

# 5.Reproduktionstechnik

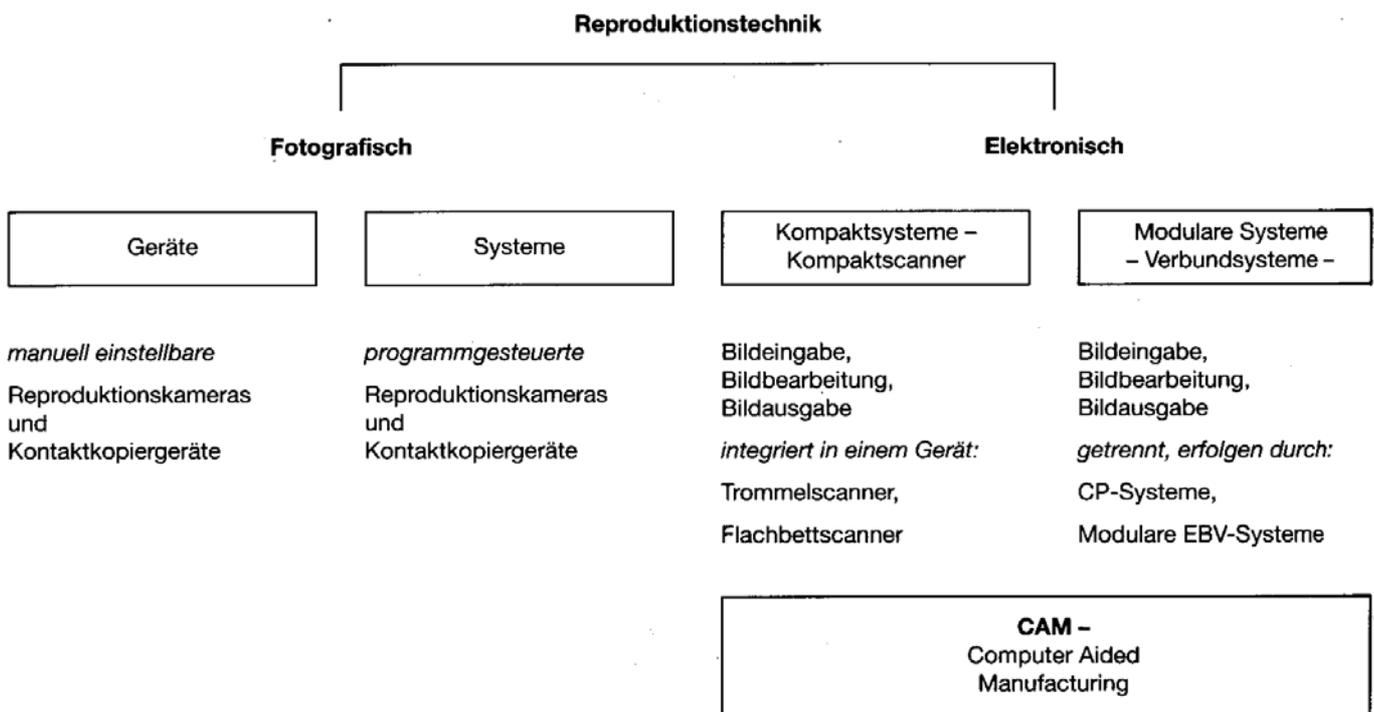
Unter Reproduktionstechnik (Wiederherstellung, Wiedergabe) versteht man in der Druckindustrie die Informationsübertragung von Vorlagen für Druckformen. Reproduktionsverfahren sind der Drucktechnik vorgelagerte Arbeitsvorgänge. Die Bedingung des Auftraggebers lautet meist, die Vorlage »faksimile« zu reproduzieren, das heißt, sie so auf die Druckform zu übertragen, dass das Druckprodukt der Druckvorlage optimal gleicht.

Grundsätzlich lassen sich zwei Reproduktionsprinzipie unterscheiden:

1. die analoge, parallele Bildübertragung,
2. die digitale, serielle Bildübertragung.

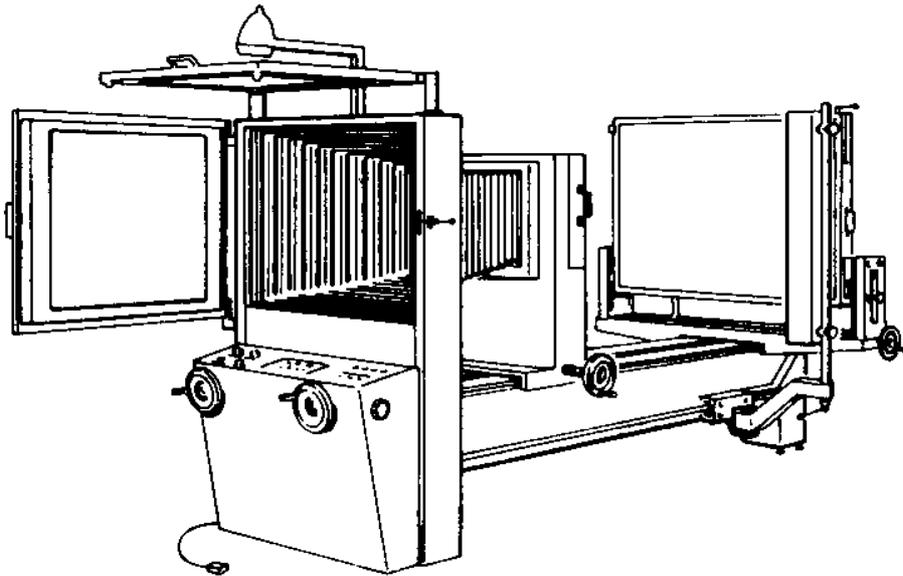
Fotografische Verfahren arbeiten nach dem ersten Prinzip. Durch Belichtung entsteht parallel zur Vorlage die komplette Abbildung auf einmal, beispielsweise auf Reproduktionsfilm. Elektronische Verfahren funktionieren nach dem zweiten Prinzip. Die Vorlage wird bei der Erfassung digitalisiert, ihre Daten werden mit speziellen Programmen bearbeitet und bei der Aufzeichnung Punkt für Punkt, Zeile für Zeile auf Film oder auf anderen Materialien für die Druckvorbereitung ausgegeben.

Die Reproduktionsfotografie wird mehr und mehr durch elektronische Reproduktionssysteme verdrängt.

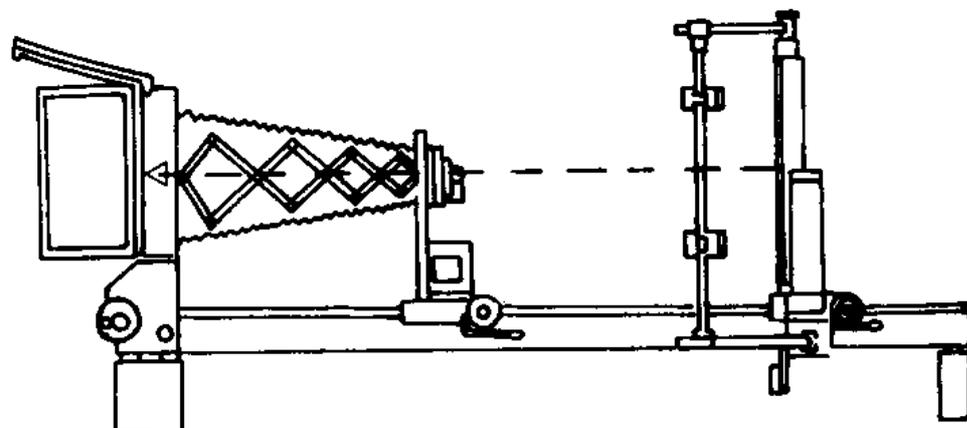
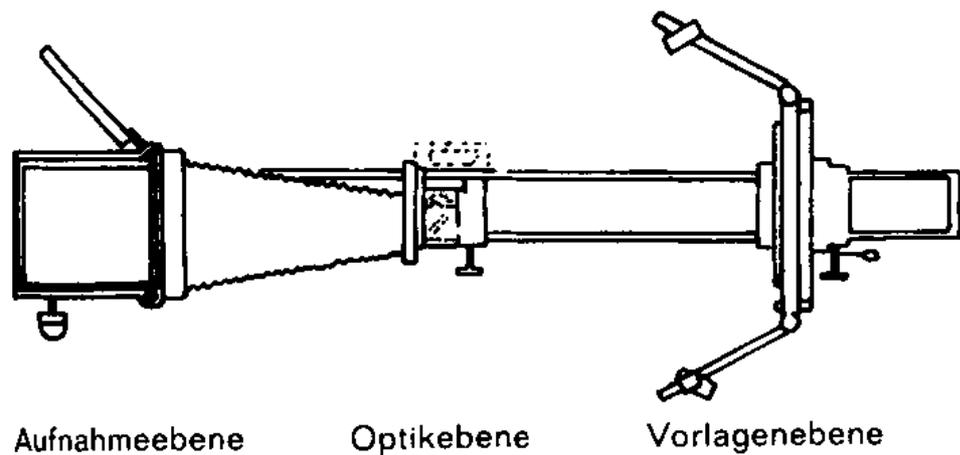


Übersicht zur Reproduktionstechnik.

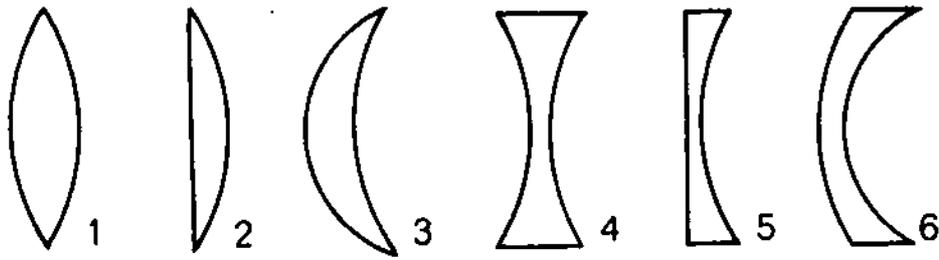
## 5.1 Fotografische Reproduktionssysteme und Geräte



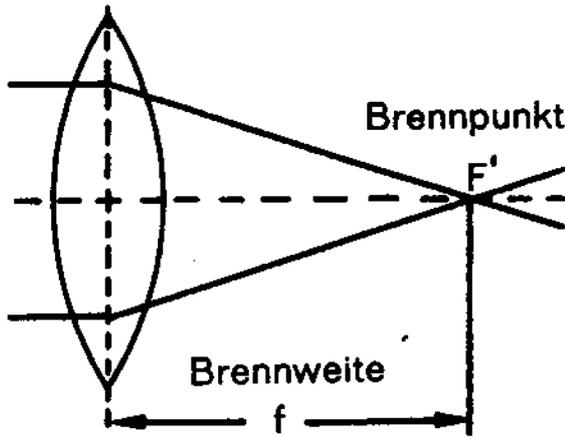
Horizontalkamera.



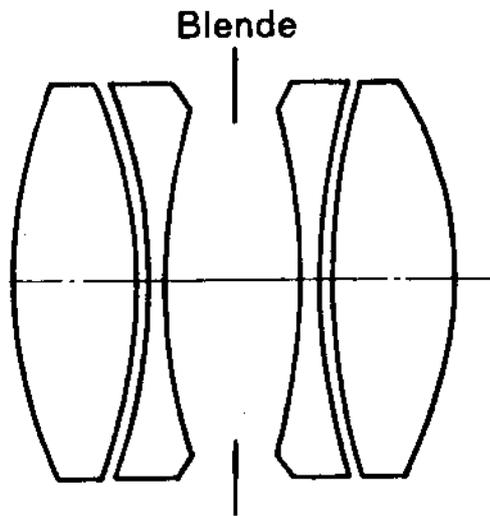
Grundkonstruktion der Horizontalkamera.  
Oben: Draufsicht, unten: Seitenansicht.



Linsenformen, Sammellinsen: 1 bikonvex, 2 plankonvex, 3 konkav-konvex, Zerstreuungslinsen: 4 bikonkav, 5 plankonkav, 6 konvex-konkav.



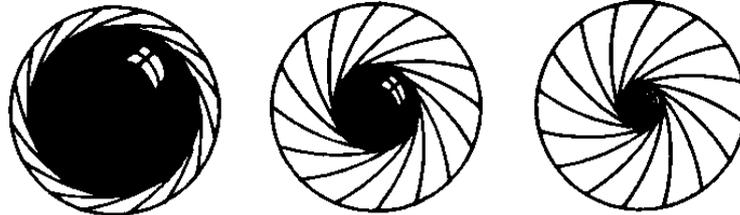
Bikonvexlinse, mit allen optischen Fehlern behaftet.



Schema eines Reproduktionsobjektivs mit Blende zwischen den Linsengruppen.

Gute Objektive ergeben scharfe, verzeichnungsfreie Abbildungen. Sie sind Apochromate. Das sind Objektive höchster Güte, die gegen alle optischen Fehler korrigiert sind. Die Brennweiten betragen bei Kompaktkameras 80 mm bis 300 mm. Viermal so groß ist die Brennweite bei bis zu 14 m langen Brückenkameras für Großprojektionen.

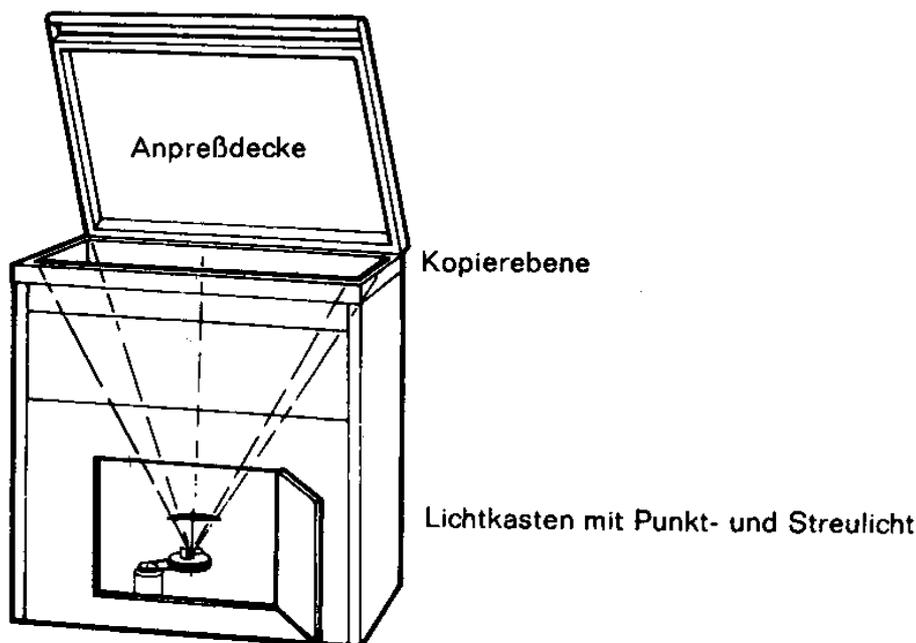
Um in möglichst großen Bereichen vergrößern und verkleinern zu können, hat man Wechselobjektive geschaffen. Zum Objektiv gehören die stufenlos verstellbare Irisblende, mit der der Reproduktionsfotograf die einwirkende Lichtmenge regulieren kann, und der Verschluss, mit dem die Dauer der Belichtung gesteuert wird.



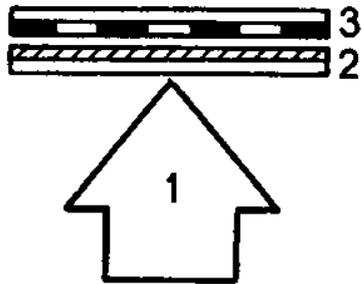
Irisblende: links offen, rechts stark abgeblendet.

### **Kontakkopiergeräte.**

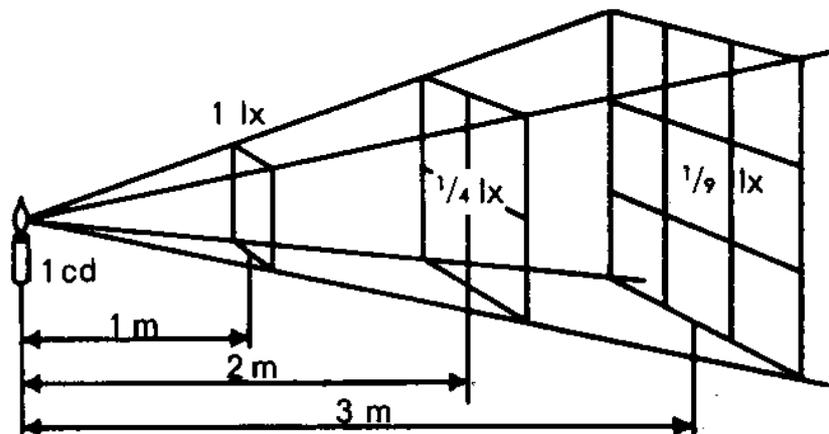
Wie schon der Name sagt, befindet sich der zu belichtende Film in engstem Kontakt mit der Kopiervorlage. Diesem Arbeitsprinzip zufolge ist der Kontaktkopierer auf Abbildungen im Maßstab 1:1 (100%) beschränkt. Trotz dieser Einschränkung wird ein großer Teil aller reprotechnischen Arbeitsvorgänge im Kontaktkopierer erledigt. Die vielfältigen Kontaktarbeiten seien hier kurz angeführt. Wenn das Licht die transparenten Stellen einer Kopiervorlage durchdringt, entsteht je nach gewähltem Filmmaterial ein Negativ oder ein Diapositiv. Die Umwandlung eines Negativs in ein Diapositiv heißt **Umkehrkopie**.



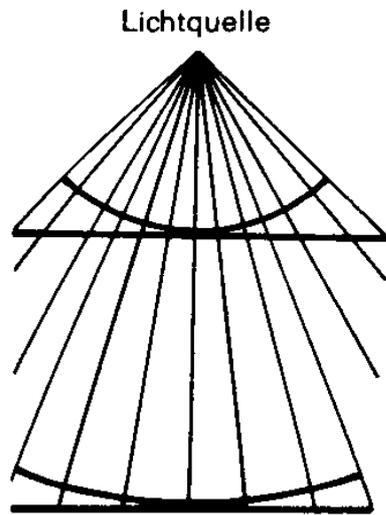
Schema eines Kontaktkopiergeräts mit Punktlichtquelle und Verlauffilter zur gleichmäßigen Ausleuchtung.



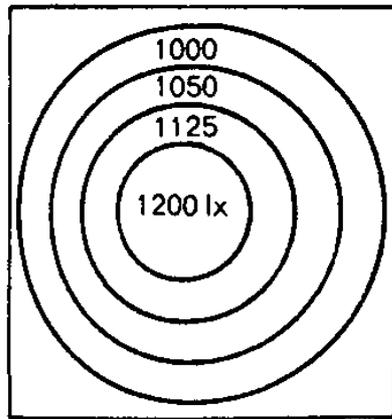
Reflexkopie. Das Licht (1) durchdringt den Film (2), wird von den dunklen Stellen der Vorlage (3) absorbiert und von den hellen in den Film (2) reflektiert.



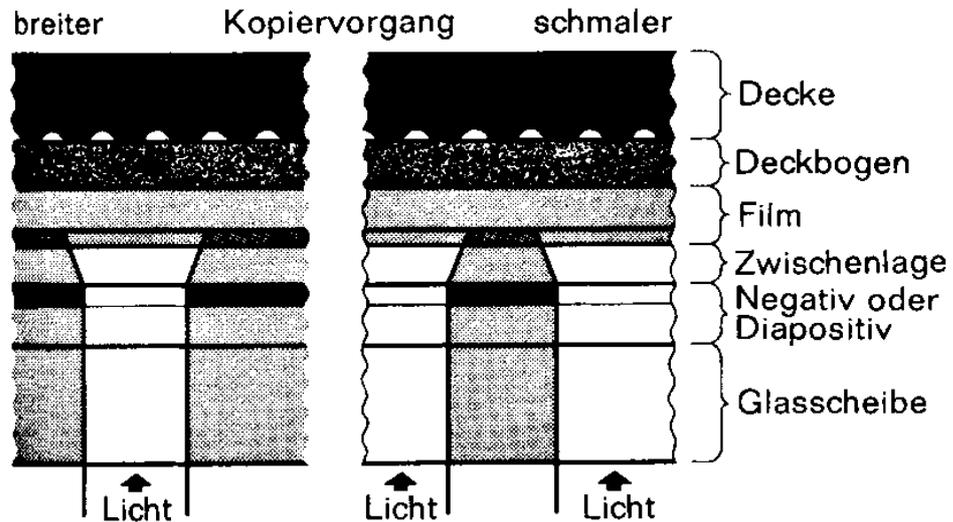
Grundgesetz der Beleuchtung: Die Beleuchtungsstärke (lx) nimmt im Quadrat der Entfernung von der Lichtquelle ab.



Randstrahlen sind lichtschwächer, weil sie einen weiteren Weg zur Kopierebene zurückzulegen haben als Zentralstrahlen. Längerer Lichtweg ergibt eine gleichmäßigere Ausleuchtung.



Ungleichmäßige Lichtverteilung auf der Kopierebene. Die Linien gleicher Beleuchtungsstärke heißen Isoluxen.



Schema für Über- und Unterstrahlungen von Bildelementen. Beim Passieren der Zwischenlage wird das Licht gestreut, was zur Verbreiterung der Kopie führt.

## 5.2 Filmbelichtung, -entwicklung

### 5.2-1 Film

Filme haben als transparente analoge Informationsträger neben den digitalen Verfahren, wie Digitalfotografie, Computer-to-Plate oder Direct-Imaging, auch in Zukunft ihren Anteil am Medien-Workflow.

Neben den Silberfilmen sind heute noch andere Materialien auf dem Markt. Der fotografische Prozess erfolgt dort durch Fotopolymerisation oder thermisch. Prozesslose Filme bedürfen nach der Belichtung keiner weiteren Bearbeitung. Sie müssen nicht entwickelt werden.

Die weitere Klassifizierung erfolgt nach den sensitometrischen Eigenschaften.

(Sensitometrie = Messung der Lichtempfindlichkeit)

#### **Gradation**

Die Gradation beschreibt, wie ein Film Tonwerte wiedergibt. In der Gradationskurve wird die Abhängigkeit der Schwärzung von der einwirkenden Lichtmenge grafisch dargestellt.

#### **Halbtonfilme**

Halbtonfilme können zwischen Licht und Tiefe sehr fein differenziert einzelne Tonwerte darstellen. Die Tonwertabstufung, der Kontrast der Bildwiedergabe, steht in direktem Zusammenhang mit der Materialgradation.

#### **Strich-, Rasterfilme**

Strich- bzw. Rasterfilme reagieren praktisch binär, entweder reicht die Lichtmenge zur absoluten Schwärzung aus oder die Filmstelle reagiert nicht. Die Bildgradation und die Materialgradation sind unabhängig voneinander. Die Tonwerte des reproduzierten Bildes sind gerastert und somit bestimmt nicht die Farbschichtdicke, sondern die Fläche des Rasterpunktes den Farbanteil.

#### **Negativfilme**

Negativfilme bauen mit zunehmender Belichtung Schwärzung auf. Es findet eine Tonwertumkehrung statt. Ihre Gradationskurve steigt von links nach rechts.

### Gradationskurve

KODAK EKTACHROME 100  
PLUS Professional Film

Halbton-Diafilm

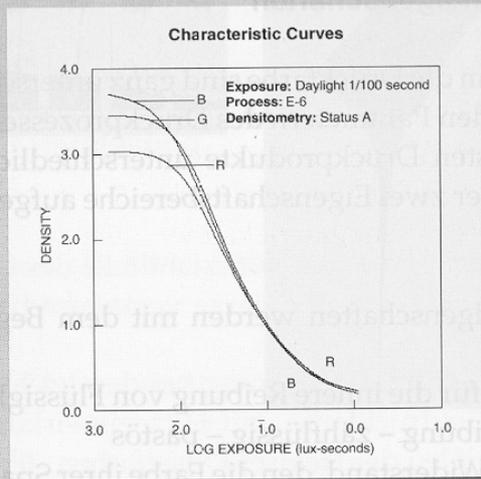
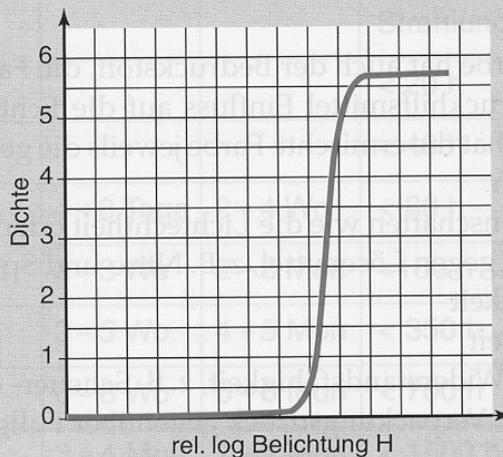


Abb. 2.3/8  
Lichtechtheit

### Gradationskurve

KODAK PROFESSIONAL  
KODASTAR 2000 Laser  
Mapping Film KLF4

Strich-Negativfilm



Durch Belichtung werden Informationen übertragen. Reproduktionsfilme, deren Fotoschicht lichtempfindliche Silberhalogenidkristalle aufweisen, sind verbreitete Zwischenträger für Vorlagen-Informationen. Die Filme werden in entsprechenden Reproduktionsgeräten einer kontrollierten Belichtung ausgesetzt. Dabei werden teilweise die visuellen Informationen der Vorlagen gemäß der reproduktionsfotografischen Erfordernisse, wie Rasterung, Farbensausfilterung, Farbkorrektur, abgewandelt. Grundsätzlich bewirkt die Belichtung eine Veränderung in der Fotoschicht. Die Belichtung ist die Gesamtmenge an Licht, die auf eine Fläche auftrifft. Sie ist das Produkt aus der Beleuchtungsstärke in Lux (lx) und der Zeitdauer in Sekunden (s). Die Einheit der Belichtung ist die Luxsekunde (lx·s).

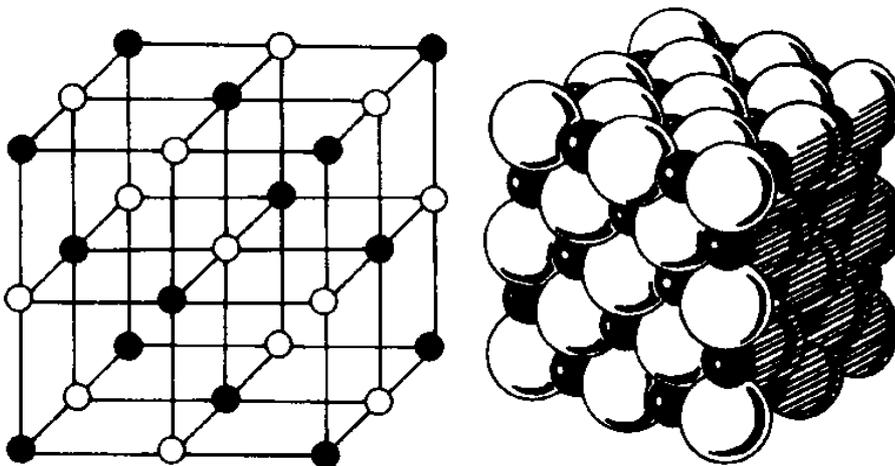
Von der Beleuchtungsstärke ist die Lichtstärke zu unterscheiden. Die Lichtstärke ist die Sendestärke der Lichtquelle. Man gibt sie in Candela

(cd) an. Die Lichtstärke einer Stearinkerze entspricht ca. 1 cd, die einer Glühlampe (60 W) entspricht ca. 70 cd, eine Bogenlampe hat ca. 200 cd bis 700 000 cd.

Beleuchtungsstärke ist als Lichtempfangsstärke auf einem Lichtempfänger (Vorlage, Mattscheibe, Film) zu beschreiben. 1 Lux (lx) ist die Beleuchtungsstärke, die die Lichtstärke von 1 cd auf einer weißen Fläche in 1 m Entfernung bei senkrechtem Lichtaufschlag erzielt. Die Beleuchtungsstärke nimmt im Quadrat der Entfernung des Lichtempfängers von der Lichtquelle ab.

Zum Vergleich einige Beleuchtungsstärken: Vollmond 0,15 lx, Arbeitsplatz mind. 100-300 lx, Präzisionsarbeitsplatz 1000-2000 lx, Sonne (intensiv) 70 000-1 00 000 lx.

**Wirkung der Belichtung**, Das von der Vorlage kommende Licht wird von den Silberhalogenidkristallen des Films absorbiert. Diese Vorgänge erklärt die Silberkeimtheorie. Ein AgBr-Kristall ist 0,3 bis 1,2 nm groß. Dieses Mikrogebilde besteht aus Milliarden Ionen. Das Modell zeigt, wie Silberionen  $\text{Ag}^+$  und Bromionen  $\text{Br}^-$  in einem Kristall angeordnet sind. Ein absorbiertes Lichtquant (kleinstes Lichtteilchen) verändert durch' j seine Energie den Kristall, wie im Bild dargestellt.



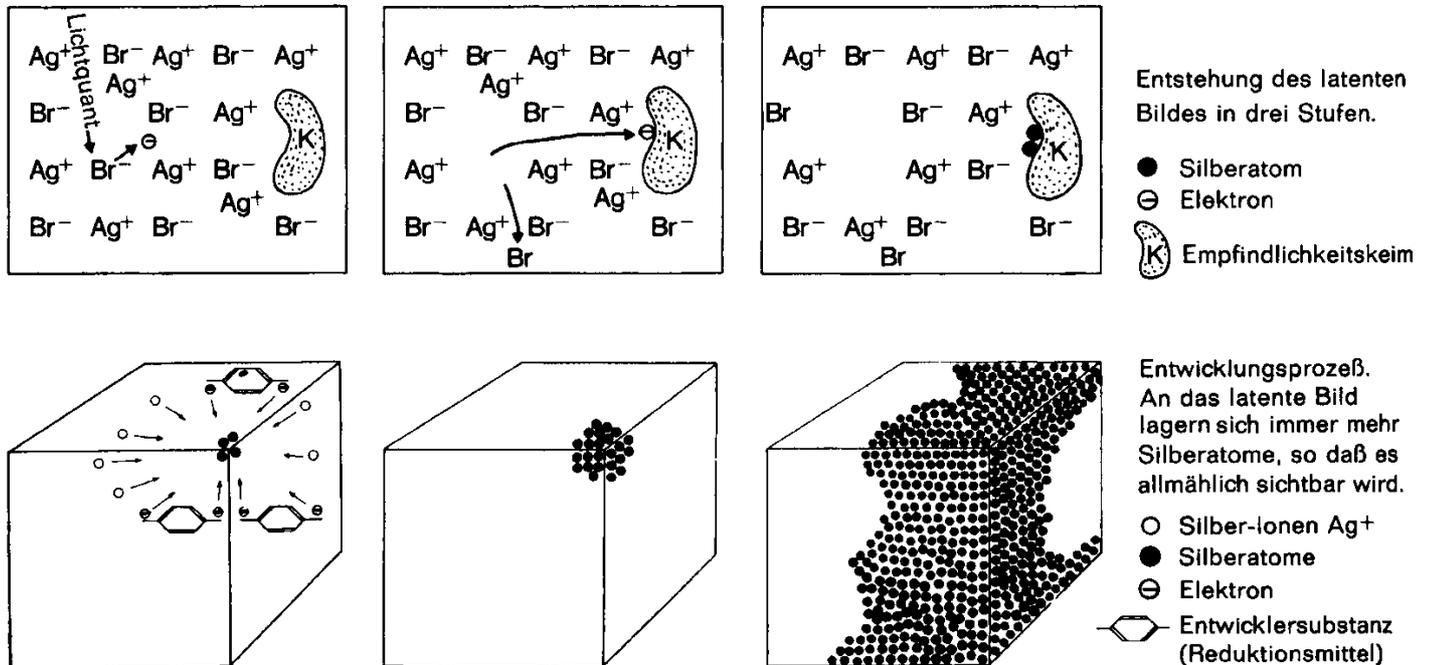
Silberbromidkristall mit Silber-Ionen  $\text{Ag}^+$  (●) und Brom-Ionen  $\text{Br}^-$  (○). Links Kristallgitter, rechts Kugelmodell.

Stufe 1: Bromion + Lichtquant  $\rightarrow$  Bromatom + Elektron.

Ein Elektron  $e^-$  (negative Ladung) wird aus einer AgBr-Verbindung herausgeschleudert.

Stufe 2: Die herausgeschleuderten Elektronen lagern sich an Störstellen an, die auch Empfindlichkeits- oder Reifkeime genannt werden, und laden sie negativ auf.

Stufe 3: Die negativ aufgeladene Störstelle zieht  $\text{Ag}^+$  an. Hierbei verliert das Silberion seine positive elektrische Ladung:  $1 \text{Ag}^+ + 1 \text{e}^- \rightarrow 1 \text{Ag}$ . Aus Silberionen entstehen Silberatome entsprechend der aufgetroffenen Lichtenergie. Aus dem Empfindlichkeitskeim ist ein Entwicklungskeim geworden. Diese Silberkeime bauen ein latentes (verborgenes) Bild auf.



### Wirkung der Entwicklung.

Um das Bild sichtbar zu machen, muss man den belichteten Film chemisch entwickeln. Durch die Entwicklung wird die Silberanlagerung am Silberkeim verstärkt. Das latente Bild eines Kristalls besteht aus etwa 4 bis 10 Atomen. Beim Entwickeln werden diese zunächst unsichtbaren bildaufbauenden Informationen um den Faktor 1 Milliarde verstärkt und damit sichtbar. Aus 4 Ag-Atomen werden somit 4 Milliarden, die wir im Zusammenhang mit ihrer Nachbarschaft als bestimmte Schwärzung, als metallisches Bildsilber wahrnehmen können.

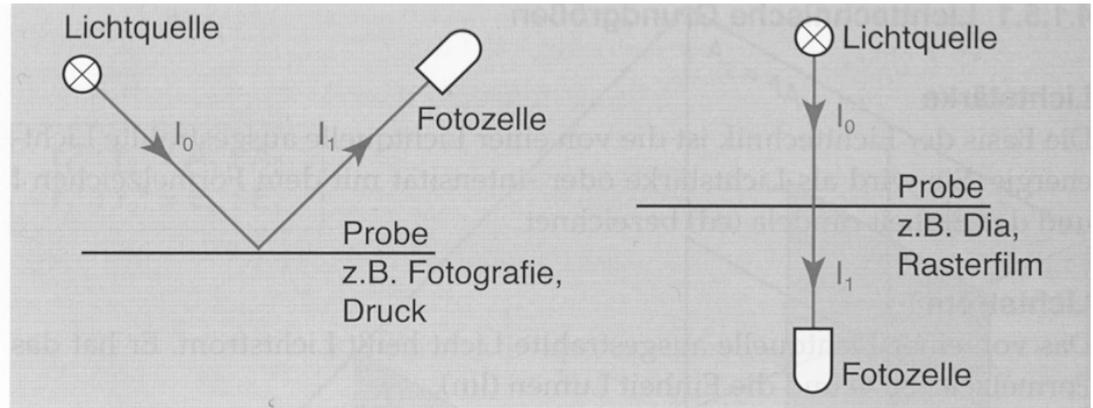
Zur Verstärkung des latenten Bildes gibt die Entwicklersubstanz Elektronen ab. Die Elektronen werden von den restlichen Silberionen belichteter Kristalle aufgenommen. Dabei entstehen aus den Ionen bildaufbauende Silberatome. Der Entwickler gilt deswegen als Elektronengeber und für  $\text{Ag}^+$  als Reduktionsmittel. Er reduziert die restlichen Silberionen belichteter Kristalle zu metallischem Silber, indem er dem Silberion  $\text{Ag}^+$  das fehlende Elektron zur Neutralisierung liefert. Wenn die Entwicklung zu lange dauert, werden auch die unbelichteten Silberhalogenide reduziert. Das führt zu Übertragungsfehlern, z. B. Schleierbildung.

## 5.3 Densitometrie

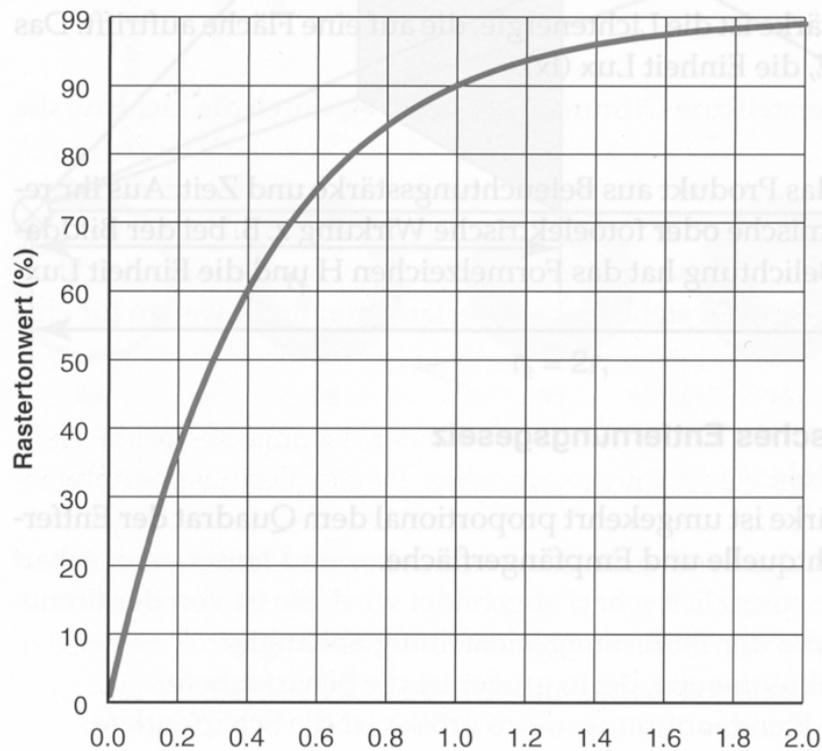
### Densitometrische Messung

Geometrie der Aufsichts- und Durchsichtsmessung

beleuchtet, d. h. einem Viertel der Beleuchtungsstärke pro Teilfläche.



### Dichte – Rasterwert



- messen der optischen Dichte von Vorlagen (Densitometer)
- Auge empfindet Helligkeitsunterschiede logarithmisch

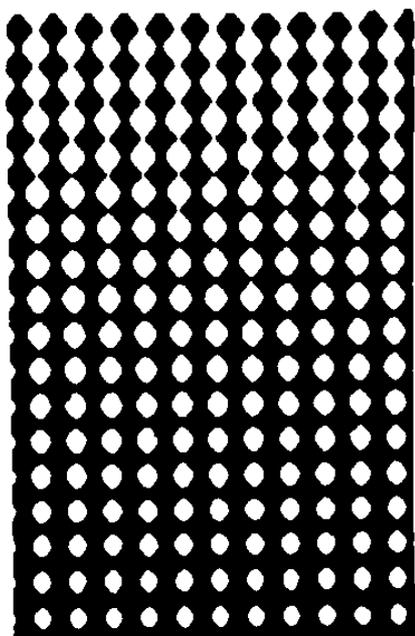
Wir unterscheiden Halbtundichtemessung und Rasterdichtemessung

## 5.4 Rasterreproduktionen

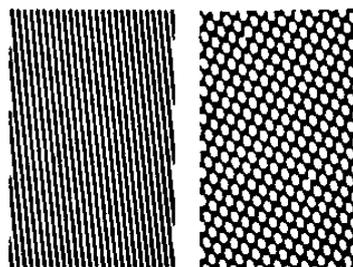
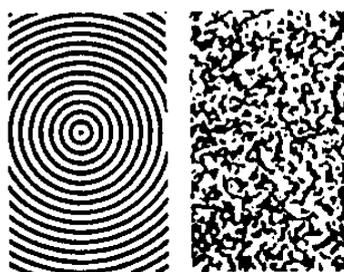
Der Begriff bezeichnet die Wiedergabe abgestufter Tonwerte zwischen Licht und Tiefe nach einfarbigen Halbtonvorlagen. Fast immer handelt es sich um Aufsichtsbilder, zum Beispiel Schwarz-weiß-Fotoabzüge. Sind die Halbtonbilder durch Strichelemente, wie Schriften und Flächen, ergänzt, spricht man von kombinierten Reproduktionen. Halbton und Strich werden getrennt aufgenommen und dann durch Montage oder Zusammenbelichtung vereinigt.

Rasterreproduktionen sind für solche Druckverfahren nötig, die keine echten Halbtöne zulassen. Im Hoch-, Flach- und Durchdruck kann man nur zwei Alternativen verwirklichen: entweder Vollton, der Druckfarbe oder farbfreie Bedruckstofffläche. Zwischenstufen müssen durch verschieden große Rasterelemente vorgetäuscht werden, die eigentlich Strichcharakter haben und deshalb auch unechte Halbtöne genannt werden.

Rasterelemente gibt es in verschiedenen Formen: Kornstrukturen, Texturen (Gewebe), Linien, Wellen, Spirallinien, runde, elliptische und quadratische Punkte. In Standardabläufen sind ausschließlich Punktraster gebräuchlich, die eine gleichmäßige Gitterstruktur haben und deren Mittelpunktabstände von Element zu Element konstant sind. Diese Raster nennt man autotypisch, da sie "selbstbildend" Halbtöne zerlegen.



Autotypische, elliptische Rasterpunkte (vergrößert).



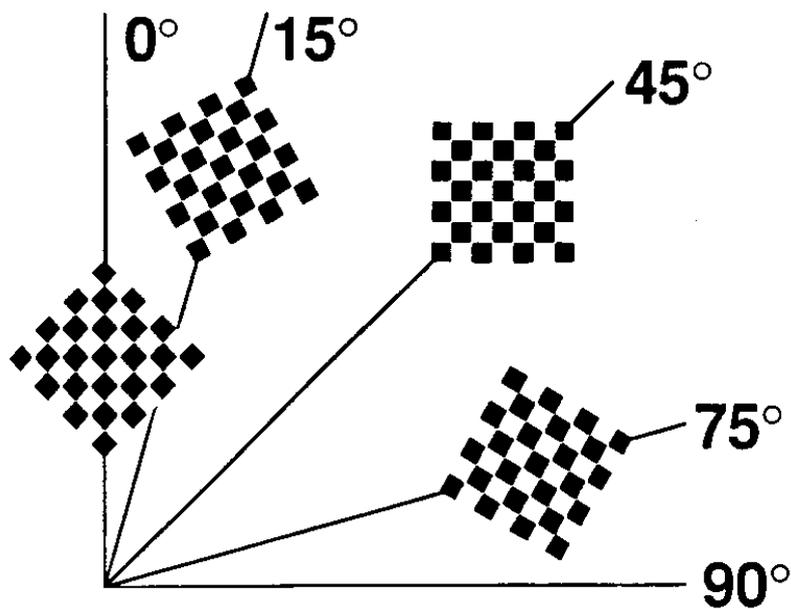
Effektraster

## 5.5 Rasterprinzipie

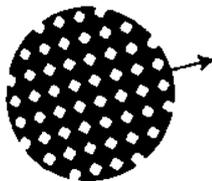
In der digitalen Reproduktionstechnik sind zwei Rasterprinzipie voneinander zu unterscheiden, die AM-Rasterung und die FM-Rasterung. Die Begriffe AM und FM stammen aus der Nachrichtentechnik und Kommunikationselektronik und kennzeichnen die Signalbeeinflussung. Dabei liegt das unbeeinflusste Signal als elektromagnetische Schwingung oder Welle vor, die durch Wellenlänge und Amplitude charakterisiert werden kann. Bei der AM-Rasterung haben alle Rasterpunktzentren gleichen Abstand voneinander. Der Abstand wird über die Rasterweite, die von den Elektronikern auch Rasterfrequenz genannt wird, geregelt. Innerhalb der Abstände breitet sich die Rasterpunktfläche nach allen Richtungen aus. Sie ist durch den Flächendeckungsgrad innerhalb der virtuellen Matrix oder Rasterzelle bestimmt sowie vom Farb- oder Tonwert der Vorlage. Die unterschiedliche Ausdehnung des einzelnen Rasterpunktes ist von der Modulation oder Änderung des Amplitudensignals abhängig. Die konstante Rasterweite ist durch die gleichbleibende Frequenz festgelegt. Amplitudenmodulation gibt es auch bei der Gravur von Tiefdruckzylindern, obwohl im Ergebnis kein autotypischer Tiefdruckraster erzeugt wird. Die Näpchentiefe ist abhängig von der Eindringtiefe des pyramidenförmigen Diamantwerkzeugs. Diese ist bestimmt von der Amplitude des Steuerstroms und ausschlaggebend für den Tonwert.

### 5.5-1 AM-Rasterung und Winkelung

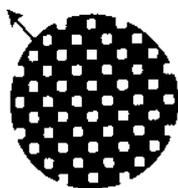
Die konventionelle autotypische Rasterung, auch AM-Rasterung oder amplitudenmodulierte Rasterung " genannt, wird bei digitaler Produktion über einen Rasterrechenprozeß realisiert. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Ausgabepixel nach der Laserbelichtung nur eine Datentiefe von einem Bit annehmen können. Es gibt nur den Zustand 1 oder 0. Bei der Ausgabe über PostScript und den RIP wird für die Belichtung im Laserbelichter eine Rastermatrix festgelegt. Diese Matrix ist virtuell, also nicht sichtbar. Sie ist eine Bezugsgröße für die Rechenprozesse und die Belichtereinstellung. Die Matrix ist wie ein unbeschriebenes Rechenblatt in Kästchen unterteilt. Diese Kästchen werden Pixel genannt. Die Pixel können Schwarz oder Weiß sein.



Zwei Farben

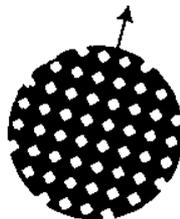


Hellere Farbe 75°

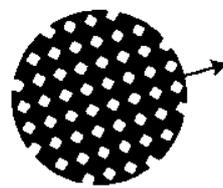


Dunklere Farbe 45°

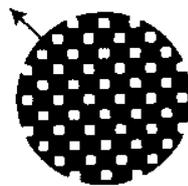
Drei Farben



Gelb 15°

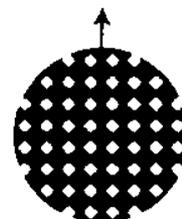


Magenta 75°

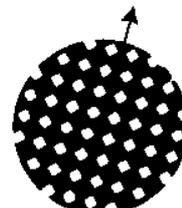


Cyan 45°

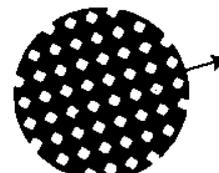
Vier Farben



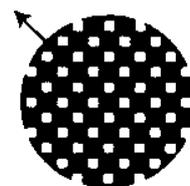
Gelb 0°



Magenta 15°

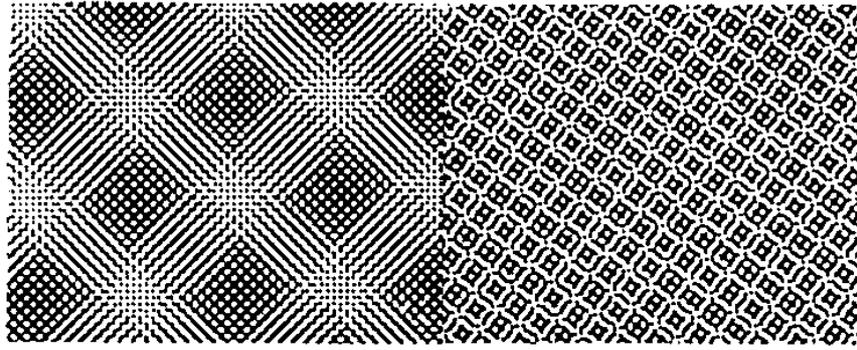


Cyan 75°



Schwarz 45°

Rasterwinklungen für zwei Farben  
(links), drei Farben (Mitte)  
und vier Farben (rechts) nach DIN 16547.



Moiré (Punktmuster) bei 5° und 20°  
Kreuzungswinkel von zwei Rasterfolien.

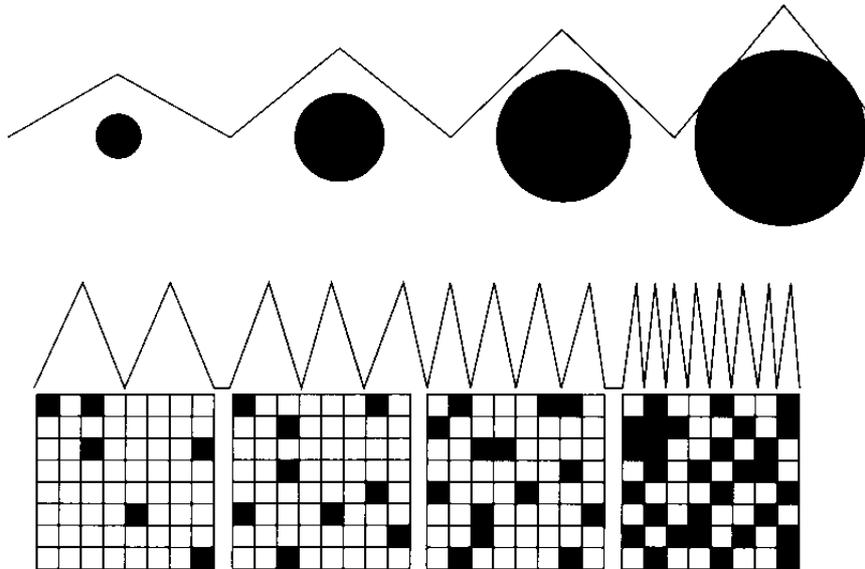
## 5.5-2 FM – Rasterung



AM-Rasterung (links),  
FM-Rasterung (rechts).



Klassische Lithografie – Punktier-  
technik zum Vergleich mit FM-Rasterung.



Amplitudenmodulation-Frequenzmodulation.

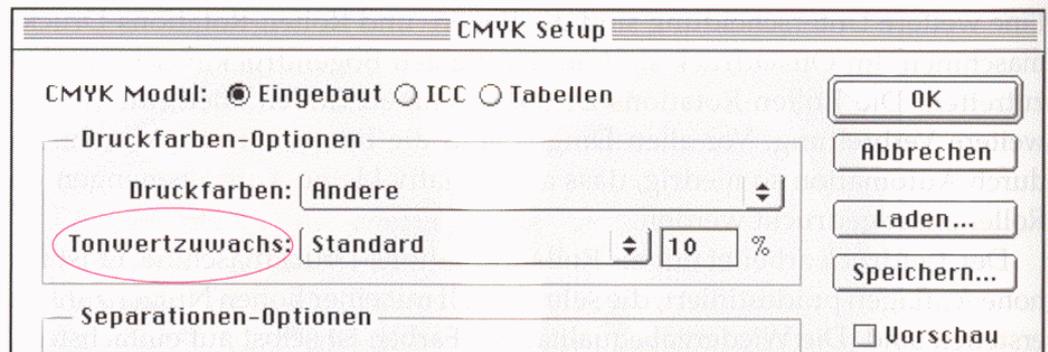
Unter Beibehaltung der Amplitude wird die Frequenz je nach Tonwert variiert.

## 5.6 Tonwertzunahme

Abb. 2.1/31

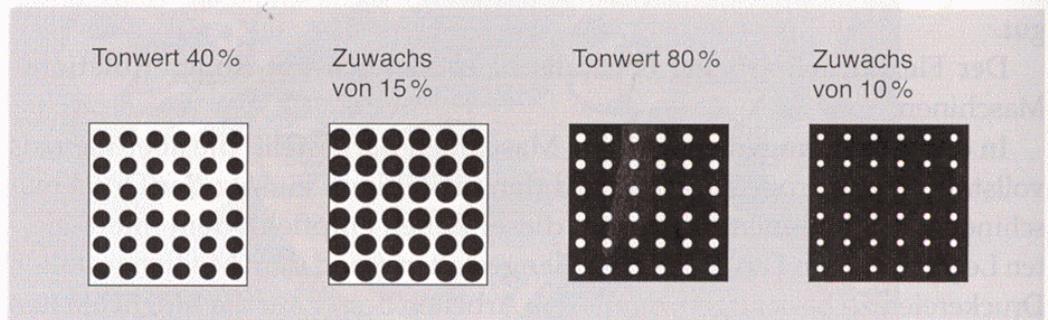
Ausschnitt aus Farbeinstellungen:

CMYK einrichten in Adobe Photoshop



### Tonwertzuwachs

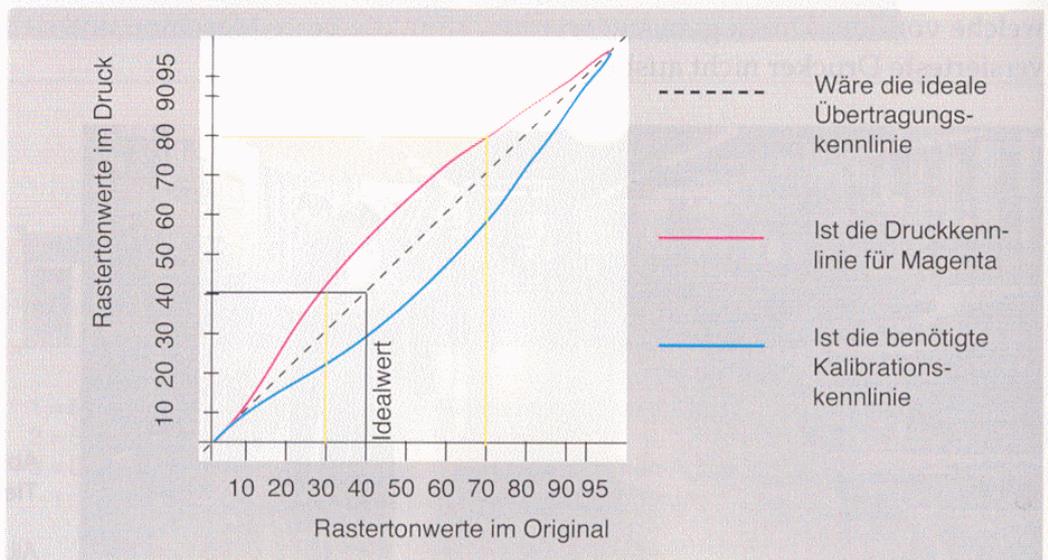
Im 40 %-Feld und im 80 %-Feld sind zumeist die Standardmessfelder.



### Kennlinienfeld

mit Druckkennlinie und einer den Tonwertzuwachs ausgleichenden Kalibrationskennlinie.

Um den Idealwert zu erreichen, müsste nach diesem Beispiel für den 40 %-Wert im Druck der Rastertonwert im Original auf 30 % und für den 80 %-Wert auf 70 % reduziert werden. Vergleichen Sie weitere Werte!



In der Bildbearbeitungssoftware Adobe Photoshop befinden sich unter *Farbeinstellungen* > *CMYK einrichten* die in der Abbildung gezeigten Einstellmöglichkeiten. Der markierte Begriff *Tonwertzunahme* hat vor allen Dingen im Offsetdruck eine besondere Bedeutung, die für die Bearbeitung von Bilddateien äußerst wichtig ist.

Tonwertzunahme bedeutet, dass die Rastertonwerte der Originalbilddateien im Druck höhere Rastertonwerte ergeben. Zum Beispiel weisen die Falten eines blauen Kleides im Original Rastertonwerte zwischen 80 % und 95 % auf. Bei einem Tonwertzuwachs von nur 8 % ergibt dies im Druck 88 % bis 103 %. Letzterer Wert ist nicht druckfähig, so dass die gesamte Farbgebung keinerlei Strukturen mehr aufweist. Das Kleid hat keine Falten mehr.

Mehrere Gründe zeichnen für die Tonwertzunahme im Offsetdruck verantwortlich und können nicht auf Idealwerte reduziert werden.

Grundsätzlich ist die Größenänderung des Rasterpunktes im Druckbild gegenüber der Größe des Rasterpunktes im Originalbild bzw. im Originalfilm die Ursache für die Tonwertzunahme. Diese

Vergrößerungen sind abhängig von:

- Druckmaschine und deren Einstellungen
- Alter und Art des Gummituches
- Druckabwicklung Druckform – Gummituch
- Druckabwicklung Gummituch - Bedruckstoff
- Farbart und Farbton, Gelb hat andere Tonwertzuwächse als Magenta, Cyan und Schwarz
- Papierart, -farbe und -oberflächenstruktur

Übergabepasser zwischen den einzelnen Farben und deren Drucke  
Für jedes Druckwerk einer Druckmaschine erstellt man Druckkennlinien, welche für die unterschiedlichen Bedruckstoffe und Farben gemessen werden. Mit Kalibrationskurven wirkt man diesem Tonwertzuwachs entgegen. Die Abbildung zeigt eine solche Druckkennlinie und die Tonwertrücknahme im Film (elektronischer Datenbestand), welche für die ermittelte Musterkurve nötig wäre. Gemessen und berechnet werden diese Tonwerte mittels Densitometer in Messkeilen.

# **6 Technik der CD / DVD**

## **6.1 CD-ROM-Normierung**

## **6.2 CD-ROM**

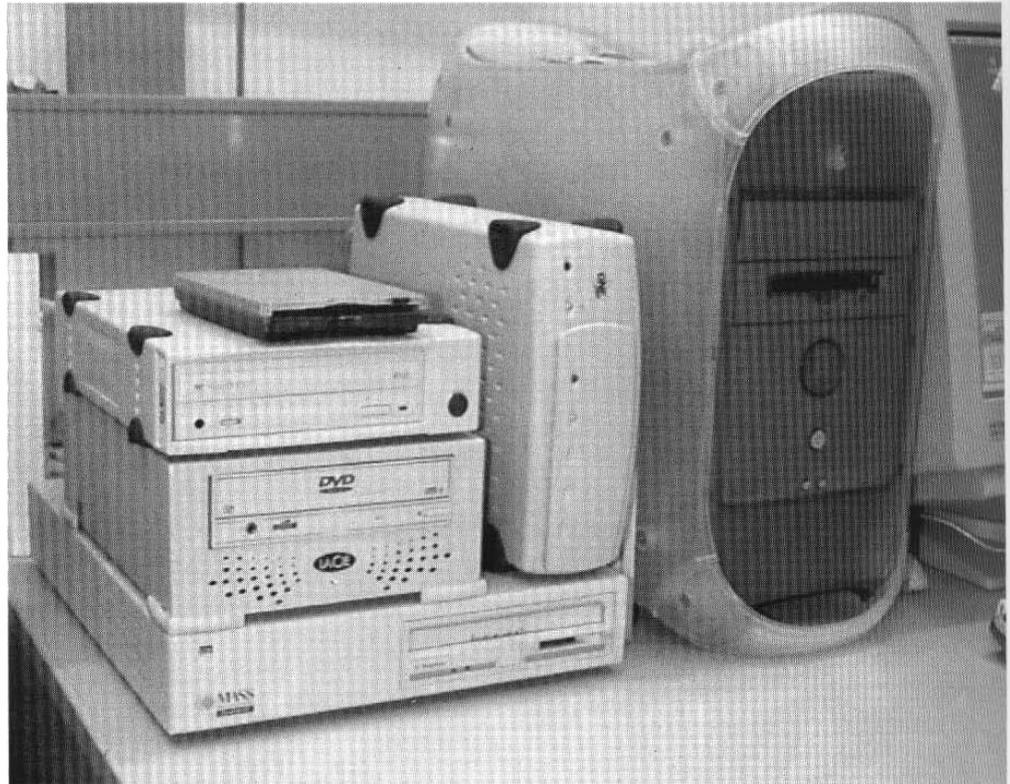
- **Audio CD**
- **Aufbau der CD-ROM**
- **Beschreibbare CDs**
- **CLV- Verfahren**
- **Lesegeschwindigkeiten**
- **Datenmengen**
- **Kodak Photo CD**
- **Struktur einer Photo CD**
- **Digital Versatile Disk (DVD)**
- **Laserlicht und CD-ROM-Technik**
- **Dateisysteme und CDs**
- **ISO 9660**
- **Hybrid CD**
- **Single- und Multi-Session CD-ROM**
- **CD Auflagen- Produktion**
- **CD Verpackung**

## 6.1 CD-ROM-Normierung

- günstiges Preis/Speicher – Verhältnis

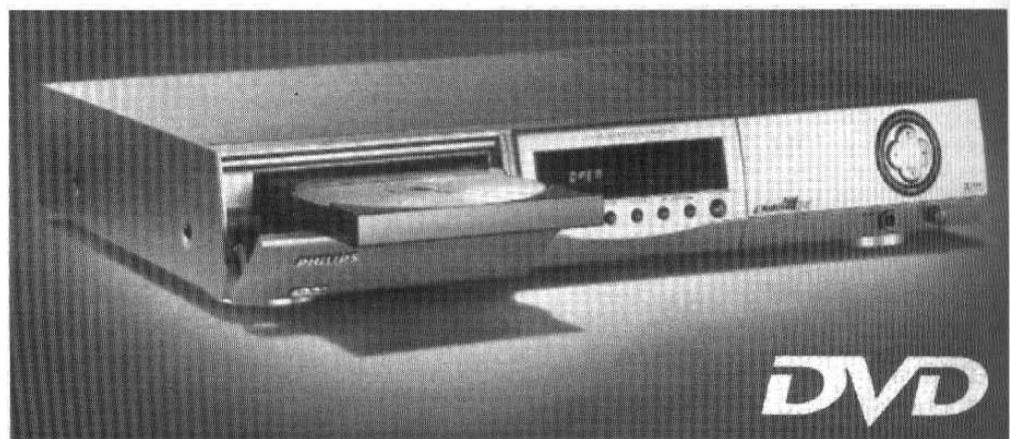
### DVD- und CD-Brenner

Computerarbeitsplatz mit externer Festplatte, CD-ROM-Brenner (der CD-Brenner ist das erste SCSI-Gerät von oben) und darunter befindlichem DVD-Brenner.



### DVD-Video-Player

Mit einem DVD-Video-Player können Videofilme in digitaler Bildqualität und mit Mehrkanal-Surround-Ton mit handelsüblichen Fernsehgeräten abgespielt werden. Mit Hilfe dieser digitalen Technologie ist es möglich, interaktiv in den Abspielprozess einzugreifen, Hintergrundinformationen abzurufen und z.B. die Lebensläufe von Schauspielern oder Kommentare der Filmemacher darzustellen.

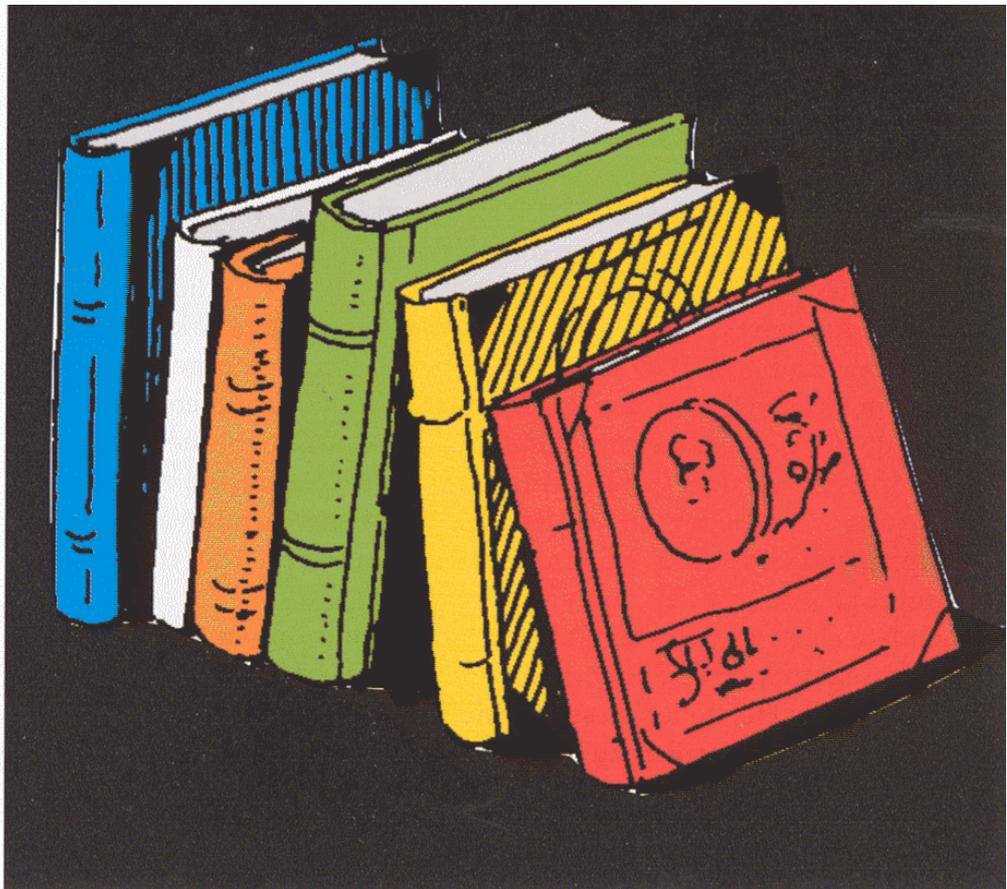


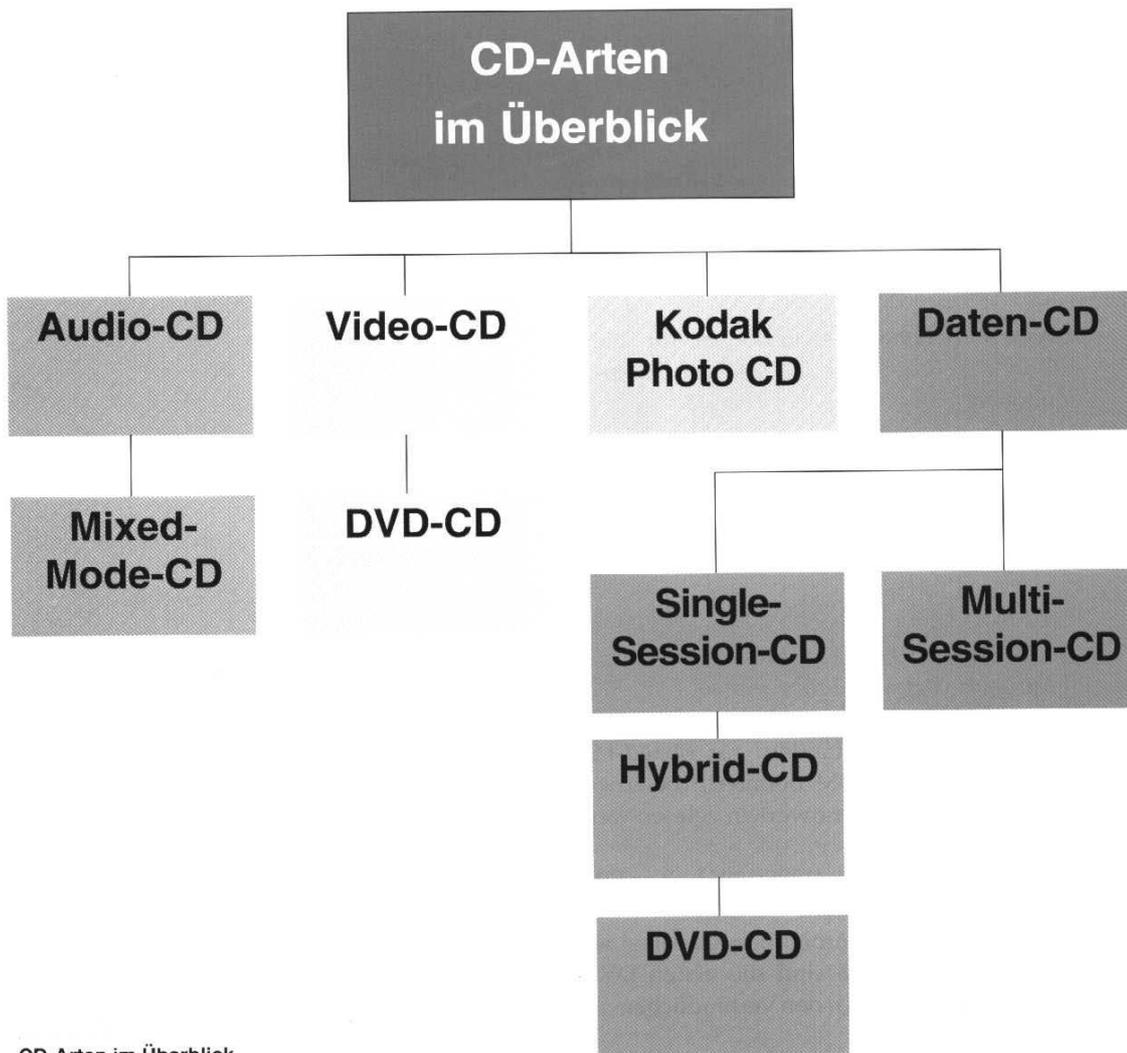
## Die farbigen Bücher (Rainbow Books)

- Red Book (1980) - Festlegungen für die Audio-CD.
- Yellow Book (1982) - Erweiterte Normen für Audio-CD und PC-genutzte CD-ROMs.
- Green Book (1986) - Grundlagen für die Produktion interaktiver CD-ROMs (CD-I) mit Zugriff auf Daten-, Audio- und Videoinformationen.
- Orange Book (1990) - Teil 1: Standard für die Magneto Optical Disk (MOD oder CD-MO). Dieser Standard und die dazu notwendigen CD-MO-Laufwerke haben sich nicht durchgesetzt.  
Teil 2: Standards für die Single-Session-CD-ROM und die Multi-Session-CD-ROM.
- White Book (1991) - Die Bilder lernen richtig laufen, eine Standardisierung für digitales Video entsteht für PCs und Video-Player.
- Blue Book (1995) - Standard für Mixed-Mode-CDs. Hier wird der Aufbau einer CD-ROM definiert, die sowohl in Audio-CD-Playern als auch in PC-CD-Laufwerken gelesen werden kann.
- Digital Versatile Disk (1995/1996) - Die DVD-Spezifikationen sind nicht offen gelegt, sondern werden von einem Industriekonsortium überwiegend japanischer und amerikanischer Firmen gepflegt und vertrieben. Mit dem Kauf einer aktuellen DVD-Version verpflichtet sich der Käufer zur Geheimhaltung der DVD-Spezifikation.

### Die farbigen Bücher

Die so genannten Rainbow-Books enthalten alle Informationen und Spezifikationen zur Herstellung von CD-ROMs und DVDs.





## Audio CD

- älteste CD-Art
- CD-ROM – Technologie orientiert sich an Audio CD
- Analoge Musiksignale werden mit 44,1 kHz abgetastet

## Nutzung von CD- ROM

- Ersatz für einen Stapel von Instalationsdisketten
- Software- Archive
- Backup-Medium
- Speicherung von Präsentationen
- Dokumentenarchivierung
- uvm.

## Aufbau der CD-ROM

CD-Arten unterscheiden sich nur vom Dateninhalt und dessen Interpretation

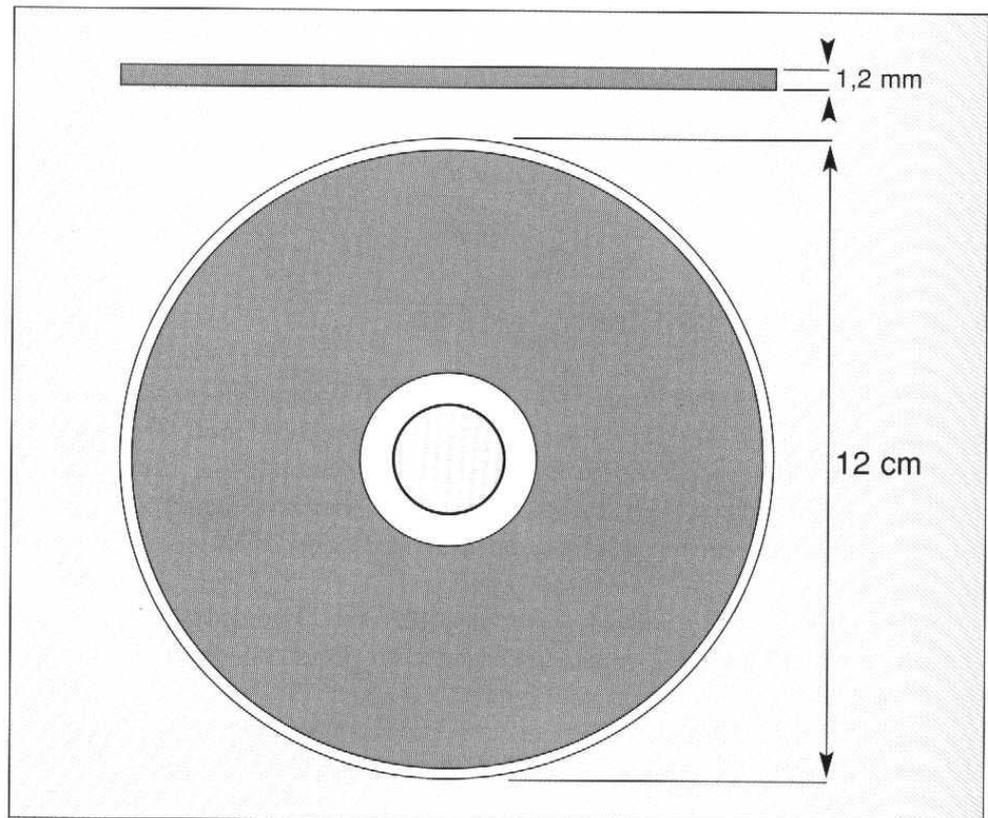
Fehlerkorrektur - Ursache für spätere Nutzung für Computer

Ab Fehlerrate 1: 100.000.000

Yellow Book : erweitertes Verfahren 1:1 Billion ( 1: 1.000.000.000.000)

### Aufbau CD-ROM 1

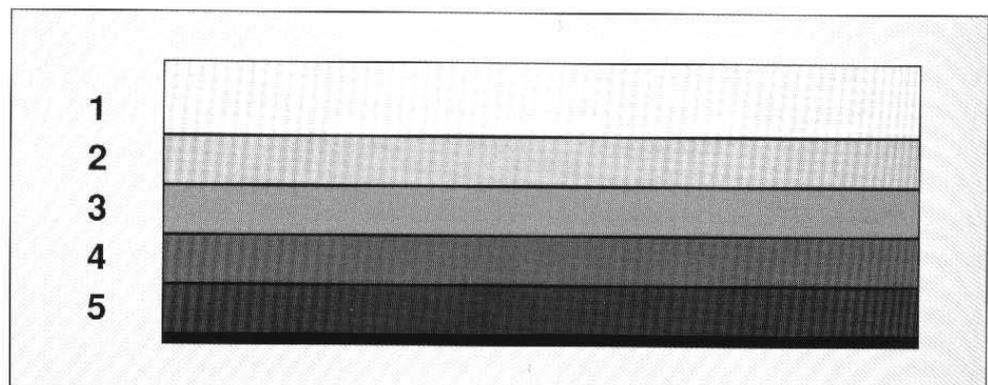
CD-ROMs weisen einen Durchmesser von 8 cm oder 12 cm auf. Die verkleinerte Darstellung zeigt eine 12 cm CD-ROM.



### Aufbau CD-ROM 2

Aufbau eines beschreibbaren CD-R-Rohlings (CD-Recordable-Rohling)

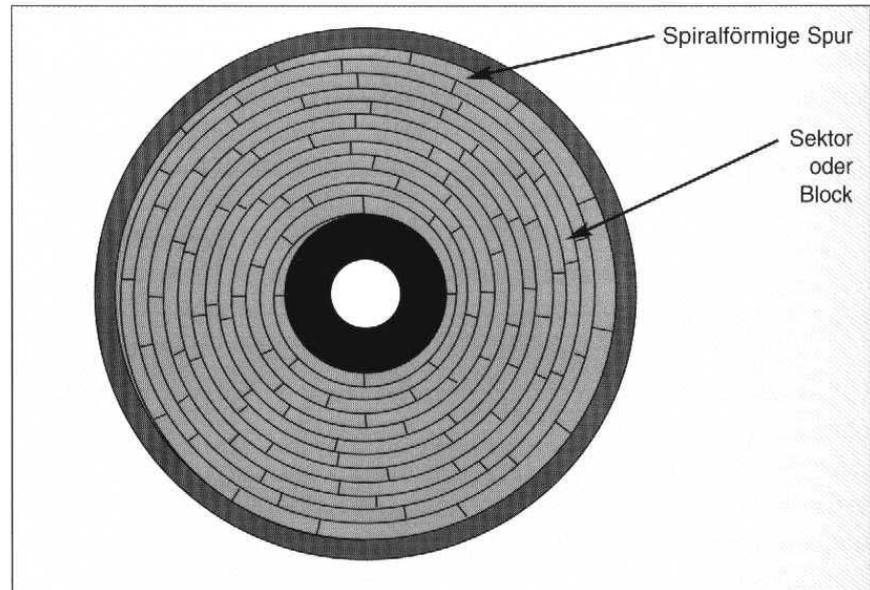
- 1 = Trägerschicht aus Kunststoff
- 2 = Aufzeichnungsschicht, bestehend aus einem Farbstoff
- 3 = Reflexionsschicht
- 4 = Schutzschicht
- 5 = Oberflächenbeschichtung mit Label und Titelfeld



- Dicke 1,2 mm
- WORM – Technologie (Write Once Read Many)

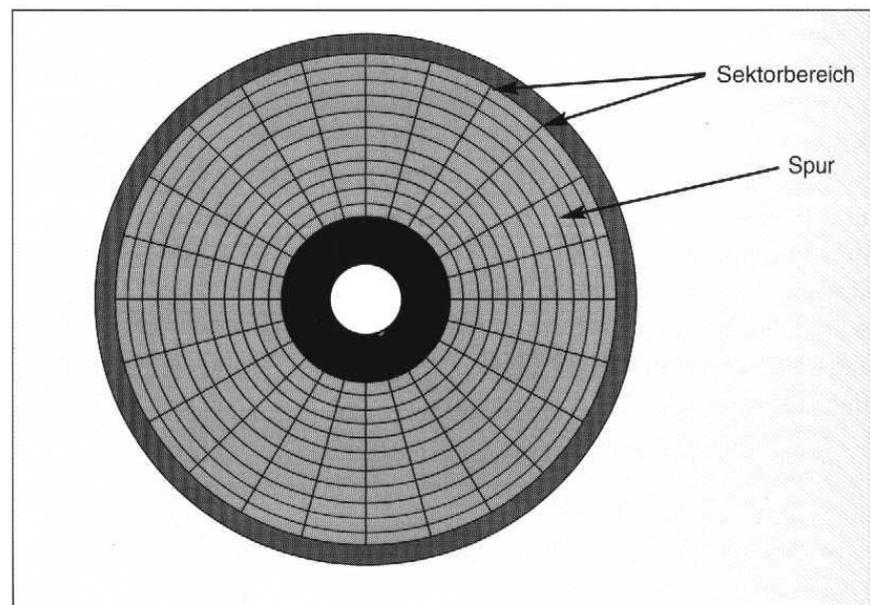
### CLV-Verfahren

für optische Datenträger. Die Daten werden beim Brennen einer CD von innen nach außen auf die CD aufgebracht.



### CAV-Verfahren

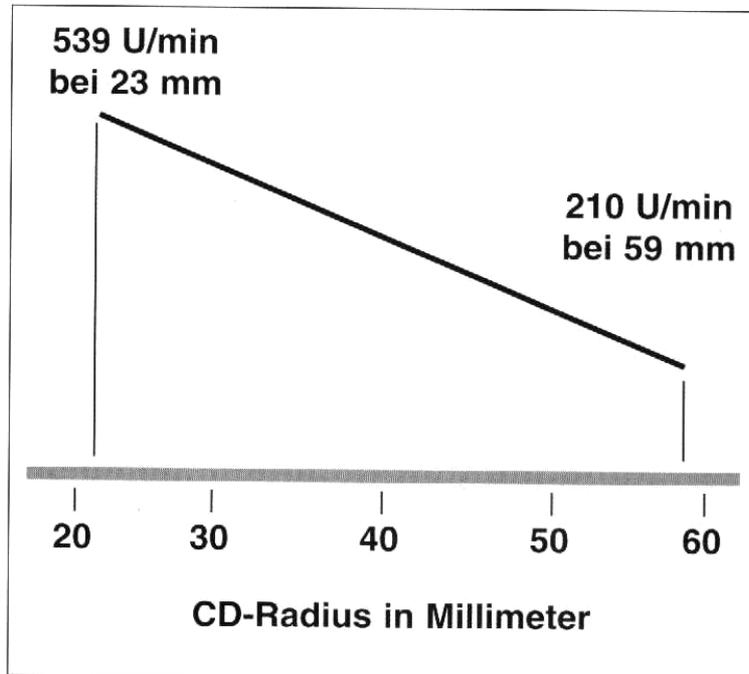
für magnetische Datenträger. Zur Verdeutlichung der Unterschiede zwischen den beiden Speicherungs- und Zugriffsverfahren ist Abbildung 6.4/10 gut geeignet. Die Daten werden hier in die einzelnen Sektoren und Blöcke abgelegt.



CLV – Verfahren = Constant Linear Velocity

Einfaches CD-ROM-LW liest 75 Sektoren pro Sekunde wobei jeder Sektor 2 kB Daten  
Enthält -> 150 KB pro Sekunde

# Lesegeschwindigkeiten



Lesegeschwindigkeit eines CD-Laufwerkes

## Lesegeschwindigkeiten

Eine CD liest immer die gleiche Datenmenge pro Sekunde. Daher dreht sie sich schneller bei Zugriffen auf innere Tracks und langsamer bei Zugriffen auf äußere Tracks.

Der Vorteil des CLV-Verfahrens, dass mehr Informationen auf den äußeren Tracks gespeichert werden können, wird durch eine langsame Zugriffszeit erkauft. Das System muss im Extremfall lange warten, bis die Geschwindigkeit nach einem Zugriff von ganz innen nach ganz außen wieder so konstant ist, dass ein Auslesen der Daten möglich ist.

Die Umdrehungsgeschwindigkeit beträgt innen ca. 539 U/min (bei 23 mm), außen beträgt sie ca. 210 U/min (bei

59 mm). Abbildung 6.4/11 zeigt dies. Die Umdrehungsgeschwindigkeit ist also abhängig von der Position des Lesekopfes.

Das Lesen einer CD beginnt immer auf den inneren Tracks. Die Latenzzeit beträgt innen 50 ms und außen 150 ms. Unter der Latenzzeit wird die Zeit verstanden, die notwendig ist, bis sich der zu lesende Track unter dem Lesekopf befindet und die richtige Umdrehungsgeschwindigkeit erreicht ist, um Daten auszulesen.

Von entscheidender Bedeutung ist daher die Anordnung der Daten auf einer CD-ROM. Dateien, auf die sehr oft zugegriffen werden muss, sollten am weitesten innen abgelegt werden, um die Zugriffszeit kurz zu halten. Die meisten ISO-Schreibsoftwarepakete erlauben eine derartige Sortierung für die Schreibreihenfolge der Daten von innen nach außen.

Übertragungsrate = Geschwindigkeit x 150 Kbyte

Singel - Speed  
Double-, Dreifach-, etc.

Beispiel Achtfach- Speed- Laufwerk : Übertragungsrate = 1.200 Kbyte/Sekunde

# Datenmengen

## Drei Bereiche des CD-ROM

- 1) Lead-in-Bereich: Enthält das Inhaltsverzeichnis der CD-ROM
- 2) Programmbereich: Enthält Daten-, Audio- Sektoren bzw. Blöcke
- 3) Lead-out-Bereich: Markiert das Ende einer CD bzw. Session

## Sektortypen:

### Typ 1: Red-Book-Sektor oder Audio-Sektor

2.352 Audio Sample Bytes
--------------------------

### Typ 2: Yellow-Book-Daten-Sektor Mode 1

Sync 12 Bytes	Header 4 Bytes	Nutzdaten 2.048 Bytes	Fehlerkorrektur 288 Bytes
------------------	-------------------	--------------------------	------------------------------

### Typ 3: Yellow-Book-Daten-Sektor Mode 2

Sync 12	Header 4	Nutzdaten 2.336 Bytes
------------	-------------	--------------------------

### Typ 4: CD-ROM-XA und Green-Book-Daten-Sektor Mode 2-Form 1

Sync 12	Header 4	Subheader 8	Nutzdaten 2.048 Bytes	FK 280 Bytes
------------	-------------	----------------	--------------------------	-----------------

### Typ 5: CD-ROM-XA und Green-Book-Daten-Sektor Mode 2-Form 2

Sync 12	Header 4	Subheader 8	Nutzdaten 2.324 Bytes	FK 4
------------	-------------	----------------	--------------------------	---------

#### Die fünf Sektortypen

Nutzdatenmengen nach den Definitionen der Rainbow-Books.

Sync = Synchronisations-Byte, FK = Fehlerkorrektur.

Typ 1: Adiodaten - 744 MB

Typ 2 und Typ 4: Computerdaten – 650 MB

Typ 5 für Vrknüpfung von Audio und Computerdaten

Typ 3 –kein Einsatz

# Kodak Photo CD

- für Bilddaten
- verschiedene Auflösungen

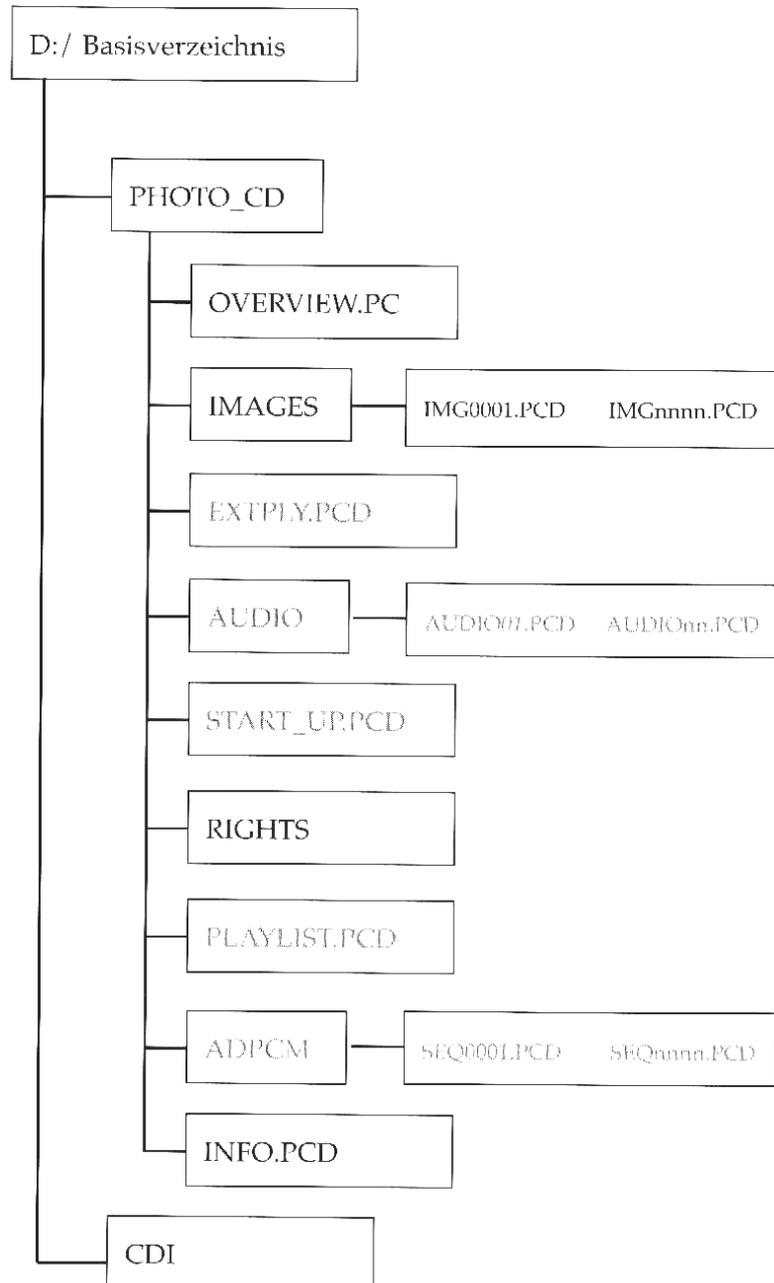
## Verzeichnisstruktur einer Photo CD

Die Bilder und alle mit der Photo CD zusammenhängenden Informationen sind im Unterverzeichnis PHOTO\_CD abgespeichert.

- INFO.PCD enthält die Seriennummer, Angaben über das Labor und die CD-ROM.
- OVERVIEW.PCD enthält alle Übersichtsbilder der CD.
- START\_UP.PCD enthält das Photo CD-Logo.
- IMAGES – hier sind alle Bilder abgelegt und durchnummeriert von IMG-0001.PCD bis IMGnnnn.PCD.

Im Verzeichnis CDI werden alle Daten abgelegt, die notwendig sind, um die Photo CD auf einem CD-I-Player abspielen zu können.

Es gibt noch weitere Verzeichnisse, die Daten für die verschiedenen Zwecke aufnehmen. Diese Verzeichnisse können durchaus leer sein.



Ein 24 x 36-mm-Kleinbild wird mit einer Auflösung von 2048 x 3072 Pixeln gescannt und auf der CD abgelegt. Bei einer Speicherung im BMP-Format benötigt das Bild einen Speicherplatz von 18 MB - das entspräche gerade 30 Bildern auf der CD. Daher müssen die Bilddaten komprimiert werden. Dies geschieht mit Hilfe eines von Kodak entwickelten Verfahrens, das als Ergebnis ein ineinander verschachteltes Bild mit fünf verschiedenen Formaten auf die Photo CD ablegt:

Bildkomponente	Auflösung			
Base/16	128 Pixel	×	92 Pixel	
Base/4	256 Pixel	×	384 Pixel	
Base	512 Pixel	×	768 Pixel	
4-Base	1024 Pixel	×	1536 Pixel	
16-Base	2048 Pixel	×	3072 Pixel	
64-Base	4096 Pixel	×	6144 Pixel	

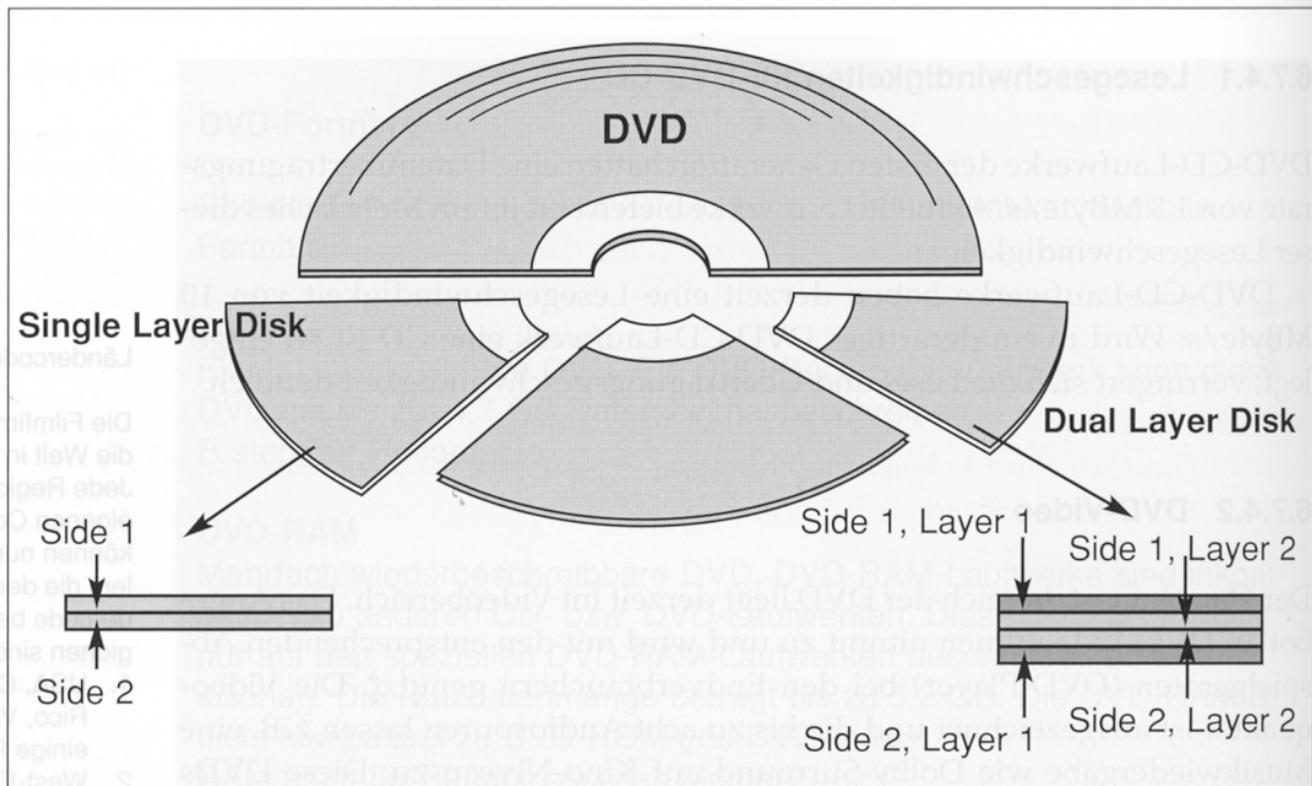
Base, Base/4 und Base/16-Bilder liegen in unkomprimierter Form vor, 4-Base, 16-Base und 64-Base sind in komprimierter Form auf der CD abgelegt. Das 64-Base-Format wird nur auf Anforderung auf die Photo CD gespeichert. Dieses Bildformat wird auf der so genannten Professional-CD für den Einsatz in Agenturen und Druckereien verwendet. Die Bilder werden in diesem Fall mit einem High-End-Scanner digitalisiert und kosten entsprechend mehr als die Standardauflösungen auf der Photo CD.

# DVD

1995 – zwei Firmengruppen unterschiedliche Datenträger  
(versatile- Vielseitigkeit)

2 Lagen, Rücken an Rücken und 2 Schichten

4x 4,7 GByte = 18,8 GByte



## Physikalischer Aufbau einer DVD

Der physikalische Aufbau einer DVD unterscheidet sich deutlich von dem einer CD. Die CD ist immer ein einzelnes Stück, während die DVD in verschiedenen Varianten hergestellt werden kann. Jede Variante hat eine eigene Datenkapazität. Alle Varianten

bestehen aus zwei Polycarbonatscheiben, die Rücken an Rücken verklebt werden. Die Dicke des Mediums ist wie bei der CD, aber die zweilagige Herstellungsmethode erhöht die Festigkeit des Datenträgers und reduziert Verziehnungen auf ein vernachlässigendes Minimum. In der Tabelle unten ist der Zusammenhang zwischen Layeranzahl und Kapazität ersichtlich.

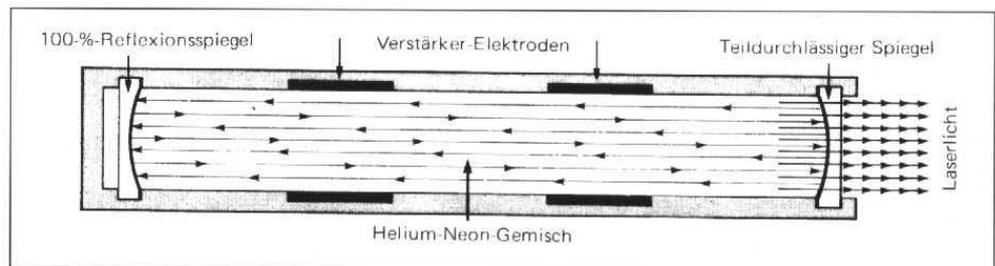
### Kapazität verschiedener DVD-Konfigurationen:

DVD Größe	Seitenanzahl	Anzahl der Layer pro Seite	Kapazität
DVD 5	eine Seite	ein Layer	4,7 GB
DVD 9	eine Seite	zwei Layer	8,5 GB
DVD 10	zwei Seiten	ein Layer	9,4 GB
DVD 18	zwei Seiten	zwei Layer	17,08 GB

# CD – ROM – Technik

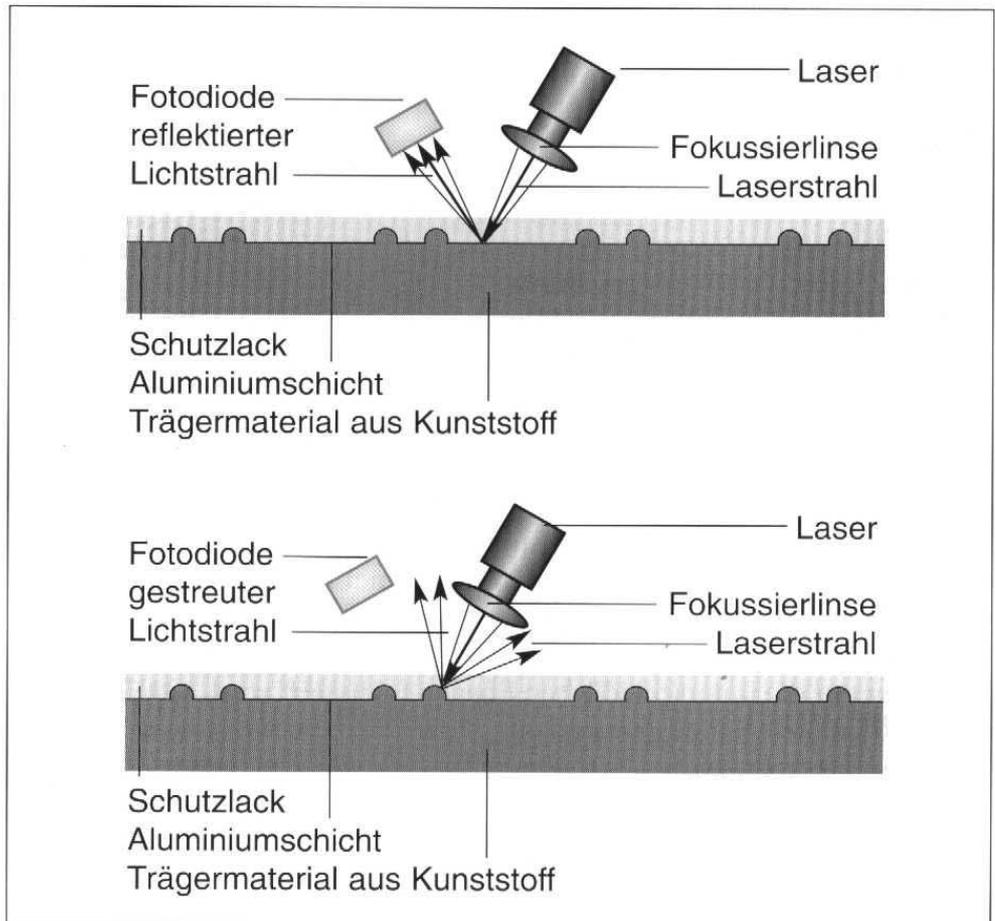
## Laserlicht

Schnittbild eines Glaslasers. Zwischen den beiden sphärischen Spiegeln links und rechts bildet sich kohärentes Licht, welches aus dem teildurchlässigen Spiegel rechts als energiereicher, paralleler Strahl austritt.



## Lasertechnik

Prinzip des Auslesens von Daten aus einer CD-ROM. Das obere Bild zeigt den Laserstrahl beim Auslesen einer Information. Das untere Bild streut den Laserstrahl, und es wird keine Information über die Fotodiode an den Rechner weitergegeben.



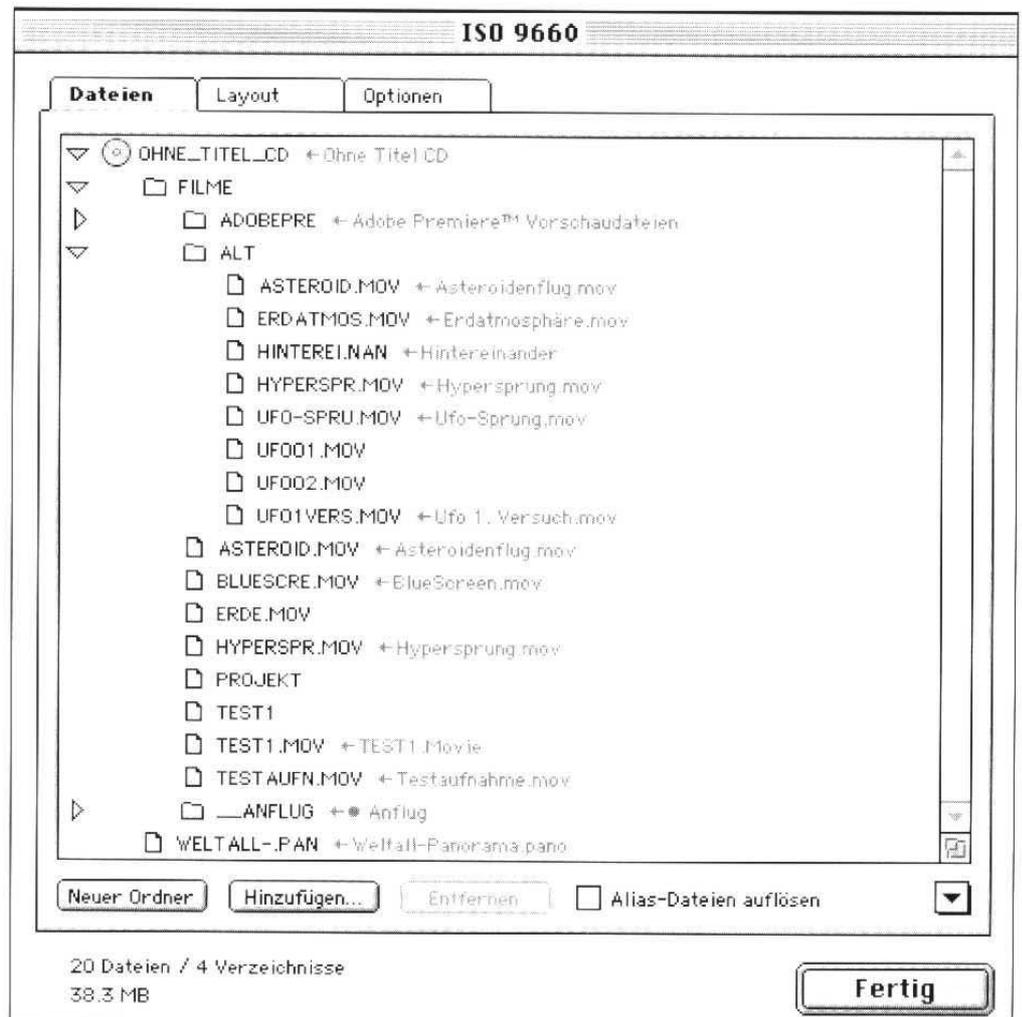
# Dateisysteme und CDs

## Es gibt die folgenden CD-Dateiformate:

- High Sierra
- ISO 9660
- Joliet

### CD-ROM-Dateistruktur

Dateistruktur auf einer CD-ROM nach ISO 9660 vor dem Brennen mit einem CD-ROM-Brenner. Man erkennt deutlich die Änderung der langen Dateinamen (grau dargestellt) in die Namenskonvention von ISO 9660. Die langen Namen werden auf Dateinamen mit acht Buchstaben, Punkt und einem Suffix mit drei Buchstaben reduziert. Bei Hybrid-Produktionen sollte bereits in der Arbeitsvorbereitung eine Dateinamensstruktur nach ISO 9660 entwickelt werden, um die dargestellten Änderungen beim Brennen einer CD-ROM zu vermeiden.



Das älteste Dateiformat für CDs ist das High-Sierra-Format. Es handelt sich dabei um einen Vorläufer des heute am meisten gebrauchten ISO-9660-Standards. Das High-Sierra-Format wurde unmittelbar nach Verabschiedung des Yellow-Book-Standards eingeführt, um 1982 ein universelles und plattformübergreifendes Dateisystem zur Verfügung zu haben.

## ISO 9660

Die Dateistruktur ISO 9660 wurde 1987 als Green-Book-Anhang veröffentlicht. Damit war eine Standardisierung einer Dateistruktur erreicht, die von möglichst vielen Rechnerplattformen genutzt werden konnte. Der Datenaustausch zwischen DOS, Macintosh, OS/2, Windows u.a. war für den Einsatz professioneller Anwendungen möglich geworden.

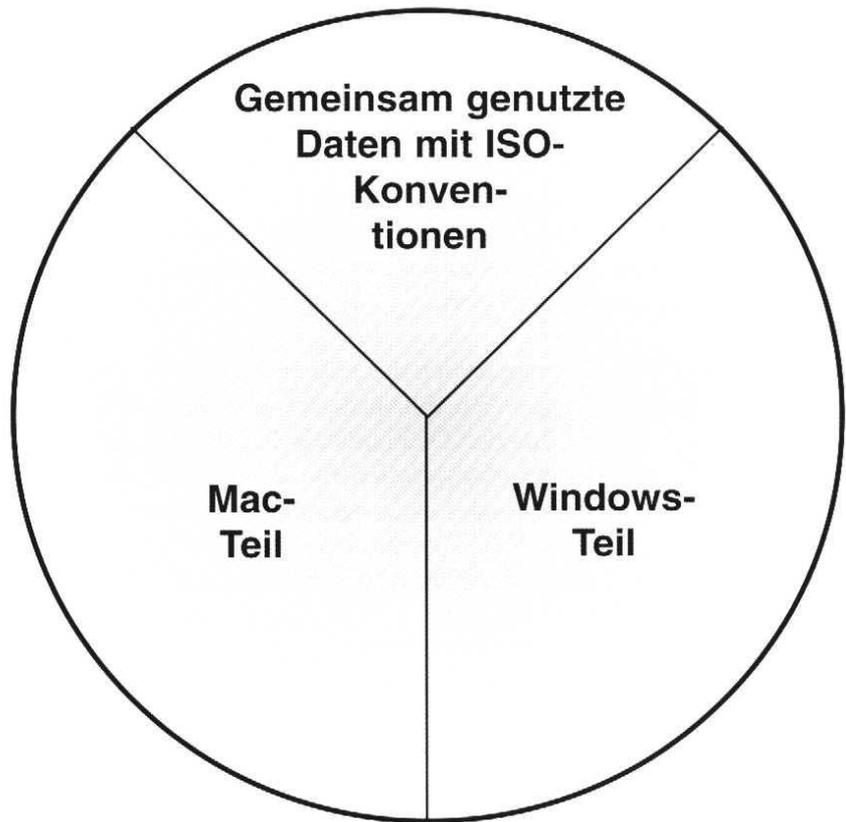
Die Informationen liegen auf einer CD-ROM in 330.000 Sektoren. Jeder Sektor ist individuell ansprechbar. Dies ermöglichen die entsprechenden Treiber der Betriebssysteme. Bei DOS und Windows wird der CD-Extensions-Treiber verwendet, der die Bezeichnung MSCDEX hat. Beim Macintosh wird das Programm Foreign File Access (FFA) benutzt.

MSCDEX und FFA lesen die Daten von der CD-ROM im ISO-9660-Format und setzen sie so um, dass sie im eigenen Dateisystem des jeweiligen Rechners weiterverwendet werden können. Dadurch wird die Entwicklung von CD-ROM-Anwendungen recht einfach. Multimedia-Entwickler benötigen keine genauen Kenntnisse über die Hard- und Software-Hintergründe, um eine CD-ROM zum Laufen zu bringen – man sollte aber über Kenntnisse des ISO-9660-Formats und dessen Zusammenhänge verfügen. Ohne die Programme bzw. Treiber MSCDEX und Foreign File Access müsste ein Multimedia-Entwickler für jede auf dem Markt befindliche Computerplattform eigene Treiber programmieren, um die jeweils entwickelte CD-ROM lauffähig auszuliefern. Die Treiber MSCDEX und Foreign File Access sind mittlerweile fester Bestandteil der gängigen Betriebssysteme und sorgen für einen in aller Regel problemlosen Start eingelegter CD-ROM-Applikationen.

# Hybrid – DC

## Hybrid-CD-ROM

Prinzipieller Aufbau einer Hybrid-CD. In der Regel werden zurzeit die ISO-Konventionen Level 1 bei der Herstellung noch beachtet. Maßgebend ist aber immer die Angabe der Systemvoraussetzungen auf der CD-Hülle. Im Mac- bzw. Windows-Teil liegen die jeweils auf das Betriebssystem abgestimmten Inhaltsverzeichnisse der CD-ROM. Dies können Datenbankanwendungen, Dateien für CD-ROM gestützte Browseranwendungen oder Dateien aus Autorensystemanwendungen sein.

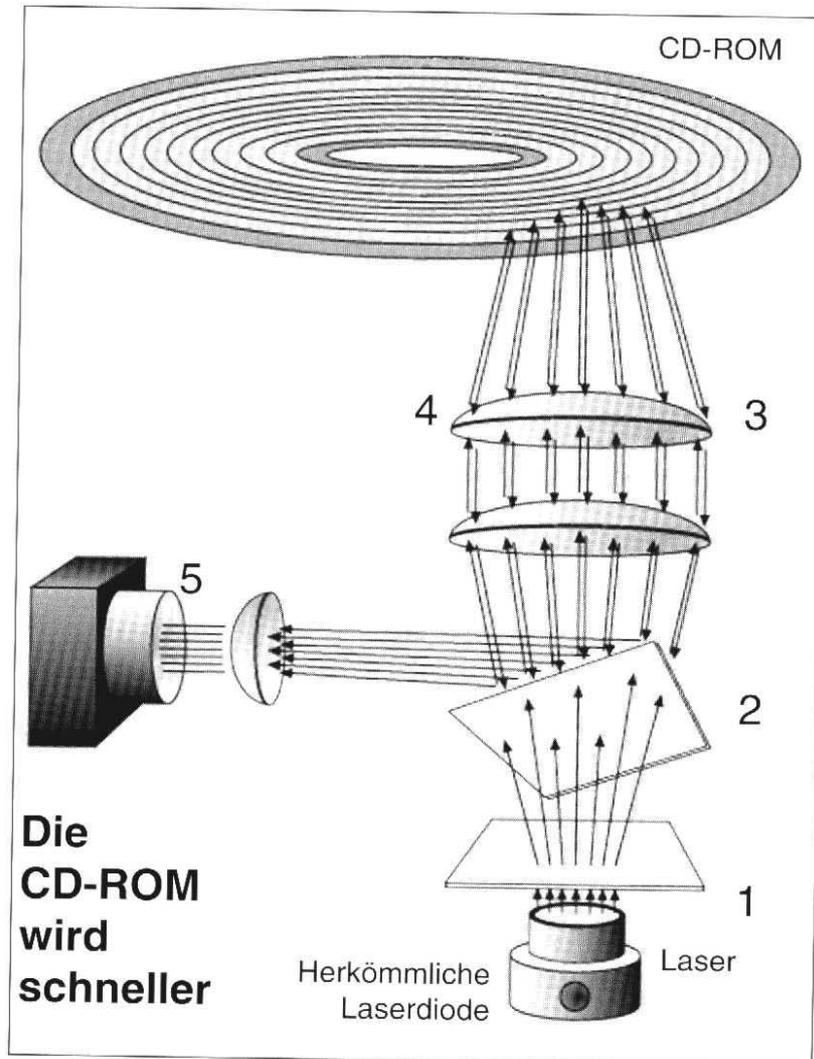


### Die CD-ROM wird schneller

Mit einer neuen Technik sollen Daten schneller von einer CD-ROM gelesen werden können. Bei der in Japan entwickelten Methode tasten sieben Laserstrahlen gleichzeitig die CD ab. Ein Multibeam-Detektor kann die übermittelten Daten simultan auswerten. Bei herkömmlichen CD-ROM-Laufwerken wird ein Laserstrahl verwendet. Höhere Lesegeschwindigkeiten lassen sich nur über höhere Umdrehungszahlen erreichen. Dies stößt an Grenzen. Selbst die aktuellen CD-Laufwerke mit 55facher Geschwindigkeit entfalten ihre maximale Leistung nur auf dem innenliegenden Spurabschnitt. Auf den äußeren Bereichen fällt die Lesegeschwindigkeit um über die Hälfte ab.

Erläuterungen zum nebenstehenden Bild „Die CD-ROM wird schneller“:

- zu 1: Das Laserlicht wird in sieben Strahlen aufgespalten, jeder liest eine eigene Spur auf der CD aus.
- zu 2: Die sieben Laserstrahlen passieren einen Zwei-Wege-Spiegel.
- zu 3: Eine Linse justiert die Laserstrahlen, damit sie korrekt auf die CD auf-treffen.
- zu 4: Die Strahlen werden von der CD-Oberfläche reflektiert und vom Zwei-Wege-Spiegel zum Multibeam-Detektor abgelenkt.
- zu 5: Der Multibeam-Detektor kann die Informationen der sieben Laserstrahlen gleichzeitig verarbeiten. Folge: Höhere Lesegeschwindigkeit.



# Single- und Multi-Session CD-ROM

## Single-Session-CD

(rechts) mit einer vollständigen Datenstruktur, bestehend aus Lead-in-Bereich, Datenbereich und Lead-out-Bereich.

### Single-Session-CD Inhalt:

**Lead-in-Bereich**  
+  
**Daten-Bereich**  
+  
**Lead-out-Bereich**

### Multi-Session-CD Inhalt:

**1. Lead-in-Bereich**  
+  
**Daten-Bereich**  
+  
**Lead-out-Bereich**

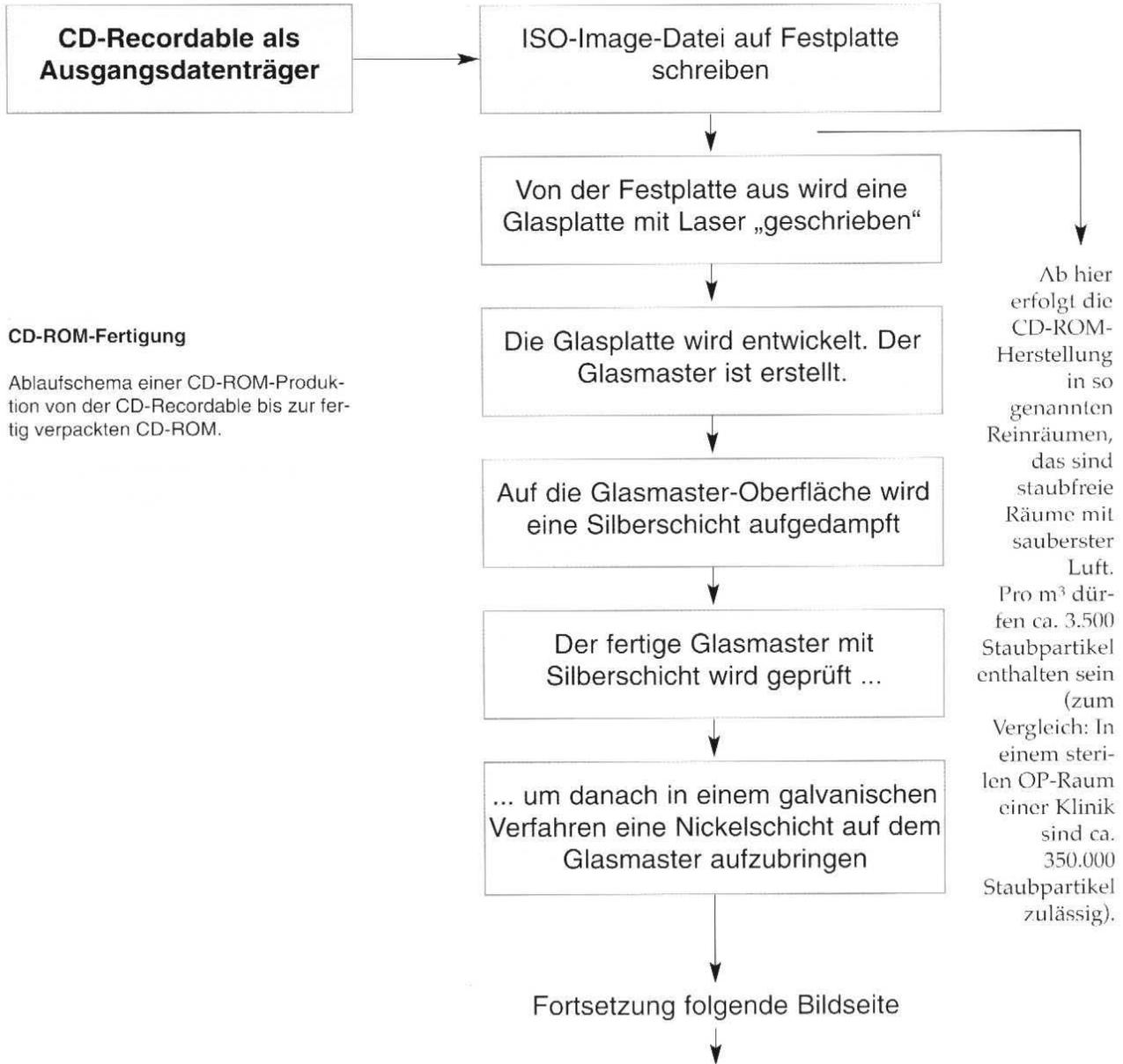
**2. Lead-in-Bereich**  
+  
**Daten-Bereich**  
+  
**Lead-out-Bereich**

**usw.**

## Multi-Session-CD

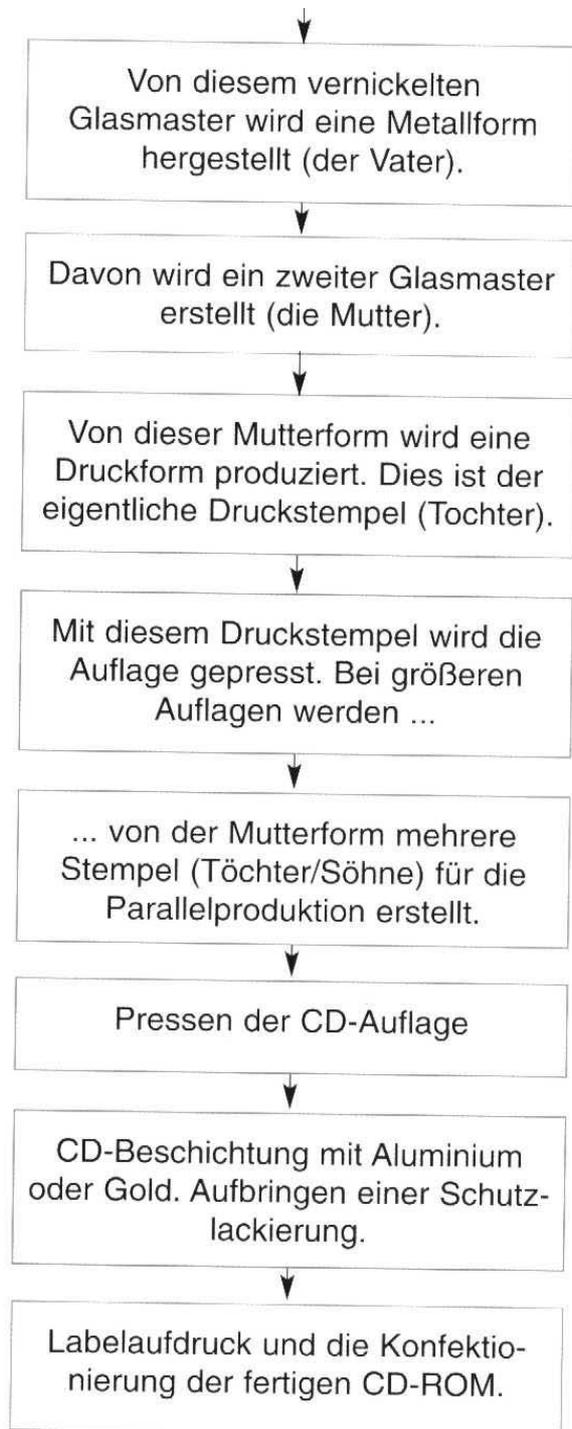
(links) mit zwei vollständigen Datenstrukturen. Auf dem Monitor werden die zwei Sessions beim Macintosh-Betriebssystem als zwei separate Datenträger angezeigt. Je nach Größe der einzelnen Datenbereiche sind prinzipiell noch weitere Sessions möglich. Beim Windows-Betriebssystem wird jeweils nur die letzte aktuelle Session dargestellt, die anderen sind nicht sichtbar und es kann nicht auf die Daten zugegriffen werden.

# CD Auflagen- Produktion



### CD-ROM-Fertigung

Ablaufschema einer CD-ROM-Produktion von der CD-Recordable bis zur fertig verpackten CD-ROM.



# CD Verpackung

## CD-Verpackung

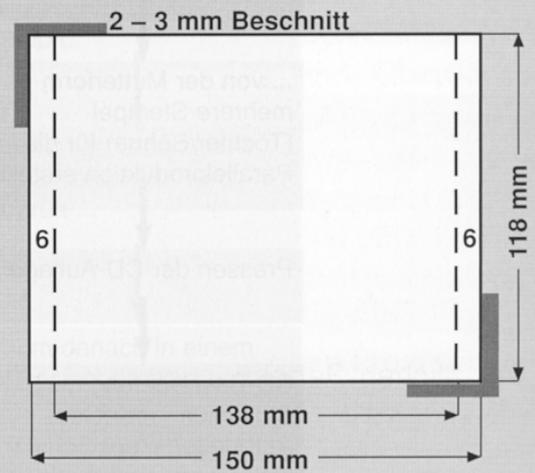
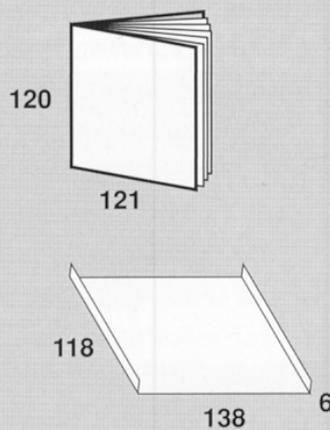
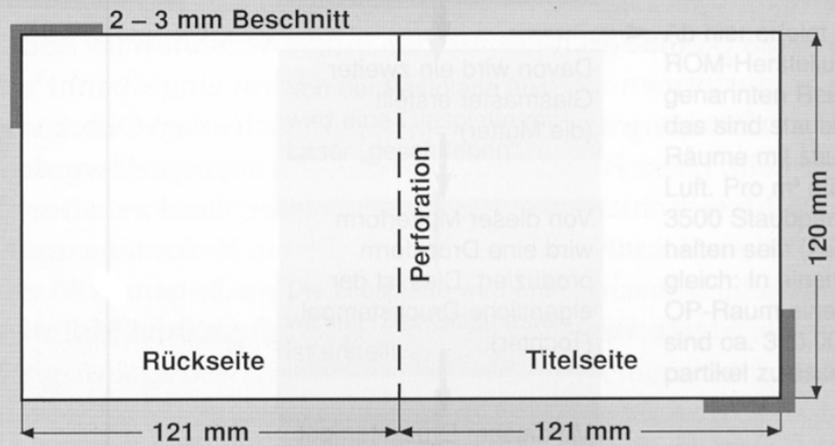
Bemaßung einer CD-Standardverpackung mit Booklet und Inlaycard.

Alle Maßangaben in mm.

### Hinweis:

Die Abbildung wird auf der Seite 857 weitergeführt.

## Booklet



## Inlaycard