

# **KODAK** **Infrarotfilme**

---

## **Technische Information**



**KODAK EKTACHROME Infrarotfilm**

**KODAK High Speed Infrarotfilm 2481**

# ALLGEMEINE HINWEISE

## Filmempfindlichkeit/ISO-Zahlen

Die Filmempfindlichkeit wird in ISO-Zahlen (International Standards Organization) ausgedrückt.

Hierbei entspricht die erste Zahl dem früheren ASA-Wert, die zweite Zahl mit der Gradbezeichnung (°) dem DIN-Wert. (Z. B.: ISO 80/20° = 80 ASA = 20 DIN.)

## Schichtträger

Der Schichtträger der KODAK Infrarotfilme besteht aus 0,10 mm dickem Polyester (ESTAR).

## Lagerung

KODAK Infrarotfilme sind luftdicht verpackt.

Der KODAK EKTACHROME Infrarotfilm sollte bei Temperaturen zwischen -18 und -23°C aufbewahrt werden. Bevor die Originalverpackung geöffnet wird, muß sich der Film 6 bis 8 Stunden lang an das Raumklima angleichen können. Der Film ist unmittelbar nach der Belichtung zu entwickeln. Kann die Verarbeitung erst einige Tage später erfolgen, so darf die Lagerungstemperatur +4°C nicht überschreiten. Der entwickelte Film sollte bei einer Temperatur zwischen 10 und 21°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 30 bis 50% aufbewahrt werden.

Der KODAK High Speed Infrarotfilm ist in der Originalverpackung bei einer Temperatur unter +13°C zu lagern. Um einen Feuchtigkeitsniederschlag zu vermeiden, muß der Film in der Originalverpackung etwa 2 Stunden lang an das Raumklima angeglichen werden. Bei tiefgekühlter Lagerung verlängert sich die Zeit auf 6 Stunden. Es empfiehlt sich, den Film unmittelbar nach der Belichtung zu entwickeln. Kann der Film erst nach mehreren Tagen entwickelt werden, so darf die Lagerungstemperatur +4°C nicht überschreiten.

## Röntgenkontrollen

Bei Flugreisen Filme möglichst nur im Handgepäck mitnehmen und auf Flughäfen grundsätzlich auf visueller Kontrolle bestehen. Auch bei modernen Röntgenblitzanlagen können Schäden am Filmmaterial nicht immer ausgeschlossen werden. Dies gilt besonders dann, wenn auf einer Reise mehrfach Kontrollen zu passieren sind.

## Filmeinlegen

Um den Film vor Infrarotstrahlung zu schützen, sollte das Öffnen der Filmdose sowie das Laden und Entladen der Kamera bei völliger Dunkelheit erfolgen. Es ist empfehlenswert, den Film nach der letzten Aufnahme sofort zurückzuspulen, der Kamera zu entnehmen und bis zur Entwicklung in der Filmdose aufzubewahren.

## Entfernungseinstellung

Um ein scharfes Bild zu erzielen, sollten die Aufnahmen mit mittlerer bis kleinerer Blendenöffnung gemacht werden. Da Infrarotstrahlen im Objektiv geringer gebrochen werden als sichtbares Licht, liegt der Brennpunkt hinter der Filmebene. Die Entfernungseinstellung muß deshalb korrigiert werden. Bei Landschaftsaufnahmen wird beispielsweise anstatt auf Unendlich auf 15 bis 20 m eingestellt. Einige Objektive sind mit Infrarot-Einstellmarken versehen. Hinweise zur Entfernungseinstellung enthält auch die Bedienungsanleitung der Kamera.

## Infrarotstrahlung

Infrarotstrahlung ist diejenige elektromagnetische Strahlung, die sich für unser Auge unsichtbar an den oberen Teil des sichtbaren Spektrums anschließt. KODAK Infrarotfilme sind über den sichtbaren Bereich des Spektrums bis hin zum nahen Infrarot (700 bis 900 nm) empfindlich. Zur Aufzeichnung der Strahlung können Kleinbildkameras in Verbindung mit entsprechenden Filtern benutzt werden.

## Thermografie

Jeder Körper, der auf eine bestimmte Temperatur erwärmt wird, sendet Infrarotstrahlung aus. Je höher diese Erwärmung ansteigt, desto größer wird die Intensität der Infrarotstrahlung. Gleichzeitig breitet sich dabei die Grenze der Strahlung zum kurzwelligen Gebiet hin aus. So liegt z. B. die Wellenlänge der Infrarotstrahlung eines auf 400°C erhitzten Körpers bei ca. 900 nm, was auch gleichzeitig der maximalen Sensibilisierung der KODAK Infrarotfilme entspricht. Aus diesem Grund ist es ersichtlich, daß Thermografie, d. h. die Aufzeichnung von Wärmeunterschieden, unter

400°C mit fotografischen Mitteln nicht möglich ist. Aufnahmen solcher Art gelingen nur mit Hilfe sogenannter opto-elektronischer Wandler (Infrarot-Sensoren). Diese Geräte sind in ihrer Bauweise sehr aufwendig und daher sehr teuer.

## Anwendung

Der Einsatz der KODAK Infrarotfilme beschränkt sich in erster Linie auf die Aufzeichnung der Infrarot-Anteile im reflektierten Sonnenlicht. In diesem nahen Infrarot haben die meisten Gegenstände andere charakteristische Eigenschaften als in sichtbarem Licht. Der Grad des Reflexionsvermögens verschiedener Objekte im Infrarotbereich bestimmt somit das Bildresultat.

Besonders auffällig sind Reflexionsunterschiede zwischen gesunden und kranken Bäumen („Wood“-Effekt/Chlorophyll-effekt). Lebendes gesundes Blattgrün wird im Infrarotbereich intensiver dargestellt als vergleichsweise geschädigtes Blattgrün. Diese Tatsache macht man sich bei der Erkennung von Waldschäden zunutze. Es muß hier aber darauf hingewiesen werden, daß es keinen allgemein gültigen Interpretationsschlüssel gibt, der z. B. bei Aufnahmen mit dem EKTACHROME Infrarotfilm eine Farbe einem Schädigungsgrad zuordnet. Zum einen hängt die Farbintensität von der generell in der Atmosphäre vorhandenen Infrarotstrahlung ab und zum anderen von dem unterschiedlichen IR-Reflexionsvermögen der Baumarten. So können geschädigte Bäume einer Art in vielen Fällen wie gesunde Bäume einer anderen Art auf dem Infrarotfilm abgebildet werden. Eine Interpretation ist somit nur mit fundiertem forstwissenschaftlichen Wissen möglich.

## Spezialgebiete

### Ultraviolett-Aufnahmen

Neben der Infrarot-Sensibilisierung ist KODAK EKTACHROME Infrarotfilm auch für ultraviolette Strahlung empfindlich. Seine maximale Empfindlichkeit liegt zwischen 365 und 380 nm.

Die Mehrzahl der Kleinbildobjektive läßt UV-Strahlung dieses Wellenlängenbereichs durch, so daß ohne Spezialobjektive UV-Aufnahmen möglich sind. Als Lichtquelle werden Quecksilberdampflampen ohne Schwarzfilter verwendet. Vor dem Kameraobjektiv wird ein KODAK WRATTEN Filter Nr. 18 A angebracht. Dieses Filter ist speziell für wissenschaftliche Anwendungszwecke gedacht. Die spektrale Durchlässigkeit liegt zwischen 300 und 400 nm. Der Glasfilter im Format 7,5 x 7,5 cm kann unter der KODAK Katalog-Nr. 704 7814 über den Fotofachhandel für grafisches Material bezogen werden.

Bei UV-Aufnahmen darf kein Gelbfilter verwendet werden. Die Focus-Differenz braucht nicht berücksichtigt zu werden, wenn ein Objektiv mit einer geringeren Brennweite als 50 mm bei Blende 11 benutzt wird. Die Objekte werden nach dieser Aufnahme-Methode in roter Farbe wiedergegeben.

### Fluoreszenz-Aufnahmen

Für Fluoreszenzaufnahmen mit dem KODAK EKTACHROME Infrarotfilm werden die gleichen Quecksilberdampflampen wie für UV-Aufnahmen benutzt, allerdings diesmal mit vorgesetzten Schwarzglasfiltern. Um ein etwaiges Fluoreszieren des Linsenkittes zu verhindern, wird das Objektiv durch ein UV-Sperrfilter (KODAK WRATTEN Filter Nr. 2E) vor reflektierten UV-Strahlen geschützt.

Unter gleichen Beleuchtungsbedingungen können auch Aufnahmen mit einem Gelb-Orange-Filter (z. B. KODAK WRATTEN Filter Nr. 16) gemacht werden. Das mit einem Orange-Filter hergestellte Diapositiv weicht in der Farbwiedergabe erheblich von der Fluoreszenzaufnahme mit dem UV-Sperrfilter ab, wirkt aber im ganzen ausgeglichener. Als Standardfilter kann auch hier der Gelbfilter Nr. 12 dienen.

### Mikro-Aufnahmen

Der KODAK EKTACHROME Infrarotfilm eignet sich auch sehr gut für Mikro-Aufnahmen. Als Lichtquelle sollte möglichst ein Elektronenblitz verwendet werden, um die umständliche Filterung des Kunstlichtes zu vermeiden. Da der KODAK Gelbfilter Nr. 12 als Gelatinefolie geliefert wird, läßt es sich auf jede beliebige Größe zurechtschneiden und kann leicht auf dem Okular untergebracht werden.

# KODAK EKTACHROME Infrarotfilm

## Eigenschaften

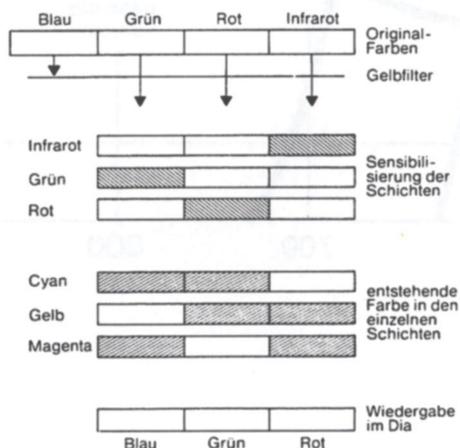
Der KODAK EKTACHROME Infrarotfilm ist ein spezieller Farb-umkehrfilm für Tageslicht oder tageslichtähnliche Beleuchtung mittlerer Empfindlichkeit.

## Sensibilisierung

Die Besonderheit dieses Films besteht darin, daß er im Gegensatz zu einem normalen Farbumkehrfilm nicht für Blau, Grün und Rot, sondern für Grün, Rot und Infrarot sensibilisiert ist. Die Infrarot-Empfindlichkeit reicht bis zu einer Wellenlänge von etwa 900 nm.

Durch die Umkehrentwicklung entsteht in der grün-empfindlichen Schicht ein positives gelbes Bild, in der rot-empfindlichen Schicht ein positives magentafarbenes (purpurnes) Bild und in der infrarot-empfindlichen Schicht ein positives cyanfarbenes (blaugrünes) Bild.

## Schichtaufbau



## Farbwiedergabe

Durch die besondere Sensibilisierung des Films entsteht ein vom normalen Augeneindruck abweichendes Bild. Die Farbwiedergabe hängt im wesentlichen davon ab, ob und wieviel infrarote Strahlung von der infrarotempfindlichen Schicht des Films registriert wird.

visueller Farbeindruck	Wiedergabe des Infrarot-Farbfilmes	
	ohne Infrarot-Absorption (hohe IR-Reflexion)	mit Infrarot-Absorption (geringe IR-Reflexion)
Blaugrün (Cyan)	Purpur (Magenta)	Blau
Purpur (Magenta)	Gelb	Grün
Gelb	Grau oder Weiß	Blaugrün (Cyan)
Rot	Gelb	Grün
Grün	Purpur (Magenta)	Blau
Blau	Rot	neutral (Gru)
neutral (Gru)	Rot	neutral

## Lichtquellen und Filter

Um die kurzwellige Strahlung, für die alle drei Schichten empfindlich sind, zu absorbieren, sollte bei Tageslicht das KODAK WRATTEN Filter Nr. 16 (orange) und mit Elektronenblitz das Filter Nr. 12 (dunkelgelb) benutzt werden.

Bei der Verwendung von Halogen- und Fitolampen (3200 bis 3400 K) werden zum Filter Nr. 12 noch zusätzlich das KODAK Color Compensating Filter CC 20 C und das Schott-Filter BG 22 benötigt.

Reicht die Filterkombination nicht aus, so kann die Farbwiedergabe durch zusätzliche KODAK Color Compensating Filter beeinflusst werden (s. Tab.).

Gewünschte Farbverschiebung nach	Farbe des KODAK Color Compensating Filters
Magenta	Cyan oder Grün
Blau	Cyan
Rot	Blau
Gelb	Magenta oder Rot

Besondere Effekte werden auch durch ein Polarisationsfilter erzielt.

## Empfindlichkeit

Eine genaue Empfindlichkeitsangabe ist bei diesem Film wegen der Infrarot-Empfindlichkeit nicht möglich. Außerdem wird die unterschiedliche Infrarot-Reflexion vom Belichtungsmesser nicht genügend erfaßt. Die folgenden Angaben dienen als Richtwerte:

Lichtquelle	Filter	einzustellende Empfindlichkeit*
Tageslicht	-	ISO 200/24
Tageslicht	KODAK WRATTEN Filter Nr. 16	ISO 80/20°
Blaue Blitzlampen, Blitzwürfel oder Blitzmagazin	KODAK WRATTEN Filter Nr. 16	ISO 80/20°
Elektronenblitz	KODAK WRATTEN Filter Nr. 12	ISO 100/21°
Fotolampen 3400 K	KODAK WRATTEN Filter Nr. 12+ KODAK Filter CC 20 C + Schott Filter BG 22	ISO 50/18°

\* Die Verlängerungsfaktoren der Filter sind bereits berücksichtigt. Bei Kameras mit Innenmessung muß die Belichtungsmessung ohne Filter vorgenommen werden.

## Belichtungsspielraum

Der Belichtungsspielraum des KODAK EKTACHROME Infrarotfilms beträgt  $\pm 1/2$  Blendstufe. Um optimale Ergebnisse zu erzielen, muß der Film sehr genau belichtet werden. Es ist deshalb sehr empfehlenswert, die richtige Belichtung in einer Blendenreihe mit halben Stufen zu ermitteln.

## Schwarzschildeffekt

Zum Ausgleich von extrem langen Belichtungszeiten sollten die nachstehenden Belichtungskorrekturen als Anhaltspunkte verwendet werden.

Belichtungszeit	1/1000s	1/100s	1/10s
empfohlene Blendenkorrektur	-	-	1
empfohlene KODAK CC-Filter	-	-	20 B

## Anmerkung

Diese Angaben basieren auf dem Durchschnitt verschiedener Emulsionen. Die Daten können sich im Hinblick auf die Herstellungstoleranzen sowie die Lagerungsbedingungen nach der Auslieferung verändern. Der Verlängerungsfaktor des Filters ist in der Blendenkorrektur bereits berücksichtigt worden.

## Entwicklung

Kaufpreis schließt Entwicklung und Rahmung durch KODAK ein, wenn der belichtete Film mit dem KODAK Entwicklungs-Guttschein (mit Einsendebeutel) an das KODAK Farblabor geschickt wird.

Die Entwicklung erfolgt im KODAK Prozeß E-4.

## Bildstruktur-Daten

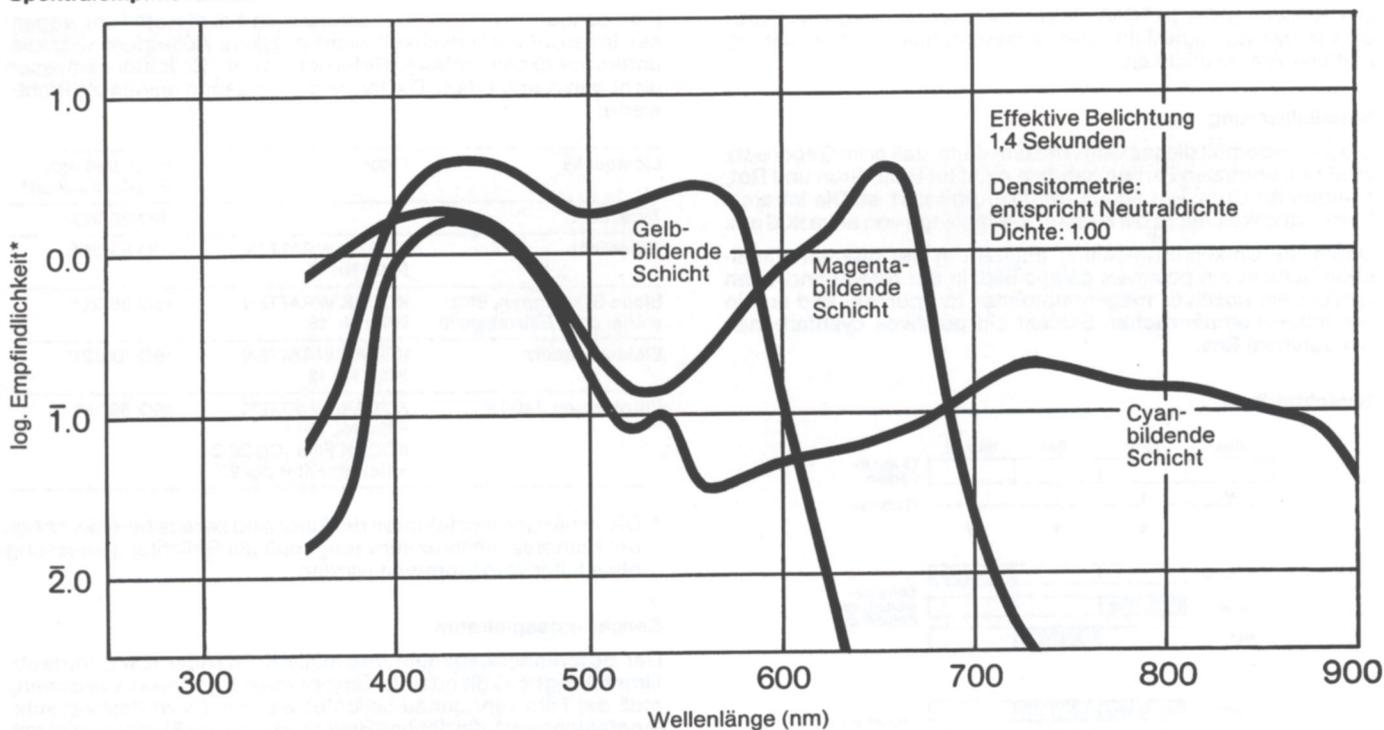
### Körnigkeit (RMS): 17

Gemessen mit einem Mikro-Densitometer bei einer Meßblendenöffnung von 48  $\mu$ m und 12facher Vergrößerung. Gemessene Probedichte: 1.0

## Auflösungsvermögen

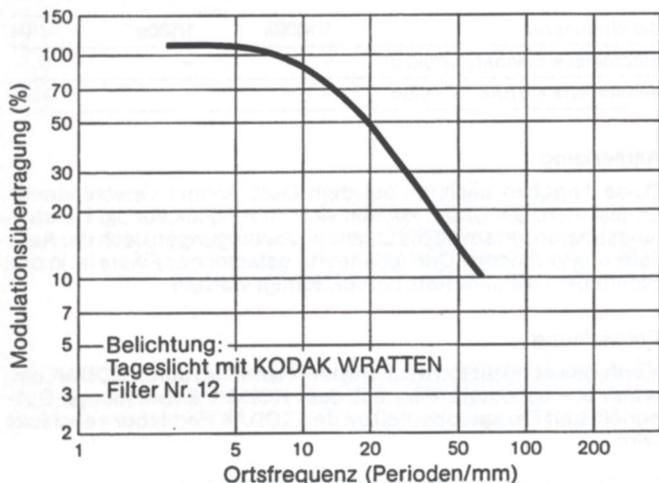
Testobjektcontrast	Linien/mm
1.6 : 1	32
1000 : 1	63

**Spektralempfindlichkeit**



\* Empfindlichkeit entspricht dem Kehrwert der Belichtung ( $J/cm^2$ ), die erforderlich ist, um die vorgegebene Dichte zu erreichen.

**Modulationsübertragungsfunktion**



**Hinweis:** Die in dieser Veröffentlichung dargestellten sensitometrischen Kurven und Daten beziehen sich auf die Produktcharakteristik unter den spezifizierten Bedingungen. Die Angaben gelten für durchschnittliche Produkteigenschaften und beziehen sich nicht auf bestimmte Packungseinheiten oder einzelne Filme. Die Angaben stellen somit keine von KODAK einzuhaltenden Standardwerte oder Spezifikationen dar.

**Konfektionierung**

Kleinbildfilm:  
IE 135-36

Empfehlungen zur Lagerung der Filme unter „Allgemeine Hinweise“.

# KODAK High Speed Infrarotfilm 2481

## Eigenschaften

Der KODAK High Speed Infrarotfilm 2481 ist ein Schwarzweiß-Negativfilm mittlerer Empfindlichkeit. Er weist eine geringe Körnigkeit, gute Schärfe und ein hohes Auflösungsvermögen auf.

### Wichtiger Hinweis

Der Träger des KODAK High Speed Infrarotfilms besteht aus extrem dünnem Polyester (ESTAR). Die Anfangsglasche kann daher unter Umständen als Lichtleiter fungieren. Um einer Verschleierung bzw. Schwärzung des Materials entgegen zu wirken, sollten die nachstehenden Hinweise unbedingt befolgt werden:

- Camera nur bei absoluter Dunkelheit laden!
- Film nach der letzten Aufnahme vollständig in die Patrone zurückspulen!
- Film nur bei absoluter Dunkelheit aus der Camera entnehmen und in die Originaldose füllen! Diese darf unter keinen Umständen z.B. für Kontrollzwecke, Filmidentifizierung etc. geöffnet werden!
- Im Labor oder bei der Selbstverarbeitung muß der Film bei völliger Dunkelheit aus der Dose entnommen und ebenso bei Dunkelheit verarbeitet werden. Entwicklungsdosen (sofern sie nicht aus Metall sind) können wohl sichtbares Licht sperren, lassen aber Infrarotlicht durch!

## Sensibilisierung

Die Sensibilisierung des KODAK High Speed Infrarotfilms reicht vom sichtbaren Licht bis in den Infrarotbereich von etwa 900 nm. Die maximale Empfindlichkeit liegt zwischen 770 und 800 nm.

Empfindlichkeit: ISO 80/20° (Tageslicht)  
ISO 200/24° (Kunstlicht)

## Filterempfehlungen

Um den blauen und grünen Spektralbereich des Lichtes abzuschirmen, muß vor dem Kameraobjektiv oder der Lichtquelle ein Filter benutzt werden.

Bei Außenaufnahmen, z.B. Landschaften, werden gute Ergebnisse mit dem KODAK WRATTEN Filter Nr. 25 (rot) erzielt. Außerdem können die Filter Nr. 29 (dunkelrot) oder Nr. 70 (sehr dunkelrot) benutzt werden.

Speziell für die Infrarotfotografie werden die Filter Nr. 87, 87 C und 88 A geliefert. Diese Filter sperren das sichtbare Licht fast vollständig (s. Absorptionskurven). Sie werden entweder vor dem Objektiv oder der Lichtquelle – z.B. bei der Dunkelblitzmethode – angebracht.

KODAK WRATTEN Filter können als ungefaßte Gelatine-Folie im Format 7,5 x 7,5 cm über den Fotofachhandel bezogen werden. Bei der Bestellung ist es wichtig, die Nummer und Farbe des Filters anzugeben.

## Belichtungshinweise

Die Belichtung muß **ohne** Filter mit einer Empfindlichkeitseinstellung von ISO 80/20° gemessen werden und mit dem entsprechenden Filterfaktor multipliziert werden. Bequemer ist es, die Empfindlichkeit einzustellen, die den Filterfaktor bereits berücksichtigt. Die Empfindlichkeitswerte können aus nachstehender Tabelle abgelesen werden. Bitte beachten Sie, daß auch in diesem Falle die Belichtungsmessung **ohne** Filter vorgenommen werden muß. Im anderen Falle führt dies zu Überbelichtungen.

KODAK WRATTEN Filter	Empfindlichkeit bei Verwendung von KODAK Entwickler D-76	
	Tageslicht	Kunstlicht
Nr. 25, 29, 70	ISO 50/18°	ISO 125/22°
Nr. 87, 88 A	ISO 25/15°	ISO 64/19°
Nr. 87 C	ISO 10/11°	ISO 25/15°

## Ultrakurzzeit-/Schwarzschildeffekt

Zum Ausgleich von extrem langen und ultrakurzen Belichtungszeiten sollten die nachstehenden Belichtungskorrekturen als Anhaltspunkte verwendet werden:

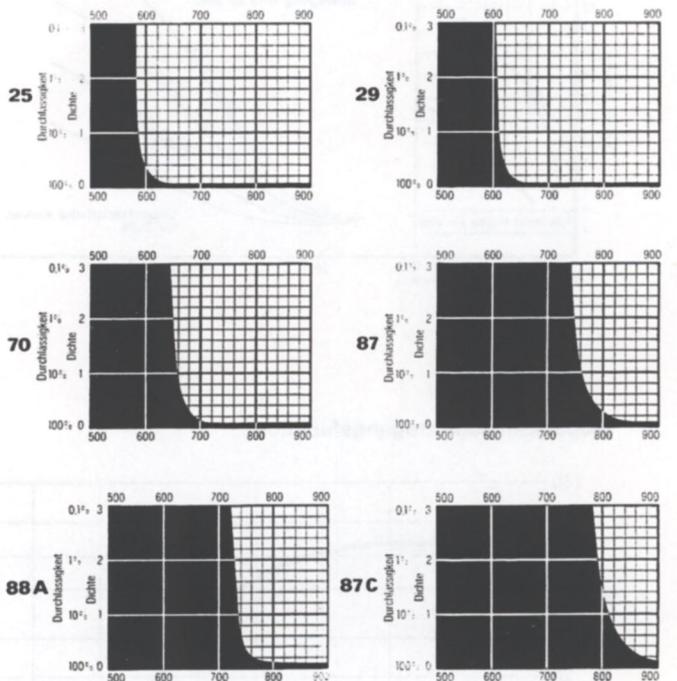
Belichtungszeit	1/1000 s	1/100 s	1/10 s	1 s	10 s	100 s	1000 s
empfohlene Blendenkorrektur	-	-	-	+ 1/2	+ 1	+ 2 1/2	+ 3 1/2

## Anmerkung

Diese Angaben basieren auf dem Durchschnitt verschiedener Emulsionen und den normalen empfohlenen Entwicklungsbedingungen. Die Daten können sich im Hinblick auf die Herstellungstoleranzen sowie die Lagerungsbedingungen nach der Auslieferung beim Hersteller verändern.

## Absorptionskurven KODAK WRATTEN Filter

Die Absorptionskurven geben die Durchlässigkeit bzw. die Dichte der Filter in Abhängigkeit von der Wellenlänge (nm) an.



### Literaturhinweis:

Infrarot- und UV-Fotografie  
Günter Spitzing  
Verlag Laterna magica, München  
ISBN 90-10-024229-6

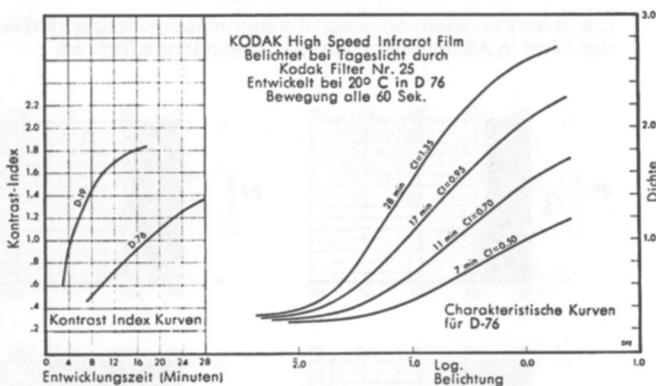
## Verarbeitung

### 1. Entwicklung

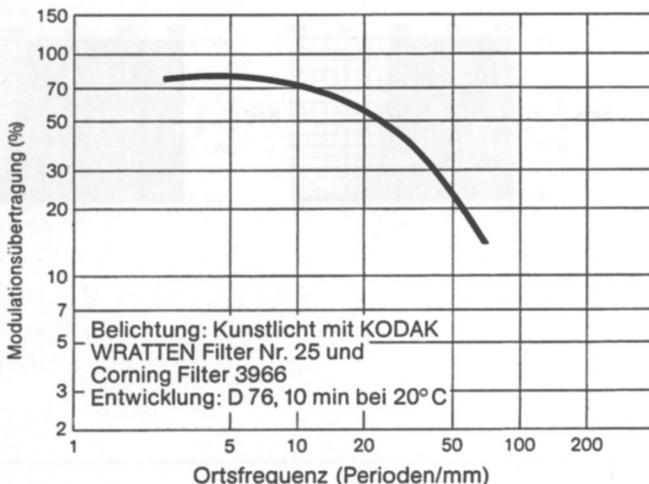
KODAK Entwickler	Entwicklungszeit (in Minuten)				
	Dosen (ständige Bewegung)				
	18°C	20°C	21°C	22°C	24°C
D-76 (entwickelt zu mittlerem Kontrast)	11	9½	8½	7½	6½
HC-110 (Gebrauchslösung B, 1:31) für wissenschaftliche Anwendung etwas höherer Kontrast als D-76	5	4½	4½	4½	4
D-19 (entwickelt zu hohem Kontrast)	5½	5	5	4½	4

KODAK Entwickler	Entwicklungszeit (in Minuten)				
	kleine Tanks (Bewegung alle 30 sec)				
	18°C	20°C	21°C	22°C	24°C
D-76 (entwickelt zu mittlerem Kontrast)	13	11	10	9½	8
HC-110 (Gebrauchslösung B, 1:31) für wissenschaftliche Anwendung etwas höherer Kontrast als D-76	7	6	6	5½	5
D-19 (entwickelt zu hohem Kontrast)	7	6	5½	5	4

### Charakteristische Kurven



### Modulationsübertragungsfunktion



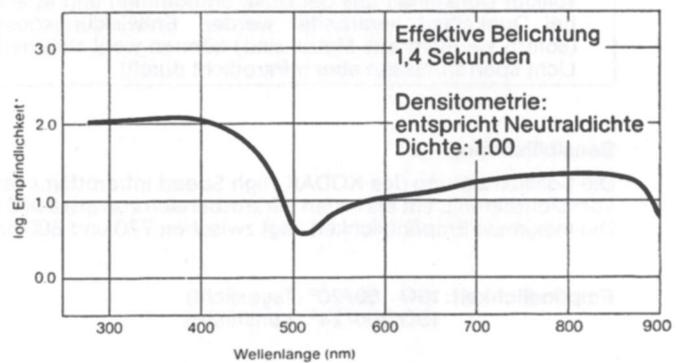
**Hinweis:** Die in dieser Veröffentlichung dargestellten sensitometrischen Kurven und Daten beziehen sich auf die Produktcharakteristik unter den spezifizierten Bedingungen. Die Angaben gelten für durchschnittliche Produkteigenschaften und beziehen sich nicht auf bestimmte Packungseinheiten oder einzelne Filme. Die Angaben stellen somit keine von KODAK einzuhaltenden Standardwerte oder Spezifikationen dar.

**KODAK AG**  
**GB Professional & Printing Imaging**  
**Produkt-Service**  
**70323 Stuttgart**  
**Tel.: 0711/406-5182**  
**Fax: 0711/406-2524**



2. Stoppbad (18,5 bis 24 °C), ständige Bewegung, 30 Sekunden oder fließendes Wasser.
3. Fixierbad (18,5 bis 24 °C), regelmäßige Bewegung 10 Minuten.
4. Schlußwässerung (18,5 bis 24 °C), fließendes Wasser, 20 bis 30 Minuten. Bei Verwendung von KODAK Hypo Klärbad vermindert sich die Wässerungszeit und Wassermenge auf 1/6 der empfohlenen Werte. Um Trockenflecken zu vermeiden, empfiehlt sich nach der Wässerung KODAK PHOTO-FLO/Lösung als Netzmittel.
5. Trocknung an einem staubfreien Ort.

### Spektralempfindlichkeit



\* Empfindlichkeit entspricht dem Kehrwert der Belichtung (J/cm<sup>2</sup>), die erforderlich ist, um die vorgegebene Dichte zu erreichen.

### Bildstruktur-Daten

#### Körnigkeit (RMS): 38

Gemessen mit einem Mikro-Densitometer bei einer Meßblendenöffnung von 48 µm und 12facher Vergrößerung.  
 Gemessene Probedichte: 1.0

#### Auflösungsvermögen

Testobjektcontrast	Linien/mm
1.6:1	32
1000:1	80

### Konfektionierung

Kleinbildfilm: HIE 135-36

Empfehlung zur Lagerung der Filme unter „Allgemeine Hinweise“.

### KODAK Datenblatt P-I 2

KODAK, EKTACHROME, ESTAR, PHOTO-FLO und WRATTEN sind Warenzeichen  
 Printed in Federal Republic of Germany  
 CAT Nr. 711 2790 R-0192 - HD 477