

Irene Lohaus, Sören Meyer, Stefanie Kreiser, Christoph Schulze  
Katharina Rehberg, Nadine Glasow, Sárka Vorisková

## **Visuelle Barrierefreiheit durch die Gestaltung von Kontrasten**

F 3063

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2018

ISBN 978-3-7388-0110-1

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

[www.irb.fraunhofer.de/bauforschung](http://www.irb.fraunhofer.de/bauforschung)



## **VISUELLE BARRIEREFREIHEIT DURCH DIE GESTALTUNG VON KONTRASTEN**

**Förderung:** Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung (BBSR)  
  
Im Bundesamt für Bauwesen und  
Raumordnung (BBR)  
  
Referat II3 – Forschung im Bauwesen,  
Gebäudemanagement

Forschungsprogramm:        Forschungsinitiative „Zukunft Bau“  
Forschungsprojekt:        Visuelle Barrierefreiheit durch die Gestaltung von Kontrasten  
Aktenzeichen:              SWD-10.08.18.7-15.23

Förderung:

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)  
Im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)  
Referat II 3 – Forschung im Bauwesen, Gebäudemanagement  
Fachliche Betreuung: Dr. -Ing. Michael Brüggemann

Forschungsinstitutionen:

Technische Universität Dresden  
Bereich Bau und Umwelt | Fakultät Architektur  
Institut für Landschaftsarchitektur  
Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsbau

Arbeitsgruppe Visuelle Kontraste:

Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsbau  
Prof. Dipl.-Ing. Irene Lohaus  
Dipl.-Ing. Sören Meyer  
Dipl.-Ing. Stefanie Kreiser

Professur für Verkehrspsychologie

Dipl.-Ing. Dipl.-Psych. Christoph Schulze  
M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Katharina Rehberg

universalRAUM – Institut für evidenzbasierte Architektur im Gesundheitswesen GmbH

Dr.-Ing. Arch. Nadine Glasow  
Ing.-Arch. Šárka Voříšková

Endbericht, Stand: 15. Dezember 2017

Berichtszeitraum von Beginn der Bearbeitung 01.10.2015 bis 15.07.2017

Zeitraum der Projektförderung 01.08.2015 bis 15.05.2017

Das Forschungsprojekt wird mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

(Aktenzeichen: SWD 10.08.18.7-15.23)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

## Inhalt

1. Einleitung und Problemstellung .....	11
2. Ziele und Methodik des Forschungsprojektes .....	14
3. Begriffe und Definitionen .....	19
3.1 Sehfähigkeit .....	19
3.2 Physikalische Größen .....	22
3.2.1 Leuchtdichte $L$ .....	22
3.2.2 Reflexionsgrad $\rho$ .....	24
3.2.3 Hellbezugswert $Y$ .....	25
3.2.4 Leuchtdichtekontrast $K$ .....	26
3.2.5 Farbkontrast .....	28
3.2.6 Beleuchtungsstärke $E$ .....	29
3.2.7 Lichtfarbe .....	30
4. Derzeitiger Stand erreichter visueller Barrierefreiheit .....	31
4.1 Stand der Normung .....	31
4.2 Anforderungen an die visuelle Barrierefreiheit gem. DIN 18040 - Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung .....	32
4.2.1 Wegeketten .....	33
4.2.2 Zwei-Sinne-Prinzip .....	34
4.2.3 Visuelle Informationen .....	34
4.2.4 Beeinträchtigung visueller Informationen .....	36
4.2.5 Warn-, Orientierungs- und Leitelemente .....	36
4.2.6 Gehwege .....	37
4.2.7 Fußgängerbereiche und gemischt genutzte Verkehrsflächen .....	39
4.3 Bodenindikatoren nach DIN 32984:2011-10 - Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung .....	39
4.4 Sonstige Leitelemente - Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen .....	42
4.4.1 Sonstige Leitelemente außen .....	42
4.4.2 Sonstige Leitelemente innen .....	46
4.4.3 Diskussion der Anforderungen an „sonstige Leitelemente“ nach DIN 32984 .....	47
4.5 Vergleich Inland und Ausland .....	52

4.5.1 Bodenindikatoren .....	53
4.5.2 Sonstige Leitelemente .....	55
4.5.2.1 Kontrast .....	56
4.5.2.2 Reflexionsgrad .....	58
4.5.2.3 Breite .....	59
4.5.2.4 Abstände .....	60
4.5.2.5 Linienführung .....	61
4.5.2.6 Beleuchtung .....	62
4.6 Verfahren lichttechnischer Messungen .....	63
4.6.1 Definition des Messgegenstandes .....	63
4.6.2 Definition der Messungen .....	65
4.6.3 Fazit lichttechnische Definitionen .....	72
4.7 Verfahren der Kontrastbewertung – Stand der Forschung .....	73
4.7.1 Leuchtdichtekontraste (hell/dunkel) .....	75
4.7.2 Größe des Sehobjektes .....	83
4.7.3 Form .....	86
4.7.4 Räumliche Anordnung .....	87
4.7.5 Betrachtungsabstand .....	89
4.7.6 Ausreichende und blendfreie Belichtung bzw. Beleuchtung .....	91
4.8 Fazit - Ableitungen für das vorliegende Forschungsvorhaben .....	94
5. Qualifizierung von Bewertungskriterien durch Evaluation realisierter Projekte ....	95
5.1 Untersuchung realisierter Projekte .....	95
5.2 Nutzerbefragung zu realisierten Projekten .....	100
6. Qualifizierung der Bewertungskriterien durch Tests .....	103
6.1 Analyse des Seh- und Kontrastsehvermögens von sehbehinderten Menschen .....	104
6.2 Labortechnische Untersuchungen .....	108
6.2.1 Leuchtdichte- und Reflexionsmessungen an gängigen Belagsmaterialien .....	108
6.2.2 Einfluss der inneren Materialstruktur .....	108
6.2.3 Einfluss der Lichtfarbe .....	108
6.2.4 Ergebnisse .....	109
6.2.4.1 Beleuchtungsspektrum und Kontrastwirkung praktischer Bodenmaterialien .....	109
6.2.4.1.1 Beleuchtungsspektrum und Kontrastwirkung im Außenbereich .....	111
6.2.4.1.2 Beleuchtungsspektrum und Kontrastwirkung im Innenbereich .....	113
6.2.4.1.3 Zwischenfazit zu Beleuchtungsspektrum und Kontrastwirkung .....	116

6.2.4.2	Beobachtungsspektrum und Kontrastwirkung praktischer Bodenmaterialien .....	116
6.2.4.3	Beleuchtungs- und Beobachtungsgeometrie als Einfluss auf die Kontrastwirkung	119
6.2.4.3.1	Exemplarische Situationen für den Außenraum.....	121
6.2.4.3.2	Exemplarische Situationen für den Innenraum .....	129
6.2.4.3.3	Zwischenfazit zu Kontrastwirkung bei variierender Beleuchtung und Beobachtung.....	135
6.2.4.4	Innere Materialstruktur von Bodenmaterialien als Einfluss auf die Kontrastwirkung .....	137
6.2.4.4.1	Begründung eines Maßes zur Charakterisierung der Inhomogenität einer inneren Materialstruktur.....	139
6.2.4.4.2	Inhomogenitätscharakterisierung der untersuchten Oberflächen .....	142
6.2.4.5	Beispielhafter Einfluss unterschiedlicher Oberflächenbearbeitung .....	143
6.3	Probantentests unter Laborbedingungen .....	146
6.3.1	Einfluss von Fugenbildern (LA).....	155
6.3.1.1	Einfluss des Fugenanteils (LA1) .....	156
6.3.1.1.1	Testaufbau.....	156
6.3.1.1.2	Ergebnisse Test Einfluss des Fugenanteils.....	159
6.3.1.2	Einfluss des Fugenverbands (LA2) .....	163
6.3.1.2.1	Testaufbau.....	163
6.3.1.2.2	Ergebnisse Test Einfluss der Fugenverband .....	166
6.3.1.3	Fugenkombination (LA3) .....	170
6.3.1.3.1	Testaufbau.....	170
6.3.1.3.2	Ergebnisse Test Fugenkombination.....	172
6.3.1.4	Fazit.....	176
6.3.2	Einfluss der Breite von bodengebundenen Leitelementen (LB).....	177
6.3.2.1	Testaufbau.....	177
6.3.2.2	Ergebnisse Test Einfluss der Breite von bodengebundenen Leitelementen .....	181
6.3.3	Einfluss der inneren Materialstruktur (LC) .....	190
6.3.3.1	Testaufbau.....	190
6.3.3.2	Ergebnisse Test Einfluss der inneren Materialstruktur .....	196
6.4	Probantentests auf Teststrecken .....	208
6.4.1	Ziele und Versuchsaufbau Innenraum .....	212
6.4.2	Ziele und Versuchsaufbau Außenraum.....	216
6.4.3	Testablauf Teststrecken Innen- und Außenraum.....	222
6.4.3.1	Test Erkennen der Teststreifen nach Reaktionszeiten .....	222
6.4.3.2	Test Bewerten der Teststreifen nach Schulnoten .....	223
6.4.3.3	Test Erkennen der Teststreifen in der Bewegung.....	223

6.4.3.4	Test Materialvergleiche .....	224
6.4.3.5	Test Materialvergleiche hell-dunkel .....	225
6.4.4	Ergebnisse Teststrecke im Innenraum (TA) .....	228
6.4.4.1	Hypothesen .....	228
6.4.4.1.1	Ergebnisse Test Erkennen des Teststreifens nach Reaktionszeiten – Innenraum .....	229
6.4.4.1.2	Ergebnisse Test Bewerten mit Schulnoten - Innenraum .....	239
6.4.4.1.3	Ergebnisse Test Erkennen in der Bewegung - Innenraum .....	243
6.4.4.1.4	Ergebnisse Test Materialvergleiche - Innenraum .....	246
6.4.4.1.5	Ergebnisse Test Materialvergleiche hell-dunkel - Innenraum .....	253
6.4.5	Ergebnisse Teststrecke im Außenraum (TB) .....	254
6.4.5.1	Hypothesen .....	254
6.4.5.1.1	Ergebnisse Test Erkennen des Teststreifens nach Reaktionszeiten – Außenraum .....	256
6.4.5.1.2	Ergebnisse Test Bewerten mit Schulnoten - Außenraum .....	263
6.4.5.1.3	Ergebnisse Test Erkennen in der Bewegung – Außenraum .....	265
6.4.5.1.4	Ergebnisse Test Materialvergleiche - Außenraum .....	267
6.5	Grenzen der Studien – Probandenuntersuchungen im Labor und auf Teststrecken ..	274
7.	Zusammenschau der Ergebnisse .....	277
8.	Empfehlungen für die Planungspraxis .....	286
9.	Literaturverzeichnis .....	295
10.	Abbildungsverzeichnis .....	301
11.	Tabellenverzeichnis .....	311
12.	Anhang .....	315
12.1	Expertenworkshops .....	315
12.1.1	Expertenworkshop I .....	315
12.1.2	Expertenworkshop II .....	321
12.2	Probandenbeschreibung .....	326
12.2.1	Probandentests unter Laborbedingungen .....	326
12.2.2	Probandentests auf Teststrecken .....	329
12.3	Probandeninformationen und Fragebogen .....	333
12.4	Untersuchung realisierter Projekte .....	341
12.4.1	Limburg a.d. Lahn .....	341
12.4.2	Bergisch-Gladbach – Stadtmitte West .....	342



12.4.3	Flensburg .....	344
12.4.4	Wesel.....	345
12.4.5	Herford.....	347
12.4.6	Minden.....	349
12.4.7	Emsdetten .....	351
12.4.8	Meppen .....	352
12.4.9	Warburg .....	354
12.4.10	Verden – Reeperbahn.....	356
12.4.11	Nutzerbefragung .....	358
12.4.11.1	Meppen .....	358
12.4.11.2	Emsdetten.....	359
12.4.11.3	Minden .....	360
12.4.11.4	Herford .....	361
12.5	Übersicht aller gezeigten Bilder für Labortests.....	364
12.5.1	Labortest Einfluss des Fugenanteils (LA1) .....	364
12.5.2	Labortest Fugenkombination (LA2) .....	370
12.5.3	Labortest Einfluss der Fugenausrichtung (LA3) .....	376
12.5.4	Labortest Einfluss der Breite von bodengebundenen Leitelementen (LB).....	382
12.6	Standardabweichungen für Tests unter Laborbedingungen .....	385
12.6.1	Tests Einfluss von Fugenbildern.....	385
12.6.2	Test Einfluss der Breite von bodengebundenen Leitelementen .....	388
12.7	Übersicht der Testfelder auf der Teststrecke im Innenraum .....	389
12.7.1	Erkennen des sich vom Grundmaterial abhebenden Materialstreifens - Durchgang 1 und 2.....	389
12.7.2	Materialvergleiche 1 .....	393
12.7.3	Materialvergleiche 2.....	399
12.7.4	Erkennen in der Bewegung – Durchgang 1 und 2 .....	403
12.8	Übersicht der Testfelder auf der Teststrecke im Außenraum.....	411
12.8.1	Erkennen des sich vom Grundmaterial abhebenden Materialstreifens - Durchgang 1 und 2.....	411
12.8.2	Materialvergleiche 1 .....	415
12.8.3	Erkennen in der Bewegung – Durchgang 1 und 2 .....	421
12.9	Messergebnisse an den Teststrecken .....	427
12.9.1	Messergebnisse im Innenraum.....	427

12.9.2	Messergebnisse im Außenraum .....	430
12.10	Ergebnisse der Teststrecken .....	434
12.10.1	Innenraum.....	434
12.10.1.1	Standardabweichungen.....	434
12.10.1.2	Auswertung Erkennen in der Bewegung.....	435
12.10.2	Außenraum .....	436
12.10.2.1	Standardabweichungen.....	436
12.10.2.2	Auswertung Erkennen in der Bewegung.....	437
12.11	Probenbeschreibung .....	438
12.11.1	Probenübersicht zu Inhomogenitätsklassen .....	441
12.12	Probenkatalog für die Praxis.....	445
12.12.1	Innenraum.....	445
12.12.2	Außenraum .....	447