

Blendungsbewertung von LED-Leuchten in Innenräumen

Carsten Funke



Universitätsverlag Ilmenau

2017

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|---------------|
| Abkürzungsverzeichnis | xix |
| Verzeichnis der Formelzeichen und Einheiten | xxi |
| Abbildungsverzeichnis | xxv |
| Tabellenverzeichnis | xxxiii |
| 1 Einleitung..... | 1 |
| 1.1 Einordnung des Themas | 1 |
| 1.2 Aufgabenstellung..... | 1 |
| 1.3 Aufbau der Arbeit..... | 2 |
| 2 Stand des Wissens..... | 3 |
| 2.1 Begriffsdefinitionen | 3 |
| 2.2 Physiologische Grundlagen der Blendung..... | 6 |
| 2.2.1 Physiologische Blendung..... | 6 |
| 2.2.2 Psychologische Blendung | 7 |
| 2.3 Bewertung der physiologischen Blendung..... | 13 |
| 2.4 Bewertungsverfahren der psychologischen Blendung..... | 14 |
| 2.4.1 Entwicklung der Bewertungsverfahren der psychologischen Direktblendung..... | 14 |
| 2.4.2 Das VCP-Verfahren..... | 15 |
| 2.4.3 Das UGR-Verfahren | 16 |
| 2.4.4 Vergleich zwischen UGR und VCP | 18 |
| 2.5 Bekannte Untersuchungen zur Erweiterung des UGR- Verfahrens..... | 21 |
| 2.6 Vorschläge zur Erweiterung des UGR-Verfahrens | 23 |
| 2.7 Zwischenfazit..... | 27 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3 | Methodik | 29 |
| 3.1 | Präzisierung der Aufgabenstellung und Hypothesen | 29 |
| 3.2 | Untersuchungskonzept..... | 30 |
| 3.2.1 | Parametervariation..... | 30 |
| 3.2.2 | Untersuchungsmethode..... | 32 |
| 3.3 | Untersuchungsaufbau..... | 36 |
| 3.3.1 | Anforderungen an den Untersuchungsaufbau..... | 36 |
| 3.3.2 | Realisierung der Blendquelle | 39 |
| 3.3.3 | Aufbau des Untersuchungsraums..... | 44 |
| 3.4 | Lichttechnische Vermessung des Untersuchungsraums | 48 |
| 3.5 | Untersuchungsablauf..... | 52 |
| 3.6 | Unsicherheitsbetrachtung | 53 |
| 3.7 | Probanden..... | 58 |
| 3.8 | Voruntersuchungen zur Blendempfindlichkeit | 59 |
| 3.9 | Zwischenfazit | 68 |
| 4 | Ergebnisse | 69 |
| 4.1 | Einfluss der Leuchtdichtestruktur von LED-Leuchten auf die Blendung | 69 |
| 4.1.1 | Einfluss des LED-Abstands innerhalb der Blendquelle..... | 69 |
| 4.1.2 | Additivität von LED-Punkten..... | 71 |
| 4.1.3 | Einfluss der unmittelbaren Umgebung..... | 73 |
| 4.1.4 | Einfluss des Kontrasts | 74 |
| 4.2 | Vergleich der Probandenurteile mit berechneten UGR-Werten..... | 76 |
| 4.2.1 | Bestimmung der UGR-Werte | 76 |
| 4.2.2 | Einfluss des Blendwinkels und der Hintergrundleuchtdichte auf die Blendung..... | 79 |
| 4.2.3 | Vergleich der gemessenen UGR-Werte bei unterschiedlichen Auflösungen..... | 81 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.3 | Berechnung von Korrekturfaktoren nach HARA..... | 82 |
| 4.3.1 | Berechnung der Korrekturfaktoren..... | 82 |
| 4.3.2 | Bestimmung der Einflussgrößen auf die Korrekturfaktoren..... | 83 |
| 4.3.3 | Bestimmung eines Gesamtkorrekturfaktors..... | 87 |
| 4.4 | Vergleich der Probandenurteile mit berechneten UGR-Werten nach WOLF..... | 88 |
| 4.4.1 | Berechnung der UGR-Werte nach WOLF..... | 88 |
| 4.4.2 | Erweiterung des Algorithmus für LED-Leuchten..... | 90 |
| 5 | Schlussdiskussion | 95 |
| 5.1 | Überprüfung der Forschungshypothesen..... | 95 |
| 5.2 | Vergleich der Probandenurteile mit den Ergebnissen der Voruntersuchungen..... | 96 |
| 5.3 | Vergleich der Ergebnisse mit anderen Arbeiten..... | 98 |
| 5.3.1 | Einfluss der Leuchtdichtestruktur..... | 98 |
| 5.3.2 | Korrelation von Probandenurteilen und UGR-Werten..... | 100 |
| 5.3.3 | Korrekturfaktoren nach HARA..... | 103 |
| 5.3.4 | Bestimmung der effektiv leuchtenden Fläche..... | 104 |
| 5.4 | Schlussfolgerungen für die Anwendung der Ergebnisse..... | 105 |
| 5.4.1 | Blendungsbewertung von LED-Leuchten in Innenräumen..... | 105 |
| 5.4.2 | Blendungsbegrenzung bei LED-Leuchten..... | 107 |
| 5.5 | Ausblick..... | 108 |
| | Literaturverzeichnis..... | 111 |
| | Sonstige verwendete Literatur..... | 129 |
| | Im Rahmen der Dissertation entstandene Publikationen..... | 137 |
| | Anhang..... | 141 |
| A.1 | Konfigurationen der Blendquelle..... | 141 |
| A.2 | Versuchseinweisung der Probanden..... | 144 |

| | | |
|-----|--|-----|
| A.3 | Diagramme zum Einfluss des LED-Abstands innerhalb der Blendquelle..... | 146 |
| A.4 | Diagramme zur Additivität von LED-Punkten | 155 |
| A.5 | Diagramme zum Einfluss der unmittelbaren Umgebung..... | 167 |
| A.6 | Diagramme zum Einfluss des Kontrasts | 173 |
| A.7 | Diagramme zur Gruppierung der Korrekturfaktoren nach HARA..... | 179 |