

Straßenbeleuchtung
Teil 3: Berechnung der Gütemerkmale
Deutsche Fassung prEN 13201-3 : 1998

DIN
EN 13201-3

Einsprüche bis 31. Aug 1998

ICS 93.080.40

Road lighting – Part 3: Calculation of performance;
German version prEN 13201-3 : 1998

Eclairage public – Partie 3: Calcul des performances;
Version allemande prEN 13201-3 : 1998

Vorgesehen mit
Entwurf DIN EN 13201-1 : 1998-07,
Entwurf DIN EN 13201-2 : 1998-07 und
Entwurf DIN EN 13201-4 : 1998-07
als Ersatz für
DIN 5044-1 : 1981-09,
DIN 5044-2 : 1982-08,
DIN 67523-1 : 1988-04,
DIN 67523-2 : 1988-04 und
DIN 67528 : 1993-12

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten an den Normenausschuß Lichttechnik (FNL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).

Nationales Vorwort

Der vorliegende Europäische Norm-Entwurf wurde von einer gemeinsamen Arbeitsgruppe (Federführung: Vereinigtes Königreich) des CEN/TC 169 "Licht und Beleuchtung" (Sekretariat: Deutschland) und des CEN/TC 226 "Straßenausstattung" (Sekretariat: Frankreich) unter deutscher Mitarbeit erarbeitet.

Der für die deutsche Mitarbeit zuständige Arbeitsausschuß im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist der als Spiegelausschuß eingesetzte Arbeitsausschuß FNL 11/FGSV 3.9 "Außenbeleuchtung".

Folgende Regeln waren die Grundlage der deutschen Mitarbeit:

- DIN 5044-1 Ortsfeste Verkehrsbeleuchtung – Beleuchtung von Straßen für den Kraftfahrzeugverkehr – Allgemeine Gütemerkmale und Richtwerte
- DIN 5044-2 Ortsfeste Verkehrsbeleuchtung – Beleuchtung von Straßen für den Kraftfahrzeugverkehr – Berechnung und Messung
- DIN 67523-1 Beleuchtung von Fußgängerüberwegen (Zeichen 293 StVO) mit Zusatzbeleuchtung – Allgemeine Gütemerkmale und Richtwerte
- DIN 67523-2 Beleuchtung von Fußgängerüberwegen (Zeichen 293 StVO) mit Zusatzbeleuchtung – Berechnung und Messung
- DIN 67528 Beleuchtung von Parkplätzen und Parkbauten
- Richtlinien für die Beleuchtung in Anlagen für Fußgängerverkehr (Herausgeber FGSV)

Änderungen

Gegenüber DIN 5044-1 : 1981-09, DIN 5044-2 : 1982-08, DIN 67523-1 : 1988-04, DIN 67523-2 : 1988-04 und DIN 67528 : 1993-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhalt vollständig überarbeitet.
- b) Um Anforderungen anderer Europäischer Länder ergänzt.

Fortsetzung 26 Seiten prEN

Normenausschuß Lichttechnik (FNL) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN

– Leerseite –

ICS

Deskriptoren:

Deutsche Fassung

Straßenbeleuchtung

Teil 3: Berechnung der Gütemerkmale

Road lighting – Part 3: Calculation of performance

Éclairage public – Partie 3: Calcul des performances

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur CEN-Umfrage vorgelegt. Er wurde von der gemeinsamen Arbeitsgruppe CEN/TC 169/226 JWG erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CEN in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Normative Verweisungen	2
3 Definitionen, Symbole und Abkürzungen	3
4 Mathematische Vereinbarungen	6
5 Photometrische Daten	6
6 Berechnung von $I(C, \gamma)$	12
7 Berechnung der photometrischen Größen	15
8 Berechnung der Qualitäts-Charakteristik	24
9 Hilfsdaten	25
Anhang A (informativ) Literaturhinweise	27

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde von der gemeinsamen Arbeitsgruppe von CEN/TC 169 "Licht und Beleuchtung" und CEN/TC 226 "Straßenausstattung" erarbeitet.

Diese Norm, prEN xxxx "Straßenbeleuchtung", besteht aus vier Teilen. Dieses Dokument ist

Teil 3: "Berechnung der Gütemerkmale"

Die anderen Teile dieser Norm sind:

Teil 1: "Auswahl der Beleuchtungsklassen"

Teil 2: "Gütemerkmale"

Teil 4: "Methoden zur Messung der Gütemerkmale von Straßenbeleuchtungsanlagen"

Einleitung

Die in diesem Teil der Europäischen Norm prEN xxxx beschriebenen Berechnungsmethoden ermöglichen die Berechnung der Gütemerkmale der Straßenbeleuchtung nach vereinbarten Verfahren, die in prEN xxxx-2 festgelegt werden, so daß die Ergebnisse, die aus unterschiedlichen Quellen stammen, eine einheitliche Basis erhalten.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm definiert und beschreibt die Vereinbarungen und mathematischen Verfahren, die bei der Berechnung der lichttechnischen Gütemerkmale von Straßenbeleuchtungsanlagen zu verwenden sind, die nach prEN xxxx-1 und prEN xxxx-2 ausgelegt wurden.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Die normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen und Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der Publikation, auf die Bezug genommen wird.

prEN 12665	Angewandte Lichttechnik – Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung
prEN 13032-1	Angewandte Lichttechnik – Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten – Teil 1: Messung
prEN xxxx-1	Straßenbeleuchtung – Teil 1: Auswahl der Beleuchtungsklassen
prEN xxxx-2	Straßenbeleuchtung – Teil 2: Gütemerkmale

3 Definitionen, Symbole und Abkürzungen

3.1 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1.1 Ausstrahlungswinkel (eines Lichtstrahls) (γ): Winkel zwischen der Lichtausstrahlungsrichtung und der ersten photometrischen Achse der Leuchte.

ANMERKUNG 1: Einheit: ° (Grad)

ANMERKUNG 2: Siehe Bild 1.

3.1.2 Azimut (eines Lichtstrahls) (C): Winkel zwischen der vertikalen Halbebene, die die Lichtausstrahlungsrichtung enthält und der Referenz-Halbebene, die die erste photometrische Achse der Leuchte in Meßlage enthält.

ANMERKUNG 1: Einheit: ° (Grad).

ANMERKUNG 2: Siehe Bild 1.

3.1.3 Lichteinfallswinkel (eines Lichtstrahls an einem Punkt der Fahrbahnoberfläche) (ε): Winkel zwischen dem Lichtstrahl und der Normalen der Fahrbahnoberfläche.

ANMERKUNG 1: Einheit: ° (Grad).

ANMERKUNG 2: Siehe Bild 4 und Bild 15.

3.1.4 Ablenkungswinkel (hinsichtlich des Leuchtdichkoeffizienten) (β): Komplementärwinkel zwischen der vertikalen Ebene, die durch die Leuchte und den betrachteten Punkt definiert wird, und der vertikalen Ebene, die durch den Beobachter und den betrachteten Punkt definiert wird.

ANMERKUNG 1: Einheit: ° (Grad).

ANMERKUNG 2: Siehe Bild 4.

3.1.5 Leuchtdichkoeffizient (auf einem Element der Fahrbahnoberfläche, in vorgegebener Richtung, unter definierten Beleuchtungsbedingungen) (q): Quotient zwischen der Leuchtdichte des Oberflächenelementes in vorgegebener Richtung und der Beleuchtungsstärke auf der Oberfläche.

ANMERKUNG 1: Einheit: sr^{-1} .

ANMERKUNG 2: $q = \frac{L}{E}$ (1)

dabei ist:

- q der Leuchtdichkoeffizient in sr^{-1} ;
- L die Leuchtdichte in cd/m^2 ;
- E die Beleuchtungsstärke in lx.

3.1.6 Reduzierter Leuchtdichkoeffizient (für einen Punkt der Oberfläche) (r): Der reduzierte Leuchtdichkoeffizient ist der mit der 3. Potenz des Kosinus' des Lichteinfallswinkels des Lichtes an dem Punkt multiplizierte Leuchtdichkoeffizient.

ANMERKUNG 1: Einheit: sr^{-1} .

ANMERKUNG 2: Dies kann durch folgende Gleichung beschrieben werden:

$$r = q \cos^3 \varepsilon \quad (2)$$

dabei ist:

- q der Leuchtdichkoeffizient in sr^{-1} ;
- ε der Lichteinfallswinkel in Grad.

ANMERKUNG 3: Der Beobachtungswinkel α (siehe Bild 4) beeinflusst den Wert von r . Für die Berechnungen zur Straßenbeleuchtung wurde dieser Winkel auf 1° festgelegt. r ist für Werte von α von 0,5° bis 1,5° näherungsweise konstant. Berechnungen der Leuchtdichte von Straßenoberflächen werden im allgemeinen für diesen Winkelbereich durchgeführt.

3.1.7 Meßlage (einer Leuchte) (θ_m): Winkel zwischen der definiert vorgegebenen Achse und der Horizontalen, wenn die Leuchte für die Messung positioniert ist.

ANMERKUNG 1: Siehe Bild 1 und Bild 8.

ANMERKUNG 2: Die definiert vorgegebene Achse kann jedes Merkmal der Leuchte bestimmen, im allgemeinen liegt diese jedoch bei seitlich montierten Leuchten in der Mündung der Leuchtenüberdachung in einer Linie mit der Achse der Muffenverbindung. Ein weiteres allgemein übliches Merkmal ist die Achse des Muffenverbindungseingangs.

3.1.8 Betriebsneigung (einer Leuchte) (θ_b): Winkel zwischen der definiert vorgegebenen Achse der für die Anwendungspraxis montierten Leuchte und der Horizontalen.

ANMERKUNG 1: Siehe Bild 1 und Bild 8.

ANMERKUNG 2: Die definiert vorgegebene Achse kann jedes Merkmal der Leuchte bestimmen, im allgemeinen liegt diese jedoch bei seitlich montierten Leuchten in der Mündung der Leuchtenüberdachung in einer Linie mit der Achse der Muffenverbindung. Ein weiteres allgemein übliches Merkmal ist die Achse des Muffenverbindungseingangs.

3.1.9 Orientierungswinkel (einer Leuchte) (ν): Bei senkrecht stehender ersten photometrischen Achse der Leuchte ist der Orientierungswinkel der Winkel, den eine gewählte Referenz-Richtung mit der $C = 0^\circ$, $\gamma = 90^\circ$ -Meßrichtung der Leuchte bildet.

ANMERKUNG 1: Einheit: $^\circ$ (Grad).

ANMERKUNG 2: Bei einer geraden Straße ist die Referenz-Richtung die Längsrichtung.

ANMERKUNG 2: Die Vereinbarungen sind in Bild 7 dargestellt.

ANMERKUNG 4: Zur Beschreibung der ersten photometrischen Achse einer Leuchte siehe prEN 13032-1.

3.1.10 Drehwinkel (einer Leuchte) (ψ): Winkel, den die erste photometrische Achse der Leuchte mit dem Fußpunkt der Leuchte bildet, wenn die Meßlage Null ist.

ANMERKUNG 1: Einheit: $^\circ$ (Grad).

ANMERKUNG 2: Die Vereinbarungen sind in Bild 7 dargestellt.

3.1.11 Erste photometrische Achse (einer Leuchte, die im (C, γ) -Koordinatensystem gemessen wird): Vertikale Achse durch den Lichtschwerpunkt der Leuchte in Meßlage.

ANMERKUNG 1: Die Pole des (C, γ) -Koordinatensystem liegen auf dieser Achse. Siehe Bild 1.

ANMERKUNG 2: Die Achse ist geneigt, wenn die Leuchte gegenüber der Meßlage geneigt ist.

ANMERKUNG 3: Zur Beschreibung der ersten photometrischen Achse einer Leuchte siehe prEN 13032-1.

3.1.12 Längsrichtung: Zur Straßenachse parallel liegende Richtung.

3.1.13 Querrichtung: Rechtwinklig zur Straßenachse liegende Richtung.

ANMERKUNG: In einer Kurve der Straße entspricht die Querrichtung dem Krümmungsradius am betrachteten Punkt der Straße.

3.1.14 Installationsazimut (hinsichtlich eines gegebenen Punktes der Straßenoberfläche und einer gegebenen Leuchte in Meßlage) (ϕ): Winkel, der bei einer Leuchte in Meßlage von einer gewählten Referenz-Richtung – bei einer geraden Straße die Längsrichtung – mit der vertikalen Ebene gebildet wird, die durch den gegebenen Punkt und die erste photometrische Achse der Leuchte definiert ist.

ANMERKUNG 1: Einheit: $^\circ$ (Grad).

ANMERKUNG 2: Siehe Bild 4.

3.2 Liste der Symbole und Abkürzungen

Die in dieser Norm verwendeten Symbole und Abkürzungen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Symbole und Abkürzungen

Größe		Einheit
Symbol	Name oder Bezeichnung	
C	Photometrischer Azimut (Bild 1)	° (Grad)
D	Abstand zwischen Berechnungspunkten in Längsrichtung	m
d	Abstand zwischen Berechnungspunkten in Querrichtung	m
E	Beleuchtungsstärke	lx
F	Lichtstrom einer Lampe oder der Lampen einer Leuchte	klm
H	Lichtpunkthöhe	m
j, m	Zeilen- und Spaltennummern einer Tabelle	–
L	Leuchtdichte	cd/m ²
I	Lichtstärke	cd/klm
MF	Produkt aus Lampenwartungsfaktor und Leuchtenwartungsfaktor	–
N	Anzahl der Punkte in Längsrichtung	–
n	Anzahl der Punkte in Querrichtung	–
q	Leuchtdichtekoeffizient	sr ⁻¹
r	reduzierter Leuchtdichtekoeffizient	sr ⁻¹
S	Leuchtenabstand	m
T/I	Schwellenwerterhöhung	%
L_v	Schleierleuchtdichte	cd/m ²
W_L	Breite der Fahrspur	m
W_r	Breite der betrachteten Fläche	m
x	Abszisse im (x,y)-Koordinatensystem (Bild 6)	m
y	Ordinate im (x,y)-Koordinatensystem (Bild 6)	m
α	Winkel zwischen einfallendem Lichtstrahl und der Normalen auf der ebenen Oberfläche des Halbzylinders, der bei der Messung der halbzyklindrischen Beleuchtungsstärke verwendet wird (Bild 15) oder der benannten vertikalen Ebene zur Messung der vertikalen Bleuchtungsstärke	° (Grad)
γ	Ausstrahlungswinkel (Bild 1)	° (Grad)
θ_i	Betriebsneigung (Bild 8)	° (Grad)
θ_m	Meßlage (Bild 8)	° (Grad)
δ	Aufneigung (Bild 8)	° (Grad)
φ	Installationsazimut (Bild 4)	° (Grad)
ψ	Drehwinkel der Leuchte (Bild 1)	° (Grad)

4 Mathematische Vereinbarungen

Es gelten folgende Grundvereinbarungen für die mathematischen Verfahren, die in dieser Norm beschrieben werden:

- Die Leuchte wird als punktförmige Lichtquelle betrachtet;
- Licht, daß von der Umgebung reflektiert wird, und interreflektiertes Licht wird vernachlässigt;
- Abschattung des Lichtes der Leuchten durch Bäume oder andere Objekte wird vernachlässigt;
- Die Fahrbahnoberfläche ist eben und besitzt innerhalb der betrachteten Fläche einheitliche Reflexionseigenschaften.

5 Photometrische Daten

5.1 Allgemeines

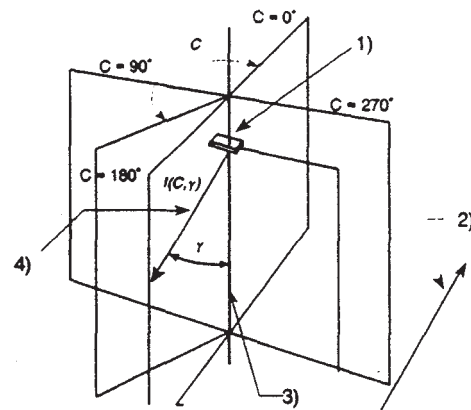
Die lichttechnischen Daten der Lichtverteilung der in den Beleuchtungsanlagen verwendeten Leuchten werden benötigt, um die Berechnungen der lichttechnischen Eigenschaften der Beleuchtung gemäß dieser Norm durchführen zu können. Diese Daten werden in Form einer Lichtstärketabelle (*I*-Tabelle), die die Verteilung der von der Leuchte in allen relevanten Richtungen emittierten Lichtstärke angibt, dargestellt. Wenn Leuchtdichteberechnungen vorzunehmen sind, sind die photometrischen Daten der Reflexionseigenschaften der Straßenoberfläche in Form einer *r*-Tabelle erforderlich.

Bei der Anwendung beider Tabellen werden Interpolationen benötigt, um Schätzwerte für Richtungen, die zwischen den tabellierten Winkeln liegen, zu ermöglichen.

5.2 Die Lichtstärketabelle

Für die Berechnungen, die in dieser Norm vorgenommen werden, ist eine in Übereinstimmung mit prEN 13032-1 angefertigte Lichtstärketabelle (*I*-Tabelle) erforderlich. Für Leuchten von Straßenbeleuchtungsanlagen wird das (*C*, γ)-Koordinatensystem, wie in Bild 1 dargestellt, verwendet, für Leuchten von Flutlichtanlagen kann das (β , β)-Koordinatensystem verwendet werden. In Bild 1 ist die Leuchte in der Betriebsneigung dargestellt.

Die Lichtstärke einer Leuchte mit allen Lichtquellen wird in Candela pro Kilolumen (cd/klm) angegeben.



- 1) Leuchte in Betriebsneigung
- 2) Längsrichtung
- 3) Erste photometrische Achse
- 4) Richtung der Lichtstärke

Bild 1: Orientierungswinkel des (*C*, γ)-Koordinatensystems in Bezug auf die Längsrichtung der Fahrbahn

Die in dieser Norm festgelegten maximalen Winkelintervalle wurden ausgewählt, um eine akzeptable Interpolations-Genauigkeit bei der Anwendung der empfohlenen Interpolationsverfahren zu gewährleisten.

Im (*C*, γ)-Koordinatensystem müssen die unten angegebenen Winkelintervalle mit Lichtstärkewerten versehen werden.

Für alle Leuchten dürfen die Winkelintervalle in den vertikalen Ebenen von 0° bis 180° (γ) höchstens 2,5° betragen. Im Azimut müssen die Intervalle je nach der Symmetrie der Lichtverteilung der Leuchte wie folgt variiert werden:

- a) Leuchten ohne Symmetrie in Bezug auf die $C = 0^\circ$ -Ebene: Beginnend bei 0° und endend bei 355° dürfen die Intervalle höchstens 5° betragen, wenn die Leuchte sich in Meßlage befindet;

- b) Leuchten mit Symmetrie in Bezug auf die $C = 270^\circ - 90^\circ$ - Ebene: Beginnend bei 270° und endend bei 90° dürfen die Intervalle höchstens 5° betragen, wenn die Leuchte sich in Meßlage befindet;
- c) Leuchten mit Symmetrie in Bezug auf die $C = 270^\circ - 90^\circ$ und $C = 0^\circ - 180^\circ$ - Ebene: Beginnend bei 0° und endend bei 90° dürfen die Intervalle höchstens 5° betragen, wenn die Leuchte sich in Meßlage befindet;
- d) Leuchten mit in allen C-Ebenen gleicher Lichtverteilung: Es wird nur eine repräsentative Messreihe in einer Vertikalen (einer C-Ebene) benötigt.

ANMERKUNG: Die Winkelabstände, die in der CIE-Publikation 30.2 für I -Tabellen empfohlen werden, sind größer als die hier empfohlenen. Sie ergeben keine zufriedenstellende Genauigkeit für die Berechnungen der Beleuchtungsstärke.

5.3 Interpolation in der Lichtstärketabelle

Wenn die Lichtstärke in einer Richtung ermittelt werden muß, die nicht in einer der Richtungen liegt, in denen Messungen durchgeführt wurden, so ist eine lineare oder quadratische Interpolation notwendig, um die Lichtstärke in der gewünschten Richtung zu bestimmen. Die lineare Interpolation ist das einfachere Verfahren. Sie kann angewandt werden, wenn die Winkelintervalle mit den in Abschnitt 5.2 festgelegten Intervallen übereinstimmen. Wenn die Winkelintervalle größer sind, ist es notwendig, eine quadratische Interpolation anzuwenden.

5.3.1 Lineare Interpolation

Um die Lichtstärke $I(C, \gamma)$ zu bestimmen, ist es notwendig, zwischen den vier Lichtstärkewerten zu interpolieren, die der Richtung (C, γ) am nächsten liegen. Siehe hierzu Bild 2.

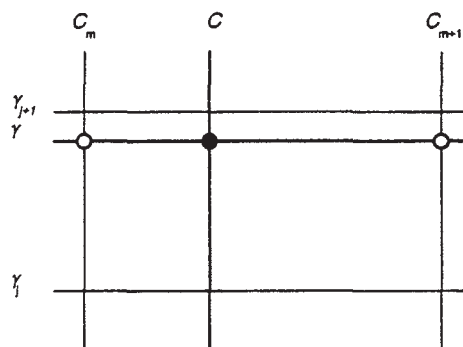


Bild 2: Für die lineare Interpolation der Lichtstärke erforderliche Winkel

Für diesen Zweck müssen die folgenden Gleichungen oder mathematisch äquivalente Gleichungen verwendet werden:

$$K_1 = \frac{C_m - C}{C_m - C_{m+1}} \quad (3)$$

$$K_2 = \frac{\gamma_j - \gamma}{\gamma_j - \gamma_{j+1}} \quad (4)$$

dabei ist:

- K_1 und K_2 sind durch die Gleichung bestimmte Konstanten;
 C ist der Azimut, gemessen über der ersten photometrischen Achse;
 γ ist der vertikale Winkel, gemessen von der ersten photometrischen Achse;
 $j, j + 1, m, m + 1$ sind Spalten- oder Zeilennummern in der I -Tabelle.

$$I(C, \gamma_j) = I(C_m, \gamma_j) - K_1 \times [I(C_m, \gamma_j) - I(C_{m+1}, \gamma_j)] \quad (5)$$

$$I(C, \gamma_{j+1}) = I(C_m, \gamma_{j+1}) - K_1 \times [I(C_m, \gamma_{j+1}) - I(C_{m+1}, \gamma_{j+1})] \quad (6)$$