



BELEUCHTUNG • BLENDSCHUTZ • MARKIERUNGEN

Empfehlungen für Schulen mit dem Förderschwerpunkt Sehen

FACHBEREICH ÜBERREGIONALE SCHULEN

Landeswohlfahrtsverband Hessen

Herausgeber

Landeswohlfahrtsverband Hessen
Dezernat Allgemeine Verwaltung
Fachbereich Überregionale Schulen
Ständeplatz 2
34117 Kassel

Tel. 0561 1004 - 0
Fax 0561 1004 - 0
kontakt-schulen@lwv-hessen.de

Text

Achim Merget-Gilles
a.merget-gilles@jpss-fb.de

Redaktion

Fachbereich 401 - Überregionale Schulen
Bettina Landgrebe

Gestaltung:

Heiko Horn

Fotos

Titelseite und Rückseite: Uwe Zucchi
Seite 15: Johann-Peter-Schäfer-Schule, Friedberg

Druck

Druckerei des LWV Hessen

Internet

www.lwv-hessen.de

Stand

April 2018

LIEBE LESERINNEN UND LESER,



Foto: Anja Estepp

Lichtintensität und Schattenwurf, helle und dunkle Zonen am Arbeitsplatz und die Gestaltung des Lichteinfalls können für Menschen mit hochgradigen Sehbehinderungen einen echten Unterschied machen.

Um unseren Schülerinnen und Schülern mit diesen Herausforderungen möglichst effektives und erfolgreiches Arbeiten in ihren Klassen und im schulischen Umfeld ermöglichen zu können, hat der LWV als Schulträger an der Johann-Peter-Schäfer-Schule (Friedberg), der Hermann-Schafft-Schule (Homburg) die Schulen auf Grundlage dieses Leitfadens ausgestattet.

Auch bei der Planung und Umsetzung der Baumaßnahme für die Hermann-Herzog-Schule (Frankfurt), die nach Fertigstellung der Maßnahme in die Trägerschaft des LWV Hessen wechselt, werden diese Vorgaben berücksichtigt.

Das vorhandene Sehvermögen wird gezielt gefördert, und die Schülerinnen und Schüler erwerben spezielle Arbeitstechniken. Die Lichtverhältnisse in den Klassen sollten optimal und auf individuelle Bedürfnisse abgestimmt sein.

Herr Prof. Dr. Sven Degenhard (Universität Hamburg) gab wichtige Impulse um die Anforderungen zu definieren. Unter der Federführung von Herrn Merget-Gilles, dem Schulleiter der Johann-Peter-Schäfer-Schule, haben Lehrkräfte der Schulen sowie das Baumanagement des LWV Hessen einen Kriterienkatalog ausgearbeitet, wie Schulen mit dem Förderschwerpunkt Sehen gebaut und ausgestattet sein sollten. In zwei Musterklassen wurden diese Empfehlungen konkretisiert und praktisch mit verschiedenen Materialien überprüft. Diese Ergebnisse sind in die Gestaltung dieser Broschüre eingeflossen.

Hiermit liegen nun die aktualisierten Erkenntnisse zusammengefasst und aufbereitet vor. Ihre möglichst große Verbreitung soll dem Ziel des bestmöglichen Lernens dienen. Ich danke Herrn Merget-Gilles und allen Mitwirkenden besonders für die Erarbeitung dieser Unterlagen sehr herzlich!

Ihr

Dieter Schütz
(Beigeordneter)

1. AUFGABENSTELLUNG	6
2. BAUTECHNISCHE NORMEN VON BELEUCHTUNGS- VERHÄLTNISSEN	6
2.1 Güte Merkmale von Innenraumbeleuchtung	6
2.2 DIN EN 12464-1	7
3. ABLEITUNGEN FÜR SCHULEN MIT DEM FÖRDER- SCHWERPUNKT SEHEN	8
3.1 Wechselnde Nutzungsweisen in den Räumen	8
3.2 Anforderungen an die Beleuchtungsinstallation	8
4. DIREKT- UND REFLEXIONSBLENDUNG, LICHTRICHTUNG UND MODELLING	10
4.1 Horizontale Beleuchtung	10
4.2 Vertikale Beleuchtung	11
4.3 Schatten	11
5. BELEUCHTUNGSSTÄRKE, LICHTFARBE UND FARBWIEDERGABE	12
5.1 Zusatzleuchten	13
5.2 Akzentbeleuchtung	13

6. FLIMMERN	13
7. TAGESLICHT-BLENDSCHUTZ	14
8. KONTRASTE	16
9. ORIENTIERUNGSHILFEN	17
10. FLURE UND TREPPEN	17
11. WIRTSCHAFTLICHKEIT	19
12. BELEUCHTUNGSERFORDERNISSE VON SCHUL- UND INTERNATSRÄUMEN - ÜBERSICHT	20
13. QUELLEN/LITERATUR	23

1. AUFGABENSTELLUNG

In Unterrichtsräumen besteht die Aufgabe der Beleuchtung vor allem darin, die Aufmerksamkeit und Konzentration von Schülerinnen und Schülern zu fördern, sie die Unterrichtsmaterialien möglichst mühelos erkennen zu lassen und die mit dem Unterricht verbundene Sehtätigkeit zu erleichtern. Beleuchtung hat, so verstanden, eine dienende Funktion.

Die allgemeinen, für Schülerinnen und Schüler ohne Sehbeeinträchtigung benannten lichttechnischen Gütemerkmale einer guten Beleuchtung in Unterrichtsräumen können zunächst für Schulen mit dem Förderschwerpunkt Sehen übernommen werden.

An der Schule mit dem Förderschwerpunkt Sehen muss die Beleuchtung an den *individuellen* Förderbedarf der Schüler angepasst werden.

Die Beleuchtung der Schulen mit dem Förderschwerpunkt Sehen soll die

- Selbstständigkeit, Selbsttätigkeit und Mobilität unterstützen
- Freude am Schauen fördern und damit visuelle Orientierungs- und Wahrnehmungstätigkeiten erleichtern
- potenziellen Gefahrenstellen entschärfen.

2. BAUTECHNISCHE NORMEN VON BELEUCHTUNGS- VERHÄLTNISSEN

Die Güte einer Innenraumbeleuchtung hängt von nachfolgenden Faktoren ab:

2.1 GÜTEMERKMALE VON INNENRAUMBELEUCHTUNG:

- Beleuchtungsstärke (Lux)
- Leuchtdichteverteilung auf Flächen (candela/qm)
- Direkt- und Reflexblendung
- Lichtfarbe (Farbeindruck einer Lichtquelle) und Farbwiedergabe (Wirkung der Lichtquelle auf den Farbeindruck eines Objektes)
- Tageslichtanteil
- Flimmerfreiheit
- Leuchtrichtung und Modelling (vgl. AMEV, S. 4 ff.)

Die Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen unter Berücksichtigung der Sehleistung und des Sehkomforts sind mittlerweile europaweit normiert. Es werden alle üblichen Sehaufgaben, einschließlich der Sehaufgaben am Bildschirm, behandelt.

2.2 DIN EN 12464-1

Die Norm wie auch der Leitfaden zur DIN EN 12464-1 beschreibt die Hauptmerkmale des Lichtklimas, wie Leuchtdichteverteilung, Beleuchtungsstärke, Blendung, Lichtrichtung, Lichtfarbe und Farbwiedergabe, Flimmern und Tageslicht.

Bestimmte Neuerungen kommen den Sehbedürfnissen Sehbehinderter entgegen. Es werden neue Kategorien bei der Beschreibung der Beleuchtungsqualität benannt:

- „Bereich der Sehaufgabe“ (Arbeitsplatzbereich, in dem die Sehaufgabe ausgeführt wird. Hier soll auf eine großflächige, undifferenzierte Ausleuchtung des Raumes verzichtet werden). Zu den vertikalen Bereichen von Sehaufgaben gehören Tafel und Präsentationsflächen.
- „Unmittelbarer Umgebungsbereich“ (Fläche im Gesichtsfeld, die den Bereich der Sehaufgabe direkt umgibt).
- „Wartungswert der mittleren Beleuchtungsstärke“ (\bar{E}_m) (siehe Ziffer 5.).
- Neues Verfahren zur Bewertung der Direktblendung (= UGR_L , Grenzwerte für die Bewertung der Blendung).
- Neue Grenzwerte zur Bewertung der Reflexblendung bei der Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen.

3. ABLEITUNGEN FÜR SCHULEN MIT DEM FÖRDERSCHWERPUNKT SEHEN

Die Ausprägungen der einzelnen Sehbehinderungen und der individuelle Förderbedarf der Kinder erlauben keine starre Festsetzung einheitlicher Beleuchtungsstandards.

3.1 WECHSELNDE NUTZUNGSWEISEN IN DEN RÄUMEN

Mit der Einführung der Kategorie „Bereich der Sehaufgabe“ wird von einer großflächigen, undifferenzierten Ausleuchtung eines Raumes Abstand genommen.

Vom „Bereich der Sehaufgabe“ ist der „unmittelbare Umgebungsbereich“ zu unterscheiden.

Die Größe und/oder die Lage der Bereiche von Sehaufgaben und der Umgebungsbereiche sind in einem Klassenraum variabel und kaum festzulegen. Aufgrund wechselnder pädagogischer Nutzungskonzepte werden Schülerarbeitsplätze häufig umgestellt: Sozialformen des Unterrichts, Platzbedarf für sehbehindertenspezifische Hilfsmittel und Präsentationstechniken (z. B. Rückprojektion per Beamer), liegende Schüler (z. B. Vorklassenkinder, Mehrfachbehinderte, Körperbehinderte), Ruhezone.

3.2 ANFORDERUNGEN AN DIE BELEUCHTUNGSINSTALLATION

Der Arbeitsbereich in Sehbehindertenklassenräumen umfasst den gesamten Raum, einschließlich vertikaler Flächen. Die Lichttechnik in Klassenräumen soll mehrere und wechselnde Bereiche für Sehaufgaben ermöglichen.

Eine veränderbare, differenzierte Ausleuchtung von Bereichen der Sehaufgabe und ihrer Umgebungsbereiche

- wirkt sich positiv auf das Lernklima, Wohlbefinden und die Leistungen (vgl. Dr. Rotraut Walden, a.a.O.) aus,
- fördert die visuelle Kommunikation und die soziale Interaktion,
- erleichtert die visuelle Raumorientierung,
- entspricht wechselnden pädagogischen Nutzungskonzepten (Einzelarbeit / Gruppenarbeit; offenere / gebundenere Unterrichtsformen; wechselnde Schulstufen),
- entspricht wechselnden Sehaufgaben (z. B. Bildschirmarbeit; schreiben, lesen im Buch, zeichnen, hantieren mit Lernmaterial; arbeiten an Tafel / Pinwand / elektronischem Whiteboard, Präsentation per Beamer),
- erlaubt, die Beleuchtungssituation entsprechend den individuellen Sehbedürfnissen anzupassen (insbesondere Lichtstärke).

Eine homogenere, nur wenig abweichende Ausleuchtung von Bereichen der Sehaufgaben, die situativ im Unterricht hervorgehoben werden müssen, senkt die Adaptationsanforderung bei wechselnder Blickrichtung (z. B. zwischen Tafel - Pinnwand - Schülertisch), lenkt den Blick und verlängert somit die Konzentrationsfähigkeit.

Die Grundbeleuchtung soll mehrgliedrig schalt- und dimmbar, die Leuchtenreihen sollen einzeln und teilbar zu schalten sein. Das letzte Lichtbild, einschließlich Dimm-Einstellungen, soll durch Speicherung beim nächsten Einschalten sofort wieder hergestellt werden können.

Die Bedienelemente sollen einfach, anschaulich und selbst erklärend angeordnet und über einen Master-Ein-/Ausschalter zu bedienen sein. Die Dimmer können vom Masterschalter abgegrenzt montiert werden.

Eine Ausleuchtung des Raumes auf den maximalen Wert sollte einfach durch Zuschaltung möglich sein.

Für die Bereiche der Sehaufgaben müssen den individuellen Sehbedürfnissen der Schülerinnen und Schüler entsprechend deutlichere, mitunter auch extreme Erhöhungen der Beleuchtungsstärke oder der Leuchtdichte ermöglicht werden, als dies in den einschlägigen Normen vorgesehen ist.

Mit zusätzlichen Arbeitsplatzleuchten können die notwendigen deutlich höheren Hell-Dunkel-Kontraste (auch Schatten) und deutlich stärkere Farb- und S/W-Kontraste erreicht werden.

4. DIREKT- UND REFLEXIONSBLENDUNG, LICHT-RICHTUNG UND MODELLING

Bei Sehbehinderten ist eine starke bis extrem starke Blendung durch Störungen der Anpassungsfähigkeit (Adaptation) an wechselnde Beleuchtungsstärken sowie an uneinheitliche Leuchtdichtenverteilungen sehr häufig.

Blendung setzt die Sehfähigkeit herab (Kontrastminderung) und verschärft die Sehproblematik. Die Richtung der Beleuchtung ist dabei entscheidend.

4.1 HORIZONTALE BELEUCHTUNG

Vorteile einer indirekten Beleuchtung:

- Die Leuchtdichteverteilung im Bereich der Sehaufgabe ist gleichmäßiger und damit die Direktblendung über der Arbeitsfläche, den Boden und beim Blick nach oben (aus liegender Position) geringer.
- Reflexblendungen auf Bildschirmen, Glasflächen, Klarsichthüllen und glänzendem Lesegut werden vermindert, Kontrastverhältnisse auf dem Lesegut bleiben erhalten.
- Eine große, beleuchtete Deckenfläche in Reinweiß erzeugt eine abgestufte und doch relativ gleichmäßige Leuchtdichte auch im unmittelbaren Umgebungsbereich der Sehaufgabe und auf vertikalen Arbeitsflächen.
- Bei ausreichender Raumhöhe erzeugen Pendelleuchten eine günstigere Lichtverteilung. Dabei ist auf eine breit strahlende Charakteristik für den Indirekt-Anteil der Leuchte und eine Abpendelung von mindestens 40 cm bei oben offenen Leuchten bzw. 20 cm bei Leuchten mit Prismenabdeckungen zu achten, um helle Lichtflecken mit zu hohen Leuchtdichten an der Decke zu vermeiden. Dies reduziert die Gefahr von Reflexblendung (vgl. AMEV, S. 14).
- Milchglas- und Rastergitterabdeckungen der Leuchtmittel wurden von den Schülern in den Musterklassen als unangenehm blendend empfunden.
- Abgehängte Leuchten mit einer Prismatic - Abdeckung eignen sich besonders gut für den Einsatz in Sehbehindertenklassen.
- Auch Lochblechabdeckungen („Buser-Leuchten“) eignen sich gut.

- Deckenleuchten sollen mit hohem Anteil (70%) indirektes Licht abstrahlen. Die indirekte Beleuchtung über die Raumdecke fördert aufgrund der erzeugten Grundhelligkeit auf der vertikalen Fläche die Gleichmäßigkeit der Verteilung des Lichts.
- Scharf umgrenzte Lichtinseln auf der Decke sollen vermieden werden, da von ihnen eine Blendung ausgeht.

4.2 VERTIKALE BELEUCHTUNG

Tafeln, elektronische Whiteboards und Präsentationsflächen sind in der Regel fest montiert und sollten mit Decken-Zusatzleuchten so angestrahlt werden, dass der vertikale Bereich der Sehaufgabe eine gleichmäßige Leuchtdichteverteilung aufweist.

Die Beleuchtung der Wandtafel in einem Klassenraum muss nach DIN EN 12464-1 eine mittlere vertikale Beleuchtungsstärke von 500 lx erreichen. Das Verhältnis der kleinsten zur mittleren Beleuchtungsstärke auf der vertikalen Fläche soll den Quotienten 0,7 nicht unterschreiten, damit eine gleichmäßige Ausleuchtung erreicht wird. Für die Beleuchtung von Wandtafeln sind daher Deckenleuchten mit asymmetrischer Optik in ca. 0,85 m bis 1,30 m Abstand von der Tafelfront anzuordnen (vgl. AMEV, S. 31).

Die Lichtfarbe der Zusatzbeleuchtung sollte der Lichtfarbe der Allgemeinbeleuchtung entsprechen. Die Zusatzbeleuchtung darf auf der Tafel keine störenden Reflexe und Spiegelungen hervorrufen (vgl. ebenda).

Es sind Leuchten erforderlich, die eine asymmetrische (tief - breitstrahlende) Leuchtdichteverteilung erzeugen, so dass die Lichtmenge auf dem unteren Flächenbereich nicht abnimmt (Wall - washers). Die Leuchten sollen so über dem vertikalen Bereich der Sehaufgabe angebracht sein, dass bei einer „Vergrößerung durch Annäherung“ möglichst kein Schatten auf die Sehaufgabe fällt. Sie sollen mit Leuchtmitteln der gleichen Lichtfarbe wie die übrigen Deckenleuchten bestückt sein.

4.3 SCHATTEN

Schatten lassen Begrenzungen und Modellierungen von räumlichen Strukturen im Bereich der Sehaufgabe und im Umgebungsbereich hervortreten. Sie erleichtern die Bewältigung einer Sehaufgabe. Da eine „Zu-Mischung“ direkten Lichts notwendig ist, sollen Deckenleuchten einen Anteil an direkter Beleuchtung abstrahlen.

Einzelplatz- oder Gruppenarbeitstischleuchten können helfen, räumliche Dimensionen und Oberflächenstrukturen eines *Lerngegenstandes* auf dem Schülerarbeitsstisch hervorzuheben.

5. BELEUCHTUNGSSTÄRKE, LICHTFARBE UND FARBWIEDERGABE

Die Beleuchtungsstärke hat großen Einfluss darauf, wie schnell, leicht und zuverlässig Sehaufgaben gelöst werden können.

Der Wert der Beleuchtungsstärke ist ein Mindestwert, unter den die mittlere Beleuchtungsstärke nicht sinken darf. Es ist die Beleuchtungsstärke zum Zeitpunkt, an dem eine Wartung durchzuführen ist, deshalb *Wartungswert* genannt. Im Gegensatz dazu liegt der *Neuwert* der Beleuchtungsstärke von vornherein über dem Wartungswert.

Wartungsanlässe sind der technisch bedingte Rückgang der Leuchtstärke nach einer bestimmten Betriebszeit, die Verschmutzung der Leuchte (Ablagerungen, Verfärbungen) und die Verschmutzung, Verblässung und Verfärbung der reflektierenden Flächen.

Sehr hohe Anforderungen an Sehaufgaben stellt die DIN 12464-1 an Zeichensäle in Kunstschulen (hohe Farbtreue, Kontraststärke und geringe Blendung). Der Bereich der Sehaufgabe befindet sich meist auf geneigten Flächen (Staffelei, Zeichenbrett) und wirkt sich dort auf die Leuchtdichte aus.

Unter den Aspekten Beleuchtungsstärke, Lichtfarbe/Farbwiedergabe, Blendung und geneigte Arbeitsflächen ist der Zeichensaal in Kunstschulen der Referenzraum für Sehbehindertenklassenräume. Es ist ein Wartungswert von \bar{E}_m 750 vorgesehen.

Der geforderte Wartungswert der Beleuchtungsstärke soll um eine Stufe erhöht werden, u. a., wenn das Sehvermögen der arbeitenden Person unter dem Durchschnitt liegt (vgl. AMEV, S. 16). Daraus ergibt sich ein Wert von \bar{E}_m 1000.

Für die Klassenräume in Schulen mit dem Förderschwerpunkt Sehen ergeben sich folgende Planungsvorgaben:

- Wartungswert für horizontale Bereiche der Sehaufgabe (Tischfläche) = \bar{E}_m 1000. Dieser Wert ist nicht in jeder Unterrichtssituation und bei jedem Nutzungskonzept erforderlich, sollte jedoch installiert sein.
- Wartungswert für vertikale Bereiche der Sehaufgaben (Tafel) = \bar{E}_m 500.
- Grenzwert für die Bewertung der Blendung = UGR < 10.
- Farbwiedergabe-Index = Ra 85 - 90.
- Farbtemperatur TCP \geq 5 000 K, Lichtfarbe, Tageslichtweiß.

5.1 ZUSATZLEUCHTEN

Bei einigen Sehschädigungen sind weit höhere Leuchtdichten im Bereich der Sehaufgabe erforderlich, als sie mit dem installierten Wert $E_m 1000$ erreichbar sind. Diese soll mit entsprechenden Einzelplatzleuchten ermöglicht werden.

Eine Standard-Schülerarbeitsplatzleuchte sollte mit einer 1 x 36 Watt Kompakt-Leuchtstofflampe in der Lichtfarbe 954 (5400 K) versehen sein. Sie sollte auch über fast senkrecht stehende Arbeitsflächen reichen und mit Befestigungsmöglichkeit für schräge Arbeitsplatten ausgerüstet sein (ggf. Tischklemmen für verschiedene Neigewinkel).

Eine Leuchte für Gruppen- und Lehrer-Demonstrationstische sollte mit Tischfuß statt Tischklemme versehen sein. Als Leuchtmittel könnte eine 1 x 55 Watt Kompakt-Leuchtstofflampe in der Lichtfarbe 954 (5400 K) eingesetzt werden, die auch für Sehaufgaben auf dem Boden genutzt werden kann.

5.2 AKZENTBELEUCHTUNG

Akzentleuchten können besondere visuelle Orientierungshinweise erzeugen und den Blick auf horizontale oder vertikale Flächen mit spezieller Funktion lenken, sowie vor besonderen Gefahrenstellen warnen. Dies kann mit Spots oder Wall - washers erreicht werden. Spots leuchten durch ihren engeren Lichtkegel eine definierte Fläche zielgerichtet aus (eye - catcher) und eignen sich nicht für die Beleuchtung von Schülerarbeitsflächen, da sie einen „härteren“ Schatten werfen.

6. FLIMMERN

Alle verwendeten Leuchten sollen flimmerfrei sein (elektronische Vorschaltgeräte).

7. TAGESLICHT-BLENDSCHUTZ

Sonnen- bzw. Tageslicht in Sehbehindertenklassen führt leicht zu Blendungen. Deshalb soll die Wechselwirkung von künstlicher Beleuchtung und natürlichem Tageslicht beachtet werden. Tageslicht-Blendschutzmaßnahmen sollen integrale Bestandteile eines Beleuchtungskonzeptes sein.

Beim Einsatz von Bildschirmarbeitsplätzen, Overheadprojektoren oder Beamern soll der Tageslichteinfall gut regulierbar sein.

Anforderungen an Sonnen- und Blendschutz gemäß Arbeitsstättenverordnung für PC-Arbeitsplätze:

- Sonnenenergie soll wesentlich vom Raum abgehalten werden.
- Einfallendes Licht soll gedämpft werden, um störende Blendungen und Reflexionen auszuschließen.
- Die Sonnenschutzanlage soll witterungsgeschützt auf der Rauminnenseite montiert werden.
- Folienbehang und verwendete Materialien sollen B1 Brandschutzqualität aufweisen.

Sonnenschutzrollos an der Außenfassade verhindern Direkt- oder Reflexionsblendungen nur unzureichend, da sie schon bei leichtem Wind eingefahren werden und oft „Lichtschlitze“ offen lassen. Deshalb sollen Blendschutzvorrichtungen wetterunabhängig auf der Raum-Innenseite der Fenster angebracht und Lichtschlitze durch eine seitliche Führung vermieden werden. Die Vorrichtungen sollen eine variable Höhe der abzudunkelnden Fensterfläche erlauben (Oberlichter und Fenster getrennt).

Tageslicht-Leitsysteme, die in Rollos integriert sind, können bei geringen Raumhöhen und bei größeren Raumtiefen leicht zu einer zusätzlichen Blendung (auf der den Fenstern gegenüber liegenden Raumseite) durch horizontal eingelenktes Licht führen.

Feingliedrige Senkrechtlamellen sind aufgrund ihrer Reparaturanfälligkeit nur in ausgewählten Schulklassen geeignet. Die weniger reparaturanfälligen breiteren Flächenvorhänge müssen *neben* den Fensterflächen „geparkt“ werden können, um Tageslicht nicht dauerhaft auszusperren.

Blendschutzrollos mit Seitenführung zur Innenmontage auf dem Rahmen der Fensterflügel eignen sich sehr gut. Die Fenster lassen sich uneingeschränkt öffnen bzw. kippen. Die seitlichen Führungsleisten des Behangs und die unteren Abdeckleisten verhindern Lichtschlitze. Die mechanische Belastbarkeit und die "Vandalismus-Festigkeit" sollen den üblichen mittleren Anforderungen genügen. Die Art des Behangs, ob Folie oder beschichteter Stoff, ist unerheblich.

Der Behang soll folgende Anforderungen erfüllen:

- Lichttransmission: ca. 2 %
- Energieabweisung: > 90 %
- Farbton: silber/sehr hell (außen) / anthrazit (innen), wahlweise weiß

Bei Folienbehang:

- Oberfläche: waagerechte Plissierung für eine höhere Flächenstabilität (thermische Flächenprägung)
- Energieabweisung: ca. 95 %
- Anzahl der Lagen: 2
- Folienmaterial: Polyester, metallisiert



Innenrollos mit Folienbehang und Plissierung



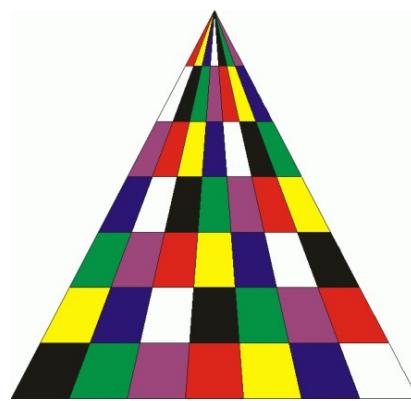
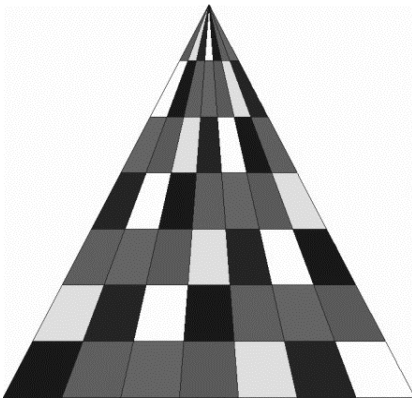
Detailansicht



Innenansicht mit Stoffbehang

8. KONTRASTE

Bei allen farblichen Kontrasten ist zu beachten, dass ein erheblicher Anteil der Sehbehinderten Farben gar nicht oder nur eingeschränkt wahrnimmt. Als Kontrast K wird der relative Unterschied in den „Grauwerten“ zwischen benachbarten Feldern betrachtet.



Die Gegenüberstellung der Pyramiden zeigt, dass die für nicht sehbeeinträchtigte Personen so scheinbar deutlichen Unterschiede zwischen einzelnen Farben unter den Bedingungen einer Farbsinnstörung verloren gehen. Entscheidend für die Beurteilung der Kontraste von Farben sind ihre Grauwertunterschiede.

In Farbmustern wird einer Normfarbe ein „Grauwert“ zugeordnet: Der Hellbezugswert (HW o. a. HBW). Der Hellbezugswert gibt an, wie weit der betreffende Farbton von Schwarz (= 0) oder von Weiß (=100) entfernt ist.

Der Kontrast wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$K = \frac{HW1 - HW2}{HW1 + HW2}$$

(HW1 steht für den Hellbezugswert des Sehobjekts und HW2 für den Hellbezugswert des Umfeldes.)

Laut DIN 32975 vom Dezember 2009 wird im Wesentlichen nur noch zwischen drei Kontrastwerten unterschieden:

- $K \geq 0,4$ für Markierungen auf dem Fußboden oder auf Treppenstufen, für visuelle Leitsysteme ohne Schrift sowie für Bedienelemente (z. B. Schalter)
- $K \geq 0,7$ für Beschriftungen mit Notfall- und Warnfunktion, Hindernisse, Absperrungen
- $K \geq 0,8$ für schwarz-weiße Schrift- und Bildzeichen

Die jeweils hellere kontrastgebende Fläche sollte dabei einen Reflexionsgrad von 0,5 aufweisen. (vergl.: Böhringer, a.a.O.)

9. ORIENTIERUNGSHILFEN

Türrahmen, Türen, Tür- und Fenstergriffe, Lichtschalter und Steckdosen (soweit sie von Schülern benutzt werden), Seifenspender etc. sollen sich von der Umgebung kontrastreich unterscheiden, z. B. durch farbliche Umrahmungen/Hinterlegung oder einer abgesetzten Farbe eines Elementes.

Vertikale Flächen sollen grundsätzlich eine reduzierte Anzahl von visuell gliedernden Elementen aufweisen (z. B. geschlossene statt offene Regalflächen). Klare visuelle Strukturen vermeiden ein „visuelles Chaos“.

10. FLURE UND TREPPEN

Kontrastreiche farbliche Gliederungen sollen die Funktionalitäten der Räume/Verkehrswege hervorheben, entsprechende Markierungen auf den Verkehrswegen vor Räumen bzw. Aus- und Eingängen erleichtern die Orientierung (durchgehende Linien, Quadrate, möglichst quer zur Laufrichtung).

Sockelflächen (z. B. 50 cm hoch in kontrastierender Farbe) gliedern Räume/Flure und lassen Nischen, Ecken und Abzweigungen hervortreten. Flure sollen eine gleichmäßige Lichtverteilung zeigen und „Hell-Dunkel-Wellen“ vermeiden. Großflächige Leuchten erzeugen weniger Spiegelbilder als kleinflächige, deshalb sollte auf Spots, kleine Rundleuchten u. a. verzichtet werden.

Folgende Markierungen sind zu bevorzugen:

- Helle Linie auf dunkler Treppe/helle Markierung auf dunklem Hintergrund.
- Die Farben Weiß und Gelb, auch Grün ist möglich.
- Kontrast $\geq 0,4$

Treppen/Treppenabschnitte sollen mit einer durchgehenden Linie angekündigt werden. Die erste und letzte Stufe sollen mit einer ca. 8 cm breiten Markierungslinie auf der Stufen- und der Vorderkante versehen sein, so dass sie von oben und unten gesehen werden können.



Foto: Lebenshilfe Wetterau, Wohnstätte



Foto: Lebenshilfe Wetterau, Wohnstätte



Gleichmäßige Lichtverteilung

Foto: Lebenshilfe Wetterau, Wohnstätte



„Hell-Dunkel-Wellen“

Foto: Johann-Peter-Schäfer Schule, Friedberg

11. WIRTSCHAFTLICHKEIT

Durch die Einrichtung nutzungsgerechter Möglichkeiten zum Schalten, Steuern und Regeln der Beleuchtungsanlagen werden die entscheidenden Voraussetzungen für den strom- und kostensparenden Betrieb der Beleuchtungsanlagen geschaffen. Dabei ist zu bedenken, dass die einmal installierten Einrichtungen langfristig betrieben werden und nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand nachträglich geändert werden können (vgl. AMEV, S. 65).

Eine angepasste, akzentuierte Beleuchtung als Ergänzung zur Grundbeleuchtung ermöglicht einen effizienten Energieeinsatz.

Mit dimmbaren, elektrischen Vorschaltgeräten, differenzierten Schaltmöglichkeiten und anwesenheitsabhängiger Steuerung lässt sich die Effizienz des Energieeinsatzes steigern. Eine tageslichtabhängige Schaltung in Verbindung mit Blendschutzrollos würde stören.

Eine bedarfsabhängige, den Lichtstrom reduzierende Steuerung, etwa nach erforderlicher Überinstallation, kann Energie sparen und ermöglicht dennoch, dass die Grundbeleuchtung, falls erforderlich, auf die Maximalleistung erhöht werden kann.

12. BELEUCHTUNGSERFORDERNISSE VON SCHUL- UND INTERNATSRÄUMEN - ÜBERSICHT

In der nachfolgenden Tabelle werden die Anforderungen an die Beleuchtung in den unterschiedlichen Räumen der Schule zusammengefasst:

Raumart (Innenbereich)	Nutzung	Erforderlicher Wertungswert (\bar{E}_m) für a) Grundbeleuchtung b) Maximalbeleuchtung c) Akzentbeleuchtung	Kommentar: Beleuchtung, Blend- schutz
Vorklasse	Unterricht Betreuung M&O, LPF Ruhe Einzel- u. Gruppenarbeit	a) 750 b) 1000 c) ---	BS, EL, GrL, vFI
Klassenraum	Unterricht Hausaufgaben Arbeitsgemeinschaften M&O, LPF, Einzel- u. Gruppenarbeit EDV	a) 750 b) 1000 c) ---	BS, EL, GrL, vFI
Klassenraum PB/Kb	Unterricht Therapie M&O, LPF Ruhe Einzel- u. Gruppenarbeit	a) 750 b) 1000 c) ---	BS, EL, GrL, vFI
Gruppenraum	Differenzierungsunterricht Einzelförderung M&O, LPF	a) 750 b) 1000 c) ---	BS, EL, GrL
Computer	Unterricht Arbeitsgemeinschaften Internet-Café Schulungen	a) 500 b) --- c) ---	BS, EL
Naturwissen- schaften	Fachunterricht Arbeitsgemeinschaften	a) 750 b) 1000 c) ---	BS, EL, Experimentier- pult-Leuchte; vFI
Kunst, Arbeitslehre, Lehrküche	Fachunterricht, LPF, Arbeitsgemeinschaften	a) 750 b) 1000 c) ---	BS, EL, GrL, vFI

Raumart (Innenbereich)	Nutzung	Erforderlicher Wertungswert (\bar{E}_m) für a) Grundbeleuchtung b) Maximalbeleuchtung c) Akzentbeleuchtung	Kommentar: Beleuchtung, Blendschutz
Musik	Fachunterricht Arbeitsgemeinschaften	a) 500 b) 750 c) ---	BS, vFl, GrL
Therapieraum	Low-Vision-Förderung Einzeltherapie therapeutisch orientierte Angebote in Kleingruppen	a) 500 b) 1000 c) ---	Verdunklung, EL, GrL
Bibliothek	EDV-Nutzung Lesen Arbeitsgemeinschaften EDV	a) 750 b) 1000 c) ---	BS, EL, vFl (auch für die Bücherregale)
Turnen/Sport	Sportunterricht Arbeitsgemeinschaften psychomotorische Angebote	a) 500 b) 750 c) ---	BS
Schwimmen	Schwimmunterricht Arbeitsgemeinschaften Bewegungsangebote im kleinen Lernbecken	a) 500 b) 750 c) Unterwasserbeleuchtung	BS, vFl (z.B. über dem Schwimm- flossenregal)
Gymnastik	Krankengymnastik psychomotorische Angebote Kleingruppen Arbeitsgemeinschaften	a) 500 b) 750 c) ---	BS
Aula	kleine und große Feiern/ Veranstaltungen Mittagessen Arbeitsgemeinschaften	a) 500 b) --- c) 750	BS, AkzL (z.B. für das Rednerpult oder das Klavier)
Ganztags- schulraum	Mittagessen, LPF Betreuung Hausaufgaben	a) 500 b) 750 c) ---	EL, GrL

Raumart (Innenbereich)	Nutzung	Erforderlicher Wartungswert (\bar{E}_m) für a) Grundbeleuchtung b) Maximalbeleuchtung c) Akzentbeleuchtung	Kommentar: Beleuchtung, Blendschutz
Flure, Treppenhäuser	M&O Präsentationen, Informations- tafeln	a) 500 b) --- c) 750	vFl (z.B. für Pinn- wände), AkzL (z. B. vor dem Aufzug, 1. Treppenstufe)
Nischen in Fluren	Spiele- /Rückzugsräume in Regenpausen kleine AG's Präsentationen	a) 500 b) 750 c) ---	vFl
Flurtoiletten	Toilettengänge, LPF, Sauberkeitserziehung/- training	a) 500 b) 750 c) ---	iL (z.B. Wickeltisch)
Nassraum, Bad, Wickelraum	Körperpflege, LPF, Sauberkeitserziehung/- training	a) 500 b) 1000 c) ---	iL (z.B. Wickeltisch)
Küche, Essraum	Nahrungszubereitung, LPF; Mahlzeiten	a) 500 b) 1000 c) ---	EL, GrL
Wohnbereich	Gruppenaktivitäten	a) 500 b) 1000 c) ---	EL
Kinderzimmer	spielen, schlafen	a) 500 b) 1000 c) ---	EL

Legende

- EL: Einzelplatzleuchte am Tisch
 GrL: mobile Gruppenleuchte/Leuchte für Lehrer-Demonstrationstisch
 AkzL: Akzentleuchte
 BS: Blendschutz, innenseitig
 iL: ausschließlich indirektes Licht
 vFl: Deckenleuchte für vertikale Flächen der Sehaufgabe

13. QUELLEN/LITERATUR

Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten.

DGUV Information 215-210, September 2016

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)

[www.dguv.de/publikationen \(http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/215-210.pdf\)](http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/215-210.pdf)

Beleuchtungspraxis Innenbeleuchtung.

TRILUX GmbH, April 2007

ISBN-13978-3-00-020912-3

Verbesserung von visuellen Informationen im öffentlichen Raum: Handbuch für Planer und Praktiker zur bürgerfreundlichen und behindertengerechten Gestaltung des Kontrasts, der Helligkeit, der Farbe und der Form von optischen Zeichen und Markierungen in Verkehrsräumen und in Gebäuden/Bundesministerium für Gesundheit, Bonn. (Projektkoordinierung im Bundesministerium für Gesundheit: Referat „Soziale Eingliederung Behinderter Menschen“). – Bad Homburg v. d. H.: FMS, Fach-Media-Service-Verl.-Ges., 1996

ISBN 3-926181-28-1

Hinweise für die Beleuchtung öffentlicher Gebäude.

Aufgestellt und herausgegeben vom Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV). Berlin 2016

Geschäftsstelle des AMEV im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)

Download: <http://www.amev-online.de>

hier: AMEV Beleuchtung 2016 Stand: 2-2017 (nicht barrierefrei)

Barrierefreie Kontraste. Die wichtige in ihrer Bedeutung unterschätzte DIN 32975: "Gestaltung visueller Informationen im öffentlichen Raum zur barrierefreien Nutzung"

Stand: 05.01.2016

Dipl.-Päd. Dietmar Böhringer, Riegeläckerstr. 8, 71229 Leonberg, Tel: 07152/616084; mobil: 0162/9095142, dietmar.boehringer@boehri.de

https://www.pro-retina.de/media/dateien/21/ea_barrierefreie_kontraste_boehringer1.pdf

Optimale Kontraste und Beschriftungen – elementare Notwendigkeit (nicht nur) für sehbehinderte Menschen.

Dietmar Böhringer (siehe oben)

In: blind – sehbehindert. Die Fachzeitschrift des Verbands für Blinden- und Sehbehindertenpädagogik e.V., 01/2012, Seite 28 ff

Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen. Deutsche Fassung DIN EN 12464-1, 2011-08. Beuth Verlag

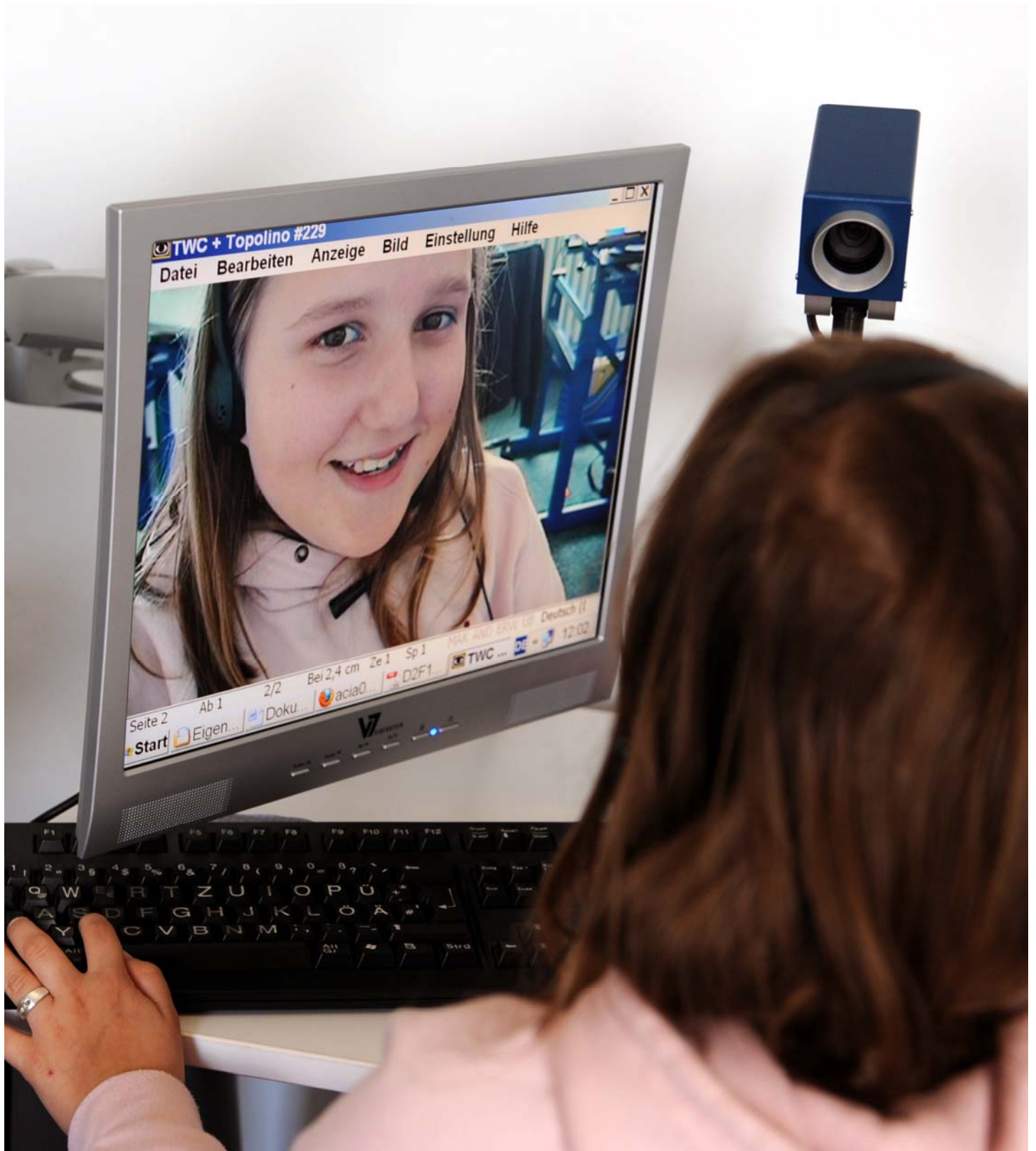
Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen; Beiblatt 1: Beleuchtungskonzepte und Beleuchtungsarten für künstliche Beleuchtung

Deutsch, DIN EN 12464-1 Beiblatt 1:2017-08

Gelungene Raum- und Tafelbeleuchtungslösungen für Schüler/innen mit Förderbedarf im Bereich Sehen. Handout zum Vortrag auf dem VBS-Kongress am 15.07.2008 in Hannover.

Dagmar Hetzke, Barbara Wehr, Sonderschullehrerinnen, Staatliche Schule für Sehgeschädigte Schleswig

http://www.lfs-schleswig.de/files/download/Klassenraum_und_Tafelbeleuchtung_2008.pdf



Der Landeswohlfahrtsverband Hessen ist ein Zusammenschluss der Landkreise und kreisfreien Städte, dem soziale Aufgaben übertragen wurden.

LWVHessen 

- Er unterstützt behinderte, psychisch kranke und sozial benachteiligte Menschen in ihrem Alltag und im Beruf.
- Er betreut Kriegsbeschädigte, deren Angehörige und Hinterbliebene.
- Er ist Träger von Förderschulen und interdisziplinären Frühberatungsstellen.
- Er ist Alleingesellschafter der Vitos GmbH, die einen wesentlichen Teil der psychiatrischen Versorgung in Hessen sicherstellt.

www.lwv-hessen.de