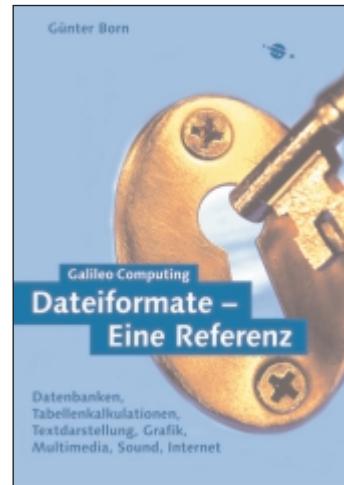


Dieses Kapitel stammt aus dem Buch
›Dateiformate – Eine Referenz‹
von Günter Born.

www.borncity.de

ISBN 3-934358-83-7
119,90 DM



Informationen zum Buch
mit Bestellmöglichkeit
www.galileocomputing.de


Galileo Computing

39 Tag Image File Format (TIFF 6.0)

Das Tag Image File Format (nachfolgend als Format TIFF bezeichnet) geht auf eine gemeinsame Definition verschiedener Firmen (Aldus, Hewlett Packard, Microsoft etc.) zurück. In den vergangenen Jahren wurden mehrere verschiedene Versionen verabschiedet. Mittlerweile liegt die Version TIFF 6.0 vor, die nachfolgend vorgestellt wird. Eine TIFF-Datei besteht aus einem Header und einer variablen Zahl von Datenblöcken mit unterschiedlicher Länge, die über Zeiger adressiert werden (Abbildung 39.1):

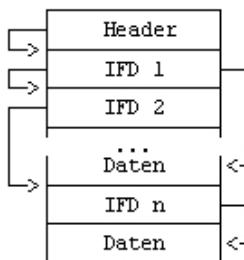


Abbildung 39.1 Struktur einer TIFF-Datei

Die Struktur der Datei wird im wesentlichen durch die als *Image File Directory* (IFD) bezeichneten Blöcke geprägt. Diese IFDs bilden eine verkettete Liste innerhalb der Datei und enthalten Informationen bezüglich der gespeicherten Datentypen, der Bilddaten, des Grafikmodus etc. Aus diesen IFDs verweisen Zeiger auf die eigentlichen Datenblöcke. Die Bilddaten werden dann in freien Bereichen innerhalb der Datei gespeichert. Dadurch ist der Aufbau der TIFF-Dateien recht flexibel, und es können mehrere Bilder oder verschiedene Varianten eines Bildes innerhalb einer Datei gespeichert werden.

Der TIFF-Header

Der Header besitzt ein festes Format und belegt immer die ersten 8 Bytes der Datei. Der Aufbau ist Tabelle 39.1 zu entnehmen.

Offset	Bytes	Bemerkungen
00H	2	Byte Order 'II' = Intel 'MM' = Motorola
02H	2	Version Number
04H	4	Pointer to first IFD

Tabelle 39.1 Struktur des TIFF-Headers

Das TIFF wird sowohl bei Motorola- (Macintosh) als auch bei Intel-Prozessoren (IBM-PC) benutzt. Das TIFF unterstützt die Datenspeicherung in beiden Varianten (Big Endian und Little Endian). Beim Intel-Format wird das niederwertige Byte in der unteren Adresse gespeichert (Little Endian). Bei Motorola wird das höherwertige Byte zuerst gespeichert (Big Endian).

Die ersten beiden Bytes enthalten nun eine Signatur für das verwendete Speichermodell. Für das Intel-Format steht in den zwei Bytes die Signatur 'II' (4949H), für Motorola wird die Signatur mit 'MM' (4D4DH) angegeben. Alle weiteren Daten innerhalb der Datei sind dann im selektierten Format zu interpretieren.

Ab Offset 02H findet sich ein 16-Bit-Wert mit der Versionsnummer der TIFF-Datei. In den bisherigen Versionen wird der Wert immer auf 42 (2AH) gesetzt. Der Wert wird wohl auch zukünftig auf 2AH bleiben, sofern die TIFF-Struktur erhalten bleibt.

Die letzten 4 Bytes des Headers enthalten den Kopfzeiger auf den Beginn des ersten Image File Directory (IFD). Der Wert gibt dabei den Offset vom Dateianfang auf das erste IFD-Byte an.

Der Aufbau des Image File Directory (IFD)

Innerhalb der TIFF-Datei können die Daten beliebig angeordnet sein. Der Bezug darauf wird durch die IFDs vorgenommen. Ein IFD fungiert damit als Inhaltsverzeichnis und Header auf die eigentlichen Datenbereiche. Beginnend mit dem Header sind alle IFDs durch Zeiger verkettet (Abbildung 39.2).



Abbildung 39.2 IFD-Kette

Die Folgezeiger finden sich innerhalb der IFD-Datenstruktur. Diese lässt sich gemäß Tabelle 39.2 in drei Teile (Count, Tag-Feld, Zeiger) untergliedern:

Offset	Bytes	Bemerkungen
00H	2	Zahl der Einträge
02H	12	Tag 0 (12 Byte)
0EH	12	Tag 1 (12 Byte)
....		
...	12	Tag n (12 Byte)
...	4	Zeiger nächster IFD (0 = keine folgende IFD)

Tabelle 39.2 IFD-Blockstruktur

Die Länge eines IFDs ist variabel und wird durch die Anzahl der Tag-Einträge bestimmt. Ein Tag ist eine aus 12 Bytes bestehende Datenstruktur, die zur Aufnahme von Informationen über die Bilddaten dient (Näheres zum Aufbau der Tags im nächsten Abschnitt). Die Anzahl der Tag-Einträge ist im ersten Wort des IFDs festgehalten. Für jeden Eintrag sind anschließend 12 Bytes belegt. Im Anschluß an den letzten Tag steht der 4-Byte-Zeiger auf das folgende IFD. Falls kein weiterer IFD existiert, wird das Feld mit dem Wert 0 besetzt.

Der Aufbau eines Tags

Innerhalb eines IFDs findet sich ab Offset 02H eine Liste mit Tags. Hierbei handelt es sich um Datenstrukturen mit einer festen Länge von 12 Bytes. Sie dienen zur Aufnahme von Daten über Bildabmessungen, Pixelauflösung etc. Passen die Daten nicht in die Tag-Struktur, werden diese in freie Bereiche innerhalb der Datei ausgelagert. Im Tag findet sich dann ein Zeiger (Offset vom Dateianfang) zu diesem Datenbereich (Abbildung 39.3).

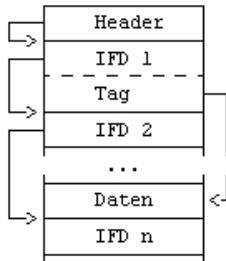


Abbildung 39.3 Zeiger von Tags in den Datenbereich

Der Aufbau eines Tags ist in Tabelle 39.3 wiedergegeben.

Offset	Bytes	Bemerkungen
00H	2	Tag-Typ
02H	2	Datentyp
04H	4	Länge Datenbereich
08H	4	Zeiger auf Datenbereich oder Wert

Tabelle 39.3 Tag-Struktur

Die ersten beiden Bytes innerhalb eines Tags geben den jeweiligen Tag-Typ an (die möglichen verschiedenen Typen sind im folgenden Abschnitt beschrieben). Das zweite Wort definiert den Datentyp der gespeicherten Werte – bisher gilt die Definition aus Tabelle 39.4:

Code	Typ	Bemerkungen
01H	Byte	8 Bit-Byte
02H	ASCII	8 Bit-ASCII-Code
03H	SHORT	16 Bit (unsigned) Integer
04H	LONG	32 Bit (unsigned) Integer
05H	RATIONAL	2 LONGs 1. Fraction 2. Denominator
06H	SBYTE	8 Bit (signed) Integer
07H	UNDEFINED	8 Bit anything
08H	SSHORT	16 Bit (signed) Integer
09H	SLONG	32 Bit (signed) Integer
0AH	RATIONAL	2 SLONGs Fraction Denominator
0BH	FLOAT	4 Byte Single Precision IEEE floating point
0CH	DOUBLET	8 Byte Double Precision IEEE floating point

Tabelle 39.4 Tag-Datentypen

Die Datentypen aus Tabelle 39.4 mit den Codes 06H-0CH sind erst ab TIFF 6.0 definiert. Ab Offset 04H findet sich dann ein Verweis auf die Länge des zugehörigen Datenbereiches, wobei die dafür verwendete Maßeinheit abhängig vom Datentyp ist. Ein als LONG definierter Datentyp wird beispielsweise über einen Eintrag von 0AH mit 10×4 Byte = 40 Byte Länge angegeben. Bei ASCII-Zeichen ist allerdings zu beachten, daß diese immer mit einem Nullbyte abgeschlossen werden, was in der Längenangabe mit berücksichtigt ist. Falls ein String dann eine ungerade Anzahl an Bytes aufweist, muß das nächste zu speichernde Datum wieder auf einer geraden Adresse liegen. Das Füllbyte am Stringende wird jedoch in keiner Längenangabe für den Datenbereich berücksichtigt.

Die letzten 4 Bytes eines Tags ab Offset 08H dienen zur Aufnahme des jeweiligen Wertes. So kann hier zum Beispiel die Auflösung der x-Achse stehen. Benötigt man zum Speichern der Daten mehr als diese 4 Bytes, enthält das Feld einen 4-Byte-Zeiger auf den eigentlichen Datenbereich, der dann wiederum an einer freien Stelle innerhalb der TIFF-Datei angelegt ist.

Innerhalb eines IFDs müssen die Tags (aus Optimierungsgründen) in aufsteigender Nummernfolge angeordnet werden. Neben den nachfolgend beschriebenen und öffentlich dokumentierten Tag-Typen (*public* Typen) dürfen auch firmenspezifische (*private*) Tag-Typen benutzt werden. Hier können Firmen zum Beispiel weitere Informationen über besondere Komprimierungsverfahren für Bilddaten ablegen. Diese Tags lassen sich dann von globalen Leseprogrammen nicht mehr auswerten. Beim Prüfen der Tag-Typen kann

ein Programm abbrechen, sobald ein Code gefunden wird, der höher als die höchste implementierte Tag-Nummer ist. Die andere Alternative besteht darin, den Tag zu überle-sen und die Datei weiter zu interpretieren.

Beschreibung der Tag-Typen

Die Definitionen der verschiedenen Tags untergliedern sich in mehrere funktionale Grup-pen (Tabelle 39.5). Die TIFF 6.0-Spezifikation unterscheidet dabei zusätzlich zwischen den Basis-Tags und den Extension-Tags.

Code	Tag-Gruppe	Datentyp	Werte
Image Organisation-Tags			
0FEH	New Subfile	LONG	1
0FFH	SubfileType	SHORT	1
100H	ImageWidth	SHORT/LONG	1
101H	ImageLength	SHORT/LONG	1
112H	Orientation	SHORT	1
11AH	XResolution	RATIONAL	1
11BH	YResolution	RATIONAL	1
11CH	PlanarConfiguration	SHORT	1
128H	ResolutionUnit	SORT	1
Image Pointer-Tags			
111H	StripOffsets	SHORT/LONG	StripPerImage
117H	StripByteCounts	SHORT/LONG	StripPerImage
116H	RowsPerStrip	SHORT/LONG	1
142H	TileWidth	SHORT/LONG	1
143H	TileLength	SHORT/LONG	1
144H	TileOffsets	SHORT/LONG	TilesPerImage
145H	TileByteCounts	SHORT/LONG	TilesPerImage
Pixel Description-Tags			
102H	BitsPerSample	SHORT	SamplesPerPixel
106H	PhotometricInterpretation	SHORT	1
107H	Tresholding	SHORT	1
108H	CellWidth	SHORT	1
109H	CellLength	SHORT	1
115H	SamplesPerPixel	SHORT	1
118H	MinSampleValue	SHORT	SamplesPerPixel
119H	MaxSampleValue	SHORT	SamplesPerPixel

Code	Tag-Gruppe	Datentyp	Werte
122H	GrayResponseUnit	SHORT	1
123H	GrayResponseCurve	SHORT	2**BitPerSample
12CH	ColorResponseUnit	SHORT	1
12DH	ColorResponseCurves	SHORT	1 oder N
131H	Software	ASCII	
132H	DateTime	ASCII	
13BH	Artist	ASCII	
13CH	Host-Computer	ASCII	
13DH	Predictor	SHORT	1
13EH	WhitePoint	RATIONAL	2
13FH	PrimaryChromatics	LONG	2*SamplesPerPixel
140H	Color-Map	SHORT	3*(2**BitsPerSamples)
Data Orientation-Tags			
10AH	FillOrder	SHORT	1
Data Compression-Tags			
103H	Compression	SHORT	1
124H	T4Options	SHORT	1
125H	T6Options	SHORT	1
152H	ExtraSamples	BYTE	n
153H	SampleFormat	SHORT	SamplesPerPixel
154H	SMinSampleValue	ANY	SamplesPerPixel
155H	SMaxSampleValue	ANY	SamplesPerPixel
156H	TransferRange	SHORT	6
Document & Scanner Description-Tags			
10DH	DocumentName	ASCII	
10EH	ImageDescription	ASCII	
10FH	Scanner/Make	ASCII	
110H	Scanner/Model	ASCII	
11DH	PageName	ASCII	
11EH	XPosition	RATIONAL	
11FH	YPosition	RATIONAL	
129H	PageNumber	SHORT	2
8298H	Copyright	ASCII	
Storage Management-Tags			
120H	FreeOffsets	LONG	

Code	Tag-Gruppe	Datentyp	Werte
121H	FreeByteCounts	LONG	
Ink Management-Tags			
14CH	InkSet	SHORT	1
14DH	InkNames	ASCII	
14EH	NumberOfInks	SHORT	1
150H	DotRange	BYTE/SHORT	n
151H	TargetPrinter	ASCII	
JPEG Management-Tags			
200H	JPEGProc	SHORT	1
201H	JPEGInterchange-Format	LONG	1
203H	JPEGInterchange FormatLength	LONG	1
204H	JPEGRestartInterval	SHORT	1
205H	JPEGLossLess Predictors	SHORT	SamplesPerPixel
206H	JPEGPointTransforms	SHORT	SamplesPerPixel
207H	JPEGQTables	LONG	SamplesPerPixels
208H	JPEGDCTables	LONG	SamplesPerPixels
209H	JPEGACTables	LONG	SamplesPerPixels
YCbCr Management-Tags			
211H	YCbCrCoefficients	RATIONAL	3
212H	YCbCrSubSampling	SHORT	2
213H	YCbCrPositioning	SHORT	1

Tabelle 39.5 Tag-Gruppen

Die JPEG- und YCbCr-Tags wurden neu in TIFF 6.0 eingeführt. Nachfolgend werden die entsprechenden Definitionen behandelt.

NewSubFile-Tag (FEH)

Dieser Tag ersetzt den alten *SubFile*-Tag, da dieser zu viele Limitierungen aufweist.

Tag-Typ 254 (FEH)
Datentyp LONG
Länge Datenbereich = 1
Flag (BitFeld)

Tabelle 39.6 NewSubfile-Tag

Das Datenfeld enthält einzelne Flags mit folgender Kodierung:

Bit 0: 1 = Bild besitzt eine reduzierte Auflösung gegenüber einem anderen Bild in der TIFF-Datei.

Bit 1: 1 = Bild ist eine Seite einer Mehrseitendarstellung (Multipage Image).

Bit 2: 1 = Transparency Mask für andere Bilder im TIFF-File (Photometric Interpretation muß dann gleich 4 sein).

Die restlichen Bits sind unbenutzt und müssen zu 0 gesetzt werden. Die Standardvorlage für alle Bits ist 0.

Subfile-Tag (FFH)

Dieser Tag enthält die globale Beschreibung der Bitmap-Daten, die im IFD benutzt werden. Er wird insbesondere dann benötigt, wenn mehr als ein Bild in der Datei gespeichert wird. In der TIFF-Definition ist dieser Tag nicht als zwingend vorgeschrieben. Wird er jedoch benutzt, sind die Tags *ImageWidth*, *ImageLength* und *StripOffset* ebenfalls erforderlich. Der *Subfile*-Tag besitzt eine Struktur gemäß Tabelle 39.7.

Tag-Typ 255 (FFH)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = 1
Subfile-Typ (Wert 1, 2, 3)

Tabelle 39.7 Subfile-Tag

Im Wertefeld sind folgende Eintragungen definiert:

Wert	Bemerkungen
1	Image with full resolution
2	Image with reduced resolution
3	Single page image

Tabelle 39.8 Werte des Subfile-Tags

Wert 1 signalisiert, daß das zugehörige Bild mit der vollen Auflösung gespeichert wurde. Ist das Bild noch einmal mit reduzierter Auflösung gespeichert, enthält der zugehörige Tag den Wert 2. Es muß ein Tag existieren, der das Bild mit der vollen Auflösung definiert. Tritt in dem entsprechenden Feld der Wert 3 auf, repräsentiert dies eine Bildseite aus einem mehreren Seiten umfassenden Bild, was einen *PageNumber*-Tag erforderlich macht, der die Seitennummer des zugehörigen Bildes spezifiziert. Fehlt der *Subfile*-Tag in der TIFF-Datei, sollte standardmäßig die volle Auflösung gesetzt werden.

ImageWidth-Tag (100H)

Dieser Tag beschreibt die Bildbreite in Pixel. Der Tag hat folgenden Aufbau:

Tag-Typ 256 (100H)
Datentyp SHORT or LONG
Länge Datenbereich = 1
ImageWidth (Wert 0...65535)

Tabelle 39.9 ImageWidth-Tag

Die Bildbreite wird dabei immer in Richtung der x-Achse gemessen. Der Tag ist innerhalb einer TIFF-Datei auf jeden Fall erforderlich. Der Wert lässt sich auch als die Zahl der Bildspalten interpretieren.

ImageLength-Tag (101H)

Dieser Tag beschreibt die Bildhöhe in Pixel und hat folgenden Aufbau:

Tag-Typ 257 (101H)
Datentyp SHORT oder LONG
Länge Datenbereich = 1
ImageLength (Wert 0 65535)

Tabelle 39.10 ImageLength-Tag

Die Bildhöhe wird dabei immer in Richtung der y-Achse gemessen. Der Tag ist innerhalb einer TIFF-Datei auf jeden Fall erforderlich. Dieser Wert lässt sich auch als die Zahl der Bildzeilen interpretieren.

BitsPerSample-Tag (102H)

Dieser Tag gibt die Zahl der Bits an, die pro Bildpunkt in einer Ebene gespeichert werden müssen. Der Tag hat folgenden Aufbau:

Tag-Typ 258 (102H)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = 1
BitsPerSample (Wert 1...65535)

Tabelle 39.11 BitsPerSample-Tag

Bei Schwarzweißdarstellungen genügt ein Bit pro Bildpunkt zur Darstellung. Bei 4 Graustufen werden zum Beispiel 4 Abtastungen und demnach 4 Bit pro Pixel gespeichert. Bei Farbdarstellungen mit 3 Farben und 8 Bit pro Farbe sind bereits 24 Bit per Bildpunkt möglich. Da die Farben in drei Ebenen (Rot, Grün, Blau) gespeichert sind, lassen sich unterschiedliche Bitzahlen pro Farbe selektieren (z. B. Rot 8 Bit, Grün 6 Bit, Blau 4 Bit). Im Wer-

tefeld (Offset 08H) finden sich in den ersten beiden Bytes die *BitsPerSample*-Werte (hier 864H) für die Farben Rot, Grün und Blau. Für Graustufenbilder (Grayscale) sind 4 und 8 Bit erlaubt, während bei Farbdarstellungen 8 oder 12 Bit pro Pixel verwendet werden.

Compression-Tag (103H)

Dieser Tag beschreibt das Komprimierungsverfahren für die Ablage der Bilddaten, die zum jeweiligen IFD gehören.

Tag-Typ 259 (103H)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = 1
Compression (Wert 1...65535) (Standard = 1)

Tabelle 39.12 Compression-Tag

Die komprimierten Daten werden in einem eigenen Bereich gespeichert und über die Strip-Datenzeiger adressiert. Der Wert im *Compression*-Tag spezifiziert dabei das Kodierungsschema.

- 1 Die Daten liegen unkomprimiert vor, die Pixelinformationen sind aber byteweise gepackt. Das Ende einer Datenzeile wird mit Leerbits bis zur Bytegrenze aufgefüllt.

Falls die Zahl der Bits/Sample größer als 8 ist, speichert TIFF die Werte in 16- oder 32-Bit-Blöcken. Dabei sind die Intel- und Motorola-Speicherkonventionen zu beachten. Bei unkomprimierten Bilddaten sind die Werte für *BitsPerSample*, *MinSampleValue* und *MaxSampleValue* entsprechend zu setzen, wobei der Wert von *BitsPerSample* immer die nächste passende Zahl 2^n sein muß. Bei 6 Bit pro Sample wird *BitsPerSample* auf 8 gesetzt. *MinSampleValue* erhält den Wert 0, und *MaxSampleValue* erhält den Wert 64 (6 Bit), damit der TIFF-Leser die korrekte Anzahl von Bits pro Pixel berechnen kann.

- 2 Die Daten werden nach einem modifizierten CCITT/3 1-D-Verfahren (Huffman RLE) komprimiert und abgespeichert. Im Unterschied zum normalen CCITT/3 1-D-Verfahren werden keine Endzeichen benutzt, und jede neue Zeile wird unabhängig von der vorhergehenden Zeile komprimiert.

Die beiden folgenden Komprimierungsverfahren werden bei der Übertragung von Bilddaten im Fax-Mode benutzt.

- 3 Fax CCITT Group 3-kompatible Speicherung: Jeder Strip beginnt auf einer Bytegrenze, und die Daten werden byteweise gespeichert. Weiterhin werden Endzeichen benutzt (T4bi-level Encoding).
- 4 Fax CCITT Group 4-kompatible Speicherung: Jeder Strip beginnt auf einer Bytegrenze (T6 Encoding).

Bei Komprimierungsverfahren nach CCITT/3 lassen sich zur Effizienzsteigerung die *StripOffset*-Tags verwenden.

- 5 LZW-Komprimierung für Monochrombilder, Bilder mit Farbpalette (mapped Color) und Echtfarbenbilder (True Color).
- 6 JPEG-Komprimierung (ab TIFF 6.0).

Die Werte zwischen 32768 und 65535 sind für herstellerspezifische (private) Komprimierungsverfahren reserviert. Bisher wurden zwei dieser Kodierungsverfahren als *public* erklärt:

32771: entspricht dem Typ 1 – abweichend beginnt jede Zeile auf der nächsten freien Wortgrenze.

32773: benutzt die PackBit-Komprimierung.

Bei Bilevel-Bildern sind nur die Komprimierungsverfahren 1, 2 und 32773 zulässig. Grayscale-Bilder lassen sich mit den Verfahren 1 und 32773 speichern. Hinweise zur Komprimierung der Bilddaten finden sich bei der Beschreibung des Bilddatenbereiches.

PhotometricInterpretation-Tag (106H)

Dieser Tag wird zusammen mit den Tags *MaxSampleValue* und *MinSampleValue* betrachtet und gibt an, auf welche Art und Weise die Bilddaten zu interpretieren sind.

Tag-Typ 262 (106H)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = 1
PhotometricInterpretation (Wert 0...8)

Tabelle 39.13 PhotometricInterpretation-Tag

Im Wertefeld sind die Einträge 0 bis 8 für folgende Modi erlaubt:

- 0 Für Bilevel- und Greyscale-Bilder: Die in *MinSampleValue* eingetragene Farbstufe (z.B. 0) soll als Weiß interpretiert werden, die in *MaxSampleValue* eingetragene Farbstufe (z.B. FF) als Schwarz. Bei Graustufenbildern werden die Bildwerte dann in die entsprechenden Zwischenstufen umgesetzt. Dies ist die Standardvorgabe für den Kompressionstyp 2.
- 1 Für Bilevel- und Greyscale-Bilder: Die in *MinSampleValue* eingetragene Farbstufe soll als Schwarz interpretiert werden, die in *MaxSampleValue* als Weiß. Bei Graustufenbildern werden die Bildwerte dann in die entsprechenden Zwischenstufen umgesetzt. Ist dieser Wert für den Komprimierungstyp 2 vorgegeben, muß das Bild bei der Ausgabe invertiert werden.
- 2 Die Daten in der Bitmap sind im RGB-System kodiert. Der in *MinSampleValue* eingetragene Wert präsentiert die minimale Farbintensität, der Wert in *MaxSampleValue* die maximale.

- 3 *Palette Color*: In diesem Mode wird eine Farbe durch einen Wert (1 Sample) beschrieben. Der Wert dient als Index in die *Color Response Curve* mit den Feldern für die Farbanteile Rot, Grün und Blau. In diesem Fall muß *SamplePerPixel* = 1 sein und die *Color Response Curve* unterstützt werden.
- 4 *Transparency Mask*: Dies bedeutet, daß das Bild als Maske (Fläche) eines anderen Bildes in der gleichen TIFF-Datei interpretiert wird. Die Werte *SamplePerPixel* und *BitsPerSample* müssen auf 1 gesetzt sein. Weiterhin ist die PackBit-Komprimierung gefordert. Die gesetzten (1) Bits der Maske definieren den inneren Bereich einer Fläche, während die gelöschten (0) Bits die Umrandung angeben. Damit läßt sich ein Teilbild (Region) innerhalb eines Bildes markieren. Das Bild der *Transparency Mask* muß in *ImageLength* und *ImageWidth* die gleichen Werte wie das Originalbild aufweisen.
- 5 Ein TIFF-Leser kann dann die Maske auswerten und nur die Bereiche des Bildes ausgeben, die innerhalb der Maske (Bits = 1) liegen.
- 6 *YCbCr Color Space*: Die Bilddaten werden nach dem YCbCr-Farbsystem skaliert. Dieser Modus wurde ab TIFF 6.0 neu aufgenommen.
- 8 *1976 CIEL*a*b Color System*: Der Wert wurde ab TIFF 6.0 aufgenommen.

Für den Parameter gibt es keine Standardvorgaben. Die Intensitätsinformationen für die RGB-Darstellung werden dabei gemäß der NTSC-Spezifikation interpretiert. Falls die Daten im CCITT/3-Verfahren kodiert sind, darf dieser Tag nicht vorkommen, da die Kodierung bereits die Interpretation der Bilddaten enthält. Der Scanner bzw. das Einlesegerät sollte mindestens die Modi 0 und 1 unterstützen.

Thresholding-Tag (107H)

Dieser Tag wird bei bearbeiteten Bilddaten verwendet. Er gibt zum Beispiel bei Graustufen das jeweilige Verfahren an.

Tag-Typ 263 (107H)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = 1

Thresholding (Wert 1, 2, 3)

Tabelle 39.14 Thresholding-Tag

Im Wertefeld sind drei Einträge erlaubt:

- 1 Ein Bilevel-Bild (Schwarzweißbild) wurde abgespeichert. Die Zahl der Bits pro Pixel ist auf 1 zu setzen.
- 2 Ein Bild mit Graustufen wurde in ein Schwarzweißbild transformiert (dithered). Die Bits pro Pixel sind auf 1 zu setzen.
- 3 Ein Bild aus Graustufen wurde nach der Error-Diffusion-Methode in eine Schwarzweißdarstellung umgewandelt.

Bei solchen Bildern darf nachträglich keine neue Skalierung erfolgen, da sonst die Bilddaten verändert werden.

CellWidth-Tag (108H)

Der Tag beschreibt die Abmessungen der Matrix beim Dithering oder beim Halftone-Verfahren. Er tritt nur auf, wenn der *Thresholding*-Tag (107H) den Modus 2 spezifiziert. Der CellWidth-Tag gibt dabei die Breite der Matrix an und wird nur von wenigen TIFF-Scannern unterstützt.

Tag-Typ 264 (108H)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = 1

CellWidth (Wert 1, 2 , 3)

Tabelle 39.15 CellWidth-Tag

CellLength-Tag (109H)

Dieser Tag beschreibt die Abmessungen einer Matrix beim Dithering oder beim Halftone-Verfahren und ist daher mit Tag 107H zu verwenden, falls dort der Modus 2 spezifiziert ist.

Tag-Typ 265 (109H)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = 1

CellLength (Wert 1, 2 , 3)

Tabelle 39.16 CellLength-Tag

Der Tag gibt die Höhe der Matrix an; er wird nur in wenigen Treibern verwendet.

FillOrder-Tag (10AH)

Dieser Tag spezifiziert, wie die Daten eines Bildpunktes in den Bytes abgespeichert sind. Der Tag hat folgenden Aufbau:

Tag-Typ 266 (10AH)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = 1

FillOrder (Wert 1, 2)

Tabelle 39.17 FillOrder-Tag

Für die Einträge im Wertefeld gelten folgende Modi:

- 1 Die Bildpunkte werden in einem Byte fortlaufend abgespeichert, wobei der erste Punkt links im höchstwertigen Bit beginnt und die folgenden Punkte in den niedrigwertigeren Bits untergebracht werden. Dieser Modus entspricht der Standardeinstellung.
- 2 Die Bildpunkte werden in einem Byte fortlaufend abgespeichert, wobei der erste Punkt rechts im niedrigwertigsten Bit beginnt und die folgenden Punkte in den höherwertigen Bits untergebracht werden.

DocumentName-Tag (10DH)

Dieser Tag spezifiziert den Namen des Dokuments, von dem das Bild erzeugt wurde. Er besitzt folgenden Aufbau:

Tag-Typ 269 (10DH)
Datentyp ASCII
Länge Datenbereich = n
Wert: Zeiger auf den Dokumentnamen

Tabelle 39.18 DocumentName-Tag

Das Wertefeld enthält einen Zeiger (Offset vom Dateianfang) auf den ASCIIZ-String mit dem Dokumentnamen. Der String wird durch ein Nullbyte (00H) abgeschlossen und steht irgendwo in der Datei.

ImageDescriptor-Tag (10EH)

Dieser Tag enthält verschiedene Informationen zum aktuell gespeicherten Bild. Er hat folgenden Aufbau:

Tag-Typ 270 (10EH)
Datentyp ASCII
Länge Datenbereich = n
Wert: Zeiger auf Dokumentinfo

Tabelle 39.19 ImageDescriptor-Tag

Das Wertefeld enthält einen Zeiger (Offset vom Dateianfang) auf den ASCIIZ-String mit den Informationen. Der String wird durch ein Nullbyte (00H) abgeschlossen. Es gibt zur Zeit keine Spezifikation, welche die Belegung der Informationen festschreibt.

Make-Tag (10FH)

Dieser Tag definiert den Namen des Scannerherstellers.

Tag-Typ 271 (10FH)
Datentyp ASCII
Länge Datenbereich = n
Wert: Zeiger auf den Make-String

Tabelle 39.20 Make-Tag

Das Wertefeld enthält einen Zeiger auf den ASCIIZ-String mit dem Namen des Gerätetherstellers. Der String wird durch ein Nullbyte (00H) abgeschlossen.

Model-Tag (110H)

Dieser Tag definiert Modell und Nummer des Scanners.

Tag-Typ 272 (110H)
Datentyp ASCII
Länge Datenbereich = n
Wert: Zeiger auf den Modellstring

Tabelle 39.21 Model-Tag

Das Wertefeld enthält einen Zeiger auf den ASCIIZ-String mit dem Modellnamen des Scanners. Der String wird durch ein Nullbyte (00H) abgeschlossen.

StripOffset-Tag (111H)

Der Tag spezifiziert entweder den Offset auf das Bitmap mit den Bilddaten oder auf ein weiteres Zeigerfeld. Er umfaßt immer den 4-Byte-Zeiger (Offset vom Dateianfang) auf den Beginn eines Datenfeldes mit den *BitImage*-Bilddaten. Über diesen Offset lässt sich dann direkt auf die Daten zugreifen. Zum Ermitteln der Bilddatenposition ist mindestens ein *StripOffset*-Pointer erforderlich.

Tag-Typ 273 (111H)
Datentyp SHORT oder LONG
Länge Datenbereich = n
Zeiger (Wert 0... $(2^{32}-1)$)

Tabelle 39.22 StripOffset-Tag

Um die Geschwindigkeit bei der Bildausgabe zu steigern, besteht die Möglichkeit, beim Lesen nur jede n-te Zeile zu bearbeiten. Ein Bild mit einer Auflösung von 300 dpi kann beispielsweise für Testzwecke mit 75 dpi ausgegeben werden, die Dekodierung der restlichen Zeilen entfällt beim 1. Durchlauf. Dadurch lässt sich ein Rohbild sehr schnell aus-

geben, die fehlenden Zeilen können auf Wunsch in weiteren Durchläufen ergänzt werden. Für eine solche Vorgehensweise muß die Anfangsposition aller Bildzeilen im *Bit-Image*-Datenfeld bekannt sein. Hier bietet der *StripOffset*-Tag ebenfalls Unterstützung: Er läßt den Fall zu, daß sich der Zeiger im Wertefeld nicht direkt auf die Bilddaten bezieht, und verweist dann auf eine Tabelle mit den eigentlichen *StripOffset*-Zeigern. Diese Tabelle enthält dann für jede Bildzeile einen solchen Zeiger.

Die Unterscheidung dahingehend, welcher Fall vorliegt, erfolgt über den Wert des Längenfeldes. Falls das Feld mit der Längenangabe den Wert 1 enthält, existiert im letzten Feld lediglich ein Zeiger mit dem ersten *StripOffset*. Steht im Längenfeld ein Wert größer 1, dann verweist der Zeiger im Wertefeld auf eine Zeigertabelle innerhalb der Datei. In dieser Datei finden sich n Einträge mit den jeweiligen Zeigern auf den Anfang eines Stripbereiches. Die Zahl n steht im Längenfeld des Tags. Der Wert der Zeiger wird standardmäßig mit LONG angenommen. Nur bei sehr kleinen TIFF-Dateien können SHORT-Daten gespeichert werden, wobei diese Möglichkeit jedoch nicht genutzt werden sollte.

Orientation-Tag (112H)

Dieser Tag spezifiziert die Orientierung einer Bitmap-Grafik in x- und y-Richtung. Insgesamt gibt es acht mögliche Orientierungsrichtungen für ein Bild.

Tag-Typ 274 (112H)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = 1
Orientation (Wert 1...8)

Tabelle 39.23 Orientation-Tag

Die acht Stufen zur Bildorientierung sind wie folgt definiert:

Code	1. Bitmap- Zeile	1. Spalte
1	oberer Rand	linker Rand
2	oberer Rand	rechter Rand
3	unterer Rand	linker Rand
4	unterer Rand	rechter Rand
5	linker Rand	oberer Rand
6	rechter Rand	oberer Rand
7	rechter Rand	unterer Rand
8	linker Rand	unterer Rand

Tabelle 39.24 Bildausrichtung

Der Wert 1 entspricht der Standardeinstellung, während die restlichen Werte bisher kaum von Scannern benutzt werden. Ein Wechsel der Werte rotiert das Bild um den Nullpunkt.

SamplesPerPixel-Tag (115H)

Dieser Tag gibt die Zahl der Abtastungen pro Bildpunkt an. Es gilt folgender Aufbau:

Tag-Typ 277 (115H)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = 1
SamplesPerPixel (Wert 1...65535)

Tabelle 39.25 SamplesPerPixel-Tag

Bei Schwarzweißdarstellungen ist der Wert gleich 1 gesetzt, bei Farbbildern mit drei Farbebenen gleich 3. Graustufenbilder mit 4 oder 6 Stufen enthalten ebenfalls nur eine Farbebene und damit den Wert 1.

RowsPerStrip-Tag (116H)

Dieser Tag gibt die Zahl der unkomprimierten Zeilen eines Strips an.

Tag-Typ 278 (116H)
Datentyp LONG oder SHORT
Länge Datenbereich = 1
RowsPerStrip (Wert 0...(2 ³² -1))

Tabelle 39.26 RowsPerStrip-Tag

Dieser Tag ist nur gültig, falls keine Datenkomprimierung benutzt wird. Der Eintrag im Wertefeld gibt die Zahl der unkomprimierten Zeilen in einem Strip (Teilbild) an. Dabei müssen aber alle Strips (ausgenommen der letzte) die gleiche Zeilenzahl enthalten.

StripByteCounts-Tag (117H)

Dieser Tag wird nur bei der Datenkomprimierung nach dem CCITT/3-Verfahren benutzt. Man prüft damit, ob die korrekte Anzahl von Daten gelesen wurde. Es gilt folgender Aufbau:

Tag-Typ 279 (117H)
Datentyp SHORT oder LONG
Länge Datenbereich = n
StripByteCounts (Wert 0...(2 ³² -1))

Tabelle 39.27 StripByteCounts-Tag

Der Tag wird für jeden komprimierten Datensatz in der TIFF-Datei angelegt, auf den ein *StripOffset*-Zeiger hinweist. Im Wertefeld steht dann die Zahl der Bytes im zugehörigen Strip.

MinSampleValue-Tag (118H)

Dieser Tag beschreibt zusammen mit dem Tag *MaxSampleValue*, wie die Bitmap-Daten als Farben zu interpretieren sind.

Tag-Typ 280 (118H)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = 1
MinSampleValue (Wert 0...65535)

Tabelle 39.28 MinSampleValue-Tag

Als Standardwert wird im Datenfeld die Zahl 0 als kleinstmöglicher Wert für einen Bildpunkt eingetragen. Der Tag wird zusammen mit dem Tag *PhotometricInterpretation* bearbeitet.

MaxSampleValue-Tag (119H)

Der Tag beschreibt zusammen mit dem Tag *MinSampleValue*, wie die Bitmap-Daten als Farben zu interpretieren sind.

Tag-Typ 281 (119H)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = 1
MaxSampleValue (Wert 0...65535)

Tabelle 39.29 MaxSampleValue-Tag

Als Standardwert wird im Datenfeld die Zahl 65535 als größtmöglicher Wert für einen Bildpunkt angegeben. Bei Schwarzweißdarstellungen wird der minimale Wert auf 0 gesetzt und das Maximum als 1 definiert. Bei einer 4-Bit-Graustufendarstellung liegen die Werte zwischen 0 und 15. Der Tag wird zusammen mit dem *PhotometricInterpretation*-Tag bearbeitet.

XResolution-Tag (11AH)

Dieser Tag spezifiziert die Bildauflösung in X-Richtung. Er hat folgenden Aufbau:

Tag-Typ 282 (11AH)
Datentyp Rational
Länge Datenbereich = 1
Wert $1/((2^{32})-1\dots(2^{32})-1)$

Tabelle 39.30 XResolution-Tag

Die Bildauflösung in Pixel ist besonders für Scanner wichtig, die in mehreren Auflösungsstufen arbeiten können – die Skalierung kann dann den Gerätemöglichkeiten angepaßt werden. Gebräuchliche Geräte liegen in ihrer Auflösung im Bereich von 75 bis 300 dpi (dots per inch). Im Wertefeld läßt sich eine Auflösung von 300 dpi als 300/1 spezifizieren, ein Wert von 75 dpi mit 150/2 (Zähler/Nenner). Das Feld liegt irgendwo innerhalb der Datei, während im Tag ein Zeiger auf den Wert gespeichert ist.

YResolution-Tag (11BH)

Dieser Tag spezifiziert die Bildauflösung in Y-Richtung; er ist gemäß Tabelle 39.31 aufgebaut:

Tag-Typ 283 (11BH)

Datentyp Rational

Länge Datenbereich = 1

Wert $(1/(2^{32}-1) \dots (2^{32}-1))$

Tabelle 39.31 YResolution-Tag

Die Bildauflösung in Pixel ist besonders für Scanner wichtig, die in mehreren Auflösungsstufen arbeiten können – die Skalierung läßt sich dann den Gerätemöglichkeiten anpassen. Gebräuchliche Geräte liegen in ihrer Auflösung im Bereich von 75 bis 300 dpi (dots per inch) – 300 dpi läßt sich im Wertefeld als 300/1 spezifizieren. Das Wertefeld liegt irgendwo innerhalb der Datei, während im Tag ein Zeiger auf den Wert gespeichert ist.

PlanarConfiguration-Tag (11CH)

Dieser Tag beschreibt die Organisation der Daten bei Farb- oder Grauwertdarstellungen. Bei Schwarzweißdarstellungen wird der Tag nicht benötigt.

Tag-Typ 284 (11CH)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = 1

PlanarConfiguration (Wert 1, 2)

Tabelle 39.32 PlanarConfiguration-Tag

Bilddaten für Farb- oder Graustufenbilder lassen sich in zwei Variationen speichern:

- ▶ Zum einen lassen sich alle Informationen zusammenhängend in einem Bildpunkt ablegen, d.h., die Farbbebenenbits stehen hintereinander.
- ▶ Alternativ besteht die Möglichkeit, die Informationen über die Bildpunkte in mehreren Farbbebenen oder Graustufen abzulegen. Dann werden erst alle Bildpunkte einer Ebene (Plane) beschrieben, bevor die nächste Farbebene an die Reihe kommt.

Der Wert 1 spezifiziert, daß alle Daten eines Punktes zusammenhängend gespeichert werden. Beim Wert 2 sind die Bilddaten in Ebenen (planes) unterteilt und pro Ebene abgespeichert. Zur Auswertung muß der Wert des *PhotometricInterpretation*-Tags herangezogen werden.

PageName-Tag (11DH)

Dieser Tag spezifiziert den Namen der Seite, von der das Bild gescannt wurde. Der Tag besitzt folgenden Aufbau:

Tag-Typ 285 (11DH)
Datentyp ASCII
Länge Datenbereich = n
Zeiger auf den Dokumentnamen

Tabelle 39.33 PageName-Tag

Das Wertefeld enthält einen Zeiger auf den ASCIIZ-String mit dem Dokumentnamen. Der String wird durch ein Nullbyte (00H) abgeschlossen.

XPosition-Tag (11EH)

Dieser Tag definiert den X-Offset des Bildausschnittes.

Tag-Typ 286 (11EH)
Datentyp RATIONAL
Länge Datenbereich = 1
Zeiger auf den Wert

Tabelle 39.34 XPosition-Tag

Das Wertefeld enthält einen Zeiger auf den eigentlichen Wert, der als rationale Zahl gespeichert wird. Die Zahl spezifiziert dabei die X-Koordinate der oberen linken Ecke des Bildes in Zoll.

YPosition-Tag (11FH)

Der Tag definiert den Y-Offset des Bildausschnittes. Das Wertefeld enthält einen Zeiger auf den eigentlichen Wert, der als rationale Zahl (Zähler, Nenner) gespeichert wird. Der Wert 2,5 Zoll ist dann als 5/2 abzulegen, was in der Intel-Notation den Zahlen 05 00 00 00 02 00 00 00 entspricht. Die Zahl spezifiziert dabei den Offset der Y-Koordinate der oberen linken Ecke des Bildes in Zoll. Im TIFF ist die positive y-Achse nach unten gerichtet.

Tag-Typ 287 (11FH)
Datentyp RATIONAL

Länge Datenbereich = 1

Zeiger auf den Wert

Tabelle 39.35 YPosition-Tag

FreeOffset-Tag (120H)

Dieser Tag enthält einen Zeiger auf eine Tabelle mit weiteren Zeigern. Jeder dieser Zeiger verweist wiederum auf einen freien Datenbereich in der TIFF-Datei. Der Tag besitzt folgenden Aufbau:

Tag-Typ 288 (120H)

Datentyp LONG

Länge Datenbereich = n

Zeiger auf die Tabelle

Tabelle 39.36 FreeOffset-Tag

Falls nur ein freier Bereich existiert, liegt auch nur ein Zeiger vor. Die Zahl der Einträge in der Zeigertabelle steht im Längenfeld des Tags. Der Tag kann überlesen werden.

FreeByteCount-Tag (121H)

Dieser Tag spezifiziert die Zahl der freien Bytes innerhalb eines Blocks. Der Tag wird zusammen mit dem FreeOffset-Tag benutzt.

Tag-Typ 289 (121H)

Datentyp LONG

Länge Datenbereich = n

Zeiger auf Datentabelle

Tabelle 39.37 FreeByteCount-Tag

Das Wertefeld enthält einen Zeiger auf eine Datentabelle. Diese enthält n 4-Byte-Einträge, die jeweils die Länge des zugehörigen freien Bereiches angeben. Die Lage dieser freien Bereiche ist über den FreeOffset-Tag zu bestimmen. Dieser Tag kann überlesen werden.

GrayResponseUnit-Tag (122H)

Dieser Tag gibt zusammen mit dem Wert für die *GrayResponseCurve* Hinweise zur Interpretation der Bilddaten und hat folgenden Aufbau:

Tag-Typ 290 (122H)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = 1

GrayResponseUnit (Wert 1...5)

Tabelle 39.38 GrayResponseUnit-Tag

Der Eintrag im Wertefeld spezifiziert die Wertigkeit des *GrayResponseCurve*-Tags nach folgender Abstufung:

Wert	Anzeigestufe
1	1/10
2	1/100
3	1/1000
4	1/10000
5	1/100000

Tabelle 39.39 GrayResponse Units

Über die jeweilige Integerzahl und den Skalierungsfaktor lässt sich dann die Graustufe bestimmen. Ist der Wert in *GrayResponseUnit* auf 3 und der Eintrag in *GrayResponseCurve* auf 345 gesetzt, dann ergibt sich eine Graustufe von 0,345.

GrayResponseCurve-Tag (123H)

Dieser Tag gibt zusammen mit dem Wert für die *GrayResponseUnit* Hinweise zur Bilddateninterpretation. Er enthält einen Vektor auf die eigentlichen Daten. Für jede Abtastebene der Bilddaten findet sich hier ein Eintrag, der als Graustufe für die Interpretation der Bilddaten dient. Die Stufen geben dann die Schwellen zur Umrechnung der Grautöne zwischen minimalem und maximalem Grauwert wieder.

Tag-Typ 291 (123H)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = $2^{\text{Bits/Sample}}$

GrayResponseCurve (Wert 0...65535)

Tabelle 39.40 GrayResponseCurve-Tag

T4Options-Tag (124H)

Dieser Tag wird bei einer Kodierung der Bilddaten nach dem CCITT Gruppe 3-Verfahren zum Setzen von Optionen benutzt.

Tag-Typ 292 (124H)

Datentyp LONG

Länge Datenbereich = 1

T4Options (Wert = 32-Bit-Flag)

Tabelle 39.41 T4Options-Tag

Im Wertefeld werden die 4 Bytes als 32-Bit-Flag interpretiert. Alle unbenutzten Bits sind auf 0 gesetzt. Dabei gilt folgende Belegung:

Bit 0: 0 für eindimensionale (Standard-) Kodierung, 1 für zweidimensionale Kodierung

Bit 1: 1 = unkomprimierter Modus benutzt

Bit 2: 1 = Füllbits am Ende einer Zeile eingefügt

Bei einer zweidimensionalen Kodierung der Daten muß die erste Zeile eines Strips immer eindimensional abgelegt werden. Der Tag wurde in TIFF 5.0 als *Group3Options* bezeichnet.

T6Options-Tag (125H)

Dieser Tag wird bei einer Kodierung der Bilddaten nach dem CCITT Gruppe 4-Verfahren zum Setzen von Optionen benutzt. Im Wertefeld werden die 4 Bytes als 32-Bit-Flag interpretiert – alle unbenutzten Bits sind auf 0 gesetzt. Die Belegung ist nachfolgend aufgeführt.

Tag-Typ 293 (125H)
Datentyp LONG
Länge Datenbereich = 1
T6Options (Wert = 32 Bit Flag)

Tabelle 39.42 T6Options-Tag

Im 32-Bit-Flag sind nur zwei Bits belegt:

Bit 0: unbenutzt

Bit 1: 1 = unkomprimierter Modus

Die restlichen Bits sind in der bisherigen TIFF-Spezifikation unbelegt. Der Tag wurde in TIFF 5.0 als *Group4Options* bezeichnet.

ResolutionUnit-Tag (128H)

Dieser Tag spezifiziert die bei den Tags *XResolution* und *YResolution* benutzte Einheit. Der Wert 2 gibt dabei die Standardeinstellung in dots per inch an. Der Tag hat folgenden Aufbau:

Tag-Typ 296 (128H)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = 1
ResolutionUnit (Wert 1, 2, 3)

Tabelle 39.43 ResolutionUnit-Tag

Für das Wertefeld sind folgende Werte zulässig:

Wert	Einheit
1	keine absolute Einheit
2	Zoll
3	Zentimeter

Tabelle 39.44 Einheit Auflösung

Beim Wert 0 werden eventuell gesetzte Werte in den Resolution-Tags lediglich dazu benutzt, um das Verhältnis der Bildabmessungen zu bestimmen. Der Tag wird nur sehr selten angewendet; die Standardeinstellung ist 2.

PageNumber-Tag (129H)

Der Tag dient zur Angabe der (Bild-)Seitennummer bei TIFF-Dateien mit mehreren Bildern – besonders wichtig bei Fax-Übertragungen.

Tag-Typ 297 (129H)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = 2
PageNumber (Wert 1, Wert 2)

Tabelle 39.45 PageNumber-Tag

Das Wertefeld enthält zwei 16-Bit-Werte. Der erste Wert gibt die aktuelle Seitennummer an, während der zweite Wert die Zahl der Seiten innerhalb der Datei spezifiziert. Die einzelnen Seiten müssen nicht in geordneter Form innerhalb der TIFF-Datei vorliegen.

ColorResponseUnit-Tag (12CH)

Dieser Tag gibt zusammen mit dem Wert für die *ColorResponseCurve* Hinweise zur Interpretation der Bilddaten. Er hat folgenden Aufbau:

Tag-Typ 300 (12CH)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = 1
ColorResponseUnit (Wert 1...5)

Tabelle 39.46 ColorResponseUnit-Tag

Der Eintrag spezifiziert die Wertigkeit des *ColorResponseCurve*-Tags. Hierbei gilt folgende Abstufung:

Wert	Auflösung
1	1/10
2	1/100
...	
5	1/100000

Tabelle 39.47 Unit Color Response Curve

Über die jeweilige Integerzahl und den Skalierungsfaktor lässt sich dann die Farbstufe bestimmen. Ein Wert von 3 im Feld *ColorResponseUnit* und ein Eintrag von 345 in *ColorResponseCurve* ergeben eine Intensitätsstufe von 0,345.

TransferFunction-Tag (12DH)

Dieser Tag wurde in TIFF 5.0 als *ColorResponseCurve* bezeichnet und gibt zusammen mit dem Wert für die *ColorResponseUnit* Hinweise zur Bilddateninterpretation. Der Tag hat folgenden Aufbau:

Tag-Typ 301 (12DH)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = {1 oder 3} * (2 ^{Bits/Sample})
TransferFunction (Wert 0...65535)

Tabelle 39.48 TransferFunction-Tag

Im Tag findet sich ein Vektor auf die eigentlichen Datentabellen. Jeder Eintrag der Tabelle ist vom Datentyp SHORT, umfaßt demnach 16 Bits. Die Tabelle enthält zuerst alle Einträge für die Farbe Rot. Daran schließen sich die Einträge für die Farbe Grün an, gefolgt von den Einträgen für Blau. Die Zahl der Einträge pro Farbe berechnet sich zu:

$$2^{\text{BitsPerSample}}$$

Bei 4 Bits sind demnach 16 Einträge und bei 8 Bits 256 Einträge möglich. Der Wert 0 in einem Eintrag repräsentiert dabei eine minimale Intensität der jeweiligen Farbe, während die Zahl 65535 für die maximale Intensität steht. Die Wertekombination (0,0,0) beschreibt die Farbe Schwarz, während (255,255,255) für Weiß steht. Zweck der *ColorResponseCurve* ist die Verfeinerung der Farbabstufung eines RGB-Bildes.

Software-Tag (131H)

Dieser Tag wurde in die TIFF-Version 5.0 neu aufgenommen und gibt den Namen des Softwarepaketes an, das die TIFF-Datei erzeugt hat.

Tag-Typ 305 (131H)
Datentyp ASCII
Länge Datenbereich = 1
Zeiger auf den String

Tabelle 39.49 Software-Tag

Das Datenfeld enthält einen Zeiger auf den betreffenden Text. Hier darf auch die Revisionsnummer der erzeugenden Software stehen.

DateTime-Tag (132H)

Dieser Tag gibt das Datum und die Zeit an, zu der die TIFF-Datei erzeugt wurde.

Tag-Typ 306 (132H)
Datentyp ASCII
Länge Datenbereich = 1
Zeiger auf den String

Tabelle 39.50 DateTime-Tag

Der String sollte das Format YYYY:MM:DD HH:MM:SS aufweisen. Die Uhrzeit wird im 24-Stunden-Modus angegeben. Der ASCII-Z-String umfaßt (einschließlich der 00) eine Länge von 20 Byte.

Artist-Tag (13BH)

Dieser Tag gibt den Namen der Person an, die das Bild in der TIFF-Datei erzeugt hat.

Tag-Typ 315 (13BH)
Datentyp ASCII
Länge Datenbereich = 1
Zeiger auf den String

Tabelle 39.51 Artist-Tag

Der String kann zum Beispiel zur Ablage einer Copyright-Nachricht verwendet werden. Der Tag kann direkt an den Header folgen.

Host-Computer-Tag (13CH)

Dieser Tag definiert den Namen des Rechners, auf dem die TIFF-Datei erzeugt wurde.

Tag-Typ 316 (13CH)
Datentyp ASCII

Länge Datenbereich = 1

Zeiger auf den String

Tabelle 39.52 Host-Computer-Tag

Der Tag ist optional und gibt eine Referenz zu einem Text mit dem Namen des Rechners an.

Predictor-Tag (13DH)

Dieser Tag wird nur benutzt, falls der Wert *Compression* = 5 (LZW-Komprimierung) verwendet wird.

Tag-Typ 317 (13DH)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = 1

Wert: 1,2

Tabelle 39.53 Predictor-Tag

Damit soll zukünftig die Komprimierung nach dem LZW-Verfahren für verschiedene Bilder optimiert werden. Zur Zeit gelten folgende Werte:

1. Kein Prediction-Schema zur Kodierung benutzt
2. Horizontale Differenzierung

Erkennt ein TIFF-Leser einen unbekannten Wert in diesem Tag, muß die Dekodierung des Bildes abgebrochen werden.

White Point-Tag (13EH)

Dieser Tag definiert eine weißen Bildpunkt im 1931 CIE xyY-Farbdigramm. Dabei wird nur die Farbe (chromaticity), nicht aber die Helligkeit (luminance) spezifiziert.

Tag-Typ 318 (13EH)

Datentyp RATIONAL

Länge Datenbereich = 2

Zeiger auf die xy-Daten

Tabelle 39.54 White Point-Tag

Standardmäßig wird ein weißer Punkt mit den Werten:

D65: $x = 0.313$ $y = 0.329$

beschrieben. Der Wert dient zur Kalibrierung eines Monitors oder Scanners.

PrimaryChromaticities-Tag (13FH)

Dieser Tag definiert die Primärfarben.

Tag-Typ 319 (13FH)
Datentyp RATIONAL
Länge Datenbereich = 6
Zeiger auf Datenbereich

Tabelle 39.55 PrimaryChromaticities-Tag

Dieser Wert ist im 1931 CIE xy-Farbdigramm definiert. Die Standardvorgaben für die Primärfarben sind:

Rot:	x = 0.635	y = 0.340
Grün:	x = 0.305	y = 0.595
Blau:	x = 0.155	y = 0.070

Tabelle 39.56 Farbkoeffizienten der Primärfarben

Der Wert dient zur Kalibrierung eines Monitors oder Scanners.

ColorMap-Tag (140H)

Dieser Tag definiert eine eigene Farbpalette.

Tag-Typ 320 (140H)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = 3 * (2 ^{BitPerSample})
Zeiger auf Farbpalette (Color-Map)

Tabelle 39.57 ColorMap-Tag

Der Wert definiert einen Zeiger auf die Tabelle mit der Farbpalette. Diese Tabelle enthält zuerst n Einträge mit den Anteilen der Farbe Rot für die jeweiligen Farben der Palette. Daran schließen sich n Einträge mit den Intensitäten der Farbe Grün an. Die Tabelle wird mit n Einträgen der Farbe Blau abgeschlossen. Damit lassen sich n Farben für das zugehörige Bild definieren. Die Zahl n errechnet sich zu:

$$2^{\text{BitPerSample}}$$

d.h. mit 4 Bit pro Pixel werden 16 Farben dargestellt. Damit liegen je 16 Einträge der Farben Rot, Grün und Blau hintereinander in der Tabelle. Ein Wert für ein Farbpixel wird dann als Index in die betreffende Farbtabelle (Palette) interpretiert. Aus den drei Einträgen der Tabelle wird dann die eigentliche Farbe gemischt.

Ein Eintrag umfaßt dabei 16 Bits, wobei der Wert 0 einen minimalen Anteil der Grundfarbe definiert. Mit dem Wert 65535 wird der maximale Anteil der Grundfarbe vorgeschrieben. Die Kombination (0,0,0) steht damit für die Farbe Schwarz, während (65535, 65535, 65535) die Farbe Weiß angibt. Die Farbtabelle kann mit der Color Response-Kurve zur Verfeinerung der Farbabstufungen benutzt werden. Der Tag muß bei allen Bildern, die eine Palette verwenden, benutzt werden.

HalftoneHints-Tag (141H, TIFF 6.0)

Zweck dieses Tags ist es, die Graustufenzuordnung zur Halbtonfunktion zu optimieren.

Tag-Typ 321 (141H)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = 2

HalftoneHints-Feld

Tabelle 39.58 HalftoneHints-Tag

Das Datenfeld enthält zwei 16-Bit-Werte. Der erste Wert definiert die hellen Graustufen, die über die Halbtonfunktion in die hellste Druckstufe umzuwandeln sind. Der zweite Wert definiert die Graustufe der Schattierung.

TileWidth-Tag (142H, TIFF 6.0)

Die TIFF 6.0-Spezifikation sieht die Aufteilung eines Bildes in Kacheln (tiles) an Stelle von Streifen (strips) vor. Dieser Tag definiert die Breite einer Kachel in Pixel.

Tag-Typ 322 (142H)

Datentyp SHORT oder LONG

Länge Datenbereich = 1

TileWidth in Pixel

Tabelle 39.59 TileWidth-Tag

TileLength-Tag (143H, TIFF 6.0)

Dieser Tag definiert die Höhe einer Kachel in Pixel.

Tag-Typ 323 (143H)

Datentyp SHORT oder LONG

Länge Datenbereich = 1

TileLength in Pixel

Tabelle 39.60 TileLength-Tag

Der Wert für *TileLength* muß ein Vielfaches von 16 sein, falls die JPEG-Komprimierung benutzt wird.

TileOffsets-Tag (144H, TIFF 6.0)

Für jede Kachel mit einem Bildausschnitt wird ein Offset zu den Daten in der TIFF-Datei gespeichert. Dieser Tag definiert eine Tabelle mit den Offsets in Byte.

Tag-Typ 324 (144H)

Datentyp LONG

Länge Datenbereich = n

Zeiger auf Offset-Tabelle

Tabelle 39.61 TileOffsets-Tag

Der Tag ersetzt den *StripOffset*-Tag. Die Offsets werden nach den zugehörigen Kacheln von links nach rechts und von oben nach unten angeordnet.

Für die *PlanarConfiguration* = 1 wird im Feld *Länge Datenbereich* die Zahl der Tiles per Image abgelegt. Mit *PlanarConfiguration* = 2 enthält das Feld *Länge Datenbereich* den Wert:

$\text{SamplesPerPixel} * \text{TilesPerPixel}$

Bei einer *PlanarConfiguration* = 2 werden die Offsets der ersten Farbebene (plane) zuerst gespeichert.

TileByteCount-Tag (145H, TIFF 6.0)

Dieser Tag gibt für jede Kachel die Zahl der komprimierten Bilddaten in Bytes an.

Tag-Typ 325 (145H)

Datentyp SHORT oder LONG

Länge Datenbereich = n

Zeiger auf Offset-Tabelle

Tabelle 39.62 TileByteCount-Tag

Für die *PlanarConfiguration* = 1 wird im Längenfeld die Zahl der Tiles per Image abgelegt. Mit *PlanarConfiguration* = 2 enthält das Feld *Länge Datenbereich* den Wert:

$\text{SamplesPerPixel} * \text{TilesPerPixel}$

Bei einer *PlanarConfiguration* = 2 werden die Offsets der ersten Farbebene (Plane) zuerst gespeichert.

InkSet-Tag (14CH, TIFF 6.0)

Dieser Tag definiert das verwendete Farbmodell (ink set) in einem Bild mit Farbseparation (*PhotometricInterpretation* = 5).

Tag-Typ 332 (14CH)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = 1

Ink Set

Tabelle 39.63 InkSet-Tag

Erlaubt sind die Werte:

1 CMYK-Farbsystem

2 kein CMYK-Farbsystem

Standardmäßig wird der Wert 1 für das CMYK-Farbsystem eingetragen. Damit definiert jeder Farbpunkt im Bild einen Anteil an den Farben (Cyan, Magenta, Yellow, Black).

InkName-Tag (14DH, TIFF 6.0)

Dieser Tag wird in einem Bild mit Farbseparierung (*PhotometricInterpretation* = 5) verwendet.

Tag-Typ 333 (14DH)

Datentyp ASCII

Länge Datenbereich = 1

Zeiger auf den String

Tabelle 39.64 InkName-Tag

Die Namen der Farben werden als ASCII-Z-Liste definiert. Die Zahl der Einträge muß mit *NumberOfInks* übereinstimmen.

NumberOfInks-Tag (14EH, TIFF 6.0)

Dieser Tag gibt die Zahl der Farben (inks) an.

Tag-Typ 334 (14EH)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = 1

NumberOfInks

Tabelle 39.65 NumberOfInks-Tag

Der Wert entspricht in der Regel dem Wert von *SamplesPerPixel*. Ausnahme bildet der *ExtraSample*-Tag, der einen anderen Wert definieren kann. Standard für die Farbzahl ist 4.

DOTRange-Tag (150H, TIFF 6.0)

Dieser Tag definiert den Bereich, in dem die Dicke der Farbpunkte liegen darf.

Tag-Typ 336 (150H)
Datentyp BYTE oder SHORT
Länge Datenbereich = 2 oder $2 * \text{SamplesPerPixel}$
DotRange[i]

Tabelle 39.66 DotRange-Tag

DotRange[0] korrespondiert zu 0% Punkte und *DotRange[1]* korrespondiert zu 100% Punkten. Ist für jede Komponente ein *DotRange*-Paar (Cyan etc.) enthalten, werden die Werte einer Komponente immer zusammen gespeichert.

TargetPrinter-Tag (151H, TIFF 6.0)

Dieser Tag definiert den Namen der Ausgabeeinheit.

Tag-Typ 337 (151H)
Datentyp ASCII
Länge Datenbereich = any
Zeiger auf den String

Tabelle 39.67 TargetPrinter-Tag

Der Tag enthält einen Verweis auf den Text mit dem Namen des Ausgabegeräts.

ExtrasSamples-Tag (152H, TIFF 6.0)

Dieser Tag enthält die Beschreibung zusätzlicher Daten für ein Bild.

Tag-Typ 338 (152H)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = m
Zeiger auf die Daten

Tabelle 39.68 ExtrasSamples-Tag

Der Tag verweist auf einen Datenbereich, der für einen Bildpunkt m zusätzliche Informationen bereithält. In diesem Fall sind mehr Daten vorhanden, als das *PhotometricInterpretation* speichern kann. Zum Beispiel können bei einem RGB-Bild mehr als 3 *Samples-PerPixel* auftreten. Dann definiert der *ExtrasSamples*-Tag die Bedeutung der zusätzlichen Daten. Mögliche Werte für jeden Eintrag im Datenbereich sind:

0 Unspezifizierte-Daten

1 Zugeordnete Alpha-Daten (Opacity Information)

2 Nicht zugeordnete Alpha-Daten (Transparency Information)

Dabei müssen diese Zusatzinformationen in den letzten Bytes des Datenbereichs eines Pixels abgelegt werden. Bei RGB-Werten mit 24 Bit pro Pixel kann zum Beispiel der Alphawert im 4. Byte gespeichert werden.

SampleFormat-Tag (153H, TIFF 6.0)

Dieser Tag definiert, wie jeder Datenpunkt eines Pixels zu interpretieren ist.

Tag-Typ 339 (153H)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = SamplesPerPixel

Zeiger auf die Daten

Tabelle 39.69 SampleFormat-Tag

Für die Werte sind folgende Codes definiert:

1 vorzeichenlose Integerwerte

2 signed Integerwerte

3 IEEE-Fließkommazahlen

4 undefiniertes Datenformat

Standardmäßig wird der Code 1 verwendet.

SMinSampleValue-Tag (154H, TIFF 6.0)

Dieser Tag definiert, wie viele Bildebenen (samples) für das Bild vorhanden sein müssen.

Tag-Typ 340 (154H)

Datentyp am besten passend

Länge Datenbereich = SamplesPerPixel

Zeiger auf die Daten

Tabelle 39.70 SMinSampleValue-Tag

Bei 3 *SamplesPerPixel* müssen mindestens 3 Werte pro Bildpunkt (z. B. 3 Byte) vorhanden sein.

SMaxSampleValue-Tag (155H, TIFF 6.0)

Dieser Tag definiert, wie viele Bildebenen (samples) für das Bild maximal vorhanden sein dürfen.

Tag-Typ 341 (155H)
Datentyp am besten passend
Länge Datenbereich = SamplesPerPixel
Zeiger auf die Daten

Tabelle 39.71 SMaxSampleValue-Tag

Bei einem Wert von 4 dürfen maximal 4 Samples pro Bildpunkt gespeichert werden.

TransferRange-Tag (156H, TIFF 6.0)

Dieser Tag erweitert den Bereich der *TransferFunction* (*PhotometricInterpretation*-Tag).

Tag-Typ 342 (156H)
Datentyp SHORT
Länge Datenbereich = 6
Zeiger auf die Daten

Tabelle 39.72 TransferRange-Tag

Das erste Wertepaar definiert die *TransferBlack*- und *TransferWhite*-Daten. Die Anordnung der Wertepaare entspricht der Reihenfolge im *PhotometricInterpretation*-Tag. Daran kann sich ein RGB-Wert als Realzahl anschließen.

YCbCrCoefficient-Tag (211H, TIFF 6.0)

Dieser Tag dient zur Transformation eines RGB-Wertes in das YCbCr-Farbsystem.

Tag-Typ 529 (211H)
Datentyp RATIONAL
Länge Datenbereich = 3
Zeiger auf Daten

Tabelle 39.73 YCbCrCoefficient-Tag

Das Wertefeld umfaßt drei Koeffizienten:

LumaRed

LumaGreen

LumaBlue

Aus diesen Koeffizienten lassen sich die YCbCr-Daten bestimmen:

$$Y = (LumaRed * R + LumaGreen * G + LumaBlue * B)$$

$$Cb = (B - Y) / (2 - 2 * LumaBlue)$$

$$Cr = (R - Y) / (2 - 2 * LumaRed)$$

Die Rückrechnung der RGB-Werte erfolgt durch:

$$R = Cr * (2 - 2 * LumaRed) + Y$$

$$G = (Y - LumaBlue * B - LumaRed * r) / (LumaGreen)$$

$$B = Cb * (2 - 2 * LumaBlue) + Y$$

Standardmäßig werden die CCIR 601-1 Werte 299/1000, 587/1000 und 114/1000 für *LumaRed*, *LumaGreen* und *LumaBlue* verwendet.

YCbCrSubSampling-Tag (212H, TIFF 6.0)

Dieser Tag spezifiziert Subsampling-Faktoren für die Farbkomponente (chrominance components) eines YCbCr-Bildes.

Tag-Typ 530 (212H)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = 2

Zeiger auf Daten

Tabelle 39.74 YCbCrSubSampling-Tag

Das Wertefeld umfaßt die zwei Faktoren *YCbCrSubsampleHoriz* und *YCbCrSubsampleVertic*. Das erste Feld (*YCbCrSubsampleHoriz*) kann folgende Werte enthalten:

- 1 *ImageWidth* dieser Farbkomponenten (chroma image) ist gleich der *ImageWidth* der zugeordneten Helligkeitskomponente (luma image).
- 2 *ImageWidth* dieser Farbkomponenten (chroma image) entspricht der Hälfte der *ImageWidth* der zugeordneten Helligkeitskomponente (luma image).
- 4 *ImageWidth* dieser Farbkomponente (chroma image) ist 1/4 der *ImageWidth* der zugeordneten Helligkeitskomponente (luma image).

Das Feld (*YCbCrSubsampleVertic*) kann folgende Werte enthalten:

- 1 *ImageLength* der Farbkomponente (chroma image) ist gleich der *ImageLength* der zugeordneten Helligkeitskomponente (luma image).
- 2 *ImageLength* der Farbkomponente (chroma image) entspricht der Hälfte der *ImageLength* der zugeordneten Helligkeitskomponente (luma image).
- 4 *ImageLength* der Farbkomponente (chroma image) beträgt 1/4 der *ImageLength* der zugeordneten Helligkeitskomponente (luma image).

Standardmäßig wird das Feld auf 2,2 gesetzt.

YCbCrPositioning-Tag (213H, TIFF 6.0)

Dieser Tag spezifiziert die Position der zusätzlichen Farbkomponenten (subsampled chrominance components) relativ zu den Luminanzdaten (luminance data).

Tag-Typ 531 (213H)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = 1

YCbCrPositioning

Tabelle 39.75 YCbCrPositioning-Tag

Die Werte für das Feld sind:

1 centered

2 cosited

Der Standardwert für das Feld ist 1.

ReferenceBlackWhite-Tag (214H, TIFF 6.0)

Dieser Tag spezifiziert den Abstand (Headroom und Footroom) der schwarzen und weißen Farbinformation von den maximal möglichen Werten. Diese Technik wird bei Filmen und in der Videotechnik verwendet.

Tag-Typ 532 (214H)

Datentyp RATIONAL

Länge Datenbereich = 6

ReferenceBlackWhite

Tabelle 39.76 ReferenceBlackWhite-Tag

Das Wertefeld enthält die Wertepaare für jede Farbkomponente. Der erste Wert definiert die schwarze, der zweite die weiße Farbe.

JPEGProc-Tag (200H, TIFF 6.0)

Dieser Tag spezifiziert, daß eine JPEG-Komprimierung für das Bild benutzt wurde.

Tag-Typ 512 (200H)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = 1

JPEGProc

Tabelle 39.77 JPEGProc-Tag

Für das Wertefeld sind folgende Codes zulässig:

1 Baseline Sequential Process

14 Lossless Process mit Huffman-Kodierung

Zukünftig können jedoch weitere Werte für dieses Feld definiert werden.

JPEGInterchangeFormat-Tag (201H, TIFF 6.0)

Dieser Tag spezifiziert, ob die JPEG-Daten im Interchange-Format in der TIFF-Datei abgelegt wurden.

Tag-Typ 513 (201H)

Datentyp LONG

Länge Datenbereich = 1

JPEGInterchangeFormat

Tabelle 39.78 JPEGInterchangeFormat-Tag

Liegen die Daten im JPEG-Interchange-Format vor, enthält der Tag einen Zeiger auf den Beginn der Daten (start of image, SOI Marker Code). Wenn das Feld 0 ist, liegen die Daten nicht im Interchange-Format vor.

JPEGInterchangeFormatLength-Tag (202H, TIFF 6.0)

Dieser Tag gibt die Länge in Bytes des *JPEGInterchangeFormatLength*-Datenbereiches an.

Tag-Typ 514 (202H)

Datentyp LONG

Länge Datenbereich = 1

JPEGInterchangeFormatLength

Tabelle 39.79 JPEGInterchangeFormatLength-Tag

Das Feld ist nur relevant, falls der *JPEGInterchangeFormat*-Tag vorhanden ist.

JPEGRestartInterval-Tag (203H, TIFF 6.0)

Dieser Tag definiert die Länge des Restart-Intervalls, das bei der Datenkompression benutzt wird.

Tag-Typ 515 (203H)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = 1

JPEGRestartInterval

Tabelle 39.80 JPEGRestartInterval-Tag

Das Intervall ist definiert als die Zahl der minimalen Codeeinheiten (minimum code units) zwischen den Restart-Marken (restart markers). Ist das Feld nicht vorhanden oder auf 0 gesetzt, enthalten die Daten keine Restart-Marken.

JPEGLossLessPredictors-Tag (205H, TIFF 6.0)

Dieser Tag verweist auf eine Liste mit Lossless Predictors Selection-Werten. Jeder Komponente ist dabei ein Eintrag zugeordnet.

Tag-Typ 517 (205H)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = SamplesPerPixel

Zeiger auf Tabelle

Tabelle 39.81 JPEGLossLessPredictors-Tag

Die zulässigen Werte für die Predictor-Faktoren sind in Tabelle 39.82 aufgeführt.

Auswahl	Prediction
1	A
2	B
3	C
4	A+B-C
5	A+(B-C)/2
6	B+(A-C)/2
7	(A+B)/2

Tabelle 39.82 Prediction-Werte

A, B und C sind die Abtastwerte direkt links, oberhalb und diagonal links neben dem aktuellen Punkt, der gerade kodiert wird. Näheres finden Sie im JPEG-Draft (ISO DIS 10918-1).

JPEGPointTransforms-Tag (206H, TIFF 6.0)

Dieser Tag verweist auf eine Liste mit Transformationspunkten. Jeder Komponente ist dabei ein Eintrag zugeordnet.

Tag-Typ 518 (206H)

Datentyp SHORT

Länge Datenbereich = SamplesPerPixel

Zeiger auf Tabelle

Tabelle 39.83 JPEGPointTransforms-Tag

Der Tag ist nur zulässig für eine verlustfreie (lossless) JPEG-Komprimierung.

JPEGQTables-Tag (207H, TIFF 6.0)

Dieser Tag verweist auf eine Liste mit den Offsets der Quantisierungstabelle (quantization tables).

Tag-Typ 519 (207H)

Datentyp LONG

Länge Datenbereich = SamplesPerPixel

Zeiger auf Tabelle

Tabelle 39.84 JPEGQTables-Tag

Jede Tabelle besteht aus 64 Bytes. Eine Beschreibung der Verfahren findet sich in der JPEG-Spezifikation (ISO DIS 10918-1).

JPEGDCTables-Tag (208H, TIFF 6.0)

Dieser Tag verweist auf eine Liste mit den Offsets der DC Huffman-Tabelle.

Tag-Typ 520 (208H)

Datentyp LONG

Länge Datenbereich = SamplesPerPixel

Zeiger auf Tabelle

Tabelle 39.85 JPEGDCTables-Tag

Jede Tabelle besteht aus 16 Bytes mit der Codelänge 1 ... 16 und bis zu 17 Bytes mit Werten. Eine Beschreibung der Verfahren findet sich in der JPEG-Spezifikation (ISO DIS 10918-1).

JPEGACTables-Tag (209H, TIFF 6.0)

Dieser Tag verweist auf eine Liste mit den Offsets der Huffman AC-Tabellen.

Tag-Typ 521 (209H)

Datentyp LONG

Länge Datenbereich = SamplesPerPixel

Zeiger auf Tabelle

Tabelle 39.86 JPEGACTables-Tag

Jede Tabelle besteht aus 16 Bytes mit der Codelänge 1 ... 16 und bis zu 256 Bytes mit Werten. Eine Beschreibung der Verfahren findet sich in der JPEG-Spezifikation (ISO DIS 10918-1).

Anmerkungen

Die TIFF 6.0-Spezifikation untergliedert die TIFF-Tags in eine Baseline-Gruppe und in die Extension-Tags. Für die einzelnen Gruppen (Bilevel, Grayscale, Color, RGB-Color) sind unterschiedliche Tags innerhalb der Baseline-Gruppe vorgeschrieben (Tabelle 39.87).

Tag Name	Code	Wert
		Bilevel Images
ImageWidth	100	
ImageLength	101	
Compression	103H	1,2,32773
PhotometricInterpretation	106H	0,1
StripOffsets	111H	
RowsPerStrip	116H	
StripByteCounts	117H	
XResolution	11AH	
YResolution	11BH	
ResolutionUnit	128H	1,2,3
		Grayscale Images
ImageWidth	100H	
ImageLength	101H	
BitsPerSample	102H	4,8
Compression	103H	1,32773
PhotometricInterpretation	106H	0,1
StripOffsets	111H	
RowsPerStrip	116H	
StripByteCounts	117H	
XResolution	11AH	
YResolution	11BH	
ResolutionUnit	128H	1,2,3
		Palette Color Images
ImageWidth	100H	
ImageLength	101H	
BitsPerSample	102H	4,8
Compression	103H	1,32773
PhotometricInterpretation	106H	3
StripOffsets	111H	

Tag Name	Code	Wert
RowsPerStrip	116H	
StripByteCounts	117H	
XResolution	11AH	
YResolution	11BH	
ResolutionUnit	128H	1,2,3
ColorMap	150H	
		RGB Color Images
ImageWidth	100H	
ImageLength	101H	
BitsPerSample	102H	8,8,8
Compression	103H	1,32773
PhotometricInterpretation	106H	2
StripOffsets	111H	
SamplesPerPixel	115	>= 3
RowsPerStrip	116H	
StripByteCounts	117H	
XResolution	11AH	
YResolution	11BH	
ResolutionUnit	128H	1,2,3

Tabelle 39.87 Required Tags für TIFF

Jeder TIFF-Leser sollte diese Tags bearbeiten können. Beim *Compression*-Tag sind nur wenige Kodierungsverfahren für die Basis-TIFF-Files vorgeschrieben.

TIFF-Komprimierungsverfahren

Da Bilddaten häufig in komprimierter Form vorliegen, sieht die TIFF-Spezifikation verschiedene Kodierungsverfahren vor:

Unkomprimiert

Jeder TIFF-Writer kann die Bilddaten in unkomprimierter Form in der Datei ablegen. Dies gewährleistet in der Regel die Übernahme der Bilddaten durch andere TIFF-Reader. Allerdings nehmen die Dateien einen sehr großen Umfang an.

PackBit-Kodierung

Dieses Verfahren gehört mit dem Code 32773 zu den privaten Kodierungen und stammt aus der Macintosh-Welt. Die Bilddaten werden recordweise gespeichert. Das erste Byte ist der Header, der die Zahl der nachfolgenden Datenbytes angibt. In Abhängigkeit vom Wert dieses Bytes gibt es zwei verschiedene Recordarten:

Record	Beschreibung
Header 0 – 7FH	Der Record besteht aus dem Header und n+1 Datenbytes. Der Wert n steht dabei im Headerbyte. In diesem Fall werden die nächsten n+1 Bytes der Eingabedatei gelesen und in die Ausgabe kopiert. Der Record enthält unkomprimierte Daten.
Header 81H – FFH	Der Record besteht aus dem Headerbyte, gefolgt von einem Datenbyte. Vom Wert des Headerbytes wird 80H subtrahiert und anschließend das Datenbyte (n+1) mal in die Ausgabe kopiert.

Tabelle 39.88 Packbit Compression

Der Code 80H im Header ist nicht zulässig. Tritt dieser Code auf, ist das betreffende Byte zu überlesen.

Die TIFF 6.0-Spezifikation definiert einige zusätzliche Anforderungen an die Packbit-Komprimierung:

- ▶ Jede Reihe mit Bilddaten muß separat komprimiert werden. Die gepackten Daten dürfen nicht über eine Bildzeile herausragen.
- ▶ Die unkomprimierten Bilddaten sollten auf 16-Bit-Grenzen ausgerichtet werden. Die Zahl der unkomprimierten Bytes pro Zeile errechnet sich zu $(\text{ImageWidth} + 7)/8$.

Aus der Größe des Record-Headers ergibt sich, daß Datenreihen mit mehr als 128 gleichen Bilddatenbytes in mehrere Records aufzuteilen sind.

Fax-Komprimierung (Modified Huffman Compression)

Einige Kodierungsverfahren in der TIFF-Spezifikation lehnen sich an die Fax CCITT/3-Group-Komprimierung an. Der Scanner versucht, möglichst zusammenhängende Gruppen weißer oder schwarzer Pixel zu kodieren. Hierzu wurde eine Tabelle definiert, welche die Codes für Bildverläufe zwischen 0 und 63 aneinanderhängende weiße Pixel enthält, und eine zweite mit den Codes für 0 bis 63 aneinander gereihte schwarze Pixel. Weiterhin enthalten diese Tabellen auch noch Einträge für diskrete Stufen schwarzer und weißer Punktreihen mit mehr als 63 Punkten (hierfür sind die Codes 64 bis 2633 vorgesehen). Wird nun eine Zeile abgetastet, speichert der Scanner entsprechend der jeweiligen Zahl weißer oder schwarzer Punkte Tabellencodes in der Ausgabedatei. Dabei gelten im TIFF folgende Randbedingungen:

- ▶ Jede Zeile innerhalb eines Bitmaps wird unabhängig von den anderen Zeilen bearbeitet.
- ▶ Füllbits am Bildrand dürfen nicht komprimiert werden. Der Aufbau der CCITT/3-Tabellen ist Abbildung 39.4 oder den entsprechenden ISO-Dokumenten zu entnehmen.

- ▶ Jede kodierte Zeile muß mit einem weißen Bitmuster (zur Synchronisation) beginnen. Bei Bildern, die mit schwarzen Punkten anfangen, wird der Code für ein weißes Muster mit 0 Pixel eingeschoben.
- ▶ Die für Fax-Anwendungen nach CCITT/3 gedachten EOL-Markierungen (Zeilenende) werden in TIFF nicht verwendet.

Mit Hilfe der Codetabellen werden die Bildpunkte einer Reihe analysiert. Dann werden weiße und schwarze Bildfolgen zu den Codes aus der Tabelle zusammengefaßt. Damit ergeben sich für die Zeilen variabel lange Codefolgen. Um bei Farbdarstellungen den Leser zu synchronisieren, beginnen alle Zeilen mit einer Codezahl für weiße Pixel. Falls die Originalzeile mit schwarzen Punkten beginnt, generiert das Komprimierungsprogramm den Code für eine weiße Pixelfolge mit 0 Elementen.

- ▶ Bildfolgen zwischen 0 und 63 Pixel werden mit einem Terminatorcode (Word) kodiert.
- ▶ Pixelfolgen zwischen 64 und 2623 (2560 + 63) werden zuerst mit einem Make-up-Code (Run Length des nächsten kleineren Tabelleneintrages) eingeleitet. Dann folgt der Terminatorcode, in dem die Differenz gespeichert wird.
- ▶ Sequenzen länger (oder gleich) als 2624 werden mit dem Startcode 2560 eingeleitet. Ist die verbleibende Pixelzahl gleich oder größer 2560, werden weitere Sequenzen dieser Codefolge generiert. Erst wenn die verbleibende Pixelzahl kleiner als 2560 ist, wird ein weiterer Code mit der Zahl der verbleibenden Pixel generiert.

Falls bei der Dekodierung die Zahl der gelesenen Pixel nicht mit dem Eintrag in *Image-Width* übereinstimmt, ist ein nicht behebbarer Fehler aufgetreten.

Bei der Komprimierung werden keine EOL-Codes verwendet. Es werden auch keine Füllbits am rechten Bildrand benutzt, um das letzte Byte einer Reihe zu füllen. Nachfolgende Abbildung enthält die Codes für die schwarzen und weißen Pixelfolgen.

Terminating codes			
White	Black	White	Black
run	Code	run	Code
length	word	length	word
-----	-----	-----	-----
0	00110101	0	0000110111
1	000111	1	010
2	0111	2	11
3	1000	3	10
4	1011	4	011
5	1100	5	0011
6	1110	6	0010

7	1111	7	00011
8	10011	8	000101
9	10100	9	000100
10	00111	10	0000100
11	01000	11	0000101
12	001000	12	0000111
13	000011	13	00000100
14	110100	14	00000111
15	110101	15	000011000
16	101010	16	0000010111
17	101011	17	0000011000
18	0100111	18	0000001000
19	0001100	19	00001100111
20	0001000	20	00001101000
21	0010111	21	00001101100
22	0000011	22	00000110111
23	0000100	23	00000101000
24	0101000	24	00000010111
25	0101011	25	00000011000
26	0010011	26	000011001010
27	0100100	27	000011001011
28	0011000	28	000011001100
29	00000010	29	000011001101
30	00000011	30	000001101000
31	00011010	31	000001101001
32	00011011	32	000001101010
33	00010010	33	000001101011
34	00010011	34	000011010010
35	00010100	35	000011010011
36	00010101	36	000011010100
37	00010110	37	000011010101
38	00010111	38	000011010110
39	00101000	39	000011010111
40	00101001	40	000001101100
41	00101010	41	000001101101
42	00101011	42	000011011010

43	00101100	43	000011011011
44	00101101	44	000001010100
45	00000100	45	000001010101
46	00000101	46	000001010110
47	00001010	47	000001010111
48	00001011	48	000001100100
49	01010010	49	000001100101
50	01010011	50	000001010010
51	01010100	51	000001010011
52	01010101	52	000000100100
53	00100100	53	000000110111
54	00100101	54	000000111000
55	01011000	55	000000100111
56	01011001	56	000000101000
57	01011010	57	000001011000
58	01011011	58	000001011001
59	01001010	59	000000101011
60	01001011	60	000000101100
61	00110010	61	000001011010
62	00110011	62	000001100110
63	00110100	63	000001100111

Make-up codes

White	Black		
run	Code	run	Code
length	word	length	word
-----	-----	-----	-----
64 11011	64 0000001111	128 10010	128 000011001000
192 010111	192 000011001001	256 0110111	256 000001011011
320 00110110	320 000000110011	384 00110111	384 000000110100
448 01100100	448 000000110101	512 01100101	512 0000001101100

576 01101000	576 0000001101101
640 01100111	640 0000001001010
704 011001100	704 0000001001011
768 011001101	768 0000001001100
832 011010010	832 0000001001101
896 011010011	896 0000001110010
960 011010100	960 0000001110011
1024 011010101	1024 0000001110100
1088 011010110	1088 0000001110101
1152 011010111	1152 0000001110110
1216 011011000	1216 0000001110111
1280 011011001	1280 0000001010010
1344 011011010	1344 0000001010011
1408 011011011	1408 0000001010100
1472 010011000	1472 0000001010101
1536 010011001	1536 0000001011010
1600 010011010	1600 0000001011011
1664 011000	1664 0000001100100
1728 010011011	1728 0000001100101
EOL 000000000001	EOL 000000000001

Additional make-up codes

White
and
Black Make-up
run code
length word

1792 00000001000
1856 00000001100
1920 00000001101
1984 000000010010
2048 000000010011
2112 000000010100
2176 000000010101

2240	000000010110
2304	000000010111
2368	000000011100
2432	000000011101
2496	000000011110
2560	000000011111

Abbildung 39.4 Fax-Kodierungstabellen

Wird nun eine Zeile abgetastet, speichert der Scanner entsprechend der jeweiligen Zahl der weißen oder schwarzen Punkte die Codes der Tabelle in die Ausgabedatei. Dabei gelten im TIFF die oben beschriebenen Randbedingungen.

Weitere Informationen zum Aufbau der CCITT/3-Tabellen sind den entsprechenden ISO-Dokumenten zu entnehmen.

Die LZW-Komprimierung (Code 5)

Dieses Komprimierungsverfahren nutzt adaptive Techniken zur Generierung der Codetabellen. Der Algorithmus selbst wurde bereits im Rahmen der GIF-Beschreibung vorgestellt. Für die TIFF-Komprimierung gilt folgendes:

- ▶ Jeder Strip muß separat mit LZW komprimiert werden.
- ▶ Ein Strip sollte maximal 8 kByte unkomprimierte Daten enthalten.
- ▶ Die Codelänge ist variabel, darf aber 12 Bits nicht überschreiten. Die Tabelle ist für jeden Strip neu aufzubauen.

Ist *BitsPerSample* = 4, enthält jedes LZW-Codebyte zwei Bildpunkte (à 4 Bit). Die Tabelle kann beim Start mit den Werten 0 bis 255 initialisiert werden. Der erste ausgegebene Code ist der *Clear-Code*. Jeder Strip ist mit einem *EndOfInformation-Code* abzuschließen. Jeder LZW-komprimierte Strip muß an Bytegrenzen beginnen. Eine Ausrichtung auf Wortgrenzen ist nicht erforderlich. *FillOrder* wird immer zu 1 angenommen. Die komprimierten Codes werden byteweise gespeichert.

Anmerkung: Für das LZW-Komprimierungsverfahren hält die Unisys Corporation ein Patent. Softwareentwickler, die dieses Verfahren zur Komprimierung von Bildern verwenden, benötigen eine Lizenz dieser Firma.

Die JPEG-Komprimierung

Ab TIFF 6.0 wurde die JPEG-Komprimierung in die Spezifikation aufgenommen. Das JPEG-Verfahren ist als ISO-Norm verabschiedet und kennt verschiedene Komprimierungsvarianten. Bei der Baseline-Komprimierung gehen Bildinformationen verloren. Al-

ternativ gibt es daher das Lossless-Komprimierungsverfahren. Voraussetzung für die Verwendung der JPEG-Komprimierung ist, daß die Bilddaten pro Komponente als 8-Bit-Werte vorliegen. Andernfalls sind die Bilddaten zuerst in Bytes zu kodieren.

Die verschiedenen Komprimierungsvarianten werden in der TIFF 6.0-Spezifikation kurz vorgestellt. Eine sehr gute Referenz bietet: *W.B. Pennebaker, J.L. Mitchell, JPEG Still Image Compression Standard, Van Nostrand Reinhold, ISBN 0-442-01272-1*. Dieses Buch enthält im Anhang die ISO-Spezifikation für das JPEG-Verfahren.