



Kontrastreiche Gestaltung öffentlich zugänglicher Gebäude

Barrierefreies Bauen

Barrierefreies Bauen

Kontrastreiche Gestaltung öffentlich zugänglicher Gebäude

Mit freundlicher Unterstützung



Impressum

Die vorliegende Broschüre basiert maßgeblich auf der Veröffentlichung „Planung und Bestimmung visueller Kontraste“ der Schweizerischen Fachstelle für behindertengerechtes Bauen, erschienen im Juni 2014 (Vorabzug), Autoren: Eva Schmidt, dipl. Architektin ETH und Fritz Buser, dipl. Augenoptiker SBAO, Lichtdesigner SLG. Die normativen Anforderungen stammen aus der Normenreihe DIN 18040 und der DIN 32975. Für die großzügige Genehmigung bedankt sich der Deutsche Blinden- und Sehbehindertenverband (DBSV) an dieser Stelle ausdrücklich.

Herausgeber:

Deutscher Blinden- und Sehbehindertenverband e. V. (DBSV)

Rungestraße 19, 10179 Berlin

Telefon: (0 30) 28 53 87-0, Telefax: (0 30) 28 53 87-2 00

E-Mail: info@dbsv.org, Internet: www.dbsv.org

Redaktion: Erika Mühlthaler, Dipl.-Ing. Architektin, Sachverständige für Barrierefreiheit

Knut Junge, Dipl.-Ing. (FH), PRO RETINA Deutschland e. V.

Hilke Groenewold, Dipl.-Ing. Architektin, Referentin für Barrierefreiheit, DBSV

Bildrecherche, Bildredaktion, Tabellen und grafisches Konzept: Erika Mühlthaler

Bildnachweise siehe Seite 28

Die Abbildungen in dieser Broschüre sind in Bezug auf Kontrast- und Farbdarstellung nicht verbindlich. Alle Angaben ohne Gewähr!

Gestaltung: hahn images, Berlin

Druck: Kehrberg Druck Produktion

Mit freundlicher Genehmigung der Firma Monotype wurde für diese Broschüre die Schrift „Frutiger 1450“ verwendet.

Der DBSV dankt der Firma GOSSEN Foto- und Lichtmesstechnik GmbH für die Bereitstellung eines Leuchtdichte-Messgerätes.

1. Auflage 2016

Vorworte

Menschen nehmen etwa 80 % aller Informationen mit den Augen wahr. Das Sehen ist wesentlich für unsere Orientierung im Raum. Neben Form und Größe ist die Farbe eine elementare Eigenschaft jedes Objektes, auch von Gebäuden.



Die farbliche Gestaltung der gebauten Umwelt ist für die meisten Menschen in erster Linie eine Frage der Ästhetik. Oft tritt in den Hintergrund, dass Farben auch Signalfunktionen besitzen und zur räumlichen Gliederung unserer gebauten Umgebung beitragen. Farbgebung kann also niemals reines Spiel mit Schönheit sein. Vielmehr muss gerade bei der Gestaltung des öffentlichen Raumes ein Ausgleich zwischen Ästhetik, Information und Orientierung gewährleistet werden. Für Architekten und Designer stellt sich heutzutage zudem die Aufgabe, insbesondere öffentliche Gebäude in einem Gesamtkontext von gebautem Raum barrierefrei zu machen.

Unsere Industrie leistet durch ihr Angebot an farbigen Produkten einen Beitrag zu einer kontrastreichen und ansprechenden Gestaltung öffentlicher Räume. Die Planung und Umsetzung bleibt aber die zentrale, verantwortungsvolle Aufgabe für Architekten, Planer und Bauherren. Dazu möchte diese Broschüre Anregungen bieten.

Klaus Meffert

Präsident des Verbandes der Deutschen Lack- und Druckfarbenindustrie e.V.

Kontraste sind für die Orientierung sehbehinderter Menschen von zentraler Bedeutung. Viele Sehbehinderungen sind altersbedingt und im Zuge des demografischen Wandels werden immer mehr



Personen auf eine kontrastreiche Gestaltung ihrer Umgebung angewiesen sein. Dabei können Verbesserungen für sehbehinderte Menschen auch den Komfort und die Sicherheit aller Menschen erhöhen.

Wir möchten mit dieser Broschüre Planer, Entscheider, Berater und ausführende Betriebe ansprechen und ihnen praxisnah erläutern, wie Kontraste geplant, bestimmt und umgesetzt werden können.

Ästhetik und orientierende Gestaltung sind dabei kein Widerspruch – form follows function! Es braucht lediglich ein Mitdenken von Anfang an, eine Gestaltung, in der sich eine Farbskala und eine dafür bewusst vorgenommene Materialauswahl vom Entwurf bis zur Realisierung wie ein roter Faden durchziehen.

Neue Materialien und Anforderungen, neue Gesetze und vieles mehr haben in der Vergangenheit Auswirkungen auf die Architektur gehabt. Heute ist die Inklusion, die Vision eines neuen gesellschaftlichen Miteinanders, der Motor für eine neue Architekturauffassung. Den Weg dahin möchten wir mit dieser Broschüre unterstützen.

Renate Reymann

Präsidentin des Deutschen Blinden- und Sehbehindertenverbandes e.V.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Vorworte	3
1 Grundlagen	5
1.1 Leuchtdichte/Helligkeitskontrast	5
1.1.1 Leuchtdichte (L)	5
1.1.2 Reflexionsgrad (ρ)	5
1.1.3 Hellbezugswerte (Y-Werte)	5
1.1.4 Leuchtdichtekontrast (K)	6
1.2 Einflüsse auf das Kontrastsehen	7
1.2.1 Physiologische Gegebenheiten	7
1.2.2 Größe und Struktureigenschaften	7
1.2.3 Beleuchtung	7
1.3 Kontrastminderung durch Umfeldeinflüsse	8
1.3.1 Reflexionen	8
1.3.2 Störende Kontraste im Umfeld	8
1.3.3 Verschmutzung	8
1.3.4 Witterungseinflüsse	8
1.4 Kontrast und Farbe	9
1.4.1 Farbe und Signalwirkung	9
1.4.2 Farbe und Helligkeitskontrast	9
1.4.3 Bedeutung von Farben	10
1.4.4 Farbempfindlichkeit der Netzhaut	10
1.4.5 Farbwahl	10
1.5 Material, Farbe und Lichtwirkungen	11
1.5.1 Wiedererkennungswert	11
1.5.2 Hell-Dunkel-Kontrast	13
2 Kontrastbestimmung	14
2.1 Anforderungen nach deutschen Normen	14
2.1.1 Anwendungsbereich der Normen	14
2.1.2 Zwei Bedingungen der Normen	14
2.1.3 Weitere Anforderungen nach Norm	14
2.2 Planung von Kontrasten	15
2.2.1 Wartungswerte	15
2.2.2 Planung mit Farbsystemen	16
2.2.3 Vorgehen bei der Planung	16
2.3 Bestimmung von Kontrasten am Objekt	18
2.3.1 Messung mit Leuchtdichte-Messgerät	18
2.3.2 Messungen mit fotografischen Methoden	18
2.3.3 Annähernde Messungen	19
2.4 Näherungsmethoden durch Farb- und Helligkeitsbestimmung	19
3 Handlungsfelder	22
3.1 Kennzeichnung von Treppen	22
3.2 Markierung von Glasflächen	23
3.3 Bauliche Wegeführung und Orientierung	24
3.4 Informationen	25
Bildnachweise	28

1 Grundlagen

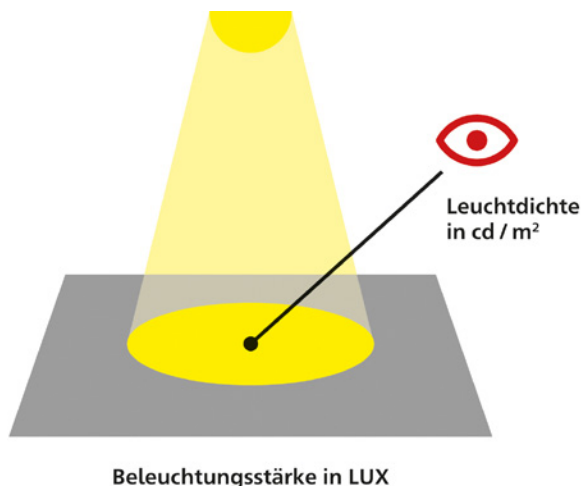
Deutschland hat sich mit dem Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen (BGG von 2002), den Landesgleichstellungsgesetzen und mit der Unterzeichnung der UN-Konvention über die Rechte der Menschen mit Behinderung (UN-BRK) auf den Weg begeben, Teilhabe am gesellschaftlichen Leben für alle Menschen zu ermöglichen. Die gebaute Umwelt als Hülle, in der Teilhabe gelebt werden kann, hat hier eine herausragende Aufgabe. Legislativ wurde diese wichtige Bedeutung von Architektur durch die Einführung der DIN 18040-1 und 18040-2 in die Liste der Technischen Baubestimmungen (LTB) gestützt. Bei der Einführung der Normen zum Barrierefreien Bauen wurde die kontrastreiche Gestaltung wegen ihrer elementaren Bedeutung für die Orientierung sehbehinderter Menschen im Raum eingeführt.

Wichtig für die „neue Architektur“ ist, dass bei der Planung und Bestimmung visueller Kontraste Farbe und Funktion in Einklang gebracht werden. Farbkontraste ersetzen dabei keine Leuchtdichtekontraste (Helligkeitskontraste). Denn bei gleicher Leuchtdichte zweier Farben, wie zum Beispiel den Komplementärfarben Grün und Rot, sind diese in der Helligkeit nicht unterscheidbar. Entscheidend für die Planung und Bestimmung von Kontrasten ist daher die gleichzeitige Beachtung von gestalterischen Farbkontrasten und den notwendigen Leuchtdichtekontrasten.

1.1 Leuchtdichte/Helligkeitskontrast

1.1.1 Leuchtdichte (L)

Das Licht, das auf eine Fläche fällt, wird in Teilen absorbiert, transmittiert oder reflektiert. Die Leuchtdichte beschreibt den Helligkeitseindruck einer Fläche, der durch das reflektierte Licht entsteht, und wird in Candela pro Quadratmeter (cd/m^2) ausgedrückt. Die Leuchtdichte ist die einzige für das Auge sichtbare fotometrische Größe.



Die Leuchtdichte beschreibt den Helligkeitseindruck einer Fläche in cd/m^2

1.1.2 Reflexionsgrad (ρ)

Der Reflexionsgrad beschreibt, welcher Anteil des einfallenden Lichts (I_e) von einer bestimmten Oberfläche reflektiert wird. Er wird als Quotient zwischen reflektiertem Licht (I_r) und einfallendem Licht dargestellt. Wie er zu messen ist, ist in der DIN 5036-3 (Strahlungsphysikalische und lichttechnische Eigenschaften von Materialien; Messverfahren für lichttechnische und spektrale strahlungsphysikalische Kennzahlen) festgelegt.

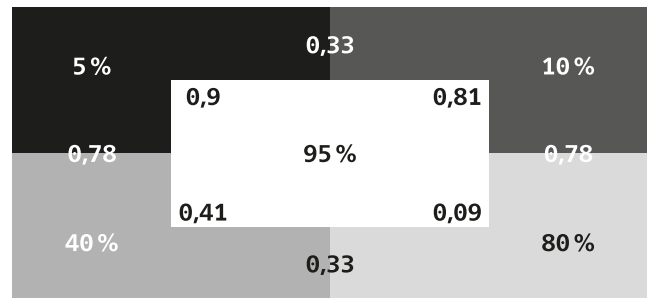
1.1.3 Hellbezugswerte (Y-Werte)

Der Hellbezugswert (Y-Wert) auch CIE-Y-Wert bzw. light reflectance value (LRV oder Y_l) genannt, bezeichnet den prozentualen Wert der Lichtreflexion nach dem CIE-1931-Normsystem, das von der Internationalen Beleuchtungskommission CIE definiert wird. Leider sind die Bezeichnungen nicht vereinheitlicht. Immer steht ein Y-Wert = 0 für ein absolutes Schwarz (keine Lichtreflexion), Y-Wert = 100 für ein absolutes Weiß (volle Lichtreflexion).

Dabei unterscheiden diese Y-Werte sich bezüglich ihrer Ermittlung in der Anwendung der Lichtfarbe und des jeweiligen Messwinkels (siehe auch 1.4.2).

1.1.4 Leuchtdichtekontrast (K)

Der Leuchtdichtekontrast oder Helligkeitskontrast bezeichnet das Verhältnis der Leuchtdichten (L) von zwei benachbarten Flächen. Der Kontrast oder Leuchtdichteunterschied kann mit folgender Grafik verdeutlicht werden:



Jede Fläche hat eine Leuchtdichte L, einen Hellbezugswert bzw. einen messtechnisch bestimmbaren Reflexionsgrad (hier in % dargestellt). Zwei benachbarte Flächen haben einen rechnerisch feststellbaren Kontrast.

Die DIN 32975 (Gestaltung visueller Informationen im öffentlichen Raum zur barrierefreien Nutzung) fordert u. a. für Elemente, die der Markierung von Hindernissen und schriftlichen und grafischen Informationen dienen, einen Mindestkontrastwert von 0,7 (bei Schwarz-Weiß-Darstellungen 0,8) und für Flächen, die als Orientierungs- und Leitsysteme dienen, wie z. B. Bodenmarkierungen, bauliche Elemente und Bedienelemente, einen Mindestkontrastwert von 0,4. Die hellere der beiden kontrastgebenden Flächen muss einen Reflexionsgrad von mindestens 0,5 haben.

Hinweis: Sämtliche Markierungen am Boden, auch Sicherheitsmarkierungen wie z. B. an Stufenvorderkanten, benötigen einen Mindestkontrast von 0,4.

Es gibt verschiedene Formeln für die Ermittlung des Leuchtdichtekontrasts. Bei der Gestaltung der gebauten Umwelt wird in der Regel für matte, diffus reflektierende Oberflächen die Michelson-Formel angewendet, so auch in den deutschen Normen.

$$K = (L_{hF} - L_{dF}) / (L_{hF} + L_{dF})$$

K = Leuchtdichtekontrast

L_{hF} = Leuchtdichte der helleren Fläche

L_{dF} = Leuchtdichte der dunkleren Fläche

Die Michelson-Formel kann jeweils für die vor Ort gemessenen Leuchtdichten (L) oder vom Hersteller angegebenen Reflexionsgrade (ρ) angewandt werden. Alternativ können auch die von den Farb- oder Belagsherstellern angegebenen Y-Werte und die LRV-Werte angewandt werden. Bei der Anwendung des letztgenannten Alternativverfahrens ist eine Fehlertoleranz

(Sicherheitsaufschlag oder -abschlag) von 0,1 zu berücksichtigen (siehe 2.2.3). Wichtig ist, dass stets Werte zu verwenden sind, die mit identischer Messmethode ermittelt wurden.

Für die Anwendbarkeit der Michelson-Formel gilt also: $L \approx \rho \approx Y$ -Werte $\approx$ LRV (wobei die letzten beiden Werte näherungsweise anwendbar sind).

L = Leuchtdichte

ρ = Reflexionsgrad

Y-Werte = Hellbezugswerte oder CIE-Y-Wert nach CIE-1931-Normsystem ermittelt.

LRV = light reflectance value

Die folgenden Faktoren, die durch Umwandlung der Michelson-Formel ermittelt wurden ($L_{hF} = ((1 + K)/(1 - K)) \times L_{dF}$), können in der Planung sehr hilfreich sein:

$$K = 0,3: L_{hF} \geq 1,86 L_{dF} \approx L_{hF} \geq 2 L_{dF}$$

$$K = 0,4^*: L_{hF} \geq 2,33 L_{dF} \approx L_{hF} \geq 2,5 L_{dF}$$

$$K = 0,5: L_{hF} \geq 3 L_{dF}$$

$$K = 0,6: L_{hF} \geq 4 L_{dF}$$

$$K = 0,7^*: L_{hF} \geq 5,67 L_{dF} \approx L_{hF} \geq 6,0 L_{dF}$$

$$K = 0,8: L_{hF} \geq 9 L_{dF}$$

$$K = 0,9: L_{hF} \geq 19 L_{dF}$$

*** Geforderter Mindestkontrast K nach DIN 32975**

Für die Anwendung in der Praxis wurden die Multiplikationsfaktoren gerundet. Sie enthalten somit geringe Kontrastreserven und sind im Planungsprozess besser handhabbar. Der anzuwendende Faktor erhöht sich, wenn zur Ermittlung von K eine Näherungsmethode verwendet wird und/oder ein Wartungsfaktor zu beachten ist (siehe 2.2).

1.2 Einflüsse auf das Kontrastsehen

1.2.1 Physiologische Gegebenheiten

Die Fähigkeit, Kontraste wahrzunehmen, hängt von den physiologischen Gegebenheiten im Sehapparat des Betrachters ab. Das Kontrastsehen kann reduziert sein durch:

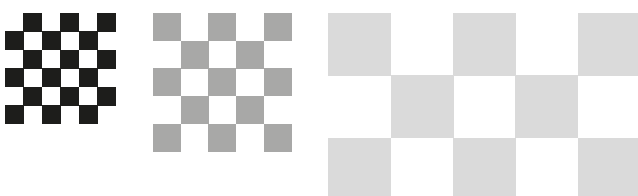
- Trübungen im Medium Auge (z. B. grauer Star, Alterungsprozess)
- neurologische Probleme

Eine Reihe von Augenerkrankungen geht mit einem reduzierten Kontrastsehen einher. Bei trübenden Medien (z. B. Trübung der Linsen) ist das Netzhautbild kontrastarm, bei neurologischen Problemen werden schwache Kontraste nur ungenügend ans Gehirn weitergeleitet oder vom Gehirn verarbeitet.

1.2.2 Größe und Struktureigenschaften

Größe und Struktur sind wichtige Faktoren für das Kontrastsehen und daher auch bei der Festlegung von Mindestkontrastwerten ausschlaggebend. Der Kontrast muss auf die Größe des Objekts abgestimmt werden. Feine Objekte, wie z. B. Schriften, müssen höhere Kontraste aufweisen als großflächige Informationen und Markierungen. Die Vorgaben für Mindestkontraste in Kapitel 2.1.1 berücksichtigen diesen Aspekt.

- Je feiner die Struktur, umso höher muss der Kontrast sein.
- Je größer die Struktur, umso geringer kann der Kontrast sein.

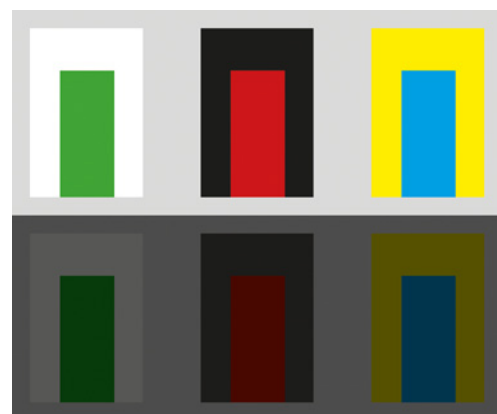


Diese Figur illustriert die Bedeutung der Strukturgröße für das Kontrastsehen anhand von unterschiedlich breiten Schachbrettmustern. Je größer die Struktur, umso geringer kann der Kontrast sein.

1.2.3 Beleuchtung

Bei sehr geringen Leuchtdichten kann das Auge Unterschiede zwischen zwei kontrastierenden Flächen nur schwer erkennen. Je mehr Licht auf ein Objekt fällt, umso größer ist seine Leuchtdichte (siehe 1.1.1). Eine ausreichende, blendfreie (natürliche oder künstliche) Beleuchtung ist darum entscheidend für die Wahrnehmung von Kontrasten. Indirektes Licht oder großflächige Leuchten sind vorteilhaft.

- Bei einem sehr tiefen Beleuchtungsniveau weisen auch helle Oberflächen geringe Leuchtdichten auf. Die Wahrnehmung von Kontrasten wird dadurch reduziert.
- Der Reflexionsgrad der helleren Fläche muss mindestens 0,5 sein, damit auch bei geringer Beleuchtung (z. B. Dämmerung, Beschattung) ausreichende Leuchtdichten und somit die notwendigen Kontrastwerte erreicht werden.
- Bei guter Beleuchtung sind Kontraste erkennbar, auch wenn die Kontrastwerte im unteren Grenzbereich liegen.
- Das Beleuchtungsniveau ist mit der Helligkeit der Oberflächen abzustimmen.
- Siehe dazu auch DIN EN 12464-1 (Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen).



Diese Farbmuster haben alle einen berechneten Kontrast (K) von 0,7. Bei geringer Helligkeit ist das Schwarz-Rot kaum mehr zu erkennen. Die Abbildung verdeutlicht, weshalb die Forderung nach einem minimalen Reflexionsgrad von 0,5 der helleren kontrastgebenden Fläche besteht.

1.3 Kontrastminderung durch Umfeldeinflüsse

1.3.1 Reflexionen

Laut DIN 18040-1 (Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude), 5.3, sind reflektierende (glänzende) Oberflächen zu vermeiden, weil „mit erheblichen Kontrastminderungen oder Blendungswirkungen zu rechnen ist“.

Spiegelungen und Reflexe können ebenso wie irritierende Schattenbildungen wichtige Informationen überlagern oder Täuschungen verursachen. Bei reflektierenden Oberflächen kann im Gegenlicht eine so starke Aufhellung durch Reflexion auftreten, dass eine Kontrastumkehr eintritt.

Bei der Anwendung von reflektierenden Edelstahlelementen ist Folgendes zu beachten:

- Flache Edelstahlelemente sind für Markierungen mit Sicherheitsfunktion (z. B. an Stufenvorderkanten) nicht geeignet.
- Edelstahlrohre, poliert oder gebürstet, sind für Elemente mit Orientierungsfunktion eingeschränkt möglich (z. B. Handläufe, Haltestangen), da diese Elemente wie konvexe Spiegel wirken und eine kontrastierende helle und eine dunkle Seite aufweisen.

Es ist zu beachten, dass Markierungen mit Warnfunktion mit möglichst matten, diffus reflektierenden Oberflächen ausgeführt werden. Das gilt für die Kennzeichnung von Absperrungen, Hindernissen und Gefahrenstellen einschließlich Niveauwechseln.

1.3.2 Störende Kontraste im Umfeld

Wichtige Informationen wie Stufenmarkierungen müssen eindeutig erkennbar sein und sicher zugeordnet werden können. Die Wahrnehmung darf nicht durch kontrastreiche Muster oder Werbung gestört werden, diese führen zu Fehlinterpretationen. Auch starke Schlagschatten können die Wahrnehmung stören.

1.3.3 Verschmutzung

Verschmutzung verursacht eine oft sehr starke Minderung eines Kontrastes. Dies ist besonders bei Bodenmarkierungen der Fall. Verschmutzung und Reinigungszyklen sind darum bei der Planung zu berücksichtigen. Die Mindestkontraste sollten als Wartungswerte verstanden werden, d. h., sie dürfen auch im Lauf der Zeit (nach dem Einbau von Materialien) nicht unterschritten werden.

1.3.4 Witterungseinflüsse

Bei Nässe verändern sich je nach Materialeigenschaften die Reflexionswerte von Materialien. Die Kontrastwerte sind aus diesen Gründen für Anwendungen im Freien oder in Nassbereichen sowohl im trockenen als auch im nassen Zustand zu bestimmen. Für die Kontrastwertberechnung sollte dabei von der ungünstigsten Kombination ausgegangen werden.

1.4 Kontrast und Farbe

1.4.1 Farbe und Signalwirkung

Rettungszeichen müssen im Ernstfall für alle Betrachter eine entscheidende Signalwirkung haben. Die allgemein üblichen Signalfarben müssen eindeutig und unmittelbar erkannt werden.



Rettungskennzeichnung nach DIN EN 1838, DIN EN ISO 7010:2012 und ASR A1.3:2013-02

1.4.2 Farbe und Helligkeitskontrast

Jede Farbe vermittelt auch einen bestimmten Helligkeitseindruck und hat somit einen bestimmten Helligkeits- bzw. Leuchtdichtekontrast zum Umfeld.

Erkennbare Informationen müssen mit geeigneten Leuchtdichtekontrasten geplant werden, damit sie auch für Personen mit Farbenfehlsichtigkeit erkennbar sind. Auch wenn die Farbwahl ein Mittel der Kontrastgestaltung ist, kommt dem Farbton selbst keine entscheidende Bedeutung zu.

Gemäß DIN 32975 wird unter Leuchtdichtekontrast ein relativer Leuchtdichteunterschied benachbarter Flächen verstanden. Die Wirkung eines Leuchtdichtekontrastes kann durch geeignete Farbgebung unterstützt, aber nicht ersetzt werden.

Mit anderen Worten: Sollen Informationen mit Farbe hervorgehoben werden, müssen sie immer auch einen Helligkeitsunterschied zu ihrem Umfeld aufweisen. Dieser Leuchtdichtekontrast muss unabhängig von der Farbe erfüllt werden.

Bei der Farbwahl ist zu beachten,

- dass Seheinschränkungen häufig dazu führen, dass bestimmte Farben bzw. Farbkombinationen nicht erkannt werden können. Beispielsweise wird bei einer Rot-Grün-Fehlsichtigkeit die Farbe Rot als dunkles Grau gesehen. Rot darf daher nicht mit dunklen Farben kombiniert werden.
- dass einer Farbe allein kein Informationswert zugeschrieben werden sollte und
- Farben sparsam einzusetzen und grundsätzlich klar voneinander abzugrenzen sind.

Bezüglich der Angaben auf Farbfächern ist unbedingt zu beachten, dass die Luminanz/ Helligkeit (L^*) von der Leuchtdichte (L), dem Reflexionsgrad (ρ) und den Hellbezugswerten (Y , Y^*) bzw. den CIE-Y-Werten mit ihrer Unterform des LRV-Wertes klar zu unterscheiden (vgl. 1.1.3) ist.

Die Luminanz, die Helligkeit oder der Hellwert (L^*), bildet die Helligkeit in einer Skala ab, deren Abstufungen vom menschlichen Auge als gleichabständig wahrgenommen werden. Dabei ist 100 absolutes Weiß und 0 absolutes Schwarz.

Zur Verdeutlichung der Unterschiede zwischen Helligkeit und Hellbezugswert:

Einer Helligkeit $L^* = 50$ entspricht ein Hellbezugswert $Y^* = 18,42$.

Hingegen entspricht einem Hellbezugswert $Y^* = 50$ etwa eine Helligkeit von $L^* = 76$.

1.4.3 Bedeutung von Farben

Farben spielen bei der Gestaltung der Umwelt und der Vermittlung von Informationen eine große Rolle, ebenso bei der Corporate Identity. Denken wir nur an das Post-Gelb, das Nivea-Blau oder das Signal-Grün der Fluchtwegkennzeichen.

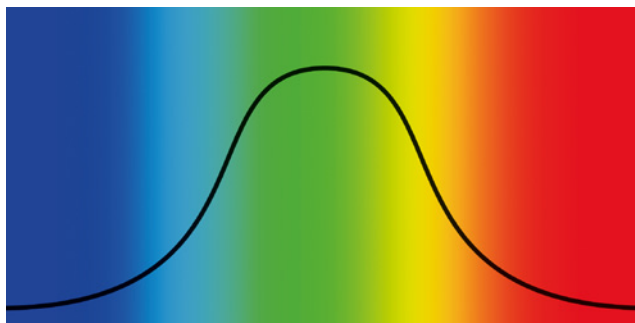
Zudem sind ausgewählte Farben kulturell bestimmten Funktionen zugeordnet. Gelb wird in der Regel als Warnfarbe wahrgenommen. Rot-weiß gestreifte Latten von Baustellenabschrankungen sind sehr auffällig und werden sofort als solche erkannt.

	LRV	Kontrast
Signalgelb	48	0,27
Signalgrau	33	0,44
Signalorange	21	0,59
Signalgrün	16	0,68
Signalviolett	12	0,75
Signalbraun	10	0,79
Signalrot	8	0,82
Signalblau	7	0,84
Signalschwarz	5	0,89

Michelson-Kontrast der Signalfarben jeweils zu Signalweiß (LRV: 83)
LRV-Werte nach Angabe RAL digital 5.0
Farbnamen nach RAL CLASSIC

1.4.4 Farbempfindlichkeit der Netzhaut

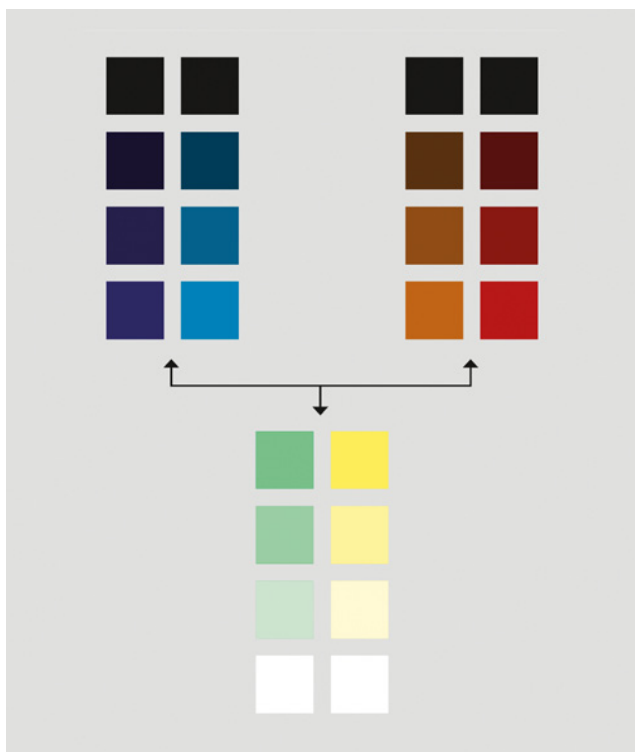
Wellen im grünen und im gelben Bereich nimmt das menschliche Auge in Relation zu den Farben an den Enden des Farbspektrums optimal wahr. Diese Erkenntnis wird z. B. bei der Kennzeichnung von Fluchtwegen eingesetzt.



Die schwarze Linie stellt die Empfindlichkeit der Netzhaut für die verschiedenen Wellenlängen des Farbspektrums dar

1.4.5 Farbwahl

Leuchtdichte-Messgeräte sind ebenso wie bildgebende Leuchtdichtekameras auf das Farbsehen normal sehender Menschen kalibriert. Bei sehbehinderten Personen kann das Farbsehen jedoch sehr stark abweichen (anomalies Farbsehen).



Ideal wahrnehmbare Farbkontraste



Das Umweltbundesamt in Dessau hat auch für die Gestaltung der Innenräume ein durchgängiges Farbkonzept. Beispielsweise sind die Wandabschnitte in den Bürofluren bestimmten Nutzungen zugeordnet. Signalrot steht dabei für „Evakuierung“, d. h., der Zugang zu den Fluchttreppenhäusern ist vollflächig farbig. Die Sanitärräume sind entsprechend lichtgrün gekennzeichnet; Nebennutzungen, wie Putzräume, rapsgelb.

Werden farbige Markierungen angebracht, sollen helle Farben aus der Mitte des Spektrums (Gelb, Grün) mit dunklen Farben aus den beiden Randbereichen (Blau, Violett oder Rot) kombiniert werden (siehe links).

1.5 Material, Farbe und Lichtwirkungen

1.5.1 Wiedererkennungswert

Neben dem messbaren Leuchtdichtekontrast, der Strukturgröße und dem Beleuchtungsniveau beeinflusst auch der Wiedererken-

nungswert die Erkennbarkeit von visuell und farblich kontrastierenden Flächen. Leit- und Orientierungssysteme sind besser erkennbar, wenn bei der Gestaltung kulturelle Konventionen genutzt werden.

Die Bedeutung der weißen Sicherheitslinie als Fahrbahnmarkierung an Gleisen ist allgemein bekannt; ebenso gelb-schwarze oder rot-weiße Sicherheitsmarkierungen (vgl. ASR A1.3, Technische Regeln für Arbeitsstätten, Sicherheits- und Gesundheitskennzeichnungen).

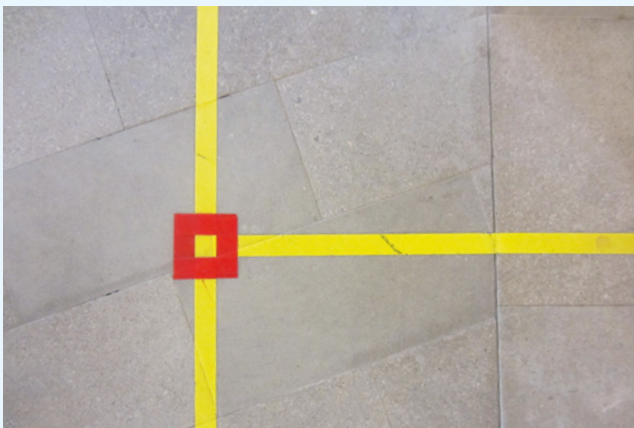
Die Farbe Gelb ist zur barrierefreien Gestaltung besonders gut geeignet, wegen der Helligkeit und der besonderen Farbempfindlichkeit der Netzhaut in diesem Bereich (siehe 1.4.4). Auch wenn die geforderten Leuchtdichtekontraste nicht mit allen Materialkombinationen realisierbar sind, kann die Wirksamkeit – auch bei hellen Natursteinbelägen – nachgewiesen werden. Wenn eine helle kontrastgebende Fläche ($\rho > 0,5$) zu einem hellen Bodenbelag nicht den nötigen Kontrastwert erreicht, können dunkle Begleitstreifen den geforderten Kontrast herstellen.

Zu beachten sind folgende Erkenntnisse:

- Weiße oder gelbe Linien haben Signalwirkung.
- Geometrische Muster wie das Muster eines Zebrastreifens unterstützen die Wiedererkennung und können die Kontrastwirkung erhöhen.
- Strukturhöhen taktil und visuell erkennbarer Sicherheits- oder Leitlinien unterstützen durch Schattenbildung die Erkennbarkeit.
- Damit Markierungen eine Warnfunktion erfüllen, müssen sie von dekorativen Form- und Farbwechseln eindeutig unterscheidbar sein.



Das schmale, gelbe Klebeband wirkt als Leitlinie, obwohl der Kontrast zum Natursteinbelag gering ist



Beispiel:

Das oben abgebildete Blindeninstitut Regensburg ist als Kammstruktur angelegt. Die Korridore sind taghell, einseitig voll verglast. Zur besseren Orientierung in den Flurbereichen wurde von den Nutzern das nachträgliche Auftragen eines visuell kontrastreichen Leitstreifens gewünscht. Die Nutzer haben sich nach Auswertung verschiedener Alternativen für einen gelben Leitstreifen entschieden, obwohl weißes oder schwarzes Klebeband höhere Leuchtdichtekontraste erzielt hätte.



1.5.2 Hell-Dunkel-Kontrast

Eine Kombination von weißen und schwarzen Flächen ergibt den größtmöglichen Kontrast. Dadurch können gestalterische Akzente gesetzt werden.

Informationen aus Schrift- und Bildzeichen, die für die Erschließung und Nutzung von öffentlichen Gebäuden unerlässlich sind, müssen sich von ihrer Umgebung stark visuell kontrastierend abheben, frei zugänglich und auch für sehbehinderte Menschen gut lesbar sein. Dies wird erreicht durch eine kontrastreiche Gestaltung mit $K \geq 0,7$. Für Schwarz-Weiß-Darstellungen ist nach DIN 32975 $K \geq 0,8$ anzustreben.



Eingefügter dunkler Randstreifen und dunkle Sockelleiste in einem Flurbereich

Wenn die geplanten Farbtöne unzureichende Kontrastwerte ergeben, kann ein Begleitstreifen eine Erschließungssituation akzentuieren und die notwendige Orientierung für sehbehinderte Personen sicherstellen. In dem oben gezeigten Beispiel wurden zur kontrastreichen Abgrenzung zwischen Wandfarbe und Bodenbelag ein aschgrauer Begleitstreifen im Bodenbelag und im gleichen Farbton lackierte Sockelleisten eingefügt. Bei der Berechnung der Kontrastwerte kamen die von den Farb- und Linoleumherstellern angegebenen Hellbezugswerte (Y-Werte) zur Anwendung.



Strahlend weiße Sanitärkeramik hebt sich optimal vor der mattschwarzen Rückwand ab, blendfrei in Szene gesetzt durch indirektes Streiflicht aus der Decke. Die Orientierung wird durch den hellen Boden erleichtert. Er kontrastiert stark mit der Wand und macht die Raumkante gut erkennbar. Damit wird ein Sanitärraum auch für sehbehinderte Menschen ohne fremde Hilfe zugänglich und nutzbar.

2 Kontrastbestimmung

2.1 Anforderungen nach deutschen Normen

2.1.1 Anwendungsbereich der Normen

Die DIN 32975 trifft Aussagen über Grenzwerte für Leuchtdichtekontraste, Beleuchtung und Größe von Informationselementen und Schriftzeichen sowie das Verhältnis, in dem diese Werte stehen müssen, um eine möglichst gute Wahrnehmbarkeit zu erreichen. DIN 18040-1 weist u. a. im Abschnitt 4.4.2 zum Thema visuelle Informationen auf DIN 32975 hin.

Die Normen definieren Schutzziele. Beide verwenden die Michelson-Formel und differenzieren die Anforderungen an den Mindestkontrast in Abhängigkeit von der visuellen Funktion der Objekte oder Markierungen.

2.1.2 Zwei Bedingungen der Normen

Die Kontrastforderungen sind im Wesentlichen an zwei Bedingungen gekoppelt:

- Mindestkontrastwert von 0,4 und 0,7 (bzw. 0,8)
- Mindestreflexionsgrad der helleren Fläche von 0,5

2.1.3 Weitere Anforderungen nach Norm

Warnfunktionen im Bodenbereich sollten mit matten, diffus reflektierenden Oberflächen ausgebildet werden. Es hat sich als Vorteil erwiesen, wenn sie hell auf dunklem Grund ausgebildet werden.

Ist der erforderliche Kontrastwert mit den gewählten Materialien oder Farben nicht zu realisieren, sind kontrastierende Begleitstreifen vorzusehen. Das können z. B. ein zu Wand und Türblatt kontrastreicher Türrahmen oder ein kontrastreicher Streifen zwischen Wand und Boden sein. Die Erkennbarkeit kann zusätzlich durch gute Beleuchtung und Strukturunterschiede verbessert werden.

Die Wahrnehmung visueller Informationen und Markierungen darf nicht durch Werbung oder kontrastreiche, markierungsähnliche Gestaltungselemente gestört werden (z. B. Werbung an Treppenstufen oder Werbeträger, die ein Leit- und Orientierungssystem überlagern). Diese können zu Fehlinterpretationen führen.

In der Tabelle rechts sind die Kontrastanforderungen systematisiert und den in der Norm aufgeführten wesentlichen Funktionen zugeordnet: Warnen/Informieren/Orientieren/Leiten.

Dabei wird unterschieden zwischen Elementen, die die Funktion haben, grafische, schriftliche oder für Notfälle wesentliche Informationen zu übermitteln, und solchen, die der Orientierung und Leitung im Gebäude und der Erkennbarkeit von Gebäudeteilen dienen.

	Funktion	Anwendungsbeispiele	Bedingungen	Faktor
grafisch, schriftlich	Warnen vor allen Gefahrenstellen, Hindernissen, Auffindbarkeit im Notfall	u. a. Glaswände oder großflächig verglaste Wände an Verkehrsflächen, Poller, Brandschutzeinrichtungen, Bedienelemente für den Notfall, Notrufanlagen	1. Bedingung: $K \geq 0,7$ Schutzziel: visuell stark kontrastierend	$\rho_{hF} \geq 6 \times \rho_{dF}$ $Y_{hF} \geq 6 \times Y_{dF}$
	Informieren	Beschilderungen, Piktogramme	2. Bedingung: $\rho_{hF} \geq 0,5$ $Y_{hF} \geq 0,5$	
	Orientieren	Wegweiser		
	Leiten	Fluchtwegkennzeichnungen		
baulich	Warnen an Treppen	Markierung von Treppenstufen	1. Bedingung: $K \geq 0,4$ Schutzziel: visuell kontrastierend 2. Bedingung: $\rho_{hF} \geq 0,5$ $Y_{hF} \geq 0,5$	$\rho_{hF} \geq 2,5 \times \rho_{dF}$ $Y_{hF} \geq 2,5 \times Y_{dF}$
	Informieren	Bedienelemente, Kommunikationsanlagen, Ausstattungselemente, Griffe		
	Orientieren	Eingangsbereiche, Service-Schalter, Farbgestaltung in Innenräumen, z. B. dunkle Türzargen / helle Wand oder Wand / Boden		
	Leiten	Leitlinien/-streifen, Handläufe, Bodenmarkierungen, Sockelleisten		

2.2 Planung von Kontrasten

2.2.1 Wartungswerte

Die in den Normen aufgeführten Mindestkontrastwerte sind Wartungswerte, die dauerhaft erfüllt sein sollten. Der Neuwert des Kontrastes sollte daher in jedem Fall höher sein. Es ist eine ausreichende Kontrastreserve einzuplanen, welche die realen Bedingungen berücksichtigt, vor allem Abnutzung und Verschmutzung. Für die Bestimmung der Kontrastreserve sind folgende Kriterien zu beachten:

- Die Kontrastreserve kann gering sein, wenn es sich um vertikale Markierungen

wie z. B. schriftliche Information im Innenbereich handelt.

- Bei horizontalen Flächen wie Bodenmarkierungen muss die Kontrastreserve in aller Regel relativ hoch sein.
- Poröse Materialien verschmutzen stärker als geschlossene oder gebundene Oberflächen.

Die Verschmutzung hängt von der Nutzungsintensität und der Reinigung ab, im Freien auch davon, ob die Oberfläche dem Regen ausgesetzt ist. In jedem Fall ist es sinnvoll, Wartungsintervalle vorzugeben, damit sie in die Reinigungspläne einbezogen werden.

2.2.2 Planung mit Farbsystemen

Die DIN 32975 gibt in Abschnitt 4.2.2 an, dass der Nachweis der Kontraste durch Messung zu erfolgen hat. In der Praxis ist es unrealistisch, Messungen bei sämtlichen Farb- und Materialbestimmungen von Anstrichen, Lackierungen, Beschichtungen und Belägen im Planungsprozess am Schreibtisch zur Anwendung zu bringen. Bei der überwiegenden Anzahl von Kontrasten, die durch nebeneinander liegende lichtreflektierende matte Flächen entstehen, ist das im Folgenden beschriebene Alternativverfahren, das sich der von der Industrie angegebenen Hellbezugswerte (Y-Werte) und LRV-Werte (LRV) zur Kontrastermittlung bedient, brauchbar und ausreichend. Dieses Verfahren ist jedoch nicht bei selbstleuchtenden Flächen anzuwenden.

Nach anerkanntem Stand der Technik können zur Ermittlung des Kontrastes durch Anwendung der Michelson-Formel neben der Leuchtdichte (L) auch der Reflexionsgrad (ρ) nach DIN 5036-3 verwendet werden. Lichtmessungen der TU Dresden bezüglich der Vergleichbarkeit der ermittelten Reflexionsgrade und des von RAL angegebenen Y^* -Wertes konnten darlegen, dass die Abweichungen in den Kontrastwerten der Verkehrsfarben nach RAL maximal 0,1 ergeben. Die größte Abweichung in den Kontrastwerten ergab sich bei der Farbe Rot. Deshalb sollte das o.g. Alternativverfahren immer mit einer einkalkulierten Fehlertoleranz von 0,1 angewendet werden (siehe Dietmar Böhringer: Barrierefreie Gestaltung von Kontrasten und Beschriftungen).

Bei Anwendung dieser Alternativmethode zur Kontrastermittlung sollte man sich bewusst sein, dass unterschiedliche Materialeigenschaften, wie z. B. ein Wandanstrich neben der Lackierung eines Türrahmens, nicht berücksichtigt werden können. In Grenzfällen reicht diese Methode nicht aus. Dann sollten

doch Messungen vorgenommen werden, um Planungssicherheit zu erlangen.

Wichtig für die korrekte Kontrastwertermittlung ist, dass stets mit gleichen CIE-Y-Werten gerechnet wird. Neben qualifizierten Farbsammlungen mit tabellarischen Angaben sind mittlerweile zu den am häufigsten verwendeten Farbsystemen (u. a. RAL und NCS) auch digitale Programme erhältlich. Daraus kann der Hellbezugswert oder LRV-Wert für jeden Farbton direkt abgelesen werden (u. a. RAL digital 5.0 und NCS Navigator). Neben diesen kostenpflichtigen Angeboten bieten Farbhersteller vergleichbare Programme. Art und Genauigkeit der Messwerte sind jedoch im Einzelfall zu prüfen.

Bei gerichtlichen Auseinandersetzungen sind verbindliche Aussagen nur mit Messungen nach DIN 5036-3 möglich.

Bei Natursteinflächen mit groben Maserungen, Oberflächen mit Hell-Dunkel-Anteilen oder Glanzanteilen ist unbedingt angeraten, eine Leuchtdichtemessung der kontrastgebenden Flächen vornehmen zu lassen, um die Einhaltung der geforderten Kontrastwerte nachzuweisen. Alternativ kann man beim Hersteller den labortechnisch ermittelten Reflexionsgrad (ρ) nach o.g. Norm abfragen.

2.2.3 Vorgehen bei der Planung

Eine der beiden Farben wird festgelegt, entweder die hellere oder die dunklere. Anhand der Kontrasttabelle (siehe 2.1) wird bestimmt, ob für den erforderlichen Kontrast ein Faktor von 2,5 (Orientierung, Bodenmarkierung) oder 6 (Beschriftung, Sicherheitsmarkierung) zwischen den Hellbezugswerten der beiden Flächen erforderlich ist. Mit diesem Faktor wird der Grenzwert für den Hellbezugswert der zweiten Farbe bestimmt.

L* (RAL)	Y* (RAL)	LRV (NCS)
15	1,91	6,34
20	2,99	8,41
25	4,42	11,23
30	6,24	13,53
35	8,50	16,03
40	11,25	19,10
45	14,54	22,20
50	18,42	25,91

L* (RAL)	Y* (RAL)	LRV (NCS)
55	22,93	29,52
60	28,12	33,89
65	34,05	39,03
70	40,75	45,26
75	48,28	50,17
80	65,68	57,14
85	66,01	65,17
90	76,30	74,33

Diese Tabellen veranschaulichen, wie unterschiedlich die jeweiligen Werte je nach angewandter Mess- oder Berechnungsmethode sein können. Die beiden Tabellen haben jeweils die vergleichbaren Werte nach RAL und NCS: jeweils in der ersten Spalte die Helligkeit L* nach RAL, in der zweiten der Y*-Wert nach RAL und in der dritten der LRV-Wert = light reflectance value nach NCS-Lightnessmeter. Lediglich im Bereich der Helligkeit L* um 75 liegen die beiden anschließenden Werte der beiden Farbsysteme (Y*- und LRV-Wert) bei ca. 50. Durch die Unterschiedlichkeit der Werte wird ersichtlich, dass der Kontrastwert nur mit gleichen Y-Werten zu berechnen ist.

Nun kann in der Farbtabelle eine zweite Farbe ausgewählt werden. Dabei ist sicherzustellen, dass die hellere der beiden Farben den Mindesthellbezugswert von 0,5 (siehe 2.1) erfüllt.



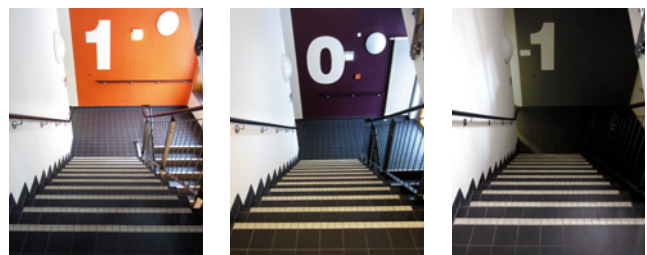
Beispiel:

Auf einer Wand in einem Treppenhaus soll geschossweise zur besseren Orientierung jeweils das Stockwerk mit einer großen weißen Zahl angezeigt werden. Als helle Farbe wird dafür RAL 9010 „Reinweiß“ mit $Y = 84\%$ festgelegt. Damit ist eine der beiden Kontrastbedingungen erfüllt: Hellbezugswert $\geq 0,5$.

Für die Farbgestaltung in Innenräumen lautet die Kontrastforderung $K \geq 0,4$: Für „Orientierung“ im baulichen Umfeld gilt hier

$Y_{HF} \geq 2,5 Y_{dF}$. Als kontrastierende Farben zu Reinweiß kommen demnach sämtliche Farben infrage, die einen Hellbezugswert Y von 34 % oder kleiner aufweisen.

Im ersten Stock soll die Wand orange gestrichen werden. Die Wahl fällt auf „Hellrot-orange“ mit $Y = 29\%$. Der über den Hellbezugswert errechnete Kontrastwert beträgt 0,49, womit nach Abzug der Fehlertoleranz (Sicherheitsaufschlag) von 0,1 die Forderung als knapp erfüllt betrachtet werden kann ($0,39 = \sim 0,4$). Die o.g. Farbkombination ist jedoch ungeeignet für Beschilderung oder notwendige Wegweiser mit $K \geq 0,7$. Dazu wäre ein Y -Wert kleiner 17 % erforderlich.



Berechnung von Leuchtdichtekontrasten (Michelson)
 Reinweiß/Hellrotorange: $K = (84 - 29) / (84 + 29) = 0,49$
 Reinweiß/Blaulila: $K = (84 - 16) / (84 + 16) = 0,68$
 Reinweiß/Telegrau: $K = (84 - 23) / (84 + 23) = 0,57$
 Die LRV-Werte sind aus RAL digital 5.0

2.3 Bestimmung von Kontrasten am Objekt

2.3.1 Messung mit Leuchtdichte-Messgerät

Die Leuchtdichten von zwei kontrastierenden Flächen können mit dem Leuchtdichte-Messgerät bestimmt werden. Unter Laborbedingungen sind die Messresultate zuverlässig. Dennoch kann der Kontrast in der Einbausituation später beispielsweise durch Witterungseinflüsse abweichen. Bei der Messung vor Ort sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Beleuchtungsstärke muss während der Messung der zu vergleichenden Flächen konstant bleiben. Die beiden Flächen sind daher möglichst zeitgleich und gegebenenfalls zusätzlich unter praxisrelevanten Beobachtungswinkeln zu messen.
- Im Freien darf nur bei wolkenlosem Himmel oder gleichmäßiger Wolkendecke gemessen werden, Schattenwurf (z. B. durch Wolken, Passanten, Fahrzeuge) verfälscht die Messresultate.
- In Innenräumen ist eine gleichmäßige, vorzugsweise indirekte Beleuchtung erforderlich, um Reflexionen zu vermeiden. Die Messung erfolgt mit der Lichtart, die in der Anwendung vorgesehen ist.
- Leuchtdichte-Messgeräte messen den Mittelwert unter einem kleinen Winkel ($0,3^\circ$ – 1°). Es sind daher mehrere Messungen durchzuführen und die Resultate sind zu mitteln.
- Die Messresultate müssen sauber dokumentiert werden. Das Ausmessen größerer Anlagen erfordert ein systematisches Vorgehen und eine saubere Protokollführung und Dokumentation.

Materialoberflächen sind in der Regel nicht homogen (Körnung, Farbpunkte, Musterung), teilweise porös (Schattenbildung, Verschmutzung). Für ein zuverlässiges Resultat sind daher mehrere Punktmessungen durchzuführen und die Resultate zu mitteln. Leuchtdichte-Kameras vereinfachen das Vorgehen durch definierbare (flächige) Messfelder.

2.3.2 Messungen mit fotografischen Methoden

Leuchtdichtekamera

Bei dieser Methode wird von einer zu bestimmenden Situation ein Bild gemacht und anschließend mit einem Computerprogramm bewertet. Die Vorteile dieser Messmethode sind, dass alle kontrastgebenden Flächen zeitgleich fotografiert, die Messfelder unterschiedlich groß definiert werden können und eine Dokumentation der Messergebnisse im Programm implementiert ist.

Kontrastbestimmungsmethode nach Joos

Das System basiert auf einer handelsüblichen Spiegelreflexkamera und einem Auswertungsprogramm, das als Dokumentation dient. Die Kamera muss kalibriert sein, RAW-Dateien speichern und Histogramme ausgeben können. (Im Gegensatz zu JPEG macht die Kamera bei RAW-Bildern keine automatischen Anpassungen.) Zurzeit wird an der Markteinführung gearbeitet.

2.3.3 Annähernde Messungen

Luxmeter mit Leuchtdichtenvorsatz

Mit dem Luxmeter können Leuchtdichten bestimmt werden, sofern ein Tubus mit einer Linse angebracht werden kann. Das Vorgehen ist identisch mit dem in 2.3.1 beschriebenen. Der Messwinkel ist mit rund 15°–20° wesentlich größer als beim Leuchtdichte-Messgerät, was zu Ungenauigkeiten führen kann, denn die gemessene Fläche ist nicht scharf begrenzt.



Dieses Gerät eignet sich, um den Kontrast größerer Flächen und Objekte näherungsweise zu bestimmen. Für kleine Flächen muss der Abstand zum Objekt verringert werden. Für strukturierte Materialoberflächen ist der o. g. Messwinkel von Vorteil, da nicht punktuell, sondern ein Bereich im Mittel gemessen wird.

Kontrastbestimmung mit App

Die zurzeit auf dem Markt angebotenen Apps erlauben eine grobe Bestimmung des Kontrastes. Zwei Faktoren beeinträchtigen die Qualität der Resultate: die Qualität der JPEG-Bilder und die Messtoleranzen. Auch können die Messfelder nicht genau genug bestimmt werden.

Es ist darauf zu achten, dass die App den Michelson-Kontrast anwendet. Verwendet sie andere Kontrastformeln, z. B. Weber-Kontrast $K = (L_{hF} - L_{dF}) / L_{hF}$, müssen die Kontrastanforderungen aus Kapitel 2.1.1 umgerechnet werden.

Aus oben genannten Gründen können Apps für eine zuverlässige Kontrastwertermittlung nicht verwendet werden.

2.4 Näherungsmethoden durch Farb- und Helligkeitsbestimmung

Für eine grobe Beurteilung von Kontrasten können Farbfächer, Farbkarten und Lochkarten verwendet werden. Damit lassen sich Hellbezugswerte (Y-Werte) am Objekt unter realistischen Bedingungen (u. a. Material- und Farbtoleranz, Beleuchtung und Farbwiedergabe, Größe und Distanz, Alterung und Verschmutzung) bestmöglich visuell einschätzen. Diese Methode erfordert Abstraktionsvermögen und Erfahrung in der Bewertung von Farbtönen.

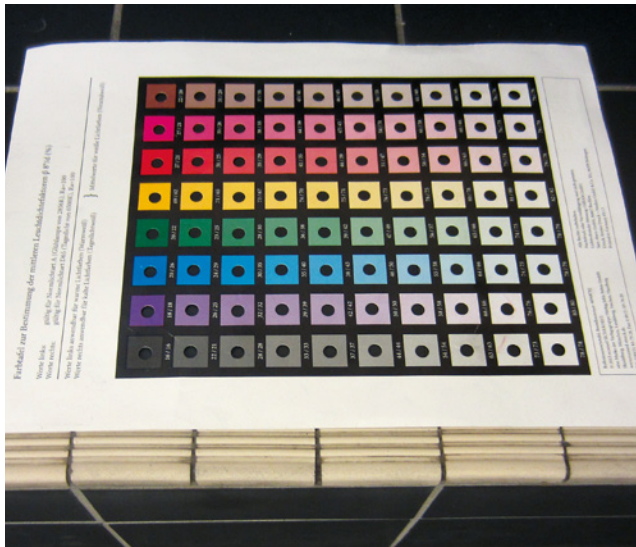


Farbvergleich mit RAL- und NCS-Farbfächer

Der Beobachter sucht nach Augenschein aus dem Farbfächer jene Farbe, die der zu beurteilenden Fläche in der Helligkeit und im Farbton am nächsten kommt. Der Hellbezugswert dieser Farbe (siehe dazugehörige Tabellen) entspricht somit näherungsweise dem Hellbezugswert der zu beurteilenden Fläche. Bei dieser Methode muss sehr darauf geachtet werden, dass nicht der Farbton, sondern die Helligkeit möglichst genau übereinstimmt.

Reflexionswertetafel

Die Reflexionswertetafel im DIN-A4-Format zeigt 80 quadratische Farbfelder (8 Farbtöne in jeweils 10 Helligkeitsstufen), jedes davon mit einem Loch in der Mitte und einer Kantenlänge von 15 mm. Auf jedem Feld sind zwei Leuchtdichtefaktoren angegeben, die je nach Lichtart anzuwenden sind. Die Werte reichen von 16 bis 82.

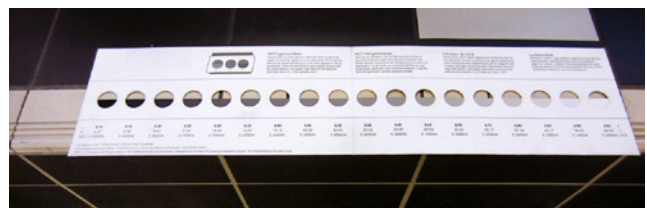


Die Karte wird auf die zu beurteilende Fläche gelegt und dasjenige Farbmuster bestimmt, bei dem das Loch am wenigsten erkennbar ist, d. h., dass hier die größte Übereinstimmung mit dem Farbmuster besteht. Auf der Lochkarte

kann so abgelesen werden, welcher Leuchtdichtefaktor der zu beurteilenden Fläche am nächsten kommt.

NCS-Lightnessmeter

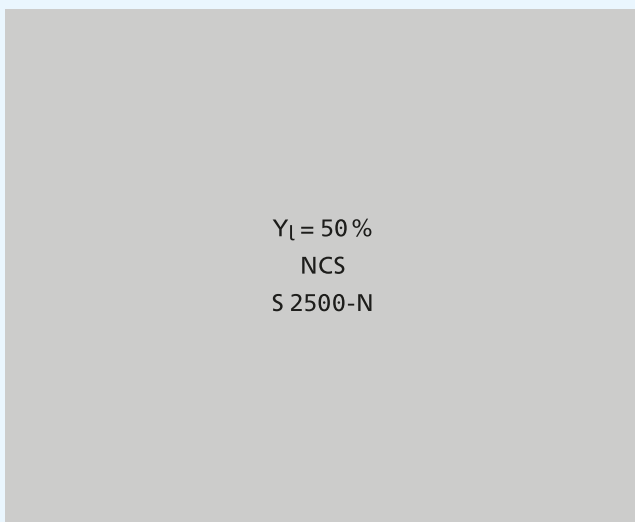
Klappbare Lochkarte im C5/6 Format mit 18 Grautönen inklusive Angabe der LRV-Werte (Y_L -Werte) von minimal 10 bis maximal 95. Die Sichtfenster sind die obere Hälfte eines Kreises von der Größe einer Centmünze, der in der unteren Hälfte mit dem jeweiligen Grauton versehen ist.



0.45 22.20 S 5500-N	0.50 25.91 S 5000-N	0.55 29.52 S 4500-N	0.40 19.10 S 6000-N	0.45 22.20 S 5500-N	0.50 25.91 S 5000-N

Wird die Lochkarte auf die zu beurteilende Fläche gelegt, kann der nächstgelegene Hellbezugswert abgelesen und für die Berechnung des Kontrastes herangezogen werden. Es ist das Grau des Kreises zu wählen, bei dem

Für die zweite Bedingung der Norm gilt nach DIN 32975: „Die hellere der kontrastgebenden Flächen muss einen Reflexionsgrad von mind. 0,5 aufweisen.“



Links dargestellt ist ein neutraler Grauton mit Y_L (LRV) = 50 % zum direkten Abgleich. Für die Praxis können Planer farbechte Einzelbögen bis DIN A4 erwerben.

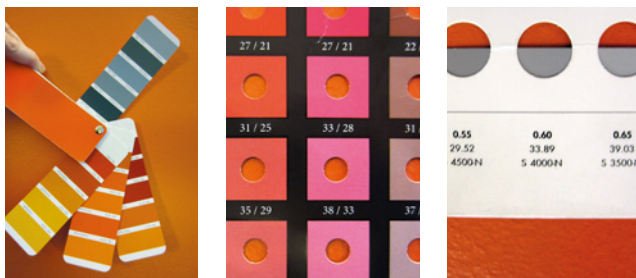
Unten dargestellt sind Farbtöne – neben Grau: Rot, Gelb, Grün und Blau – mit einem LRV = 50 %.

$Y_L = 50 \%$ NCS S 0540-Y90R	$Y_L = 50 \%$ NCS S 1080-Y	$Y_L = 50 \%$ NCS S 0570-G30Y	$Y_L = 50 \%$ NCS S 0540-R90B

die Grenze zwischen den beiden Flächen am wenigsten sichtbar ist. Um farbige Flächen zu beurteilen, erfordert diese Methode ein gutes Abstraktionsvermögen. Eine Schwarz-Weiß-Fotografie der Lochkarte auf der zu bestimmenden Fläche kann dabei hilfreich sein.

Im Folgenden sind die fotografische und rechnerische Auswertung der Leuchtdichte- kontraste an einer orangefarbenen Treppen- hauswand mit einer großen weißen Zahl als Stockwerksanzeige zur Orientierung abge- bildet. Zur Bestimmung der Kontrastwerte dienen die LRV- bzw. Y-Werte je nach Angabe bzw. Messung der Hersteller. Die Angaben sind ohne Gewähr.

Der Farbvergleich mit drei verschiedenen Farbfächern/-karten zur Kontrastbestimmung erfolgt näherungsweise nach Augenschein mit folgenden Hilfsmitteln:

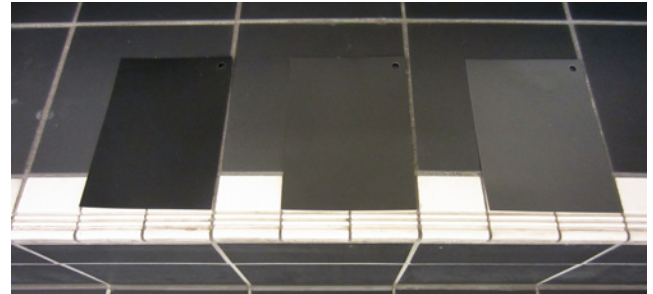


RAL-K7: RAL-CLASSIC-Farbfächer mit 210 RAL-Farben inkl. Farbnamen ohne direkte Angabe der LRV-Werte
RWT: Reflexionswertetafel zur Bestimmung der mittleren Leuchtdichtefaktoren
NCS-LM: NCS-Lightnessmeter

Wand	RAL-K7	RWT	NCS-LM
orange	29	32	34
weiß	84	84	86
Kontrast (K)	0,49	0,45	0,43

Um bei der Feststellung eines Kontrastes mit diesen Näherungsmethoden Fehlbestimmungen einzelner Farbflächen zu kompensieren, ist ein Sicherheitsaufschlag von 0,1 anzuwenden.

Zur besseren Hellwertbestimmung eignen sich auch Farbkarten, wie z. B. der NCS-BW:- NCS-BLACK-&-WHITE-Farbblock mit 79 DIN A6 großen Grautönen ohne direkte Angabe der Y-Werte.



Bestimmung des Grauwertes einer Treppenstufe mit einer Farbkarte

Empfehlung für diese Näherungsmethoden

Für sehr helle oder sehr dunkle Farbtöne bzw. Schwarz-Weiß-Kontraste ist die Lochkarte von NCS gut geeignet. Hilfreich kann bei farbigen Flächen eine Schwarz-Weiß-Fotografie sein.

Für die Beurteilung von Kontrasten bei Farben bietet die Reflexionswertetafel eindeutig Vorteile. Die repräsentativen Farbtöne der Reflexionswertetafel erleichtern den Vergleich der Helligkeiten, denn die visuelle Wahrnehmung ist per se mehr auf das Farbsehen konditioniert als auf das Kontrastsehen.

Für die Fähigkeit, Helligkeitsunterschiede wahrzunehmen, ist das menschliche Auge physiologisch zwar besser ausgestattet, mit mehr als 120 Millionen Stäbchen. Aber der Vergleich von Graustufen unterschiedlicher Helligkeit mit ähnlich hellen Farben ist schwierig. Fehleinschätzungen sind vermeidbar, wenn man ähnliche Farben ähnlicher Helligkeiten vergleicht. Das Auge fokussiert dann auf den Helligkeitsunterschied.

3 Handlungsfelder

3.1 Kennzeichnung von Treppen

Treppen bergen ein hohes Gefahrenpotenzial, was die hohe Zahl von Unfalldtoden – höher als die vergleichbare Zahl der Opfer im Straßenverkehr – eindrucksvoll belegt (siehe Böhringer). Deshalb sind visuell kontrastreich gestaltete Treppen für die Sicherheit aller Nutzer hilfreich. Menschen mit Sehbehinderung sind besonders darauf angewiesen. Daher sind die Elemente der Treppen gut erkennbar auszuführen.

Die Erkennbarkeit ist nach Norm gegeben, wenn sich die Handläufe und Stufen durch Stufenkantenmarkierung visuell kontrastierend ($K \geq 0,4$) vom Umfeld abheben. Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass für sehbehinderte Menschen Sicherheitsmarkierungen an Stufen mit folgenden Merkmalen am besten erkennbar sind:

- reichen über die ganze Stufenbreite
- beginnen jeweils an der Stufenvorderkante
- Breite des Streifens an der Trittstufe 4 bis 5 cm
- Breite des Streifens beträgt an der Setzstufe 1 bis vorzugsweise 2 cm
- visueller Kontrast ($0,4$) zu den anschließenden Podesten
- Bei gewendelten Treppen bzw. Stufen mit unterschiedlich tiefen Trittstufen ist eine Markierung jeder Stufe nötig.
- Stufenbelag vorzugsweise einfarbig, ohne irritierende Musterung

Gemäß DIN 18040-1 ist die Forderung nach Stufenkantenmarkierung (siehe 4.3.6.4) wie folgt formuliert: „Bei bis zu drei Einzelstufen und Treppen, die frei im Raum beginnen oder enden, muss jede Stufe mit einer Markierung versehen werden. In Treppenhäusern müssen

die erste und letzte Stufe, vorzugsweise alle Stufen, mit einer Markierung versehen werden.“

Scheinstufen, die sich durch Schattenbildung oder Belagsgestaltung ergeben können, sind zu vermeiden.



Frei im Raum stehende und unterlaufbare Treppen stellen eine besondere Gefährdung dar. Da jedoch eine ausschließlich visuelle Kennzeichnung der Laufunterseite von blinden Personen nicht wahrgenommen werden kann, ist durch geeignete Maßnahmen wie z. B. durch Abschränkungen, Bepflanzungen oder Möblierung ein Unterlaufen komplett zu verhindern.

Folgende zusätzliche Maßnahmen verbessern die sichere Erkennbarkeit und somit die Verkehrssicherheit:

- visuell kontrastierende Betonung der Treppenwangen, ggf. auch als ausreichend breite, kontrastierende Schattenfuge
- konturierende Beleuchtung der Treppen mit heller Betonung der An- und Austritte
- Handläufe mit integrierter, nach unten gerichteter Beleuchtung

Bei der nachträglichen Stufenvorderkanten-Markierung von Treppen:

- Besteht Denkmalschutz, sind die Lösungen gleichberechtigt unter Beteiligung aller Träger von Belang abzuwägen. Das bedeutet, dass auch die in den örtlichen/regionalen Blinden- und Sehbehindertenorganisationen fachlich mit dem Thema Barrierefreiheit betrauten Personen einbezogen werden müssen. Die normativen Vorgaben sollten hier mit kreativer Material- und Farbwahl gelöst werden. Gerade im Denkmalschutz sind beispielhafte Lösungen zur Erkennbarkeit von Stufen noch rar.
- Bei Anbringung eines Anstrichs hat sich wegen der Dauerhaftigkeit Straßenmarkierungsfarbe bewährt.

3.2 Markierung von Glasflächen

Glastüren, Glaswände oder großflächig verglaste Wände an Verkehrsflächen der inneren Gebäudeerschließung müssen auch bei wechselnden Lichtverhältnissen und Hintergründen „deutlich erkennbar sein“ (DIN 18040-1).

Insbesondere Glastüren in Fluren stellen eine Gefahrenquelle dar, weil der Verkehrsweg, auf dem man sich bewegt, erkennbar hinter der Tür weitergeht. Zusätzlich wird die Erkennbarkeit aufgrund von Spiegelungen und Reflexionen oft stark eingeschränkt.

Markierungen müssen deshalb jeweils helle und dunkle Anteile enthalten (Wechselkontrast), da die Wirkung wechselnder Lichtverhältnisse i. d. R. kaum beeinflusst werden kann.

Ganzglastüren und großflächig verglaste Türen müssen über die gesamte Glasbreite „sicher erkennbar sein durch Sicherheitsmarkierungen“. Diese müssen visuell stark kontrastierend sein mit $K \geq 0,7$. Die Norm fordert diese nicht transparenten Markierungen sowohl in einer Höhe von 40 cm bis 70 cm („Kniehöhe“) als auch von 120 cm bis 160 cm („Augenhöhe“); sie sollten mindestens 8 cm hoch in Streifenform ausgeführt werden. Der Flächenanteil der Elemente in diesem Streifen sollte mindestens 50 % betragen.



Der Zugangs- und Eingangsbereich von öffentlich zugänglichen Gebäuden muss leicht auffindbar sein. Dies wird erreicht durch eine visuell kontrastreiche Gestaltung und eine entsprechende Beleuchtung.



Die Erkennbarkeit von Glasflächen und -türen muss wirksam sichergestellt werden. Das kann auch auf andere Weise als in der Norm festgelegt erfolgen, z. B. durch dauerhaft vorhandene Bepflanzung, deutlich erkennbare Absperrungen oder Ausstattungen.

Folgende Punkte sind zu beachten:

- Halbtransparente Markierungen (geätzt, Siebdruck, Punktfolien) sind ungeeignet.
- Bei Schiebetüren sind vertikale Markierungselemente besonders geeignet, da sie die Bewegung der Tür erkennbar machen.

Das Schutzziel (Warnfunktion) ist erfüllt, wenn in Augen- und Kniehöhe starke visuelle Wechselkontraste deutlich erkennbar sind, auch für das eingengte Gesichtsfeld. Für die Markierung können auch Piktogramme, Logos u. ä. genutzt werden, wenn sie die notwendigen Anforderungen erfüllen.



Wechselkontraste in Schwarz und Weiß warnen auch bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen. Auf Seite 23 eine Aufnahme bei Nacht, hier bei Tag mit jeweils wechselnden Helligkeitsverhältnissen des Hintergrunds.

3.3 Bauliche Wegeführung und Orientierung

Entscheidend für die visuelle Orientierung ist eine gut erkennbare Wegeführung. Vor allem bei großen Gebäuden ist dies oft sehr schwierig. In komplexen Anlagen und in weiträumigen Hallen kann ein durchgängiges taktil-visuelles Leitsystem (geschlossene Wegekette) erforderlich sein, um bestimmte Wege nutzbar zu gestalten. Diese Leitlinien sind frei von Einbauten zu halten. Nicht vermeidbare Hindernisse, wie z. B. Stützen und Glastüren, sind deutlich zu kennzeichnen (siehe 3.2).

Die Längsleitung in Fluren und horizontalen Erschließungsflächen wird durch eine klare Abgrenzung der Wände von den Bodenbelägen gefördert. Dies kann bei hellen Flächen auch durch visuell kontrastierende Sockelleisten oder dunkle Randstreifen erfolgen. Der einzuhaltende Kontrastwert beträgt hier 0,4.



Folgende Gestaltungsmöglichkeiten sind zu beachten:

- visuell kontrastierende Raumgrenzen
Boden–Wand–Decke
- visuell kontrastierende Handläufe
- deutlich erkennbare Bauelemente und
Ausstattungen wie Türen, Geländer,
Schränke oder Sitzmöbel

Klar strukturierte, rechtwinklige Grundrisse erleichtern die Orientierung im Raum. Informationen und Beschilderungen zur Wegeführung, z. B. Stockwerks-, Raum- und Liftbeschriftungen, sind ebenso wie Aufzugtaster und Lichtschalter so anzubringen, dass sie ohne langes Suchen gefunden werden können. Wichtig ist eine durchgängige, einheitliche Anordnung im Gebäude.



Das Auffinden und Erkennen von Türen und ihrer Funktion für sehbehinderte Menschen wird erreicht durch eine kontrastreiche Gestaltung der Tür und ihrer Bedienelemente mit $K \geq 0,4$, wie z. B.:

- helle Wand / dunkle Zarge,
- heller Flügel / dunkle Zarge
- heller Flügel / dunkler Beschlag (Griff, Drücker, Klinke)
- helle Wand / dunkler Taster bei Automatik-türen

Eventuell vorhandene Schwellen sind zum Bodenbelag kontrastreich zu markieren.

Blinde Menschen sind auf den taktilen Kontrast zwischen Wand und Tür angewiesen.

Bei verbauten Türen im Bestand lässt sich die Erkennbarkeit der Türzargen durch farbige Umrahmungen auf der Wand erzielen. Die in der Praxis üblichen Drückergarnituren aus Edelstahl auf weißem Türblatt können mit dunklen Aufklebern bzw. Anstrichen hinterlegt werden.



3.4 Informationen

Informationen aus Schrift- und Bildzeichen, die für die Erschließung und Nutzung von öffentlichen Gebäuden unerlässlich sind, müssen sich für die barrierefreie Nutzbarkeit von ihrer Umgebung kontrastreich abheben, frei zugänglich und auch für sehbehinderte

Menschen gut lesbar sein. Dies erfolgt durch eine kontrastreiche Gestaltung mit $K \geq 0,7$. Für Schwarz-Weiß-Darstellungen ist nach DIN 32975 $K \geq 0,8$ anzustreben.

Beeinträchtigungen durch Blendung, Spiegelung und Schattenbildung sind zu vermeiden, z. B. durch die Wahl geeigneter Materialeigenschaften und matte Oberflächen (beispielsweise entspiegeltes Glas).

Anhang A der DIN 32975 zeigt modellhaft die Mindest-Zeichenhöhen für die Beobachtungsentfernungen D von 10 cm und 50 cm sowie von 1 m, 5 m und 10 m für ausgewählte Sehschärfen (Visus – V), vorrangig $V = 0,1$ als Referenzwert der Norm, vgl. DIN 32975 und DIN 1450 (Schriften - Leserlichkeit). Es ist zu empfehlen, eine Zeichenhöhe von 5 mm auch bei sehr kurzer Lesedistanz auf keinen Fall zu unterschreiten. Die Mindestleuchtdichte der helleren Fläche ist einzuhalten, damit Beschriftungen unter den gegebenen Lichtverhältnissen gut lesbar sind. Das gilt besonders für Tür- und Aufzugsbeschriftungen.

Beschriftungen, die als Orientierungshilfe dienen, müssen aus einer angemessenen Entfernung gut lesbar sein.

Man muss unterscheiden zwischen Zeichenhöhe und Schriftgröße. Als Bezugsgröße für die Zeichenhöhe gilt die Größe des Großbuchstabens „H“. Die Zeichenhöhe beträgt je nach Schriftart aber nur ca. 70 % der Schriftgröße, denn einige Buchstaben haben zusätzlich Ober- und Unterlängen (Beispiele: „g“ und „ü“). Die DIN 32975 liefert zur Berechnung der Schriftgrößen für ein mittleres Adaptationsniveau von rund 30 cd/m^2 (ca. 100 Lux) Werte, die der Faustformel von 20 mm pro Meter Leseentfernung entsprechen. Bei niedrigeren Beleuchtungsstärken z. B. im Außenraum muss die Schrift größer sein (Berechnungstabellen siehe Anhang der DIN 32975). Hier kann die

jetzige Regelung aus der Schweiz (SIA 500) mit 30 mm Zeichenhöhe pro Meter Leseentfernung zur Anwendung kommen.

Neben Größe und Entfernung sind als weitere Faktoren für die Erkennbarkeit von schriftlichen Informationen die Oberflächenbeschaffenheit, die Beleuchtungsintensität und die Lichtreflexion zu beachten.

Folgendes ist bei der Schriftauswahl zu beachten:

- Verwendung gut lesbarer Schriftarten nach DIN 1450 (serifenlose Linear-Antiqua mit Renaissance-Charakter, DIN 16518, Gruppe 6). Diese sind z. B. Verdana, Calibri und Neue Frutiger 1450.
- Für Texte, die der Orientierung dienen, sind keine Serifenschriften zulässig.
- Bei Lesetexten können bei einigen Buchstaben (in der Regel i, j, l, m, n, r) Betonungen bzw. Serifenabstriche zur Verbesserung der Leserlichkeit und Vermeidung von Verwechslungen eingesetzt werden.
- Verwendung von Groß-klein-Schreibweise (mit Ausnahme von erhabener Profilschrift nach DIN 32986)
- keine Kursivdarstellung

Als Bildzeichen sind grafische Symbole mit hohem Wiedererkennungswert zu verwenden, die sich deutlich voneinander unterscheiden müssen.



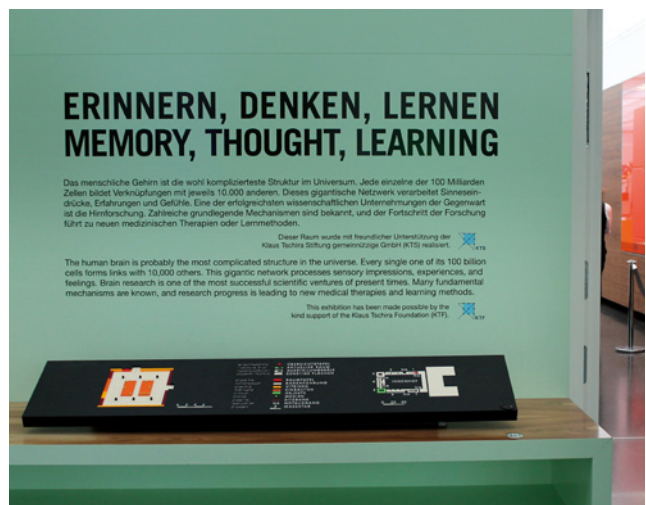
Beschilderung und visuell kontrastreiche Leitung in einem Ausstellungshaus



Große und kontrastreiche Beschilderung in einem Messegebäude



Orientierende Raumüberschrift in einem Museum



Raumtext in angemessener Größe und kontrastreich für das Lesen aus der Nähe



Laut DIN 18040-1 gehören zu Informationen im öffentlichen Raum auch Bedienelemente technischer Anlagen (Automaten, Türöffner, WC-Anlagen, Aufzüge usw.).

Je höher der Leuchtdichtekontrast, desto besser ist die Erkennbarkeit. Der Mindestreflexionsgrad der helleren Fläche von 0,5 ist bei Aufzügen sowohl für die Erkennbarkeit des aktiven Teils des Tasters als auch für die der Deckplatte des Bedientableaus einzuhalten.

Schwarz-Weiß- bzw. Hell-Dunkel-Kombinationen ergeben hohe Kontrastwerte. Diese sollen insbesondere bei kleinen Beschriftungen genutzt werden. Weiße Schrift auf schwarzem Grund ergibt auch bei ungünstigen Belichtungs- und Beleuchtungsverhältnissen einen optimalen Helligkeitskontrast.

Negativbeispiel:

Da die Beleuchtungsstärke auf vertikalen Flächen oft unzureichend ist, sind hohe Kontrastwerte erforderlich. Die dargestellte Tastatur hat eine gemessene sehr geringe Leuchtdichte von 2 cd/m^2 . Das Licht wird nicht zum Betrachter, sondern nach unten reflektiert. Das Auge kann die Kontraste schwer erkennen, auch weil der Mindestreflexionsgrad von 0,5 der helleren Fläche nicht erfüllt ist. Die Chromstahlplatte erscheint zu dunkel als Hintergrund für die schwarze Beschriftung. Zusätzlich wird die Ansicht auf die Ziffern durch den steilen Blickwinkel stark verkürzt.

Bildnachweise

Titelbilder: Landesschule für Blinde und Sehbehinderte Förderzentrum Chemnitz;

Planung: bhss-architekten gmbh / Leipzig; Foto: Steffen Junghans

Bilder Seite 27: Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen

Bilder Seite 11, 12, 13, 17, 19 links, 20 links und rechts oben, 21, 22, 23, 24, 25, 26 links: Erika Mühlthaler

Bilder Seite 19 rechts, 20 rechts unten (beide), 26 rechts: DBSV/Hilke Groenewold

Bild Seite 3 links: Verband der deutschen Lack- und Druckindustrie e.V.

Bild Seite 3 rechts: DBSV/Ziebe

Bilder Seite 24 rechts, Seite 25: Landesschule für Blinde und Sehbehinderte Förderzentrum Chemnitz, Haus 35; Planung: bhss-architekten gmbh / Leipzig; Säulengestaltung (Seite 25): Marcel Kabisch, freischaffender Designer, Frankenberg/Sa.; Foto: Erika Mühlthaler

Bilder Seite 13 links, 17, 22, 23, 24 links: Alexianer St. Hedwig Krankenhaus, Berlin; Planung: GBK Architekten, Berlin; Foto: Erika Mühlthaler

Bild Seite 11: Umweltbundesamt, Dessau; Planung: sauerbruch & hutton architekten, Berlin; Foto: Erika Mühlthaler

Bild Seite 13 rechts: Pinakothek der Moderne, München; Planung: braunfels-architekten; Foto: Erika Mühlthaler

Bild Seite 26 links: Denkmal für die ermordeten Juden Europas, Berlin; Planung: Peter Eisenman, New York; Foto: Erika Mühlthaler

Bild Seite 26 rechts oben: CityCube Berlin, Messe Berlin GmbH; Planung: Code Unique Dresden; Foto: DBSV/Hilke Groenewold

Bilder Seite 26 rechts Mitte und rechts unten: Deutsches Hygienemuseum Dresden DHMD; Ausstellungsgestaltung: Gerhards & Glücker; Foto: DBSV/Hilke Groenewold

Bilder Seite 12: Blindeninstitut Regensburg; Architekt: Georg Scheel Wetzel Architekten, Berlin; Foto: Erika Mühlthaler

Vorlagen für Grafiken Seite 5, 6, 7, 10: Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen

Die Abbildungen in dieser Broschüre sind in Bezug auf Kontrast- und Farbdarstellung nicht verbindlich. Alle Angaben ohne Gewähr!



Caparol

Farbe verändert – **Kontraste bleiben**

Die Wahl der richtigen Farben und Kontraste erleichtert auch Menschen mit Seheinschränkung die Orientierung und verbessert ihre Lebensqualität.

Rat und Hilfe erhalten blinde und sehbehinderte Menschen unter der bundesweiten Rufnummer 01805 – 666 456 (0,14 €/Min. aus dem Festnetz, Mobilfunk max. 0,42 €/Min., Stand 04/2016).

Unser Engagement – Ihr Engagement

Der Deutsche Blinden- und Sehbehindertenverband (DBSV) und seine Mitgliedsvereine unterstützen Menschen, die von einem Sehverlust bedroht oder betroffen sind. Mit zahlreichen Aktivitäten setzen wir uns dafür ein, dass Augenpatienten, sehbehinderte und blinde Menschen ihr Leben selbstbestimmt gestalten können. Unsere Arbeit ist nur durch das Engagement zahlreicher Unterstützer möglich.

Auch Sie können helfen: durch Ihre Mitgliedschaft, Ihre Spende oder ehrenamtliche Mitarbeit. Informationen finden Sie unter

www.engagement.dbsv.org

Wir freuen uns auf Sie!