

Das Windows -Dateisystem FAT32

Verkettungen

Ohne Dateisystem kann kein Betriebssystem Dateien und Verzeichnisse lesen und schreiben. Unter Windows 98 sorgt "FAT32" dafür, dass Programme Daten lesen und schreiben können.

Von Ingo Steinhaus

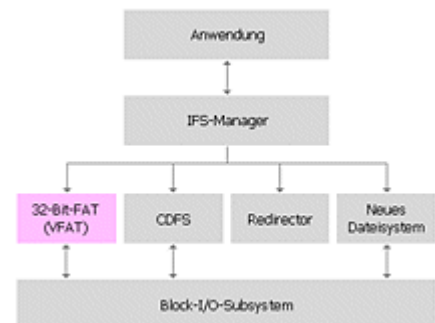
"FAT" steht für "File Allocation Table" (Deutsch "Dateizuordnungstabelle") und bezeichnet die zentrale Organisationsstruktur des Dateisystems von Windows 95/98/Me. Es stammt noch von DOS - Zeiten her und trägt auch dessen - längst nicht mehr zeitgemäße - Erbsenschaft. Es konnte lediglich Datei - und Ordnernamen einer Länge von elf Zeichen verwalten - inklusive Dateierweiterung und dem trennenden Punkt. Beispiel:

dblspace.bin

Das änderte sich mit dem heute üblichen Windows - Dateisystem, dessen sichtbarster Unterschied zu FAT die langen Dateinamen sind, wie man sie heute von Windows kennt. Microsoft führt es als "VFAT" (Virtualized File Allocation Table) bereit in Windows für Workgroups 3.11 ein. Im "Windows 95 OEM Service Release 2" kam noch die FAT - Erweiterung FAT32 hinzu, die zum Lesen und Schreiben auf dem Datenträger 32 - Bit - Komponenten sowie einen 32 - Bit - Cache (den "Vcache") nutzt - im Gegensatz zu 16 Bit beim "alten" FAT - System. Die Begriffe VFAT, FAT32 und 32 - Bit - FAT werden in der Fachliteratur oft synonym verwendet und meinen alles daselbe: die Variante des FAT - Dateisystems, die mit langen Dateinamen und 32 - Bit - Zugriff arbeitet.

FAT32 ist dabei übrigens nur für den Zugriff auf Disketten und Festplatten zuständig. Um CD - ROM - Daten zu lesen und zu schreiben, nutzt Windows 98 die Komponente "CDFFS" (CD - ROM File System). Zugriffe im Netzwerk ermöglichen dagegen ein "Redirector" ("Umleiter"). Um sich in das Netzwerk eines bestimmten Typs einzuklinken, muss der Anwender in der Netzwerkumgebung von Windows ein sogenanntes Netzwerk - Client installieren. Diese gibt es beispielsweise für Microsoft - Netzwerke oder Novell - Netware - Netze und stellen jeweils einen Redirector im Dateisystem zur Verfügung. Redirectoren sind also installierbar - und das gilt auch für alle anderen Komponenten des Dateisystems wie FAT32 und CDFFS. Auf diese Weise ist dafür gesorgt, dass auch künftige Dateisysteme unter Windows hinzugefügt werden können.

Obwohl das FAT - Dateisystem von Kritikern (nicht nur) aus dem Linux - Lager oftmals "simpel" und "überholt" bezeichnet wird, ist es doch eine recht komplizierte Angelegenheit. Es stellt den logischen Sektor auf der Festplatte eine ausgefeilte Organisationsstruktur vor, deren Grundlage der "Cluster" ist. Der wiederum beruht auf der Einteilung des Datenträgers in "Sektoren". (Lesen Sie hierzu den Beitrag [Unsichtbare Ordnung](#) ^[1] im Computer Channel, der die physikalische Datenstruktur einer Festplatte erläutert.)

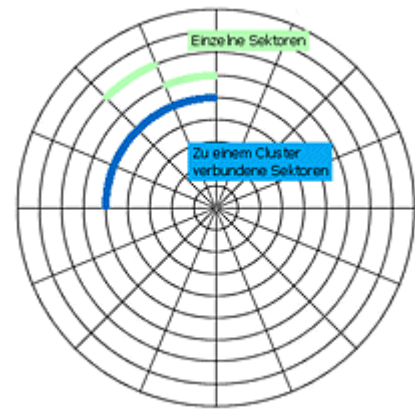


Windows 98: Das Dateisystem besteht aus verschiedenen Komponenten. Das 32 - Bit - FAT sorgt dabei für den Zugriff auf lokale Datenträger wie Disketten und Festplatten.

Cluster, FAT und Hauptverzeichnis

Ein Sektor auf der Festplatte ist 512 Byte groß. Aus Geschwindigkeitsgründen beim Lesen und Schreiben nutzt Windows nicht die einzelnen Sektoren als Organisationseinheit, sondern fasst die zugewiesenen Einheiten,

den "Clustern" zusammen und verkettete sie. Ein Cluster ist eine Gruppe aus 4 bis 64 Sektoren. Folglich kann ein Cluster zwischen 2.048 und 32.768 Byte enthalten. Die meisten Windows-Systeme benutzen eine Cluster-Größe von 4.096 Byte, verwenden also acht Sektoren pro Cluster. Ähnlich wie Sektoren werden die Cluster des FAT-Dateisystems ebenfalls ab Null durchnummeriert. Eine Datei wird immer in mindestens einem dieser Cluster gespeichert.



Nur als Gruppe: Windows verkettet Festplatten-Sektoren zu Clustern aus mindestens vier Sektoren.

Damit das Dateisystem eine einmal geschriebene Datei wiederfindet, muss es sich merken, in welchem Cluster eine Datei mit einem bestimmten Namen liegt. Dazu dient die FAT (von der das Windows-Dateisystem einen Namen hat) und das "Hauptverzeichnis" (Root Directory). Sie liegen in bevorzugten Bereichen auf dem Datenträger: Nachdem Volume Boot Record [2] des Laufwerks sowie einigen reservierten Sektoren folgen zunächst zwei FAT-Kopien und anschließend das Hauptverzeichnis.

Die FAT ist für die Angabe der Position einer Datei auf dem Laufwerk verantwortlich. Sie ist eine Tabelle mit Einträgen für alle Cluster auf dem Laufwerk und gibt Windows Informationen darüber, welche Cluster mit Daten belegt sind. Das Hauptverzeichnis enthält unter anderem den Namen einer Datei. In einem FAT-Dateisystem spielen Hauptverzeichnis und die FAT zusammen, wenn es darum geht, eine Datei auf der Festplatte zu finden.

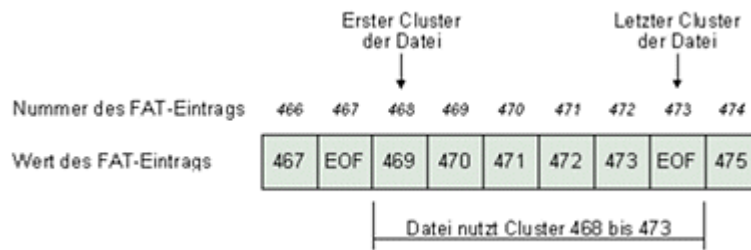
SofindetWindowsDateieninderFAT

Der Zusammenhang zwischen Hauptverzeichnis und FAT ist leichter zu verstehen, wenn man den Vorgang des Öffnens einer Datei etwas genauer unter die Lupe nimmt. Als Beispiel soll der Editor aus dem Windows-Zubehör dienen, der die Datei "c:\netlog.txt" öffnet. Wenn Sie den Namen der Datei im Öffnen-Dialog des Editors eingeben und auf "OK" klicken, geschieht in etwa vereinfachter Darstellung folgendes:



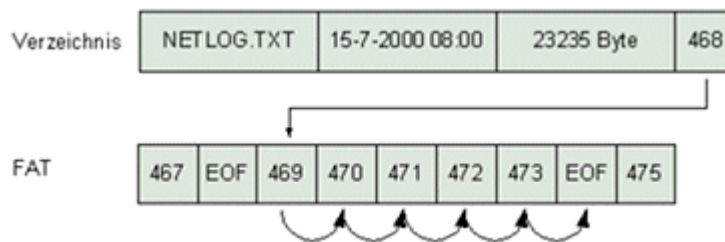
Ein Blick ins Hauptverzeichnis: Mit einem Disk-Editor lässt sich erkennen, wie Windows Dateien und Verzeichnisse verwaltet.

- Windows liest das Hauptverzeichnis und sucht nach dem Dateinamen. Zu jedem Dateinamen gibt es neben Größe, Datum und Uhrzeit noch eine weitere wichtige Information: Der Cluster im Dateisystem, an dem diese Datei beginnt.
- Mit dieser Information sucht Windows nun in der FAT nach dem Beginn der Datei. Die FAT besteht aus einer Folge von Zahlenwerten, die entweder 0 oder einen anderen Wert annehmen. Diese Zahlenwerte bilden den logischen Aufbau eines Laufwerks nach. Jeder Wert in der FAT steht für einen Cluster. Der 15. Wert zum Beispiel steht für den Cluster 14 (da die Nummerierung der Cluster bei 0 beginnt). Ist der Wert dagegen 0, so heißt das: Der betreffende Cluster ist leer und enthält keine Daten.
- Für das Öffnen der Datei "netlog.txt" durchläuft Windows solange die Cluster-Einträge in der FAT, bis es den Start-Cluster der Datei erreicht hat. Nun kann es den ersten Cluster dieser Datei lesen.
- An dieser Stelle ist die Nummer des Clusters notwendig, in dem der Rest der Datei steht. Diese Information befindet sich im FAT-Eintrag: Sein Wert entspricht der Nummer des Clusters, an dem die Datei weitergeht. Windows liest nun diesen Cluster von der Festplatte und sucht nach dem entsprechenden FAT-Eintrag. Sein Wert entscheidet, welchen Cluster Windows als nächsten liest.



Die FAT: Jeder Eintrag enthält die Angabe eines Clusters. Das Schema zeigt eine Datei, deren Start-Cluster die Nummer 468 trägt. In diesem FAT-Eintrag findet Windows die Nummer 469, die auf den nächsten Cluster verweist - und so weiter. Der EOF-Wert zeigt an, dass es sich um den letzten Cluster der Datei handelt.

- Ist das Ende der Datei erreicht, also wenn Windows den letzten Cluster der Datei gelesen hat, darf es nicht weiterlesen, da es sonst Daten einer anderen Datei lesen würde. Die Information über den letzten zu einer Datei gehörenden Cluster befindet sich ebenfalls in der FAT: Der entsprechende Eintrag ist ein Sonderwert, der Windows sagt: "Hier endet die Datei". Im Bild ist dies als EOF ("End of file": Ende der Datei) dargestellt. Und nun nochmal der Zusammenhang von Hauptverzeichnis und FAT als Schema:

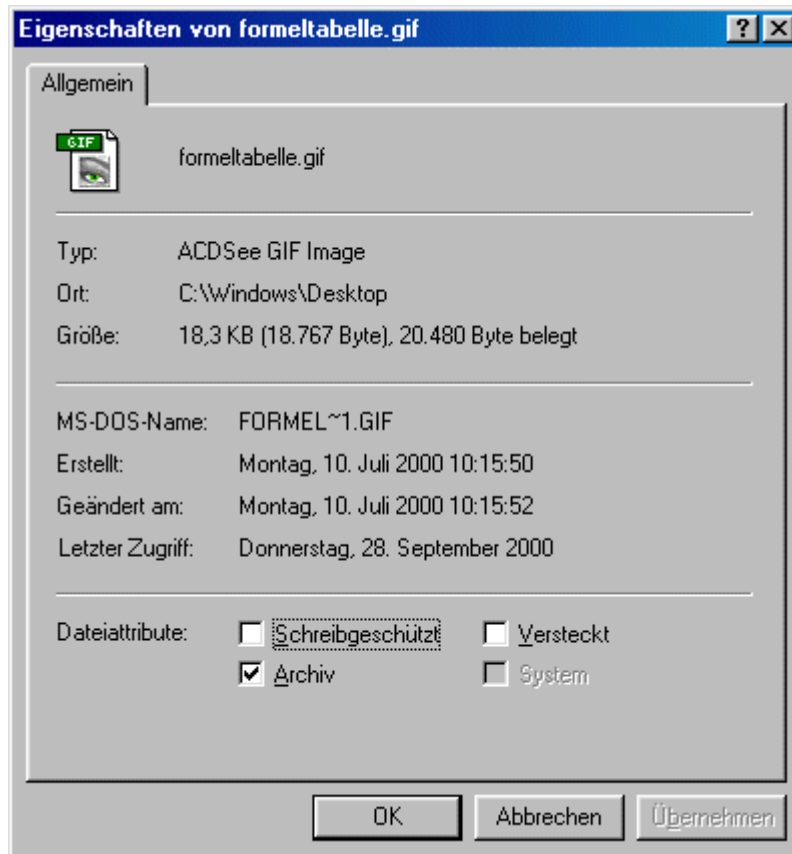


Arbeiten Hand in Hand: Das Hauptverzeichnis enthält alle wichtigen Informationen einer Datei, die die FAT weiß, wo auf der Festplatte sie gespeichert ist.

Die Verzeichnis-Struktur

Das FAT-Dateisystem besitzt neben der Dateizuordnungstabelle eine zweite, sehr wichtige Organisationsstruktur: Verzeichnisse (oder auch Ordner genannt). Alle Dateien auf der Festplatte sind in einem Verzeichnis eingetragen. Das wichtigste Verzeichnis eines FAT-Dateisystems ist das Hauptverzeichnis ("Root directory") des Laufwerks. Auf der Festplattenpartition C: lautet das Hauptverzeichnis "c:". Dortsind Dateien und weitere Verzeichnisse eingetragen. Jeder Eintrag in einem Verzeichnis besteht aus einer Reihe von Elementen:

- Der Dateiname:** Er ist wichtiger Bestandteil des Verzeichnisses. Ein Standard-Verzeichniseintrag enthält nur den sogenannten DOS-Dateinamen, der aus acht Zeichen, einem Punkt und drei weiteren Zeichen für die Dateierweiterung besteht. Dieser kurze Dateiname wird auch oft 8.3-Dateiname (Sprich: "Acht Punkt Drei") genannt.
- Die Datei-Attribute:** Ein Verzeichniseintrag speichert auch die Attribute einer Datei. Dabei handelt es sich um grundlegende Angaben für den Eintrag sowie Infos über Schreibschutz und andere Dinge. Die wichtigsten Datei-Attribute können Sie sich ganz einfach unter Windows anzeigen lassen: Klicken Sie auf dem Desktop oder im Windows Explorer mit der rechten Maustaste auf eine Datei und rufen Sie "Eigenschaften" auf. Auf der Registerkarte "Allgemein" der Dateieigenschaften sehen Sie im unteren Teil Angaben zu den Attributen "Schreibgeschützt", "Archiv", "Versteckt" und "System".



Die Merkmale einer Datei: Über das Kontextmenü einer Datei lässt sich unter Windows ihre Eigenschaften anzeigen - darunter die wichtigsten Attribute.

- **Datum und Uhrzeit:** Jeder Verzeichniseintrag enthält außerdem Informationen über den Zeitpunkt des letzten Speicherns, des Erzeugens und des letzten Zugriffs auf die Datei. Das Zugriffsdatum ist bei einer erstmalig gesicherten Datei identisch mit dem Speicherdatum, wird aber auch beim Lesen ohne Veränderung der Datei neu in den Verzeichniseintrag geschrieben.
- **Die Größe:** Auch diese Angabe befindet sich in einem Verzeichniseintrag wieder.
- **Der Start-Cluster:** Die für den Zugriff auf die Datei wichtigste Information ist die Nummer des Start-Clusters der Datei. Mit dieser Angabe kann Windows den weiter oben beschriebenen Prozess des Auslesens der Datei aus einer FAT-Kette beginnen.

Dateinamen: kurze und lange

Windows verwaltet seit der Version 95 für jede Datei zwei Dateinamen:

- **Den kurzen**, zu MS-DOS kompatiblen Dateinamen. Er wird oft SFN (für "Shortfilename", wörtlich übersetzt "kurzer Dateiname") abgekürzt.
- **Den langen** Windows-Dateinamen, der maximal 255 Zeichen lang sein kann und so sinnvollere Benennungen zulässt als das alte 8.3-Schema. Er wird auch LFN ("Longfile name", für "langer Dateiname") abgekürzt. In deutschen Texten zum Thema finden Sie manchmal auch die Abkürzung LDN ("Langer Dateiname").

Unter Windows wird der kurze 8.3-Dateiname automatisch erzeugt, wenn Sie eine Datei anlegen. Dabei werden die ersten sechs Buchstaben des langen Dateinamens genutzt. Darauf folgen die

Tilde und eine fortlaufende Nummer, die über die Anzahl der bereits mit dieser erstensechs Buchstaben vergebenen 8.3-Dateinamen ermittelt wird. Ein Beispiel: Sie erzeugen ein Word-Dokument mit dem Namen "Quartalsbericht.doc". Windows konvertiert diesen Namen nun zum 8.3-Dateinamen "QUARTA~1.DOC". Wenn Sie nacheinander die Dokumente "Quartalsbericht neu.doc", "Quartalsbericht nochmal überarbeitet.doc" und "Quartalsbericht endgültige Version.doc" erzeugen, vergibt Windows die 8.3-Dateinamen QUARTA~2.DOC, QUARTA~3.DOC und QUARTA~4.DOC.

Falls Sie mehr als neun Dateien haben, die sich in den ersten Buchstaben nicht unterscheiden, sind auch 8.3-Dateinamen wie QUART~14.DOC oder QUART~68.DOC möglich, bei denen nur die ersten fünf Zeichen als Bezeichnung zur Verfügung stehen.

Konventionen bei Dateinamen: Windows unterscheidet bei Dateinamen nicht nach Groß- und Kleinschreibung. Die Dateinamen "MeinDokument.doc", "MEINDOKUMENT.DOC" und "mein dokument.doc" verweisen also immer auf dasselbe Dokument. Die Dateisysteme unter Unix beispielsweise unterscheiden dagegen zwischen Groß- und Kleinbuchstaben. Unter ihnen wären die beiden Dateinamen auch Bezeichnungen für zwei verschiedene Dateien.

Bei langen Dateinamen übernimmt Windows zwar die Groß- und Kleinschreibung, wertet sie aber beim Suchen nacheinander nicht aus. Kurze Dateinamen werden immer mit Großbuchstaben in ein Verzeichnis eingetragen.

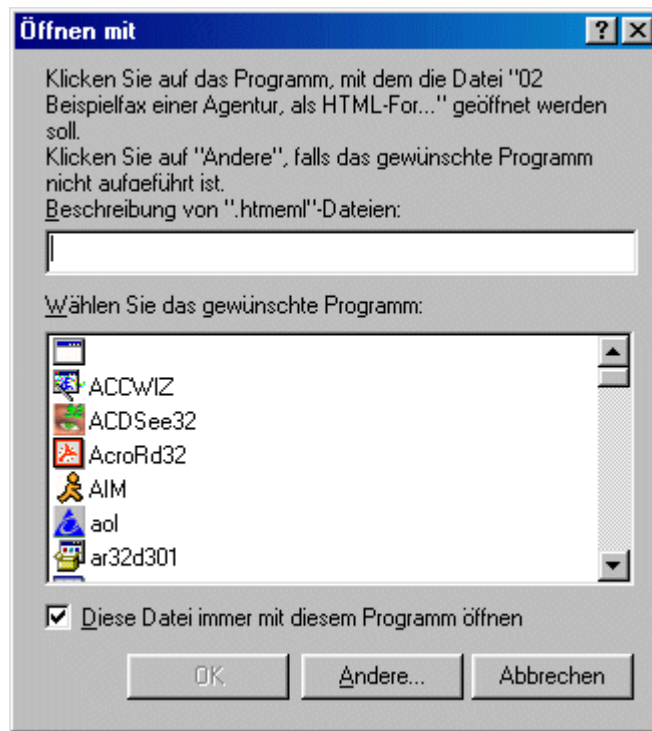
Ein langer Dateiname besteht aus Groß- und Kleinbuchstaben, Ziffern, Leerzeichen und den Sonderzeichen \$%' -_@~^!()^#&+;= []. Außerdem kann ein langer Dateiname so viele Punkte wie nötig enthalten. Das heißt: Ein Name wie "Berichte4.Quartal1999.doc" ist möglich.

Bei kurzen Dateinamen sind die Sonderzeichen +;= [] nicht erlaubt. Beim Umwandeln vom langen in den kurzen Dateinamen wandelt Windows sie in Unterstriche um. Leerzeichen entfernt es vollständig.

Ein langer Dateiname kann bis zu 255 Zeichen lang werden. Solche Monsternamen sind jedoch im Windows Explorer nur schwer darzustellen. Aus diesem Grund sollten Sie sich auf maximal 100 Zeichen begrenzen.

Dateierweiterungen: Untereiner Dateierweiterung sind die Zeichen zu verstehen, die nach dem letzten Punkt in einem Dateinamen vorkommen. Bei kurzen Dateinamen sind für die Dateierweiterung maximal drei Buchstaben reserviert. Bei den langen Dateinamen von Windows sind es manchmal auch vier oder fünf Buchstaben wie zum Beispiel "jpeg", "html" oder "shhtml".

Die Dateierweiterung gibt den Typ der Datei an. Ausführbare Dateien, also Programme, besitzen immer die Erweiterung EXE für "Executeable". Ansonsten sind die Erweiterungen nur per Konvention festgelegt. Das heißt, dass eine Datei mit der Erweiterung "txt" durchaus eine Webseite im HTML-Format als Inhalt haben kann. Auch hier macht ein Blick über den Zaun den Sachverhalt deutlich: Das Dateisystem des Macintosh speichert den Dateityp separat in einer eigenen Information. Deswegen haben Dateien auf dem Macintosh keine Dateierweiterung - weil sie die Information an dieser Stelle einfach nicht benötigen.



Der Anwender muss entscheiden: Ist die Erweiterung (der Typ) einer Datei in Windows nicht registriert, kann es das dazu gehörige Programm nicht automatisch starten.

Ein Windows -Dateiname **kanneine** Erweiterung besitzen, muss es aber nicht. Dateien ohne Erweiterung haben jedoch einige Probleme: Windows kann Programmdateien ohne Erweiterung nicht automatisch starten. Es zeigt dann den Dialog "Öffnen mit" an, der die Auswahl eines geeigneten Programms erlaubt. Der gleiche Dialog taucht übrigens auch auf, wenn der Dateityp nicht in Windows -System registriert, dem System also unbekannt ist. Aus diesem Grund sollten Dateinamen grundsätzlich einen Namen mit Erweiterung tragen - und zwar immer die von einer Anwendung vorgeschlagene. Beispiele: Word -Dokumentes sollten immer auf ".doc" enden, Bilder im JPEG-Format immer auf ".jpg" oder ".jpeg" und Excel -Arbeitsmappen immer auf ".xls".

Die Datei -Attribute

Die Datei -Attribute in einem Verzeichniseintrag geben Windows oder einem Anwendungsprogramm erweiterte Informationen über den Zweck dieser Datei. Es gibt insgesamt sechs verschiedene Attribute, die auch kombiniert vergeben werden können:

- **Readonly:** "Nur Lesen" - Dieses Attribut markiert eine Datei als schreibgeschützt. Es informiert die Software darüber, dass diese Datei nicht überschrieben oder gelöscht werden darf. Die Behandlung einer Datei mit diesem Attribut ist allerdings uneinheitlich. Die meisten Anwendungen öffnen eine Datei mit Schreibschutz auf eine Weise, die das Speichern verhindert. Der Windows Explorer gestattet es jedoch, eine so gekennzeichnete Datei nach einer Nachfrage trotz dem relativ einfach zu löschen. Das Attribut ist also ein besonders guter Schutz vor Datenverlusten.
- **Hidden:** "Versteckt" - Dieses Attribut verhindert, dass eine Datei im Windows Explorer oder in den Dateidialogen angezeigt wird. Doch das Attribut hat zwei Einschränkungen: Windows kennt keine Einstellung, in der versteckte Dateisichtbarsind. Außerdem ist es möglich, eine versteckte Datei zu öffnen, wenn der Dateiname bekannt ist.
- **System:** "System" - Dieses Attribut ist für wichtige, interne Systemdateien reserviert. Es arbeitet ähnlich wie "Readonly" und soll das Löschen verhindern. Doch Vorsicht: Auch als Systemdatei markierte Dateien können mit dem Windows Explorer entfernt werden.
- **VolumeLabel:** "Datenträger-Name" - Ein Verzeichniseintrag mit diesem Attribut ist keiner Datei zugeordnet, sondern gibt die Bezeichnung des Datenträgers an. Normalerweise

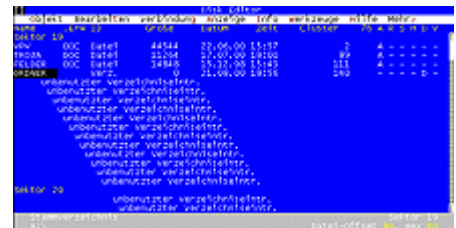
- existiert nur eine Bezeichnung im Hauptverzeichnis der Partition oder des Datenträgers.
- **Directory:** "Verzeichnis" - Dieses Attribut markiert einen Verzeichniseintrag, der auf eine Spezialdatei verweist. Sie wird von Windows als Verzeichnis interpretiert. Genausowie eine Datei trägt sie einen Namen, wird im Windows Explorer aber als Ordner dargestellt. Nach einem Doppelklick auf diesen Ordner wird der Inhalt des jeweiligen Verzeichnisses angezeigt - nämlich weitere Dateien und Ordner.
- **Archive:** "Archiv" - Das Archiv - Attribut ist für die Zusammenarbeit mit einem Programm zur Datensicherung gedacht. Wenn eine Datei ohne dieses Kennzeichen gespeichert oder kopiert wird, vergibt Windows das Archiv - Attribut automatisch. Auch neue Dateien werden immer mit diesem Attribut ausgestattet. Datensicherungs - Software sollte das Attribut nach dem Speichern in der Dateikopie entfernen. Da Windows bei jeder Änderung der Datei das Attribut wieder vergibt, kann das Datensicherungsprogramm erkennen, welche Datei sich verändert haben und neu gesichert werden müssen.

Nicht alle Dateiattribute können sinnvoll kombiniert werden. So macht es zum Beispiel keinen Sinn, eine Datei oder ein Verzeichnis auch als "Volume Label" zu kennzeichnen. Dokumente, Bilder und alle anderen Dateien dürfen nicht das Attribut "Directory" besitzen, da Windows beim Zugriff darauf unter Garantie abstürzen würde.

Hauptverzeichnis und Unterverzeichnisse

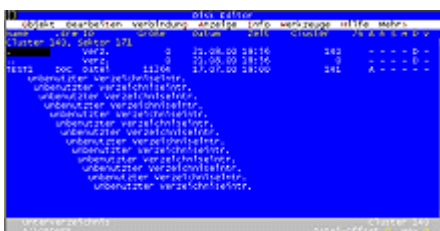
Eine aus Anwendersicht entscheidende Merkmale des FAT - Dateisystems ist die hierarchische Struktur aus Verzeichnissen. Unter Windows heißt diese "Ordner".

Bei der Erstellung der Dateiattribut wurde es schon angedeutet: Im Hauptverzeichnis eines FAT - Dateisystems können weitere Verzeichnisse angelegt werden. Sie tragen wie Dateien einen Namen, jedoch normalerweise keine Erweiterung - obwohl auch Verzeichnisnamen wie "Konzepte.alt" oder "System.Backup" möglich sind. Das Bild zeigt einen Verzeichniseintrag für ein Unterverzeichnis namens "Ordner" auf einer Diskette, wie er vom "DiskEditor" der "Norton Utilities" angezeigt wird.



Ein Verzeichniseintrag mit dem Namen "Ordner": Im rechten Abschnitt der Anzeige ist ihm mit dem Buchstaben "D" das Directory - Attribut zugeordnet.

Ein Verzeichnis im Hauptverzeichnis kann nebenfalls weitere Einträge für Verzeichnisse enthalten, diese wiederum weitere und sofort. Ausgehend vom Hauptverzeichnis ist damit eine Struktur aus Verzeichnissen in Verzeichnissen möglich. Erster lautet es dem PC - Nutzer, Dateien übersichtlich zu verwalten. Diese Struktur ähnelt einem Baum mit Ästen, dies immer weiter verzweigt. Deshalb spricht man auch oft vom "Verzeichnisbaum" ("Directory Tree").



Der Inhalt eines Unterordners: Immer sind die Einträge "." und ".." enthalten. Sie verweisen auf den Beginn des Ordners und auf das übergeordnete Verzeichnis.

Das nächste Bild zeigt die Einträge in einem typischen Unterverzeichnis. Dabei ist eine Besonderheit zu bemerken: Jedes Verzeichnis, selbst ein leeres ohne weitere Dateien, enthält bereits zwei Einträge. Sie sind mit den Namen "." und ".." gekennzeichnet und mit dem Directory - Attribut versehen. Diese beiden Verzeichniseinträge geben Windows Information darüber, wo in der Verzeichnis - Hierarchie sich dieser Ordner befindet.

Der Eintrag "." verweist auf den Ordner selbst. Genauer gesagt: Er informiert Windows über den ersten Cluster des Ordners, sodass Windows ihn jederzeit neu einlesen kann.

- **Der Eintrag ".."** verweist auf das übergeordnete Verzeichnis, indem der aktuelle Ordner eingetragen ist. Auch hier ist wieder der erste Cluster des übergeordneten Verzeichnisses wichtig. Er hilft Windows dabei, den Rückweg aus dem Ordner herauszufinden.

Pfadangaben

Das Hauptverzeichnis eines Datenträgers kann nur eine begrenzte Anzahl von Einträgen enthalten. Außerdem wäre ein Hauptverzeichnis mit mehreren tausend Dateien völlig unübersichtlich. Aus diesem Grund gilt die Konvention, nur sehr wenige (und wichtige) Dateien im Hauptverzeichnis abzulegen und weitere Dateien in Unterordnern, die im Hauptverzeichnis eingetragen sind.

Den Zugriff auf Dateien in Unterordnern ermöglicht eine Erweiterung des Dateinamens um den sogenannten Verzeichnispfad (auch Pfadangabe oder kurz "Pfad" genannt, englisch "path"). Der Pfad besteht aus einer Folge ineinander verschachtelter Verzeichnisse, bei denen jeder Verzeichnisname durch einen "Backslash" (\) gekennzeichnet wird. Das letzte Element der Pfadangabe ist der Dateiname.

Ein Beispiel: Die Datei "Quartalsbericht1.doc" befindet sich im Verzeichnis "Eigene Dateien", das Windows für das Speichern von Anwenderdaten automatisch erzeugt. Die Pfadangabe lautet "C:\Eigene Dateien\Quartalsbericht1.doc". Dies bedeutet: Die Datei "Quartalsbericht1.doc" befindet sich im Verzeichnis "Eigene Dateien" im Hauptverzeichnis des Laufwerks C:.

Für eigene Zwecke können Sie im Verzeichnis "Eigene Dateien" beliebig viele weitere Verzeichnisse anlegen - zum Beispiel das Verzeichnis "Berichte". Wenn sich das oben erwähnte Dokument in diesem Verzeichnis befindet, lautet die Pfadangabe "C:\Eigene Dateien\Berichte\Quartalsbericht1.doc".

Gelöschte Dateien

Wenn Sie eine Datei löschen, wird sie unter Windows zunächst in den Papierkorb verschoben. Dies bedeutet, dass Windows die Datei unter einem intern erzeugten Namen in das versteckte Verzeichnis "Recycled" einträgt. Erst wenn Sie den Papierkorb leeren, wird die Datei endgültig gelöscht.

Weder das Wegwerfen einer Datei oder eines Verzeichnisses in den Papierkorb noch das Entfernen aus dem Papierkorb entfernt den entsprechenden Verzeichniseintrag. Windows markiert ihn lediglich als "freigegeben". Das geschieht durch einen einfachen Mechanismus: Das erste Zeichen des kurzen Dateinamens wird durch das ASCII-Zeichen mit dem Zahlenwert 229 ("Ö") ersetzt. Außerdem werden alle mit diesem Verzeichniseintrag verbundenen FAT-Einträge auf den Wert "0" für "Leer" gesetzt.



Nur unsichtbar gemacht: Die Datei löscht Dateieinträge im Hauptverzeichnis nach wie vor vorhanden, werden aber mit einem "Ö" gekennzeichnet, wie hier der Eintrag "ÖSPIENUM", der auf Cluster 107 verweist.



Freigegebene Cluster: In der FAT machen sich gelöschte Dateien durch die Einträge "0" bemerkbar, hier ab Cluster 107. Windows kann sie wieder benutzen.

Die Daten in einer gelöschten Datei verschwinden also nicht von der Festplatte. Windows wird lediglich darüber informiert, dass der Platz mit den ursprünglich für die Datei reservierten Cluster frei ist. Erst, wenn Windows zum Speichern einer anderen Datei an diesen Platz benötigt, überschreibt es die alten Daten, sodass sie erst dann tatsächlich nicht mehr existieren.

Die beiden folgenden Abbildungen zeigen diese Löschtechnik an Hand einer Diskette mit ursprünglicher Dateien, von denen die dritte gelöscht wurde.

Aus diesem Löschverfahren folgt: Wenn Sie nach dem endgültigen Löschen der Datei keine weiteren Aktionen ausführen, können Sie die Datei mit geeigneten Hilfsprogrammen wieder herstellen. In der Programm-Sammlung der "Norton Utilities" ist der "Unerase Assistent" dafür zuständig.

FAT-Probleme

Aufgrund der Organisation des FAT-Dateisystems können fünf verschiedenen Arten von Problemen auftauchen:

- Fragmentierung von Dateien
- Verlorene Cluster
- Querverbundene Dateien
- Ungültige Einträge oder Verzeichnisse

Fragmentierung, als das immer weiter fortschreitende Zerteilen von Dateien auf immer mehr geografisch getrennte Cluster, entsteht im Laufe der Zeit, wenn Sie Dateien löschen und Windows die Lücken in der Cluster-Abfolge mit weiteren Dateien füllt, die entweder kleiner oder größer als die Lücken sind. Dadurch belegen einige Dateien Cluster-Ketten auf verschiedenen Bereichen des Datenträgers.

Ein Beispiel: Durch Löschen einer sieben Kilobyte großen Datei wird in einer Cluster-Folge eine entsprechende Lücke frei. Wenn Sie auf diesen Datenträger eine 100 Kilobyte große Datei kopieren, belegt Windows zunächst die freien Cluster der gelöschten Datei und erst dann weitere Cluster hinter allen anderen belegten Clustern. Diese neue Datei ist nun "fragmentiert", da die einzelnen Cluster der Datei nicht mehr hintereinander liegen – sie ist in zwei Cluster-Ketten gespeichert.

Im Prinzip hat das keine Bedeutung, da Windows problemlos eine Datei öffnen kann, auch wenn sie sehr stark fragmentiert ist und in sehr vielen Bereichen über die Festplatte verteilt ist. Allerdings können sich bei stark genutzten Festplatten nach einiger Zeit Geschwindigkeitsprobleme ergeben – ganz einfach deshalb, weil das Zusammensuchen der Fragmente immer mehr Zeit erfordert als das Einlesen hintereinander liegender Cluster.

Abhilfeschaft das Tool "Defragmentierung" aus dem Windows-Zubehör (im Unterordner "Systemprogramme"). Die Software verschiebt die Cluster auf der Festplatte so, dass alle Dateien wieder in vollstündigen Cluster-Sequenzen vorliegen. Sie solltendieses Programm in regelmässigen Abständen ausführen, um Probleme beim Zugriff auf lange und stark fragmentierte Dateien gar nicht erst aufkommen zu lassen.

Verlorene Cluster sind Cluster, die aus welchen Gründen auch immer nicht als frei gekennzeichnet sind, aber trotzdem zu keinem Verzeichnis-Eintrag gehören.

Querverbundene Dateien sind Verzeichnis-Einträge, die auf denselben Start-Cluster und somit auf dieselben Daten zeigen.

Ungültige Einträge enthalten Angaben, die nicht im FAT-Standard für einen Verzeichniseintrag vorgesehen sind.

Ungültige Verzeichnisse sind Verzeichnisse, die nicht dem FAT-Standard für ein Verzeichnis entsprechen.

Die vier letztgenannten Probleme entstehen üblicherweise durch einen Programmfehler oder Absturz oder ein nicht ordnungsgemäß heruntergefahrenes Windows. Abhilfeschaft hier das Programm "Scandisk", das diese Fehler in den meisten Fällen problemlos beheben kann. Sie sollten es regelmäßig ausführen, um Schwierigkeiten bereits im Ansatz zu vermeiden.

FAT-Dateisysteme im Vergleich

Das ursprüngliche FAT-Dateisystem ist 1977 von Microsoft entwickelt worden, um das Speichern von Daten auf Diskettenlaufwerken zu vereinfachen. Seitdem hat Microsoft das Dateisystem immer wieder an neue technische Erfordernisse angepasst – zuletzt durch Hinzufügen langer Dateinamen und der Unterstützung für moderne Hochkapazitätsfestplatten. Die drei nächsten Abschnitte kurz vorgestellten FAT-Varianten sind alle mit der Flexibilität ausgestattet, lange Dateinamen zu nutzen.

FAT12 - Die Sparversion für Disketten: FAT12 weist in seinem Namen bereits auf eine grundlegende Beschränkung hin: Ein FAT-Eintrag ist ein 12-Bit-Wert, mit dem lediglich 4086 Zuordnungseinheiten erfasst werden können. Aus diesem Grund wird FAT12 nur auf Disketten oder Datenträgern bis zu einer Größe von 16 MB benutzt. Da es jedoch eine relativ kleine Zahl an Sektoren für interne Zwecke belegt, ist es für diese Datenträger gut geeignet.

FAT16 für Festplatten bis zwei Gigabyte: FAT16 ist über lange Jahre der FAT-Standard gewesen. Ein FAT-Eintrag ist hier ein 16-Bit-Wert, der maximal 65.526 Zuordnungseinheiten ermöglicht. Bei einer maximalen Cluster-Größe von 32 Kilobyte können mit FAT16 also Datenträger bis zu zwei Gigabyte verwaltet werden.

FAT32 - Das aufgebohrte Dateisystem: Die Zwei-Gigabyte-Grenze von FAT16 erwies sich schon bei Erscheinen von Windows 95 als Manko, sodass Microsoft Windows 95 mit einer verbesserten, 32-Bit-Version der FAT vorstellte. Allerdings ist ein FAT-Eintrag tatsächlich nicht 32, sondern nur 28 Bit breit, weil vier Bits für zukünftige Zwecke reserviert sind. FAT32 kann etwa 268 Millionen Zuordnungseinheiten verwalten. Bei einer maximalen Cluster-Größe von 32 Kilobyte ergibt sich, dass Festplatten bis zu einer Größe von (zur Zeit noch hypothetischen) zwei Terabyte möglich sind. Eine zweite Verbesserung: Festplatten bis acht Gigabyte können mit der sehr effizienten Cluster-Größe von vier Kilobyte oder acht Sektoren verwaltet werden.

VFAT - Lange Dateinamen für Windows: VFAT ("Virtual FAT") ist die Bezeichnung für die Windows-Variante des FAT-Dateisystems. Es erweitert die originale FAT-Version von MS-DOS um die Möglichkeit, lange Dateinamen bis maximal 255 Zeichen zu benutzen. Außerdem ist es an die erweiterten technischen Möglichkeiten von Windows angepasst und enthält neben Datum und Uhrzeit des Speicherns auch das Zugriffsdatum sowie Datum und Uhrzeit, an dem die Datei erzeugt wurde.

Cluster-Größe und FAT-Typ

Das Prinzip der Speicherung in Zuordnungseinheiten aus einem Vielfachen eines Sektors hat eine Konsequenz: Eine Datei wird immer in mindestens einem Cluster gespeichert, selbst wenn sie wesentlich kleiner als der Cluster ist. Aus diesem Grunde ist die Cluster-Größe sehr wichtig: Je kleiner ein Cluster, desto effizienter lässt sich der Festplattenplatz ausnutzen.

Bei kleinen Dateien unterhalb der Cluster-Größe sowie im letzten Cluster jeder Datei entsteht meistens ein zusätzlicher Leerraum, der nicht für weitere Dateien genutzt werden kann. Ein Beispiel: Bei einer Cluster-Größe von vier Kilobyte (acht Sektoren) würde eine Datei von 4.096 Byte genau in einem Cluster abgelegt. Eine Datei mit 4.097 Bytes belegt jedoch bereits zwei Cluster. Sie ist zwar nur ein Byte größer, nutzt aber 16 Kilobyte Platz auf der Festplatte. Der zweite Cluster für diese Datei ist fast völlig verschwendet, daher nur ein Byte zum Speichern der Daten genutzt wird.

Dieser Platzverlust durch die Belegung von lückigen Clustern wird "Slack" oder Überhang genannt. Je größer ein Cluster, desto mehr verringert der Überhang den verfügbaren Speicherplatz. Ein Beispiel: Die Dateien auf einer vollbelegten Zwei-Gigabyte-Festplatte haben durchschnittlich 50 Prozent Überhang. Der letzte Cluster jeder Datei wird also nur etwa zur Hälfte genutzt.

In diesem Fall beträgt der gesamte Überhang bei einer Cluster-Größe von vier Kilobyte etwa 33 Megabyte. Bei einer Cluster-Größe von 32 Kilobytes sind das aber unglaubliche 265 Megabyte. Das entspricht etwa 17 Prozent der Gesamtkapazität. Anders ausgedrückt: Sie können auf dieser Platte mit zwei Gigabyte nur etwa 1,6 Gigabyte Datenspeichern. Aus diesem Grund ist immer eine möglichst kleine Cluster-Größe sinnvoll. Bei den heute erhältlichen Riesenfestplatten sind eigentlich nur FAT32-Partitionen sinnvoll, daher bis zu einer Grenze von acht Gigabyte Cluster-Größe bei effizienten vier Kilobyte liegt.

Die folgende Tabelle stellt die Partitionsgrößen in Abhängigkeit von der Cluster-Größe dar. Neben dem Zwei-Gigabyte-Limit für eine FAT16-Partition ist vor allem die Cluster-Größe ein Argument gegen die Benutzung des veralteten FAT16-Standards.


Cluster-Größe

Maximale Partitionsgröße bei FAT16

Partitionsgröße bei FAT32

2KB	128MB	nichtunterst üzt
4KB	256MB	0,5GB - 8GB
8KB	512MB	8GB - 16GB
16KB	1GB	16GB - 32GB
32KB	2GB	>32GB

Die Art und Weise, wie Windows mit Hilfe des Dateisystems FAT Daten auf einem Datenspeicher verwaltet, ist nur die eine Seite der Münze. Wie eine Festplatte selbst die Daten anlegt und für Windows überhaupt eine Grundstruktur auf dem Datenträger zur Verfügung stellt, zeigt der Artikel [So ist eine Festplatte organisiert](#) ^[3].

Eine ausführlichen Überblick über die Datenstruktur bietet der Tabellenteil [FAT-Strukturen zum Nachschlagen](#) ^[4]. 

Die Links aus diesem Artikel:

- [1] http://www.computerchannel.de/knowhow/hdorg/hdorg_1.phtml
- [2] <http://www.computerchannel.de/artikel.phtml?artid=1178&seite=5>
- [3] http://www.computerchannel.de/knowhow/hdorg/hdorg_1.phtml
- [4] <http://www.computerchannel.de/knowhow/fat32tabellen/>

Die Online -Version dieses Artikels finden Sie unter http://www.computerchannel.de/knowhow/fat32/fat32_1.phtml

© 2000G+JComputerChannelGmbH