Hindernisfreie Architektur

Eva Schmidt | Fritz Buser

Die Schweizer Fachstelle

Visuelle Kontraste

> Richtlinien «Planung und Bestimmung visueller Kontraste»

Die Herausgabe dieser Richtlinien wurde unterstützt durch:

> Eidgenössisches Büro für die Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen (EBGB)

> Schweizerischer Blindenbund (SBb)

> Schweizerischer Blinden- und Sehbehindertenverband (SBV)

> Schweizerischer Zentralverein für das Blindenwesen (SZB)

© Copyright, Herausgeber und Bezugsquelle:
Hindernisfreie Architektur – Die Schweizer Fachstelle
Kernstrasse 57, 8004 Zürich
Telefon 044 299 97 97
fachstelle@hindernisfreie-architektur.ch

Autoren:
Eva Schmidt, dipl. Architektin ETH, Lichttechnikerin
Fritz Buser, dipl. Augenoptiker SBAO, Lichtdesigner SLG

Grafisches Konzept und Gestaltung:
büro vögtle: visuelle kommunikation, Peter Vögtle
4457 Diegten BL

Illustrationen:
Low Vision Buser, Fritz Buser
Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen

Druck:
Gremper AG, 4133 Pratteln

1. Auflage Deutsch:
März 2017, 15‘000 Exemplare

> Inhalt

Einleitung 5

1 **Grundlagen**

1.1 **Leuchtdichte und Helligkeitskontrast**

1.1.1 Leuchtdichte 7
1.1.2 Reflexionsgrad 7
1.1.3 Hellbezugswert 7
1.1.4 Helligkeitskontrast 7
1.1.5 Michelson-Kontrast 8
1.1.6 Verhältnis der Hellbezugswerte 8

1.2 **Einflüsse auf das Kontrastsehen**

1.2.1 Physiologische Gegebenheiten 9
1.2.2 Detailgrösse 9
1.2.3 Beleuchtung 9

1.3 **Kontrastminderung durch Umfeldeinflüsse**

1.3.1 Reflexionen 10
1.3.2 Reflexe auf Chromstahl 11
1.3.3 Spiegelungen auf Abdeckscheiben 12
1.3.4 Störende Kontraste im Umfeld 12
1.3.5 Verschmutzung 13
1.3.6 Witterungseinflüsse 13

1.4 **Materialwahl**

1.4.1 Wirkung unterschiedlicher Materialien 14

1.5 **Farbkontrast**

1.5.1 Bedeutung von Farben 15
1.5.2 Farbe und Helligkeitskontrast 15
1.5.3 Farbempfindlichkeit der Netzhaut 16
1.5.4 Farbwahl 16

2 **Kontrastbestimmung**

2.1 **Anforderungen nach Norm**

2.1.1 Mindestkontrast-Werte 18
2.1.2 Weitere Anforderungen nach Norm 18

2.2 **Planung von Kontrasten**

2.2.1 Wartungswerte 19
2.2.2 Begleitstreifen 19
2.2.3 Bestimmung der Reflexionsgrade 19
2.2.4 Planung mit Farbsystemen 20

2.3 **Bestimmung von Kontrasten am Objekt**

2.3.1 Vorgehen 21
2.3.2 Messung mit Leuchtdichtenmessgerät 21
2.3.3 Messung mit Leuchtdichtenkamera 22

2.4 **Annäherungsmethoden**

2.4.1 Luxmeter mit Leuchtdichtenvorsatz 23
2.4.2 Apps für Mobiltelefone 23
2.4.3 Vergleichsmethoden 23

3 **Anwendungsbeispiele**

3.1 Kennzeichnung von Treppen 26
3.2 Markierung von Glasflächen 28
3.3 Orientierung im Gebäude 29
3.4 Information und Beschriftung 30
3.5 Beschriftung von Aufzügen 31
3.6 Bedienungselemente 32
3.7 Hindernisse im Verkehrsraum 34
3.8 Wegführung im Verkehrsraum 35

> Einleitung

Visuelle Kontraste sind eine unabdingbare Voraussetzung für das Sehen und haben für Menschen mit Sehbehinderung eine herausragende Bedeutung. Gute Kontraste ermöglichen es, ein reduziertes Sehpotenzial optimal einzusetzen. Sie tragen damit zur Wahrnehmung von Informationen bei. Wo das schnelle Erfassen von baulichen Elementen, Markierungen und Signalisationen erforderlich ist, erhöhen visuelle Kontraste die Sicherheit massgeblich.

Mit der Publikation der Norm SIA 500 «Hindernisfreie Bauten» wurden erstmals für die Schweiz konkrete Anforderungen an visuelle Kontraste baulicher Elemente festgelegt und Mindestkontrastwerte eingeführt. Die vorliegenden Richtlinien dienen Planenden, Bauverantwortlichen und Bewilligungsbehörden als Hilfsmittel für die Umsetzung der Kontrastanforderungen, welche in den Schweizer Normen aufgeführt sind. Sie erläutern die verschiedenen Einflüsse auf das Kontrastsehen und die Instrumente, welche für die Planung und Bestimmung visueller Kontraste zur Verfügung stehen.

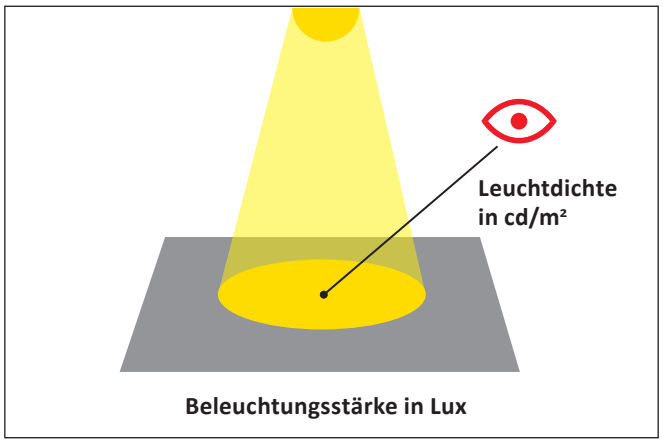
Die Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen dankt Fritz Buser für seinen fundierten Beitrag als Koautor sowie für die Grafiken und Bilder, die er zu diesen Richtlinien beigesteuert hat. Seine langjährige Erfahrung aus der Low-Vision-Beratung und der Hilfsmittelentwicklung für Sehbehinderte sowie als spezialisierter Augenoptiker und Lichtplaner haben es ermöglicht, in diesem Dokument den aktuellen Stand der Erkenntnisse über die Bestimmung von Kontrasten darzustellen.

Eva Schmidt
Spezialistin für sehbehinderten- und blindengerechtes Bauen

> 1 Grundlagen

1.1.1 **Leuchtdichte**

Das Licht, das auf eine Fläche fällt, wird in Lux gemessen. Ein Teil dieses Lichts wird absorbiert, der andere Teil wird reflektiert. Die Leuchtdichte beschreibt den Helligkeitseindruck einer Fläche, der durch das reflektierte Licht entsteht, und wird in Candela pro Quadratmeter (cd/m²) ausgedrückt. Die Leuchtdichte ist die einzige sichtbare fotometrische Grösse.



Die Leuchtdichte beschreibt den Helligkeitseindruck einer Fläche in cd/m².

1.1.2 **Reflexionsgrad**

Der Reflexionsgrad (ρ) gibt an, welcher Anteil des einfallenden Lichts (I_e) von einer bestimmten Oberfläche reflektiert wird. Er wird als Quotient zwischen einfallendem Licht und reflektiertem Licht (I_r) dargestellt.

$$\rho = \frac{I_e}{I_r}$$

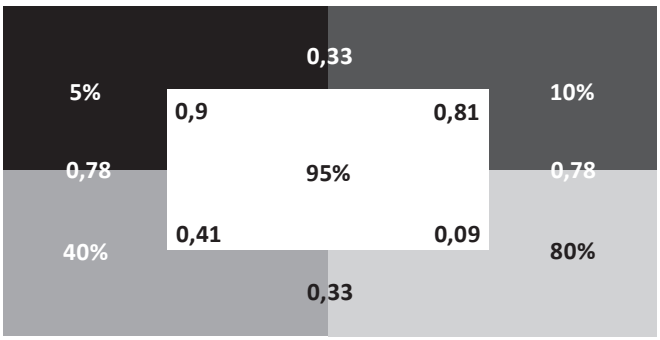
1.1.3 **Hellbezugswert**

Der Hellbezugswert oder CIE-Y-Wert bezeichnet den prozentualen Wert der Lichtreflexion nach dem CIE-1931-Normsystem, welches durch die Internationale Beleuchtungskommission CIE definiert ist.

Y = 0 steht für eine absolut schwarze Fläche (kein Licht wird reflektiert) und Y = 100 für eine perfekt weisse Fläche (alles Licht wird reflektiert).

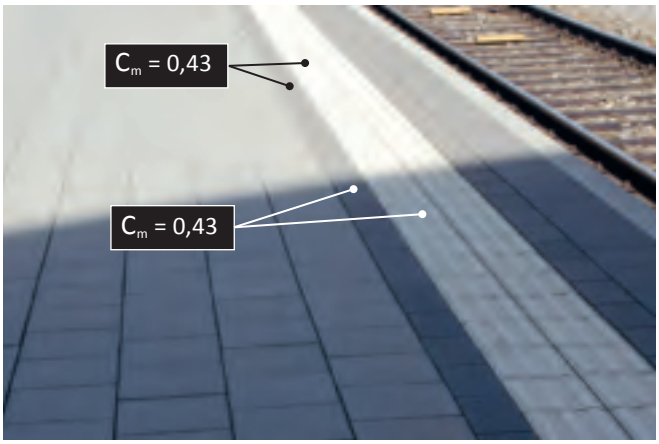
1.1.4 **Helligkeitskontrast**

Der Helligkeitskontrast oder Leuchtdichtenkontrast bezeichnet das Verhältnis der Leuchtdichten von zwei benachbarten Flächen. Der Kontrast oder Leuchtdichtenunterschied kann mit folgender Grafik dargestellt werden:



Jede der fünf rechteckigen Flächen hat einen bestimmten Reflexionsgrad (in % dargestellt). Jede Fläche hat zu den angrenzenden Flächen einen bestimmten Kontrast (z.B. C_m = 0,33).

Das Verhältnis zwischen den Leuchtdichten zweier diffus reflektierender Flächen bleibt gleich, unabhängig davon, ob der Kontrast im hellen Sonnenschein, bei schwachem Licht oder gar in praktischer Dunkelheit ausgemessen wird. Die Helligkeiten der beiden Flächen verhalten sich proportional zum einfallenden Licht. Der Kontrast zwischen zwei Flächen ist also nicht von der Beleuchtung abhängig, die Wahrnehmung des Kontrastes hingegen schon (siehe 1.2.3).



Obwohl die Leuchtdichte im Schatten etwa zehnmal kleiner ist als an der Sonne, ist der Kontrast zwischen Sicherheitslinie und Begleitstreifen identisch.

1.1.5 **Michelson-Kontrast**

Es gibt verschiedene Arten, einen Kontrast darzustellen. Bei der Gestaltung der gebauten Umwelt wird üblicherweise der Michelson-Kontrast angewendet, so auch in den Schweizer Normen und in diesen Richtlinien.

Formel zur Berechnung des Michelson-Kontrasts:

$$C_m = \frac{L_{hF} - L_{dF}}{L_{hF} + L_{dF}}$$

L_{hF} ist die Leuchtdichte der helleren Fläche
L_{dF} ist die Leuchtdichte der dunkleren Fläche

Bei matten, diffus reflektierenden Oberflächen kann anstelle der Leuchtdichte auch der Reflexionsgrad ρ oder der Hellbezugswert Y eingesetzt werden, um den Kontrast zu berechnen.

$$C_m = \frac{\rho_{hF} - \rho_{dF}}{\rho_{hF} + \rho_{dF}}$$

$$C_m = \frac{Y_{hF} - Y_{dF}}{Y_{hF} + Y_{dF}}$$

ρ_{hF} ist der Reflexionsgrad der helleren Fläche
ρ_{dF} ist der Reflexionsgrad der dunkleren Fläche
Y_{hF} ist der Hellbezugswert der helleren Fläche
Y_{dF} ist der Hellbezugswert der dunkleren Fläche

1.1.6 **Verhältnis der Hellbezugswerte**

Die Kontrastwerte nach Michelson können umgerechnet und als einfaches Verhältnis zwischen der Leuchtdichte der helleren Fläche L_{hF} und der Leuchtdichte der dunkleren Fläche L_{dF} dargestellt werden. In der folgenden Tabelle wird für bestimmte Kontrastwerte nach Michelson das Verhältnis der Leuchtdichten bzw. der Hellbezugswerte aufgeführt.

Michelson C_m	Verhältnis der Leuchtdichten	Verhältnis der Hellbezugswerte
0,3	$L_{hF} = 1{,}86\ L_{dF}$	$Y_{hF} = 1{,}86\ Y_{dF}$
0,4	$L_{hF} = 2{,}33\ L_{dF}$	$Y_{hF} = 2{,}33\ Y_{dF}$
0,5	$L_{hF} = 3\ L_{dF}$	$Y_{hF} = 3\ Y_{dF}$
0,6	$L_{hF} = 4\ L_{dF}$	$Y_{hF} = 4\ Y_{dF}$
0,7	$L_{hF} = 5{,}67\ L_{dF}$	$Y_{hF} = 5{,}67\ Y_{dF}$

Für die Anwendung in der Praxis wurde der Multiplikationsfaktor gerundet. Ein Kontrast von $C_m = 0{,}3$ wird gemäss Normen erreicht, wenn die Leuchtdichte bzw. der Hellbezugswert der helleren Fläche doppelt so gross ist wie die Leuchtdichte bzw. der Hellbezugswert der dunkleren Fläche. Bei den Normvorgaben für den Mindestkontrast $C_m = 0{,}7$ und $C_m = 0{,}3$ besteht somit eine geringe Kontrastreserve.

Michelson C_m	Verhältnis der Leuchtdichten	Verhältnis der Hellbezugswerte
0,3	$L_{hF} = \mathbf{2} \times L_{dF}$	$Y_{hF} = \mathbf{2} \times Y_{dF}$
0,6	$L_{hF} = \mathbf{4} \times L_{dF}$	$Y_{hF} = \mathbf{4} \times Y_{dF}$
0,7	$L_{hF} = \mathbf{6} \times L_{dF}$	$Y_{hF} = \mathbf{6} \times Y_{dF}$

Verhältnis der Leuchtdichten bzw. der Hellbezugswerte nach den geltenden Normen (siehe auch 2.1.1).

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:

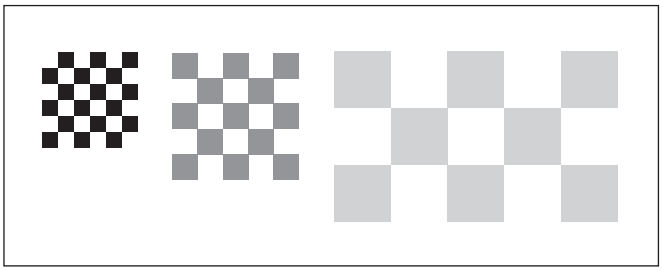
> Trübungen in den Medien (z.B. grauer Star, Altersprozess)
> Neurologische Probleme

Eine Reihe von Augenerkrankungen gehen mit einem reduzierten Kontrastsehen einher. Bei trüben Medien (z.B. Trübung der Linsen) ist das Netzhautbild kontrastarm. Neurologische Probleme beeinträchtigen das Weiterleiten und Verarbeiten von Kontrastinformationen.

1.2.2 **Detailgrösse**

Die Grösse der Struktur bzw. des Details ist ein wichtiger Faktor für das Kontrastsehen und ist daher auch bei der Festlegung von Mindestkontrastwerten ausschlaggebend. Der Kontrast muss auf die Grösse des Objekts abgestimmt werden. Kleine Objekte, wie z.B. Schriften, müssen höhere Kontraste aufweisen als grossflächige Markierungen. Die Vorgaben für Mindestkontraste in Ziffer 2.1.1 berücksichtigen diesen Aspekt.

> Je feiner die Struktur, desto höher muss der Kontrast sein.
> Je gröber die Struktur, desto geringer kann der Kontrast sein.



Diese Figur illustriert die Bedeutung der Strukturgrösse für das Kontrastsehen anhand von unterschiedlich breiten Schachbrettmustern. Je gröber die Struktur, desto geringer kann der Kontrast zwischen den hellen und dunklen Quadraten sein.

1.2.3 **Beleuchtung**

Bei sehr geringen Leuchtdichten kann das Auge Unterschiede zwischen zwei kontrastierenden Flächen nur schwer erkennen. Bei einer hohen (natürlichen oder künstlichen) Beleuchtungsstärke erhöht sich auch die Leuchtdichte des Objektes (siehe 1.1.1), wodurch der Kontrast besser wahrnehmbar ist.

> Bei einer guten Beleuchtung werden auch geringe Kontraste im Bereich des Schwellenkontrastes noch erkannt.
> Bei einem sehr tiefen Beleuchtungsniveau weisen auch helle Oberflächen geringe Leuchtdichten auf. Die Wahrnehmung von Kontrasten wird dadurch reduziert.
> Der Reflexionsgrad ρ der helleren Fläche muss gross genug sein, damit auch bei geringer Beleuchtung (z.B. Dämmerung, Beschattung) ausreichende Leuchtdichten erreicht werden. Die Normen legen Mindestreflexionsgrade fest (siehe 2.1.1).
> Bei einem sehr hohen Beleuchtungsniveau können sehr helle Oberflächen zu Blendung führen und das Kontrastsehen reduzieren.

Diese drei Farbmuster haben alle einen Kontrast von 0,6. Bei einer geringen Helligkeit ist aber das Schwarz-Rot-Muster kaum mehr zu erkennen. Aus dieser Erkenntnis wird die Forderung nach einem minimalen Reflexionsgrad ρ der helleren Fläche abgeleitet.

1.3.1 **Reflexionen**

Bei reflektierenden Materialien kann bei flachem Lichteinfallswinkel eine so starke Reflexion auftreten, dass eine Kontrastumkehr eintritt und die dunklere von zwei Oberflächen plötzlich gleich hell oder sogar heller erscheint als die hellere Fläche. Spiegelungen und Reflexe können dabei wichtige Informationen überlagern oder Täuschungen hervorrufen.

> Matte, diffus reflektierende Oberflächen verringern Spiegelungen und Reflexe.
> Markierungen mit Warnfunktion sind mit matten, diffus reflektierenden Oberflächen auszuführen.
> Bei künstlicher Beleuchtung können Spiegelungen und Reflexe mit einer geeigneten Anordnung der Leuchten und der Wahl von indirektem Licht oder grossflächigen Leuchten vermindert werden.

Bedingt durch die spiegelnde Oberfläche und den flachen Lichteinfall erscheint der dunkle Begleitstreifen im hinteren Perronbereich heller als die weisse Sicherheitslinie.

Die Lichtreflexe auf diesem spiegelnden Belag weisen höhere Kontraste auf als die taktil-visuellen Markierungen. Die Lichtsäule hat im Vergleich zur Umgebung eine sehr hohe Leuchtdichte die blendet und die Wahrnehmung der Bodeninformationen zusätzlich erschwert.

Auf matten Bodenbelägen sind bei denselben Lichtverhältnissen die Markierungen wesentlich besser erkennbar.

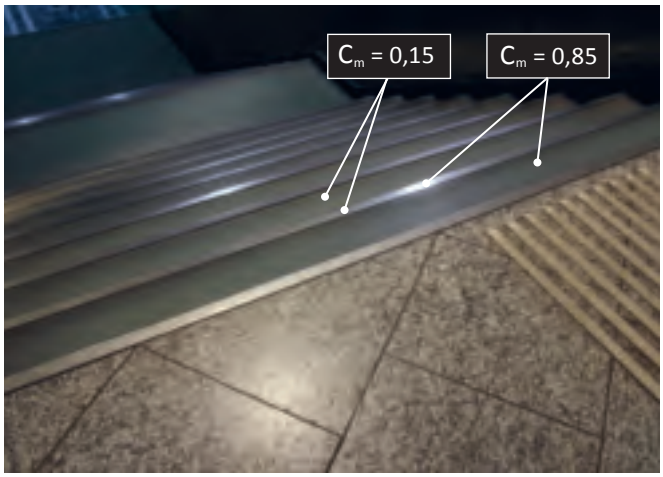
1.3.2 **Reflexe auf Chromstahl**

Chromstahl wird im öffentlichen Raum aufgrund seiner Beständigkeit und wegen des geringen Unterhaltsaufwands häufig verwendet. Die Helligkeit von Chromstahlelementen hängt stark von dem Lichteinfallswinkel und der Position des Betrachters ab. Ein Chromstahlprofil kann sowohl sehr hohe als auch sehr niedrige Leuchtdichten aufweisen, die Helligkeit ist nicht einheitlich.

Bei flachen Profilen lässt sich der Kontrast zum Umfeld daher nicht kontrollieren. Bei Lifttastaturen ist dieser Effekt besonders ausgeprägt, weil das Licht in der Regel in einem flachen Winkel einfällt. Dies führt zu grossen Problemen in der Praxis (vergl. Ziffer 3.5).

Ein rundes Chromstahlprofil wirkt als konvexer Spiegel. Ein verkleinertes Bild des Umfelds wird reflektiert. Durch die Verkleinerung erhöht sich die Leuchtdichte. In der Regel weist ein rundes Chromstahlprofil daher eine helle und eine dunkle Seite auf und ergibt in sich einen guten Kontrast.

Anwendung von Chromstahl:
> Flache Chromstahlelemente sind für Markierungen mit Sicherheitsfunktion (z.B. an Stufenvorderkanten) nicht geeignet.
> Bei Lifttastaturen sind reine Chromstahllösungen (Schrift und Taste) sowie schwarze Reliefzeichen auf Chromstahltasten nicht geeignet.
> Runde Chromstahlprofile, poliert oder gebürstet, sind für Elemente mit Orientierungsfunktion geeignet (z.B. Handläufe, Haltestangen).



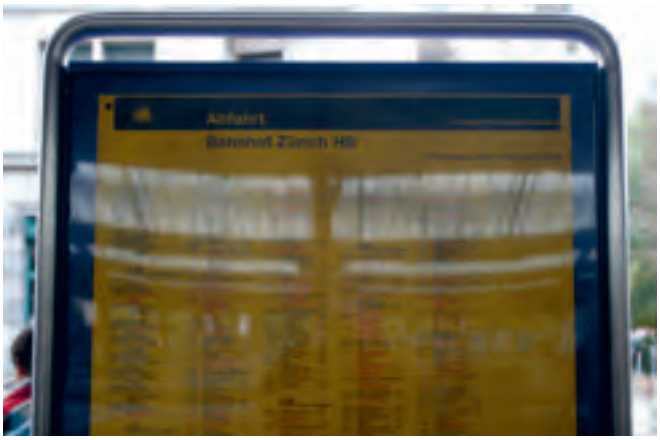
An der Stufenvorderkante werden gleichzeitig sehr hohe wie auch sehr niedrige Kontraste nebeneinander gemessen. Diese Profile sind als Treppenmarkierung nicht geeignet.

Der Chromstahl-Handlauf ist an der Unterseite sehr dunkel, an der Oberseite sehr hell. Er hat daher einen guten Kontrast sowohl vor dem dunklen wie auch vor dem hellen Hintergrund.

1.3.3 **Spiegelungen auf Abdeckscheiben**

Auf jeder Abdeckscheibe werden bis zu 10% des einfallenden Lichtes reflektiert. Die reflektierten Bilder von Lichtquellen oder hellen Flächen (Himmel, helle Mauer) überlagern die Information z.B. auf einem Plakatfahrplan oder einem Monitor. Sie verringern den Kontrast signifikant. Daraus ergeben sich folgende Anforderungen:

> Montage hinter Glas nach Möglichkeit vermeiden.
> Montagehöhe von Informationstafeln und Monitoren max. 1,60 m über Boden, damit der Betrachter die Möglichkeit hat, Spiegelungen mit seinem Körper abzudecken.



Bei dieser Montagehöhe über 1,60 m kann die Spiegelung nicht durch den Betrachter abgeschirmt werden.

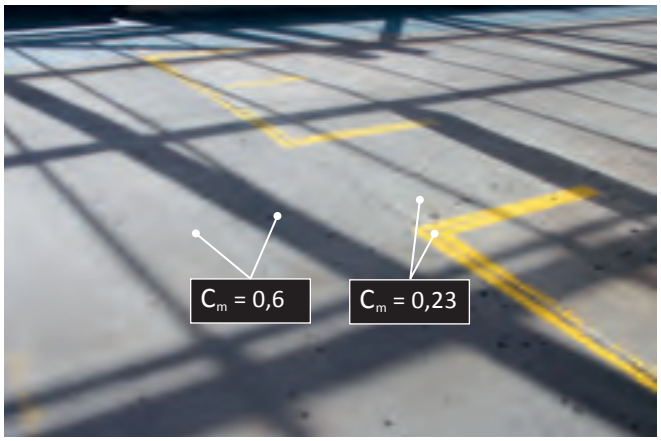
Bei dieser Montagehöhe unter 1,60 m ist der Schriftzug im Schatten des Betrachters lesbar.

1.3.4 **Störende Kontraste im Umfeld**

Wichtige Informationen (z.B. Stufenmarkierungen) müssen eindeutig erkennbar sein und sicher zugeordnet werden können. Die Wahrnehmung darf nicht durch kontrastreiche Muster oder Werbung gestört werden oder zu Fehlinterpretationen führen. Auch starke Schlagschatten können die Wahrnehmung stören. Daraus ergeben sich folgende Anforderungen:

> Für Bodenbeläge sind keine Muster oder nur solche mit geringen Kontrasten zu verwenden.
> Werbung ist so anzuordnen, dass visuelle Informationen nicht konkurrenziert werden. Werbung auf Bodenflächen ist zu vermeiden.
> Markierungsähnliche Gestaltungselemente dürfen keine Fehlinterpretationen verursachen.

Die einzelnen Stufen dieser Treppe sind nicht erkennbar. Das sehr kontrastreiche Muster wird zudem auf dem Podest als Fries eingesetzt, wodurch eine weitere Stufe vorgetäuscht wird.



Die starken Schlagschatten weisen einen höheren Kontrast auf als die Markierungen. Sie überlagern wichtige Informationen.

1.3.5 **Verschmutzung**

Verschmutzung verursacht oft eine sehr Kontrastminderung. Dies ist besonders bei Bodenmarkierungen der Fall. Verschmutzung und Reinigungszyklen sind darum bei der Planung zu berücksichtigen. Die Mindestkontraste verstehen sich als Wartungswerte.

Aufnahme 12.10.2011, kurz nach Einbau der taktil-visuellen Markierung

Der Kontrast zwischen Aufmerksamkeitsfeld und Bodenbelag beträgt im Neuzustand C_m = 0,55.

Aufnahme 10.04.2013, Zustand im Betrieb

Bedingt durch eine Baustelle und zusätzliches Publikumsaufkommen ist das Aufmerksamkeitsfeld vor der Treppe stark verschmutzt. Der Kontrast zum Bodenbelag beträgt C_m = 0,37.

Nach Reinigung mit Bürste

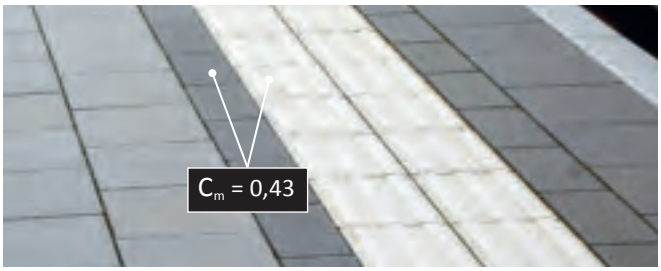
Nach Reinigung mit Bürste und Wasser ist der Kontrast mit C_m = 0,47 bedeutend besser.

1.3.6 **Witterungseinflüsse**

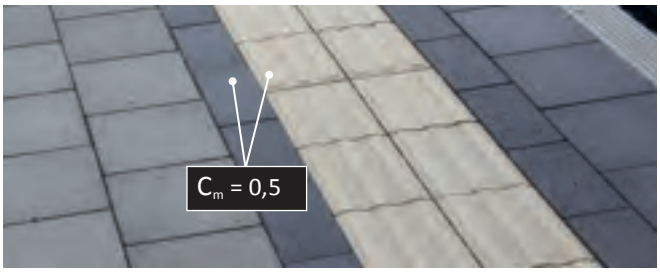
Witterungseinflüsse können die Helligkeit von Belägen, Bodenmarkierungen und Randsteinen stark beeinflussen. Bei Nässe verändern sich je nach Materialeigenschaften die Reflexionswerte von Materialien. Folgende Auswirkungen sind zu beachten:

> Poröse Materialien wie Betonstein oder Asphalt werden bei Nässe dunkler. Der Kontrast zu hellen Markierungen kann sich dadurch verbessern.
> Bilden sich Wasserlachen, kann es zu starken Reflexen kommen, die eine Markierung zum Verschwinden bringen.
> Bei Schnee stehen visuelle Bodeninformationen nicht zur Verfügung.

Die Kontrastwerte sind aus diesen Gründen für Anwendungen im Freien oder in Nassbereichen sowohl im trockenen wie im nassen Zustand zu bestimmen.



Die Sicherheitslinie weist bei trockener Oberfläche einen Kontrast von C_m = 0,43 zum anthrazitfarbigen Begleitstreifen auf.



Bei Regen verändert sich die Helligkeit der Betonsteine unterschiedlich stark. Bei diesem Beispiel erhöht sich dadurch der Kontrast auf C_m = 0,5.

1.4.1 **Wirkung unterschiedlicher Materialien**

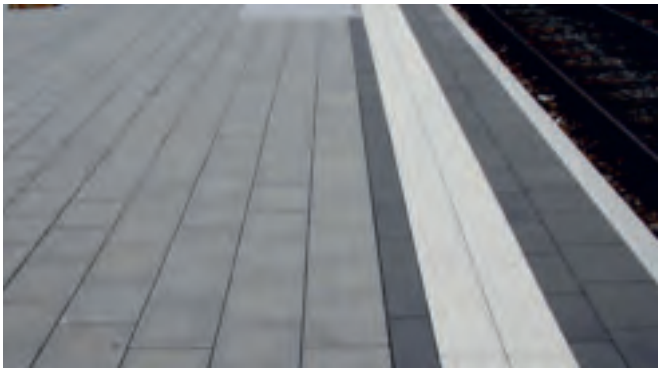
Neben dem messbaren Helligkeits- bzw. Leuchtdichtenkontrast, der Grösse der Details und dem Beleuchtungsniveau beeinflusst auch die Oberflächenbeschaffenheit das Kontrastsehen. Der Wiedererkennungswert einer visuellen Information ist wesentlich besser, wenn sich das Material vom Umgebungsbelag unterscheidet, und zwar insbesondere dann, wenn die Materialwahl einer Tradition folgt.

Die homogene Oberfläche einer Markierungsfarbe löst visuelle Reize auf der Netzhaut aus, die sich von denjenigen einer porösen Beton-, Asphalt- oder Steinoberfläche unterscheiden. Neben dem Erreichen des Helligkeitskontrastes ist darum auch die Materialisierung einer Markierung für deren Signalwirkung von Bedeutung. Zu beachten sind folgende Erkenntnisse über die Wirkung unterschiedlicher Materialien:

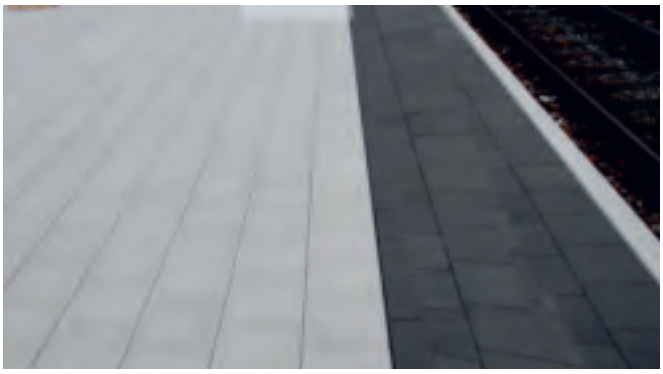
> Eine markierte weisse Linie hat eine grosse Signalwirkung, selbst dann, wenn sie abgenutzt ist. Die Bedeutung der weissen Sicherheitslinie im Verkehr ist als Sicherheitselement allgemein bekannt.
> Geometrische Muster wie das Streifenmuster eines Fussgängerstreifens oder einer taktil-visuellen Sicherheitslinie unterstützen die Wiedererkennung und erhöhen die Signalwirkung.
> Die Strukturhöhe taktil-visueller Markierungen von 4 bis 5 mm unterstützt durch die Schattenbildung die Erkennbarkeit des Markierungselementes.
> Damit Markierungen eine Warnfunktion erfüllen, müssen sie sich von Ornamenten und gestalterischen Farbwechseln unterscheiden.

Mit einer Breite von 15 bis 20 cm erreicht die Sicherheitslinie auch bei geringen Leuchtdichten die gewünschte Signalwirkung.

Die taktil-visuelle Sicherheitslinie aus Kaltplastik wirkt zusätzlich zum Helligkeitskontrast durch den Materialwechsel, das geometrische Muster und dessen Strukturhöhe.



Bei taktil-visuellen Sicherheitslinien aus Betonsteinen wirkt die geometrisch eindeutige Struktur. Der Helligkeitskontrast wird durch dunkle Begleitstreifen erreicht.



Gescheiterter Versuch, den Gefahrenbereich auf Perrons mit unterschiedlich hellen Betonsteinen zu kennzeichen: Die Grenze zwischen dem dunklen und dem hellen Betonstein wird nicht als Sicherheitslinie wahrgenommen. Zudem kann der dunkle Bereich mit der Gleisgrube verwechselt werden.

1.5.1 **Bedeutung von Farben**

Farben spielen bei der Gestaltung der Umwelt und der Vermittlung von Informationen eine grosse Rolle und sind ein wesentlicher Bestandteil der Corporate Identity. Denken wir nur an das Postgelb, das Nivea-Blau oder das Orange von Migros und Coop.

Einigen Farben sind in der Praxis bestimmte Funktionen zugeordnet. Gelb wird in der Regel als Warnfarbe wahrgenommen, Rot als Verbotsfarbe. Rot-weiss gestreifte Latten von Baustellenabschrankungen sind sehr auffällig und haben einen hohen Wiedererkennungswert.

Bei Markierungen auf Verkehrsflächen steht Weiss für allgemeine Verkehrsleitung, Gelb für Markierungen für den Bus- sowie den Fussgänger- und Veloverkehr, Orange für provisorische Markierungen an Baustellen. Rot wird nicht verwendet, weil der Helligkeitskontrast zum Belag nicht genügend gross wäre. Auch Blau weist keinen hohen Kontrast zum Asphaltbelag auf. Bei der Markierung von Parkfeldern in der blauen Zone handelt es sich aber einerseits um ein helles Blau und andererseits um eine Information, die nur bei stark reduzierter Fahrgeschwindigkeit wahrgenommen werden muss.

1.5.2 **Farbe und Helligkeitskontrast**

Jede Farbe vermittelt auch einen bestimmten Helligkeitseindruck und hat somit einen bestimmten Helligkeits- bzw. Leuchtdichtenkontrast zum Hintergrund.

Hoher Kontrast	**Hoher Kontrast**
Stärkerer Kontrast	**Stärkerer Kontrast**
Mittlerer Kontrast	**Mittlerer Kontrast**
Schwacher Kontrast	**Schwacher Kontrast**
Mittlerer Kontrast	**Mittlerer Kontrast**
Stärkerer Kontrast	**Stärkerer Kontrast**

Sollen Informationen mit Farbe hervorgehoben werden, müssen diese immer auch einen Helligkeitsunterschied aufweisen. Der Helligkeitskontrast muss unabhängig von der Farbe erreicht werden, damit die Information auch für Personen mit Farbenfehlsichtigkeit erkennbar ist.

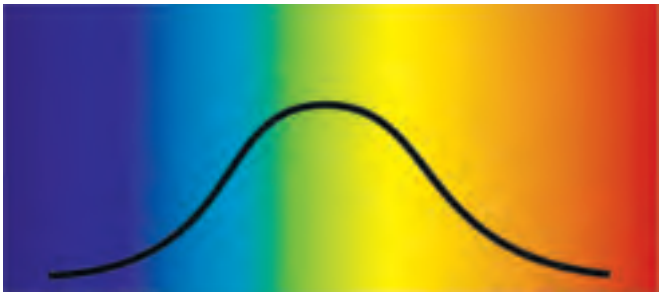
Im folgenden Beispiel sieht das Rechteck farbig dargestellt nach einem recht guten Kontrast aus. Die Farbe Grün hat aber etwa dieselbe Leuchtdichte wie das Dunkelorange der Umrandung. Die Figur ist für Personen mit schlechtem Farbsehen daher nicht erkennbar.

Darstellung derselben Figur mit Farbe und als Grauwert, wie sie Personen mit Achromatopsie (fehlendes Farbsehen) wahrnehmen.

1.5.3 **Farbempfindlichkeit der Netzhaut**

Die V-λ Kurve (s. Darstellung unten) stellt die Empfindlichkeit der Netzhaut für die verschiedenen Wellenlängen dar. Wellen im grünen Bereich nimmt das Auge besser wahr als jene an den beiden Enden des Spektrums.

Mit der Alterung des Auges verschiebt sich die V-λ Kurve aufgrund der Gelbfärbung der Linse gegen Blau. Auch mit einer Sehbehinderung kann sich die V-λ Kurve verschieben, wenn die für bestimmte Bereiche von Wellenlängen erforderlichen Rezeptoren auf der Netzhaut teilweise ausfallen. Dadurch verändern sich die Farb- und die Hellempfindlichkeit der betroffenen Person.

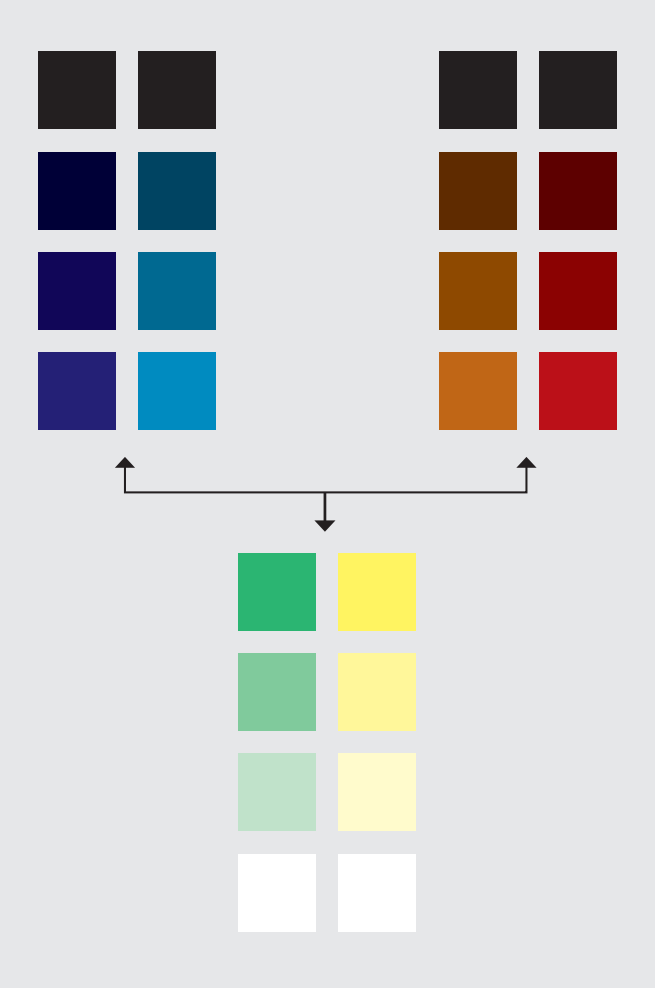


Die schwarze Linie (V-λ Kurve) stellt die Empfindlichkeit der (gesunden) Netzhaut für die verschiedenen Wellenlängen des Farbspektrums dar.

1.5.4 **Farbwahl**

Leuchtdichtenmessgeräte sind auf das Farbsehen normal sehender Menschen kalibriert. Bei sehbehinderten Personen kann das Farbsehen jedoch sehr stark abweichen. Mit der unten stehenden Regel können die Probleme, welche aus einem anormalen Farbensehen verursacht werden, vermindert werden.

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



Helle Farben aus der Mitte des Spektrums werden mit dunklen Farben aus den Randbereichen kombiniert.

> 2 Kontrastbestimmung

2.1.1 **Mindestkontrast-Werte**

Die Norm SIA 500 «Hindernisfreie Bauten» regelt die Anforderungen an Kontraste im Hochbau. Für Verkehrsanlagen sind diese in der SN 640 075 «Hindernisfreier Verkehrsraum» festgehalten.

Beide Normen verwenden den Michelson-Kontrast und differenzieren die Anforderungen an den Mindestkontrast aufgrund der visuellen Funktion der Objekte oder Markierungen. Beide Normen legen einen minimalen Reflexionsgrad der helleren Fläche fest, damit die Wahrnehmung der Kontraste auch bei wenig Licht gewährleistet ist (siehe 1.2.3).

Die in der Tabelle unten dargestellten Werte basieren auf den Anforderungen nach SIA 500 und SN 640 075. Zusätzlich wurden die neusten Erkenntnisse mit einbezogen, welche in der SIA 500, Ausgabe 2009, noch nicht erfasst sind (Beschriftung).

2.1.2 **Weitere Anforderungen nach Norm**

Die Wahrnehmung visueller Informationen und Markierungen darf nicht durch Werbung oder kontrastreiche, markierungsähnliche Gestaltungselemente gestört werden. Markierungen und Gestaltungselemente dürfen nicht zu Fehlinterpretationen führen.

Markierungen mit Warnfunktion müssen mit matten Oberflächen ausgeführt werden. Sie sind vorzugsweise hell auf dunklem Grund auszubilden.

Im Verkehrsraum sind Markierungen für den Fussverkehr weiss oder gelb auszuführen. Die Auffälligkeit einer gelben Markierung (helles gesättigtes Gelb) ist trotz geringerem Hellbezugswert mit der einer weissen Markierung vergleichbar. Ist der Untergrund zu hell, um den erforderlichen Kontrast zu erreichen, sind Markierungen dunkel zu unterlegen oder mit kontrastierenden Begleitstreifen gemäss Ziffer 2.2.2 hervorzuheben.

Anforderungen an Helligkeitskontraste nach Funktionen

Funktion	Kontrast C_m [1]	Verhältnis der Reflexionsgrade ρ[1] bzw. der Hellbezugswerte Y[1]	Minimaler Reflexionsgrad ρ[1] bzw. Hellbezugswert Y[1] der helleren Fläche	Anwendungsbeispiele
Beschriftung	$C_m \geq 0{,}7$[2]	$\rho_{hF} \geq \mathbf{6}\ \rho_{dF}$ $Y_{hF} \geq \mathbf{6}\ Y_{dF}$	$\rho_{hF} \geq 0{,}6$ $Y_{hF} \geq 60$	Schriften, Piktogramme
Markierung mit Warnfunktion	$C_m \geq 0{,}6$	$\rho_{hF} \geq \mathbf{4}\ \rho_{dF}$ $Y_{hF} \geq \mathbf{4}\ Y_{dF}$	$\rho_{hF} \geq 0{,}5$[2] $Y_{hF} \geq 50$[2]	Markierung von Treppenstufen, Glasflächen
Markierung von Hindernissen				Pfosten, Poller, Schikanen
Sicherheitsrelevante bzw. kleine Elemente				Handläufe, Notruftaster, Griffe Anforderungsgeräte an Lichtsignalanlagen
Farbgestaltung in Innenräumen	$C_m \geq 0{,}3$	$\rho_{hF} \geq \mathbf{2}\ \rho_{dF}$ $Y_{hF} \geq \mathbf{2}\ Y_{dF}$	$\rho_{hF} \geq 0{,}4$[2] $Y_{hF} \geq 40$[2]	Farbige Gestaltung von Oberflächen (Boden, Wände, Sockel, Türrahmen)
Markierungen mit Führungsfunktion				Leitlinien, flächige Markierungen
Bauliche Führungselemente im Aussenraum	$C_m \geq 0{,}3$	$\rho_{hF} \geq \mathbf{2}\ \rho_{dF}$ $Y_{hF} \geq \mathbf{2}\ Y_{dF}$	keine Anforderung	Wegbegrenzungen, Trennelemente, Führungselemente (Rinnen, Belagsbänder)

[1] Definitionen siehe Kapitel 1.1
[2] Abweichung zur SIA 500, Ausgabe 2009

2.2.1 **Wartungswerte**

Die in den Normen genannten Mindestkontrastwerte sind Wartungswerte, welche dauerhaft zu erfüllen sind. Der Neuwert des Kontrastes muss daher in jedem Fall höher sein. Eine Kontrastreserve, welche Abnutzung und Verschmutzung berücksichtigt, ist einzuplanen. Dabei sind folgende Kriterien zu beachten:

> Die Kontrastreserve darf gering sein, wenn es sich um vertikale Markierungen wie z.B. Schrifttafeln handelt.
> Bei horizontalen Flächen wie Bodenmarkierungen muss die Kontrastreserve relativ hoch sein.
> Fussgängerfrequenzen und Fahrbewegungen beeinflussen die Abnutzung und die Verschmutzung.
> Poröse Materialien verschmutzen stärker als geschlossene Oberflächen.

Der Grad der 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 diese in die Reinigungspläne einbezogen werden.

2.2.2 **Begleitstreifen**

Wo kontrastierende Begleitstreifen erforderlich sind um die Kontrastanforderungen gemäss Ziffer 2.1.1 zu erfüllen, muss die Breite des Begleitstreifens auf die Detailgrösse und die Funktion des Elements abgestimmt sein. Als Richtgrösse gelten folgende Zusammenhänge:

Elemente	Detailgrösse	Breite des Begleitstreifens
Bodenmarkierungen, Markierungen auf Treppen, Glasflächen,...	30 – 150 mm	30%
	> 150 mm	50 – 80 mm
Bedienungselemente, Tasten, Schalter,...	10 – 50 mm	15%

2.2.3 **Bestimmung der Reflexionsgrade**

Damit ein Kontrast geplant werden kann, müssen die Reflexionsgrade ρ bzw. die Hellbezugswerte Y der verwendeten Materialien bekannt sein. Bei unifarbenen Oberflächen, welche nach einem Farbsystem (RAL, NCS etc.) ausgewählt werden, ist der Reflexionsgrad bzw. der Hellbezugswert bekannt.

Bei übrigen Werkstoffen und Materialien sind die Reflexionsgrade in den seltensten Fällen und wenn, dann nur summarisch bekannt. In der Regel muss daher der Reflexionsgrad ρ an einem Materialmuster bestimmt werden. Dazu werden die Leuchtdichten des Materialmusters und jene einer Reflexionsnormalen (im Bild das runde Objekt) bestimmt. Aus diesen Werten kann der Reflexionsgrad ρ des Materialmusters errechnet werden.

Die Bestimmung der Leuchtdichten erfolgt nach den in Kapitel 2.3 beschriebenen Methoden zur Bestimmung von Kontrasten am Objekt.

Mit der Reflexionsnormalen, einer Fläche mit einem definierten Reflexionsgrad, kann durch eine Vergleichsmessung der Reflexionsgrad ρ einer beliebigen Fläche ermittelt werden.

2.2.4 **Planung mit Farbsystemen**

Dank geeigneter Farbwahl lassen sich wichtige Informationen und Orientierungselemente kontrastreich gestalten. Zu den am häufigsten verwendeten Farbsystemen (RAL und NCS) sind Tabellen erhältlich, aus denen der Reflexionsgrad bzw. der Hellbezugswert für jeden Farbton abgelesen werden kann.

Vorgehen bei der Planung:
1. Eine der beiden Farben wird festgelegt, entweder die hellere oder die dunklere. Der Farbtabelle wird der Hellbezugswert dieser Farbe entnommen.

2. Anhand der Kontrasttabelle (Kapitel 2.1) wird bestimmt, ob für den erforderlichen Kontrast ein Faktor von 2 (Orientierung), 4 (Sicherheitsmarkierung) oder 6 (Beschriftung) zwischen den Hellbezugswerten der beiden Flächen erforderlich ist. Mit diesem Faktor wird der Grenzwert für den Hellbezugswert der zweiten Farbe bestimmt.

3. Nun kann in der Farbtabelle eine zweite Farbe ausgewählt werden, deren Hellbezugswert den Grenzwert nicht über- bzw. unterschreitet. Dabei ist sicherzustellen, dass die hellere der beiden Farben den Mindest-Hellbezugswert nach Kontrasttabelle (Kapitel 2.1) erfüllt.

Der Gestaltungsspielraum ist gross, da die Farben sowohl Ton in Ton als auch aus unterschiedlichen Farbbereichen ausgewählt werden können (zur Farbwahl siehe auch Kapitel 1.5.4).

Beispiel:
In einem Korridor ist als Wandfarbe ein «Champagne» mit einem Hellbezugswert von 69,47 vorgesehen. Damit erfüllt diese Farbe den erforderlichen minimalen Hellbezugswert der helleren Fläche ($Y_{hF} \geq 40$).

NCS S 1010 Y 30 R
Hellbezugswert Y = 69

Als Orientierungshilfe sollen die Türrahmen kontrastierend gestaltet werden, der Faktor 2 (Orientierung) kommt zur Anwendung ($Y_{hF} \geq 2\ Y_{dF}$). Als Farbe für die Türrahmen kommen demnach sämtliche Farben infrage, welche einen Hellbezugswert Y von 35 oder kleiner aufweisen, also z.B. ein «Graubraun» mit einem Hellbezugswert Y = 32 oder ein «Dunkelgrün» mit Y = 21.

NCS S 4010 Y30R
Y = 32

Kontrastberechnung:

$$C_m = \frac{Y_{hF} - Y_{dF}}{Y_{hF} + Y_{dF}} = \frac{69 - 32}{69 + 32} = 0{,}37$$

Der Michelson-Kontrast beträgt bei dieser Farbwahl K = 0,37 und ist somit grösser als 0,3.

NCS S 4040 G30Y
Y = 21

Kontrastberechnung:

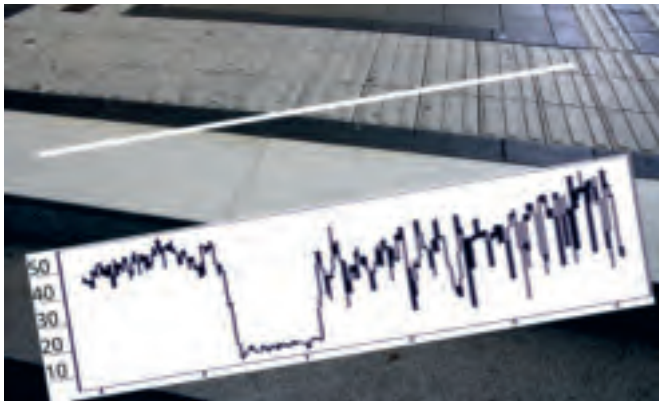
$$C_m = \frac{Y_{hF} - Y_{dF}}{Y_{hF} + Y_{dF}} = \frac{69 - 21}{69 + 21} = 0{,}53$$

Der Michelson-Kontrast beträgt bei dieser Farbwahl K = 0,53 und ist somit ebenfalls deutlich grösser als 0,3.

2.3.1 **Vorgehen**

Bei der Bestimmung von Kontrasten am Objekt, z.B. zur Festlegung des Zeitpunkts einer Erneuerung oder zur Beurteilung von Materialmustern in der Planung, sind folgende Grundsätze zu beachten:

> Werden Materialien für den ungedeckten Aussenraum beurteilt, muss der Kontrast sowohl in trockenem als auch in nassem Zustand beurteilt werden.
> Werden Materialmuster mit taktilen Leitlinienstrukturen gemessen, sind diese sowohl längs als auch quer zur Streifenstruktur zu messen.
> 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. Leuchtdichtenkameras vereinfachen das Vorgehen durch definierbare (flächige) Messfelder.



Die Kurve zeigt den Leuchtdichtenverlauf im Bereich der weissen Linie (mit Leuchtdichtenkamera aufgenommen). Sie zeigt deutlich, dass das Aufmerksamkeitsfeld (Betonstein mit Relief) ungleichmässig hell ist (grosser Ausschlag im Kurvenverlauf).

2.3.2 **Messung mit Leuchtdichtenmessgerät**

Die Leuchtdichten von zwei sich kontrastierenden Flächen können mit dem Leuchtdichtenmessgerät bestimmt werden. Unter Laborbedingungen sind die Messresultate zuverlässig. Bei der Messung vor Ort sind folgende Punkte zu beachten:

> Die Beleuchtungsstärke muss während der Messungen der zu vergleichenden Flächen konstant bleiben. Die beiden Flächen sind daher unbedingt zeitgleich 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.
> Leuchtdichtenmessgeräte messen unter einem kleinen Winkel (0.3°–1°). Es sind daher mehrere Messungen durchzuführen und die Resultate zu mitteln. Für gemusterte Oberflächen ist die Methode nicht geeignet.
> Die Messresultate müssen sauber dokumentiert werden. Das Ausmessen grösserer Anlagen erfordert ein systematisches Vorgehen sowie eine sorgfältige Protokollführung und Dokumentation.

Mit dem Leuchtdichtenmessgerät werden aus der Perspektive des Betrachters die Leuchtdichten eines Objekts und dessen Umfeld gemessen.

2.3.3 **Messung mit Leuchtdichtenkamera**

Bei dieser Methode wird von einer zu bestimmenden Situation ein Bild gemacht und dieses anschliessend mit einem Computerprogramm bewertet. Die Kamera muss kalibriert sein und RAW-Dateien speichern. Im Gegensatz zu JPG macht die Kamera bei RAW-Bildern keine automatischen Anpassungen.

Diese Methode hat folgende erhebliche Vorteile:

> Durch die fotografische Aufnahme werden beide Flächen zeitgleich, unter gleichen Bedingungen aufgenommen, weshalb diese Methode auch bei sich ändernden Lichtverhältnissen anwendbar ist.
> Es lassen sich in kurzer Zeit viele Objekte aufnehmen und dies auch aus verschiedenen Blickrichtungen.
> Auf ein und demselben Bild können beliebig viele und unterschiedlich grosse Messfelder definiert und ausgewertet werden.
> Der über das Messfeld ermittelte Durchschnittswert der Leuchtdichten bezieht Ungleichmässigkeiten (Körnung, Poren, Farbpunkte, Verschmutzung, Schatten von Unebenheiten) in die Bewertung mit ein.
> Die Auswertung erfolgt am Arbeitsplatz mit relativ geringem zeitlichem Aufwand. Zusätzliche Messfelder können auch zu einem späteren Zeitpunkt auf Basis derselben Bilder ausgewertet werden.
> Die Resultate sind gut dokumentiert und anschaulich dargestellt. Für Expertisen kann ein sehr aussagekräftiges Messprotokoll erstellt werden.

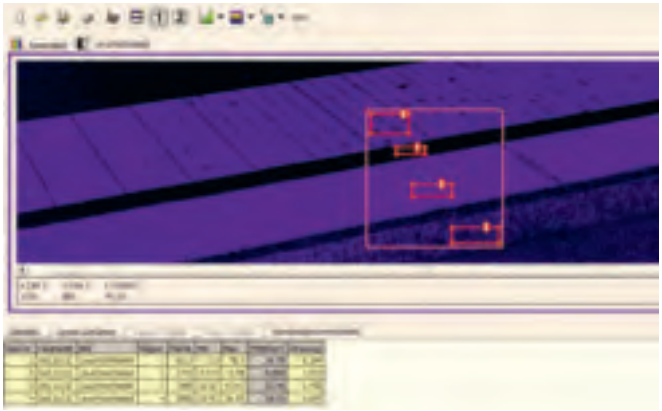
Weiterführende Informationen unter www.hindernisfreie-architektur.ch

> Liste von Fachpersonen, die Kontrastmessungen durchführen
> Bezugsquellen für Messgeräte, Farbsysteme und dazugehörige Listen mit Hellbezugswerten

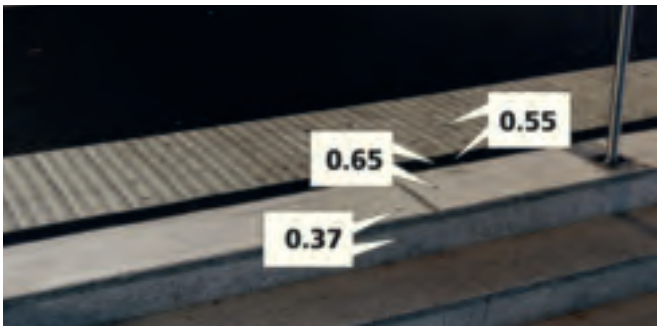
Leuchtdichten-Messkamera LMK

Das System der LMK von Technoteam besteht aus einer handelsüblichen digitalen Spiegelreflexkamera von Canon sowie einem umfassenden Auswertungsprogramm. Die Kamera wird pixelweise kalibriert. Vom Kontrastobjekt wird eine Aufnahme im RAW Format gemacht, wobei es vorteilhaft ist, eine Belichtungsreihe mit jeweils einem gut-, einem unter- und einem überbelichteten Bild zu machen. Bei der Wahl von Belichtungszeit und Blende ist darauf zu achten, dass kein Bildbereich überbelichtet ist. Die Verwendung eines Stativs ist dabei unabdingbar.

Für die Auswertung werden auf dem Bild Zonen definiert und deren Leuchtdichte ausgegeben. Aus den Leuchtdichten benachbarter Flächen kann der Kontrast errechnet werden.



Auf einem Falschfarbenbild werden die Messbereiche definiert, in diesem Fall vier. Das Auswertungsprogramm ermittelt die durchschnittliche Leuchtdichte der einzelnen Messbereiche.



Das Programm errechnet auf Basis der Leuchtdichten den Michelson-Kontrast zwischen den definierten Messbereichen

Der Preis für diese Leuchtdichten-Messkamera und das dazugehörige Auswertungsprogramm beträgt mehr als 12’000 Franken. Die Anwendungsmöglichkeiten sind jedoch vielfältig, so können damit z.B. auch Strassenbeleuchtungen beurteilt werden.

2.4.1 **Luxmeter mit Leuchtdichtenvorsatz**

Auch mit dem Luxmeter können Leuchtdichten bestimmt werden, sofern ein Tubus mit einer Linse angebracht werden kann. Das Vorgehen ist identisch wie in 2.3.2 beschrieben, die Messresultate sind jedoch weniger präzise. Der Messwinkel ist mit rund 20° wesentlich grösser als beim Leuchtdichtenmessgerät und die gemessene Fläche ist nicht scharf begrenzt. Der Luxmeter eignet sich, um den Kontrast grösserer Flächen und Objekte annäherungsweise zu bestimmen.

2.4.2 **Apps für Mobiltelefone**

Die zurzeit auf dem Markt angebotenen Apps erlauben eine grobe Bestimmung des Kontrastes. Zwei Faktoren beeinträchtigen die Qualität der Resultate. Einerseits werden JPG-Bilder bewertet, die bereits eine Anpassung der Bilddaten durchlaufen haben. Andererseits können die Messfelder nicht sehr genau bestimmt werden. Es ist darauf zu achten, dass die App den Michelson-Kontrast anwendet. Verwendet sie den Weber-Kontrast $C_w = (L_{hF}–L_{dF}) / L_{hF}$), müssen die in der Norm festgelegten Mindestkontraste (Kapitel 2.1.1) umgerechnet werden.

Umrechnung Michelson-Kontrast zu Weber-Kontrast			
Michelson	0,3	0,6	0,7
Weber	0,45	0,75	0,85

2.4.3 **Vergleichsmethoden**

Für eine grobe Beurteilung von Kontrasten können Lochkarten und Farbfächer verwendet werden. Damit lassen sich die Hellbezugswerte der zu beurteilenden Flächen visuell einschätzen. Diese Methoden erfordern Abstraktionsvermögen und farbtüchtige Beobachter.

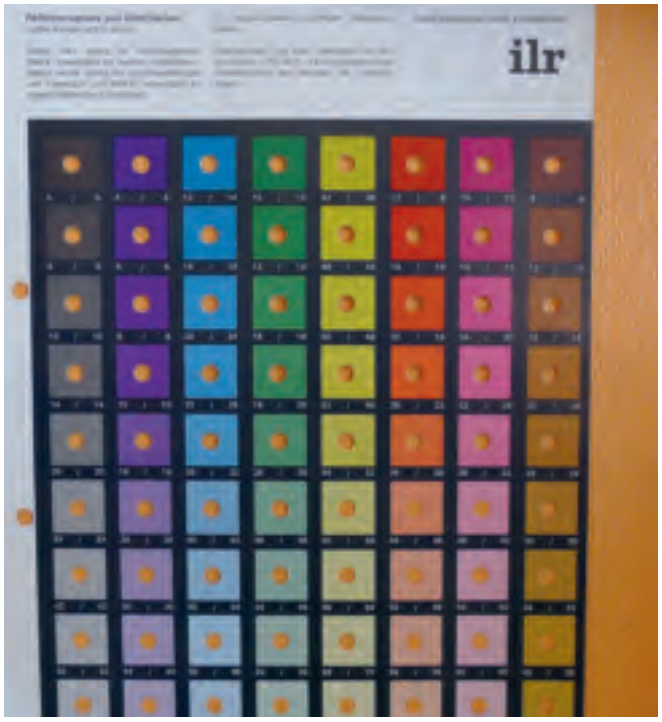
Farbvergleich mit RAL- und NCS-Fächer

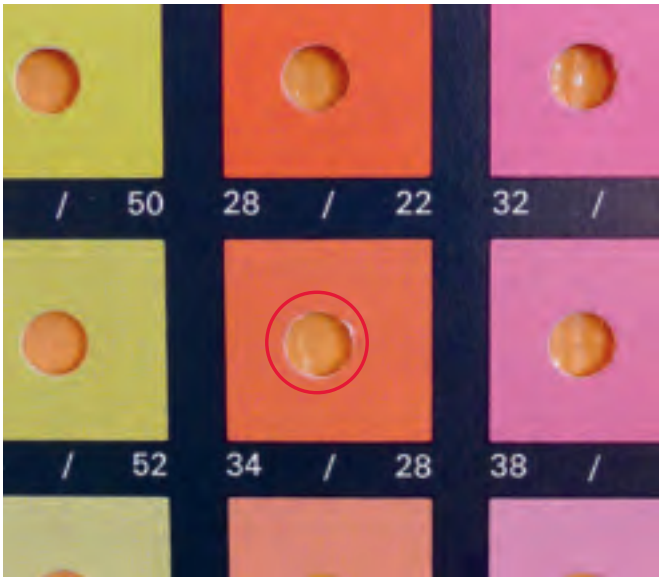
Der Beobachter sucht aus dem Farbfächer jene Farbe, welche der zu beurteilenden Fläche in der Helligkeit am nächsten kommt. Der Hellbezugswert dieser Farbe (dazugehörige Tabellen) entspricht somit annäherungsweise dem Hellbezugswert der zu beurteilenden Fläche. Bei dieser Methode muss sehr gut darauf geachtet werden, dass nicht der Farbton, sondern die Helligkeit möglichst genau übereinstimmen.

Beurteilung des Hellbezugswertes eines Türrahmens mit Farbfächer.

CIE-Lochkarte

Von CIE existiert eine Karte mit 90 Farbmustern zur Bestimmung der Reflexionsgrade. Die Farbmuster sind jeweils mit einem Loch versehen. Die Karte wird auf die zu beurteilende Fläche gelegt und dasjenige Farbmuster bestimmt, bei dem das Loch nicht mehr erkennbar ist, das heisst, die grösste Übereinstimmung mit dem Farbmuster besteht. Auf der Lochkarte kann so der Reflexionsgrad abgelesen werden, welcher der zu beurteilenden Fläche am nächsten kommt.





Beurteilung des Reflexionsgrades mit der CIE-Lochkarte.

NCS-Helligkeitsmesser

Diese Halbkreis-Lochkarte vermittelt den Hellbezugswert Y in 18 Graustufen von Weiss bis Schwarz. Wird sie auf die zu beurteilende Fläche gelegt, kann der nächstgelegene Hellbezugswert abgelesen und für die Berechnung des Kontrasts beigezogen werden. Um damit farbige Flächen beurteilen zu können, erfordert diese Methode ein gutes Abstraktionsvermögen. Eine Schwarz-Weiss-Fotografie der Lochkarte kann dabei hilfreich sein.

Beurteilung des Hellbezugswertes Y mit dem NCS-Lightness-Meter.

> 3 **Anwendungsbeispiele**

Treppen weisen generell ein hohes Gefahrenpotenzial auf. Menschen mit Sehbehinderung sind auf Treppen in besonderem Masse gefährdet. Eine kontrastreiche Treppenmarkierung erhöht die Sicherheit für alle Nutzenden. Weisse oder gelbe Markierungen sind zu bevorzugen. Auf hellen Stufen können sie mit dunklen Begleitstreifen gemäss 2.2.2 hervorgehoben werden.

Bei kurzen Treppen wird jede Stufenvorderkante mit einer Markierung gekennzeichnet.

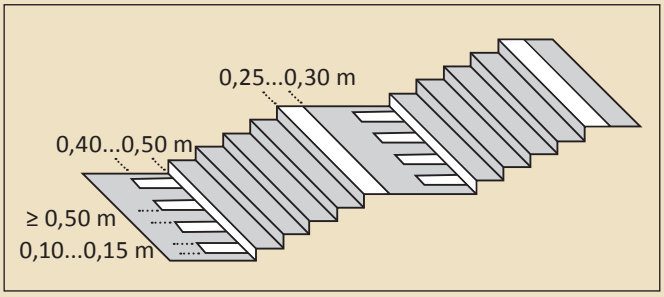
Werden alle Vorderkanten markiert, ist die Treppe anhand des repetitiven Musters erkennbar. Zwischenpodeste und das Ende des Treppenlaufs sind ablesbar.

Für Treppen von Gebäuden gelten nach SIA 500 folgende Vorgaben:

> Treppen müssen mit einem Kontrast $C_m \geq 0{,}6$ gekennzeichnet werden.
> Variante 1: Markierung jeder Stufenvorderkante in einer Breite von 40 bis 50 mm.
> Variante 2: Markierung der oberen Austritte und der Bodenfläche vor der Treppe.
> Kurze Treppen mit weniger als fünf Stufen sind nach Variante 1 zu kennzeichnen.
> In geschlossenen Treppenhäusern können alternativ die Treppenläufe als Ganzes hervorgehoben werden, sodass sie sich mit einem Kontrast $C_m \geq 0{,}3$ von den angrenzenden Bodenbelägen unterscheiden.
> Die Stufen sind vorzugsweise einfarbig, ohne kontrastreiche Musterung, auszuführen.

Im geschlossenen Treppenhaus kann anstelle einer Stufenmarkierung der Treppenlauf mit dem erforderlichen Helligkeitskontrast gegenüber dem Bodenbelag hervorgehoben werden.

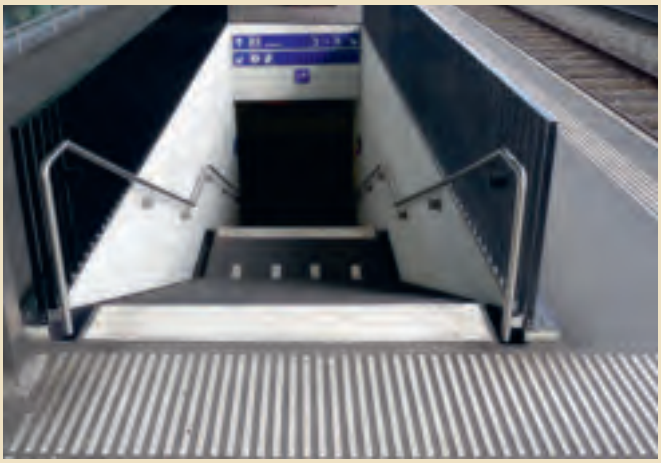
Treppen müssen auch im Strassen- und Verkehrsraum nach den geltenden Normen gekennzeichnet werden. In Anlagen des öffentlichen Verkehrs wird in der Regel eine Markierung nach Variante 2 ausgeführt, das heisst Markierung der obersten Stufe sowie des Treppenaustritts mit Streifen. Für kurze Treppen und Treppenwege ist die Markierung aller Stufenvorderkanten besser geeignet. Für den Strassen- und Verkehrsraum sind dazu in den Normen Streifenbreiten von 40 bis 60 mm vorgesehen. Sie dürfen somit breiter ausgeführt werden als im Gebäude.



Variante 2, Markierung der Trittfläche der obersten Stufe, der Stossflächen der untersten Stufe und des Antritts- bzw. Zwischenpodests mit Streifen.

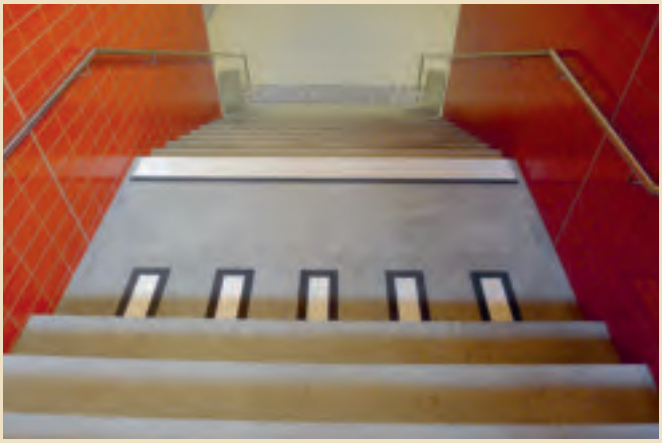
Einzelne Stufen und grossflächige Treppenanlagen auf Plätzen bergen ein hohes Gefahrenpotenzial. Die Erkennbarkeit jeder einzelnen Stufe ist hier besonders wichtig.

Kontrastreiche Kennzeichnung einzelner Stufen auf einer platzartigen Treppenanlage.



Bei der Annäherung von oben ist die vollflächig markierte erste Stufe gut erkennbar. Das Ende des Treppenlaufs wird durch die Streifen auf dem Zwischenpodest und auf dem Antrittspodest gekennzeichnet.

Bei der Annäherung von unten sind sowohl die Stossfläche der untersten Stufe als auch die vorgelagerten Streifen gut erkennbar.



Auf dem hellen Belag sind die weissen Markierungen mit kontrastierenden Begleitstreifen hervorgehoben.

Glasflächen sind für Menschen mit Sehbehinderung sehr schwer zu erkennen. Nach Norm SIA 500 müssen sie daher zwischen 1,40 und 1,60 m über Boden mit einer nicht transparenten Markierung gekennzeichnet werden. Diese muss mindestens 50% des Bereichs abdecken.

Der Kontrast der Markierung hängt von der Helligkeit des Hintergrundes ab. Dieser verändert sich je nach den Lichtverhältnissen (Tag/Nacht) und je nachdem ob eine dunkle oder eine helle Fläche durchscheint oder reflektiert wird. Auf Glasflächen wird die Wahrnehmung der Markierungen zudem durch Spiegelungen und Reflexe gestört. Da diese Kriterien oft nicht beeinflusst werden können, wird die Markierung mit einer hellen und einer dunklen Farbe empfohlen. Folgende Punkte sind zu beachten:

> Markierungen in Schwarz und Weiss nebeneinander ergeben bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen einen guten Kontrast, sofern sich die schwarz und weiss markierten Flächen berühren.
> Halbtransparente Markierungen (geätzt, Siebdruck, Punktfolien) sind ungeeignet, da der Kontrast durch den durchscheinenden Hintergrund vermindert wird.
> Auf Schiebetüren sind vertikale Markierungselemente besonders geeignet, da sie zusätzlich die Bewegung der Schiebetür erkennbar machen.

Glasflächen, welche in den Bewegungsraum ragen, z.B. an Haltestellen, werden markiert, um Menschen mit Sehbehinderung nicht zu gefährden.

Die Markierung in Schwarz und Weiss nebeneinander ist deutlich besser zu erkennen als das halbtransparente Band.

Die halbtransparente Markierung hat einen zu geringen Kontrast. Spiegelungen stören die Wahrnehmung.

Helligkeitskontraste müssen nach SIA 500 unter den vorhandenen Beleuchtungsbedingungen die Orientierungs- und Bewegungssicherheit unterstützen. Gut wahrnehmbare Raumelemente wie Wände, Brüstungen, Geländer, Türen, etc. erleichtern die Orientierung im Raum ebenso wie einfache und rechtwinklige Grundrisse. Ein Kontrast von $C_m \geq 0{,}3$ ist zur Führung ausreichend.

Raumelemente können auf unterschiedliche Weise hervorgehoben werden. Eine Tür wird erkennbar, wenn das Türblatt einen Kontrast zur Wand aufweist oder wenn sich der Türrahmen von der Wand, vom Türblatt oder von beiden abhebt. Der Verlauf einer Wand kann durch ihren Kontrast zum Bodenbelag, durch einen kontrastierenden Sockel oder durch ein Fries hervorgehoben werden. Die vielfältigen Gestaltungsspielräume sollen genutzt werden, um die für die Nutzer wichtigen Informationen erkennbar zu machen.

Die Wegführung im Korridor kann mit linearen Elementen am Boden und mit der Lichtführung visuell hervorgehoben werden.

Die Simulation zeigt die Wirkung solcher Elemente für Menschen mit Sehbehinderung.

Ein guter Kontrast zwischen Boden und Wand sowie zwischen Wand und Türen erleichtert die Wegführung und das Auffinden der Räume.

Die Orientierung ist vor allem in grossen, öffentlich zugänglichen Bauten oft sehr schwierig. In komplexen Anlagen und in weiträumigen Hallen können taktil-visuelle Leitlinien zur Orientierung erforderlich sein, um bestimmte Ausgangspunkte und Ziele miteinander zu verbinden.

In der Bahnhofhalle des Flughafens Kloten führen die Leitlinien zu den Bahnperrons, dem SBB-Schalter und zur Anmeldung für Flugreisende mit Behinderung.

Informationen und Beschilderungen zur Wegführung, z.B. Stockwerk-, Raum- und Liftbeschriftungen, sind dort anzubringen, wo sie intuitiv gesucht werden. Schriftträger, die sich von der Umgebung kontrastreich abheben, erleichtern das Auffinden und Erkennen von Informationen. Gute Kontraste zwischen Text und Schriftträger sind für die Lesbarkeit unabdingbar. Zudem ist die Schriftgrösse auf die Lesedistanz abzustimmen. Als Faustregel gilt 30 mm Schrifthöhe pro 1,0 m Lesedistanz.

Die Gleisbeschriftung über dem Beginn des Handlaufs ist gut auffindbar.

Eine grosse Wandbeschriftung vis-à-vis der Lifttüre ist auch aus Distanz gut lesbar. Zusätzlich werden Farben und Formen eingesetzt, um das Stockwerk zu kennzeichnen.

Beschriftungen sind kleine Objekte und müssen daher einen hohen Kontrast aufweisen. Empfohlen wird ein Kontrast $C_m \geq 0{,}7$ (SIA 500:2009; $C_m \geq 0{,}6$). Der Reflexionsgrad der helleren Fläche $\rho_{hF} \geq 0{,}6$ ist einzuhalten, damit sie unter den gegebenen Lichtverhältnissen gut lesbar sind.

Beschriftungen über dem Kopf erfordern ausreichende Schriftgrössen. Die hinterleuchteten Schriften haben einen optimalen Kontrast zum schwarzen Untergrund.

Bei weissen Schriften auf farbigem Hintergrund müssen Farben gewählt werden, welche einen Hellbezugswert Y < 15 aufweisen.

Für die Bedienung von Lifttastaturen ist eine gute Erkennbarkeit der Bezeichnungen sehr wichtig z.B. auch für ältere Menschen mit Alterssichtigkeit. Die Reliefzeichen mit 15 mm Schrifthöhe müssen einen hohen Kontrast aufweisen, da die Beleuchtungsstärke am vertikalen Lifttableau oft gering ist oder durch Schatten von Liftnutzern reduziert wird.

> Ein Kontrast zwischen Schriftzeichen und Taste $C_m \geq 0{,}7$ ist erforderlich (SIA 500:2009; $C_m \geq 0{,}6$).
> Weisse Tasten mit schwarzen Bezeichnungen sind auf Chromstahl am besten geeignet, da die Tasten einen hohen Kontrast zur Wand aufweisen und die Bezeichnung einen optimalen Kontrast zur Taste.
> Bei Lösungen mit hinterleuchteten Umrandungen und Zeichen müssen die Zeichen permanent leuchten, auch wenn die Taste nicht aktiviert wurde.

Die Ausleuchtung der Tastatur ist gering. Das Licht trifft in einem Winkel von 14° auf die Chromstahlplatte und wird nach unten reflektiert, also nicht zum Betrachter hin, sodass der Chromstahl als dunkle Fläche erscheint.

Die schwarze Schrift auf hellem Grund ergibt einen optimalen Heiligkeitskontrast

Die Tastatur hat eine Leuchtdichte von 2 cd/m². Bei so geringen Leuchtdichten kann das Auge Kontraste nur schwer erkennen.

Die Stockwerkbeschriftung über dem Stockwerktableau ist gut auffindbar.

Die Schriftgrösse wird durch den steilen Blickwinkel stark verkürzt. Die schwarzen Zahlen haben gegenüber der dunkel scheinenden Chromstahlplatte einen ungenügenden Kontrast. Der Mindestreflexionsgrad der helleren Fläche ist nicht erfüllt.

Bedienungselemente, die einen hohen Kontrast zum Hintergrund aufweisen, sind gut auffindbar, ohne dass die Umgebung abgetastet werden muss. Dies ist aus hygienischen Gründen vor allem in Sanitäranlagen und im öffentlichen Raum sehr wichtig. Apparate und Bedienungselemente sind gut auffindbar anzuordnen und mit einem Kontrast $C_m \geq 0{,}3$ zu gestalten.

Das Auffinden der WC-Türen wird mit einer kontrastreichen Gestaltung erleichtert.

Auf dem runden Chromstahl-Türgriff wird das Licht der Deckenbeleuchtung reflektiert und erzeugt einen guten Kontrast zum Türblatt.

Kontraste zwischen Apparaten, Bedienungselementen und deren Hintergrund erleichtern das Auffinden.

Leicht auffindbare Waschbecken, Armaturen und Seifenspender ermöglichen eine hygienische Nutzung von Sanitäranlagen.

Im Verkehrsraum ist es oft sehr schwierig, Bedienungselemente aufzufinden. Bedienungselemente an Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrs, an Notrufeinrichtungen und für die Abfrage von Informationen müssen zudem unter grossem Zeitdruck gut auffindbar und bedienbar sein. Die kontrastreiche Gestaltung hat in dieser Situation eine herausragende Bedeutung.

Bedienungselemente wie Entwerter und Informationsstelen müssen auch unter Zeitdruck gut auffindbar sein.
Die orangefarbenen Entwerter erfüllen diese Anforderung.

Bei Lichtsignalanlagen ist das Erkennen der Signalgeber sicherheitsrelevant. Zusätzlich zum Kontrast des Bedienungselements zu seinem Hintergrund werden daher taktil-visuelle Bodenmarkierungen zum Auffinden des Ampelmasts eingesetzt. Diese beiden Elemente lassen Sehbehinderte erkennen, dass der Übergang ampelgeregelt ist. So können sie die Fussgängergrünphase anfordern und das taktile Signal ertasten.

Der gelbe Ampeldrücker und die taktil-visuelle Markierung erleichtern das Auffinden des Ampelmasts und des Anforderungsgeräts.

Die Markierung von Hindernissen auf Fussgängerflächen, wie z.B. von Pollern, Pfosten oder Baustellenabschrankungen, erhöht die Sicherheit von Menschen mit Sehbehinderung. Für Markierungen mit Sicherheitsfunktion ist gemäss Kapitel 2.1.1 ein Mindestkontrast von $C_m \geq 0{,}6$ erforderlich.

Für die Sicherheit der Fahrzeuge werden Pfosten gelb-schwarz gekennzeichnet. Dies hat auch einen hohen Nutzen für Menschen mit Sehbehinderung.

Eine kontrastreiche Markierung verbessert die Erkennbarkeit von Pfosten auf Fussgängerflächen.

Die rot-weiss gestreiften Bauabsperrungen sind gut erkennbar und haben einen hohen Wiedererkennungswert. Der Kontrast wird durch die rote und die weisse Farbe unabhängig vom Hintergrund gewährleistet. Das regelmässige Muster und die rote Warnfarbe sind sehr auffällig.

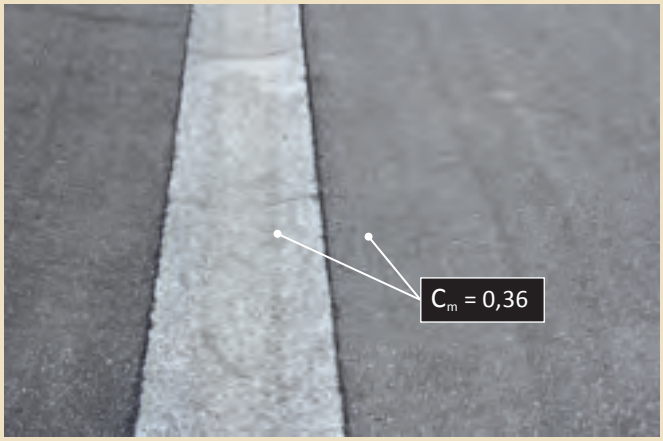
Rot-weisse Baustellenabschrankungen haben eine gute Signalwirkung.

Der Kontrast der rot-weissen Abschrankung spielt eine wichtige Rolle bei der Fussgängerführung an Baustellen.

Elemente der Wegführung müssen eindeutig erkennbar sein, damit die Orientierung im Verkehrsraum gewährleistet ist. Dazu zählen Trennelemente zwischen Fussgängerbereich und Fahrbahn (z.B. Randabschlüsse), Führungselemente wie Belagswechsel, Belagsbänder, oder Rinnen sowie Fassaden, Mauern, Geländer, Zäune, Stellplatten und Grünflächen.

Führungselemente müssen einen Kontrast $C_m \geq 0{,}3$ aufweisen. Dies kann z.B. mit hellen Beton- oder Naturstein-Elementen gegenüber Asphaltflächen erreicht werden. Farbige Markierungen mit einem Hellbezugswert Y ≥ 40 erfüllen in der Regel den Kontrast gegenüber Asphaltflächen. Bei Beton-, Naturstein- oder Keramikbelägen können helle und dunkle Farbtöne kombiniert werden, sofern der erforderliche Kontrast eingehalten wird.

Im Neuzustand ist der Asphalt relativ dunkel. Es werden sehr gute Kontraste zwischen Randsteinen und Belag erreicht, die ausreichend Kontrastreserven aufweisen.



Auch wenn der Belag mit der Zeit heller wird, kann mit einer Natursteinrinne ein ausreichender Kontrast für die Orientierung erreicht werden.

Reichen die baulichen Elemente zur Wegführung nicht aus, werden ergänzend taktil-visuelle Markierungen eingesetzt. Auch an Haltestellen, Lichtsignalen oder zum Auffinden von Querungen kommen diese zum Einsatz. Gemäss Norm sind sie auf Fussgängerflächen weiss, auf der Fahrbahn gelb auszuführen. Auf Asphalt erreichen weisse und gelbe Markierungen in der Regel den erforderlichen Kontrast. Auf Beton- oder hellen Plattenbelägen können ein dunkler Primer oder dunkle Begleitstreifen gemäss Ziffer 2.2.2 erforderlich sein, um den Mindestkontrast zu erfüllen.

Wo auf grossen Flächen für die Orientierung erforderlich, werden taktil-visuelle Leitlinien eingesetzt. Kaltplastikmarkierungen haben einen ausreichenden Helligkeitskontrast zum Asphaltbelag.

Die Einstiegsposition an Haltestellen wird kontrastreich gekennzeichnet. Auf hellen Belägen wird der Kontrast mithilfe eines dunklen Primers erreicht.