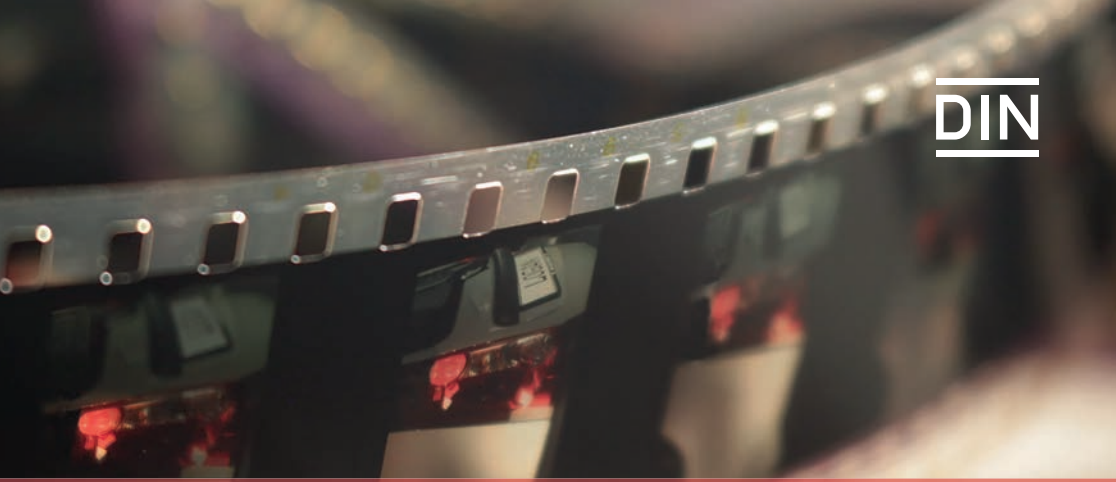


Egbert Koppe

Analoge Kinefilmformate und Kinefilmtechnik

Grundlage der Umsetzung der Digitalisierung von Kinefilmen nach DIN SPEC 15587

Beuth

medien-digital.de
Studio für Medien-Digitalisierung und Medien-Archivierung

FILM-DIGITALISIERER
Medien-digitalisierung Zoller
videofilmen
1/2017
TESTSIEGER

MEHR SERVICE FÜR IHR ARCHIV – DIGITALISIERUNG IM GROSSAUFTRAG.

Komplexe Archive, unüberschaubare Mengen analoger Medien, penibel geordnet oder chaotische Sortierung – wir digitalisieren Archive in großem Umfang!

Mit unserer langjährigen Erfahrung unterstützen wir Sie bei diesem Projekt von der Erfassung der Medien bis zur systemorientierten Datenlagerung und Verwendung der Digitalisate.

Mehr Informationen unter: **www.medien-digital.de**

SCHMALFILM | VIDEO | DIA | NEGATIVE | FOTOS | AUDIO

Analoge Kinefilmformate und Kinefilmtechnik

DIN

Egbert Koppe

Analoge Kinefilmformate und Kinefilmtechnik

Grundlage der Umsetzung der Digitalisierung von Kinefilmen nach DIN SPEC 15587

1. Auflage 2021

Herausgeber:
DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Beuth Verlag GmbH · Berlin · Wien · Zürich

Herausgeber: DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

© 2021 Beuth Verlag GmbH
Berlin · Wien · Zürich
Saatwinkler Damm 42/43
13627 Berlin

Telefon: +49 30 2601.0
Telefax: +49 30 2601.1260
Internet: www.beuth.de
E-Mail: kundenservice@beuth.de

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in elektronische Systeme.

Die im Werk enthaltenen Inhalte wurden von Verfasser und Verlag sorgfältig erarbeitet und geprüft. Eine Gewährleistung für die Richtigkeit des Inhalts wird gleichwohl nicht übernommen. Der Verlag haftet nur für Schäden, die auf Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit seitens des Verlages zurückzuführen sind. Im Übrigen ist die Haftung ausgeschlossen.

© für DIN-Normen DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin.

Titelbild: © Lutz Dieckmann, Nutzung unter Lizenz von pixabay.com
Satz: Beuth Verlag GmbH, Berlin
Druck: Print Group, Szczecin
Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier nach DIN EN ISO 9706

ISBN 978-3-410-30156-1
ISBN (E-Book) 978-3-410-30134-9

Autorenporträt

Egbert Koppe, geb. 1954, studierte Informationstechnik an der IH-Mittweida und arbeitete anschließend mehrere Jahre als Entwicklungsingenieur für Videotechnik. Von 1986 bis 1990 war er im Staatlichen Filmarchiv der DDR angestellt, von 1990 bis 2018 hatte er verschiedene Leitungspositionen in der Abteilung Filmarchiv im Bundesarchiv inne. Seit 2018 ist er für die DEFA-Stiftung tätig und berät u. a. Hersteller von Technik zur Filmdigitalisierung. Er ist Mitglied in der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) und im Verband der Restauratoren (VdR), Fachgruppe Fotografie/Film/Audiovisuelles Kulturgut. Seit vielen Jahren begleitet er fachlich Filmarchive weltweit und lehrt an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin. Als Mitglied des DIN-Normenausschusses Veranstaltungstechnik, Bild und Film (NVBF) arbeitete Egbert Koppe an der DIN SPEC 15587 mit und ist in die Aktivitäten des DIN in der CEN- und ISO-Standardisierung involviert.

Vorwort

Während das in erster Auflage 2016 erschienene „Normenhandbuch Analoge Kinefilme und Fotografien“ DIN-, DIN ISO- und ISO-Normen enthält, welche sich vorrangig auf Aspekte der Haltbarkeitsprüfung, der Handhabung und der optimalen Lagerung der Träger kinematografischer und fotografischer Aufzeichnungen beziehen, liegt der Schwerpunkt dieses Normenhandbuchs auf Normen, in welchen Festlegungen zu Abmaßen der Filmträger, zu Abmaßen und Positionen der Bild- und Tonaufzeichnungen auf diesen Trägern sowie zu den Anforderungen an die zur Duplikation bzw. Wiedergabe dieser Bild- und Tonaufzeichnungen benötigten Geräte getroffen werden.

Dies vor dem Hintergrund dessen, dass der gesellschaftliche und politische Konsens, die riesigen Bestände analoger Kinefilmaufzeichnungen so lange wie möglich im Original zu erhalten, nur Sinn ergibt, wenn wir auch zukünftig in der Lage sind, diese Bestände im Rahmen einer Digitalisierung zugänglich zu machen, d. h., mit entsprechender Filmtechnik zu be- und verarbeiten. Ohne die Verfügbarkeit von Normen, aus denen sich die notwendigen mechanischen und fotografischen Parameter solcher Filmtechnik ableiten lassen, ist deren Herstellung und Kalibrierung, aber auch deren sachgemäßer Betrieb nicht möglich.

Diese Tatsache spiegelt sich in der im April 2019 erstmals erschienenen DIN SPEC 15587 *Empfehlungen zur Digitalisierung von kinematografischem Film* wider. In der Empfehlung werden zahlreiche DIN, DIN ISO und ISO-Normen als normative Referenzen aufgeführt. Dazu kommen weitere solcher Normen, die bibliografische Erwähnung finden. Das vorliegende Normenhandbuch verfolgt auch das Ziel, den Zugang zu den in diesen Normen getroffenen Festlegungen zu vereinfachen.

Aus lizenzrechtlichen und damit Kostengründen konnten allerdings nur solche in der DIN SPEC 15587 zitierten ISO-Normen aufgenommen werden, die im Abschnitt *normative Referenzen* aufgeführt sind und bei denen keinerlei Entsprechung im Rahmen der DIN-Normierung gegeben ist. Bei den ersatzweise aufgenommenen DIN-Normen, bei denen ein Zusammenhang mit ISO-Normen gegeben ist, ist dies übrigens in der Norm vermerkt und zum Beispiel in Form von vergleichenden tabellarischen Darstellungen einzelner Parameter erläutert. Das Normenhandbuch bietet mittels mehrere Tabellen einen Überblick über miteinander in Bezug stehende DIN- und ISO-Normen, aber auch über Bezüge zwischen DIN-Normen und den in der DDR für Kinefilm geltenden Standards TGL (Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen). Die Aufnahme der in der DIN SPEC 15587 zitierten DIN EN-Normen erfolgte, da sie eine wichtige Grundlage zur systematischen Erfassung von filmografischen und technischen Metadaten von Filmen bilden.

In das Handbuch sind die letztveröffentlichten Fassungen der jeweiligen DIN-Normen aufgenommen worden. Dies unabhängig davon, ob sie mittlerweile zurückgezogen wurden oder noch aktiv sind. Da die DIN SPEC 15587 sich nicht nur auf die Digitalisierung der nach der jeweils letzten Ausgabe einer Norm, sondern auf die über den gesamten Zeitraum der etwa 125 Jahre Kinefilmproduktion hergestellten Filme bezieht, wäre die Aufnahme *aller* früheren Ausgaben der jeweiligen Normen zwar wünschenswert gewesen, hätte aber den Umfang des Normenhandbuchs bei weitem gesprengt. Da in Bezug auf die Digitalisierung nur relativ wenigen der zwischen den jeweiligen Ausgaben vorgenommenen Modifizierungen Bedeutung zukommt, erscheint dies aber auch nicht zwingend notwendig. Ersatzweise wird im Handbuch in ausführlichen Texten auf besonders markante Veränderungen im Ausgabenverlauf einzelner Normen eingegangen. Dabei werden zu beachtende Abweichungen unter konkretem Bezug auf die jeweiligen Normausgaben beschrieben.

Als Reminiszenz an die Historie der Standardisierung zum Kinefilm wurden die DIN KIN 1 bis DIN KIN 7 vom Oktober 1922 in das Handbuch aufgenommen.

Berlin, im Oktober 2020

Egbert Koppe

Inhaltsverzeichnis

1 Die historischen DIN-Normen DIN KIN 1 bis DIN KIN 7 1

2 Aufgeführte DIN-Normen in nummerischer Ordnung, Referenzierung zu ISO und TGL 5

3 Aufgeführte ISO-Normen in nummerischer Ordnung 13

4 Zusammenhänge ISO-DIN 15

5 Zusammenhänge TGL-DIN 23

6 Themenbereiche der Normierung 29

6.1 Fotochemischer Film einschließlich magnetische Randspur – Filmabmaße, -eigenschaften, Dimension und Position der Aufzeichnung 29

6.2 Fotochemischer Film einschließlich magnetische Randspur – Prüf- und Messfilme 31

6.3 Fotochemischer Film einschließlich magnetische Randspur – Geräteanforderungen Wiedergabe Ton 32

6.4 Magnetfilm – Filmabmaße, -eigenschaften, Dimension und Position der Aufzeichnung 33

6.5 Magnetfilm – Prüf- und Messfilme 33

6.6 Magnetfilm – Geräteanforderungen Wiedergabe Ton 33

7 Markante Veränderungen im Ausgabenverlauf ausgewählter DIN-Normen 35

7.1 Bild-Ton-Abstand auf 35mm Lichttonkopien 35

7.2 Tonspurlage und Bild-Ton-Abstand 16 mm 37

7.3 Preemphasis und Deemphasis der Lichttonaufnahme bzw. -wiedergabe 39

7.4 Spektrale Charakteristika der Lichttonabtastung 40

8 Abdruck der DIN- und DIN ISO-Normen 45

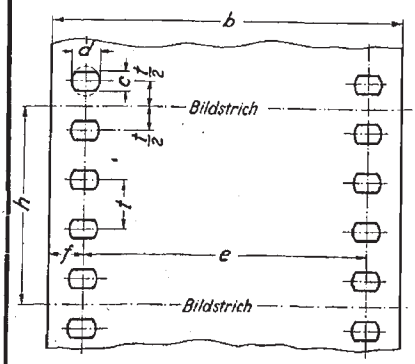
OMNIMAGO
WWW.OMNIMAGO.TV
We keep the Beauty alive
Digital restoration with passion

1 Die historischen DIN-Normen DIN KIN 1 bis DIN KIN 7

Filmabmessungen

Negativ und Positv, roh
Bildstrich
Kinotechnik

DIN
Kin 1



mm

t	b	c	d
4,75 ± 0,01 [1]	34,9 ± 0,1	1,9 ± 0,01	2,8 ± 0,01
e	f	h	
28,2 ± 0,01	3,35 ± 0,1	19	

[1]) Länge von 40 Filmteilungen (40 × t) mit höchstzulässigem Abmaß: 190 ± 0,2

Die Abmessungen gelten für den Film sofort nach dem Lochen.

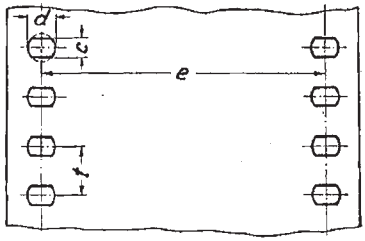
Oktober 1922

Deutsche Kinotechnische Gesellschaft e. V.

Mehrlochmaschine

Stempelabmessungen
Kinotechnik

DIN
Kin 2



mm

t [1])	c	d	e
4,75 ± 0,005	1,9 ± 0,01	2,8 ± 0,01	28,2 ± 0,01

[1]) Für Einlochmaschinen ist der Greiferhub entsprechend der Teilung t zu bemessen.

Oktober 1922

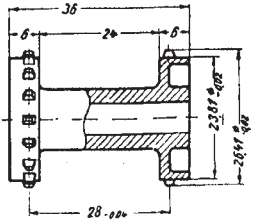
Deutsche Kinotechnische Gesellschaft e. V.

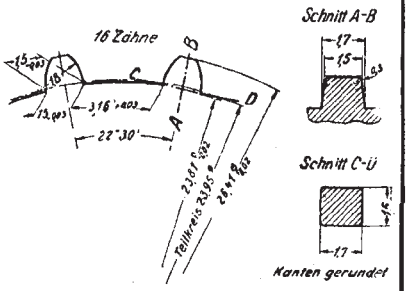
Filmtransportrolle

für Vorführmaschinen
16 Zähne

Kinotechnik

DIN
Kin 3





Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße

Oktober 1922

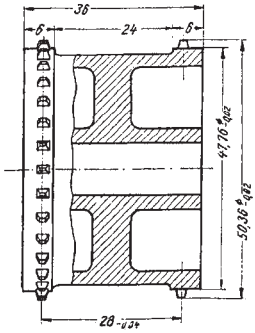
Deutsche Kinotechnische Gesellschaft e. V.

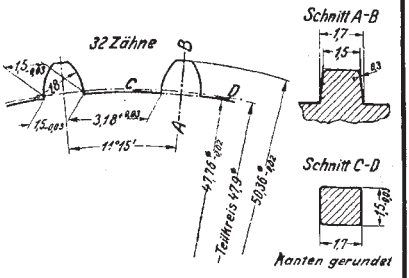
Filmtransportrolle

für Vorführmaschinen
32 Zähne

Kinotechnik

DIN
Kin 4





Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße

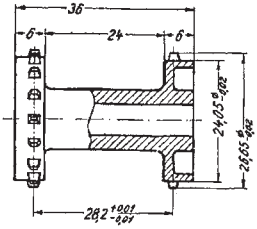
Oktober 1922

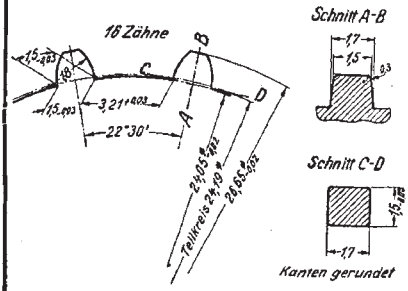
Deutsche Kinotechnische Gesellschaft e. V.

Filmtransportrolle

für Aufnahmeapparate, Kopier-, Loch- und Meßmaschinen
16 Zähne Kinotechnik

DIN
Kin 5





Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße

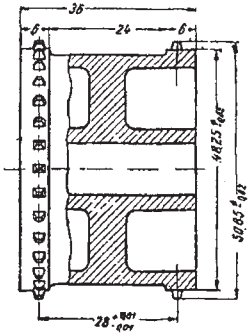
Oktober 1922

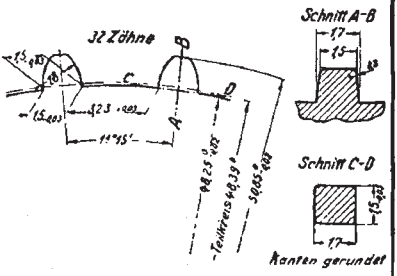
Deutsche Kinotechnische Gesellschaft e. V.

Filmtransportrolle

für Aufnahmeapparate, Kopier-, Loch- und Meßmaschinen
32 Zähne Kinotechnik

DIN
Kin 6





Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße

Oktober 1922

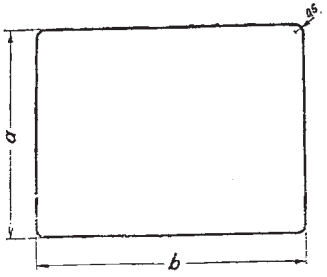
Deutsche Kinotechnische Gesellschaft e. V.

Bildfenster Greiferhub

Kinotechnik

DIN Kin 7

Bildfenster



mm

	a	b
Vorführungsmaschine . .	17,5	23,5
Aufnahmeapparat	18	24
Kopiermaschine	20	26

Greiferhub

mm

Aufnahmeapparate	19
Kopiermaschinen	19
Vierlochmaschinen	19
Einlochmaschinen	4,75

Oktober 1922

Deutsche Kinotechnische Gesellschaft e. V.

2 Aufgeführte DIN-Normen in nummerischer Ordnung, Referenzierung zu ISO und TGL

Die in dieser Tabelle aufgeführten Zusammenhänge zwischen DIN- und ISO-Normen beziehen sich konkret auf die vermerkten Ausgaben. Informationsquelle sind die in den DIN-Ausgaben angegebenen Zusammenhänge zu bestimmten ISO-Ausgaben, deren Veröffentlichungsdatum zwangsläufig vor dem der Veröffentlichung der DIN-Ausgabe liegt. Es ist somit nicht auszuschließen, dass mittlerweile Folgeausgaben zu einigen ISO-Normen erschienen sind. Der Zusammenhang zu den DIN-Normen besteht aber weiter.

Dokument	Ausgabe	Titel	Zusammenhang ISO	Zusammenhang TGL	Seite
DIN 4512-9	1993-01	Photographische Sensitometrie; Bestimmung der optischen Dichte; Spektrale Bedingungen	ISO 5/3-85		47
DIN 15501	1988-11	Film 35 mm, Rohfilm; Lochformen, Maße, Verwendung	ISO 491-66	TGL 35-610/01 TGL 42569	58
DIN 15502-1	1989-06	Film 35 mm; Bildgrößen; Aufnahme und Wiedergabe; Bildseiten-Verhältnis 1,37 : 1	ISO 2906-84, ISO 2907-84, ISO 8567-86	TGL 13421/03 TGL 35-300	61
DIN 15502-2	1996-02	Film 35 mm; Bildgrößen – Teil 2: Wiedergabe für Fernsehzwecke; Bildseiten-Verhältnis 1,33:1	ISO 1223-93	TGL 35-300	64
DIN 15502-3	1972-09	Film 35 mm; Bildgrößen, Bildgröße der Aufnahme für universelle Kopierzwecke, Bildseiten-Verhältnis 1,37 : 1		TGL 13421/03, TGL 35252	67
DIN 15502-6	1982-05	Film 35 mm; Bildgrößen; Aufnahme und Wiedergabe von Stummfilmen, Bildseiten-Verhältnis 1,33 : 1		TGL 35-300	73
DIN 15502-7	1984-12	Film 35 mm; Bildgrößen; Bildgröße für optische Vergrößerungskopien von Film 16 mm auf Film 35 mm; Bildseiten-Verhältnis 1,66 : 1 (Format Super 16)	ISO 5768-81	TGL 13421/06	75
DIN 15503	1985-01	Film 35 mm — Lichttonaufzeichnung — Spurlagen und Spaltbild	ISO 70-81, ISO 2939-75, ISO 7343-83	TGL 43965	78

Dokument	Ausgabe	Titel	Zusammenhang ISO	Zusammenhang TGL	Seite
DIN 15506-1	1982-10	Film 35 mm; Prüf- und Meßfilme; Bild-Testfilm	ISO 3334-76	TGL 35-620/01	82
DIN 15506-11	1968-03	Film 35 mm, Prüf- und Meßfilme; Magnettonpegelfilme, vierkanalig			89
DIN 15506-12	1970-08	Film 35 mm, Prüf- und Meßfilme; Magnetton-Gleichlaufmeßfilme für Bildpositiv mit Magnettonstreifen			91
DIN 15538-1	2000-04	Magnetfilm 17,5 mm und 35 mm — Teil 1: DIN-Bezugsfilme BF 17A, BF 17F und BF 35A	ISO 1189-86, ISO 4834-97	TGL 13626/01	92
DIN 15540-1	1981-05	Film 17,5 mm und Film 35 mm; Klebestellen; Film 35 mm, überlappt	ISO 6038-80	TGL 35-412/01	96
DIN 15540-2	1984-10	Film 17,5 mm und Film 35 mm; Klebestellen; Magnetfilm 17,5 mm und Magnetfilm 35 mm schräg, stumpf mit Klebeband		TGL 35-412/02	100
DIN 15540-3	1982-11	Film 17,5 mm und Film 35 mm; Klebestellen; Film 35 mm, stumpf mit Klebeband		TGL 35-412/02	102
DIN 15545	1972-03	Film 35 mm; Bildgrößen, Wiedergabe, Bildseiten-Verhältnis 1,66 : 1	ISO 358-63	TGL 13421/06	104
DIN 15546	1981-10	Film 35 mm; Bildgrößen, Aufnahme und Wiedergabe, Anamorphotisches Verfahren, Bildwand-Seitenverhältnis 2,35 : 1	ISO 2906-72, ISO 2907-72	TGL 13421/04	106
DIN 15551-1	1983-09	Sicherheitsfilm; Sicherheits-Kinefilm	ISO 543-74	TGL 35-610/01 TGL 16154 TGL 21197	110
DIN 15551-3	2013-12	Strahlungsempfindliche Filme — Zellhornfilm — Teil 3: Begriffe, Eigenschaften, Handhabung und Lagerung		TGL 16154 TGL 21197 TGL 35-610/01	114
DIN 15552-1	1989-08	Magnetfilm 17,5 mm und 35 mm; Material, Äußere Aufmachung		TGL 15552/11, 13	133

Dokument	Ausgabe	Titel	Zusammenhang ISO	Zusammenhang TGL	Seite
DIN 15552-2	1982-10	Magnetfilm 17,5 mm und 35 mm; Einspur-Tonaufzeichnung	ISO 162-75, ISO 3640-76	TGL 34277/01	136
DIN 15552-3	1982-10	Magnetfilm 17,5 mm und 35 mm; Magnetfilm 17,5 mm mit einseitiger Perforation, Zweispur-Tonaufzeichnung mit einer Kennspur	ISO 3640-76	TGL 34277/01	138
DIN 15554-1	1982-10	Magnetfilm 35 mm; Vierspur-Tonaufzeichnung	ISO 360-75, ISO 3640-76	TGL 34277/01	140
DIN 15554-2	1982-10	Magnetfilm 35 mm; Sechsspur-Tonaufzeichnung	1753-75	TGL 34277/01	143
DIN 15554-3	1984-12	Magnetfilm 35 mm; Dreispur-Tonaufzeichnung	ISO 162-75, ISO 3640-76	TGL 34277/01	146
DIN 15554-4	1984-04	Magnetfilm 35 mm; Achtspur-Tonaufzeichnung mit 2 Kennspuren			148
DIN 15555	1967-09	Film 35 mm; Bildpositiv mit 4 Magnettonstreifen und einer Lichttonspur			151
DIN 15559	1979-11	Film 35 mm; Vollverstärker für Tonfilm-Wiedergabe in Filmtheatern, Anforderungen und Angaben für die Messung			152
DIN 15566	1981-05	Lichttonfilm 35 mm; Lichtton-Abtastgeräte; Anforderungen und Angaben für die Messung		TGL 13439/02	154
DIN 15567	1980-09	Film 35 mm; Lichtton-Vorverstärker, Anforderungen und Angaben für die Messung			156
DIN 15568	1979-10	Film 35 mm; Magnetton-Abtastgeräte für Filmprojektoren, Anforderungen und Angaben für die Messung		TGL 17610/02	158
DIN 15569	1977-12	Film 35 mm; Magnetton-Vorverstärker für Filmtheater, Anforderungen und Angaben für die Messung			159
DIN 15571-1	1981-10	Bildwandausleuchtung bei Filmprojektion; Anforderungen an die Leuchtdichte und Richtwerte	ISO 2910-74	TGL 13442/01	161

Dokument	Ausgabe	Titel	Zusammenhang ISO	Zusammenhang TGL	Seite
DIN 15572-1	1984-06	Tonfilm-Wiedergabe; Frequenzgang des Schalldruckpegels; Prüf- und Meßverfahren	ISO 2969-77	TGL 17630/01, 02	165
DIN 15572-2	1986-12	Tonfilm-Wiedergabe; Frequenzgang der Lichtton-Vorverstärkeranlage; Meßverfahren	ISO 7831-86	TGL 17630/01, 02	168
DIN 15573-1	1988-05	Studio-Magnetfilmgeräte für Schallaufzeichnung und -wiedergabe; Anforderungen		TGL 26611/01, 02	171
DIN 15576-1	1980-09	Angaben über Kine- und Magnetfilme; Wicklungsrichtung und Schichtlage	ISO 3042-75	TGL 35-401	175
DIN 15576-2	1981-07	Angaben für Kine- und Magnetfilme; Perforation	ISO 3042-75	TGL 42569	179
DIN 15576-6	1977-12	Angaben für Kine- und Magnetfilme; Lage von Bild und Lichttonspur, bezogen auf die Schicht	ISO 3042-75	TGL 35-400	182
DIN 15577	1982-08	Bildfrequenz und Laufgeschwindigkeit von Kinefilmen bei Aufnahme und Wiedergabe		TGL 13421/01-06	184
DIN 15581-1	1972-08	Filmschäden; Benennungen, Kurzzeichen		TGL 35-401/08 TGL 35-610/01, 02 TGL 39-051	187
DIN 15581-2	1972-06	Filmschäden; Kurzzeichen für Befundberichte		TGL 35-401/07 TGL 35-610/01, 02 TGL 39-051	190
DIN 15582	1979-05	Film 35 mm; Bildpositiv mit Magnettonstreifen	ISO 2862-74		196
DIN 15598-1	1978-09	Film 35 mm; Start- und Endband für Direktprojektion	ISO 4241-78	TGL 35-403/01-07	198
DIN 15602-1	1996-08	Film 16 mm – Bildgrößen – Teil 1: Aufnahme und Wiedergabe; Bildseiten-Verhältnis 1,37 : 1	ISO 359-83, ISO 466-76, ISO 8567-86	TGL 13 421/02	202
DIN 15602-2	1996-02	Film 16 mm; Bildgrößen, Wiedergabe für Fernsehzwecke	ISO 1223-93	TGL 13421/02 TGL 35252	206

Dokument	Ausgabe	Titel	Zusammenhang ISO	Zusammenhang TGL	Seite
DIN 15602-6	1983-04	Film 16 mm; Bildgrößen; Optisches Verkleinerungskopieren; Grundgrößen, Einflußfaktoren, Abbildungsmaßstab	ISO 4238-76	TGL 13421/02	209
DIN 15603	1984-04	Film 16 mm — Lichttonaufzeichnung — Spurlagen und Spaltbild	ISO 71-77	TGL 0-15603	212
DIN 15630	1982-05	Film 16 mm; Positionierung des Films zum Bildfenster der Kamera; Lage des Bezugsloches			215
DIN 15638	1993-09	Magnetfilm 16 mm mit einseitiger Perforation; DIN-Bezugsfilme BF 16-320 und BF 16-514	ISO 1188-84, ISO 4834-86	TGL 35-621/06	216
DIN 15653-1	1999-07	Film 16 mm – Klebestellen: Keilförmig überlappt	ISO 6038-93		220
DIN 15653-2	1984-10	Film 16 mm; Klebestellen; Magnetfilm 16 mm, schräg, stumpf mit Klebeband		TGL 35-412/01-04	224
DIN 15653-3	1982-11	Film 16 mm; Klebestellen, stumpf mit Klebeband		TGL 35-412/01-04	226
DIN 15655-1	1989-08	Magnetfilm 16 mm mit einseitiger Perforation; Material, Äußere Aufmachung		TGL 34277/01	228
DIN 15655-2	1968-07	Magnetfilm 16 mm mit einseitiger Perforation; Einspur- und Zweispur-Tonaufzeichnung			229
DIN 15655-3	1981-10	Magnetfilm 16 mm mit einseitiger Perforation; Zweispur-Tonaufzeichnung mit einer Kennspur	ISO 3640-76, ISO 4242-80	TGL 34277/01	231
DIN 15659-1	1981-05	Film 16 mm – Vollverstärker für Tonfilm-Projektoren – Elektrische Anforderungen und Angaben für die Messung			234
DIN 15666	1981-05	Film 16 mm; Lichtton-Abtastgeräte; Anforderungen und Angaben für die Messung		TGL 13439/02	237
DIN 15668	1978-11	Film 16 mm; Magnetton-Abtastgeräte in Filmprojektoren, Anforderungen und Angaben für die Messung		TGL 17610/02	239

Dokument	Ausgabe	Titel	Zusammenhang ISO	Zusammenhang TGL	Seite
DIN 15681-1	1985-07	Film 16 mm mit einseitiger Perforation; Bildpositiv mit Magnettonstreifen; Bildpositiv für einspurige Aufzeichnung	ISO 490-78, ISO 3640-76	TGL 34277/02	241
DIN 15681-2	1981-05	Film 16 mm mit einseitiger Perforation – Bildpositiv mit Magnettonstreifen – Bildpositiv für zweispurige Aufzeichnung		TGL 34277/02	244
DIN 15698-1	1978-09	Film 16 mm; Start- und Endband für Direktprojektion	ISO 4241-78	TGL 35-403/01-07	246
DIN 15701	1978-12	Film 65 mm und Film 70 mm; Rohfilm, Lochform, Maße, Verwendung	ISO 3023-74	TGL 42569	250
DIN 15702	1976-01	Film 65 mm und Film 70 mm – Bildgrößen, Aufnahme und Wiedergabe, Bildseitenverhältnis 2,2 : 1	ISO 2467-72	TGL 13421/07	252
DIN 15703	1981-12	Film 70 mm; Bildpositiv mit Magnettonstreifen	ISO 2404-79	TGL 34277/02	254
DIN 15706-1	1967-08	Film 70 mm; Prüf- und Meßfilme, Bild-Testfilm; Entwurf		TGL 35-422/01	256
DIN 15706-5	1968-03	Film 70 mm; Prüf- und Meßfilme, Magnettonpegelfilme, sechskanalig			258
DIN 15706-12	1970-08	Film 70 mm; Prüf- und Meßfilme, Gleilaufmeßfilm für Bildpositiv mit Magnettonstreifen			260
DIN 15803-1	1978-12	Film 8 mm; Lichttonaufzeichnung, Spurlagen und Spaltbild für Film 8 S	ISO 4244-79		261
DIN 15806-1	1965-03	Film 8 mm; Prüf- und Meßfilme, Bild-Testfilm			263
DIN 15806-11	1982-10	Film 8 mm; Prüf- und Meßfilme; Bild-Testfilm für Film 8 S			265
DIN 15806-13	1979-11	Film 8 mm; Prüf- und Meßfilme, DIN-Bezugsfilm für Film 8 S (Lichtton)			271
DIN 15838	1981-10	DIN-Bezugsfilm BF-8 S für Bildpositiv mit Magnettonstreifen auf Film 8 S	ISO 266-75; ISO 2968-81; ISO 3640-76		273

Dokument	Ausgabe	Titel	Zusammenhang ISO	Zusammenhang TGL	Seite
DIN 15851-1	1969-01	Film 8 mm; Rohfilm, Maße für Film 8 mm und Doppel-8-Film	ISO R 486-66	TGL 42569	276
DIN 15851-3	1978-12	Film 8 mm; Rohfilm, Maße für Film 8 S	ISO 1700-68	TGL 42569	278
DIN 15852-1	1984-01	Film 8 mm; Bildgrößen; Aufnahme und Wiedergabe von Film 8 R	ISO 74-76	TGL 13421/01	280
DIN 15852-2	1983-07	Film 8 mm; Bildgrößen; Aufnahme und Wiedergabe von Film 8 S	ISO 3645-76	TGL 13421/01	283
DIN 15853-1	1981-05	Film 8mm; Klebestellen für Film 8S, überlappt	ISO 3642-76		286
DIN 15853-2	1981-05	Film 8mm; Klebestellen für Film 8S, stumpf mit Klebeband	ISO 3773-78		288
DIN 15866	1975-06	Lichttonfilm 8 S; Lichtton-Wiedergabeteil für Projektion, Anforderungen und Angaben für die Messung		TGL 13439/02	290
DIN 15881	1963-01	Film 8 mm; Bildpositiv mit Magnettonstreifen			292
DIN 15881-2	1977-10	Film 8 mm – Bildpositiv mit Magnettonstreifen für Film 8 S	ISO 3027-75	TGL 34277/01	293
DIN 15881-4	1981-04	Film 8 mm; Bildpositiv mit Magnettonstreifen; Bildpositiv 8 S für zweispurige Aufzeichnung		TGL 34277/02	295
DIN 15910-1	1985-02	Magnetköpfe; Bezugsabstände und Befestigungen der Magnetköpfe für Magnetfilm und für Bildpositive mit Magnettonstreifen		TGL 26611/01, 02 TGL 34277/02	297
DIN 15910-2	1991-04	Magnetköpfe; Elektrische und magnetische Kenndaten mit Einflußgrößen; Meßbedingungen		TGL 29665 TGL 29667/01 TGL 33271/01 TGL 33271/02 TGL 35-210	302
DIN 15940	1982-05	Bild-Ton-Abstände auf Tonfilmen und an Tonfilmgeräten	ISO 490-78; ISO 1201-72; ISO 2404-79; ISO 2862-74;	TGL 17610/01, 02	309

Dokument	Ausgabe	Titel	Zusammenhang ISO	Zusammenhang TGL	Seite
			ISO 2939-75; ISO 3027-75; ISO 4243-79; ISO 4244-79		
DIN 15992	1978-09	Filmschneidetische — Filmbetrachter — Umrolltische und Filmkontrollgeräte; Sicherheitstechnische Anforderungen			313
DIN 15996	2020-12	Bild- und Tonbearbeitung in Film-Video- und Rundfunkbetrieben — Grundsätze und Festlegungen für den Arbeitsplatz			316
DIN EN 15744	2009-07	Identifikation von Filmen — Mindestsatz von Metadaten für kinematographische Werke			353
DIN EN 15907	2010-12	Identifikation von Filmen — Verbesserung der Interoperabilität von Metadaten — Elementsätze und Strukturen			367
DIN ISO 11799	2017-04	Information und Dokumentation – Anforderungen an die Aufbewahrung von Archiv- und Bibliotheksgut	ISO 11799-96		407
DIN ISO 18906	2004-09	Bild-Aufzeichnungsmaterialien — Fotografische Filme — Festlegungen für den Sicherheitsfilm	ISO 18906-00		424
DIN ISO 5768	1998-04	Kinematographie — Film 16 mm — Bildgröße der Aufnahme für Typ W — Lage und Maße	ISO 5768-98		436
DIN ISO 6025	2003-04	Kinematographie — Analoge Lichtton-Testfilme 35 mm und 16 mm — Festlegungen	ISO 6025-00	TGL 35-620/02-09 TGL 35-620/01-05, 07	441
DIN ISO 69	1999-04	Kinematographie — Kine- und Magnetfilm 16 mm — Schneide- und Perforationsmaße	ISO 69-98	TGL 42569	455

3 Aufgeführte ISO-Normen in nummerischer Ordnung

Dokument	Ausgabe	Titel	Seite
ISO 17266	2018-02	Cinematography — Multichannel analogue and digital photographic sound and control records on 35 mm motion-picture prints and negatives, and digital sound-control records on 70 mm motion-picture prints and negatives — Position and width dimensions	463
ISO 20859	2005-06	Cinematography — Spectral response of photographic audio reproducers for analog dye sound tracks on 35 mm film	478
ISO 7739	2016-07	Cinematography — Two-track photographic sound records on 16 mm motion-picture prints — Positions and wid. h. dimensions	486

4 Zusammenhänge ISO-DIN

Die in dieser Tabelle aufgeführten Zusammenhänge zwischen ISO- und DIN-Normen stellen die Umkehrung der Tabelle im Kapitel 2 *Aufgeführte DIN-Normen in nummerischer Ordnung, Referenzierung zu ISO und TGL* dar. D. h., Quelle sind die in den DIN-Ausgaben angegebenen Zusammenhänge zu ISO-Ausgaben.

Dokument	Ausgabe	Titel	DIN-Norm	Ausgabe
ISO5-3	1984	Photographier and graphic technology — Density measurements — Part 3: Spectral conditions	DIN 4512-9	1993-01
ISO 69	1998	Cinematography — 16 mm motion-picture and magnetic film — Cutting and perforating dimensions	DIN ISO 69	1999-04
ISO 70	1981	Cinematography — 35 mm negative photographic sound record on 35 mm motion-picture film — Position and maximum width dimensions	DIN 15503	1985-01
ISO 71	1977	Cinematography — 16 mm negative photographic sound record on 16 mm, 35/16 mm and 35/32 mm motion-picture film — Positions and dimensions	DIN 15603	1984-04
ISO 74	1976	Cinematography — Image area produced by camera aperture and maximum projectable image area on 8 mm Type R motion-picture film — Positions and dimensions	DIN 15852-1	1984-01
ISO 162	1975	Cinematography — Head gaps and sound records for three-four- or six-track magnetic sound records on 35 mm and single-track on 17,5 mm motion-picture film containing no picture — Positions and width dimensions	DIN 15552-2	1982-10
			DIN 15554-3	1978-01
ISO 266	1975	Acoustics — Preferred frequencies	DIN 15838	1981-10
ISO 358	1963	Cinematography — Maximum aspect ratio of projector aperture for projection of 35 mm non-anamorphic motion-picture film — Specifications	DIN 15545	1972-03

Dokument	Aus-gabe	Titel	DIN-Norm	Ausgabe
ISO 359	1983	Cinematography — Projectable image area on 16 mm motion-picture prints — Dimensions and location	DIN 15602-1	1996-08
ISO 360	1975	Cinematography — Recording and reproducing head gaps for four magnetic sound records on 35 mm motion-picture film containing no picture — Positions and width dimensions	DIN 15554-1	1982-10
ISO 466	1976	Cinematography — Image produced by 16 mm motion-picture camera aperture — Position and dimensions	DIN 15602-1	1996-08
ISO 486	1966	Cinematography — 16 mm motion-picture film perforated 8 mm Type R — Cutting and perforating dimensions	DIN 15851-1	1969-01
ISO 490	1978	Cinematography — Magnetic stripes and magnetic recording head gaps for sound record on 16 mm motion-picture film perforated along one edge (Type 1) — Positions and width dimensions	DIN 15681-1	1985-07
ISO 491	1988	Cinematography — 35 mm motion-picture film and magnetic film — Cutting and perforating dimensions	DIN 15501	1988-11
ISO 1188	1984	Cinematography — Recorded characteristic for magnetic sound on full-coat 16 mm motion-picture film — Specifications	DIN 15638	1993-09
ISO 1189	1986	Cinematography — Recorded characteristic for magnetic sound records on 35 mm motion-picture film excluding striped release prints — Specifications	DIN 15538-1	2000-04
ISO 1201	1972	Cinematography — 8 mm motion-picture film with picture — Location and width of magnetic striping and gaps of recording and reproducing magnetic heads for magnetic sound record	DIN 15940	1982-05

Dokument	Ausgabe	Titel	DIN-Norm	Ausgabe
ISO 1223	1993	Cinematography — Picture areas for motion-picture films for television — Position and dimensions	DIN 15502-2	1996-02
			DIN 15602-2	1996-02
ISO 1700	1979	Cinematography — 8 mm Type S motion-picture raw stock film — Cutting and perforating dimensions	DIN 15851-3	1978-12
ISO 1753	1975	Cinematography — Recording and reproducing head gaps for six-track magnetic sound records on 35 mm motion-picture film containing no picture — Positions and width dimensions	DIN 15554-2	1982-10
ISO 2404	1986	Cinematography — Six-track magnetic sound records on 70 mm striped release prints — Locations and dimensions	DIN 15703	1981-12
ISO 2467	1972	Cinematography — Image area produced by 65 mm/5 perforation motion-picture camera aperture and maximum projectable image area on 70 mm/5 perforation motion-picture prints — Positions and dimensions	DIN 15702	1976-01
ISO 2862	1974	General information	DIN 15582	1979-05
ISO 2906	1984	Cinematography — Image area produced by camera aperture on 35 mm motion-picture film — Position and dimensions	DIN 15502-1	1989-06
	1972		DIN 15546	1981-10
ISO 2907	1984	Cinematography – Maximum projectable image area on 35 mm motion-picture film – Position and dimensions	DIN 15502-1	1989-06
	1972		DIN 15546	1981-10
ISO 2910	1974	Cinematography — Screen luminance and chrominance for the projection of film motion pictures	DIN 15502-1	1989-06
			DIN 15546	1981-10

Dokument	Ausgabe	Titel	DIN-Norm	Ausgabe
ISO 2910	1974	Cinematography — Screen luminance and chrominance for the projection of film motion pictures	DIN 15571-1	1981-10
ISO 2939	1975	Cinematography — Picture image area and photographic sound record on 35 mm motion-picture release prints — Position and dimensions	DIN 15503	1985-01
ISO 2968	1981	Cinematography — Recorded characteristics for magnetic sound record on 8 mm Type S motion-picture prints and full-coat magnetic film perforated 8 mm Type S — Specifications	DIN 15838	1981-10
ISO 2969	1977	Cinematography — B-chain electro-acoustic response of motion-picture control rooms and indoor theatres — Specifications and measurements	DIN 15572-1	1984-06
ISO 3023	1974	Cinematography — 65 mm and 70 mm unexposed motion-picture film — Cutting and perforating dimensions	DIN 15701	1978-12
ISO 3027	1975	Cinematography — Magnetic stripes and recording head gaps for sound record on 8 mm Type S motion-picture prints — Positions and width dimensions	DIN 15881-2	1977-10
ISO 3042	1975	Cinematography — Labelling of containers for raw-stock motion-picture films and magnetic films — Minimum information specifications	DIN 15576-1	1980-09
			DIN 15576-2	1981-07
			DIN 15576-3	1980-09
ISO 3334	1976	Micrographics — ISO resolution test chart No. 2 — Description and use	DIN 15506-1	1982-10

Dokument	Ausgabe	Titel	DIN-Norm	Ausgabe
ISO 3640	1982	Cinematography — Motion-picture prints and sound records for international exchange of television programmes — Specifications	DIN 15552-2	1982-10
	1976		DIN 15552-3	1982-10
			DIN 15554-1	1982-10
			DIN 15554-3	1978-01
			DIN 15655-3	1981-10
			DIN 15681-1	1985-07
			DIN 15838	1981-10
ISO 3642	1976	Cinematography — Cemented or welded splices on 8 mm Type S motion-picture film for projector use — Dimensions	DIN 15853-1	1981-05
ISO 3645	1976	Cinematography — Image area produced by 8 mm Type S motion-picture camera aperture and maximum projectable image area — Positions and dimensions	DIN 15852-2	1983-07
ISO 3773	1978	Cinematography — Tape splices for 8 mm Type S motion-picture film for projector use — Dimensions	DIN 15853-2	1981-05
ISO 4238	1976	Cinematography — Optical printing ratios for enlargement and reduction of motion-picture film images — Specifications	DIN 15602-6	1983-04
ISO 4241	1978	Cinematography — Leaders and run-out trailers for 35 mm and 16 mm release prints — Specifications	DIN 15598-1	1978-09
ISO 4242	1980	Cinematography — Recording head gaps for two sound records on 16 mm magnetic film — Positions and width dimensions	DIN 15655-3	1981-10
ISO 4243	1979	Cinematography — Picture image area and photographic sound record on 16 mm motion-picture release prints — Positions and dimensions	DIN 15940	1982-05

Dokument	Ausgabe	Titel	DIN-Norm	Ausgabe
ISO 4244	1979	Cinematography — Photographic sound record on 8 mm Type S motion-picture prints — Position and width dimensions	DIN 15803-1	1978-12
ISO 4834	1997	Cinematography — Magnetic sound test films excluding striped release prints — Basic technical characteristics	DIN 15538-1	2000-04
	1986		DIN 15638	1993-09
ISO 5768	1981	Cinematography — Image produced by camera aperture Type W on 16 mm motion-picture film — Position and dimensions	DIN 15502-7	1984-12
	1998		DIN ISO 5768	1998-04
ISO 6025	2000	Cinematography — Analogue photographic sound test films, 35 mm and 16 mm — Specifications	DIN ISO 6025	2003-04
ISO 6038	1985	Cinematography — Splices for use on 70 mm, 65 mm, 35 mm and 16 mm motion-picture films — Dimensions and locations	DIN 15653-3	1982-12
			DIN 15653-3	1981-05
	1993		DIN 15653-1	1999-07
ISO 7343	1983	Cinematography — Two-track photographic sound records on 35 mm motion-picture prints — Positions and width dimensions	DIN 15503	1985-01
ISO 7831	1986	Cinematography — A-chain frequency response for reproduction of 35 mm photographic sound — Reproduction characteristics	DIN 15572-2	1986-12
ISO 8567	1986	Cinematography — Maximum permissible area for subtitle on 35 mm and 16 mm motion-picture release prints – Position and dimensions	DIN 15502-1	1989-06
		Cinematography — Maximum permissible area for subtitle on 35 mm and 16 mm motion-picture release prints – Position and dimensions	DIN 15602-1	1996-08

Dokument	Aus-gabe	Titel	DIN-Norm	Ausgabe
ISO 11799	2015	Information and documentation — Document storage requirements for archive and library materials	DIN ISO 11799	2017-04
ISO 18906	2000	Imaging materials — Photographic films — Specifications for safety film	DIN ISO 18906	2004-09

5 Zusammenhänge TGL-DIN

Die in dieser Tabelle aufgeführten Zusammenhänge zwischen TGL und DIN orientieren sich in Teilen an einer im Jahre 1990 gefertigten Aufstellung des 2004 verstorbenen Kurt Enz, der einer der führenden Fachleute für die Projektions- und Kinotechnik war.

TGL	Ausgabe	Titel der TGL	DIN	Ausgabe
TGL 0-15603	1978-06	Kinefilm 16 mm; Lichttonspuren, Lage und Maße	DIN 15603	1984-04
TGL 13421/01	1986-12	Kinefilm; Bildgröße der Aufnahme und Wiedergabe; 8-mm-Film und 8-mm-Film Typ S	DIN 15577	1982-08
			DIN 15852-1	1984-01
			DIN 15852-2	1983-07
TGL 13421/02	1975-01	Kinefilm; Bildgröße der Aufnahme und Wiedergabe; 16-mm-Film	DIN 15577	1982-08
			DIN 15602-1	1996-08
			DIN 15602-6	1983-04
			DIN 15602-2	1996-02
TGL 13421/03	1975-01	Kinefilm; Bildgröße der Aufnahme und Wiedergabe; 35-mm-Film; Bildseiten-Verhältnis 1,375 : 1	DIN 15502-1	1989-06
			DIN 15502-3	1972-09
			DIN 15577	1982-08
TGL 13421/04	1975-01	Kinefilm; Bildgröße der Aufnahme und Wiedergabe; 35-mm-Film; Anamorphotisches Verfahren; Bildseiten-Verhältnis 2,35 : 1	DIN 15546	1981-10
			DIN 15577	1982-08
TGL 13421/05	1975-01	Kinefilm; Bildgröße der Aufnahme und Wiedergabe; 70-mm-Film; Bildseiten-Verhältnis bei Aufnahme 2,28:1; Bildseiten-Verhältnis bei Wiedergabe 2,20 : 1	DIN 15577	1982-08
TGL 13421/06	1975-01	Kinefilm; Bildgröße der Aufnahme und Wiedergabe; 35-mm-Film; Bildseiten-Verhältnis 1,66 : 1	DIN 15502-7	1984-12
			DIN 15545	1972-03
			DIN 15577	1982-08
TGL 13421/07	1975-01	Kinefilm; Bildgröße der Aufnahme und Wiedergabe; 65 mm und 70 mm-Film; Bildseiten-Verhältnis 2,20 : 1	DIN 15702	1976-01
TGL 13439/02	1978-09	Lichtton-Wiedergabe; Lichtton-Photoelemente; Hauptkennwerte und Messbedingungen, Technische Forderungen	DIN 15566	1981-05
			DIN 15666	1981-05
			DIN 15866	1975-06

TGL	Ausgabe	Titel der TGL	DIN	Ausgabe
TGL 13442/01	1984-07	Filmtheatertechnik; Bildwandleuchtdichte und Nebenlicht; Technische Forderungen	DIN 15571-1	1981-10
TGL 13442/02	1977-04	Filmtheatertechnik; Bildwandleuchtdichte und Nebenlicht; Messverfahren	DIN 15571-1	1981-10
TGL 15552/11	1980-12	Magnetische Signalspeicherung; Magnetbänder und Magnetfilme für die Aufzeichnung von Tonsignalen; hochaussteuerbarer Magnetfilm	DIN 15552-1	1989-08
TGL 15552/13	1985-01	Magnetische Signalspeicherung; Magnetbänder und Magnetfilme für die Aufzeichnung von Tonsignalen; Magnetfilm auf PETP-Unterlage	DIN 15552-1	1989-08
TGL 16154	1977-12	Sicherheitsfilm; Sicherheitsforderung und Prüfung	DIN 15551-3	2013-12
TGL 17610/01	1984-09	Filmprojektoren; Termine, Anwendung, Kennzeichnung, Technische Dokumentation, Prüfung, Prüfbedingungen	DIN 15940	1982-05
TGL 17610/02	1984-09	Filmprojektoren; Technische Forderungen; Prüfvorschriften	DIN 15568	1979-10
			DIN 15668	1978-11
			DIN 15940	1982-05
TGL 17630/01	1984-12	Filmtheatertechnik; Filmtonwiedergabe in Filmtheatern und Mehrzweckhallen; Beschallung	DIN 15572-1	1984-06
			DIN 15572-2	1986-12
TGL 17630/02	1984-12	Filmtheatertechnik; Filmtonwiedergabe in Filmtheatern und Mehrzweckhallen; raumakustische Forderungen	DIN 15572-1	1984-06
			DIN 15572-2	1986-12
TGL 21197	1971-01	Filmunterlagen auf Basis von Triacetatcellulose	DIN 15551-1	1983-09
TGL 26611/01	1985-12	Mittel für Tonsignalübertragung; Hauptkennwerte für Geräte und Anlagen der Studio-Analogtechnik	DIN 15573-1	1988-05
			DIN 15910-1	1985-02
TGL 26611/02	1987-12	Mittel für Tonsignalübertragung; Messbedingungen und Messverfahren für die Geräte und Anlagen der Studio-Analogtechnik	DIN 15573-1	1988-05
			DIN 15910-1	1985-02

TGL	Ausgabe	Titel der TGL	DIN	Ausgabe
TGL 29665	1975-12	Magnetköpfe für Pilotfrequenz-Verfahren in Gegentakt-Mittenspur-Aufzeichnung; Technische Forderungen	DIN 15910-2	1991-04
TGL 29667/01	1977-12	Magnetköpfe für Magnetfilm 16 mm; Aufzeichnungs- und Wiedergabeköpfe für Atelierspurverfahren; Technische Daten und Lieferbedingungen	DIN 15910-2	1991-04
TGL 33271/01	1977-06	Magnetspeichertechnik; Studiomagnetköpfe, Kennwerte, Lieferbedingungen	DIN 15910-2	1991-04
TGL 33271/02	1977-06	Magnetspeichertechnik; Studiomagnetköpfe, Messmethoden, Prüfung	DIN 15910-2	1991-04
TGL 34277/01	1979-12	Kine- und Magnetfilme; Magnetische Signalspeicherung; Magnetspuren; Atelierspurverfahren, Technische Forderungen	DIN 15552-2	1982-10
			DIN 15552-3	1982-10
			DIN 15554-1	1982-10
			DIN 15554-2	1982-10
			DIN 15554-3	1978-01
			DIN 15655-3	1981-10
			DIN 15881-2	1977-10
TGL 34277/02	1979-12	Kine- und Magnetfilme; Magnetspuren, Theaterspur-Verfahren, Technische Forderungen	DIN 15681-1	1985-07
			DIN 15681-2	1981-05
			DIN 15703	1981-12
			DIN 15881-4	1981-04
TGL 35-400	1979-03	Kinefilm 35 mm, 16 mm, 8 mm S; Kopiervorlagen; Kopierverfahren und deren Kopierergebnisse	DIN 15576-6	1977-12
TGL 35-401/01	1966-09	Kine- und Magnetfilm 35 mm; Bild- und Ton-Ausgangsmaterialien; Übersicht	DIN 15576-1	1980-09
TGL 35-401/07	1983-12	Kine- und Magnetfilm; Technische Qualität von Ausgangsmaterialien und Kopien; Ton-Mischaufzeichnung	DIN 15581-1	1972-08

TGL	Ausgabe	Titel der TGL	DIN	Ausgabe
TGL 35-401/07	1983-12	Kine- und Magnetfilm; Technische Qualität von Ausgangsmaterialien und Kopien; Ton-Mischaufzeichnung	DIN 15581-2	1972-06
TGL 35-403/01	1986-12	Kinefilm; Start- und Endbänder, Termini, Definitionen, Schaltmarken für teilautomatisierte Vorführung, Vor- und Nachlaufbänder	DIN 15598-1	1978-09
			DIN 15698-1	1978-09
TGL 35-403/02	1986-12	Kinefilm; Start- und Endbänder, Startband	DIN 15598-1	1978-09
			DIN 15698-1	1978-09
TGL 35-403/03	1986-12	Kinefilm; Start- und Endbänder, Endband	DIN 15598-1	1978-09
TGL 35-403/03	1986-12	Kinefilm; Start- und Endbänder, Endband	DIN 15698-1	1978-09
TGL 35-403/04	1986-12	Kinefilm; Start- und Endbänder, Kurzstartband	DIN 15598-1	1978-09
			DIN 15698-1	1978-09
TGL 35-403/05	1986-12	Kinefilm; Start- und Endbänder, Kurzendband	DIN 15598-1	1978-09
			DIN 15698-1	1978-09
TGL 35-403/06	1986-12	Kinefilm; Start- und Endbänder; Startband für kopierfertiges Lichtton-Negativ	DIN 15598-1	1978-09
			DIN 15698-1	1978-09
TGL 35-403/07	1986-12	Kinefilm; Start- und Endbänder; Endband für kopierfertiges Lichtton-Negativ	DIN 15598-1	1978-09
			DIN 15698-1	1978-09
TGL 35-412/01	1988-07	Kine- und Magnetfilm; Klebestelle, Nassklebestelle für Kinefilm 35 und 16 mm	DIN 15540-1	1981-05
			DIN 15653-1	1999-07
TGL 35-412/02	1976-11	Kine- und Magnetfilm 35 mm; Filmklebestellen; Hinterklebetechnik	DIN 15540-2	1984-10
			DIN 15540-3	1982-11
TGL 35-412/04	1980-10	Kine- und Magnetfilm; Klebestelle; Hinterklebestelle 16 mm	DIN 15653-2	1984-10
			DIN 15653-3	1982-11
TGL 35-610/01	1980-12	Kine- und Magnetfilm; Mechanische Qualität von Ausgangsmaterialien und Kopien; Beurteilung und Bewertung von Ausgangsmaterialien	DIN 15501	1988-11
			DIN 15581-1	1972-08
			DIN 15581-2	1972-06
			DIN 15551-1	2013-12

TGL	Ausgabe	Titel der TGL	DIN	Ausgabe
TGL 35-610/02	1980-12	Kine- und Magnetfilm; Mechanische Qualität von Ausgangsmaterialien und Kopien; Beurteilung und Bewertung von Kopien im Neuzustand	DIN 15581-1	1972-08
			DIN 15581-2	1972-06
TGL 35-620/01	1981-12	Film 35 mm; Prüf- und Messfilme; Projektionstestfilm	DIN 15506-1	1982-10
TGL 35-620/02	1986-12	Kinefilm; Prüf- und Messfilme; Lichtton-Spaltprüffilm 35 mm	DIN ISO 6025	2003-04
TGL 35-620/03	1986-05	Kinefilm; Prüf- und Messfilme; Lichtton-Frequenz-Messfilm 35 mm	DIN ISO 6025	2003-04
TGL 35-620/04	1973-12	Kinefilm; Prüf- und Messfilme; Spaltbildausleuchtungsmessfilm 35 mm	DIN ISO 6025	2003-04
TGL 35-620/05	1986-05	Kinefilm; Prüf- und Messfilme; Lichtton-Pegelfilm 35 mm	DIN ISO 6025	2003-04
TGL 35-620/07	1966-11	Kinefilm; Prüf- und Messfilme; Lichtton-Azimutfilm 35 mm	DIN ISO 6025	2003-04
TGL 35-621/01	1987-12	Kinefilm; Prüf- und Messfilme; Projektions-Testfilm 16 mm	DIN ISO 6025	2003-04
TGL 35-621/02	1987-12	Kinefilm; Prüf- und Messfilme; Lichtton-Spaltprüffilm 16 mm	DIN ISO 6025	2003-04
TGL 35-621/04	1973-12	Kinefilm; Prüf- und Messfilme; Spaltbildausleuchtungsmessfilm 16 mm	DIN ISO 6025	2003-04
TGL 35-621/05	1975-12	Kinefilm; Prüf- und Messfilme; Lichtton-Pegelfilme 16 mm	DIN ISO 6025	2003-04
TGL 35-621/06	1984-12	Magnetfilme; Prüf- und Messfilme; Bezugsfilme 16 mm	DIN 15638	1993-09
TGL 35-621/07	1975-12	Kinefilm; Prüf- und Messfilme; Lichtton-Azimutfilme 16 mm	DIN ISO 6025	2003-04
TGL 35-626/01	1978-11	Magnetfilme; Prüf- und Meßfilme; Bezugsfilme 35 mm und 17,5 mm	DIN 15538-1	2000-04
TGL 35252	1982-02	Kinefilm; Aufzeichnungen für die Fernsehwiedergabe; Titelfeld; Aktionsfeld, Regelfläche	DIN 15502-2	1996-02
			DIN 15602-2	1996-02
TGL 39050	1984-12	Magnetische Signalspeicherung; Magnetköpfe für die Filmtechnik; Technische Bedingungen	DIN 15910-1	1985-02

TGL	Ausgabe	Titel der TGL	DIN	Ausgabe
TGL 39051	1981-12	Filmtheatertechnik; Beurteilung und Bewertung mechanischer Schäden an Filmkopien, Prüfung	DIN 15581-1	1972-08
			DIN 15581-2	1972-06
TGL 42569	1984-09	Kinefilme; Maße und Perforationsarten	DIN 15501	1988-11
			DIN 15576-2	1981-07
			DIN 15601-1	1981-07
			DIN 15655-1	1989-08
			DIN 15701	1978-12
			DIN 15851-1	1969-01
			DIN 15851-3	1978-12
TGL 43965	1986-05	Kinefilm 35 mm; Einkanal-Lichttonspuren, Maße	DIN 15503	1985-01

6 Themenbereiche der Normierung

Die Angaben in den Tabellen in Kapitel 6.1 bis 6.6 weisen keinen Bezug zu speziellen Norm-Ausgaben auf und beschränken sich hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen den aufgeführten DIN- und ISO-Normen nicht ausschließlich auf in DIN-Normen aufgeführte Zusammenhänge. Sie repräsentieren somit Einschätzungen des Autors zu generellen Sachbezügen und Zusammenhängen zwischen DIN- und ISO-Normen der Kinematographie.

6.1 Fotochemischer Film einschließlich magnetische Randspur – Filmabmaße, -eigenschaften, Dimension und Position der Aufzeichnung

		8R	8S	16	35	65	70
Rohfilmabmaße, Perforation, Schichtlage	DIN	15851-1 15576-2	15851-3 15576-2	15601 15576-2 15576-2	15501 15576-2	15701 15576-2	15701 15576-2
	ISO	486	1700	69	491	3023	3023
Größe/Position Bild-Negativ/Umkehr	DIN	15852-1	15852-2	15602-1 15602-6 5768	15502-1 15502-3 15502-6 15502-7 15546	15702	15702
	ISO	74	3645	466 5768	2906	2467	2467
Größe/Position Bild-Positiv	DIN	15852-1	15852-2	15602-1 15602-2 15602-6	15502-1 15502-2 15502-3 15502-6 15502-7 15545 15546		15702
	ISO	74	3645	4243 5768	2939		2467
Größe/Position Licht-Ton-Positiv mono	DIN		15803-1	15603	15503		
	ISO		4244	4243	17266		
Größe/Position Lichtton-Positiv stereo	DIN			15603	15503		
	ISO			7739	7343		

		8R	8S	16	35	65	70
Größe/Position Bild-Projektion	DIN	15852-1	15852-2	15602-1	15502-1 15502-2 15502-6 15545		15702
	ISO	74	3645	359	2907		2467
Größe/Position Lichtton-Negativ mono	DIN			15603	15503		
	ISO			71	70		
Größe/Position Lichtton-Negativ stereo	DIN				15503		
	ISO			7739	17266		
Größe/Position Magnet-Ton-Randspur	DIN	15881	15881-2 15881-4 2-kanalig	15681-1 15681-2 2-kanalig	15555 15582		15703
	ISO	1201	3027	490	2862		2404
Nass-Klebestellen	DIN		15853-1	15653-1	15540-1		
	ISO		3642	6038	6038	6038	6038
Trocken-Klebestellen	DIN		15853-2	15653-3	15540-3		
	ISO		3773	6038	6038	6038	6038
Start- und Endband	DIN			15698-1	15598-1		
	ISO			4241	4241		
Filmträger	DIN	15551-1	15551-1	15551-1	15551-1 15551-3	15551-1	15551-1
	ISO	18906	18906	18906	18906 10356	18906	18906
Laufgeschwindigkeit	DIN	15577	15577	15577	15577	15577	15577
	ISO	28	1787	25	23		
Bild-Ton-Abstand	DIN	15940	15940	15940	15940		15940
	ISO	1201	3027 4244	490 4243	2862 2939		2404

6.2 Fotochemischer Film einschließlich magnetische Randspur – Prüf- und Messfilme

		8R	8S	16	35	65	70
Bild-Testfilm	DIN	15806-1	15806-11	15606-1	15506-1		15706-1
	ISO	3334	3334	3334	3334		3334
Magnetton COMMAG	DIN		15838	15606-12	15506-11 15506-12		15706-5 15706-12
	ISO						
Lichtton COMOPT	DIN DIN ISO		15806-13	6025	6025		
	ISO			6025	6025		

6.3 Fotochemischer Film einschließlich magnetische Randspur – Geräteanforderungen Wiedergabe Ton

		8R	8S	16	35	65	70
Anforderungen an Tonwiedergabequalität Studio							
Anforderungen an COMOPT-Wiedergabequalität Studio	DIN			15573-1 15572-2 15572-1	15573-1 15572-2 15572-1		
	ISO			7831 2969	7831 2969		
Anforderungen an COMMAG-Wiedergabequalität Studio	DIN			15573-1 15910-1 15910-2 15573-1	15573-1 15910-1 15910-2 15573-1		15573-1 15910-1 15910-2 15573-1 15572-1
	ISO						8622 2969
Anforderungen an Tonwiedergabequalität Filmtheater							
Anforderungen an COMOPT-Wiedergabequalität Filmtheater	DIN		15866 15866	15666 15666 15659 15659	15566 15566 15567 15559 15572-2 15559 15572-1		
	ISO		6774	2969	20859 7831 2969		
Anforderungen an COMMAG-Wiedergabequalität Filmtheater	DIN			15668 15910-2 15659	15568 15910-2 15569 15559 15572-1		15910-2 15573-2 15572-1
	ISO			2969	2969		8622 2969

6.4 Magnetfilm – Filmabmaße, -eigenschaften, Dimension und Position der Aufzeichnung

		16 mm	17,5 mm	35 mm
Magnetfilm-Material, äußere Aufmachung	DIN	15655-1	15552-1	15552-1
	ISO	69		491
Größe/Position Magnetton-MF 1-Kanal	DIN	15655-2	15552-2	15552-2 15582
	ISO	890	162	
Größe/Position Magnetton-MF 3/4/6/8-K	DIN			15554-3 15554-1 15554-2 15554-4
	ISO			162 1753
Größe/Position Magnetton-MF 2-Kanal	DIN	15655-2 15655-3	15552-3	15552-3
	ISO	4242	9525	162

6.5 Magnetfilm – Prüf- und Messfilme

		16 mm	17,5 mm	35 mm
Magnetton SEPMAG	DIN	15638	15538	15538
	ISO	4834	4834	4834

6.6 Magnetfilm – Geräteanforderungen Wiedergabe Ton

		16	17,5	35
Anforderungen an SEPMAG-Wiedergabequalität Studio	DIN	15573-1 15910-1 15910-2 15573-1	15573-1 15910-1 15910-2 15573-1	15573-1 15910-1 15910-2 15573-1
	ISO			

7 Markante Veränderungen im Ausgabenverlauf ausgewählter DIN-Normen

Wie bereits im Vorwort angemerkt, hätte die Aufnahme *aller* früheren Ausgaben der jeweiligen Normen den Umfang des Normenhandbuchs bei weitem gesprengt. Denn seit dem Beginn der Normierung zur Kinematografie hat es Veränderungen zu einer Vielzahl von Festlegungen zu den Eigenschaften von Filmmaterialien, von Bild- und Tonaufzeichnungen sowie von Geräten und Messverfahren gegeben. Diese beruhen z. B. auf Anpassungen an die ISO-Normierungen.

Viele dieser Aktualisierungen beziehen sich auf die Position und Dimension von Bild und Ton auf dem Filmband. Es ist empfehlenswert, sich von Fall zu Fall über diese Veränderungen im Ausgabenverlauf der betreffenden Normen zu informieren. Allerdings kommt den betreffenden Angaben zumindest bei den von Schrumpfungsprozessen betroffenen Filmträgerarten ohnehin nur relative Bedeutung zu. Und da die Empfehlungen zur nachhaltigen Digitalisierung in Form der DIN SPEC 15587 zumindest beim Bild von einem deutlich überdimensionierten Scanbereich (auch als Overscan bezeichnet) ausgehen, werden dort die Auswirkungen jeglicher Variationen aufgefangen.

Bei einigen Normen mit anderem Sachbezug hat es jedoch im Ausgabenverlauf bemerkenswerte Veränderungen gegeben, die in den folgenden Beiträgen thematisiert werden.

7.1 Bild-Ton-Abstand auf kombinierten 35 mm-Kopien mit Lichtton

Bei der Verwendung des Begriffs *Bild-Ton-Abstand* sind drei Bezüge zu unterscheiden, die oft zu Verwechslungen führen:

- Abstand zwischen Mitte des ersten Bildes und dem dazugehörigen Tonereignis auf der kombinierten Kopie
- Abstand der Bild-Ton-Startmarkierungen auf dem Startband
- Abstand zwischen Bildmitte und dem zugehörigen Ton, wie er durch den Abstand von Bildfenstermitte und Tonkopf am Schneidetisch, am Projektor, dem Telecineabtaster oder dem Scanner vorgegeben ist oder i. d. R. in engen Toleranzgrenzen durch das entsprechende Filmeinlegen bzw. durch digitale Verzögerung des Tonsignals bestimmt werden kann.

Was über die o. g. Verwechslungsgefahr hinaus oft für Verwirrung sorgt, sind insbesondere die zu Beginn der Tonfilmstandardisierung wechselnden Festlegungen des Bild-Ton-Abstandes auf kombinierten Lichttonfilmen. Der Abstand

zwischen Mitte des ersten Bildes und dem dazugehörigen Tonereignis auf der kombinierten Kopie ist im Rahmen der DIN-Standardisierung im April 1933 in Form der *DIN KIN 16 – Tonfilm-Aufnahme* sowie *DIN KIN 17 – Tonfilm-Wiedergabe* ursprünglich mit 19 Bildern festgelegt worden. Bereits mit der die letztgenannte DIN ersetzenden *DIN KIN 3505 – Tonwiedergabe* wurde dieser Wert im April 1939 auf 20 Bilder abgeändert. Grund dieser und der mit der *DIN 15503 – Lichttonfilm 35 mm; Spurlagen und Spaltbild* im Dezember 1959 erneut vorgenommenen Änderung auf 21 Bilder war mit sehr großer Wahrscheinlichkeit die Erkenntnis, dass wegen des Einflusses der Laufzeit des Schalls in der Luft zumindest in großen Kinos der Bild-Ton-Abstand am Projektor verkürzt werden sollte. Eine Verkürzung um den Abstand eines Bildes reicht z. B., um etwa 15 m von der Leinwand entfernt Bild und Ton synchron wahrzunehmen. Dem waren aber in den einführten Projektor-Generationen wegen der Tongleichlaufstabilität enge mechanische Grenzen gesetzt. Die Realisierung eines größeren, standardisierten Abstandes zwischen Bild- und zugehörigen Tonereignissen auf dem Film war die einfachere Lösung. Die Dualität des Bild-Ton-Abstandes Film versus Gerät bezogen auf das Beispiel 15 m wird übrigens erstmals im Dezember 1959 in der *DIN 15503 – Lichttonfilm 35 mm; Spurlagen und Spaltbild*, welche die seit 1947 in *DIN 15505* umbenannte *DIN KIN 3505* ersetzte, thematisiert:

> „Die Tonaufzeichnung hat auf der Kopie zur zugehörigen Bildmitte einen Vorlauf von 21 +/- ½ Bildern. Wenn im Projektor der Abstand zwischen Bildfenster und Tonabtaststelle 20 Bilder beträgt, so sind Bild und Ton im Synchronismus für einen Beobachter, der 15 m vom Lautsprecher entfernt ist."

Mit Erstveröffentlichung der *DIN 15940 – Bild-Ton-Abstände auf Tonfilmen und an Tonfilmgeräten*, Ausgabe 1970-03, aktuell 1982-05, ist die Angabe des Bild-Ton-Abstandes auf dem Film auf diese Norm übergegangen.

Die einheitliche Gestaltung des Startbandes fand erstmalig in Form der *DIN 15598-1 – Film 35 mm – Start- und Endband, für Direktprojektion* vom September 1978 statt. Die Entfernung der entsprechenden Bild-Ton-Starteinzeichnungen ist darin mit 21 Bildern festgelegt. Um in einem größeren Kino z. B. 15 m von der Leinwand entfernt Synchronität zu gewährleisten, war also beim Einlegen des Films die Tonstartmarkierung um ein Bildfeld in Laufrichtung zu versetzen.

Hingewiesen werden soll an dieser Stelle noch auf die Besonderheiten der den Bild-Ton-Abstand betreffenden ISO-Standardisierung. Während bis zur Ausgabe vom Juni 1986 in der *ISO 2939 – Cinematography; Picture image area and photographic sound record on 35 mm motion-picture release prints — Position and dimensions* der auf dem Film umzusetzende Bild-Ton-Abstand mit 21 Bil-

dern angegeben wurde, kam mit der Ausgabe Juni 2015 eine Wende. Der auf dem Film zu realisierende Bild-Ton-Abstand wurde auf 20 Bilder festgelegt. In den begründenden Erläuterungen im Anhang A wird ausgeführt, dass es im überwiegenden Teil der Filmkopierwerke die von der Norm abweichende Praxis sei, Theaterkopien mit einem 20 Bilder umfassenden Bild-Ton-Abstand herzustellen. Das damit i. d. R. nicht mehr gewährleistet war und ist, an den Projektoren auf 19 Bildern Abstand einzulegen, um zumindest in etwa 15 m Abstand die Synchronität von Bild und Ton zu gewährleisten, habe sich als nicht nachteilig erwiesen, da nacheilender Ton bei in Entfernung stattfindenden visuellen Ereignissen als natürlich angenommen werde.

Die Startbandstandardisierung *ISO 4241 – Cinematography – Projection film leader (time-based), trailer and cue marks – Specifications* Ausgabe 2019-07 legt – im Gegensatz zur o. g. *DIN 15598-1* einen Abstand der Einzeichnungen für Bild- und Tonstart von 20 Bildfeldern fest. Dies offensichtlich davon ausgehend, dass wegen der Größe des überwiegenden Teils der Kinos ein Laufzeitausgleich von 15 m angeraten ist und sich für den Filmvorführer damit das gegenüber der Tonstarteinzeichnung um ein Bildfeld versetzte Einlegen des Filmstarts erübrigt.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der Bild-Ton-Abstand auf kombinierten 35 mm-Lichtton-Kopien im Verlauf der DIN-Standardisierung Veränderungen unterlegen war. Ausgehend von 19 wurde auf 20, später auf 21 Bilder geändert. Im Rahmen der ISO-Standardisierung wurde danach von 21 wieder auf 20 Bilder abgeändert. Wenn bei getrennt vorliegenden Bild- und Tonvorlagen, d. h. bei den jeweiligen Negativrollen, das ursprünglich erste Bild bzw. der ursprüngliche Tonbeginn nicht authentisch überliefert sind, kommt den im Zeitraum der Erstveröffentlichung hergestellten Kopien und der Dokumentation des Bild-Ton-Abstandes der darauf vorliegenden Synchronsituation große Bedeutung zu.

7.2 Tonspurseitenlage und Bild-Ton-Abstand auf kombinierten 16 mm-Lichtton-Kopien

Nicht selten hinkt die Standardisierung durch offizielle Standardisierungsgremien sogenannten Industriestandards hinterher. Eine Homogenisierung kann dann, wie im Folgenden geschildert, allein wegen ökonomischer Folgen mit erheblichen Problemen verbunden sein.

Im April 1933 erfolgte neben der Veröffentlichung der Normen *DIN KIN 8* bis *DIN KIN 17* zum 35 mm-Film bereits der Entwurf der *DIN KIN 101 – Schmalfilm Negativ und Positiv, roh, Abmessungen Bildstrich* für zweiseitig perforierten Rohfilm, in der Zeitschrift Die Kinotechnik[1)] noch als *DIN KIN 18* benannt.

1 Die neuen Normblätter DIN KIN Blätter 8–17 und 101. In: Die Kinotechnik, Heft 7 1933, S. 115–117.

Im Oktober 1933 folgten die Vorstellung und Erläuterung der Entwürfe *DIN KIN 102* bis *DIN KIN 104* für zweireihig perforierten 16 mm-Film und *DIN KIN 105* bis *DIN KIN 108* für einseitig perforierten 16 mm-Film[2]. Mit Bezug auf die im November 1932 vorgestellten amerikanischen Normentwürfe zum 16 mm-Lichttonfilm[3] wird dort festgestellt, dass diese, weil aus Sicht des Deutschen Fachnormenausschusses für Kinotechnik grafisch uneindeutig ausgeführt, bislang so missverstanden wurden, dass sie mit dem deutschen Entwurf der *DIN KIN 106 – Schmalfilm mit einseitiger Perforation, Bildfenster und Tonstreifen* übereinstimmen. Man sei erst durch einen Hersteller darauf aufmerksam gemacht worden, dass die Seitenlage der Tonspur betreffend keine Übereinstimmung gegeben ist. In wenigen Worten: Während beim inzwischen in Kraft gesetzten amerikanischen Normenvorschlag die Tonspur in Blickrichtung Leinwand links lag, lag sie beim deutschen Entwurf rechts. Dass es zu einer ersten internationalen Einigung erst bei der ersten Sitzung des 1935 in Paris gegründeten ISA-Komitees im September 1936 in Budapest kam, lag nicht zuletzt daran, dass in verschiedenen Ländern bereits Kameras, Kopiermaschinen und Projektoren nach der jeweiligen Spezifikation entwickelt und gebaut worden und natürlich auch entsprechende Filme auf dem Markt waren. Eine weitere Abweichung betraf den Bild-Ton-Abstand: Er wurde im deutschen DIN-Entwurf mit 27 Bildern angegeben – die S.M.P.E. hatte 25 Bilder standardisiert.

In der Zeitschrift Die Kinotechnik erfolgte im März 1937 schließlich die Veröffentlichung der Entwürfe[4] völlig neu gestalteter Standards für 16 mm-Filme mit auf den einseitig perforierten Schmalfilm bezogenen Bezeichnungen *DIN KIN 1601* bis *DIN KIN 1605*. Die Seitenlage in der dafür maßgeblichen *DIN KIN 1603* stimmte nun mit der amerikanischen Norm überein und beim Bild-Ton-Abstand hatte man sich auf 26 Bilder geeinigt. Die erstmalige DIN-Standardisierung der 16 mm Tonaufnahme erfolgte schließlich im Oktober 1939 mit der *DIN KIN 1603 – Film 16 mm mit einseitiger Lochung, Tonaufnahme für Umkehrverfahren* unter Bezug auf die Empfehlungen des ISA-Komitees 36 vom Juni 1938[5].

Zumindest bei vor 1940 hergestellten kombinierten 16 mm-Lichtton-Kopien muss man also damit rechnen, dass die Wiedergabe/Abtastung durch die nach späterem Standard aufgebauter Technik bedingt dazu führt, dass Bild- und Ton-Fokus und Seitenrichtigkeit des Bildes korrigiert werden müssen. Zudem ist bei der weiteren Bearbeitung zur originären Überlieferung der Synchronsituation der Bild-Ton-Abstand zu dokumentieren und zu berücksichtigen.

---

2 Die neuen Normblattentwürfe DIN KIN 102–108. In: Die Kinotechnik, Heft 20 1933, S. 323–325.

3 Report of the Commitee on Standards and Nomenclature – 16 MM Sound Film. In: Journal S.M.P.E. Nov. 1932, S. 477–480.

4 Neue DIN KIN Entwürfe. In: Die Kinotechnik, Heft 1937, S. 61–64.

5 ISA = International Federation of the National Standardizing Associations, 1926–1939

7.3 Preemphasis und Deemphasis der Lichttonaufnahme bzw. -wiedergabe

Neben künstlerischen Intentionen mussten und müssen die Filmtonmeister bei der Tongestaltung der Aufnahme die technischen Rahmenbedingungen des gesamten Aufnahme-, Kopier- und Wiedergabeweges berücksichtigen. Diesbezügliche Standards prägen also die Frequenzcharakteristik der über den Zeitraum ihrer Anwendung vorgenommenen Filmtonaufnahmen.

Schon zu Beginn der Lichttonfilmproduktion erkannte man, dass der damals relativ geringe Frequenzumfang und der hohe Rauschanteil der Lichttonaufzeichnungen, insbesondere der Kopien, eine wiedergabeseitige Begrenzung des unteren und oberen Frequenzbereichs empfehlenswert machte. Da die damals in den Kinos installierten Lautsprechersysteme unterschiedlicher Hersteller unterschiedliche Wiedergabecharakteristika aufwiesen, man aber halbwegs homogene Wiedergabequalität gewährleisten wollte, entschied man sich 1938 in den USA eine auf die verschiedenen Systeme bezogene Kurvenschar festzulegen. Diese Festlegung erfolgte seitens des *Motion Picture Research Council* unter dem Begriff *Standard Electrical Characteristics*, später auch als *Academy Characteristics* bekannt. 1948 erfolgte eine Aktualisierung dieser Verstärkerfrequenzgänge[6]. Grundlage dieser Festlegungen waren jeweils intensive Hörversuche, denn es handelte sich um die den gesamten Signalweg einschließenden, am Ausgang des Leistungsverstärkers gemessenen opto-elektrischen Frequenzgangkurven. Der opto-akustische Frequenzgang, also der des Schalldrucks, der die elektro-akustischen Eigenschaften von Lautsprechern und die akustischen Eigenschaften des Kinosaals bzw. der Mischateliers miteinbezogen hätte, konnte damals mangels entsprechender messtechnischer Voraussetzungen nicht ausreichend sicher erfasst werden.

Auch wenn diese Tatsache einer Standardisierung im Wege stand, kann man davon ausgehen, dass die Filmtonmeister in Deutschland in Anlehnung an einen gemittelten *Academy Curve*-Wiedergabefrequenzgang die Frequenzcharakteristik der Tonaufnahmen entsprechend gestalteten. Etwas verallgemeinert wurde in der Zeitschrift Fernseh- und Kinotechnik[7] beschrieben, dass der Frequenzbereich unterhalb 300 Hz beschnitten wurde, um die Höhen ausgeglichener klingen zu lassen, und Dialoge zwischen 1 und 6 kHz sowie Musik oberhalb 2 kHz teils kräftig angehoben wurden. Kennzeichnend zumindest für die Praxis in Deutschland sind auch die Tonbearbeitungswerkzeuge der damals den Markt beherrschenden Klangfilm G.m.b.H, konkret der als „Geschmacksentzerrer" benannten schaltbaren Filter, die in dem Fachbuch Physik und Technik des Ton-

6 Standard Electrical Characteristics for Theatre Sound Systems, Technical Bulletin, Motion Picture Research Council, Inc., Apr. 1948.

7 Gedanken zur Verbesserung der Lichttonwiedergabe im Filmtheater, J. Webers, J. Jondral. In: Fernseh- und Kinotechnik, 29. Jahrgang, Nr. 3/1975, S. 81–85.

films[8)] beschrieben werden. Die Wiedergabe von mit einer derartigen Preemphasis hergestellten Filmtöne ist also möglichst an eine den opto-akustischen Wiedergabeweg auferlegte Deemphasis gebunden.

Mitte der 50er Jahre hatten sich die technischen Rahmenbedingungen merklich verändert. Eine in 14 Kinos Süddeutschlands jeweils den gesamten opto-akustischen Weg einschließende Schalldruckfrequenzgangmessung zeigte, dass die mittels Lichtton erreichbaren Frequenzbereiche nunmehr erheblich größer waren. Mit der Erstausgabe der *DIN 15572-1 – Tonfilm-Wiedergabe, Frequenzgang des Schalldruckpegels; Prüf- und Meßverfahren* vom August 1966 war dann ein Beitrag geleistet, den Endverstärker, Lautsprecher und die akustischen Eigenschaften des Wiedergaberaumes einschließenden Teile der elektro-akustischen Wiedergabekette, international später als *B-chain* benannt, hinsichtlich des Frequenzgangs zu beschreiben. Auf der theoretischen Grundlage der nachfolgenden Ausgaben dieser DIN von 1976 und 1984 und unter Anwendung des Dolby-A- Rauschminderungsverfahrens war es dann möglich, ab etwa Mitte der 70er Jahre auf eine Preemphasis nach *Academy Curve* zu verzichten.

Mit der Erstausgabe der *DIN 15572-2 Tonfilm-Wiedergabe; Frequenzgang der Lichtton-Vorverstärkeranlage; Meßverfahren* von Dezember 1986 wurde eine Empfehlung ausgesprochen, wie der Frequenzgang des die Spaltdimension und den Photowandler des Lichttonabtastkopfes und den Vorverstärker einschließenden Teils der opto-elektrischen Wiedergabekette *(A-chain)* beschaffen sein muss, um zusammen mit der Frequenzgangbeschreibung der *DIN 15572-1* eine Gesamt-Deemphasis zu erreichen, über die alte, auf *Academy Curve* basierende Filmtonproduktionen im Kino wiederzugeben sind.

Hinsichtlich der Digitalisierung nach DIN SPEC 15587 ist überlegenswert, die Digitalisierung selbst linear, also nach der Frequenzgangkurve der sogenannten *Breitbandwiedergabe* der *DIN 15572-2* von 1986 auszuführen und die Festlegung und Auferlegung der Deemphasis innerhalb der nachfolgenden Bearbeitungsschritte, also auch in Anpassung an die Wiedergabebedingungen der jeweils vorgesehenen Distributionsart, auszuführen.

7.4 Spektrale Charakteristika der Lichttonabtastung

Die erste DIN-Norm zur Lichttonaufzeichnung und -wiedergabe wurde 1933 als *DIN KIN 16 – Tonfilm-Aufnahme* bzw. *DIN KIN 17 – Tonfilm-Wiedergabe* veröffentlicht. Allerdings wurde in diesen Normen lediglich die Tonspurlage, die Lage des Abtastspaltes und dessen Breite festgelegt. Die Festlegung der Spalthöhe und (zumindest indirekte) Festlegungen zu spektralen Eigenschaften von

8 Lichte, H./Narath, A.: Physik und Technik des Tonfilms. 3. Auflage. Leipzig: Verlag S. Hirzel 1945, S. 310.

Lichtquelle und -empfänger erfolgten erstmals im Januar 1963 in *DIN 15566* (35 mm) und *DIN 15666* (16 mm) unter dem Titel *Lichtton-Abtastgeräte mit Tonfilm-Photozellen*.

Das möglichst optimale Verhältnis von spektraler Emission der Lichtquelle und spektraler Empfindlichkeit des Lichtempfängers – in Anpassung an die spektrale Transmission des opaken aber auch des transparenten Bereiches der Lichttonspur – beschäftigte die Fachleute allerdings schon zu Beginn der Tonfilmära. Die genannte Thematik war z. B. im Zusammenhang mit gefärbten Filmträgern, wie *AGFA-Positiv-Film mit gefärbter Unterlage für Tonfilmzwecke*[9] und *KODAK Sonochrom* von Bedeutung. Zur Auswahl standen bereits damals blauempfindliche Photozellen mit einem Empfindlichkeitsmaximum im sichtbaren Bereich um 450 nm, sogenannte Blau-Zellen, und Photozellen mit einem im Infrarotbereich bei 800 nm liegenden Empfindlichkeitsmaximum, den Rot-Zellen.

Da als Lichtquelle Wolfram-Tonlampen eingesetzt wurden, deren Strahlungsintensität kontinuierlich bis etwa 900 nm ansteigt, verschoben sich zudem die Gesamtempfindlichkeitsmaxima des Systems Lichtquelle-Sensor zusätzlich um je etwa 100 nm in den langwelligen Spektralbereich.

Die Tonspuren der frühen Farbfilmverfahren UFA-Color (1931) und Gaspar-Color (1933) waren Eisenblautonungen und damit nur für eine Abtastung mit Rot-Zellen geeignet. Andererseits war die Rot-Zelle zum Abtasten der Tonspur des 1941 eingeführten AGFA-Color-Negativ-Positiv-Verfahrens nur dann geeignet, wenn das belichtete Silber im Tonspurbereich über aufwendige Maßnahmen wie z. B. Rückentwicklung erhalten wurde. Die Filmfarbstoffschichten allein sind weitestgehend IR-durchlässig und gewährleisten damit keine ausreichende Modulation. Doch obwohl die Herstellung einer reinen Farbstoffspur und deren Abtastung mit einer Blau-Zelle nicht nur hinsichtlich des chemischen Aufwandes weniger aufwendig gewesen wäre, sondern auch hinsichtlich der Wiedergabequalität zumindest gleiche Ergebnisse erbracht hätte, und Blau-Zellen weiter angeboten und auch in Projektoren eingesetzt wurden, gelang die vollständige Umstellung als Voraussetzung für eine Umstellung auf Kopien mit reiner Farbtonspur in zumindest einer Farbschicht nicht. Dies vor allem deshalb, da sie abrupt, d. h. ohne Übergangstechnologie hätte umgesetzt werden müssen. Der Nachteil, dass man mit Blau-Zellen ausgestatteten Projektoren keine Kopien früher Farbfilmverfahren mit eisenblaugetonten Tonspuren hätte vorführen können und das wohl bei Herstellung von Kopien zur Blau-Zellen-Abtastung merklich engere Kopierlichttoleranzen eingehalten hätten werden müssen, als dies bei Kopien für Rot-Zellen-Abtastung der Fall war, wäre sicher hinnehmbar gewesen.

9 Eggert, Dr. J./Schmidt, Dr. R.: Einführung in die Tonphotographie – Photographische Grundlagen der Lichtton-Aufzeichnung. Leipzig: Verlag S. Hirzel 1932, S.127–128.

Wie auch immer – in den Ausgaben der *DIN 15566* bzw. *DIN 15666* von 1963 wurde dennoch lediglich gefordert, dass die Fotozelle der *DIN 44028-1 – Messung Photoelektronischer Photozellen*; *Meßbedingungen* für Fotozellen entsprechen soll und eine Empfindlichkeit 100 µA/lm gewährleistet sein muss. Ein Ausschluss der seit 1958 in der *DIN 44028-2 – Photozellen S-4 mit Cäsium-Antimonkathode* (Blau-Zelle) standardisierten Zellenart erfolgte damit nicht. Das änderte sich mit der 2. Ausgabe der *DIN 15566* bzw. *DIN 15666* vom Juni 1972. Seitens der Lichtquelle ging man nach wie vor vom Spektrum einer klassischen Tonlampe aus. Doch wird unter *3.4 Photoelektronisches Bauelement* ausgeführt:

„Lichttonabtastgeräte können mit Photozellen oder anderen photoelektronischen Bauelementen auf Halbleiterbasis ausgerüstet werden. Die spektrale Empfindlichkeit soll in einem Wellenlängenbereich von 600 bis 1000 nm liegen, wobei an der oberen Grenze bei 1000 nm die Emplindlichkeit mindestens auf 50 % abgefallen sein muss, während sie an der unteren Grenze bei 600 nm mindestens noch 50 % betragen muß.

Anmerkung: Mit Rücksicht auf die künftig bei Farbfilmen zu erwartenden silberfreien Tonspuren ist bei Neukonstruktion anzustreben, den oberen Grenzwert für den Wellenlängenbereich nach kürzeren Wellenlängen zu verschieben.“

Dazu passen die Empfehlungen für die Abtastung von Lichttonspuren auf Super 8 Farbfilm, welche drei Jahre später in Form der *DIN 15866* aufgestellt wurden. Bei diesen Lichttonspuren war es aus technischen Gründen nicht möglich, die nur 0,8 mm breite Spur einer Silberrückentwicklung zu unterziehen. Sie war also zwangsläufig generell eine reine Farbtonspur.

Ebenfalls unter *3.4 Photoelektronisches Bauelement* ist dort aufgeführt:

„Lichttonabtastgeräte für 8 S Filme werden im allgemeinen mit photoelektrischen Bauelementen auf Halbleiterbasis ausgerüstet. Die spektrale Empfindlichkeit dieser Bauelemente soll in Verbindung mit dem Emissionsspektrum der Tonlampe in einem Spektralbereich liegen, der einen maximalen Transmissionshub der Tonspur ergibt.

Anmerkung: Z. Zt. ist bei Verwendung von Glühlampen eine spektrale Empfindlichkeit der photoelektrischen Elemente von 500–800 nm üblich, wobei an der oberen Grenze die Empfindlichkeit auf 50% abfällt und an der unteren Grenze mindestens 50 % betragen soll. Die Begrenzungen können mit Filtern vorgenommen werden.

Die Differenz der über die Spaltbreite gemittelten Transmissionsgrade wird in der Kinotechnik mit Transmissionshub angegeben.“

Diese Formulierungen tragen jeweils der Realität Rechnung, dass bereits seit Ende der 60er Jahre eine Ablösung der Fotozellen durch Halbleitersensoren auf Siliziumbasis mit dem einer Rot-Zelle sehr ähnlichem relativen spektralen Empfindlichkeitsverlauf im Gange war. Andererseits reflektieren sie vermutlich die intensiven Diskussionen, die auch in den ISO-Standardisierungsgremien um die Machbarkeit von Farbfilmkopien mit silberfreier Tonspur im 16- und 35-mm-Bereich und deren Abtastung im Spektralbereich des sichtbaren Lichts geführt wurden.

Doch das erwies sich als zu optimistisch. Zeitnah konnte kein Weg gefunden werden, gleitend ein neues System mit Rückwärtskompatibilität zu alten Kopien einzuführen. In den Ausgaben der *DIN 15566* und *DIN 15666* vom Mai 1981 tauchen diese Formulierungen deshalb nicht mehr auf. Unter *2.4 Photoelektronische Bauelemente* wird lediglich eine *„lineare Kennlinie im auftretenden Lichtstrombereich“* gefordert. Jeglicher Hinweis auf die Tendenz zur farbigen Lichttonspur fehlt. Als Lichtquelle wird nach wie vor die Tonlampe benannt. Aber die Durchsetzung der gegenüber den Fotozellen deutlich empfindlicheren Halbleiterfotoelemente in der Filmtonspurabtastung hat die Reduzierung der geforderten Tonspalthöhe bei Lichtton-Abtastgeräten für 35 mm von den in den Ausgaben von 1963 und 1972 geforderten 25 µm auf 12 µm ermöglicht. Mit dieser Möglichkeit, höhere Frequenzen abzutasten, wurde den schon seit geraumer Zeit erreichten Fortschritten bei der Aufnahme und Kopierung entsprochen.

Der vermutlich letzte Akt der Entwicklungen im Bereich der analogen Lichttonspuren spiegelt sich nicht mehr in der DIN-Standardisierung wider. Auf Grundlage eines Patents, welches statt der Tonlampe eine leistungsfähige, schmalbandige Lichtquelle mit Strahlungsmaximum bei 660 nm voraussetzt, wurde ab Mitte der 90er Jahre die weltweite Umrüstung der analogen Kinoprojektoren mit entsprechenden Lichttonabtasteinheiten durchgesetzt. Grundlage war das gemeinsame Agieren großer Player der Filmindustrie unter dem Synonym *Dye Track Commitee*. Für die Phase der Umstellung, die sich über etwa 10 Jahre erstreckte, konnten Tonspuren benutzt werden, welche nach dem sogenannten *High Magenta Verfahren* hergestellt wurden. Diese gewährleisteten sowohl auf den alten, als auch den neuen Tonabtastsystemen akzeptable Ergebnisse. Nach Abschluss der Umstellung konnten dann Kopien mit ausschließlich auf Belichtung der Cyanschicht basierenden Tonspuren vertrieben werden. Im Jahre 2005 erfolgte die Standardisierung dieses Verfahrens als *ISO 20859-2005 – Spectral response of photographic audio reproducers for analog dye sound tracks on 35 mm film*. Darin wurde das Empfindlichkeitsmaximum des Systems Lichtquelle/Sensor auf 660 nm festgelegt. Des Weiteren wurde vorgegeben, dass die integrale Empfindlichkeit oberhalb 800 nm, also im IR-Bereich, gegenüber der integralen Empfindlichkeit zwischen 400 und 800 nm nur 5 % betragen darf.

Nicht ausgeschlossen wurde, dies über eine entsprechende Lichtfilterung zu realisieren.

In Bezug auf Lichttonabtastungen zur Digitalisierung sind somit folgende Besonderheiten von Bedeutung: Eine Empfehlung oder gar Festlegung der spektralen Eigenschaften des in Abtastern eingesetzten fotoelektronischen Bauelementes gab es bis zur Ausgabe 1972-06 der *DIN 15566* bzw. *DIN 15666* nicht. Wenn solche wie in der Zeitschrift Fernseh- und Kinotechnik[10)] geäußerten Hinweise auf für Blau-Zellen-Abtastung hergestellte Kopien verlässlich sind, existieren in den Archiven möglicherweise mehr Kopien mit reinen Farbtonspuren oder Farbtonspuren mit geringem Silbergehalt als gemeinhin angenommen. Um eine Abtastung unter adäquaten spektralen Gegebenheiten zu gewährleisten, ist eine entsprechende Prüfung vor Abtastung empfehlenswert. Auch wenn die Abtastung klassischer Farbkopien mit Silber-Farb-Tonspuren mit den Systemen nach *ISO 20859* im Filmtheaterbetrieb akzeptable Ergebnisse bringt – die alten Tonlampen-Fotobauelement-Systeme nach *DIN 15566* bzw. *DIN 15666* liefern hinsichtlich des Klirrfaktors bessere Ergebnisse[11)] und sollten für eine nachhaltige Digitalisierung bevorzugt werden.

10 Neue Fotozellen für Farbtonfilme. In: Fernseh- und Kinotechnik Nr. 4/1951, S. 75.

11 Goldberg, Paul R./ Allen, Ioan/Ricotta, Frank J./Sehlin, Richard C.: Red LED Reproduction of Cyan, Stereo Variable Area, Dye Sound Tracks. In: Paper 138th SMPTE Technical Conference, October 1996.

8 Abdruck der DIN- und ISO-Normen

DK 771.534.54 Januar 1993

Photographische Sensitometrie
Bestimmung der optischen Dichte
Spektrale Bedingungen

DIN 4512 Teil 9

Photographic sensitometry; determination of optical density; spectral conditions

Sensitométrie photographique; mesurage de la densité optique; conditions spectrales

Mit DIN 4512 T7/01.93 und DIN 4512 T8/01.93
Ersatz für DIN 4512 T3/01.73

Zusammenhang mit der von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Internationalen Norm ISO 5/3 : 1984, siehe Erläuterungen.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm legt die spektralen Bedingungen für das Messen einiger in der Photographie verwendeten Arten der optischen Dichte fest, mit denen entwickelte Schwarzweiß- und Farbbilder auf Filmen, Papier und Platten sowie Vesikular-, Diazo-Materialien und Lichttonspuren ausgewertet werden.

2 Begriffe

2.1 Allgemeine Begriffe

Nach DIN 4512 Teil 7

2.2 CIE-Normlichtart A

Die von der CIE vereinbarte farbmeßtechnische Lichtart A, deren Strahlungsfunktion festgelegt ist (aus: CIE Standard S 001-1986) (siehe auch DIN 5033 Teil 7).

3 Eingangsspektrum S

Um eine optische Dichte spektral festlegen zu können, müssen die spektralen Eigenschaften der Lichtquelle und der optischen Bauteile sowie die spektrale Empfindlichkeit des Empfängers bekannt sein. Das Eingangsspektrum hängt von der spektralen Strahlungsverteilung der Strahlungsquelle und der spektralen Transmission der optischen Elemente ab, die den Strahlungsfluß verändern, bevor er auf die zu messende Probe fällt. Optische Dichten werden im allgemeinen mit einer Lichtquelle der spektralen Strahlungsverteilung der Normlichtart A gemessen (siehe Abschnitt 2.2).

In einigen Reflexions- und fast allen Transmissionsdensitometern muß man ein wärmeabsorbierendes oder -reflektierendes Filter in den Beleuchtungsstrahlengang einbringen, um die Probe und die optischen Bauteile zu schützen.

Anmerkung: Aufsichtsbilder werden in der Praxis im ungefilterten Licht entsprechend CIE-Normlichtart A (S_A, Tabelle 1) betrachtet. Bei der Projektion von Diapositiven schaltet man jedoch ein Wärmeschutzfilter in den Strahlengang, wodurch die Strahlungsverteilung S_H der Tabelle 1 mit niedrigem Infrarotanteil entsteht.

3.1 Eingangsspektrum S_A für Reflexionsdensitometer

Bei Messung der Reflexionsdichte muß die relative spektrale Strahlungsverteilung (Strahlungsfunktion) des einfallenden Flusses die Verteilung der CIE-Normlichtart A sein. Diese ist in Tabelle 1 unter S_A angegeben. S_A dient auch als Symbol für die funktionelle Kennzeichnung und ist mit der Abkürzung S_{zA} nach DIN 5033 Teil 7 identisch.

3.2 Eingangsspektrum S_H für Transmissionsdensitometer

Bei Messung der Transmissionsdichte muß die relative spektrale Strahlungsverteilung (Strahlungsfunktion) des einfallenden Flusses die in Tabelle 1 unter S_H angegebene sein. S_H dient auch als Symbol für die funktionelle Kennzeichnung. Die Werte basieren auf der spektralen Strahlungsverteilung der CIE-Normlichtart A. Diese ist jedoch im Infrarotbereich herabgesetzt, um die Probe und die optischen Elemente vor übermäßiger Wärme zu schützen.

3.3 Vorbereitung der Proben

Einige Materialien ändern die optische Dichte bei Änderung der Temperatur und der relativen Luftfeuchte. Deshalb müssen die Proben bei der Bestimmung der optischen Dichte im Gleichgewicht mit Normalklima DIN 50014 — 23/50 — 2 sein.

4 Spektrale Empfindlichkeit s

Die spektrale Empfindlichkeit eines Densitometers hängt von der spektralen Empfindlichkeit des photoelektrischen Empfängers und von der spektralen Durchlässigkeit der optischen Elemente und Filter ab, die sich im Empfängersystem befinden. Die spektrale Empfindlichkeit des Densitometers sollte die spektrale Empfindlichkeit des Empfängers (Auge, photographisches Papier usw.), der bei praktischer Verwendung des Meßobjektes benutzt wird, annähern.

Fortsetzung Seite 2 bis 11

Normenausschuß Bild und Film (photokinonorm) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

5 Spektrale Produkte Π

Die Produkte des Eingangsspektrums S und der spektralen Empfindlichkeit s des Empfängersystems bei jeder Wellenlänge sind eine Funktion der Wellenlänge und werden spektrale Produkte des Meßinstruments genannt. Wenn weder das zu messende Material noch die optischen Elemente im Beleuchtungs- oder Empfängerstrahlengang des Densitometers lumineszieren, dürfen S und s grundsätzlich von den festgelegten spektralen Funktionen abweichen, wenn auf andere Weise dieselben spektralen Produkte wie mit den festgelegten Funktionen erreicht werden.

So kann man mit einem Filter in der Empfängeranordnung eine Abweichung des Eingangsspektrums von dem festgelegten kompensieren. Solche Abweichungen sind nicht allgemein zulässig, wenn merkliche Lumineszenz der Probe oder optischer Komponenten auftritt. In diesem Fall hängt der Meßwert vom Eingangsspektrum ab.

Die spektralen Produkte eines Densitometers können wie folgt angegeben werden:

$$\Pi = Ss,$$

wobei

S die relative spektrale Strahlungsverteilung des Eingangsflusses und

s die relative spektrale Empfindlichkeit des Empfängersystems ist.

6 Kennzeichnung

DIN 4512 Teil 7 legt die Kennzeichnung der optischen Dichte in der Form $D\,(G;\,S:\,g;\,s)$ fest, wobei G und g die Eingangsgeometrie bzw. die Ausgangsgeometrie symbolisieren. Da diese Norm nur spektrale Bedingungen behandelt, wird die Kennzeichnung mit $D\,(S{:}s)$ abgekürzt. Um zwischen Reflexionsdichte (D_R) und Transmissionsdichte (D_T) zu unterscheiden, kann ein Index benutzt werden.

7 Spektrale Arten optischer Dichten

Zur Messung der verschiedenen spektralen Arten der optischen Dichten von strahlungsempfindlichen Materialien werden die in den Tabellen 2 bis 5 angegebenen spektralen Produkte Π verwendet. Die spektralen Produkte erhält man durch die Multiplikation der relativen spektralen Verteilung des Strahlungsflusses im Beleuchtungsstrahlengang des Densitometers (Eingangsspektrum S) mit der relativen spektralen Empfindlichkeit s des Empfängersystems in Intervallen $\Delta\lambda$ von 10 nm. Die resultierenden Produkte werden so umgerechnet, daß sich ein Maximalwert von 100 000 ergibt. Die Logarithmen zur Basis 10 dieser Werte werden in dieser Norm benutzt, um die verschiedenen spektralen Arten zu definieren.

7.1 Visuelle optische Dichte

$D_T\,(S_H : V_T)$, $D_R\,(S_A : V)$

Um die Schwächung des Lichtes durch ein Bild zu ermitteln, das direkt oder durch Projektion betrachtet werden soll, wird die visuelle optische Dichte gemessen. Visuelle optische Dichten werden meistens an Schwarzweiß- und Farb-Umkehrfilmen gemessen, können aber auch für andere Bildvorlagen zweckmäßig sein.

Für die Messung der Reflexionsdichte muß die Empfindlichkeit des Empfängers zusammen mit den spektralen Eigenschaften der Komponenten auf der Ausgangsseite des Densitometers den Hellempfindlichkeitsgrad für Tagessehen $V(\lambda)$[1]) annähern.

Tabelle 1. **Lichtarten für Densitometer**
(Relative spektrale Strahlungsverteilung auf 100 bei 560 nm umgerechnet)

Wellenlänge λ nm	Transmissionsdensitometer Lichtart S_H	Reflexionsdensitometer Lichtart S_A
340	4	4
350	5	5
360	6	6
370	8	8
380	10	10
390	12	12
400	15	15
410	18	18
420	21	21
430	25	25
440	29	29
450	33	33
460	38	38
470	43	43
480	48	48
490	54	54
500	60	60
510	66	66
520	72	72
530	79	79
540	86	86
550	93	93
560	100	100
570	107	107
580	111	114
590	115	122
600	116	129
610	119	136
620	117	144
630	113	151
640	107	158
650	102	165
660	96	172
670	89	179
680	80	185
690	72	192
700	62	198
710	53	204
720	45	210
730	37	218
740	31	222
750	24	227
760	19	232
770	15	237

Das Produkt von $V(\lambda)$ und S_A legt in 10-nm-Intervallen die spektralen Produkte fest, die das gesamte Densitometer haben soll, um visuelle optische Dichten anzuzeigen. Die Logarithmen dieser Produkte werden in Tabelle 2 angegeben.

[1]) Die Werte für $V(\lambda)$ wurden 1933 vom Internationalen Komitee für Maß und Gewicht festgelegt. [1]

Tabelle 2. **Zehnerlogarithmen der spektralen Produkte für visuelle optische Dichten und Kopierdichten Typ 1 und 2**
(Auf den Höchstwert 5,000 umgerechnet)

Wellenlänge λ nm	lg Π_v visuelle optische Dichte	lg Π_1 Typ 1 Kopierdichte	lg Π_2 Typ 2 Kopierdichte
340			< 1,000
350			2,708
360		< 1,000	4,280
370		1,640	4,583
380		2,860	4,760
390		4,460	4,851
400	< 1,000	5,000	4,916
410	1,322	4,460	4,956
420	1,914	2,860	4,988
430	2,447	1,640	5,000
440	2,811	< 1,000	4,990
450	3,090		4,951
460	3,346		4,864
470	3,582		4,743
480	3,818		4,582
490	4,041		4,351
500	4,276		3,993
510	4,513		3,402
520	4,702		2,805
530	4,825		2,211
540	4,905		< 1,000
550	4,957		
560	4,989		
570	5,000		
580	4,989		
590	4,956		
600	4,902		
610	4,827		
620	4,731		
630	4,593		
640	4,433		
650	4,238		
660	4,013		
670	3,749		
680	3,490		
690	3,188		
700	2,901		
710	2,622		
720	2,334		
730	2,041		
740	1,732		
750	1,431		
760	1,146		
770	< 1,000		

Die für die Messung der visuellen Transmissionsdichte erforderlichen spektralen Produkte sind die gleichen wie jene, die für die Reflexionsdensitometrie benutzt werden. Da jedoch der Eingangsfluß unterschiedlich ist, muß die spektrale Empfindlichkeit des Empfängersystems V_T dies so kompensieren, daß in jedem 10-nm-Intervall $S_H V_T = S_A V$ ist.

7.2 Optische Dichte Status A

Für die Transmission gelten die funktionellen Kennzeichnungen:

$$D_T(S_H : A_B),\ D_T(S_H : A_G),\ D_T(S_H : A_R);$$

für die Reflexion:

$$D_R(S_A : A'_B),\ D_R(S_A : A'_G),\ D_R(S_A : A'_R).$$

Die spektrale Empfindlichkeit für die Messung der optischen Dichte Status A wurde festgelegt, um die Empfindlichkeit zu simulieren, die früher bei der Untersuchung von Filmen und Kopien für direkte Betrachtung oder Betrachtung durch Projektion verwendet wurden. Die Zehnerlogarithmen der spektralen Produkte für das gesamte Gerät müssen die Werte der Tabelle 3 besitzen. Die Symbole A_B, A_G und A_R werden für die Transmissions-Status-A-Densitometrie zur Kennzeichnung der spektralen Empfindlichkeiten im blauen, grünen und roten Spektralbereich verwendet. Ähnlich werden die spektralen Empfindlichkeiten für die Reflexion-Status-A-Densitometrie A'_B, A'_G und A'_R angegeben.

7.3 Optische Dichte Status M

Für die Transmission gelten die funktionellen Kennzeichnungen:

$$D_T(S_H : M_B),\ D_T(S_H : M_G),\ D_T(S_H : M_R)$$

Die spektrale Empfindlichkeit für die Messung der optischen Dichte Status M wurde festgelegt, um die Empfindlichkeit zu simulieren, die früher bei der Untersuchung von photographischen Farbmaterialien zur Herstellung von Kopien, wie Farb-Negativfilmen, verwendet wurden. Die Zehnerlogarithmen der spektralen Produkte müssen die Werte der Tabelle 4 besitzen. Mit den Symbolen M_B, M_G und M_R werden die optischen Dichten Status M im blauen, grünen und roten Spektralgebiet gekennzeichnet.

7.4 Optische Dichte Status T

Für die Transmission gelten die funktionellen Kennzeichnungen:

$$D_T(S_H : T_B),\ D_T(S_H : T_G) \text{ und } D_T(S_H : T_R);$$

für die Reflexion:

$$D_R(S_A : T''_B),\ D_R(S_A : T''_G) \text{ und } D_R(S_A : T''_R).$$

Die spektrale Empfindlichkeit für die Messung der optischen Dichte Status T wurde festgelegt, um die Empfindlichkeit zu simulieren, die früher in den USA bei der Untersuchung von graphischen Materialien, wie Tinte-Papier-Drucken, Probeabzügen oder Originalvorlagen, von denen Farbauszüge angefertigt werden sollten, verwendet wurden. Die Zehnerlogarithmen der spektralen Produkte müssen die Werte der Tabelle 5 besitzen. Die Symbole T_B, T_G und T_R kennzeichnen bei Transmission die Status-T-Dichten im blauen, grünen und roten Spektralbereich, die Symbole T''_B, T''_G und T''_R die entsprechenden Status-T-Dichten bei Reflexion.

7.5 Optische Dichte Status E

Für die Reflexion gelten die funktionellen Kennzeichnungen:

$$D_R(S_A : E_B),\ D_R(S_A : E_G) \text{ und } D_R(S_A : E_R)$$

Die spektrale Empfindlichkeit für die Messung der optischen Dichte Status E bezieht sich auf die dokumentarische Empfindlichkeit, die festgelegt wurde, um die früher in Europa für den Handel mit graphischen Materialien, wie Tinte-Papier-Drucken, Probeabzügen und Originalvorlagen, von denen Farbauszüge angefertigt werden sollten,

Tabelle 3. **Zehnerlogarithmen der spektralen Produkte Π_A für die Messung der optischen Dichte Status A**
(Auf den Höchstwert 5,000 umgerechnet)

Wellenlänge λ nm	Blauer Bereich des Spektrums	Grüner Bereich des Spektrums	Roter Bereich des Spektrums
400	Steigung = 0,380/nm		
410			
420	3,602	Steigung = 0,220/nm	
430	4,819		Steigung = 0,270/nm
440	5,000		
450	4,912		
460	4,620		
470	4,040		
480	2,989		
490	1,566		
500	0,165	1,650	
510		3,822	
520		4,782	
530		5,000	
540		4,906	
550	Steigung = −0,140/nm	4,644	
560		4,221	
570		3,609	
580		2,766	
590		1,579	
600			2,568
610		Steigung = −0,170/nm	4,638
620			5,000
630			4,871
640			4,604
650			4,286
660			3,900
670			3,551
680			3,165
690			2,776
700			2,383
710			1,970
720			1,551
730			1,141
740			0,741
750			0,341
			Steigung = −0,040/nm

Tabelle 4. **Zehnerlogarithmen der spektralen Produkte Π_M für die Messung von optischen Dichten Status M**
(Auf den Höchstwert 5,000 umgerechnet)

Wellenlänge λ nm	Blauer Bereich des Spektrums	Grüner Bereich des Spektrums	Roter Bereich des Spektrums
400	Steigung = 0,250/nm		
410	2,103		
420	4,111	Steigung = 0,106/nm	
430	4,632		
440	4,871		
450	5,000		
460	4,955		
470	4,743	1,152	
480	4,343	2,207	
490	3,743	3,156	Steigung = 0,260/nm
500	2,990	3,804	
510	1,852	4,272	
520		4,626	
530		4,872	
540		5,000	
550	Steigung = −0,220/nm	4,995	
560		4,818	
570		4,458	
580		3,915	
590		3,172	
600		2,239	
610		1,070	
620			2,109
630			4,479
640			5,000
650			4,899
660		Steigung = −0,120/nm	4,578
670			4,252
680			3,875
690			3,491
700			3,099
710			2,687
720			2,269
730			1,859
740			1,449
750			1,054
760			0,654
			0,254
770			Steigung = −0,040/nm

Tabelle 5. **Zehnerlogarithmen der spektralen Produkte Π_T für die Messung von optischen Dichten Status T**
(Auf den Höchstwert 5,000 umgerechnet)

Wellenlänge λ nm	Blauer Bereich des Spektrums	Grüner Bereich des Spektrums	Roter Bereich des Spektrums
340	< 1,000		
350	1,000		
360	1,301		
370	2,000		
380	2,477		
390	3,176		
400	3,778		
410	4,230		
420	4,602		
430	4,778		
440	4,914		
450	4,973		
460	5,000		
470	4,987	< 1,000	
480	4,929	3,000	
490	4,813	3,699	
500	4,602	4,447	
510	4,255	4,833	
520	3,699	4,964	
530	2,301	5,000	
540	1,602	4,944	
550	< 1,000	4,820	< 1,000
560		4,623	1,000
570		4,342	1,778
580		3,954	2,653
590		3,398	4,477
600		2,845	5,000
610		1,954	4,929
620		1,000	4,740
630		< 1,000	4,398
640			4,000
650			3,699
660			3,176
670			2,699
680			2,477
690			2,176
700			1,699
710			1,000
720			< 1,000

Tabelle 6. **Zehnerlogarithmen der spektralen Produkte Π_E für die Messung von optischen Dichten Status E**
(Auf den Höchstwert 5,000 umgerechnet)

Wellenlänge λ nm	Blauer Bereich des Spektrums	Grüner Bereich des Spektrums	Roter Bereich des Spektrums
370	1,000		
380	2,431		
390	3,431		
400	4,114		
410	4,477		
420	4,778		
430	4,914		
440	5,000		
450	4,959		
460	4,881		
470	4,672	< 1,000	
480	4,255	3,000	
490	3,778	3,699	
520	2,903	4,447	
510	1,699	4,833	
520	1,000	4,964	
530	< 1,000	5,000	
540		4,944	
550		4,820	< 1,000
560		4,623	1,000
570		4,342	1,778
580		3,954	2,653
590		3,398	4,477
600		2,845	5,000
610		1,954	4,929
620		1,000	4,740
630		< 1,000	4,398
640			4,000
650			3,699
660			3,176
670			2,699
680			2,477
690			2,176
700			1,699
710			1,000
720			< 1,000

verwendet wurden. Die Zehnerlogarithmen der spektralen Produkte müssen die Werte der Tabelle 6 besitzen. Die Symbole E_B, E_G und E_R kennzeichnen bei Reflexion die Status-E-Dichten im blauen, grünen und roten Spektralbereich.

Anmerkung: Zu dem Wunsch mancher Anwender, Polarisationsfilter bei der Bestimmung von Status-E-Dichten zu verwenden, ist zu bemerken, daß Polarisationsmittel nicht neutral wirken und ein genormtes Polarisationsmittel nicht existiert. Deshalb schließen die Status-E-Werte der Tabelle 6 den Einfluß irgendeines Polarisationsfilters nicht ein. Ebenso wird ein Densitometer, dessen Empfindlichkeit den Werten der Tabelle 6 entspricht, durch Zufügen eines Polarisationsfilters nicht mehr normgerecht sein.

7.6 Schmalbanddichten (Filterdichten)

Für die Transmission gelten die funktionellen Kennzeichnungen:

$$D_{T,r}(S_H : N_B),\ D_{T,r}(S_H : N_G),\ D_{T,r}(S_H : N_R);$$

für die Reflexion:

$$D_{R,r}(S_A : N_B),\ D_{R,r}(S_A : N_G),\ D_{R,r}(S_A : N_R),$$

worin der Index r die negative Potenz von 10 für die Empfindlichkeit im Sperrbereich angibt.

Beispiel:

$D_{T,5}$ (S...) bedeutet 10^{-5} relative Empfindlichkeit im Sperrbereich

$D_{R,4}$ (S...) bedeutet 10^{-4} relative Empfindlichkeit im Sperrbereich

Mit der Messung von Schmalbanddichten sollen spektrale oder monochromatische Dichten näherungsweise bestimmt werden. Dazu müssen drei grundlegende Werte festgelegt werden:

1) Die Wellenlänge des Maximums der spektralen Empfindlichkeit (spektralen Produkte),
2) die spektrale Bandbreite und
3) die Empfindlichkeit im Sperrbereich (siehe DIN 58 191 Teil 3).

Die Wellenlänge des Maximums der Empfindlichkeit (der spektralen Produkte) wird passend zu der Anwendung für die zu messenden optischen Dichten gewählt.

Die spektrale Bandbreite ist die Breite des Empfindlichkeitsbandes in Einheiten der Wellenlänge zwischen zwei Punkten, an denen die Empfindlichkeit einen bestimmten Teil der maximalen Empfindlichkeit beträgt. Sie sollte für 0,5 der maximalen Empfindlichkeit nicht mehr als 20 nm und für 0,001 der maximalen Empfindlichkeit nicht mehr als 40 nm breit sein.

Anmerkung: Ein Farbry-Perot-Interferenzfilter mit drei Luftschichten und einer nominalen Bandbreite von 15 nm (0,5-Werte) erfüllt die genannten Forderungen.

Die Empfindlichkeit im Sperrbereich außerhalb der 10^{-4}-Werte der Empfindlichkeit sollte einen vorgegebenen Bruchteil der Gesamtempfindlichkeit innerhalb der 10^{-4}-Werte nicht überschreiten. Dieser Bruchteil sollte 10^{-4} bei einer zu messenden Höchstdichte von $D = 3$ und 10^{-5} bei einer zu messenden Höchstdichte von $D = 4$ nicht überschreiten (siehe Erläuterungen).

7.7 Optische Dichte Status I

Die optische Dichte Status I legt die Wellenlänge des Maximums der Empfindlichkeit (der spektralen Produkte), die spektrale Bandbreite und den Sperrbereich der Empfindlichkeit für Messungen fest, die praktisch „spektrale" oder „monochromatische" Dichten ergeben, wie sie für die Untersuchung graphischer Materialien (z. B. Tinte-Papier-Prozeß) gefordert werden.

Die Wellenlängen der Empfindlichkeitsmaxima sollen sein:

Blau: (430 ± 2) nm
Grün: (535 ± 2) nm
Rot: (625 ± 2) nm.

Die spektralen Bandbreiten und die Sperrbereiche der Empfindlichkeit für die Messung der optischen Dichte Status I stimmen mit denen für die Messung optischer Dichten Status E (siehe Abschnitt 7.5) überein.

7.8 Kopierdichte

Die spektralen Bedingungen, die für die Messung der Kopierdichte eines verarbeiteten strahlungsempfindlichen Materials eingehalten werden müssen, hängen von der spektralen Energieverteilung der Lichtquelle, den spektralen Eigenschaften des optischen Systems und der spektralen Empfindlichkeit des Kopiermaterials ab. Die Kontaktkopierdichte einer Filmprobe ist gleich der Transmissionsdichte einer spektral aselektiven Probe (Graukeil), wenn beide nach dem Kontaktkopieren und Entwickeln die gleiche optische Dichte auf dem Kopiermaterial erzeugen.

Wenn ein Film optisch („durch Projektion") kopiert werden soll, gilt die Projektions-Kopierdichte als Maß für die wirksame Lichtschwächung. Zu ihrer Ermittlung muß der Graukeil auch im Kontakt auf das Kopiermaterial kopiert werden. Die Belichtungszeit und die Beleuchtungsstärke müssen für beide Kopien gleich sein.

Die spektralen Eigenschaften eines Densitometers können so gewählt sein, daß sie für ein spezielles Kopiermaterial durch passende Wahl der Lichtquelle, eines Filters und eines photoelektrischen Empfängers direkt Kopierdichten liefern. Es ist jedoch in den meisten Fällen möglich, die von einem handelsüblichen Densitometer angezeigten Dichtewerte durch Bestimmung von Korrekturfaktoren in Kopierdichten umzurechnen, (vgl. [2] S. 172 ff.).

7.8.1 Optische Kopierdichte Typ 1 $D_T(S_H : s_1)$

Diazo- und Vesikular-Filme werden in der Mikrofilmindustrie vielfach zum Kopieren von Original-Kameraaufnahmen oder späteren Generationen benutzt. Üblicherweise sind diese Kopierfilme im blauen und ultravioletten Spektralbereich empfindlich. Sie werden im allgemeinen in Kopiergeräten belichtet, die mit Quecksilber- oder Metallhalogenid-Lampen ausgerüstet sind. Es ist festgelegt worden, daß man Kopierdichten für das Kopieren von Originalvorlagen mit diesen Lichtquellen erhält, wenn man ein Schmalbandfilter mit dem Transmissionsmaximum bei 400 nm im Densitometer benutzt. Die wirksame spektrale Empfindlichkeit des Kopiermaterials wird als s_1 bezeichnet. Um Vergleiche zu erleichtern, werden optische Dichten, die mit einem Densitometer, das die in Tabelle 2 angegebenen Zehnerlogarithmen der spektralen Produkte (lg $\overline{\Pi}_1$) hat, bestimmt werden, als optische Kopierdichten Typ 1 bezeichnet.

Anmerkung: Es hängt von der spektralen Empfindlichkeit des Kopierfilms und den spektralen und geometrischen Eigenschaften des Kopiersystems ab, wie gut die im Densitometer gemessenen Kopierdichten mit den effektiv wirksamen übereinstimmen.

7.8.2 Optische Kopierdichten Typ 2 $D_T(S_H : s_2)$

Für das Kopieren auf ein nicht spektral sensibilisiertes photographisches Silberhalogenid-Material (z. B. ein Schwarzweißpapier oder -film) gelten die in Tabelle 2 angegebenen Zehnerlogarithmen der spektralen Produkte lg $\overline{\Pi}_2$. Das spektrale Produkt Typ 2 bewertet eine Negativdichte wie ein übliches blau- und grünempfindliches Positivmaterial, das hinter einem ultraviolett absorbierenden Filter (entspr. Glasoptik) mit einer steilen Kante bei $\lambda = 360$ nm belichtet wird. Die resultierende Empfindlichkeit wird mit s_2 bezeichnet. Das Filter wird eingesetzt, um systematische Fehler, die

durch Unterschiede im optischen System des Kopiergerätes und durch Absorptionsbanden des Silbers bei 320 nm verursacht werden, gering zu halten. Durch Multiplikation der spektralen Empfindlichtkeitswerte mit der relativen spektralen Strahlungsverteilung der Strahlungsquelle erhält man die Werte der spektralen Produkte für ein Densitometer, das Kopierdichten der Kopiervorlage direkt anzeigt.

7.9 Optische Dichte Typ 3 $D_T\,(S_H : s_3)$

Optische Lichttonspuren mehrschichtiger Farbfilme enthalten außer den Farbstoffen Silber- oder Metallsalze. Für die Lichttonwiedergabe solcher Filme werden häufig Photozellen oder Photodioden als Empfänger verwendet. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, zur Messung der optischen Dichte an den Lichttonspuren Densitometer mit Schmalbandfiltern zu benutzen, die ein Transmissionsmaximum bei 800 nm haben. Die „effektive" spektrale Empfindlichkeit dieses Sytems wird mit s_3 bezeichnet. Deshalb kennzeichnet diese Norm Dichtewerte als Typ 3, wenn sie mit einem Densitometer erzielt werden, das eine spektrale Gesamtbreite von 20 nm, einen Maximalwert der spektralen Empfindlichkeit bei (800 ± 5) nm hat, und wenn mindestens 80 % der Gesamtempfindlichkeit des Gerätes innerhalb der 20-nm-Bandbreite liegen. Als spektrale Bandbreite wird der Wellenlängenbereich angesehen, in dem das spektrale Produkt größer als die Hälfte des maximalen Wertes ist.

8 Spektrale Toleranzen

Die Abweichungen von den festgelegten spektralen Bedingungen, die ein Densitometer aufweisen darf, hängen von der spektralen Art der Anwendung und den spektralen Eigenschaften des zu messenden Materials ab. Abweichungen der spektralen Bedingungen haben auf spektral aselektive nichtlumineszierende Materialien keinen Einfluß. Hochselektive Materialien oder solche, die lumineszieren, machen häufig eine enge Übereinstimmung mit den festgelegten Bedingungen erforderlich. Zur spektralen Kalibrierung eines Densitometers können entsprechend ausgerüstete Laboratorien, wie Staatsinstitute für das Meßwesen, an einigen Proben eines zu untersuchenden Materials den spektralen Transmissions- oder Reflexionsfaktor messen und die optischen Dichten berechnen, die ein Densitometer mit bestimmten spektralen Eigenschaften anzeigen würde. Die Geometrie des Spektrometers, das für derartige Kalibrierungen benutzt wird, sollte der Geometrie des Densitometers entsprechen. Damit Fehler durch Lumineszenz vermieden werden, sollte auch das Eingangsspektrum angeglichen werden. Wenn ein Densitometer Werte innerhalb von $\Delta D = \pm 0{,}03$ oder $\Delta D/D = \pm 0{,}03$ des kalibrierten Wertes solcher Proben anzeigt, wobei die jeweils größere Unsicherheit gelten soll, werden die spektralen Bedingungen dieser Norm als hinreichend angenähert angesehen.

9 Reflexionsnormal

Der Reflexionsfaktor (siehe DIN 4512 Teil 7) und die entsprechenden Reflexionsdichten werden relativ zu einem Normal gemessen. Sofern nichts anderes angegeben wird, soll das Referenzmaterial zur Bestimmung der Reflexionsdichte das ideale, vollkommen reflektierende und vollkommen streuende Material sein. Arbeitsnormale, wie z. B. emaillierte Metallplatten, werden gewöhnlich durch ein standardisierendes Laboratorium relativ zu einem idealen vollkommen weißen Diffusor kalibriert.

Bei vielen Anwendungen dient als Bezugsnormal das strahlungsempfindliche Material selbst, auf das ein photographisches Bild kopiert werden kann, wie z. B. unbelichtetes, aber verarbeitetes Kopierpapier. In solchen Fällen wird die gemessene optische Dichte als „relative Reflexionsdichte" bezeichnet und das Bezugsnormal muß angegeben werden.

10 Kalibrierung von Densitometern

10.0 Allgemeines

Ein kalibriertes Densitometer muß durch Kurz- und Langzeitkontrollen überprüft werden. Die in den Abschnitten 10.1 bis 10.3 festgelegten Verfahren können zur Kalibrierung oder Überprüfung der Meßunsicherheit eines Densitometers benutzt werden.

10.1 Rechnerisches Verfahren

Es werden die spektralen Beiträge jeder Komponente des Densitometers gemessen, die spektralen Produkte Π ausgerechnet und mit den gewünschten spektralen Produkten verglichen.

10.2 Referenzfilter-Verfahren

10.2.1 Eine Reihe von Schmalbandfiltern in (20 ± 2)-nm-Intervallen ist erforderlich, um den zu kalibrierenden spektralen Bereich zu erfassen. Ihre Maximaltransmission sollte wenigstens 30 % betragen, und ihre Halbwertsbreite sollte nicht größer als 10 nm sein. Für Wellenlängen, die mehr als 50 nm vom Transmissionsmaximum entfernt sind, sollte der Transmissionsfaktor kleiner als 10^{-4} sein.

Sechs der Referenzfilter müssen Neutraldichte-Filter (Graufilter) sein. Die Schwankungen ihrer spektralen optischen Dichte im gesamten zu berücksichtigenden Spektralbereich dürfen ± 5 % der mittleren optischen Dichte oder $\Delta D = \pm 0{,}02$ nicht überschreiten, wobei die jeweils größere Grenzabweichung gilt.

Als Graufilter sollten solche mit den Transmissionsfaktoren von 0,63; 0,32; 0,10; 0,01; 0,001 und 0,0001 gewählt werden, die den Dichtewerten von 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; und 4,0 entsprechen.

10.2.2 Die spektralen optischen Dichten oder Transmissionsfaktoren der oben genannten Filter werden in einem Spektrometer gemessen. Die Meßunsicherheit des Transmissionsfaktors darf höchstens $\Delta T = 0{,}001$ betragen. Bei Messungen an Schmalbandfiltern muß die spektrale Bandbreite so klein sein, daß sich hinreichend genaue spektrale Transmissionswerte ergeben. Die Meßbedingungen (Klima, Geometrie, Meßfläche) müssen mit denjenigen übereinstimmen, die bei der Kalibrierung vorliegen.

10.2.3 Man berechnet die optische Dichte jedes Filters unter Benutzung der spektralen Produkte des Densitometers. Dann mißt man diese Filter mit dem zu untersuchenden Densitometer, wobei die geometrischen Bedingungen denen des Spektrometers angeglichen sein müssen[2]). Stimmen die vom Densitometer angezeigten Dichtewerte innerhalb von $\Delta D = \pm 0{,}02$ oder $\Delta D/D = \pm 0{,}02$ mit den errechneten Werten überein, so kann die Anpassung als zufriedenstellend angesehen werden.

Dieses Verfahren wird sich nur für breite spektrale Verteilungen eignen, wie sie z. B. bei der Messung der visuellen optischen Dichte vorliegen. Dichtewerte, die mit Schmalbandfiltern bestimmt wurden, sind jedoch im allgemeinen zu groß für die Kontrolle der Status-A- und Status-M-Bedingungen der Densitometrie. Daher wird empfohlen, zunächst die spektralen Produkte des Densitometers ohne Statusfilter mit dem Satz von Referenzfiltern zu ermitteln. Aus diesen Werten und den mit einem Spektrometer gemessenen spektralen Transmissionsfaktoren der Filter, die für die Status-A- oder Status-M-Densitometrie benutzt werden, können dann die spektralen Produkte des Densitometers berechnet und mit den in den Tabellen angegebenen Werten verglichen werden.

---

[2]) Das ist notwendig, weil die spektralen Transmissionsfaktoren — besonders bei Interferenzfiltern — von der Winkelverteilung des Meßstrahlenbündels abhängen.

10.3 Probenverfahren

Dieses Verfahren dient zur Prüfung, wenn die spektralen Produkte eines Densitometers innerhalb vorgegebener Grenzabweichungen liegen.

10.3.1 Es werden verschiedene belichtete und entwickelte Film- bzw. Kopierpapierproben einheitlicher optischer Dichte ausgewählt. Diese sollten den zu prüfenden Farb- und Dichtebereich des Densitometers umfassen.

10.3.2 Dann bestimmt man die spektralen Transmissionsfaktoren (oder Reflexionsfaktoren) der Proben.

10.3.3 Damit und mit den für die gewählte spektrale Art der Dichte in den Tabellen dieser Norm angegebenen spektralen Produkten werden die optischen Dichten errechnet.

10.3.4 Die optischen Dichten der Proben werden außerdem mit dem Densitometer gemessen.

10.3.5 Die errechneten und gemessenen Werte der optischen Dichten sollten innerhalb $\Delta D = \pm 0{,}02$ oder $\Delta D/D = \pm 0{,}02$ übereinstimmen, wobei die jeweils größere Grenzabweichung zugrunde zu legen ist.

Zitierte Normen und andere Unterlagen

DIN 4512 Teil 7	Photographische Sensitometrie; Bestimmung der optischen Dichte; Begriffe, Symbole und Kennzeichnungen
DIN 5033 Teil 7	Farbmessung; Meßbedingungen für Körperfarben
DIN 50 014	Klimate und ihre technische Anwendung; Normalklimate
DIN 58 191 Teil 3	Optische Strahlungsfilter; Begriffe, Kurzbeschreibung und Beschriftung von Bandpaßfiltern
CIE S 001-1986	Farbmetrische Normlichtarten[3])

[1] Internationale Beleuchtungskommission (Hrsg): Colorimetry. CIE-Publ. Nr. 15.2 Wien: Central Bureau of the CIE, 1986. — ISBN 3 900 734 003[3])

[2] Vieth, Gerhard: Meßverfahren der Photographie. London und New York: Focal Press; München und Wien: R. Oldenbourg, 1974

Weitere Normen

DIN 4512 Teil 8	Photographische Sensitometrie; Bestimmung der optischen Dichte; Geometrische Bedingungen für Messungen bei Transmission
DIN 4512 Teil 10	Photographische Sensitometrie; Bestimmung der optischen Dichte; Geometrische Bedingungen für Messungen bei Reflexion
ISO 5/1 : 1984	Photography — Density measurements — Part 1: Terms, symbols and notations
ISO/DIS 5/2 : 1990	Photography — Density measurements — Part 2: Geometric conditions for transmission density
ISO 5/3 : 1984	Photography — Density measurements — Part 3: Spectral conditions
ISO 5/4 : 1983	Photography — Density measurements — Part 4: Geometric conditions for reflection density

Frühere Ausgaben

DIN 4512 Teil 3: 10.63, 01.73

Änderungen

Gegenüber DIN 4512 Teil 3/01.73 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Norm in DIN 4512 Teil 7, Teil 8 und Teil 9 aufgeteilt.

b) Außer den spektralen Produkten für die visuelle optische Dichte und die Schwarzweiß-Kopierdichte wurden die spektralen Produkte von Status-A-, Status-M-, Status-T-, Status-E-, Status-I-Dichten, Kopierdichten für Diazo-, Vesikular-Filme und Lichttonspuren sowie von Schmalbanddichten aufgenommen.

c) Verfahren zur spektralen Kalibrierung von Densitometern werden festgelegt.

---

[3]) Zu beziehen durch: Normenausschuß Lichttechnik (FNL) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Burggrafenstraße 6, 1000 Berlin 30

Erläuterungen

Die in dieser Norm festgelegten spektralen Bedingungen für die Messung optischer Dichten stimmen mit den in ISO 5/3 : 1984

en: Photography — Density measurements — Part 3: Spectral conditions

fr: Photographie — Mesurage des densités — Partie 3: Conditions spectrales

de: Photographie — Messungen der optischen Dichte — Teil 3: Spektrale Bedingungen

festgelegten überein.

Diese Norm ist eine aus einer Normenreihe, die die Bedingungen für optische Densitometrie festlegt, wie sie in der Schwarzweiß- und Farbphotographie angewandt wird.

Um einen Dichtewert zu definieren, ist es nötig, die geometrischen und spektralen Bedingungen des Meßverfahrens festzulegen. Die geometrischen Bedingungen für die Transmissionsdichte werden in DIN 4512 Teil 8 und die für die Reflexionsdichte in DIN 4512 Teil 10 festgelegt. Diese Norm legt die spektralen Bedingungen für Transmissions- und Reflexionsmessungen fest. Sie ersetzt die in der zurückgezogenen Norm DIN 4512 Teil 3/01.73 festgelegten spektralen Bedingungen und berücksichtigt weitgehend die gewöhnlich in der Photographie benutzten spektralen Funktionen.

Die spektrale Empfindlichkeit von Densitometern wurde in früheren Jahren nur durch Angabe von Farbfiltern festgelegt. Dabei wurde angenommen, daß die spektralen Eigenschaften der photoelektrischen Empfänger, der Lichtquelle und der optischen Komponenten in verschiedenen Densitometern weitgehend übereinstimmten. In den vergangenen Jahren legten die Normen für die Messung der optischen Dichte dagegen die spektralen Produkte für alle Komponenten eines Densitometers fest. Dadurch kann ein Hersteller verschiedene Komponenten verwenden, um möglichst hohe Genauigkeit zu erreichen, wenn nur das spektrale Produkt mit dem festgelegten Wert übereinstimmt.

In der Photographie ist die optische Dichte ein Maß für die Lichtschwächung oder die Schwächung eines anderen Strahlungsflusses durch einen vorgegebenen Bereich eines strahlungsempfindlichen Films oder einer photographischen Kopie. Die Messung der optischen Dichte kann aus verschiedenen Gründen von Interesse sein. Man kann sie gebrauchen, um den visuellen Eindruck der Helligkeit eines Bildes zu beurteilen, um vorauszusagen, wie sich ein Film beim photographischen Kopieren verhält oder um den Farbstoffgehalt eines Bildes zur Kontrolle eines Farbprozesses zu bestimmen. Wenn ein Bild visuell ausgewertet werden soll, müssen die spektralen Bedingungen für die Messungen eine geeignete Beleuchtung und die spektrale Empfindlichkeit des Auges annähern. Für photographische Kopierverfahren müssen die spektrale Strahlungsverteilung der Strahlungsquelle, die beim Kopieren benutzt werden soll, und die spektrale Empfindlichkeit des Kopiermaterials angenähert werden. Wenn man die Vorlage für ein Farbauszugsverfahren verwenden will, müssen die Strahlungsquelle, die Empfindlichkeit des Farbauszugsfilms und die spektrale Durchlässigkeit der drei Auszugsfilter angenähert werden.

Bestimmte Arten der Dichtemessungen werden ausgeführt, um die sensitometrischen Kurven, die zur Kennzeichnung der photographischen Eigenschaften eines Filmes und Papiers benutzt werden, zu gewinnen. Dichtemessungen können ebenso zur Kontrolle verschiedener photographischer Prozesse, wie z. B. der Entwicklung, benutzt werden.

Die festgelegte spektrale Strahlungsverteilung des einfallenden Flusses für Transmissionsmessungen unterscheidet sich von dem der Reflexionsmessungen. Für Reflexionsmessungen wird die Strahlung einer Wolframlampe, die bei der Verteilungstemperatur 2856 K brennt (Normlichtart A der CIE) festgelegt. Diese Lichtart wird weltweit als Normverteilung für Farbmessungen benutzt. Ihrer Verwendung in der Densitometrie wird der Vorzug gegeben, weil nationale standardisierende Laboratorien im allgemeinen darauf eingerichtet sind, spektrometrische Messungen und colorimetrische Berechnungen der visuellen Reflexionsfaktoren bezogen auf die Normlichtart A der CIE durchzuführen. Das erleichtert die Bereitstellung physikalischer Normale für die Reflexionsdensitometrie.

Bei Transmissionsmessungen ist die spektrale Verteilung des Eingangsflusses der Normlichtart A der CIE durch ein Infrarotfilter modifiziert, das benutzt wird, um die Probe und das optische System vor Wärme zu schützen.

Die Bedingungen für die Messung der visuellen optischen Dichte, die in dieser Norm festgelegt werden, unterscheiden sich etwas von den in der zurückgezogenen DIN 4512 Teil 3/01.73 festgelegten. Früher wurden ein Eingangsflußspektrum mit einer Verteilungstemperatur von 3000 K und eine Empfängerempfindlichkeit, die dem spektralen Hellempfindlichkeitsgrad für Tagessehen $V(\lambda)$ entspricht, festgelegt. Jetzt wurde die Normlichtart A der CIE für den Eingangsfluß bei Reflexionsmessungen und für die Definition der spektralen Produkte bei Reflexions- und Transmissionsmessungen zugrunde gelegt. So sind zum ersten Mal die spektralen Bedingungen für die Messung visueller optischer Dichten in Übereinstimmung mit den spektralen Bedingungen, die in allen Bereichen der Photometrie und Colorimetrie für das Messen von Lichtreflexionsfaktoren oder Lichttransmissionsfaktoren international vereinbart sind. Es sollte jedoch betont werden, daß die meisten Farbmeßgeräte nicht die geometrischen Bedingungen erfüllen, die für die Norm-Densitometrie festgelegt sind. Die Festlegung einer Verteilungstemperatur von 2856 K anstelle von 3000 K kann eine neue Anpassung nicht neutralgrauer (spektral selektiver) Labornormale für visuelle Dichtemessungen erforderlich machen. Die neue Verteilungstemperatur ist aber repräsentativer für die spektralen Verteilungen der Eingangsflüsse der allgemein benutzten Densitometer.

Viele Normen für die Reflexionsdichte legen den Gebrauch von Bariumsulfat als Referenznormal fest. Gepreßtes Bariumsulfat ist jedoch zerbrechlich, es kann sich von Charge zu Charge unterscheiden, die optischen Eigenschaften können von der Pressung abhängen und in den ersten Tagen nach dem Pressen kann es merkliche Änderungen des Reflexionsgrades zeigen.

1969 empfahl die Internationale Kommission für Beleuchtung, daß alle Reflexionsfaktoren und damit auch die entsprechenden Reflexionsdichten auf einen idealen vollkommen mattweißen und vollkommen reflektierenden Körper bezogen und angegeben werden. Zur Kalibrierung von Reflexionsdensitometern dienen fast immer Arbeitsnormale aus emailliertem Metall. Diese Arbeitsnormale werden mit Hilfe von Primärnormalen kalibriert, die durch absoluten Anschluß in nationalen standardisierenden Laboratorien kalibriert worden sind.

Die folgenden Abbildungen (Bild 1 und Bild 2) zeigen die graphische Darstellung der verschiedenen spektralen Produkte für die verschiedenen Arten der optischen Dichte, die in dieser Norm angegeben werden und die relative spektrale Strahlungsverteilung der Eingangsflüsse, die für die Transmissions- und Reflexionsdensitometrie festgelegt worden sind. Da die Kurven auf normierten Werten von 10-nm-Intervallen basieren, kann die Wellenlänge des Maximums der Verteilung zwischen zwei Intervallen liegen (z. B. Status M, grün) und einen Wert haben, der größer als 100 000 ist.

Verschiedene Werte der Empfindlichkeit im Sperrbereich (in Bruchteilen der maximalen spektralen Empfindlichkeit) erzeugen die nachfolgend angegebenen, abweichenden Meßwerte der optischen Dichte. Der Berechnung liegen vereinfachende Annahmen zugrunde (keine Probendichte außerhalb der spektralen Bandbreite, neutrale spektrale Empfindlichkeit des Empfängers und wellenlängenunabhängige Energieverteilung der Strahlungsquelle).

Tabelle 7. **Wirkliche optische Dichte**

Wirkliche optische Dichte	Gemessene optische Dichte im Sperrbereich			
	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}
5,0	4,9586	4,6990	3,959	2,996
4,0	3,9957	3,9586	3,699	2,959
3,0	2,9996	2,9957	2,959	2,699
2,0	2,0000	1,9996	1,996	1,959
1,0	1,0000	1,0000	0,999	0,996

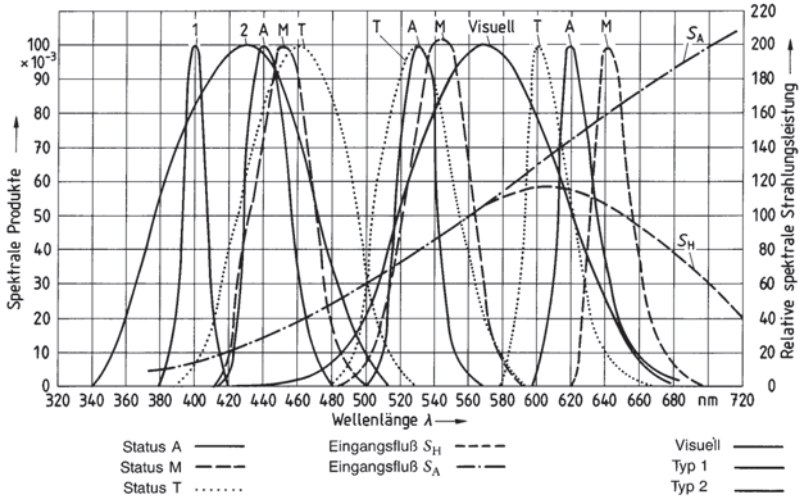


Bild 1. Spektrale Produkte für optische Dichten und relative spektrale Strahlungsverteilungen (Strahlungsfunktionen) von Eingangsflüssen

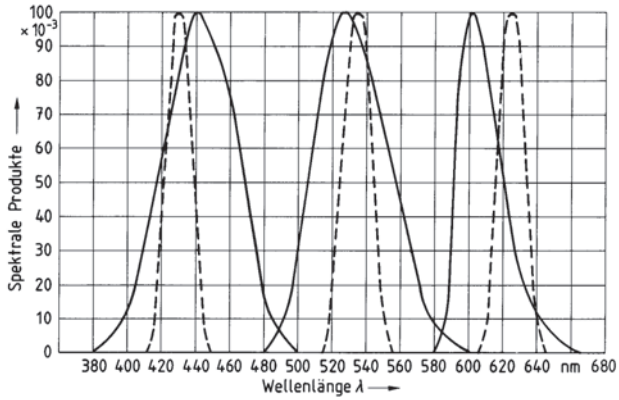


Bild 2. Spektrale Produkte für optische Dickten Status E (———) und Status I (- - - -)

Internationale Patentklassifikation

G 01 J 5/00 G 01 N 21/17 G 03 C 5/02