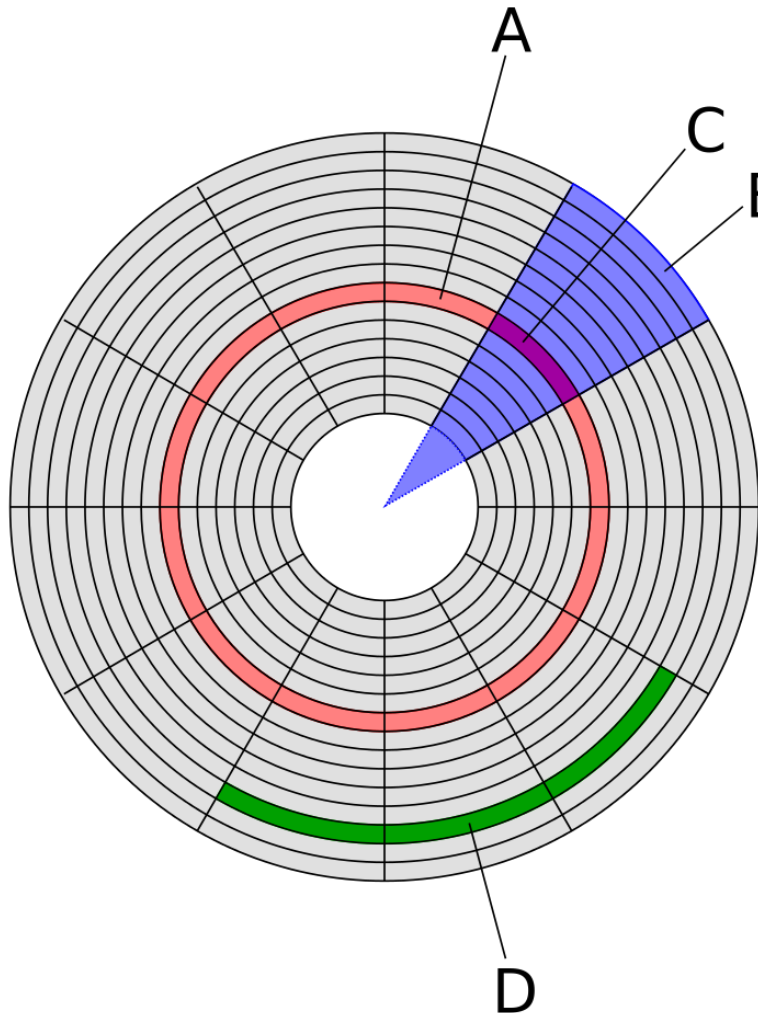


# Dateisystem - Dateiverwaltung

- Dateisysteme: Übersicht
- Grundlagen: Partitionen, Partitionstabelle
- File Allocation Table – Master File Table
- NTFS
- Attribute
- Hardlinks, Symlinks
- Alternative Datenströme
- Berechtigungen

# Dateisysteme



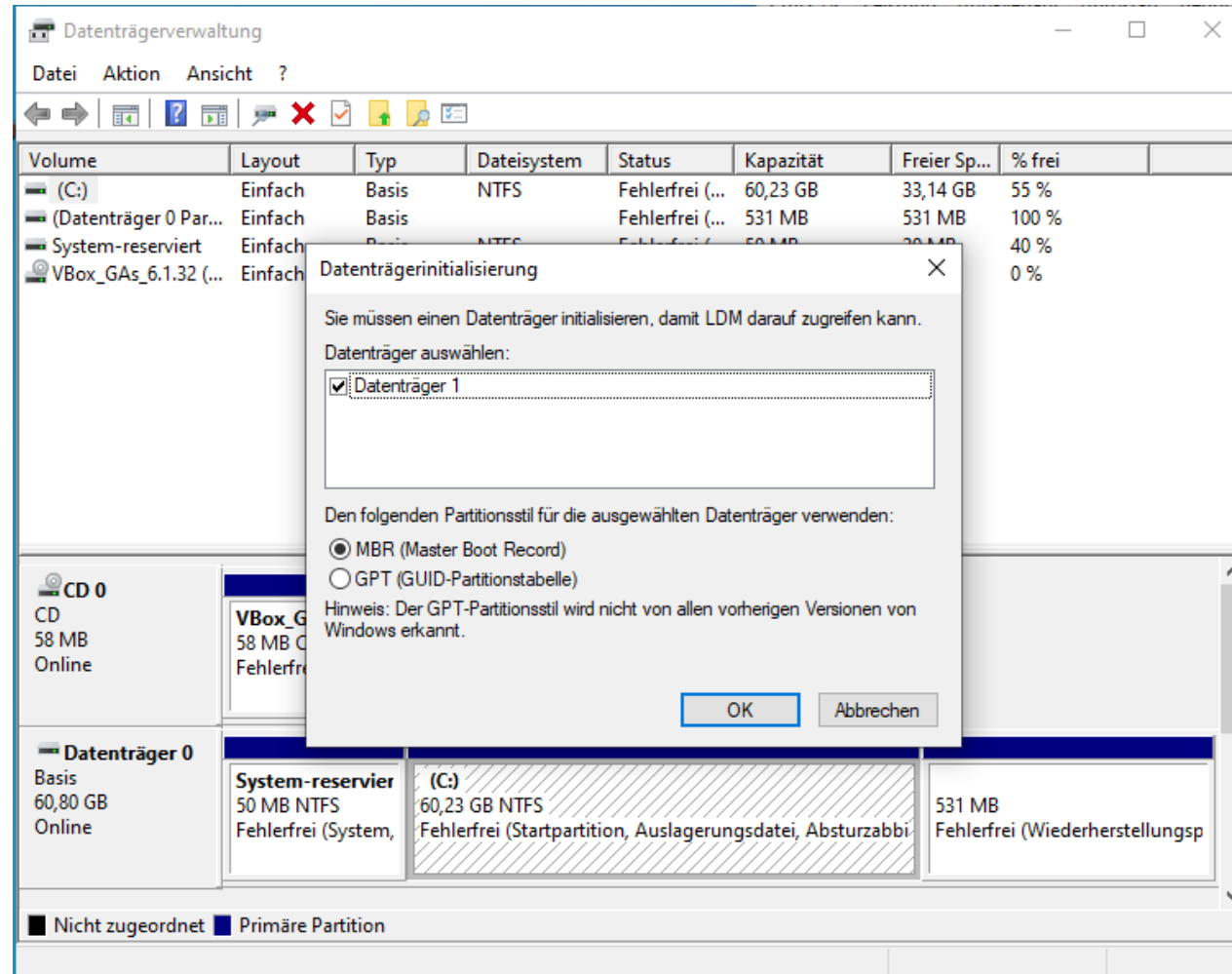
- Grundlagen: Partitionen, Partitionstabelle
  - Benötigt für die meisten Betriebssysteme
  - Physische / Virtuelle Datenträger in separate Bereiche aufgeteilt:
    - A : Spur,
    - B: Sektor,
    - C: Block,
    - D: Cluster,

# Dateisysteme

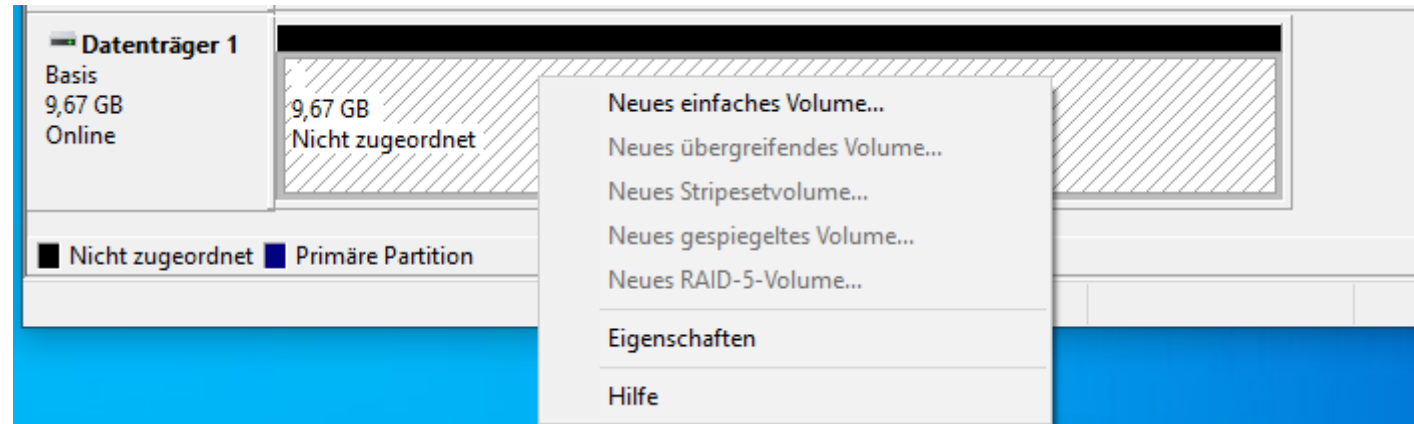
---

- Partitions-Schemata
  - MBR = Master Boot Record
    - Ältere Variante
    - Max. 4 primäre Partitionen
    - Erweiterte Partition kann zusätzliche logische Partitionen aufnehmen
  - GPT = GUID Partition Table (*globally unique identifier*)
    - Neuere Variante (ab ca. 2000)
    - Keine Beschränkung der Partitionen-Anzahl
    - größere Ausfallsicherheit durch sekundäre Partitionstabelle
    - muss bei UEFI-Firmware eingesetzt werden

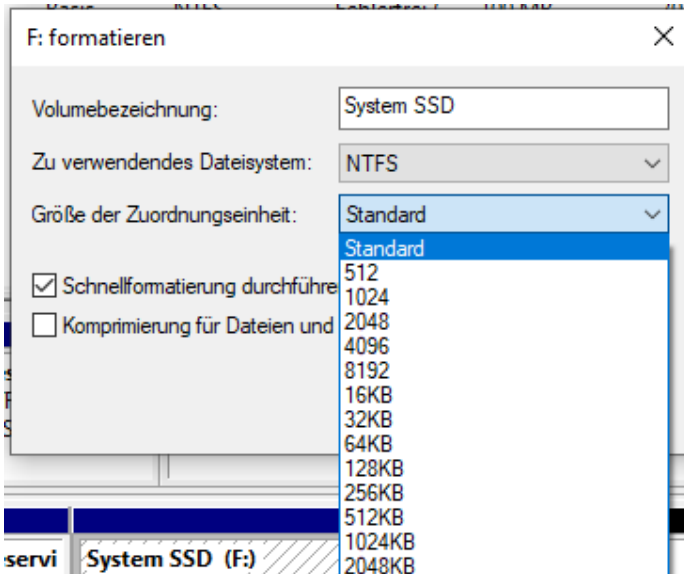
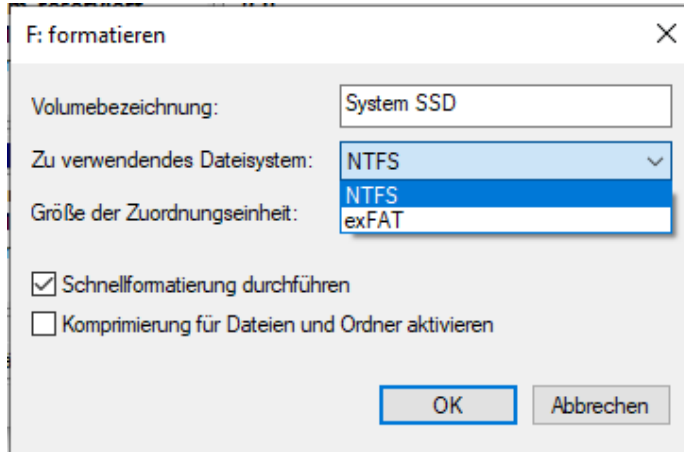
# Dateisysteme



# Dateisysteme



# Dateisysteme - Übersicht



- Je primäre/logische Partition:  
ein Dateisystem möglich
- Vorgang: Formatieren
  - Dateisystem festlegen
  - Clustergröße einstellen
- Wichtige Abkürzungen
  - FAT = File Allocation Table
  - NTFS = New Technology File System
  - MFT = Master File Table (NTFS)

# Dateisysteme – FAT 12



	Fat 12
Entwicklungsjahr	1977 – 1980
Verwendung	Disketten
Clustergröße (Byte)	512-4096*
Dateinamen	8.3
Attribute	Schreibgeschützt , Versteckt , System , Archiv
Berechtigungen (ACL)	NEIN
Clusteranzahl	$2^{12} = 4094^*$
Dateigröße	Max. 32 MiB**

\* [https://de.wikipedia.org/wiki/File\\_Allocation\\_Table#FAT32](https://de.wikipedia.org/wiki/File_Allocation_Table#FAT32)

\*\* [https://www.com-magazin.de/img/1/9/6/2/2/dateisysteme\\_w711\\_h550.jpg](https://www.com-magazin.de/img/1/9/6/2/2/dateisysteme_w711_h550.jpg)

# Dateisysteme – FAT 16



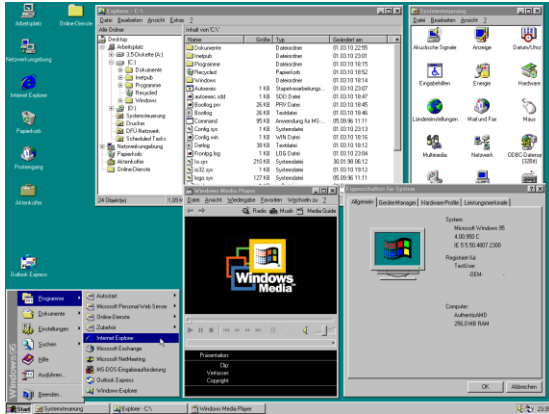
Von Eric Gaba, Wikimedia Commons user Sting, CC BY-SA 3.0  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11278668>

	Fat16
Entwicklungsjahr	1983
Verwendung	Festplatten (je nach Clustergröße max 32 - 512 MiB)
Clustergröße (Byte)	512 Byte – 64 KiB*
Dateinamen	8.3
Attribute	Schreibgeschützt , Versteckt , System , Archiv
Berechtigungen (ACL)	NEIN
Clusteranzahl	$2^{16} - 12 = 65.524$ * (12 Cluster reserviert)
Dateigröße	Max 2 GiB (NT: 4 GiB) *

\* [https://de.wikipedia.org/wiki/File\\_Allocation\\_Table#FAT16](https://de.wikipedia.org/wiki/File_Allocation_Table#FAT16)



# Dateisysteme – FAT 32



Erstellt von Henry Mühlphardt - selbst erstellt, mit VirtualBox und Gimp, PD-Schöpfungshöhe,  
<https://de.wikipedia.org/w/index.php?curid=5182260>

	Fat32
Entwicklungsjahr	1996, Windows 95B
Verwendung	Festplatten (je nach Clustergröße max 2 TiB – 16 TiB), USB-Sticks
Clustergröße	512 Byte – 32 KiB*
Dateinamen	Long File Names (LFN) durch <i>Virtual File Allocation Table (VFAT)</i>
Attribute	Schreibgeschützt , Versteckt , System , Archiv
Berechtigungen (ACL)	NEIN
Clusteranzahl	$2^{28} = 268.435.456^*$ (4 Bits reserviert)
Dateigröße	4 GiB (- 1 Byte)* <b>(Nur 4 Byte für die Dateigröße)</b>

\* [https://de.wikipedia.org/wiki/File\\_Allocation\\_Table#FAT32](https://de.wikipedia.org/wiki/File_Allocation_Table#FAT32)

# Dateisysteme – exFAT



Ralf Roletschek/Wikipedia  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Speicherkarten-by-RalfR-06.jpg>

	exFAT
Entwicklungsjahr	2006
Verwendung	Flash-Speicher, Austauschmedien
Clustergröße	512 Byte bis 32 MiB*
Dateinamen	Long File Names (LFN)
Attribute	Schreibgeschützt , Versteckt , System , Archiv
Berechtigungen (ACL)	Ja
Clusteranzahl	$2^{32} = 4.294.967.296^{**}$
Dateigröße	16 EiB ( $2^{64}$ Bytes) - 1 Byte**

\* <https://learn.microsoft.com/de-de/windows/win32/fileio/exfat-specification#3115-sectorsperclustershift-field>

\*\* [https://de.wikipedia.org/wiki/File\\_Allocation\\_Table#exFAT](https://de.wikipedia.org/wiki/File_Allocation_Table#exFAT)

# Dateisysteme – Fat Übersicht

	Fat 12	Fat16	Fat32	exFAT
Entwicklungsjahr	1977 – 1980	1983	1996	2006
Verwendung	Disketten	Festplatten (je nach Clustergröße max 32 - 512 MiB)	Festplatten (je nach Clustergröße max 2 TiB – 16 TiB)	Flash-Speicher
Clustergröße	512 – 4096 Byte	512 Byte – 64 KiB	512 – 32 KiB	512 - 32 MiB
Dateinamen	8.3	8.3	Long File Names (LFN)	Long File Names (LFN)
Attribute	Schreibgeschützt , Versteckt , System , Archiv			
Berechtigungen (ACL)	NEIN	NEIN	NEIN	Ja
Clusteranzahl	$2^{12} = 4094$	$2^{16} - 12 = 65.524$ (12 Cluster reserviert)	$2^{28} = 268.435.456$ (4 Bits reserviert)	$2^{32} = 4.294.967.296$
max. Dateigröße	32 MB	2 GiB (NT: 4 GiB)	4 GiB - 1 Byte	16 EiB ( $2^{64}$ Bytes)-1 B

# Dateisysteme – NTFS

	NTFS
Entwicklungsjahr	1993, Windows NT
Verwendung	Festplatten, SSD, USB-Sticks, ...
Clustergröße	512 Byte* - 2048 KiB**
Dateinamen	Long File Names (LFN)
Attribute	Wie FAT + Erweiterungen
Berechtigungen (ACL)	Ja
Clusteranzahl	$2^{32} - 1 = 4.294.967.295$ **
Dateigröße	Max. 16 TiB

\* <https://support.microsoft.com/de-de/topic/standard-clustergr%C3%B6%C3%9Fe-f%C3%BCr-ntfs-fat-und-exfat-9772e6f1-e31a-00d7-e18f-73169155af95>

\*\* <https://learn.microsoft.com/de-de/windows-server/storage/file-server/ntfs-overview>

# Dateisysteme – NTFS-Merkmale 1

---

- **Journaling:** sichert konsistenten Zustand
- **lange Dateinamen:** max. 255 Zeichen
- **(lange Pfadnamen:** max. 32.767 Zeichen)  
Windows: Standard 260 Zeichen
- **Rechteverwaltung:** Access Control Lists
- **maximale Dateigröße:** 16 Tebibyte (TiB)
- **kleine Dateien:** direkt in der Master File Table (MFT) gespeichert

## Dateisysteme – NTFS-Merkmale 2

---

- **Speicherung von Metadaten:** alternative Datenströme
- **transparente Komprimierung möglich**
- **Transparente Dateiverschlüsselung:**  
Encrypting File System (EFS)
- **Kontingente:** Beschränkungen für einzelne Nutzer

## Dateisysteme – NTFS-Merkmale 2

---

- **Analysepunkte** (Reparse Point):
  - **Abzweigpunkte** (Verknüpfungen zu Verzeichnissen)
  - **Bereitstellungspunkte** (Einbindung von Datenträgern ins Dateisystem)
- Symbolische Verknüpfungen zu externen Ressourcen
- **Harte Links:** pro Datei bis zu 1023 Namen

# Dateisysteme – Aufbau MFT

---

- Alle Informationen zu Dateien finden sich in der MFT
- Verweis auf Speicherbereiche
- Wächst mit Zunahme der Dateien
- Gelöschte Dateien: als frei markiert  
Speicherplatz erst bei Bedarf  
überschrieben



# Dateisysteme – Aufbau MFT

große Tabelle mit gleich langen Elementen (1KB, 2KB oder 4KB groß, je nach Clustergröße)

Index	Dateiinformationen
0	
1	
2	
3	
4	
5	
...	

# Dateisysteme – Aufbau MFT

Eintrag für eine kurze Datei

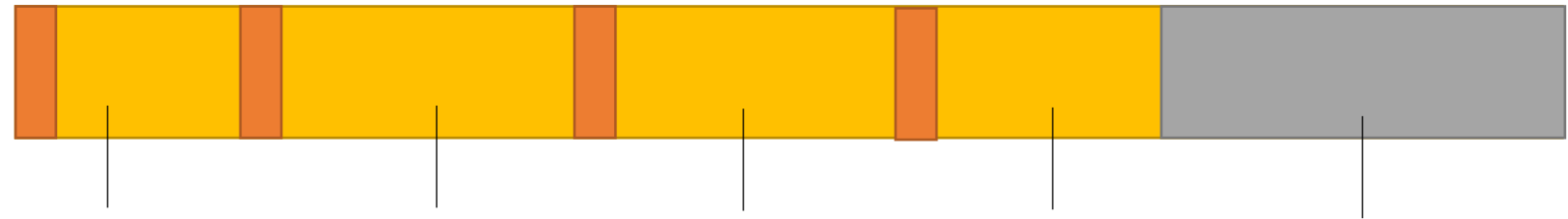


STREAMS:

Standard-	Datei-	Zugriffs-	Daten	leer
info	name	rechte		

# Dateisysteme – Aufbau MFT

Eintrag für eine kurze Datei

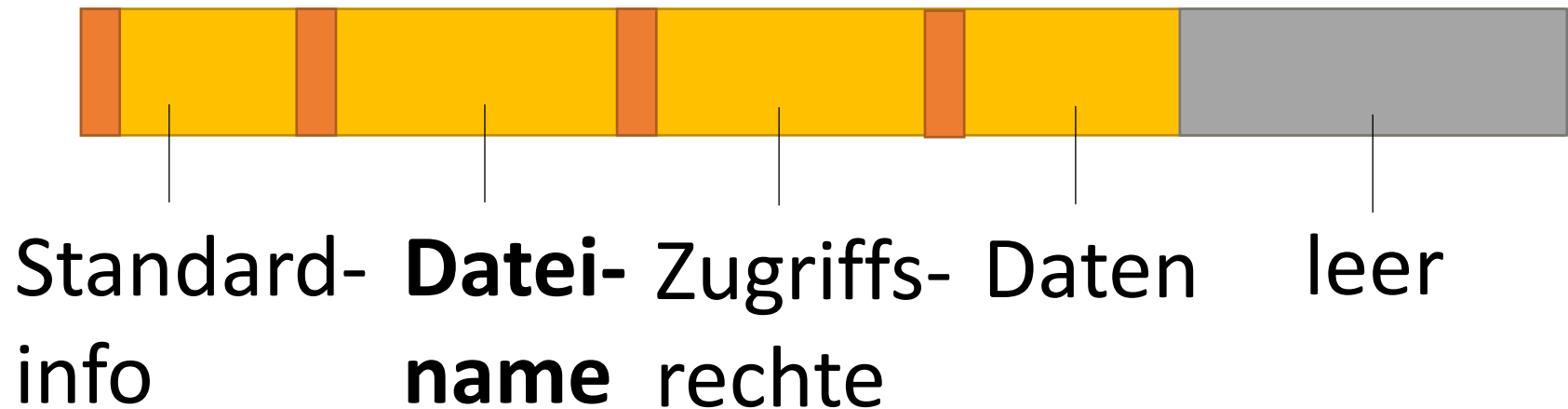


**Standard-** Datei- Zugriffs- Daten leer  
**info** name rechte

Enthält u.a. Länge, Standard-Attribute, Zeitstempel, Anzahl der Hard links

# Dateisysteme – Aufbau MFT

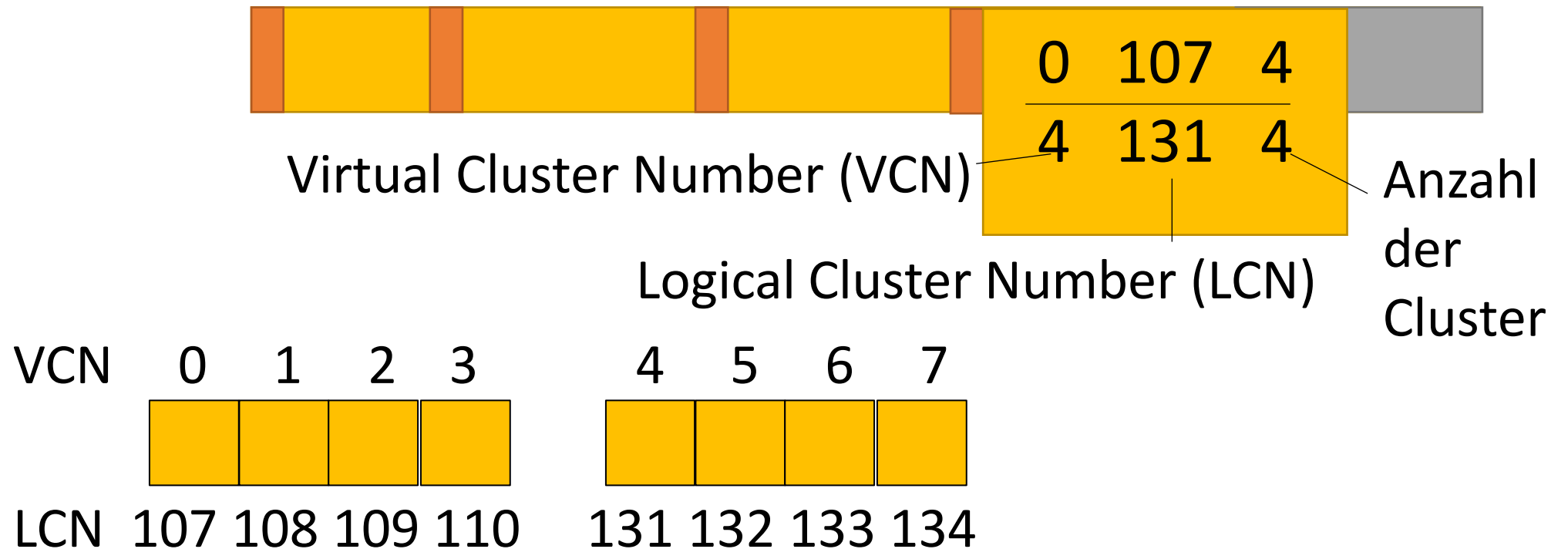
Eintrag für eine kurze Datei



kann mehrfach vorkommen (Hard links)

# Dateisysteme – Aufbau MFT

## Eintrag für eine längere Datei



# Weitere Dateisysteme

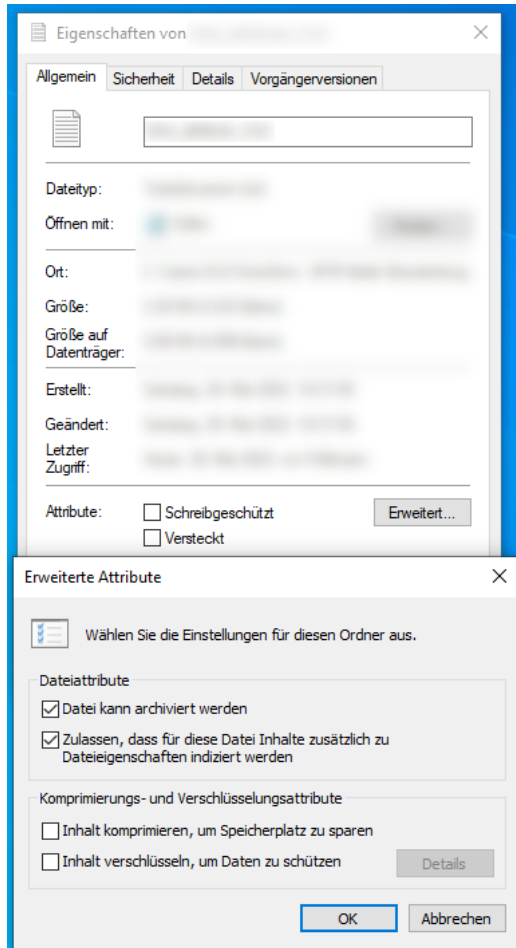
---

**CDRFS** (CD-ROM File System) =  
schreibgeschützt

**UDF**-Dateisystem (Universal Disk  
Format) = beschreibbar

**ReFS** (Resilient FileSystem) = für  
Fileserver, Datenintegrität  
verbessert durch Checksummen

# Dateisysteme – NTFS: Attribute



R = ReadOnly - Schreibgeschützt

H = Hidden - Versteckt

S = System - System

D = Directory - Verzeichnis

A = Archive - zu Archivieren

Device - reserviert / unbenutzt

N = Normal - keine zusätzlichen Attribute

T = Temporary - temporäre Datei

P = SparseFile - unbelegte Dateibereiche komprimiert

L = ReparsePoint - Verknüpfungen

C = Compressed - komprimiert

O = Offline - Offlinedatei

I = NotContentIndexed - kein Inhaltsindex

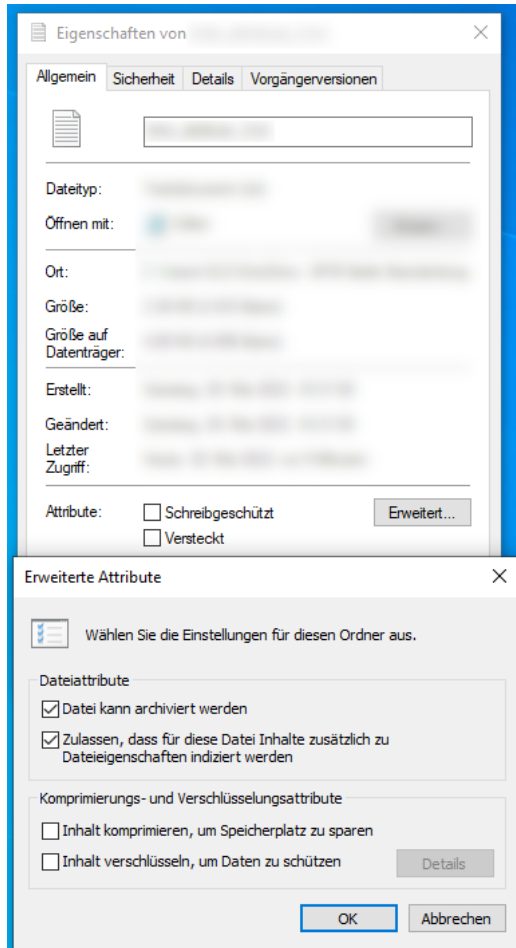
E = Encrypted - Verschlüsselt

V = IntegrityStream - alle Streams der Datei geprüft

X = NoScrubData - keine Datenintegritätsüberprüfung

# Dateisysteme – NTFS: Attribute

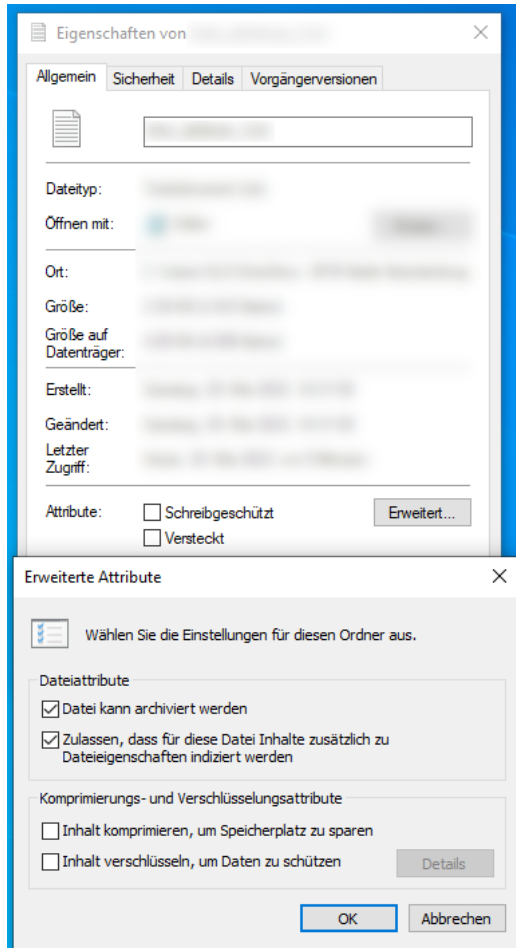
**A = Archive:** wird bei jedem Bearbeiten einer Datei gesetzt, von Backup-Programmen genutzt und zurückgesetzt





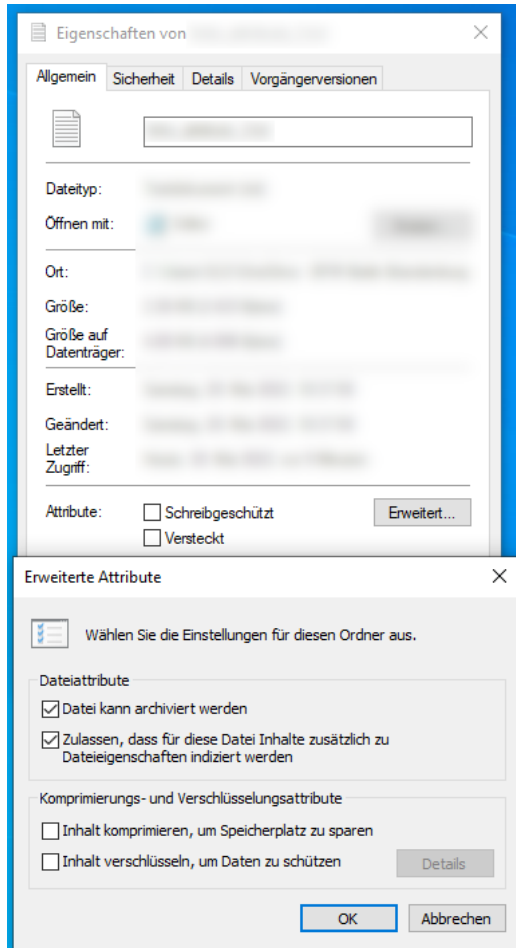
# Dateisysteme – NTFS: Attribute

**C = Compressed:** Komprimiert,  
spart Speicherplatz



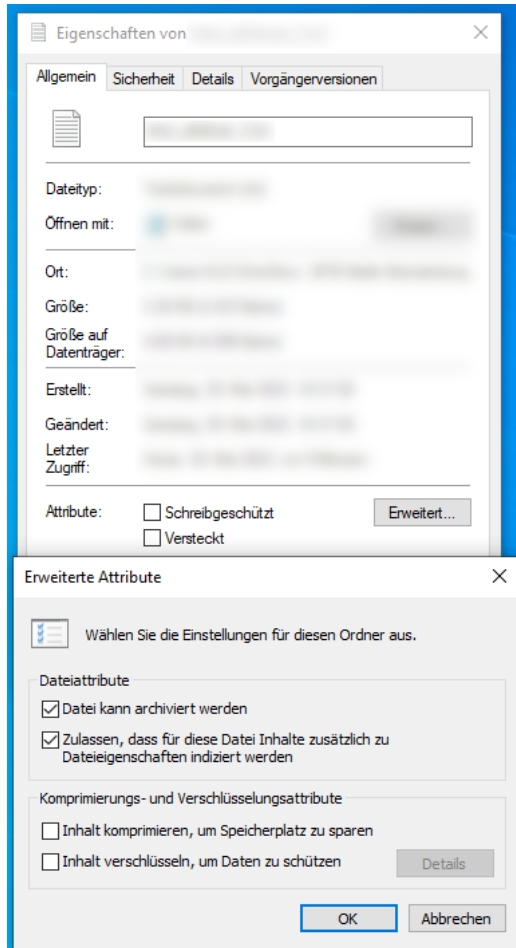
# Dateisysteme – NTFS: Attribute

**D = Directory:** kennzeichnet ein Verzeichnis, manuelle Änderung möglich aber praktisch nicht nutzbar



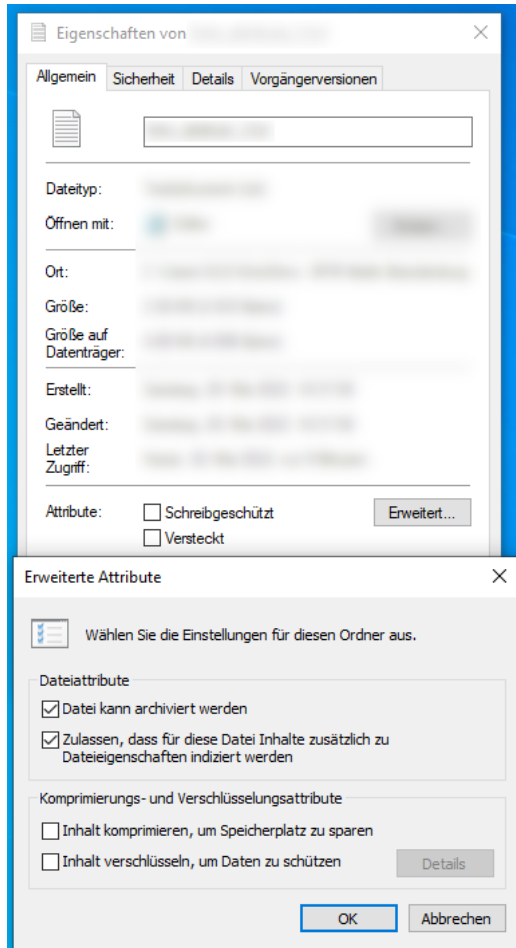
# Dateisysteme – NTFS: Attribute

**E = Encrypted:** verschlüsselt,  
erfordert Zertifikat, nicht  
kombinierbar mit  
Komprimierung



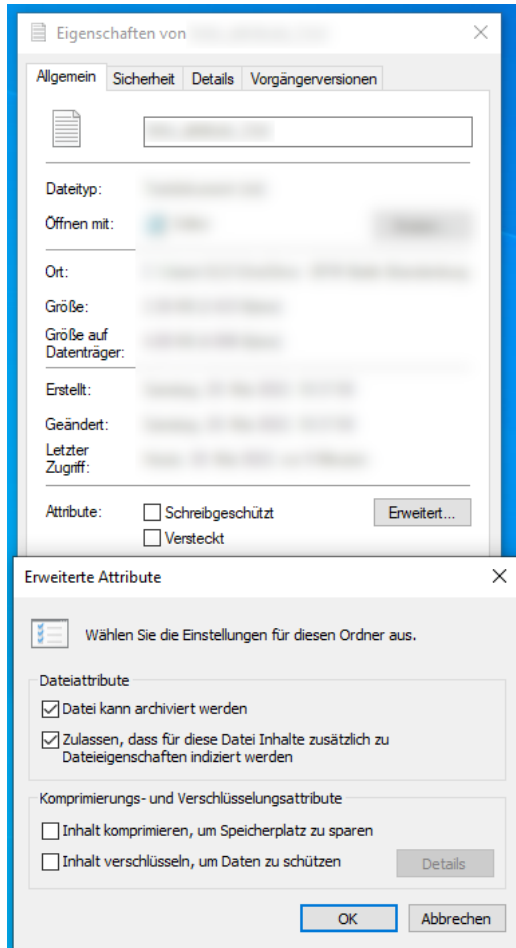
# Dateisysteme – NTFS: Attribute

**H = Hidden:** Versteckt, bei  
Standardeinstellungen nicht  
sichtbar



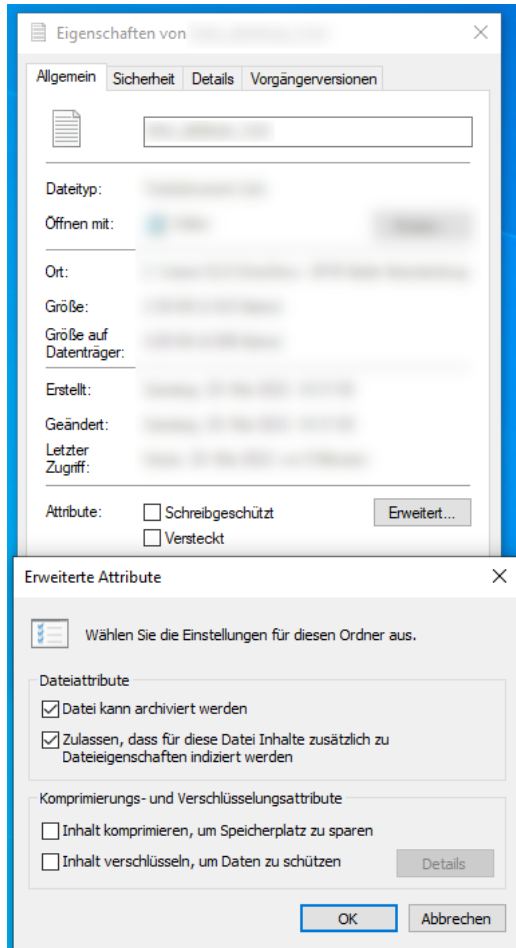
# Dateisysteme – NTFS: Attribute

**I = Not content indexed:** Inhalt der Datei wird nicht für die Windows Suche indexiert.



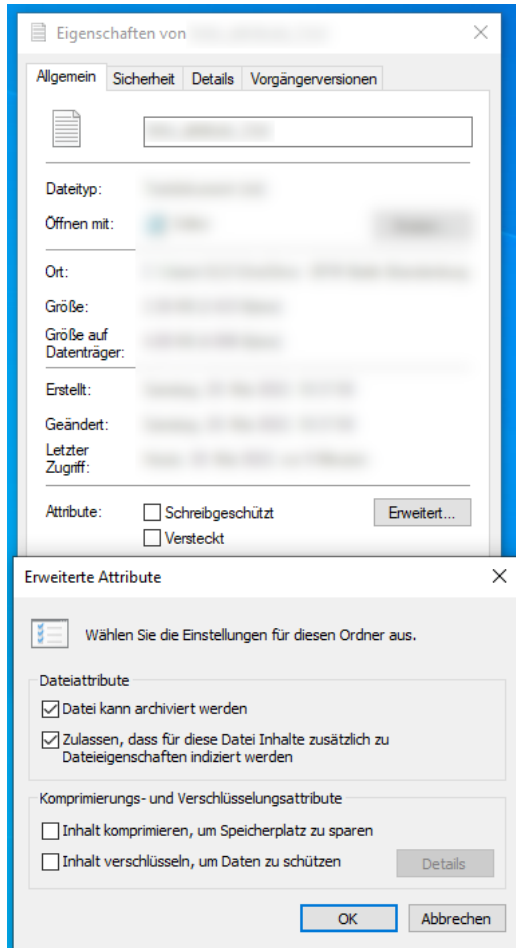
# Dateisysteme – NTFS: Attribute

**O = Offline:** Die Datei ist nicht local gespeichert. z.B. Azure / One-Drive -Dateien



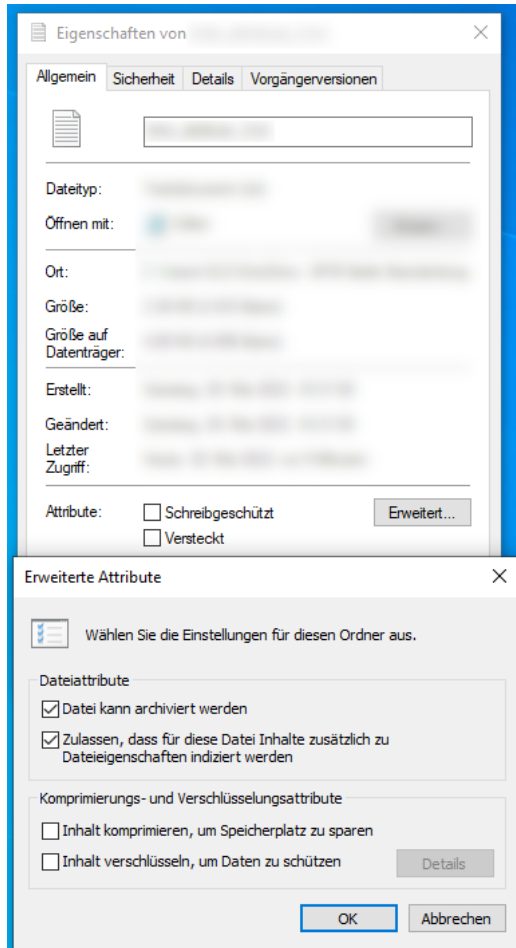
# Dateisysteme – NTFS: Attribute

**P = Sparse File: Spar-Datei.**  
Effektivere Speichernutzung bei  
größeren Bereichen mit Null-  
Werten



# Dateisysteme – NTFS: Attribute

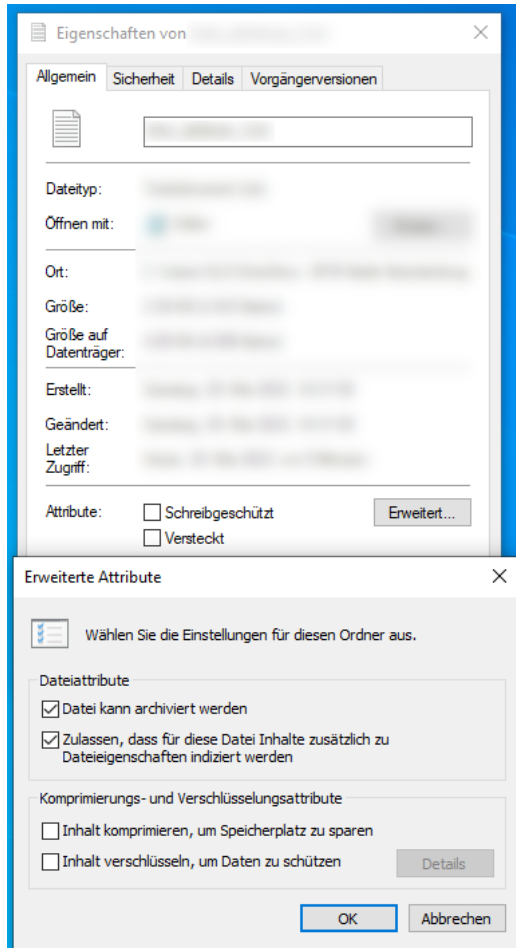
**N = Normal:** Die Datei hat keine anderen Attribute





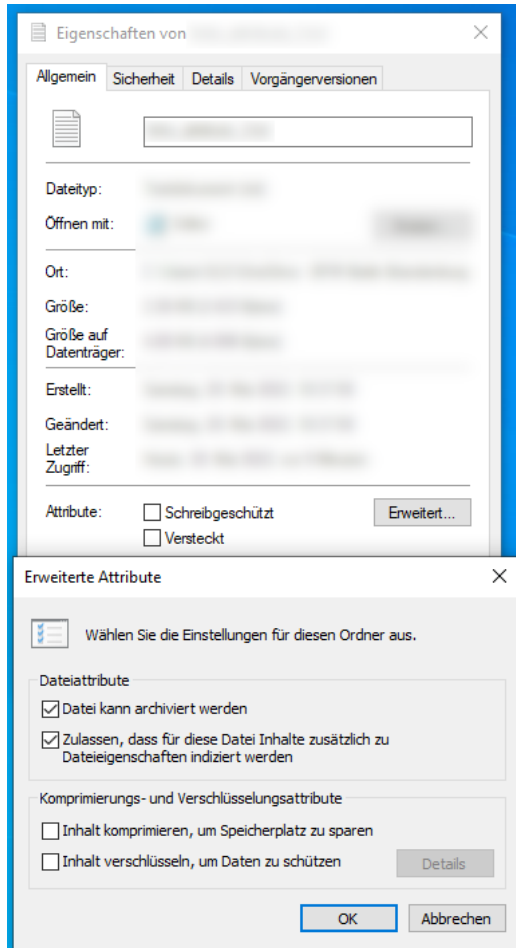
# Dateisysteme – NTFS: Attribute

**R = Read-Only:**  
Schreibgeschützt, Datei darf  
nicht geändert oder gelöscht  
werden



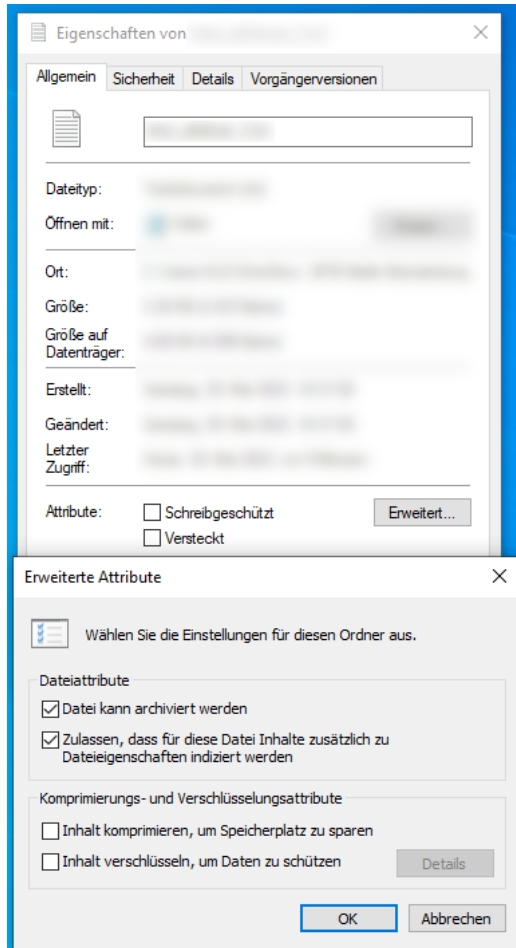
# Dateisysteme – NTFS: Attribute

**S = System:** Systemdateien,  
Kombination aus versteckt und  
schreibgeschützt, Anzeige-  
Optionen müssen zum  
Sichtbarmachen geändert  
werden.



# Dateisysteme – NTFS: Attribute

**T = Temporary:** temporäre Dateien, werden von Backup-Programmen ignoriert



# Dateisysteme – NTFS: Attribute

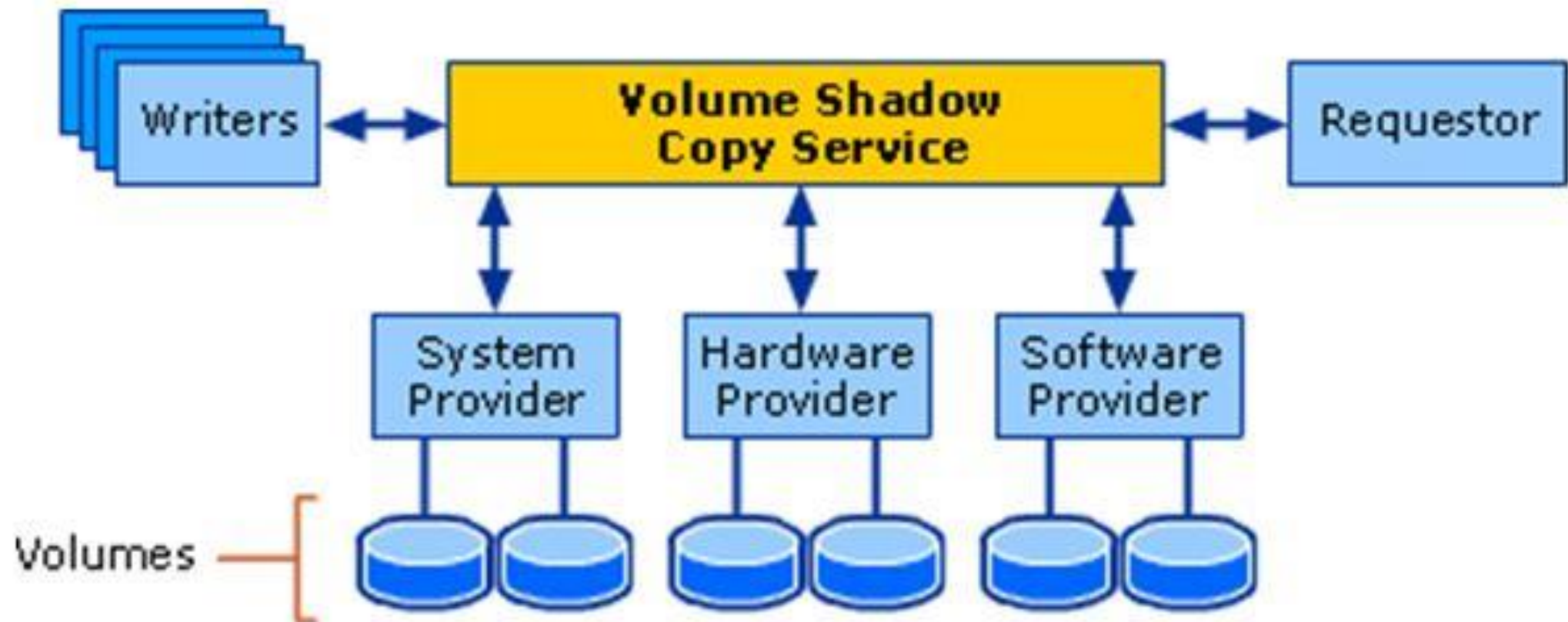
Zahlwert	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
Kürzel	E	I	O	C	L	P	T	N		A	D		S	H	R
Bezeichnung	Encrypted	NotContentIndexed	Offline	Compressed	Reparse Point	Sparse File	Temporary	Normal	Device	Archive	Directory		System	Hidden	Read only
Beispiel 1 (33) Archiv, Schreibgeschützt										1	0	0	0	0	1
Beispiel 2 (18) Ordner, Versteckt											1	0	0	1	0
Beispiel 3 (16.384) Verschlüsselt, Archiv, System	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0

# Dateisysteme – NTFS: Schattenkopien

---

- Form der lokalen Datensicherung
  - Gleiches oder separates Volume
- inkrementell (nur Änderungen) oder vollständig
- Verwendung
  - Snapshots erstellen
  - Datei- Wiederherstellung
- Ersetzt kein Backup!

# Dateisysteme – NTFS: Schattenkopien



# Dateisysteme – NTFS: Schattenkopien

---

## ➤ Methoden

**Vollständige Kopie** schreibgeschützter Klon des Laufwerks

**Copy-on-write** differenzielle Kopie der Daten bevor Änderungen vorgenommen werden

**Redirect-on-write** differenzielle Kopie aller Änderungen auf einen separaten Datenspeicher

## System

Bildschirm

Sound

Benachrichtigungen &amp; Aktionen

Benachrichtigungsassistent

Netzbetrieb &amp; Energiesparen

Akku

Speicher

Tablet

Multitasking

Auf diesen PC projizieren

Gemeinsame Nutzung

## Info

## Der PC wird überwacht und geschützt.

Weitere Informationen in Windows-Sicherheit

## Gerätespezifikationen

Gerätename

Prozessor

Installierter RAM

Geräte-ID

Produkt-ID

Systemtyp

Stift- und Touchscreen

Kopieren

Diesen PC umbenennen

Windows-Sicherheit

Edition

## Systemeigenschaften

Computernamen Hardware Erweitert Computerschutz Remote



Verwenden Sie den Computerschutz, um unerwünschte Systemänderungen rückgängig zu machen.

## Systemschutz für Lokaler Datenträger (C:)

## Einstellungen wiederherstellen

Wenn Sie den Computerschutz aktivieren, können Sie unerwünschte Änderungen rückgängig machen, indem Sie einen früheren Zustand des Computers wiederherstellen.

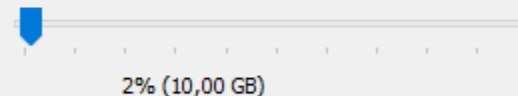
- ☒ Computerschutz aktivieren
- ☐ Computerschutz deaktivieren

## Speicherplatzbelegung

Sie können den für den Computerschutz verwendeten maximalen Speicherplatz anpassen. Wenn bereits viel Speicherplatz belegt ist, werden ältere Wiederherstellungspunkte gelöscht, um Platz für neue zu schaffen.

Derzeitige Belegung: 8,95 GB

Maximale Belegung:



Sie können alle Wiederherstellungspunkte dieses Laufwerks löschen.

Löschen

OK

Abbrechen

Übernehmen

Verwandte Einstellungen

[BitLocker-Einstellungen](#)[Geräte-Manager](#)[Remotedesktop](#)[Systemschutz](#)[Erweiterte Systemeinstellungen](#)[Diesen PC umbenennen \(fortgeschritten\)](#)[Hilfe anfordern](#)[Feedback senden](#)



# Dateisysteme – NTFS: Streams

---

- Alternative Datenströme
  - Standardmäßig nicht sichtbare Zusatz-Informationen zu Dateien
  - Anzeige (cmd): `dir /R`
  - Hilfs-Tool: „Sysinternals Streams“
  - Stream erzeugen (cmd):  
`echo hello > test:stream`
  - Stream lesen(cmd):  
`more < test:stream`

# Dateisysteme – NTFS: Links

- Alternative zu Verknüpfungen
  - Dateien mit Endung \*.lnk
  - Nur nutzbar wenn Logik im Programm implementiert
- NTFS-Links: Eigenschaft des Dateisystems
  - transparent für alle Programme

# Dateisysteme – NTFS: Hardlinks

---

- alternative Dateinamen
  - zeigen auf gleichen Speicherbereich
  - Nur auf der gleichen Partition
  - Datei wird gelöscht, wenn letzter Eintrag gelöscht wird
  - Syntax (cmd):  
`mklink /H <name> <ziel>`

# Dateisysteme – NTFS: Symlinks

---

- Symbolische Links
  - zeigen auf Original von Datei/Ordner
- Über Grenzen des lokalen Volumes
- Nur mit administrativen Rechten möglich
- Syntax (cmd):
  - Datei: `mklink <name> <ziel>`
  - Ordner: `mklink /D <name> <ziel>`

# Dateisysteme – NTFS: Junctions

---

- Alias: Soft Links  
binden entfernte Ordner ein
- Auch auf anderen Partitionen des gleichen Rechners
- Syntax (cmd):  
`mklink /J <name> <ziel>`

# Dateisysteme – NTFS: Kontingente

---

## **Alias:** Quotas

Beschränkung des Speicherplatzes pro Benutzer

- 1) Warnstufe
- 2) Hartes Limit

Aufgaben:

- Überwachung der Speicherplatznutzung
- Warnung des Admins
- Verhinderung von Speicher-Knappheit

# Dateisysteme – NTFS: Kontingente

---

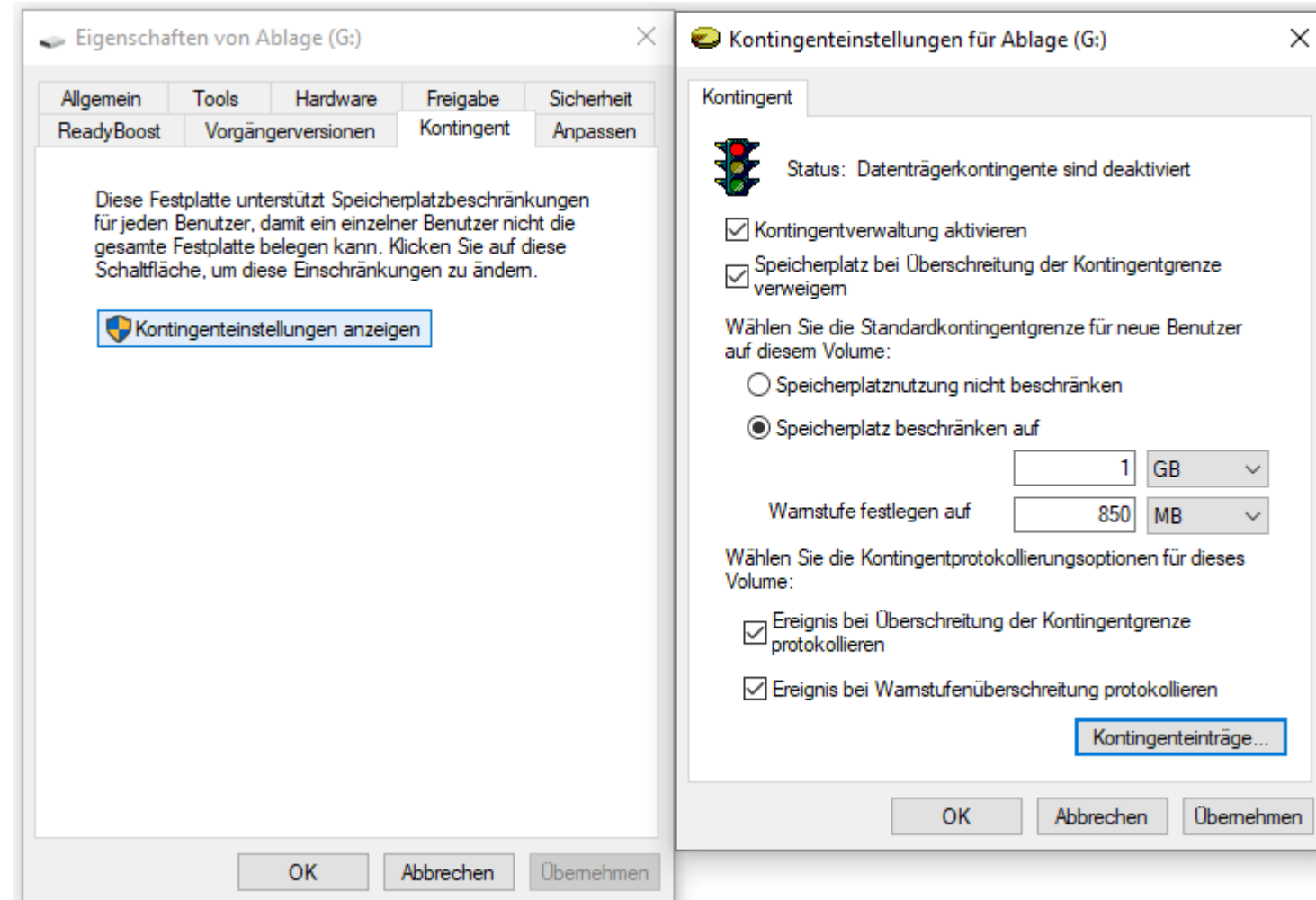
**Achtung:**

**unwirksam für Benutzer, die schon Daten im Laufwerk gespeichert haben!**

**Administratoren sind ausgenommen!**

**Keine Gruppen-Kontingente!**

# Dateisysteme – NTFS: Kontingente





# Dateisysteme – NTFS: Berechtigungen

---

- Access Control Lists (ACL)  
Zugriffsrechte für Benutzer und Gruppen auf Ordner und Dateien
- vom übergeordneten Verzeichnis vererbt
- Bearbeiten:
  - Datei-Eigenschaften: Reiter Sicherheit
  - cmd: `icacls`
  - Powershell: `get-acl`

# Dateisysteme – NTFS: Berechtigungen

---

**Vollzugriff:** schreiben, löschen, lesen,  
Eigenschaften ändern (auch untergeordneter  
Elemente)

**Ändern:** schreiben, löschen, lesen,  
Dateieigenschaften ändern

**Lesen, Ausführen:** Dateien ausführen, lesen  
**Lesen**

**Schreiben:** Dateien ändern und hinzufügen

# Dateisysteme – NTFS: Berechtigungen

---

## Erweiterte Berechtigungen:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Vollzugriff                                     | <input type="checkbox"/> Attribute schreiben             |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ordner durchsuchen / Datei ausführen | <input type="checkbox"/> Erweiterte Attribute schreiben  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ordner auflisten / Daten lesen       | <input type="checkbox"/> Löschen                         |
| <input checked="" type="checkbox"/> Attribute lesen                      | <input checked="" type="checkbox"/> Berechtigungen lesen |
| <input checked="" type="checkbox"/> Erweiterte Attribute lesen           | <input type="checkbox"/> Berechtigungen ändern           |
| <input type="checkbox"/> Dateien erstellen / Daten schreiben             | <input type="checkbox"/> Besitz übernehmen               |
| <input type="checkbox"/> Ordner erstellen / Daten anhängen               |  |

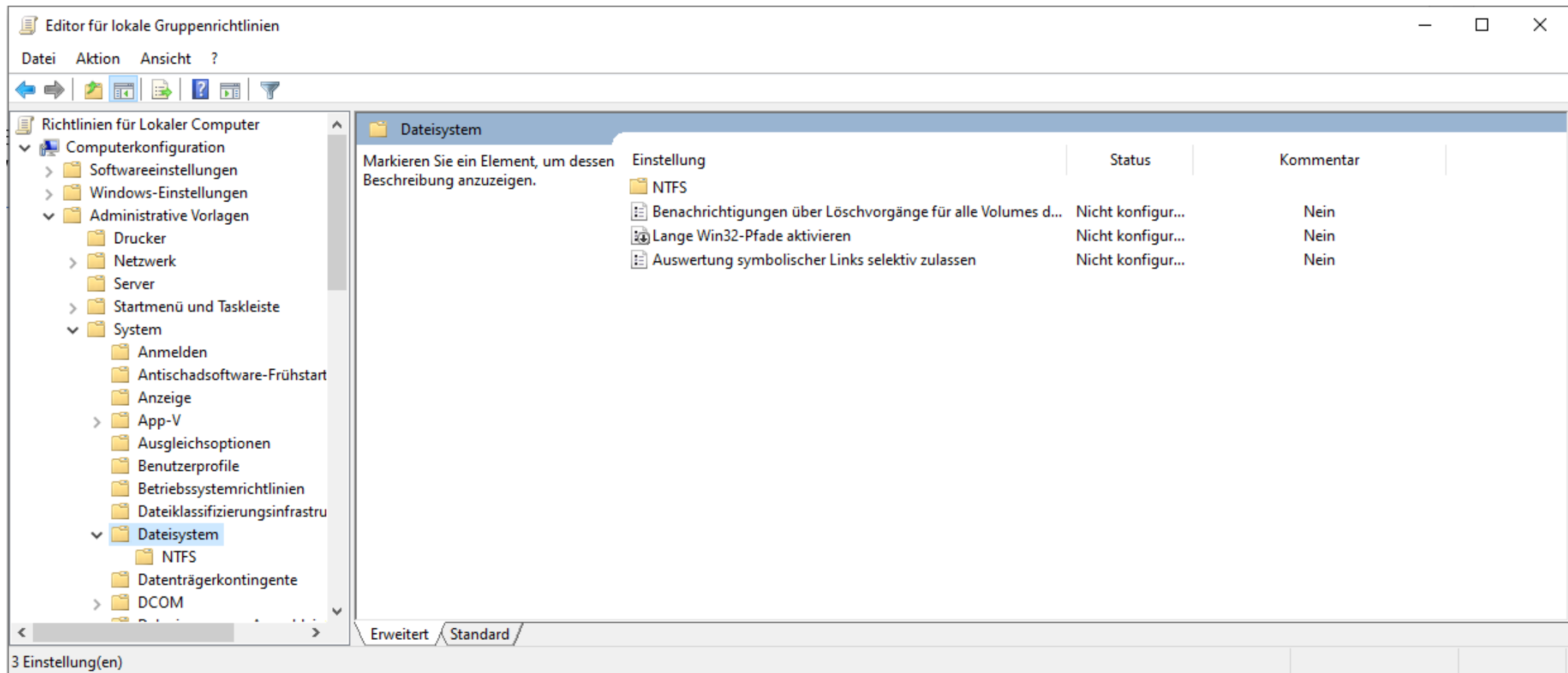
1. Semester  
Betriebssysteme  
Windows-Praxis

---

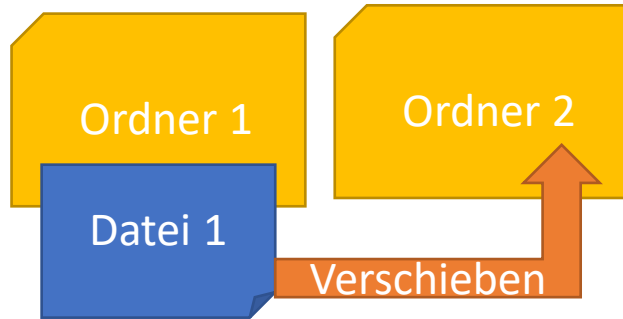
Grundlegende Berechtigungen	Vollzugriff	Ändern	Lesen, Ausführen	Lesen	Schreiben
Erweiterte Berechtigungen					
Vollzugriff	✓				
Ordner durchsuchen / Datei ausführen	✓	✓	✓		
Ordner auflisten / Daten lesen	✓	✓	✓	✓	
Attribute lesen	✓	✓	✓	✓	
Erweiterte Attribute lesen	✓	✓	✓	✓	
Dateien erstellen / Daten schreiben	✓	✓			✓
Ordner erstellen / Daten anhängen	✓	✓			✓
Attribute schreiben	✓	✓			✓
Erweiterte Attribute schreiben	✓	✓			✓
Unterordner und Dateien löschen	✓				
Löschen	✓	✓			
Berechtigungen lesen	✓	✓	✓	✓	
Berechtigungen ändern	✓				
Besitz übernehmen	✓				

# Dateisysteme – NTFS: lange Pfade

## Gpedit.msc



# Dateisysteme – NTFS: Journaling



## Verschieben

- 1) in Ordner 2 Kopieren
- 2) in Ordner 1 Löschen

## Vorgehen

### A) Journal:

- 1) kopiere in Ordner 2
- 2) lösche in Ordner 1

### B) Datei in Ordner 2 kopieren

### C) Datei in Ordner 1 Löschen

### D) Journal überprüfen

### E) Als abgeschlossen kennzeichnen

Unvorhergesehenes Ereignis:  
Absturz, Stromausfall ...

# Zum Weiterlesen

- FAT vs. NTFS: <https://www.com-magazin.de/praxis/windows/dateisysteme-erklaert-fat-exfat-ntfs-38012.html>
- Dateisysteme: <https://de.wikipedia.org/wiki/Dateisystem>
- Re-FS: <https://www.ntfs.com/refs-basics.htm>
- Liste von Dateisystemen:  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_von\\_Dateisystemen](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Dateisystemen)
- Alternative Datenströme:  
<https://www.der-windows-papst.de/wp-content/uploads/2017/09/Alternative-Datenstr%C3%B6me-ADS-Zone.Identifier.pdf>