

Beleuchtung mit künstlichem Licht

Begriffe und allgemeine Anforderungen

DIN
5035
Teil 1

Artificial lighting; terminology and general requirements

Ersatz für Ausgabe 10.79

Die Normen der Reihe DIN 5035 bestehen aus folgenden Teilen:

- DIN 5035 Teil 1 Beleuchtung mit künstlichem Licht; Begriffe und allgemeine Anforderungen
 DIN 5035 Teil 2 Beleuchtung mit künstlichem Licht; Richtwerte für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien
 DIN 5035 Teil 3 Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht; Beleuchtung in Krankenhäusern
 DIN 5035 Teil 4 Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht; Spezielle Empfehlungen für die Beleuchtung von Unterrichtsstätten
 DIN 5035 Teil 5 Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht; Notbeleuchtung
 DIN 5035 Teil 6 Beleuchtung mit künstlichem Licht; Messung und Bewertung
 DIN 5035 Teil 7 Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht; Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen und mit Arbeitsplätzen mit Bildschirmunterstützung

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	4.1.3 Wirtschaftlichkeit	3
2 Begriffe	2	4.2 Beleuchtungsstärke	3
2.1 Größen	2	4.2.1 Nennbeleuchtungsstärke E_n	3
2.1.1 Beleuchtungsstärke E	2	4.2.2 Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz	4
2.1.2 Mittlere Beleuchtungsstärke $\bar{E}$	2	4.2.3 Planungs- und Mindestwerte	4
2.1.3 Nennbeleuchtungsstärke E_n	2	4.3 Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld im Innenraum	4
2.1.4 Zylindrische Beleuchtungsstärke E_z	2	4.4 Begrenzung der Blendung	4
2.1.5 Verminderungsfaktor v	2	4.4.1 Allgemeines	4
2.1.6 Planungsfaktor p	2	4.4.2 Begrenzung der Direktblendung im Innenraum	4
2.1.7 Leuchtdichte L	2	4.4.2.1 Anlagen mit Leuchten in Einzel- und Lichtbandanordnung	4
2.1.8 Reflexionsgrad ρ	2	4.4.2.2 Leuchtende Decken	7
2.2 Beleuchtungsarten	2	4.4.3 Begrenzung der Reflexblendung	7
2.2.1 Allgemeinbeleuchtung	2	4.5 Lichtrichtung und Schattenwirkung	8
2.2.2 Arbeitsplatzorientierte Allgemeinbeleuchtung	2	4.6 Stroboskopischer Effekt	8
2.2.3 Einzelplatzbeleuchtung	2	4.7 Licht und Farbe	8
2.3 Blendung	2	4.7.1 Lichtfarbe	8
2.3.1 Direktblendung	2	4.7.2 Farbwiedergabe	8
2.3.2 Reflexblendung	2	4.7.3 Farbgestaltung, Farbklima im Innenraum	8
2.4 Lichtfarbe und Farbwiedergabe	2	4.8 Kosten der Beleuchtungsanlage	8
2.4.1 Lichtfarbe	2		
2.4.2 Farbwiedergabe	3		
3 Aufgaben der Beleuchtung	3	5 Planung der Beleuchtungsanlage	9
3.1 Allgemeines	3	5.1 Allgemeines	9
3.2 Arbeitsräume	3	5.2 Wahl der Beleuchtungsart	9
3.3 Verkaufs- und Ausstellungsräume	3	5.2.1 Allgemeinbeleuchtung	9
3.4 Unterrichtsräume	3	5.2.2 Arbeitsplatzorientierte Allgemeinbeleuchtung	9
3.5 Stimmungsbetonte Räume	3	5.2.3 Einzelplatzbeleuchtung	9
3.6 Wohnbereich	3	5.3 Sicherheitsbeleuchtung	9
3.7 Verkehrszonen	3	5.4 Tageslicht-Ergänzungsbeleuchtung	9
3.8 Arbeitsstätten im Freien	3	5.5 Zusammenwirken von Beleuchtung und künstlicher Belüftung	9
4 Anforderungen an die Beleuchtung	3	5.6 Hinweise für die Berechnung von Beleuchtungsanlagen	9
4.1 Allgemeines	3		
4.1.1 Lichttechnische Güteermerekmale	3	6 Instandhaltung der Anlage	10
4.1.2 Sehaufgaben	3		

Fortsetzung Seite 2 bis 12

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die künstliche Beleuchtung von Innenräumen; sie gilt sinngemäß auch für die künstliche Beleuchtung von Flächen im Freien.

2 Begriffe

2.1 Größen

2.1.1 Beleuchtungsstärke E

Die Beleuchtungsstärke E ist der Quotient aus dem auf eine Fläche auftreffenden Lichtstrom und der beleuchteten Fläche (aus: DIN 5031 Teil 3/03.82).

Einheit: Lux (lx)

2.1.2 Mittlere Beleuchtungsstärke $\bar{E}$

Die mittlere Beleuchtungsstärke $\bar{E}$ ist der arithmetische Mittelwert der Beleuchtungsstärken in einem Raum oder in der einer bestimmten Tätigkeit dienenden Raumzone. Unter Raumzone wird derjenige Bereich eines Raumes verstanden, in dem eine gleichartige Tätigkeit an mehreren Arbeitsplätzen ausgeübt bzw. der gleichartig genutzt wird.

2.1.3 Nennbeleuchtungsstärke E_n

Die Nennbeleuchtungsstärke E_n ist für Arbeitsstätten in Innenräumen der Nennwert der mittleren Beleuchtungsstärke im Raum oder in der einer bestimmten Tätigkeit dienenden Raumzone, für den die Beleuchtungsanlage auszulegen ist. Die Nennbeleuchtungsstärke E_n für Arbeitsstätten in Innenräumen bezieht sich:

- auf den mittleren Alterungszustand der Beleuchtungsanlage;
- auf den eingerichteten Innenraum bzw. die eingerichtete Raumzone;
- im allgemeinen auf die horizontale Arbeitsfläche in 0,85 m Höhe über dem Fußboden; bei anderer Lage der Arbeitsfläche bezieht sich die Nennbeleuchtungsstärke E_n auf diese Lage (z.B. Schaltschrankmontage, Zeichenbrett, Schreibtisch);
- bei Verkehrswegen in Innenräumen auf deren Mittellinie in max. 0,2 m Höhe über dem Fußboden.

Die Nennbeleuchtungsstärke E_n ist für Arbeitsstätten im Freien der Nennwert der mittleren Beleuchtungsstärke für die zu beleuchtende Fläche der Arbeitsstätte, für den die Beleuchtungsanlage auszulegen ist. Die Nennbeleuchtungsstärke E_n für Arbeitsstätten im Freien bezieht sich:

- auf den mittleren Alterungszustand der Beleuchtungsanlage;
- auf eingerichtete Arbeitsstätten im Freien;
- im allgemeinen auf die horizontale Arbeitsfläche in 0,85 m Höhe über dem Boden; bei anderer Lage der Arbeitsfläche bezieht sich die Nennbeleuchtungsstärke auf diese Lage;
- bei Verkehrswegen auf deren Mittellinie in max. 0,2 m Höhe über dem Boden;
- bei Werkstraßen, Verkehrszonen und -flächen auf eine Ebene in max. 0,2 m Höhe über dem Boden.

2.1.4 Zylindrische Beleuchtungsstärke E_z

Die zylindrische Beleuchtungsstärke E_z ist der an einem Punkt vorhandene arithmetische Mittelwert der vertikalen Beleuchtungsstärken E_v (aus: DIN 5031 Teil 3/03.82).

2.1.5 Verminderungsfaktor v

Der Verminderungsfaktor v ist das Verhältnis der Nennbeleuchtungsstärke E_n zum Planungswert der mittleren Beleuchtungsstärke einer Beleuchtungsanlage.

2.1.6 Planungsfaktor p

Der Planungsfaktor p ist der Kehrwert des Verminderungsfaktors v .

2.1.6 Planungsfaktor p

Der Planungsfaktor p ist der Kehrwert des Verminderungsfaktors v .

2.1.7 Leuchtdichte L

Siehe DIN 5031 Teil 3

Einheit: cd/m²

Anmerkung: Für den Zusammenhang der Leuchtdichten von Raumbereichen mit Beleuchtungsstärken siehe Abschnitt 4.3.

Für die Blendungsbewertung ist die mittlere Leuchtdichte L der Leuchte von Bedeutung. Sie läßt sich nach DIN 5032 Teil 4 über eine Lichtstärkemessung als Quotient aus der Lichtstärke der Leuchte in einer bestimmten Richtung und der Projektion der leuchtenden Fläche auf eine Ebene senkrecht zur betrachteten Richtung bestimmen.

2.1.8 Reflexionsgrad ρ

Verhältnis des reflektierten Lichtstroms zu dem einfallenden Lichtstrom (aus: DIN 5036 Teil 1/07.78).

2.2 Beleuchtungsarten

2.2.1 Allgemeinbeleuchtung

Gleichmäßige Beleuchtung eines Raumes, die an allen Stellen eines Raumes etwa gleiche Sehbedingungen schafft.

2.2.2 Arbeitsplatzorientierte Allgemeinbeleuchtung

Allgemeinbeleuchtung mit fester Zuordnung zwischen Leuchten und bestimmten Arbeitsplätzen (Definition des Arbeitsplatzes siehe DIN 33 400).

2.2.3 Einzelplatzbeleuchtung

Beleuchtung einzelner Arbeitsplätze zusätzlich zu einer Allgemeinbeleuchtung.

2.3 Blendung

Störungen durch zu hohe Leuchtdichten und/oder zu große Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld.

Man unterscheidet;

- Physiologische Blendung;
Blendung, die zu einer Herabsetzung des Sehvermögens (z.B. Unterschiedsempfindlichkeit, Formerkennbarkeit) führt.
- Psychologische Blendung;
Blendung, die allein unter dem Gesichtspunkt der Störimpfindung bewertet wird. Psychologische Blendung führt bei längerem Aufenthalt im Raum zu vorzeitiger Ermüdung und zur Herabsetzung von Leistung, Aktivierung und Wohlbefinden.

2.3.1 Direktblendung

Blendung, die unmittelbar durch Leuchten oder leuchtende Decken hervorgerufen wird.

2.3.2 Reflexblendung

Blendung und Kontrastminderung, die durch Spiegelung hoher Leuchtdichte auf glänzenden Oberflächen verursacht werden.

Anmerkung: Die dadurch hervorgerufenen Störungen sind im wesentlichen Kontrastminderung, Fusions- und Akkomodationsschwierigkeiten.

2.4 Lichtfarbe und Farbwiedergabe

2.4.1 Lichtfarbe

Lichtfarbe ist die Farbart einer Lichtart (aus: DIN 5033 Teil 1/03.79).

Anmerkung: Lichtart ist die Benennung für Strahlung bestimmter relativer spektraler Verteilung in dem Spektralbereich, der einen Einfluß auf die Farbe von Objekten hat (aus: DIN 5033 Teil 1/03.79).

2.4.2 Farbwiedergabe

Farbwiedergabe ist die Beziehung zwischen der Originalfarbe eines Objektes und dessen Wiedergabefarbe (aus: DIN 6169 Teil 1/01.76).

Anmerkung: Farbwiedergabe-Eigenschaften von Lichtquellen in der Beleuchtungstechnik siehe DIN 6169 Teil 2.

3 Aufgaben der Beleuchtung

3.1 Allgemeines

Die Beleuchtung beeinflusst durch ihre Qualität (Anforderungen an die Beleuchtung siehe Abschnitt 4) die Sehleistung, die Aktivierung, die Arbeitssicherheit und das Wohlbefinden des Menschen.

Die Beleuchtung ist deshalb so auszuführen, daß sie ihre jeweiligen Aufgaben erfüllt und sich harmonisch in den Raum einfügt.

3.2 Arbeitsräume

In Arbeitsräumen muß die Beleuchtung ein müheloses Erkennen der Sehobjekte ermöglichen. Sie soll mit dazu beitragen, die Aufmerksamkeit und Aktivierung zu fördern, vorzeitiger Ermüdung entgegenzuwirken sowie Gefahrensituationen deutlich erkennbar zu machen.

3.3 Verkaufs- und Ausstellungsräume

In Verkaufs- und Ausstellungsräumen besteht die Aufgabe der Beleuchtung vor allem darin, eine günstige Verkaufsatmosphäre zu schaffen, das Prüfen der Ware zu erleichtern und ausgestellte Gegenstände hervorzuheben. Für Arbeitsplätze in Verkaufs- und Ausstellungsräumen gelten Abschnitt 3.2 und DIN 5035 Teil 2.

3.4 Unterrichtsräume

In Unterrichtsräumen besteht die Aufgabe der Beleuchtung vor allem darin, die Aufmerksamkeit und Konzentration zu fördern, die Unterrichtsmaterialien mühelos zu erkennen und die mit dem Unterricht verbundene Sehtätigkeit zu erleichtern.

3.5 Stimmungsbetonte Räume

In stimmungsbetonten Räumen spielen in besonderem Maße gestalterische Gesichtspunkte und solche der Behaglichkeit eine Rolle.

Hinweise für die Gestaltung solcher Beleuchtungen finden sich in [1].

Wird in solchen Räumen auch gearbeitet oder dienen sie einer Freizeitgestaltung mit vergleichbaren Sehansforderungen, so sind die entsprechenden Anforderungen an die Beleuchtung (siehe Abschnitt 4 und DIN 5035 Teil 2) mit zu berücksichtigen.

3.6 Wohnbereich

Die Gestaltung der Beleuchtung im Wohnbereich läßt sich nicht in Normen festlegen. Für Tätigkeiten im Wohnbereich gelten Abschnitt 3.2 und DIN 5035 Teil 2 entsprechend.

3.7 Verkehrszonen

In Eingängen, Fluren, Treppen und Raumzonen, die dem Verkehr dienen, muß die Beleuchtung die Gefahrenstellen deutlich erkennbar machen.

3.8 Arbeitsstätten im Freien

Die Beleuchtung von Arbeitsstätten im Freien dient der Erfüllung der Sehaufgaben und der Arbeitssicherheit.

4 Anforderungen an die Beleuchtung

4.1 Allgemeines

4.1.1 Lichttechnische Gütemerkmale

Die Anforderungen an die Beleuchtung beziehen sich auf folgende lichttechnische Gütemerkmale:

- Beleuchtungsniveau;
- Leuchtdichte- und Farbverteilung;
- Begrenzung der Blendung;
- Lichtrichtung und Schattigkeit;
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe.

Nur bei Beachtung aller Gütemerkmale kann eine Beleuchtungsanlage den gestellten Anforderungen genügen. Je nach Art und Schwierigkeit der Sehaufgabe bzw. je nach Raumart kann dem einen oder anderen Gütekriterium Priorität zugebilligt werden.

4.1.2 Sehaufgaben

Die Sehaufgaben unterscheiden sich durch:

- Größe der auftretenden Leuchtdichte- und Farbkontraste;
- Größe der wesentlichen Strukturelemente (Details);
- Geschwindigkeit, mit der diese wahrgenommen werden müssen;
- gewünschte Sicherheit des Erkennens;
- Dauer der Seharbeit.

Mit der Schwierigkeit der Sehaufgabe steigen auch die Anforderungen an die Güte der Beleuchtung.

4.1.3 Wirtschaftlichkeit

Die Zuordnung der Nennbeleuchtungsstärke E_n (siehe Abschnitt 4.2) zu bestimmten Tätigkeiten (siehe DIN 5035 Teil 2) berücksichtigt auch wirtschaftliche Gesichtspunkte. Ein höheres Beleuchtungsniveau bewirkt zwar höhere Gesamtkosten, die jedoch durch steigende Produktivität sowie geringere Unfallhäufigkeit, insbesondere von Bagatellunfällen, mehr als aufgewogen werden können.

Die Gesamtkosten einer Beleuchtungsanlage (siehe Abschnitt 4.8) können gesenkt werden, wenn Lampen höherer Lichtausbeute und Leuchten hohen Wirkungsgrades und geeigneter Lichtverteilung verwendet werden.

4.2 Beleuchtungsstärke

4.2.1 Nennbeleuchtungsstärke E_n

Werte der Nennbeleuchtungsstärke E_n für Innenräume sind 20/50/100/200/300/500/750/1000/1500/2000 lx.

Die Nennbeleuchtungsstärke E_n ist auf einen mittleren, Alterungszustand der Anlage bezogen.

Die Nennbeleuchtungsstärke E_n , die einer bestimmten Art des Raumes bzw. der Tätigkeit zugeordnet wird, bezieht sich auf die Schwierigkeit der Sehaufgabe. Dabei wird vorausgesetzt, daß dieser Wert der Beleuchtungsstärke in seiner Auswirkung auf die Sehleistung nicht durch Störeinflüsse wie Direktblendung, Reflexblendung und Kontrastminderung (siehe Abschnitt 4.4 und DIN 5035 Teil 2), ungeeignete Lichtfarbe und Farbwiedergabe (siehe Abschnitt 4.7 und DIN 5035 Teil 2) beeinträchtigt wird.

Die Zuordnung eines bestimmten Wertes der Nennbeleuchtungsstärke E_n zu einer Sehaufgabe bezieht sich auf normalsichtige Personen. Ein nicht vollständig durch Sehhilfen korrigierbarer Sehfehler kann durch ein höheres Beleuchtungsniveau ganz oder teilweise kompensiert werden.

4.2.2 Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz

An ständig besetzten Arbeitsplätzen in Gebäuden ist eine Nennbeleuchtungsstärke E_n von mindestens 200 lx vorzusehen, es sei denn, daß betriebliche oder physiologisch-optische Gründe eine Abweichung erfordern.

In Räumen oder Raumzonen, die dem ständigen Aufenthalt von Personen dienen, ist eine Nennbeleuchtungsstärke E_n von mindestens 100 lx erforderlich.

Werden an ortsfesten Arbeitsplätzen im Freien Tätigkeiten verrichtet, die den Tätigkeiten in Räumen entsprechen, z. B. Arbeiten an Holzbearbeitungsmaschinen, ist dort eine für diese Tätigkeit in Innenräumen in DIN 5035 Teil 2 vorgegebene Nennbeleuchtungsstärke E_n vorzusehen.

4.2.3 Planungs- und Mindestwerte

Für die Planung soll der Wert der Nennbeleuchtungsstärke E_n mit einem Planungsfaktor p von mindestens 1,25 multipliziert werden (siehe Abschnitt 5.6).

Der arithmetische Mittelwert der Beleuchtungsstärke an den Arbeitsplätzen $\bar{E}$ darf unabhängig vom Alterungszustand der Beleuchtungsanlage den 0,8fachen Wert der Nennbeleuchtungsstärke E_n nicht unterschreiten. Unter diesen Voraussetzungen darf die Beleuchtungsstärke E an keinem Arbeitsplatz zu keiner Zeit den 0,6fachen Wert der Nennbeleuchtungsstärke E_n unterschreiten.

4.3 Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld im Innenraum

Für gute Sehbedingungen sowie aus psycho-physischen Gründen ist ein ausgewogenes Verhältnis der Leuchtdichten im Gesichtsfeld erforderlich. Die Leuchtdichte L von Raumbooberflächen läßt sich für vollkommen gestreut reflektierende (matte) Oberflächen berechnen

$$L = \frac{\varrho \cdot E}{\pi} \text{ in cd/m}^2$$

Dabei ist E die Beleuchtungsstärke in lx auf der entsprechenden Oberfläche mit dem Reflexionsgrad ϱ (siehe auch [2]). Dazu sind folgende Punkte zu beachten:

- die Reflexionsgrade der näheren Umgebung des Arbeitsgutes sollen so gewählt werden, daß sich zwischen Arbeitsfeld (Infeld) und Umfeld keine größeren Leuchtdichteunterschiede als etwa 3:1 ergeben. Die Aufmerksamkeit wird auf das Arbeitsfeld konzentriert, wenn es heller als die Umgebung ist. Für Oberflächen von Arbeitstischen sind Reflexionsgrade von $\varrho = 0,2$ bis $\varrho = 0,5$ empfehlenswert.

Anmerkung: Zur Erzielung einer ausgewogenen Leuchtdichteverteilung sollte für die horizontale Nutzebene im Raum bzw. in der einer bestimmten Tätigkeit dienenden Raumzone eine Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke $g_1 = E_{\min} : \bar{E}$ von etwa 1:1,5 eingehalten werden.

- Beleuchtungsart, Reflexionsgrade und Farbe ausgehnter Flächen im Gesichtsfeld (im wesentlichen Decke und Wände) sind so zu wählen, daß eine angenehme Leuchtdichteverteilung im Raum entsteht. Zu geringe Leuchtdichte- und Farb-Unterschiede bewirken einen monotonen Raumeindruck. Andererseits sollten größere Leuchtdichteunterschiede als etwa 10:1 zwischen Arbeitsfläche und weiter entfernten ausgedehnten Flächen im Gesichtsfeld vermieden werden.
- Eine ausreichende Aufhellung der Raumbegrenzungsflächen und ein guter Wirkungsgrad der Beleuchtung wird im allgemeinen erreicht, wenn der mittlere Reflexionsgrad der Decke 0,7, der der Wände 0,5 und der des Bodens 0,2 beträgt.
- Zu hohe Leuchtdichten im Gesichtsfeld können zu Blendung führen. Zur Vermeidung von Direktblendung darf die Leuchtdichte der gesehenen leuchtenden Fläche bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten (siehe Abschnitt 4.4).

4.4 Begrenzung der Blendung

4.4.1 Allgemeines

Blendung darf weder durch Lampen oder Leuchten (Direktblendung), noch durch Spiegelung hoher Leuchtdichten auf glänzenden Flächen (Reflexblendung) hervorgerufen werden.

Freistrahkende Leuchtstofflampen können, wie aus den Grenzkurven (siehe Abschnitt 4.4.2) hervorgeht, nur in bestimmten Fällen angewendet werden. Sie blenden am wenigsten, wenn sie parallel zur Blickrichtung angeordnet sind.

Lampen hoher Leuchtdichte, z.B. Glühlampen und Hochdruck-Entladungslampen, sind grundsätzlich abzuschirmen (siehe Tabelle 1).

Bei Leuchten für Einzelplatzbeleuchtung ist der direkte Einblick durch Abschirmung oder geeignete Anbringung zu verhindern.

In besonderen Fällen, z.B. bei der Beleuchtung von Eingangshallen und festlichen Räumen, können höhere Leuchtdichten und Kontraste zur Umgebung wünschenswert sein, sofern die Lichtquellen vornehmlich als dekoratives Element dienen.

4.4.2 Begrenzung der Direktblendung im Innenraum

Direktblendung hängt ab von der Leuchtdichte und Größe der gesehenen leuchtenden Fläche aller im Blickfeld befindlichen Leuchten oder Deckenteile, ihrer Lage im Gesichtsfeld, der Beleuchtungsstärke, sowie den Reflexionsgraden der Raumbegrenzungsflächen und Einrichtungsgegenstände.

4.4.2.1 Anlagen mit Leuchten in Einzel- und Lichtbandanordnung

Die Direktblendung gilt als ausreichend begrenzt, wenn die mittlere Leuchtdichte der Leuchten im für die Blendung kritischen Winkelbereich $45^\circ \leq \gamma \leq 85^\circ$ (siehe Bild 1) die Werte der Leuchtdichtegrenzkurven nach Bild 2 und Bild 3 nicht überschreitet (siehe auch [3]).

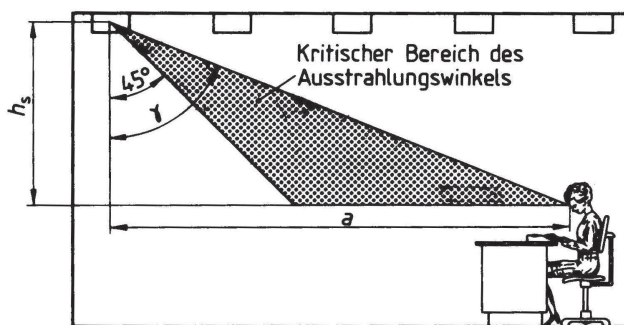


Bild 1. Ausstrahlungsbereich einer Leuchte, in dem die Leuchtdichtebegrenzung eingehalten werden muß.

Die erforderliche Begrenzung der Leuchtdichte der Leuchten ist abhängig von der Leuchtenart und Leuchtenanordnung, dem Abschirmwinkel α , der Güteklasse der Begrenzung der Direktblendung und der Nennbeleuchtungsstärke:

- Leuchtenart bzw. Leuchtenanordnung A und B:

Nach den Leuchtdichtegrenzkurven A (siehe Bild 2) werden behandelt:

- langgestreckte Leuchten, die parallel zur Blickrichtung angeordnet sind