

ICS 17.180.20; 93.080.30

Messgeometrien für die Bewertung der Nachtsichtbarkeit von retroreflektierenden Materialien bezüglich der Rückstrahleigenschaften

Measuring geometries for assessing the night visibility of retroreflective materials with respect to the retroreflective properties

Géométries de mesure pour l'évaluation de la visibilité nocturne des revêtements rétro réfléchissants concernant des caractéristiques rétro réfléchissants

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln eines Fachberichts erstellt.

Gesamtumfang 48 Seiten

Normenausschuss Farbe (FNF) im DIN
Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Begriffe	5
3 Grundlagen.....	7
3.1 Lichttechnische und geometrische Grundlagen	7
3.2 Unterschiedliche Koordinatensysteme	9
4 Retroreflektierende Materialien	11
5 Verkehrszeichenpositionen	13
6 Anleuchtung von Verkehrszeichen.....	16
6.1 Allgemeines.....	16
6.2 Fahrzeugtypische Daten	16
6.3 Lichtstärkeverteilungen von Fahrzeugscheinwerfern	18
7 Abstands- und Winkelbestimmungen	19
7.1 Allgemeines.....	19
7.2 Abstände.....	19
7.3 Distanzklassen	19
7.4 Anleuchtungswinkel β	20
7.5 Rotationswinkel ε	20
7.6 Orientierungswinkel ω	21
8 Relevante Winkelkombinationen.....	22
9 Winkel für das CIE-Goniometer und Messablauf	25
9.1 Allgemeines	25
9.2 Einzustellende Winkel am CIE-Goniometersystem.....	25
9.3 Vorschlag zur Auswertung der Messdaten	26
10 Zusammenhang mit der Europäischen Normung	27
Anhang A (informativ) Geometrie	28
A.1 Grundlagen.....	28
A.2 Beispiele	32
Anhang B (informativ) Zusammenhänge zu nationalen und Europäischen Normen.....	45
Literaturhinweise	47

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Gemeinschaftsarbeitsausschuss NA 025-00-25 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss FNF/FNL: Aufsichtfarben für Verkehrszeichen und Reflexstoffe zur Verkehrssicherung“ des Normenausschusses Farbe (FNF) im DIN ausgearbeitet.

Das vorliegende Dokument fasst den gegenwärtigen Stand der Diskussionen zusammen und soll zu einem späteren Zeitpunkt inhaltlich ergänzt werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Einleitung

Die Anforderungen an die visuelle Qualität von Verkehrszeichen wurden bisher überwiegend auf der Grundlage von Untersuchungen festgelegt, die mehr als 20 Jahre alt sind.

Aufgrund des höheren Fahrzeugaufkommens ist die visuelle Beeinträchtigung durch Scheinwerfer entgegenkommender Fahrzeuge bei Dunkelheit stark angestiegen. Verkehrszeichen stehen in einer Auffälligkeitskonkurrenz zu einer steigenden Zahl von beleuchteten Werbeschriften und -tafeln, die entlang der Straßen aufgestellt sind. Die Zahl der Lichtquellen, die nicht für den Verkehr relevant sind, wie etwa die Beleuchtung von Gebäuden oder Stadien, hat stark zugenommen.

Es ist daher erforderlich geworden, diese veränderten Einflüsse zu berücksichtigen und durch geeignete Anforderungen an die Reflexstoffe die Erkennbarkeit von Verkehrszeichen sicherzustellen und zu verbessern.

1 Anwendungsbereich

Ziel dieser Veröffentlichung ist die Neubestimmung von Messgeometrien zur Beurteilung von retroreflektierenden Materialien.

Die Bewertung der Nachsichtbarkeit von Reflexstoffen für den Einsatz auf vertikalen Verkehrszeichen beschränkt sich derzeit auf die Messung der spezifischen Rückstrahlwerte R_A , die z. B. nach DIN 67520 und den Technischen Liefer- und Prüfbedingungen für vertikale Verkehrszeichen (TLP VZ) für vorgegebene Messwinkel bestimmte Mindestwerte erfüllen müssen. Diese Messwinkel repräsentieren jedoch nur bedingt die Anleuchtungs- und Beobachtungsgeometrien, wie sie im Straßenverkehrsraum vorkommen. Die Einflüsse der Drehwinkel (ε , ω — siehe Abschnitt 2) auf den spezifischen Rückstrahlwert sind derzeit nur unzureichend berücksichtigt. Dies ist insbesondere für die Bewertung nicht rotationssymmetrischer Materialien, z. B. mikroprismatischer Bauart, problematisch.

In den Abschnitten 2 und 3 werden die für das Thema wichtigen Begriffe sowie die lichttechnischen und geometrischen Grundlagen, in Abschnitt 4 die unterschiedlichen Aufbauten der Reflexstoffe beschrieben.

In Abschnitt 5 sind typische Anordnungen von Verkehrszeichen für Straßen mit zwei und drei Richtungsfahrbahnen hergeleitet.

Abschnitt 6 befasst sich mit fahrzeugtypischen Daten und den unterschiedlichen Lichtstärkeverteilungen von Fahrzeugscheinwerfern.

In Abschnitt 7 werden die Abstands- und Winkelgrößen festgelegt, aus denen in Abschnitt 8 die Winkel für eine künftige Vermessung und Bewertung retroreflektierender Materialien abgeleitet sind.

Abschnitt 9 beinhaltet die für die Messdurchführung mit dem CIE-Goniometer erforderlichen Winkel und beschreibt die Auswertung der Messdaten.

In Abschnitt 10 sind die Verknüpfungen der Ergebnisse aus dem vorliegenden Dokument mit den nationalen und Europäischen Normen aufgezeigt.

Die Ergebnisse dieser Arbeit können als Grundlage für eine Überarbeitung der Regelwerke zur Beurteilung der Eignung retroreflektierender Materialien für vertikale Verkehrszeichen dienen.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

2.1.1

Lichtstärke

I

lichttechnische Grundgröße, die die Lichtintensität angibt, die von einer Lichtquelle in eine bestimmte Richtung ausgestrahlt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Einheit: cd

2.1.2

Lichtstärkeverteilung

zwei- oder dreidimensionale Darstellung der Verteilung der Lichtintensität einer Lichtquelle in der Fläche oder im Raum

2.1.3

Beleuchtungsstärke

E

Maß für die auf eine Fläche auftreffende Lichtintensität

Anmerkung 1 zum Begriff: Einheit: lx

2.1.4

senkrechte Beleuchtungsstärke

$E_{\perp}$

am Ort der Verkehrszeichenoberfläche in Anleuchtrichtung gemessene Beleuchtungsstärke

Anmerkung 1 zum Begriff: Einheit: lx

2.1.5

Leuchtdichte

L

Maß für die von einem Beobachter wahrgenommene Helligkeit eines Verkehrszeichens

Anmerkung 1 zum Begriff: Einheit: cd/m²

2.1.6

spezifischer Rückstrahlwert

R_A

Maß für die retroreflektierende Eigenschaft eines Materials bezogen auf eine normierte Fläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Der spezifische Rückstrahlwert ist der Quotient aus der Leuchtdichte L der Materialoberfläche und der Beleuchtungsstärke $E_{\perp}$ der Anleuchtung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Einheit: $\frac{\text{cd}}{\text{m}^2 \cdot \text{lx}}$

2.1.7

Beobachtungswinkel

α

Winkel zwischen dem Lichtstrahl, der das Verkehrszeichen anleuchtet und dem vom Verkehrszeichen zum Beobachter reflektierten Lichtstrahl¹⁾

Anmerkung 1 zum Begriff: Einheit: ° (Grad)

2.1.8

Anleuchtungswinkel

β

Winkel zwischen dem Lichtstrahl, der das Verkehrszeichen anleuchtet und der Verkehrszeichennormalen¹⁾

Anmerkung 1 zum Begriff: Einheit: ° (Grad)

2.1.9

Rotationswinkel

ε

Winkel zwischen der Senkrechten und der Ebene, die der Beobachtungswinkel aufspannt

Anmerkung 1 zum Begriff: Einheit: ° (Grad)

2.1.10

Orientierungswinkel

ω

Winkel zwischen der Senkrechten und der Ebene, die der Anleuchtungswinkel aufspannt

Anmerkung 1 zum Begriff: Einheit: ° (Grad)

1) Die horizontale und die vertikale Komponente der Winkel werden durch die Indizes h und v gekennzeichnet.

2.1.11

Betrachtungswinkel

γ

Winkel zwischen der Verkehrszeichennormalen und dem vom Verkehrszeichen zum Beobachter reflektierten Lichtstrahl¹⁾

Anmerkung 1 zum Begriff:

Einheit: ° (Grad)

3 Grundlagen

3.1 Lichttechnische und geometrische Grundlagen

Mehr als 98 % aller verkehrsrelevanten Informationen werden visuell verarbeitet. Daher ist es notwendig, dass diese Informationen dem Auge eindeutig und unmissverständlich dargeboten werden.

Bei Tageslicht hat ein Fahrzeuglenker grundsätzlich die Möglichkeit, jede für das Führen eines Fahrzeuges erforderliche Informationsquelle wahrzunehmen und zu erkennen. Bei Dunkelheit verschlechtert sich das Sehvermögen beträchtlich. Im Unterschied zu Tagfahrten, bei denen überwiegend die begrenzte Verarbeitungskapazität des Gehirns eine Einschränkung darstellt, bilden bei Nacht die Augen einen zusätzlichen Engpass im Informationsfluss. Bei Dunkelheit sinkt die Sehleistung drastisch.

Auch der Informationsgehalt eines Verkehrszeichens wird dem Verkehrsteilnehmer auf visuellem Wege übermittelt. Voraussetzung für diese Kommunikation ist eine ausreichende Helligkeit dieses Zeichens. Die hierfür verantwortliche lichttechnische Größe ist die Leuchtdichte L . Bei Dunkelheit wird sie dadurch erreicht, dass das Zeichen entweder über eine eigene Beleuchtungseinrichtung verfügt, d. h. von innen oder von außen beleuchtet wird, oder rückstrahlende (retroreflektierende) Eigenschaften aufweist. Im letzteren Fall ist die Leuchtdichte des Verkehrszeichens L abhängig von den lichttechnischen Eigenschaften des auf das Verkehrszeichen aufgetragenen Reflexstoffes, der Qualität der Anleuchtung durch die Fahrzeugscheinwerfer und den geometrischen Beziehungen zwischen Verkehrszeichen, Fahrer und Fahrzeug. Bild 1 und Bild 2 veranschaulichen die Zusammenhänge in einer vereinfachten zweidimensionalen Darstellung.

Die Leuchtdichte lässt sich vereinfacht durch die Gleichungen (1) und (2) beschreiben:

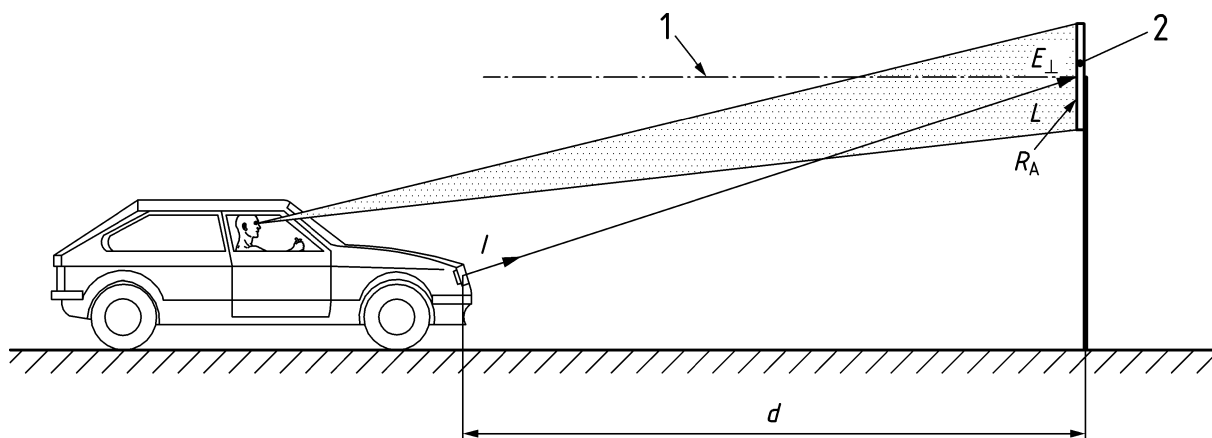
$$L = I / A_g \quad (1)$$

$$L = R_{A(\alpha, \beta, \varepsilon)} \cdot E_{\perp} \cdot (\cos \gamma)^{-1} \quad (2)$$

Dabei ist

A_g die tatsächlich vom Betrachter gesehene Fläche des Verkehrszeichens, in m².

Der Betrachtungswinkel γ ist der Winkel zwischen der Geraden Auge-Verkehrszeichen und der Verkehrszeichennormalen. Sein Kosinus gibt an, um wie viel kleiner die Seitenlängen der gesehenen Fläche des Verkehrszeichens gegenüber den tatsächlichen Abmessungen erscheinen.



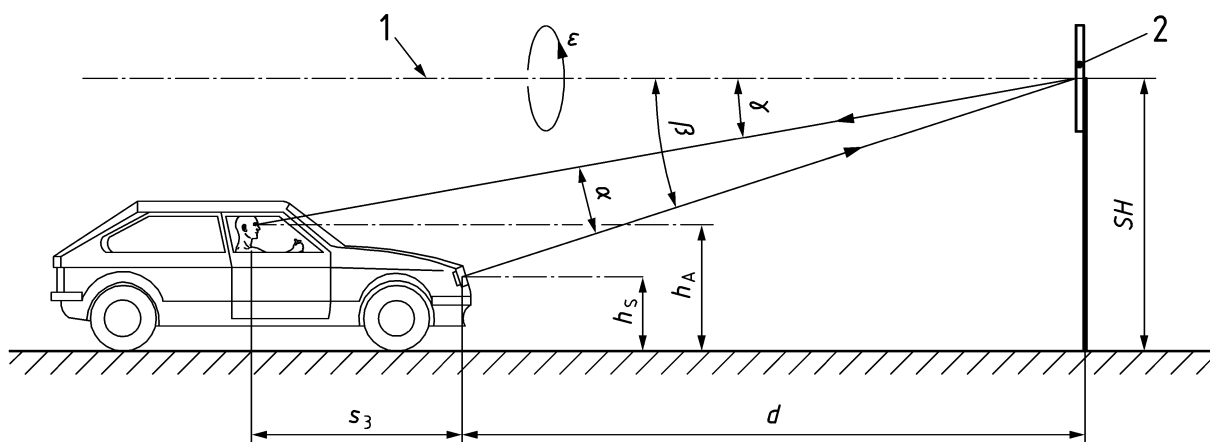
Legende

- 1 Verkehrszeichennormale
- 2 Verkehrszeichen
- d Abstand zwischen Scheinwerfer und Verkehrszeichen

Bild 1 — Lichttechnische Zusammenhänge

Durch das Licht der Scheinwerfer wird auf der Oberfläche des Verkehrszeichens die Beleuchtungsstärke $E_{\perp}$ erzeugt. Sie ist sowohl vom Abstand d des Fahrzeuges zum Verkehrszeichen, von der Position des Zeichens im Verkehrsraum als auch von der Lichtstärkeverteilung der Fahrzeugscheinwerfer abhängig. Näherungsweise gilt die Beziehung:

$$E_{\perp} = I(\beta) \cdot d^{-2} \quad (3)$$



Legende

- | | | |
|--------------------------|--|---|
| 1 Verkehrszeichennormale | SH Höhe des Verkehrszeichenmittelpunktes über der Fahrbahn | h_s Höhe der Scheinwerfer über der Fahrbahn |
| 2 Verkehrszeichen | h_A Höhe des Fahrerauges über der Fahrbahn | s_3 Abstand des Fahrers von den Scheinwerfern in Fahrzeuglängsachse |

Bild 2 — Vereinfachte zweidimensionale Darstellung der Anleuchtungs- und Beobachtungsgeometrie

Im (realen) dreidimensionalen Straßenraum müssen neben den vertikalen auch die horizontalen Komponenten der Winkel sowie die Tatsache, dass ein Fahrzeug im Allgemeinen zwei Scheinwerfer hat, berücksichtigt werden. Der seitliche Abstand des Verkehrszeichens zum Fahrzeug und der Abstand der Scheinwerfer untereinander, in beiden Abbildungen nicht dargestellt, sind für die horizontalen Komponenten der Winkel verantwortlich. Maßgebend für den Rotationswinkel ε ist die Beobachtungsgeometrie. Zu berücksichtigen sind eine eventuelle permanente Verdrehung (ν_v und ν_h) des Zeichens gegenüber der Anleuchtungsrichtung (siehe Bild A.2) sowie eine eventuelle permanente Verdrehung des Reflexstoffes aus seiner Orientierungsachse heraus.

Die Bilder A.3 und A.4 veranschaulichen, wie der Winkel ε aus den vertikalen und horizontalen Komponenten des Beobachtungswinkels α bestimmt werden kann. Der Winkel ε markiert die Lage des Beobachtungswinkels α , analog dazu der Winkel ω die Lage des Anleuchtungswinkels β im Raum (siehe Bild 3).

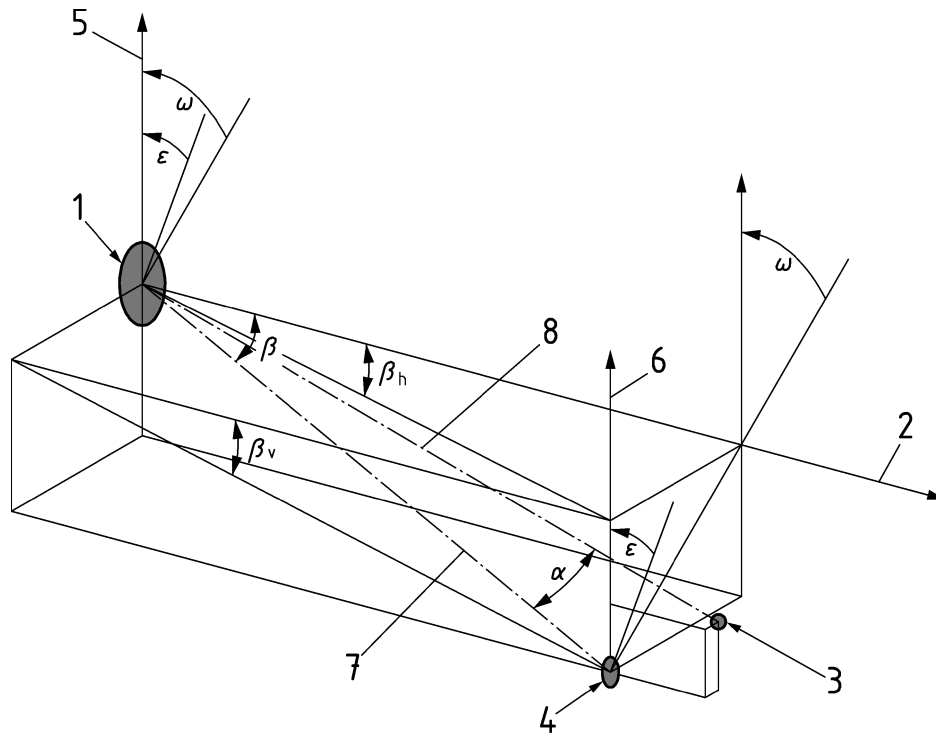
Insbesondere bei mikroprismatischen Reflexstoffen ist die zweidimensionale Betrachtung lückenhaft, und es wird empfohlen, die tatsächlichen Winkel zu berücksichtigen. Im nachfolgenden Abschnitt wird dargelegt, wie die räumlichen Zusammenhänge unterschiedlich betrachtet werden können.

Das Vorhandensein von zwei Augen sowie der Augenabstand selbst werden bei den Winkelbetrachtungen nicht berücksichtigt. Die Fahrzeugscheinwerfer werden als Punktlichtquellen mit der entsprechenden Lichtstärkeverteilungskurve betrachtet. Auch aus diesem Grunde wird nicht empfohlen, Betrachtungen anzustellen, die sich auf Abstände $d < 30$ m beziehen.

3.2 Unterschiedliche Koordinatensysteme

In der CIE 54.2 werden die räumlichen Zusammenhänge zwischen Lichtquelle, Verkehrszeichen und Beobachter aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet. Das Anwendungssystem („Application System“) verwendet zur Beschreibung der räumlichen Zusammenhänge die Winkel α , ε , β , ω , das „geometrische Koordinatensystem“ die Horizontal- und Vertikalkomponenten des Beobachtungs- und des Anleuchtungswinkels α_h , α_v , β_h , β_v . In der Messeinrichtung für Reflexstoffe (Goniophotometer, siehe Bild 4) wird üblicherweise ein Beobachtungswinkel α eingestellt, der keine Aufteilung in Horizontal- und Vertikalkomponenten vorsieht. Im „Goniometer-System“ werden daher zur Beschreibung der räumlichen Zusammenhänge die Winkel α , ε , β_h , β_v ²⁾ verwendet.

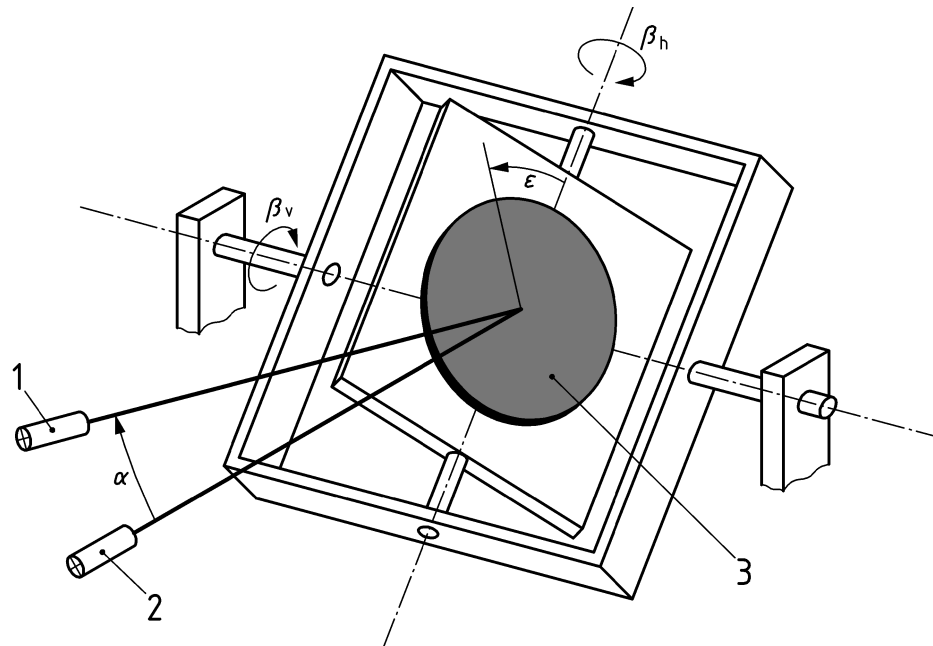
2) Beim CIE-Goniometer wird β_v mit β_1 , β_h mit β_2 bezeichnet.



Legende

1	Verkehrszeichen	5	Orientierungsachse	β_h	horizontale Komponente des Anleuchtungswinkels
2	Verkehrszeichennormale	6	Senkrechte	β_v	vertikale Komponente des Anleuchtungswinkels
3	Beobachter	7	Anleuchtungsachse		
4	Lichtquelle	8	Beobachterachse		

**Bild 3 — Vereinfachte dreidimensionale Darstellung der Anleuchtungs- und Beobachtungsgeometrie
(detaillierte Darstellung siehe A.1)**



Legende

- | | | |
|---------------|------------------|--|
| 1 Photometer | 3 Retroreflektor | β_v vertikale Komponente des Anleuchtungswinkels |
| 2 Lichtquelle | | β_h horizontale Komponente des Anleuchtungswinkels |

Bild 4 — CIE-Goniophotometer zur Messung der spezifischen Rückstrahlwerte

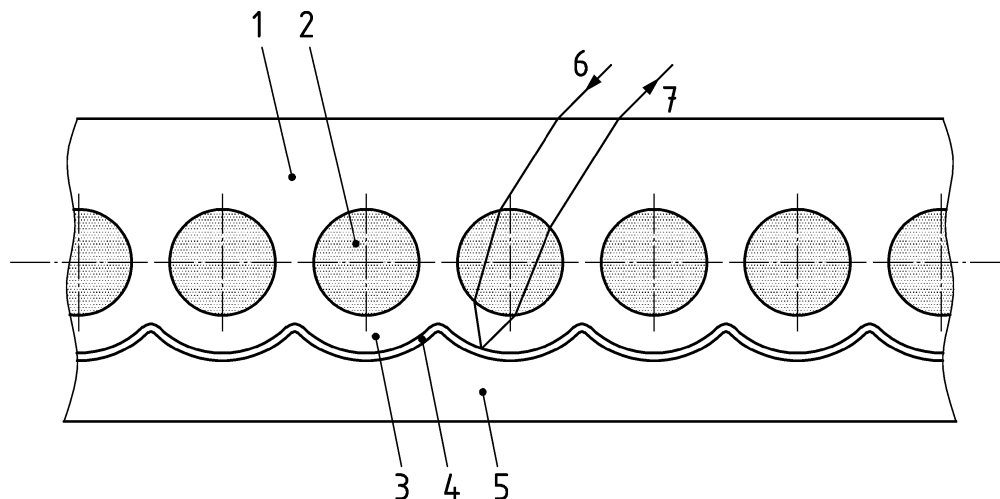
Die Winkel der grundsätzlich gleichwertigen Systeme können durch mathematische Transformationen von einem ins andere System umgerechnet werden (siehe CIE 54.2). Die Wahl eines bevorzugten Koordinatensystems hängt davon ab, ob Materialeigenschaften, räumliche Anordnungen oder Messbedingungen beschrieben werden sollen. Für die Analyse der Ausrichtung reflektierender Elemente in einem Reflexstoff eignet sich das Anwendungssystem besonders, da durch den Orientierungswinkel ω direkt beschrieben wird, aus welcher Richtung der Reflexstoff angeleuchtet wird. Für die anschauliche Beschreibung der räumlichen Anordnung von Fahrer, Scheinwerfer und Verkehrszeichen eignet sich eher das geometrische System mit der Angabe von horizontalen und vertikalen Winkelkomponenten, während das Goniometer-System direkt die einzustellenden Winkel für die Messung des spezifischen Rückstrahlwertes angibt.

4 Retroreflektierende Materialien

Die Wirkung von Reflexstoffen bei Dunkelheit beruht auf dem physikalischen Prinzip der Retroreflexion. Im Gegensatz zur spiegelnden und diffusen Reflexion ist die Retroreflexion dadurch gekennzeichnet, dass auf die Oberfläche eines Reflexstoffes auftreffendes Licht vorzugsweise in Richtung der anleuchtenden Lichtquelle zurückgestrahlt wird. Die DIN 67520 beschreibt Anforderungen an den spezifischen Rückstrahlwert von Reflexstoffen, eingeteilt in verschiedene Leistungsklassen. In DIN 67520:2008-11, Anhang A (informativ), wird der konstruktive Aufbau von Reflexstoffen exemplarisch dargestellt.

Materialien, deren Retroreflexion durch katadioptrisch (brechend und spiegelnd) wirkende Mikroglassperlen erzeugt wird, werden als Aufbau A (Reflexstoff mit eingebundenen Mikroglassperlen) und Aufbau B (Reflexstoff mit eingekapselten Mikroglassperlen) bezeichnet (siehe Bild 5 und Bild 6, entnommen aus DIN 67520:2008-11). Der auf den Reflexstoff auftreffende „Lichtstrahl“ (9) wird beim Übergang vom optisch dünneren Medium „Luft“ in das optisch dichtere Medium „Deckschicht“ (1) gebrochen. Dieser Brechungsvorgang wiederholt sich bei den Übergängen des Lichtstrahls in die „Mikroglassperle“ (4) und in die „Abstandsschicht“ (5) bzw. „Luftschicht“ (3). An der „Reflexschicht“ (6) wird der Lichtstrahl reflektiert. Er verlässt auf fast identischem Weg wieder den Reflexstoff.

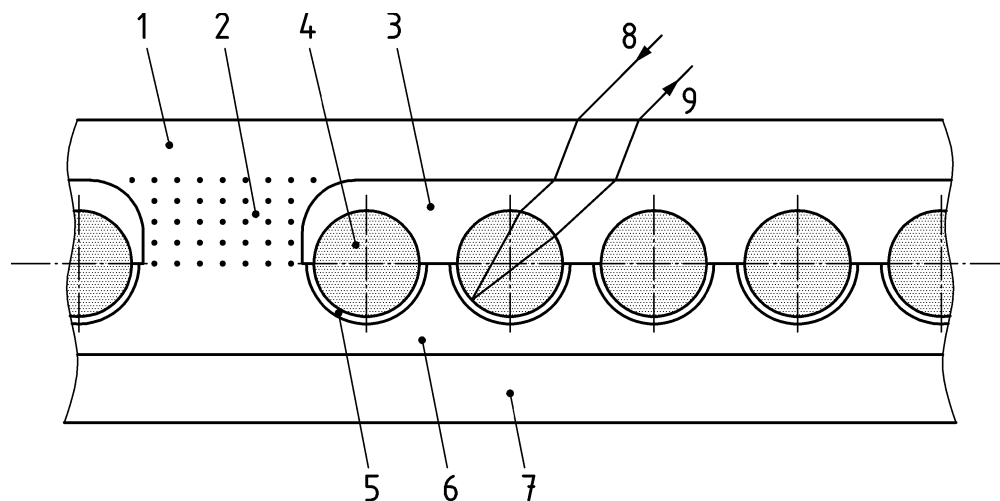
Materialien, deren Retroreflexion auf der Wirkung von Mikroprismen beruht, werden als Aufbau C bezeichnet (Bild 7). In diesem Material sind mikroskopisch kleine Prismen in ein Trägermaterial eingepreßt. Der auf den Reflexstoff auftreffende „Lichtstrahl“ (9) erfährt nach dem Durchgang durch die „Deckschicht“ (1) an den Oberflächen der Mikroprismen eine Totalreflexion, um dann wieder unter demselben Winkel aus dem Reflexstoff auszutreten.



Legende

- | | | | |
|---|-----------------|---|---------------------------|
| 1 | Deckschicht | 5 | Klebeschicht |
| 2 | Mikroglasperlen | 6 | auftreffender Lichtstrahl |
| 3 | Abstandsschicht | 7 | reflektierter Lichtstrahl |
| 4 | Reflexschicht | | |

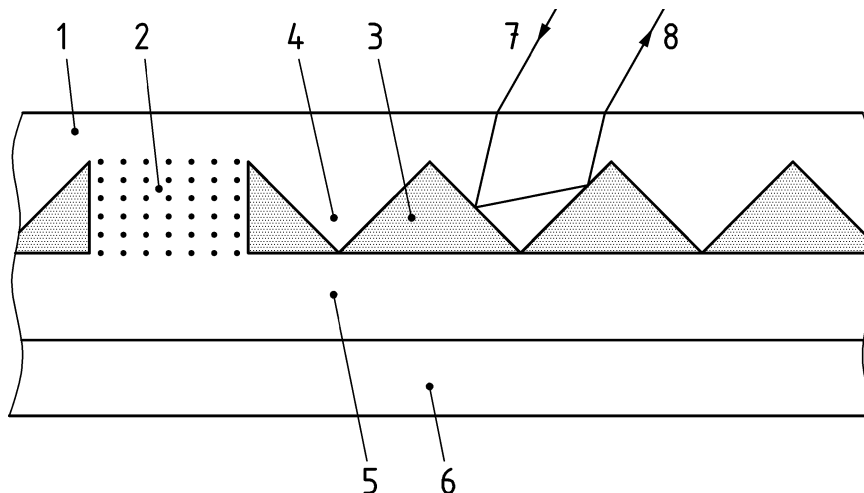
Bild 5 — Reflexstoff mit eingebundenen Mikroglasperlen (Aufbau A)



Legende

- | | | | |
|---|----------------|---|---------------------------|
| 1 | Deckschicht | 6 | Trägerschicht |
| 2 | Verschweißung | 7 | Klebeschicht |
| 3 | Luftschicht | 8 | auftreffender Lichtstrahl |
| 4 | Mikrogaskugeln | 9 | reflektierter Lichtstrahl |
| 5 | Reflexschicht | | |

Bild 6 — Reflexstoff mit eingekapselten Mikrogaskugeln (Aufbau B)



Legende

1	Deckschicht	5	Trägerschicht
2	Verschweißung	6	Klebeschicht
3	Luftschicht	7	auftreffender Lichtstrahl
4	Mikroprismen	8	reflektierter Lichtstrahl

Bild 7 — Reflexstoff mit Mikroprismen (Aufbau C)

5 Verkehrszeichenpositionen

Verkehrszeichen können grundsätzlich seitlich neben oder über der Fahrbahn angebracht werden. Die für verschiedene Straßentypen variierenden Entwurfsparameter, wie beispielsweise die Fahrbahnbreite oder der Kurvenradius, führen dazu, dass Verkehrszeichen eine Vielzahl von Positionen relativ zur Bewegungsrichtung eines Fahrzeuges und damit relativ zu einem sich nähernden Beobachter einnehmen können.

In Deutschland bestehen für den Entwurf von Straßen zahlreiche, in Regelwerken hinterlegte Festlegungen. Die wesentlichen (nicht jedoch die vollständigen) Kriterien, die Einfluss auf die räumliche Anordnung von Verkehrszeichen haben, werden in den

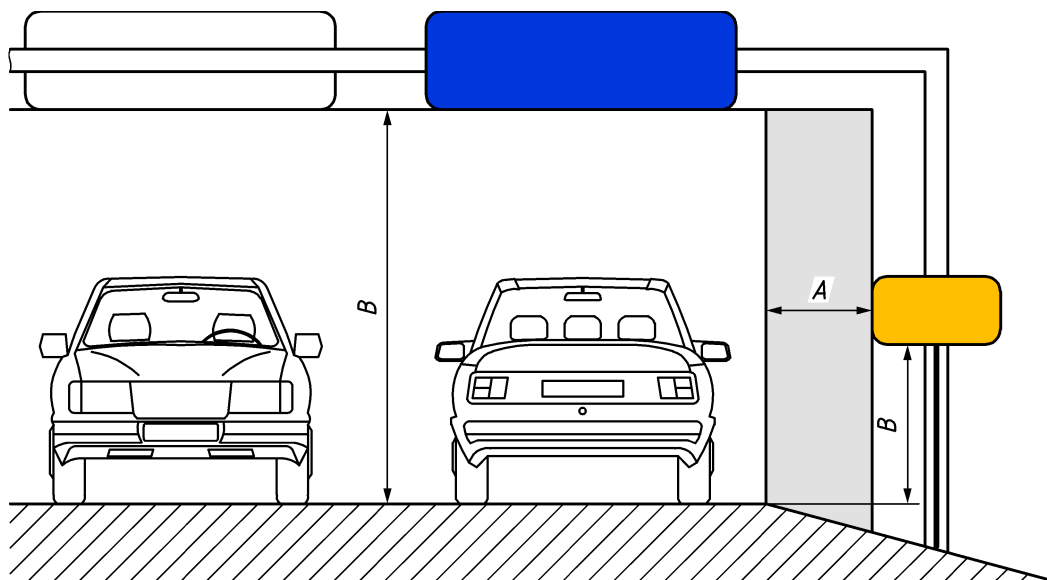
- Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA),
 - Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL),
 - Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt) und
 - im Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren
- angegeben.

Tabelle 1 — Verknüpfungsmatrix zur Ableitung der Straßenkategorie mit Kennzeichnung der Geltungsbereiche der Richtlinien (nach: Richtlinien für integrierte Netzgestaltung — RIN 2008)

Verbindungsstufe		Kategoriegruppe				
		Auto- bahnen	Land- straßen	Anbaufreie Hauptverkehrs- straßen	Angebaute Hauptverkehrs- straßen	Erschließungs- straßen
		AS	LS	VS	HS	ES
Kontinental	0	AS 0		—	—	—
Großräumig	I	AS I	LS I		—	—
Überregional	II	AS II	LS II	VS II		—
Regional	III	—	LS III	VS III	HS III	
Nahräumig	IV	—	LS IV	—	HS IV	ES IV
Kleinräumig	V	—	LS V	—	—	ES V
zugehörige Richtlinie		RAA	RAL	RASt		
AS I vorkommend, Bezeichnung der Kategorie						
problematisch aufgrund von Konflikten aus Funktionsüberlagerungen						
— nicht vorkommend oder nicht vertretbar						

Danach werden Straßen einerseits hinsichtlich der Lage zu bebauten Gebieten, dem Straßenumfeld und der Funktion (Kategoriegruppe AS, LS, VS, HS, ES) und andererseits hinsichtlich ihrer Verbindungsfunktion zwischen raumplanerischen Ebenen (Verbindungsfunktionsstufe 0 bis V) eingeteilt und bemessen.

In den genannten Richtlinien und Empfehlungen für Straßen (RAA, RAL, RAS) werden die geometrischen Entwurfskriterien, wie maximaler Kurvenradius, maximale Steigung, maximaler Kuppenhalbmesser und minimaler Wannenhalbmesser, weitgehend aus der Entwurfsgeschwindigkeit abgeleitet. Bei dem Entwurf von Kreisverkehrsplätzen sind die Entwurfskriterien abhängig vom Anwendungsbereich, von der Bebauung (Orts-umfahrungen außerhalb bebauter Gebiete bzw. Anliegerstraßen innerhalb bebauter Gebiete) sowie von der zu erwartenden Fahrzeugart.



Legende

- A Breite lichter Raum
B Höhe der Unterseite des Verkehrszeichens über der Fahrbahn

Bild 8 — Anordnung von Verkehrszeichen im Verkehrsraum

Tabelle 2 — Abstände im Verkehrsraum (siehe Bild 8 und [1])

Aufstellort		A	B
innerorts	neben der Fahrbahn	0,50 m (0,30 m) ^a	2,00 m (0,60 m) ^a
	über Fuß-/Radweg	—	2,20 m (2,05 m) ^a
	über der Fahrbahn		≥ 4,50 m (4,70 m) ^b
außerorts	neben der Fahrbahn	1,50 m (1,00 m) ^a	≥ 1,00 m (≥ 1,50 m) ^c
	über der Fahrbahn	—	≥ 5,00 m (4,70 m) ^d
^a nur in Ausnahmefällen ^b wenn Hocheinbau zu erwarten ist ^c im Damm/Einschnittbereich ^d auf Autobahnen			

In den „Hinweisen für das Anbringen von Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen (HAV)“ [1] werden die bei der Aufstellung von Verkehrszeichen zu berücksichtigenden Abstände im Verkehrsraum als Breite des lichten Raumes A und Höhe der Unterkante des Verkehrszeichens über der Fahrbahn B genannt (siehe Bild 8).

Zur Ermittlung typischer Anordnungen von Verkehrszeichen im Verkehrsraum wurden die Entwurfparameter für Straßenbauprojekte aus den einzelnen Regelwerken bezüglich der auftretenden Fahrstreifenanzahl und Richtungsfahrbahnen gruppiert. Da die Regelwerke, wenn auch für unterschiedliche Straßenkategorien, zum Teil ähnliche Anordnungen beschreiben, können zwei typische Szenarien ermittelt werden. Positionen von Verkehrszeichen in diesen Szenarien sind in Bild 9 und Bild 10 dargestellt.

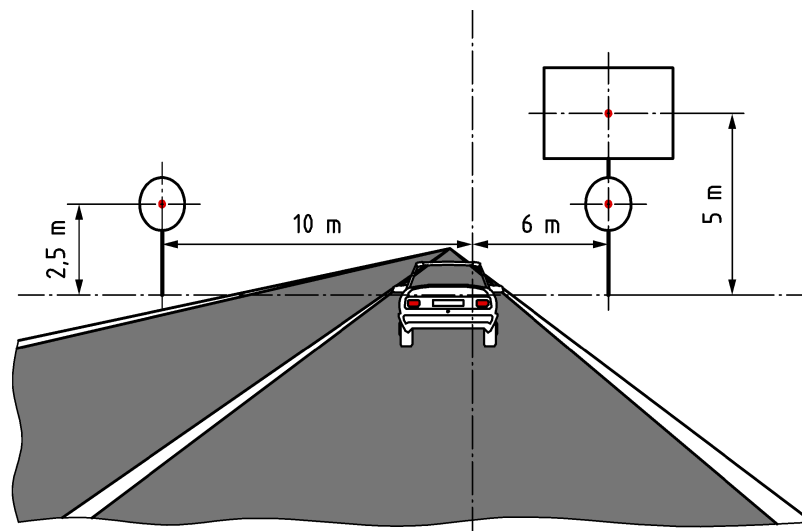


Bild 9 — Typische Anordnung von Verkehrszeichen für eine Straße mit zwei Richtungsfahrbahnen