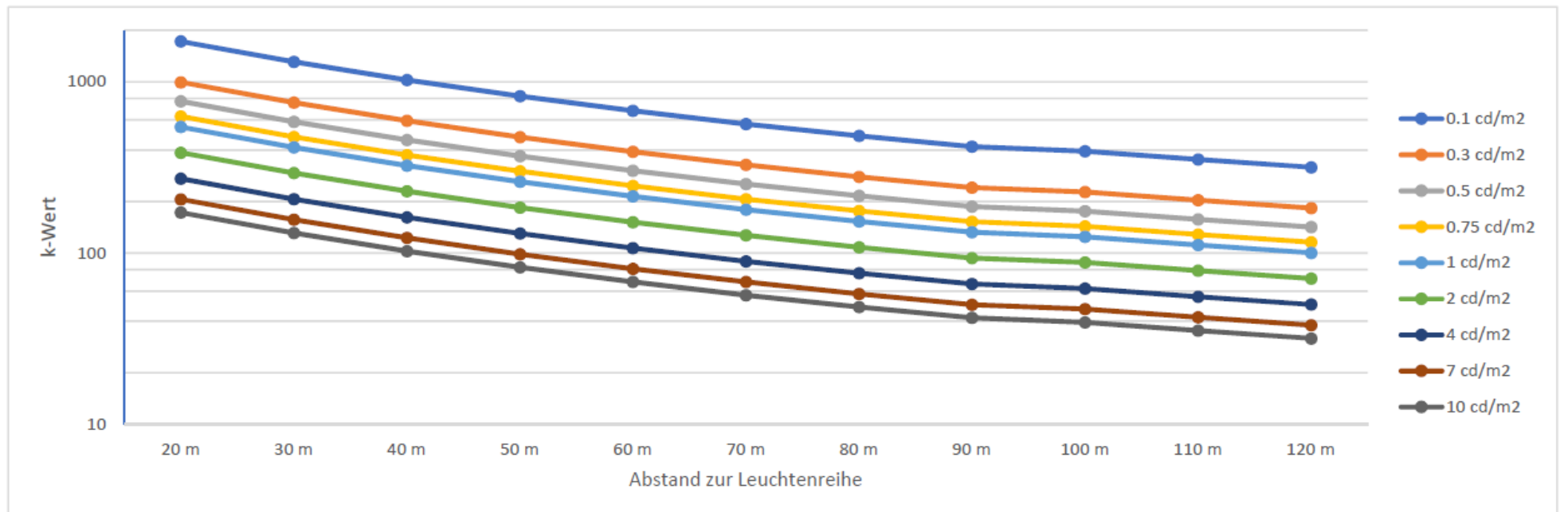


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 200 Lux Vorstrahlung 40° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für die 1. Liga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	1723	995	770	628	545	386	272	206	172	29.92 kcd
30 m	1309	756	585	477	414	293	207	157	131	25.14 kcd
40 m	1025	592	458	374	324	230	162	123	103	21.58 kcd
50 m	824	476	368	301	261	185	130	99	82	18.86 kcd
60 m	677	391	303	247	214	152	107	81	68	16.76 kcd
70 m	567	328	253	207	179	127	89	68	57	15.09 kcd
80 m	483	279	216	176	153	108	76	58	48	13.75 kcd
90 m	418	241	187	152	132	94	66	50	42	12.66 kcd
100 m	393	227	176	143	124	88	62	47	39	12.62 kcd
110 m	352	203	157	128	111	79	56	42	35	11.93 kcd
120 m	317	183	142	116	100	71	50	38	32	11.33 kcd

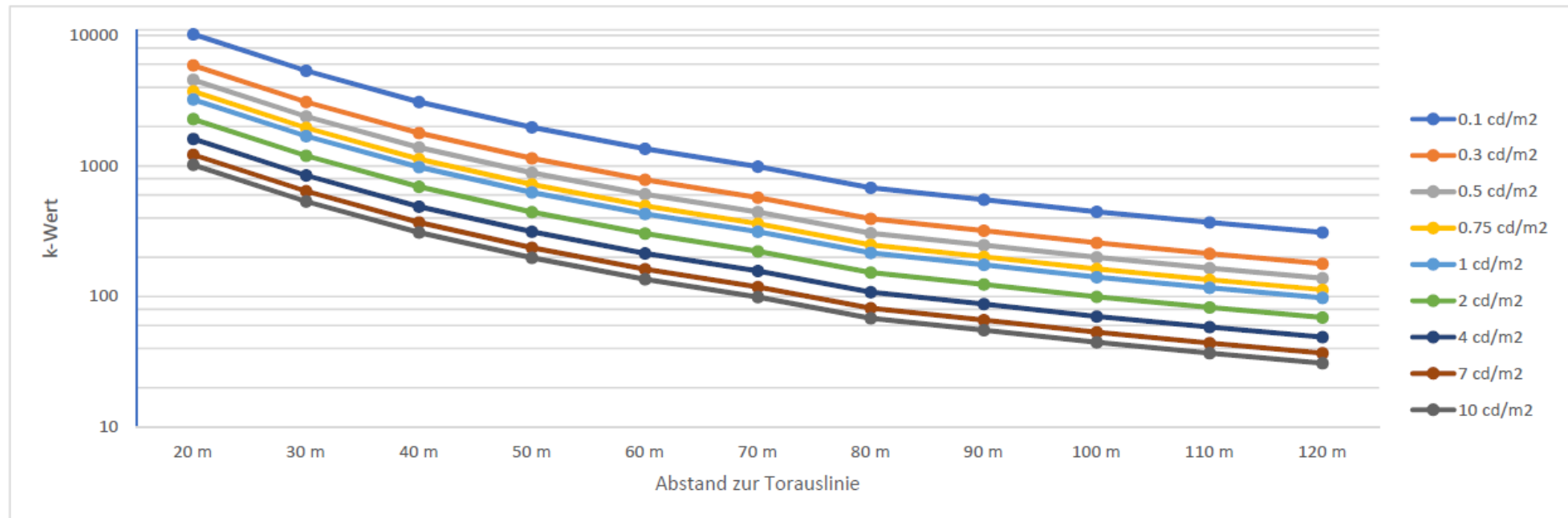


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 200 Lux Vorstrahlung 40° - Beobachter in Abstand zur Torauslinie

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für die 1. Liga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Torauslinie und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Torauslinie.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	10200	5889	4562	3725	3225	2281	1613	1219	1020	89.81 kcd
30 m	5357	3093	2396	1956	1694	1198	847	640	536	59.88 kcd
40 m	3093	1786	1383	1129	978	692	489	370	309	41.97 kcd
50 m	1980	1143	886	723	626	443	313	237	198	31.61 kcd
60 m	1356	783	606	495	429	303	214	162	136	22.75 kcd
70 m	991	572	443	362	313	222	157	118	99	18.99 kcd
80 m	682	394	305	249	216	153	108	82	68	15.81 kcd
90 m	553	319	247	202	175	124	87	66	55	13.26 kcd
100 m	446	258	199	163	141	100	71	53	45	11.76 kcd
110 m	369	213	165	135	117	83	58	44	37	10.05 kcd
120 m	309	178	138	113	98	69	49	37	31	9.65 kcd

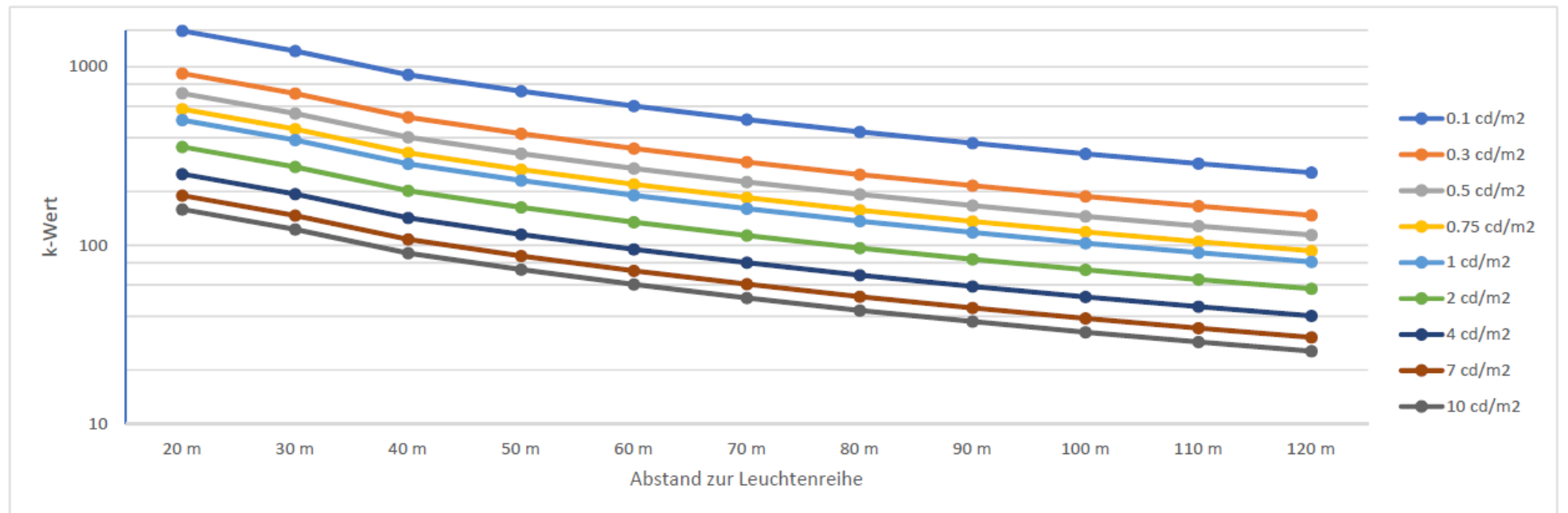


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 120 Lux Vorstrahlung 40° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Amateurliga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	1588	917	710	579	502	356	251	190	159	25.42 kcd
30 m	1226	708	548	447	388	275	193	147	123	21.69 kcd
40 m	902	521	403	329	285	202	142	108	90	18.01 kcd
50 m	729	421	326	266	231	163	115	87	73	15.80 kcd
60 m	602	348	269	220	190	135	95	72	60	14.07 kcd
70 m	506	292	226	185	160	113	80	61	51	12.68 kcd
80 m	431	249	193	157	136	97	68	52	43	11.55 kcd
90 m	373	215	167	136	118	84	59	45	37	10.61 kcd
100 m	325	188	145	119	103	73	51	39	33	9.82 kcd
110 m	287	166	128	105	91	64	45	34	29	9.15 kcd
120 m	255	147	114	93	81	57	40	30	26	8.56 kcd

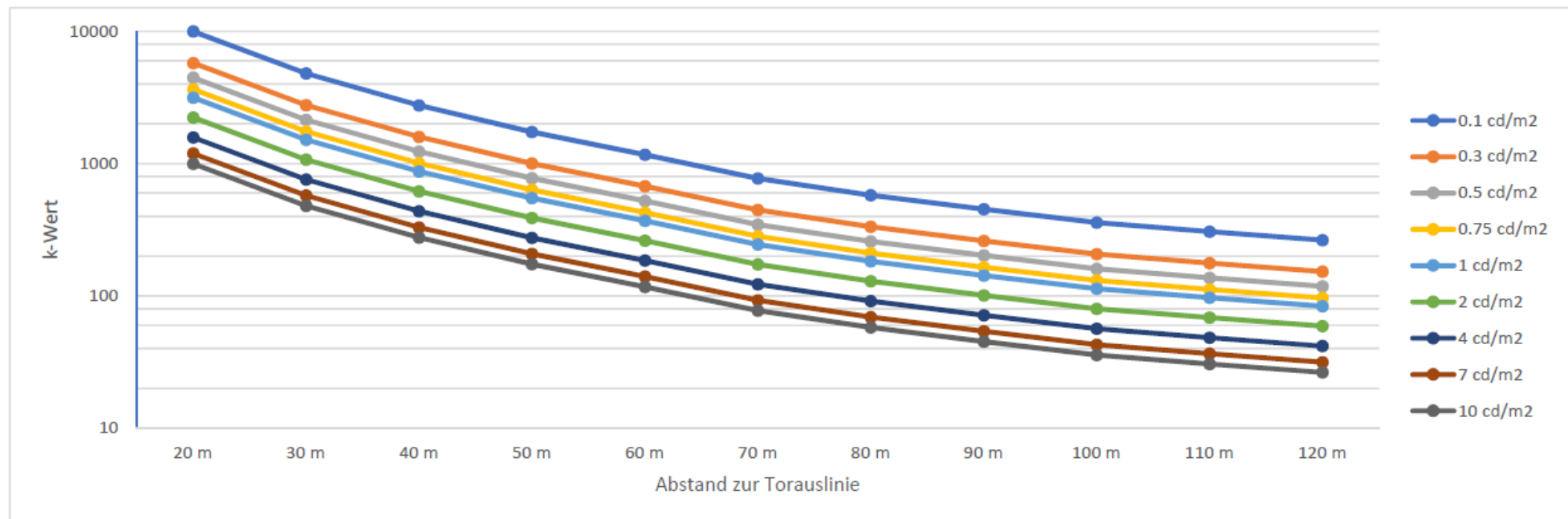


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 120 Lux Vorstrahlung 40° - Beobachter in Abstand zur Torauslinie

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Amateurliga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Torauslinie und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Torauslinie.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	9988	5767	4467	3647	3158	2233	1579	1194	999	72.68 kcd
30 m	4799	2771	2146	1752	1518	1073	759	574	480	46.22 kcd
40 m	2757	1592	1233	1007	872	617	436	330	276	33.11 kcd
50 m	1738	1003	777	635	550	389	275	208	174	25.01 kcd
60 m	1170	676	523	427	370	262	185	140	117	19.64 kcd
70 m	774	447	346	283	245	173	122	93	77	14.85 kcd
80 m	578	334	259	211	183	129	91	69	58	11.57 kcd
90 m	452	261	202	165	143	101	71	54	45	10.15 kcd
100 m	358	207	160	131	113	80	57	43	36	8.89 kcd
110 m	306	177	137	112	97	68	48	37	31	9.45 kcd
120 m	264	152	118	96	83	59	42	32	26	8.52 kcd

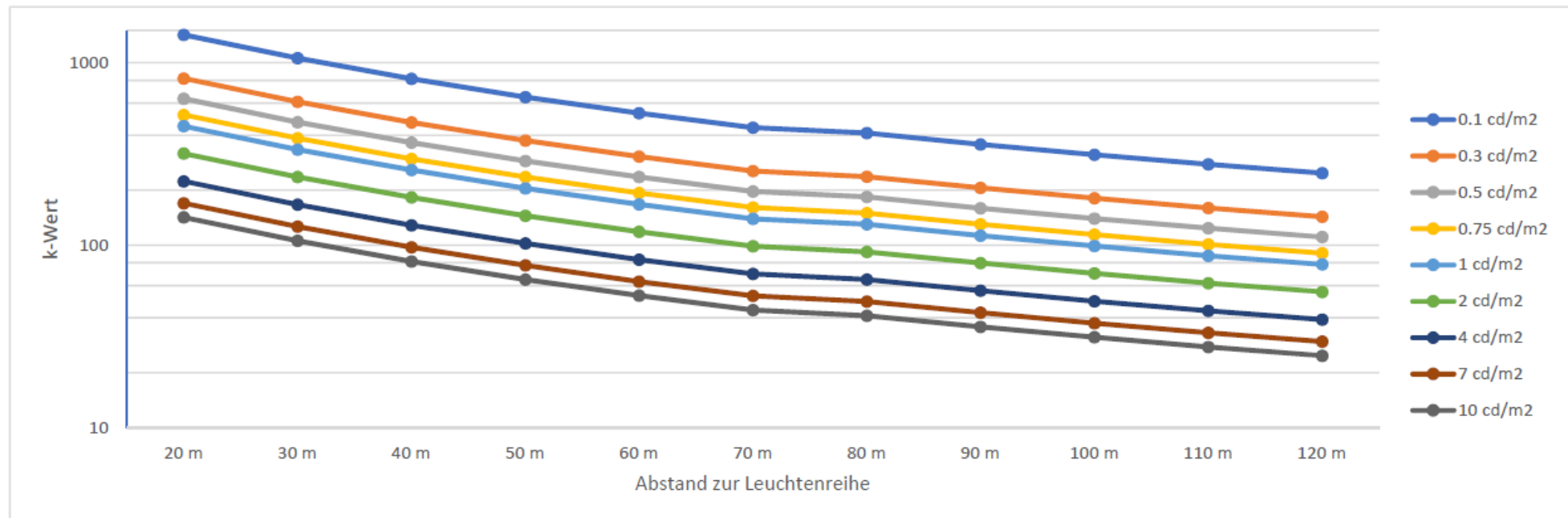


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 80 Lux Vorstrahlung 40° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Training werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	1419	820	634	518	449	318	224	170	142	24.68 kcd
30 m	1057	611	472	386	334	237	167	126	106	20.31 kcd
40 m	815	471	364	297	258	182	129	97	82	17.16 kcd
50 m	648	374	290	236	205	145	102	77	65	14.82 kcd
60 m	529	306	236	193	167	118	83	63	53	13.06 kcd
70 m	441	255	197	161	140	99	70	53	44	11.71 kcd
80 m	411	237	184	150	130	92	65	49	41	11.65 kcd
90 m	357	206	160	130	113	80	56	43	36	10.77 kcd
100 m	313	181	140	114	99	70	49	37	31	10.02 kcd
110 m	277	160	124	101	88	62	44	33	28	9.39 kcd
120 m	248	143	111	90	78	56	39	30	25	8.85 kcd

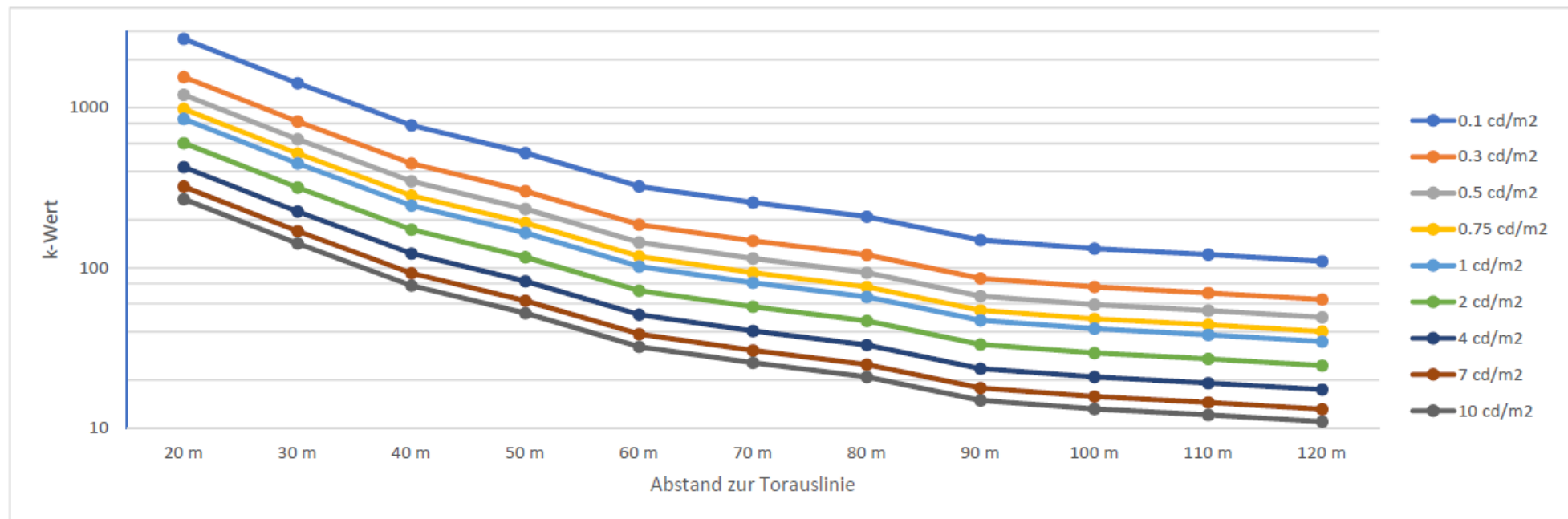


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 80 Lux Vorstrahlung 40° - Beobachter in Abstand zur Torauslinie

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Training werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Torauslinie und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Torauslinie.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	2696	1557	1206	984	853	603	426	322	270	24.67 kcd
30 m	1422	821	636	519	450	318	225	170	142	15.69 kcd
40 m	777	449	348	284	246	174	123	93	78	8.74 kcd
50 m	523	302	234	191	165	117	83	63	52	6.88 kcd
60 m	323	186	144	118	102	72	51	39	32	4.31 kcd
70 m	256	148	114	93	81	57	40	31	26	3.91 kcd
80 m	209	121	93	76	66	47	33	25	21	3.59 kcd
90 m	149	86	67	54	47	33	24	18	15	3.09 kcd
100 m	132	76	59	48	42	30	21	16	13	5.26 kcd
110 m	121	70	54	44	38	27	19	14	12	5.08 kcd
120 m	110	64	49	40	35	25	17	13	11	4.91 kcd

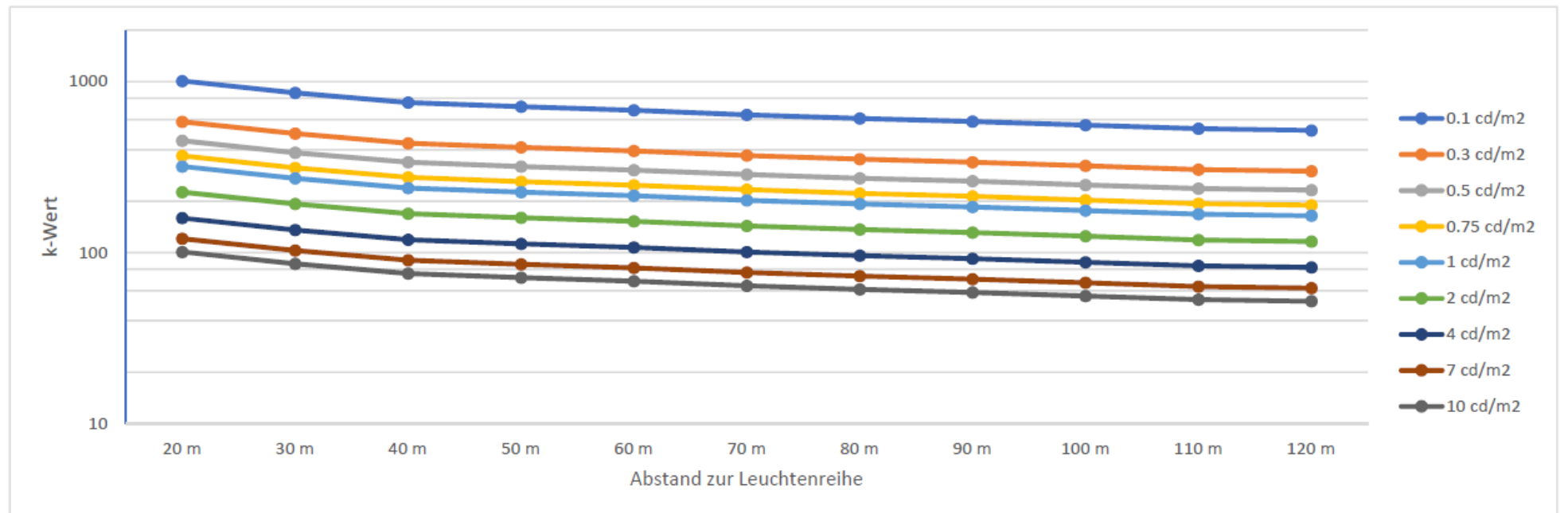


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 200 Lux Vorstrahlung 0° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für die 1. Liga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	1009	583	451	368	319	226	159	121	101	11.42 kcd
30 m	860	497	384	314	272	193	136	103	86	10.56 kcd
40 m	755	436	337	275	239	169	119	90	76	11.55 kcd
50 m	714	412	319	260	226	160	113	85	71	11.81 kcd
60 m	680	393	304	248	215	152	107	81	68	12.08 kcd
70 m	640	370	286	233	202	143	101	77	64	12.17 kcd
80 m	609	352	272	222	193	136	96	73	61	12.47 kcd
90 m	585	338	261	213	185	131	92	70	59	12.70 kcd
100 m	557	322	249	203	176	125	88	67	56	12.79 kcd
110 m	530	306	237	193	168	119	84	63	53	12.95 kcd
120 m	519	300	232	189	164	116	82	62	52	13.31 kcd

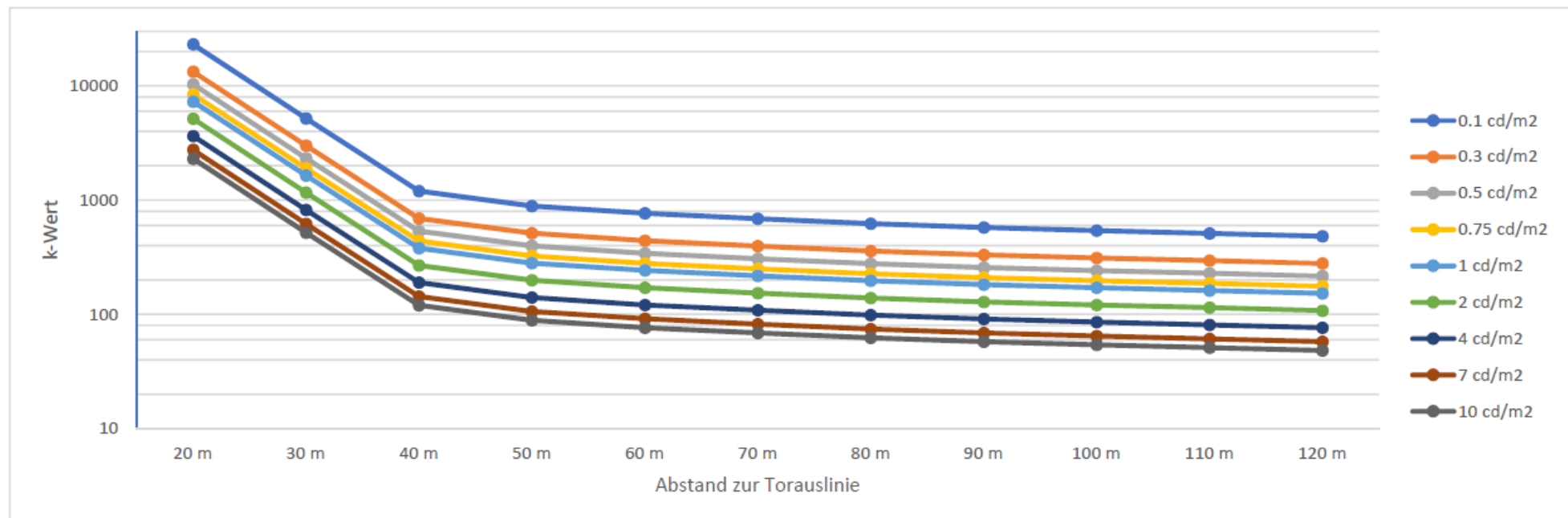


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 200 Lux Vorstrahlung 0° - Beobachter in Abstand zur Torauslinie

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für die 1. Liga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Torauslinie und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Torauslinie.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	23077	13324	10321	8427	7297	5160	3649	2758	2308	120.28 kcd
30 m	5199	3002	2325	1898	1644	1163	822	621	520	30.67 kcd
40 m	1201	693	537	439	380	269	190	144	120	9.12 kcd
50 m	889	513	398	325	281	199	141	106	89	11.11 kcd
60 m	766	442	343	280	242	171	121	92	77	10.89 kcd
70 m	687	397	307	251	217	154	109	82	69	10.96 kcd
80 m	623	360	279	227	197	139	99	74	62	11.01 kcd
90 m	576	333	258	210	182	129	91	69	58	10.54 kcd
100 m	541	312	242	198	171	121	86	65	54	10.83 kcd
110 m	512	296	229	187	162	114	81	61	51	11.14 kcd
120 m	483	279	216	176	153	108	76	58	48	11.34 kcd

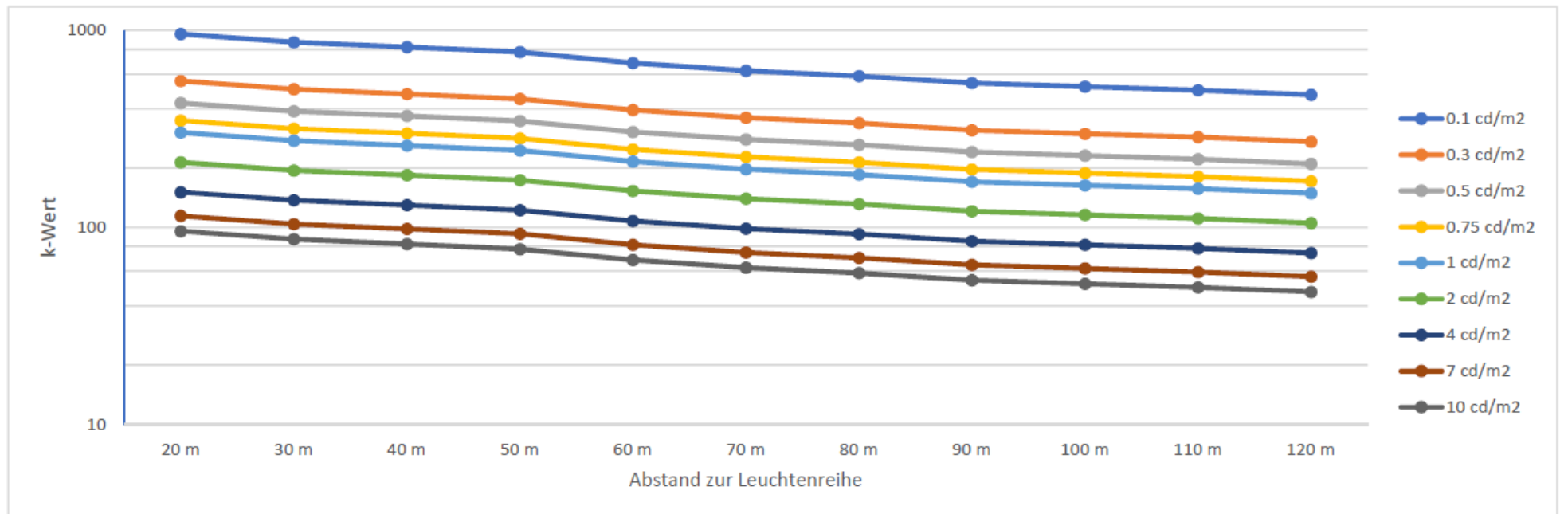


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 120 Lux Vorstrahlung 0° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Amateurliga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	956	552	427	349	302	214	151	114	96	11.27 kcd
30 m	869	502	388	317	275	195	137	104	87	13.22 kcd
40 m	822	475	367	300	260	184	130	98	82	13.95 kcd
50 m	775	448	346	283	245	174	122	93	78	14.50 kcd
60 m	682	394	305	249	216	153	108	82	68	13.34 kcd
70 m	624	360	279	228	197	140	98	75	62	11.30 kcd
80 m	586	338	262	214	185	131	92	70	59	11.51 kcd
90 m	539	311	241	197	171	121	85	64	54	11.12 kcd
100 m	517	299	231	189	164	116	82	62	52	11.28 kcd
110 m	496	286	222	181	157	111	78	59	50	11.43 kcd
120 m	470	271	210	171	149	105	74	56	47	11.43 kcd

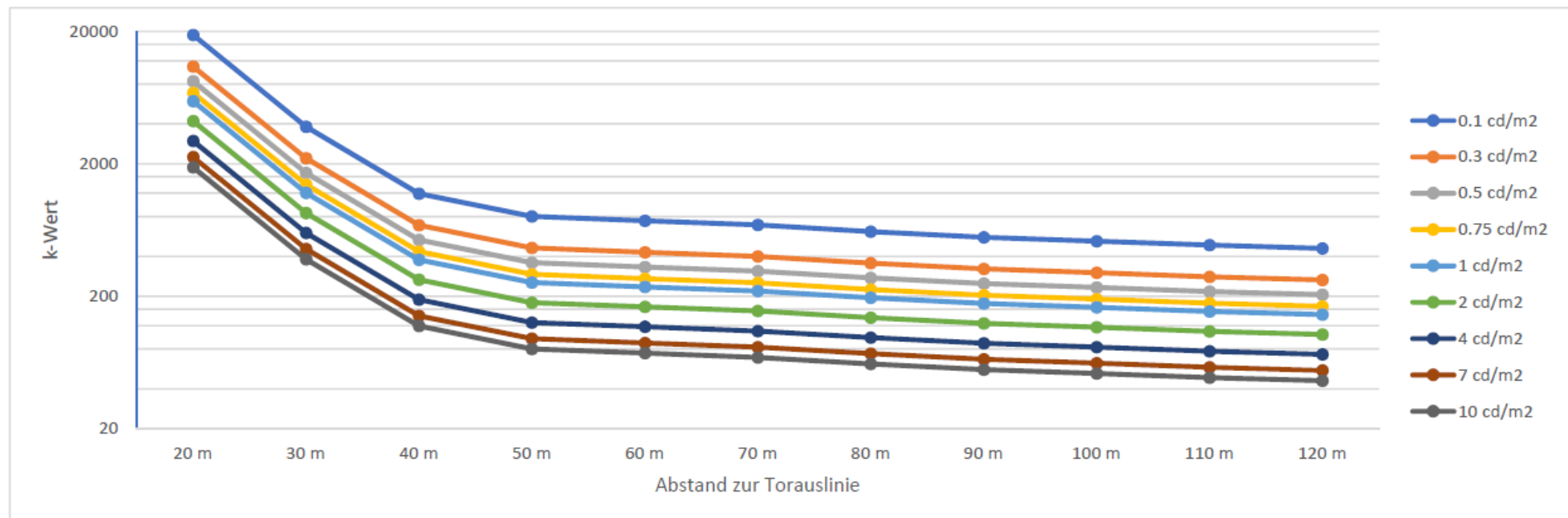


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 120 Lux Vorstrahlung 0° - Beobachter in Abstand zur Torauslinie

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Amateurliga werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Torauslinie und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Torauslinie.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	18815	10863	8415	6871	5950	4207	2975	2249	1881	97.14 kcd
30 m	3808	2199	1703	1391	1204	852	602	455	381	26.06 kcd
40 m	1192	688	533	435	377	267	188	142	119	8.94 kcd
50 m	801	462	358	292	253	179	127	96	80	14.43 kcd
60 m	743	429	332	271	235	166	117	89	74	14.23 kcd
70 m	691	399	309	252	219	155	109	83	69	14.02 kcd
80 m	616	356	275	225	195	138	97	74	62	13.20 kcd
90 m	558	322	250	204	176	125	88	67	56	12.86 kcd
100 m	522	301	233	191	165	117	83	62	52	12.63 kcd
110 m	486	281	217	177	154	109	77	58	49	11.04 kcd
120 m	460	266	206	168	145	103	73	55	46	11.24 kcd

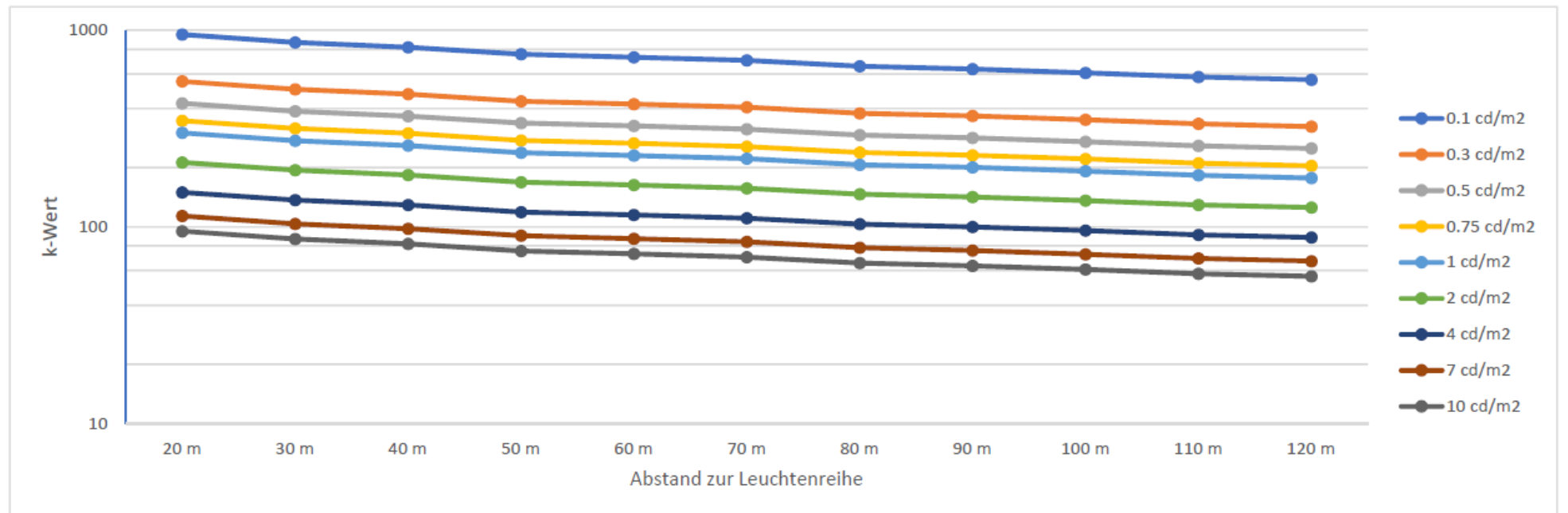


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 80 Lux Vorstrahlung 0° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Training werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	950	549	425	346	301	213	150	114	95	11.65 kcd
30 m	867	501	388	316	274	194	137	104	87	11.93 kcd
40 m	819	473	366	299	259	183	129	98	82	12.27 kcd
50 m	754	436	337	275	239	169	119	90	75	12.40 kcd
60 m	729	421	326	266	231	163	115	87	73	12.89 kcd
70 m	702	405	314	256	222	157	111	84	70	13.27 kcd
80 m	655	378	293	239	207	147	103	78	66	13.18 kcd
90 m	634	366	283	231	201	142	100	76	63	13.69 kcd
100 m	607	351	271	221	192	136	96	73	61	13.86 kcd
110 m	578	334	258	211	183	129	91	69	58	13.90 kcd
120 m	560	323	250	204	177	125	88	67	56	14.30 kcd

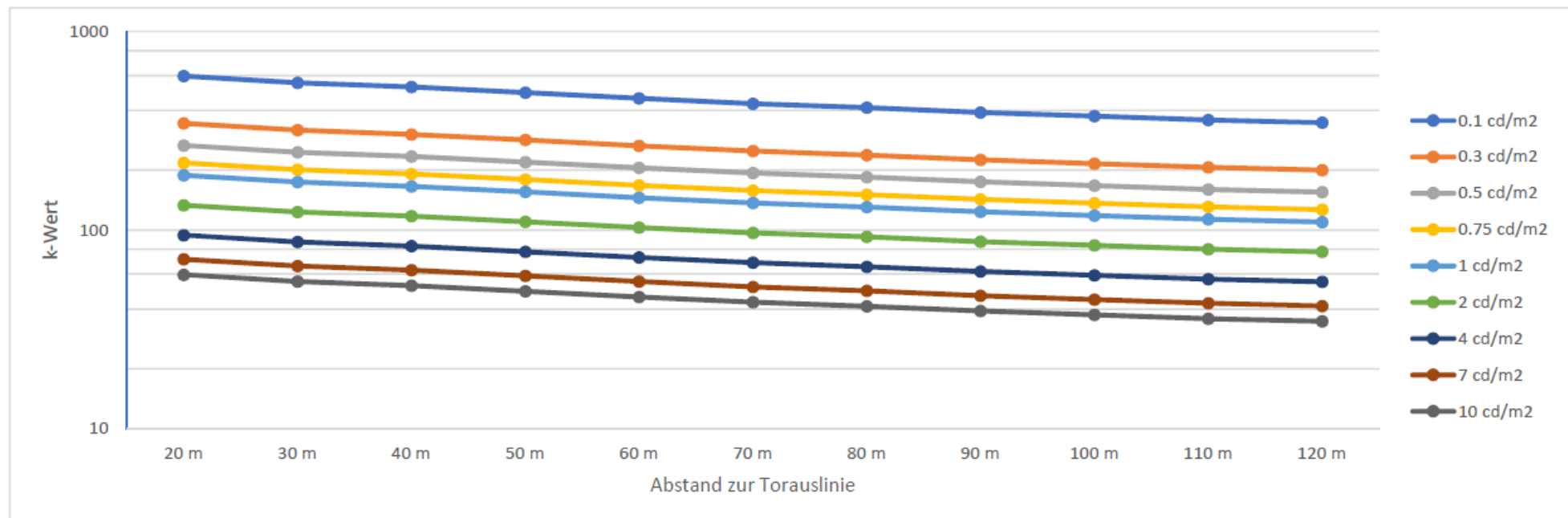


Fussball 100 m x 64 m 6 Masten 16 m 80 Lux Vorstrahlung 0° - Beobachter in Abstand zur Torauslinie

Anforderungen der SLG 302 an Beleuchtung für Training werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Torauslinie und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Torauslinie.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
20 m	596	344	267	218	188	133	94	71	60	10.98 kcd
30 m	551	318	246	201	174	123	87	66	55	10.63 kcd
40 m	525	303	235	192	166	117	83	63	52	11.08 kcd
50 m	492	284	220	180	156	110	78	59	49	11.27 kcd
60 m	460	266	206	168	145	103	73	55	46	10.96 kcd
70 m	433	250	194	158	137	97	68	52	43	11.09 kcd
80 m	413	238	185	151	131	92	65	49	41	11.34 kcd
90 m	391	226	175	143	124	87	62	47	39	11.09 kcd
100 m	374	216	167	137	118	84	59	45	37	10.95 kcd
110 m	358	207	160	131	113	80	57	43	36	11.12 kcd
120 m	347	200	155	127	110	78	55	41	35	11.07 kcd

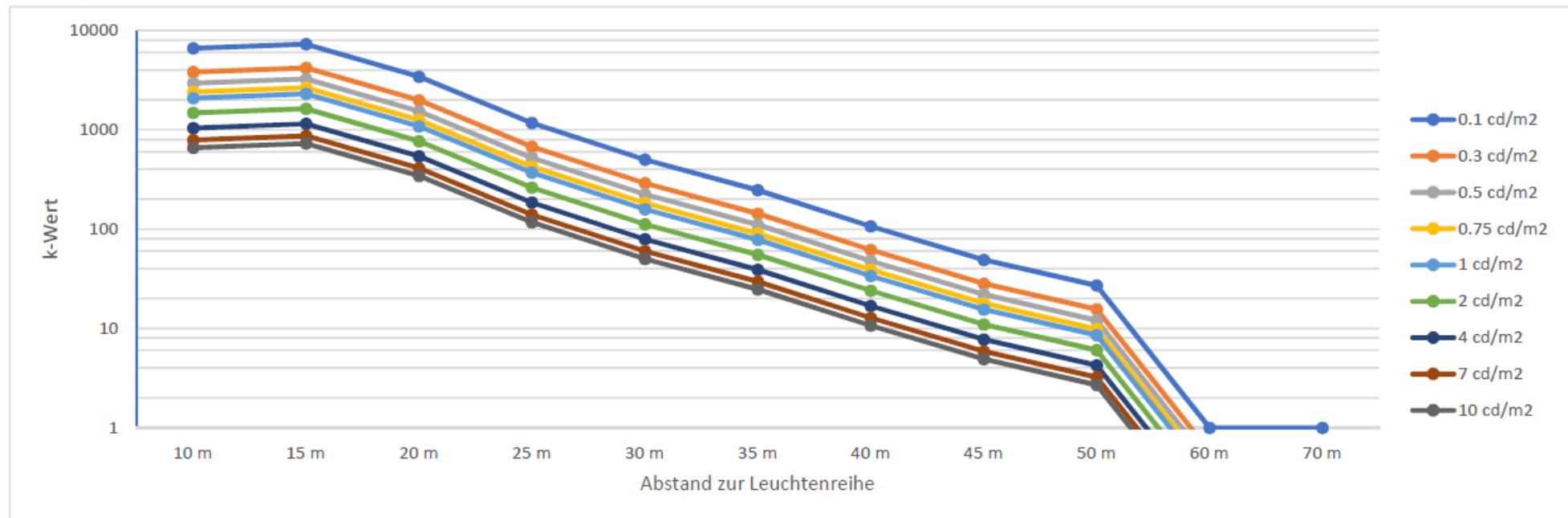


Tennis 3er Platz 4 Masten 16 m 500 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 306 an Beleuchtung werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	6600	3812	2950	2407	2088	1478	1041	789	661	13.99 kcd
15 m	7273	4201	3251	2653	2301	1629	1147	870	728	16.93 kcd
20 m	3428	1980	1532	1250	1085	768	541	410	343	8.90 kcd
25 m	1170	676	523	427	370	262	185	140	117	3.36 kcd
30 m	501	289	224	183	159	112	79	60	50	1.58 kcd
35 m	247	143	110	90	78	55	39	30	25	0.85 kcd
40 m	107	62	48	39	34	24	17	13	11	0.40 kcd
45 m	49	28	22	18	16	11	8	6	5	0.22 kcd
50 m	27	16	12	10	9	6	4	3	3	0.13 kcd
60 m	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.02 kcd
70 m	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.01 kcd

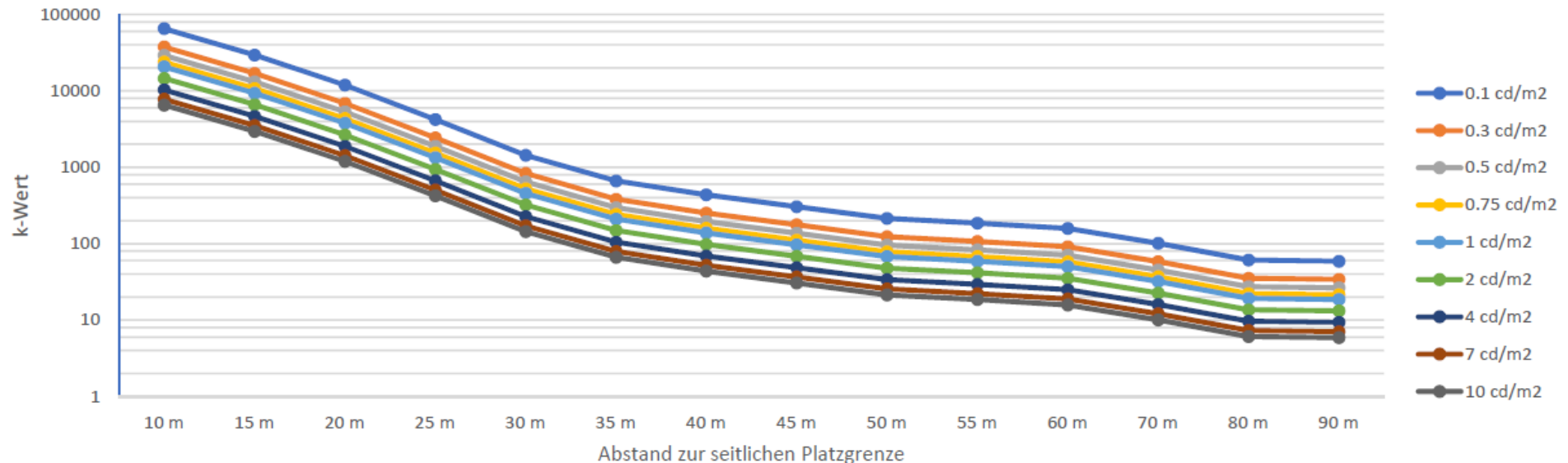


Tennis 3er Platz 4 Masten 16 m 500 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur seitlichen Platzgrenze

Anforderungen der SLG 306 an Beleuchtung werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die seitliche Platzgrenze und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur seitlichen Platzgrenze.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	65182	37633	29152	23802	20612	14576	10307	7791	6518	151.77 kcd
15 m	29434	16994	13164	10748	9307	6582	4654	3518	2943	73.10 kcd
20 m	11905	6873	5324	4347	3765	2662	1882	1423	1190	30.79 kcd
25 m	4219	2436	1887	1541	1334	943	667	504	422	11.36 kcd
30 m	1440	831	644	526	455	322	228	172	144	4.03 kcd
35 m	662	382	296	242	209	148	105	79	66	1.88 kcd
40 m	437	252	195	160	138	98	69	52	44	1.28 kcd
45 m	306	177	137	112	97	68	48	37	31	0.90 kcd
50 m	214	124	96	78	68	48	34	26	21	0.64 kcd
55 m	186	107	83	68	59	42	29	22	19	0.60 kcd
60 m	158	91	71	58	50	35	25	19	16	0.52 kcd
70 m	101	58	45	37	32	23	16	12	10	0.34 kcd
80 m	61	35	27	22	19	14	10	7	6	0.23 kcd
90 m	59	34	26	22	19	13	9	7	6	0.23 kcd

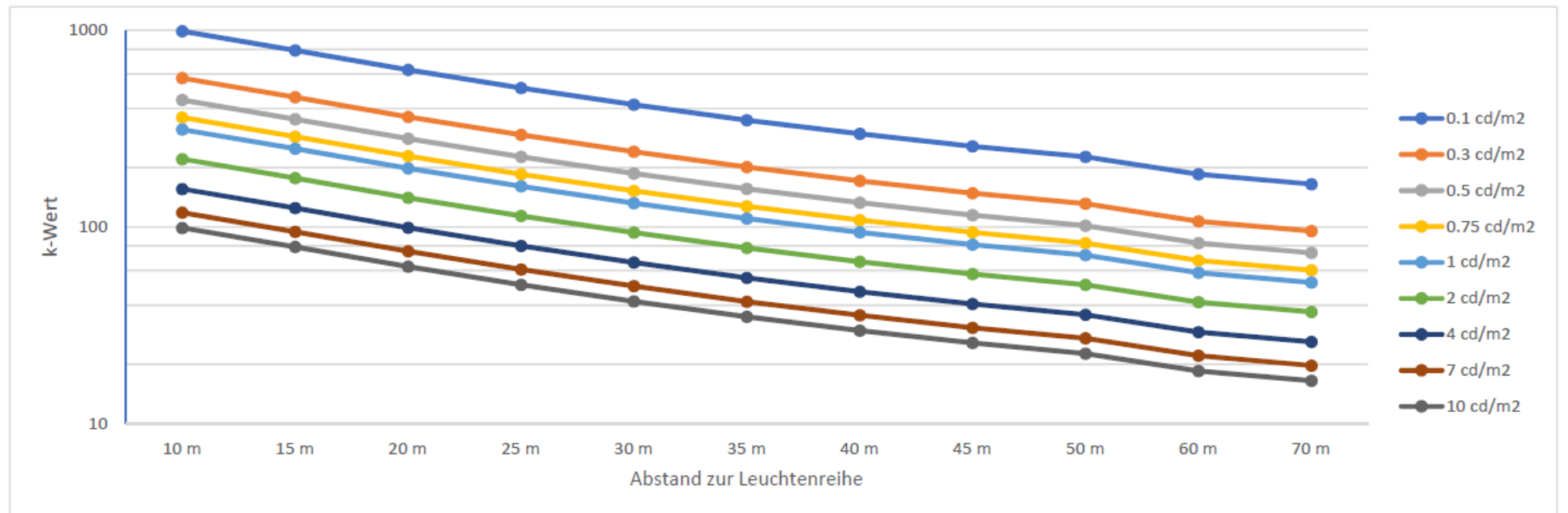


Tennis 3er Platz 4 Masten 16 m 500 Lux Vorstrahlung 40° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 306 an Beleuchtung werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	988	571	442	360	313	221	156	118	99	12.48 kcd
15 m	790	456	353	288	250	177	125	94	79	10.72 kcd
20 m	628	363	281	229	199	141	99	75	63	9.07 kcd
25 m	508	293	227	185	161	114	80	61	51	7.79 kcd
30 m	418	241	187	152	132	94	66	50	42	6.78 kcd
35 m	349	202	156	127	110	78	55	42	35	5.98 kcd
40 m	297	172	133	108	94	67	47	36	30	5.36 kcd
45 m	257	148	115	94	81	58	41	31	26	4.88 kcd
50 m	227	131	101	83	72	51	36	27	23	4.47 kcd
60 m	185	107	83	67	59	41	29	22	19	3.97 kcd
70 m	165	95	74	60	52	37	26	20	17	3.86 kcd

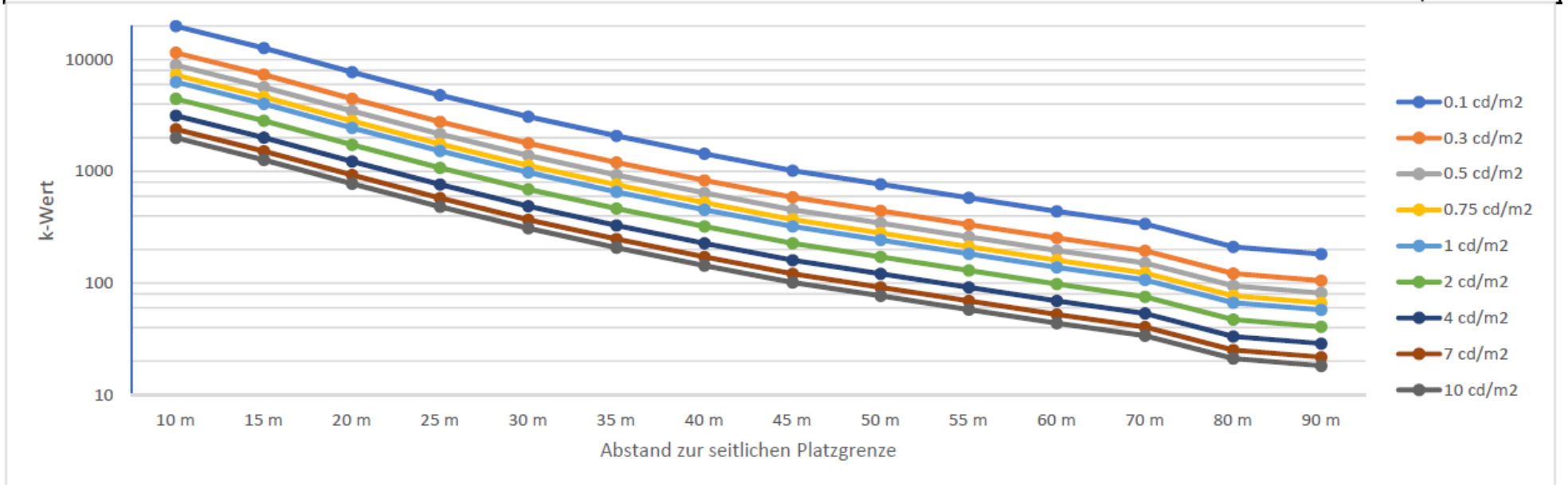


Tennis 3er Platz 4 Masten 16 m 500 Lux Vorstrahlung 40° - Beobachter in Abstand zur seitlichen Platzgrenze

Anforderungen der SLG 306 an Beleuchtung werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die seitliche Platzgrenze und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur seitlichen Platzgrenze.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	19949	11518	8922	7285	6308	4461	3154	2385	1995	119.27 kcd
15 m	12687	7325	5674	4633	4012	2837	2006	1516	1269	80.33 kcd
20 m	7748	4473	3465	2829	2450	1733	1225	926	775	52.01 kcd
25 m	4817	2781	2154	1759	1523	1077	762	576	482	34.26 kcd
30 m	3091	1785	1382	1129	977	691	489	369	309	23.25 kcd
35 m	2076	1199	928	758	656	464	328	248	208	16.48 kcd
40 m	1435	829	642	524	454	321	227	172	143	12.00 kcd
45 m	1015	586	454	371	321	227	160	121	101	8.91 kcd
50 m	768	443	343	280	243	172	121	92	77	7.06 kcd
55 m	579	334	259	211	183	129	92	69	58	5.57 kcd
60 m	438	253	196	160	139	98	69	52	44	4.40 kcd
70 m	338	195	151	123	107	76	53	40	34	3.91 kcd
80 m	211	122	94	77	67	47	33	25	21	2.62 kcd
90 m	182	105	81	66	58	41	29	22	18	3.43 kcd

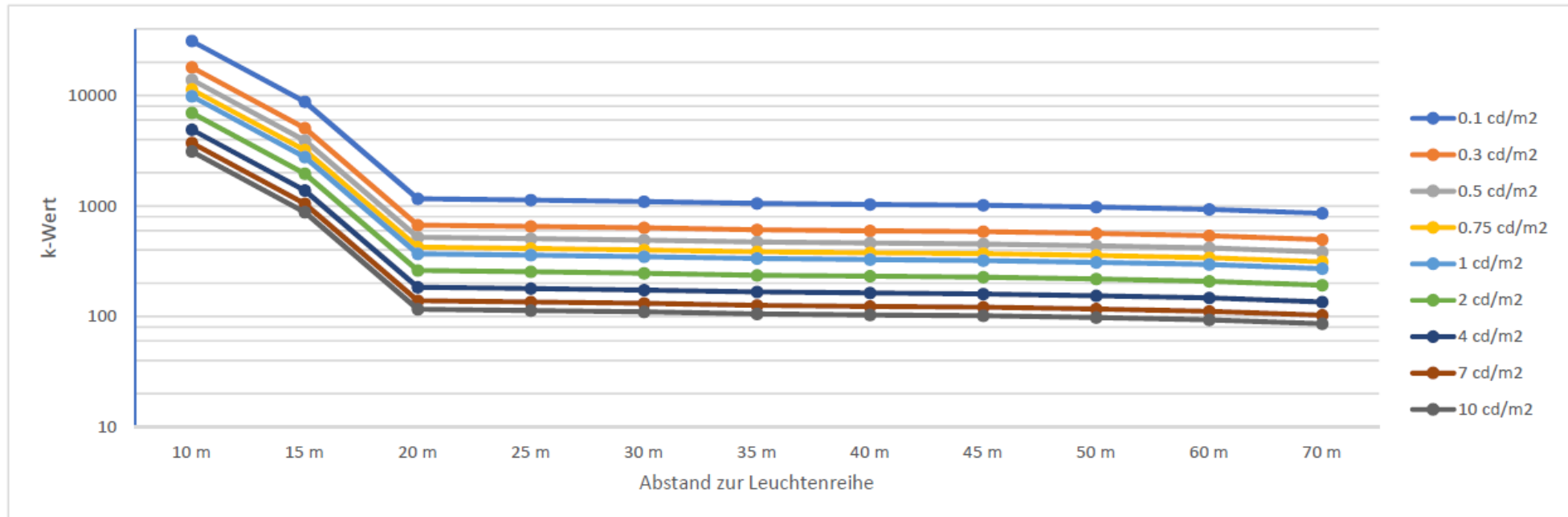


Tennis 3er Platz 4 Masten 16 m 500 Lux Vorstrahlung 0° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	31153	17994	13925	11362	9856	6976	4915	3726	3118	111.74 kcd
15 m	8768	5064	3919	3198	2774	1963	1383	1049	878	32.02 kcd
20 m	1163	672	520	424	368	260	183	139	116	11.94 kcd
25 m	1131	653	506	412	358	253	178	135	113	12.31 kcd
30 m	1098	634	491	400	347	246	173	131	110	12.62 kcd
35 m	1054	609	471	384	333	236	166	126	105	12.83 kcd
40 m	1033	597	462	377	327	231	163	124	103	13.21 kcd
45 m	1013	585	453	369	320	227	160	121	101	13.57 kcd
50 m	976	564	436	356	309	219	154	117	98	13.67 kcd
60 m	931	538	416	340	295	208	147	111	93	14.26 kcd
70 m	857	495	383	313	271	192	135	102	86	14.22 kcd

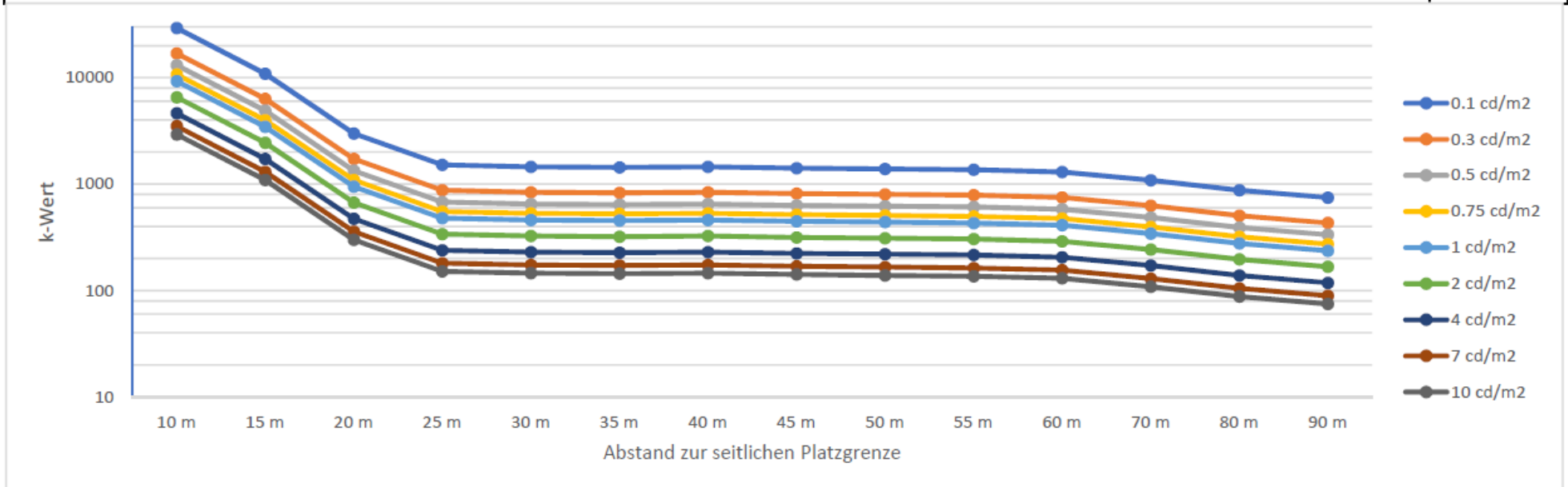


Tennis 3er Platz 4 Masten 16 m 500 Lux Vorstrahlung 0° - Beobachter in Abstand zur seitlichen Platzgrenze

Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die seitliche Platzgrenze und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur seitlichen Platzgrenze.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	29301	16917	13104	10700	9265	6552	4633	3502	2930	119.55 kcd
15 m	10927	6309	4887	3990	3455	2443	1728	1306	1093	46.96 kcd
20 m	2991	1727	1338	1092	946	669	473	358	299	13.55 kcd
25 m	1513	874	677	552	478	338	239	181	151	12.01 kcd
30 m	1453	839	650	531	459	325	230	174	145	12.67 kcd
35 m	1436	829	642	524	454	321	227	172	144	13.32 kcd
40 m	1453	839	650	531	459	325	230	174	145	12.58 kcd
45 m	1412	815	631	516	446	316	223	169	141	13.07 kcd
50 m	1388	801	621	507	439	310	219	166	139	13.69 kcd
55 m	1363	787	610	498	431	305	216	163	136	14.26 kcd
60 m	1299	750	581	474	411	290	205	155	130	14.38 kcd
70 m	1085	626	485	396	343	243	172	130	108	13.33 kcd
80 m	877	506	392	320	277	196	139	105	88	11.83 kcd
90 m	747	431	334	273	236	167	118	89	75	10.96 kcd

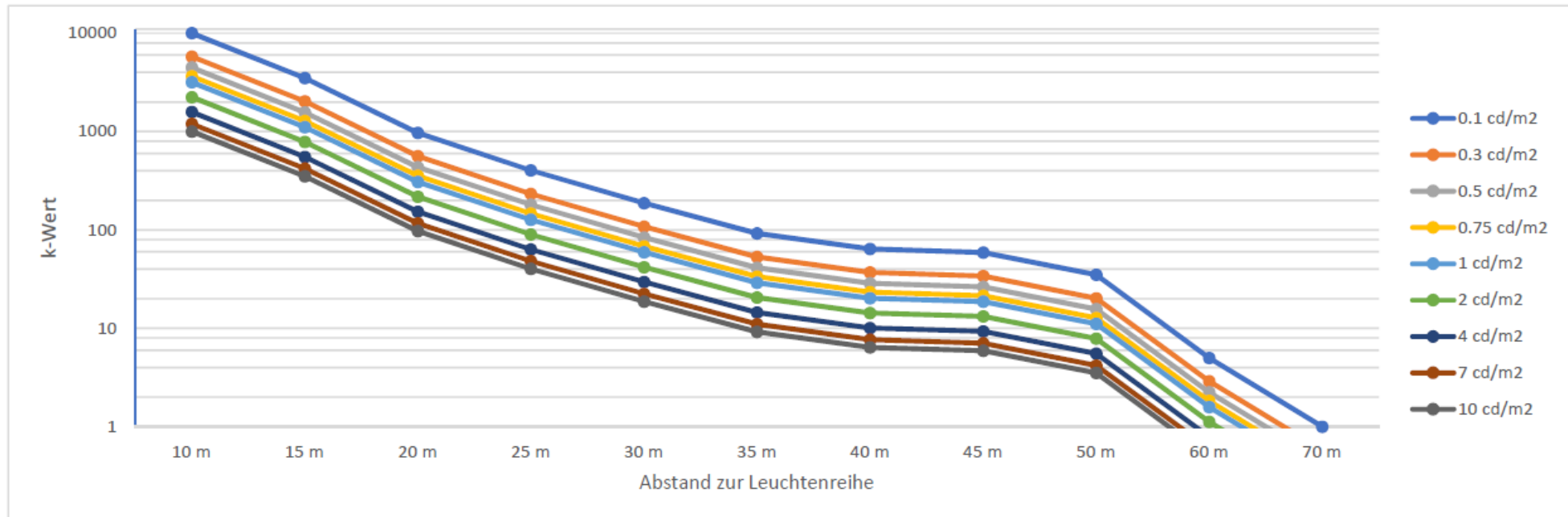


Tennis 2er Platz 4 Masten 12 m 500 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 306 an Beleuchtung werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	10029	5793	4483	3658	3173	2246	1582	1199	1004	15.83 kcd
15 m	3516	2031	1572	1282	1112	787	555	420	352	6.53 kcd
20 m	974	563	435	355	308	218	154	116	97	2.08 kcd
25 m	403	233	180	147	127	90	64	48	40	0.98 kcd
30 m	187	108	84	68	59	42	30	22	19	0.51 kcd
35 m	92	53	41	34	29	21	15	11	9	0.28 kcd
40 m	64	37	29	23	20	14	10	8	6	0.22 kcd
45 m	59	34	26	22	19	13	9	7	6	0.22 kcd
50 m	35	20	16	13	11	8	6	4	4	0.14 kcd
60 m	5	3	2	2	2	1	1	1	1	0.02 kcd
70 m	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.01 kcd

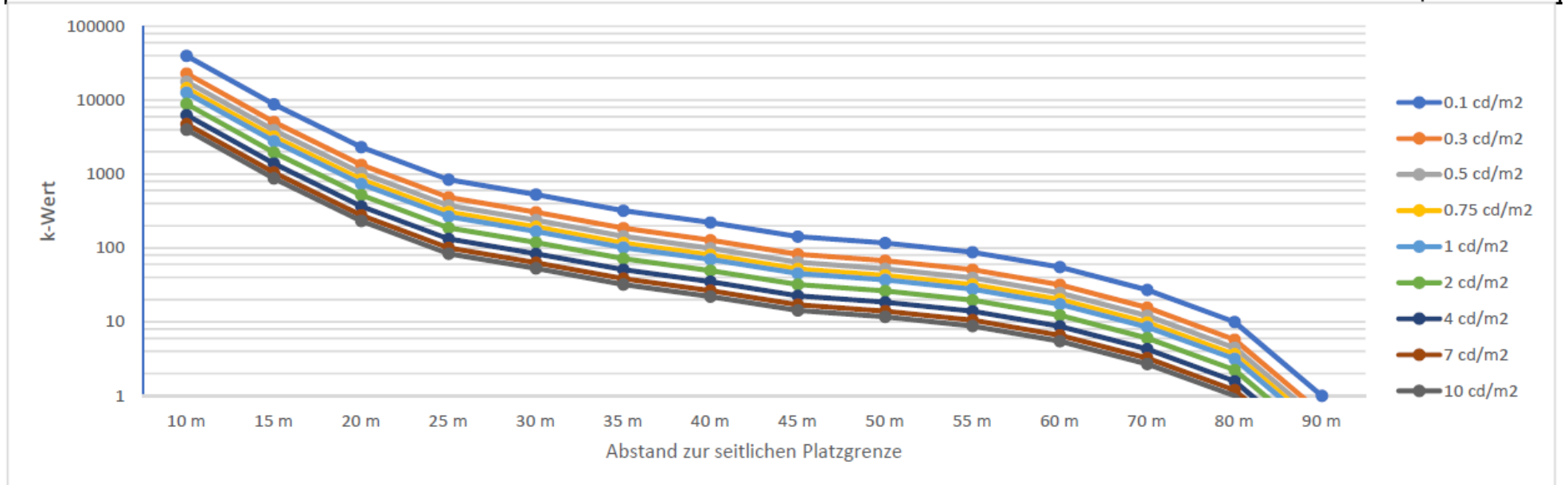


Tennis 2er Platz 4 Masten 12 m 500 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur seitlichen Platzgrenze

Anforderungen der SLG 306 an Beleuchtung werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die seitliche Platzgrenze und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur seitlichen Platzgrenze.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	39835	22999	17816	14546	12596	8908	6299	4762	3983	67.25 kcd
15 m	8776	5067	3925	3205	2775	1962	1388	1049	878	15.86 kcd
20 m	2321	1340	1038	848	734	519	367	277	232	4.38 kcd
25 m	839	484	375	306	265	188	133	100	84	1.65 kcd
30 m	530	306	237	194	168	119	84	63	53	1.05 kcd
35 m	321	185	144	117	102	72	51	38	32	0.65 kcd
40 m	221	128	99	81	70	49	35	26	22	0.50 kcd
45 m	143	83	64	52	45	32	23	17	14	0.32 kcd
50 m	117	68	52	43	37	26	19	14	12	0.26 kcd
55 m	88	51	39	32	28	20	14	11	9	0.20 kcd
60 m	55	32	25	20	17	12	9	7	5	0.13 kcd
70 m	27	16	12	10	9	6	4	3	3	0.07 kcd
80 m	10	6	4	4	3	2	2	1	1	0.03 kcd
90 m	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.01 kcd

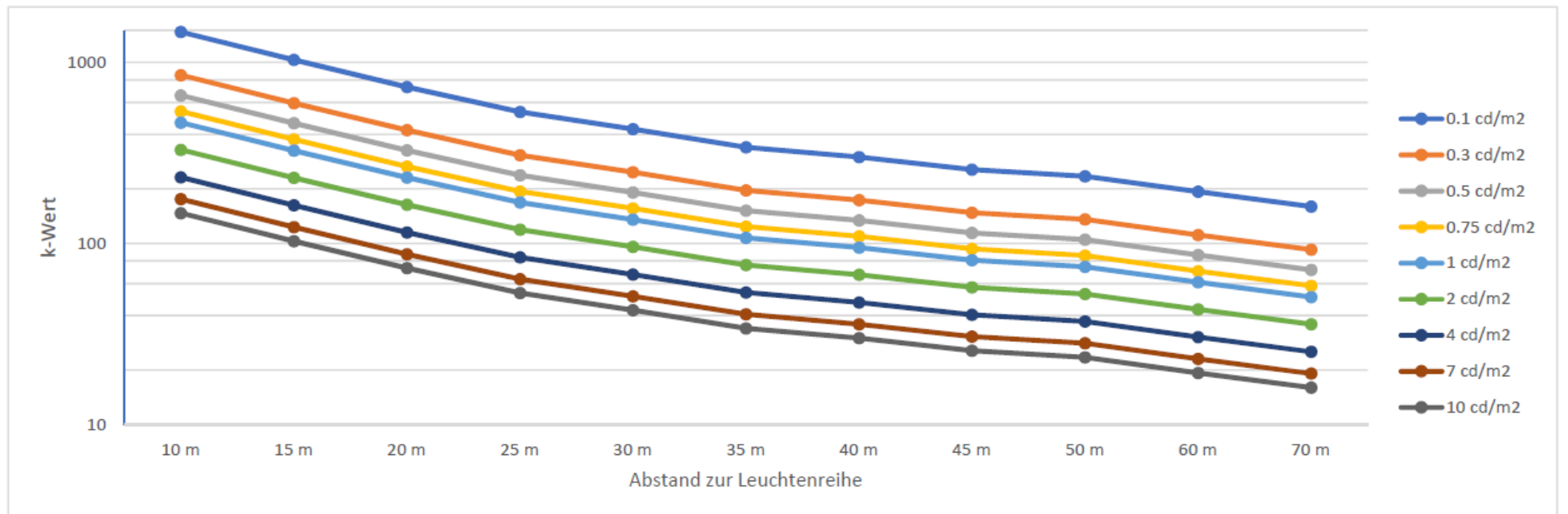


Tennis 2er Platz 4 Masten 12 m 500 Lux Vorstrahlung 40° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 306 an Beleuchtung werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	1469	849	657	536	465	329	232	176	147	12.81 kcd
15 m	1030	595	460	376	326	231	162	123	103	9.86 kcd
20 m	730	422	326	266	231	163	115	87	73	7.62 kcd
25 m	532	307	238	194	168	119	84	64	53	6.07 kcd
30 m	428	247	191	156	135	96	68	51	43	5.24 kcd
35 m	340	196	152	124	108	76	54	41	34	4.63 kcd
40 m	300	173	134	109	95	67	47	36	30	4.36 kcd
45 m	256	148	114	93	81	57	40	31	26	3.78 kcd
50 m	235	136	105	86	74	53	37	28	24	3.86 kcd
60 m	193	111	86	70	61	43	30	23	19	3.55 kcd
70 m	160	92	72	58	51	36	25	19	16	3.27 kcd

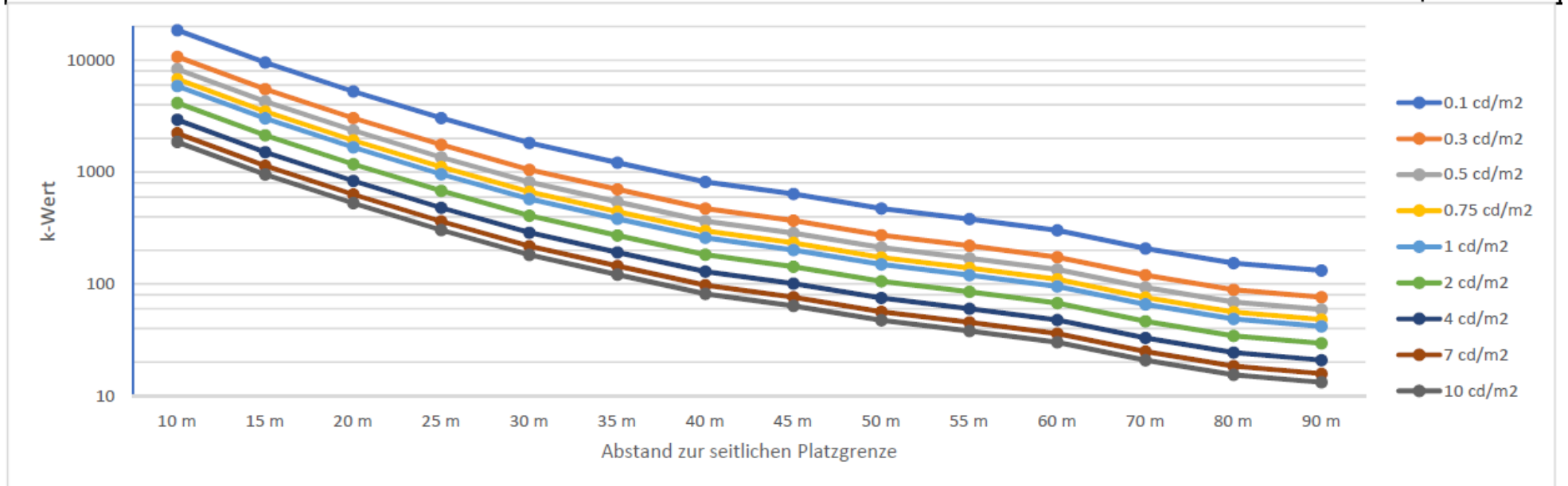


Tennis 2er Platz 4 Masten 12 m 500 Lux Vorstrahlung 40° - Beobachter in Abstand zur seitlichen Platzgrenze

Anforderungen der SLG 306 an Beleuchtung werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die seitliche Platzgrenze und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur seitlichen Platzgrenze.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	18589	10733	8314	6788	5878	4157	2939	2222	1859	86.34 kcd
15 m	9551	5514	4272	3488	3020	2136	1510	1142	955	49.21 kcd
20 m	5272	3044	2358	1925	1667	1179	834	630	527	33.41 kcd
25 m	3034	1752	1357	1108	959	678	480	363	303	20.82 kcd
30 m	1818	1050	813	664	575	407	287	217	182	11.21 kcd
35 m	1212	700	542	443	383	271	192	145	121	7.41 kcd
40 m	817	472	365	298	258	183	129	98	82	8.00 kcd
45 m	637	368	285	233	201	142	101	76	64	6.57 kcd
50 m	473	273	212	173	150	106	75	57	47	5.44 kcd
55 m	380	219	170	139	120	85	60	45	38	4.58 kcd
60 m	301	174	135	110	95	67	48	36	30	3.79 kcd
70 m	208	120	93	76	66	47	33	25	21	2.99 kcd
80 m	154	89	69	56	49	34	24	18	15	2.47 kcd
90 m	132	76	59	48	42	30	21	16	13	2.26 kcd

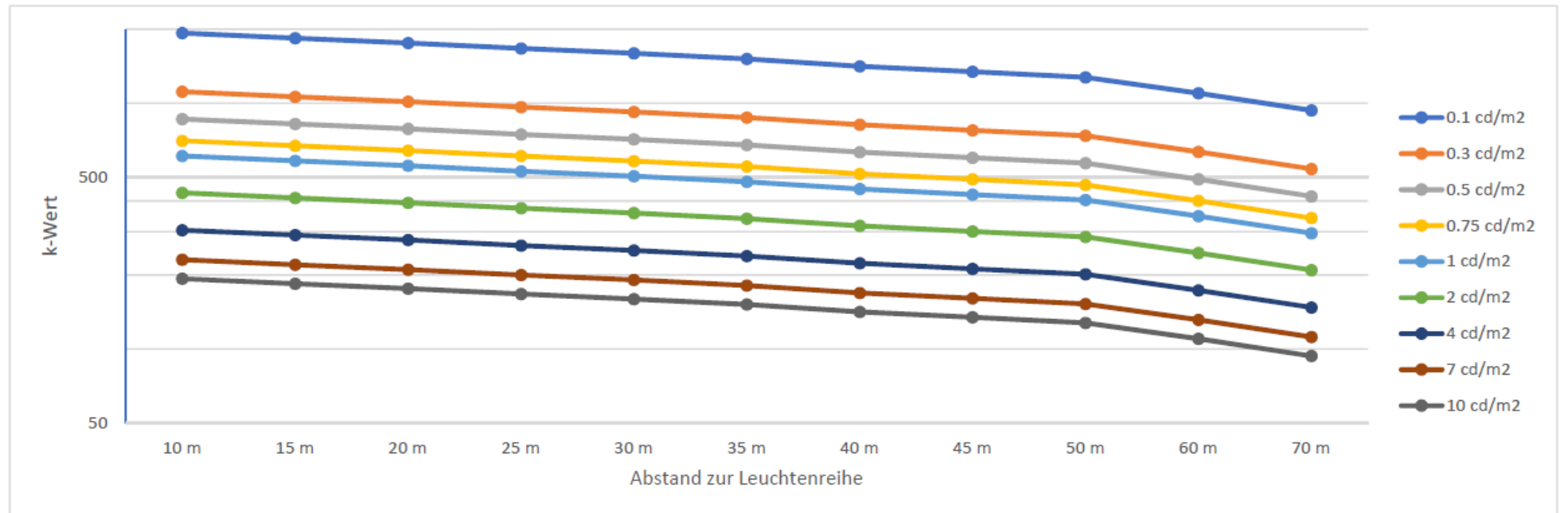


Tennis 2er Platz 4 Masten 12 m 500 Lux Vorstrahlung 0° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	1929	1114	862	704	610	432	304	231	193	11.90 kcd
15 m	1840	1063	822	671	582	412	290	220	184	12.45 kcd
20 m	1758	1015	786	641	556	394	277	210	176	12.95 kcd
25 m	1671	965	747	609	529	374	264	200	167	13.30 kcd
30 m	1595	921	713	582	505	357	252	191	160	13.65 kcd
35 m	1514	874	677	552	479	339	239	181	152	13.86 kcd
40 m	1414	817	632	516	447	317	223	169	142	13.80 kcd
45 m	1343	776	600	490	425	301	212	161	134	14.14 kcd
50 m	1275	736	570	465	403	285	201	152	128	14.19 kcd
60 m	1098	634	491	400	347	246	173	131	110	13.55 kcd
70 m	935	540	418	341	296	209	148	112	94	12.68 kcd

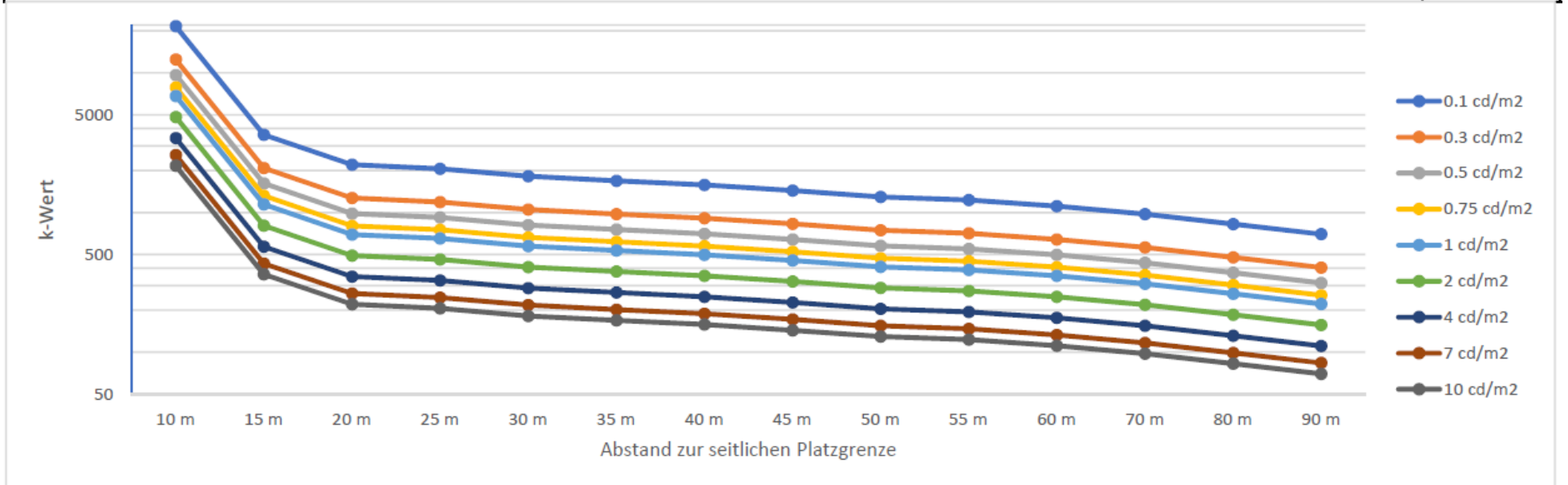


Tennis 2er Platz 4 Masten 12 m 500 Lux Vorstrahlung 0° - Beobachter in Abstand zur seitlichen Platzgrenze

Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die seitliche Platzgrenze und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur seitlichen Platzgrenze.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	21589	12465	9655	7883	6827	4828	3414	2581	2159	60.22 kcd
15 m	3608	2083	1614	1318	1141	807	571	431	361	11.41 kcd
20 m	2199	1270	983	803	695	492	348	263	220	11.42 kcd
25 m	2059	1189	921	752	651	460	326	246	206	11.41 kcd
30 m	1817	1049	813	664	575	406	287	217	182	11.93 kcd
35 m	1689	975	755	617	534	378	267	202	169	13.36 kcd
40 m	1576	910	705	575	498	352	249	188	158	13.80 kcd
45 m	1434	828	641	524	453	321	227	171	143	13.77 kcd
50 m	1291	745	577	471	408	289	204	154	129	10.94 kcd
55 m	1227	708	549	448	388	274	194	147	123	11.42 kcd
60 m	1111	641	497	406	351	248	176	133	111	11.28 kcd
70 m	975	563	436	356	308	218	154	117	97	11.07 kcd
80 m	827	477	370	302	262	185	131	99	83	9.62 kcd
90 m	699	404	313	255	221	156	111	84	70	8.05 kcd

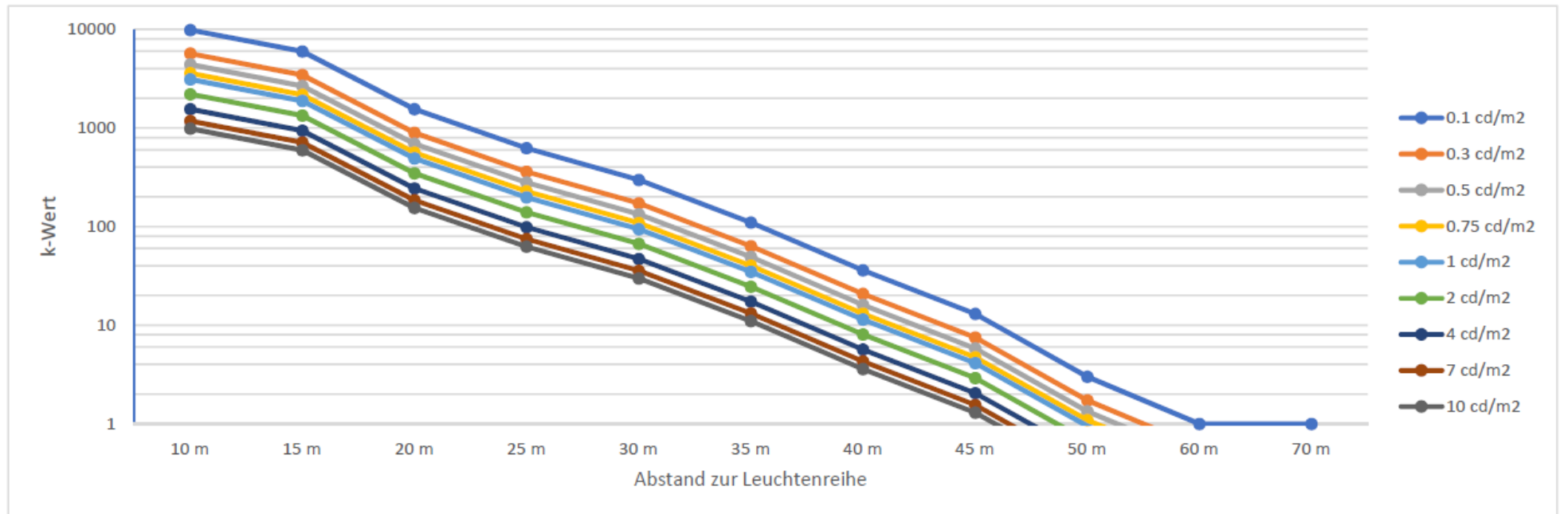


Tennis 1er Platz 4 Masten 12 m 500 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 306 an Beleuchtung werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	9843	5685	4400	3590	3114	2204	1553	1177	985	15.96 kcd
15 m	5959	3442	2664	2173	1885	1334	940	713	596	11.47 kcd
20 m	1550	895	693	565	490	347	245	185	155	3.47 kcd
25 m	625	361	279	228	198	140	99	75	63	1.61 kcd
30 m	298	172	133	109	94	67	47	36	30	0.86 kcd
35 m	110	64	49	40	35	25	17	13	11	0.36 kcd
40 m	36	21	16	13	11	8	6	4	4	0.13 kcd
45 m	13	8	6	5	4	3	2	2	1	0.06 kcd
50 m	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0.02 kcd
60 m	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.01 kcd
70 m	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.01 kcd

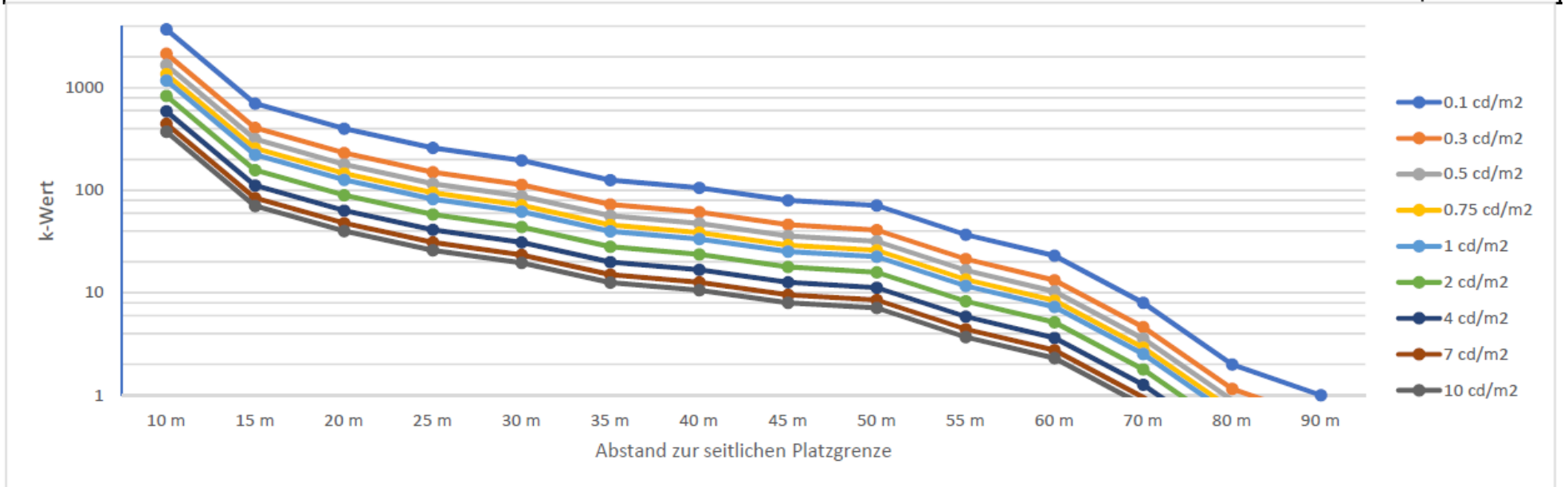


Tennis 1er Platz 4 Masten 12 m 500 Lux Vorstrahlung 60° - Beobachter in Abstand zur seitlichen Platzgrenze

Anforderungen der SLG 306 an Beleuchtung werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die seitliche Platzgrenze und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur seitlichen Platzgrenze.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	3738	2158	1672	1365	1182	836	591	447	374	6.36 kcd
15 m	704	406	315	257	223	157	111	84	70	1.25 kcd
20 m	400	231	179	146	126	89	63	48	40	0.75 kcd
25 m	260	150	116	95	82	58	41	31	26	0.52 kcd
30 m	196	113	88	72	62	44	31	23	20	0.41 kcd
35 m	126	73	56	46	40	28	20	15	13	0.28 kcd
40 m	106	61	47	39	34	24	17	13	11	0.23 kcd
45 m	80	46	36	29	25	18	13	10	8	0.18 kcd
50 m	71	41	32	26	22	16	11	8	7	0.17 kcd
55 m	37	21	17	14	12	8	6	4	4	0.11 kcd
60 m	23	13	10	8	7	5	4	3	2	0.05 kcd
70 m	8	5	4	3	3	2	1	1	1	0.03 kcd
80 m	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0.01 kcd
90 m	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.01 kcd

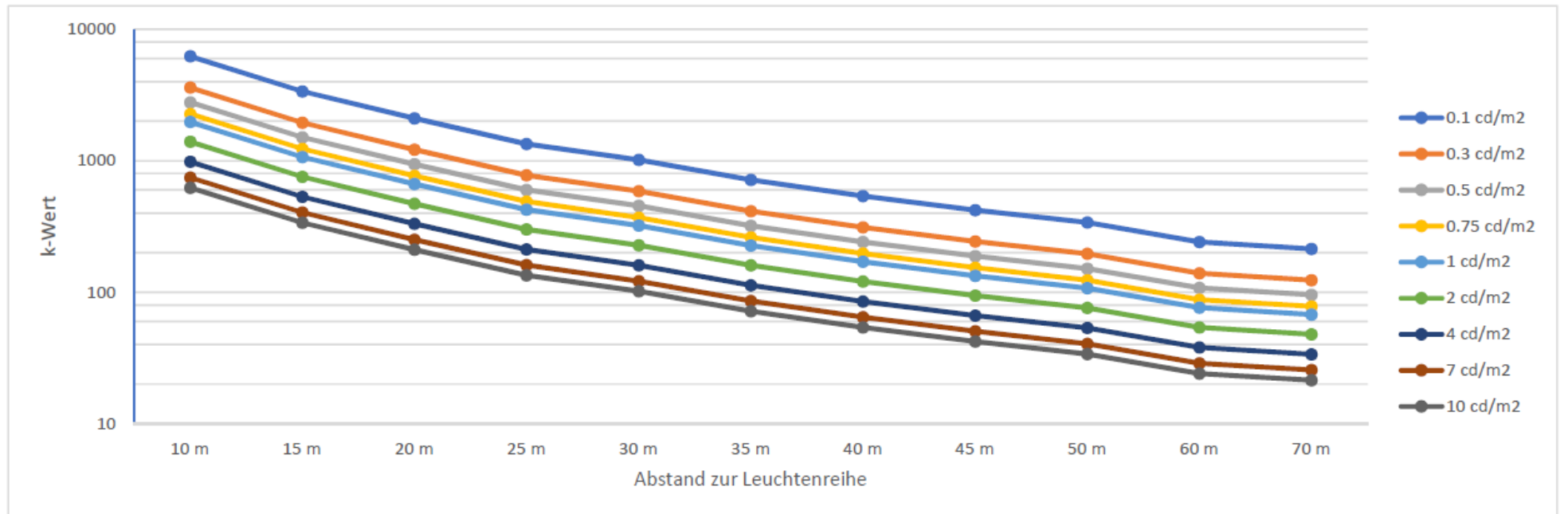


Tennis 1er Platz 4 Masten 12 m 500 Lux Vorstrahlung 40° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Anforderungen der SLG 306 an Beleuchtung werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	6232	3600	2786	2273	1972	1395	983	745	624	37.65 kcd
15 m	3376	1950	1509	1231	1068	756	533	404	338	23.19 kcd
20 m	2105	1216	941	768	666	471	332	252	211	16.32 kcd
25 m	1344	776	601	490	425	301	212	161	135	11.61 kcd
30 m	1016	587	454	371	321	228	160	122	102	9.68 kcd
35 m	717	414	320	262	227	161	113	86	72	7.47 kcd
40 m	540	312	241	197	171	121	85	65	54	6.12 kcd
45 m	422	244	189	154	134	94	67	50	42	5.15 kcd
50 m	339	196	152	124	107	76	53	41	34	4.44 kcd
60 m	241	139	108	88	76	54	38	29	24	3.61 kcd
70 m	214	124	96	78	68	48	34	26	21	3.57 kcd

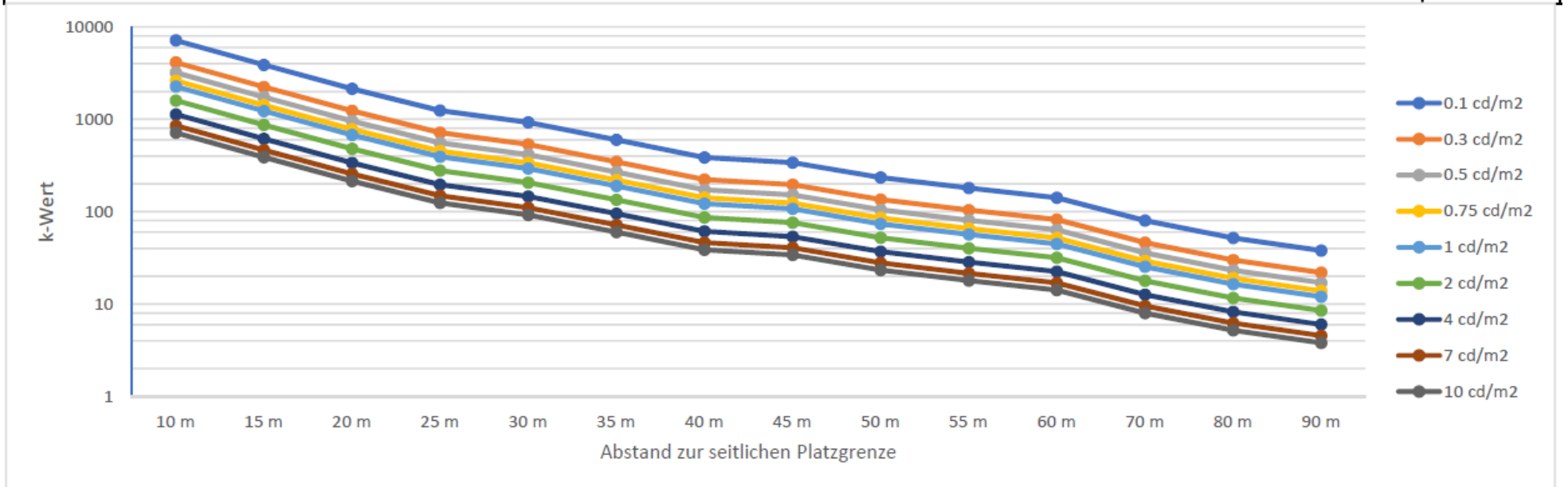


Tennis 1er Platz 4 Masten 12 m 500 Lux Vorstrahlung 40° - Beobachter in Abstand zur seitlichen Platzgrenze

Anforderungen der SLG 306 an Beleuchtung werden erfüllt, Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die seitliche Platzgrenze und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur seitlichen Platzgrenze.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	7155	4131	3200	2613	2263	1600	1131	855	715	30.61 kcd
15 m	3884	2242	1737	1418	1228	869	614	464	388	20.55 kcd
20 m	2141	1236	958	782	677	479	339	256	214	11.88 kcd
25 m	1243	718	556	454	393	278	197	149	124	7.22 kcd
30 m	925	534	414	338	292	207	146	111	92	6.31 kcd
35 m	601	347	269	219	190	134	95	72	60	4.25 kcd
40 m	387	223	173	141	122	87	61	46	39	3.13 kcd
45 m	340	196	152	124	108	76	54	41	34	2.83 kcd
50 m	234	135	105	85	74	52	37	28	23	2.20 kcd
55 m	180	104	81	66	57	40	28	22	18	1.73 kcd
60 m	142	82	64	52	45	32	22	17	14	1.40 kcd
70 m	80	46	36	29	25	18	13	10	8	0.82 kcd
80 m	52	30	23	19	16	12	8	6	5	0.72 kcd
90 m	38	22	17	14	12	8	6	5	4	0.55 kcd

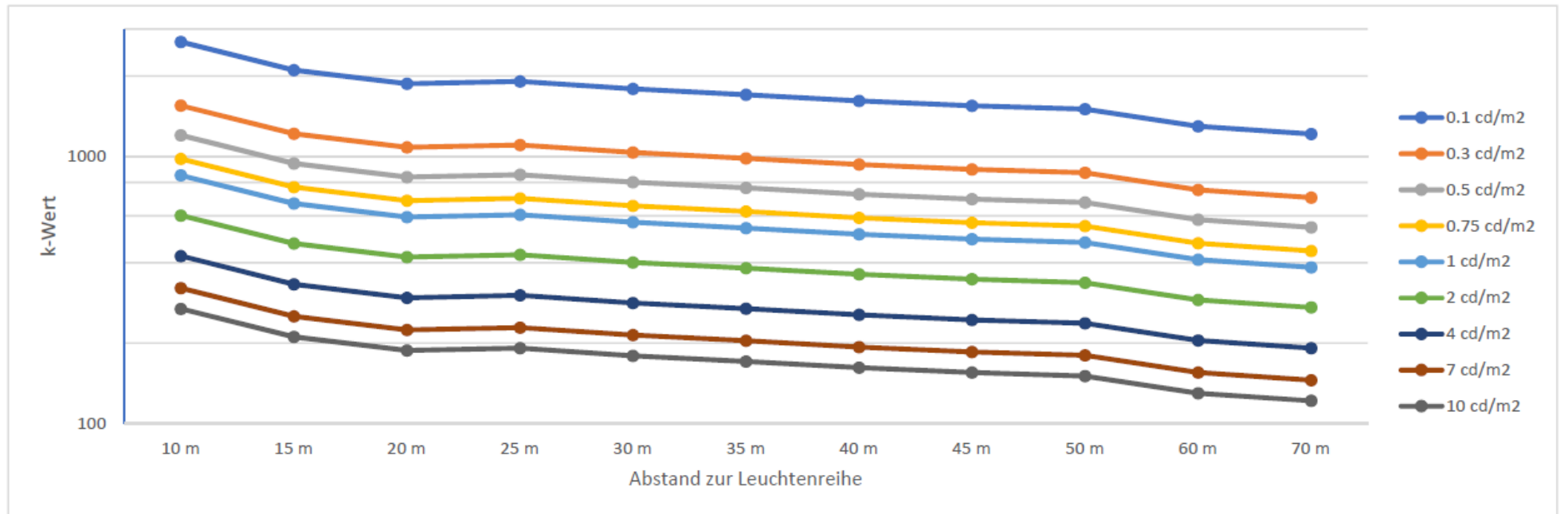


Tennis 1er Platz 4 Masten 12 m 500 Lux Vorstrahlung 0° - Beobachter in Abstand zur Leuchtenreihe

Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die Leuchtenreihe und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur Leuchtenreihe.

Abstand Beobachter zur Leuchtenreihe	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	2686	1551	1201	980	850	601	424	321	269	11.05 kcd
15 m	2106	1216	941	768	666	472	332	252	211	11.14 kcd
20 m	1874	1082	838	683	593	420	296	224	188	11.39 kcd
25 m	1912	1104	855	697	605	428	302	229	191	11.37 kcd
30 m	1791	1034	801	653	567	401	283	214	179	11.74 kcd
35 m	1705	985	762	622	539	382	269	204	171	12.23 kcd
40 m	1616	933	722	589	511	362	255	193	162	12.58 kcd
45 m	1549	895	692	565	490	347	244	185	155	13.03 kcd
50 m	1504	869	672	549	476	337	237	180	151	13.56 kcd
60 m	1297	749	580	473	410	290	205	155	130	13.32 kcd
70 m	1214	701	543	443	384	272	192	145	122	13.94 kcd



Tennis 1er Platz 4 Masten 12 m 500 Lux Vorstrahlung 0° - Beobachter in Abstand zur seitlichen Platzgrenze

Höhe des Beobachters 2.5 m

Der Abstand ist definiert als orthogonale Projektion vom Beobachter auf die seitliche Platzgrenze und damit die kürzeste Entfernung vom Beobachter zur seitlichen Platzgrenze.

Abstand Beobachter zur Torauslinie	Maximale k-Werte für bestimmte Umgebungsleuchtdichte (cd/m ²) in Abhängigkeit vom Abstand									zugehörige Lichtstärke
	0.1 cd/m ²	0.3 cd/m ²	0.5 cd/m ²	0.75 cd/m ²	1 cd/m ²	2 cd/m ²	4 cd/m ²	7 cd/m ²	10 cd/m ²	
10 m	1404	811	628	513	444	314	222	168	140	4.72 kcd
15 m	891	514	398	325	282	199	141	107	89	5.49 kcd
20 m	966	558	432	353	305	216	153	115	97	6.72 kcd
25 m	814	470	364	297	257	182	129	97	81	5.90 kcd
30 m	679	392	304	248	215	152	107	81	68	5.11 kcd
35 m	543	314	243	198	172	121	86	65	54	4.25 kcd
40 m	401	232	179	146	127	90	63	48	40	3.26 kcd
45 m	265	153	119	97	84	59	42	32	26	2.23 kcd
50 m	140	81	63	51	44	31	22	17	14	1.22 kcd
55 m	69	40	31	25	22	15	11	8	7	0.63 kcd
60 m	18	10	8	7	6	4	3	2	2	0.16 kcd
70 m	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.01 kcd
80 m	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.01 kcd
90 m	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.01 kcd

