



**HOCHSCHULE
MITTWEIDA**
University of Applied Sciences

Betriebssysteme

macOS – Teil 5

Leander Hoßfeld, B.Sc.

Autor: Prof. Ronny Bodach



Bundeskriminalamt

macOS Agenda

1. Einführung in macOS
2. macOS Bedienung
3. macOS Lab & Image Einbindung
4. Bootcamp Besonderheiten (& Parallels)
5. Mac FHS und Speicherstrukturen
6. Datenformate SQLite und Plist
7. Zuletzt genutzte Elemente & Nutzeraktivitäten
8. Spotlight und erweiterte Metadaten
9. Gelöschte Dateien
10. Schlüsselbund
11. Logdateien
12. Mac Disk Images
13. Time Machine und lokale Backups
14. Kommunikations-Apps
15. Browser Artefakte
16. Cloud
17. iOS Backups

macOS Agenda

- 11. Logdateien
- 12. Mac Disk Images
- 13. Time Machine und lokale Backups

BETRIEBSSYSTEM macOS

Logdateien

Logdateien

- **Log-Dateien des Betriebssystems**

- Befinden sich im Verzeichnis **/private/var/log**
- MacOS hat bis zur Version macOS 10.12 / 11 BigSur verschiedene „überlieferte“ Logdateiformate genutzt
- Die Log Formate stammen aus dem Betriebssystem Sun Solaris und wurde in verschiedenen Formen von BSD Unix, einschließlich Mac OS übernommen

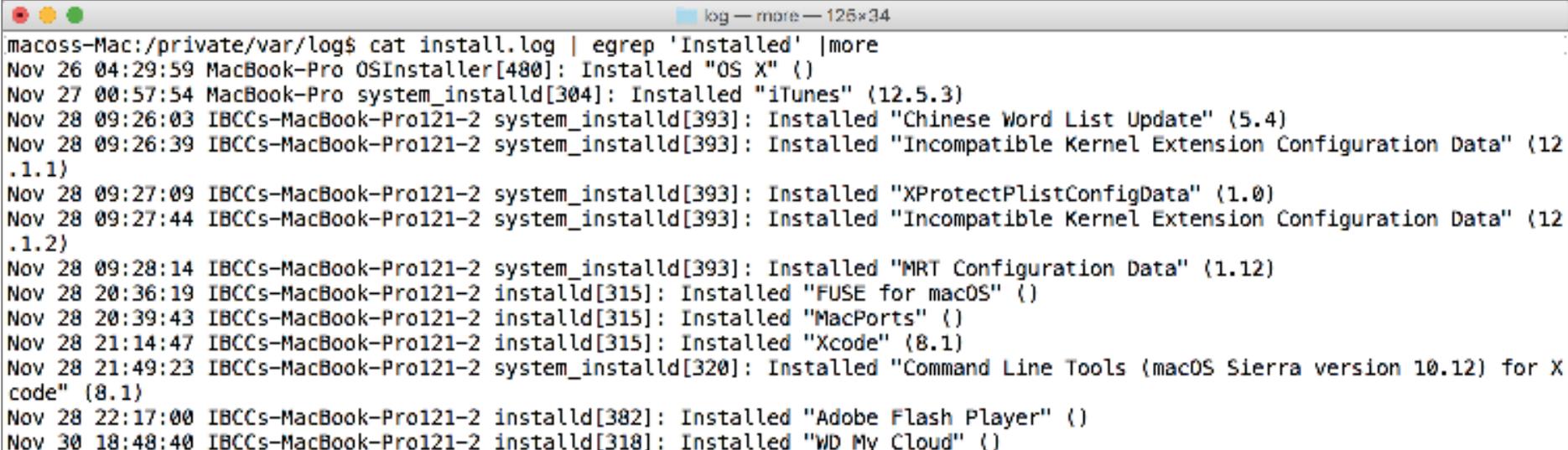
- **Nutzer-/Account-Informationen**

- Informationen zu eingeloggten Nutzern bzw. Nutzer-Accounts können in der Datei **/private/var/log/accountpolicy.log** eingesehen werden

Logdateien

■ Software-Installationen

- Installationen von Betriebssystem-Versionen, Updates und Apps lassen sich in der Datei `/private/var/log/install.log` ermitteln
- Die Logdatei kann mit dem Terminalbefehl `cat install.log | grep "Suchbegriff"` analysiert werden.



```
macos-Mac:/private/var/log$ cat install.log | egrep 'Installed' | more
Nov 26 04:29:59 MacBook-Pro OSInstaller[480]: Installed "OS X" {}
Nov 27 00:57:54 MacBook-Pro system_installd[304]: Installed "iTunes" (12.5.3)
Nov 28 09:26:03 IBCCs-MacBook-Pro121-2 system_installd[393]: Installed "Chinese Word List Update" (5.4)
Nov 28 09:26:39 IBCCs-MacBook-Pro121-2 system_installd[393]: Installed "Incompatible Kernel Extension Configuration Data" (12.1.1)
Nov 28 09:27:09 IBCCs-MacBook-Pro121-2 system_installd[393]: Installed "XProtectPlistConfigData" (1.0)
Nov 28 09:27:44 IBCCs-MacBook-Pro121-2 system_installd[393]: Installed "Incompatible Kernel Extension Configuration Data" (12.1.2)
Nov 28 09:28:14 IBCCs-MacBook-Pro121-2 system_installd[393]: Installed "MRT Configuration Data" (1.12)
Nov 28 20:36:19 IBCCs-MacBook-Pro121-2 installd[315]: Installed "FUSE for macOS" {}
Nov 28 20:39:43 IBCCs-MacBook-Pro121-2 installd[315]: Installed "MacPorts" {}
Nov 28 21:14:47 IBCCs-MacBook-Pro121-2 installd[315]: Installed "Xcode" (8.1)
Nov 28 21:49:23 IBCCs-MacBook-Pro121-2 system_installd[320]: Installed "Command Line Tools (macOS Sierra version 10.12) for Xcode" (8.1)
Nov 28 22:17:00 IBCCs-MacBook-Pro121-2 installd[382]: Installed "Adobe Flash Player" {}
Nov 30 18:48:40 IBCCs-MacBook-Pro121-2 installd[318]: Installed "WD My Cloud" {}
```

Logdateien

- **Filesystem Check**

- Die Log-Dateien **/private/var/log/fsck_hfs.log** oder **/private/var/log/fsck_apfs.log** zeigen an, wann eine Dateisystemprüfung für die Dateisysteme HFS+ und Apple File System durchgeführt wurde.
- Neben dem Character Device wird das Ergebnis der Prüfung (CLEAN, ERROR) ausgegeben.

Logdateien

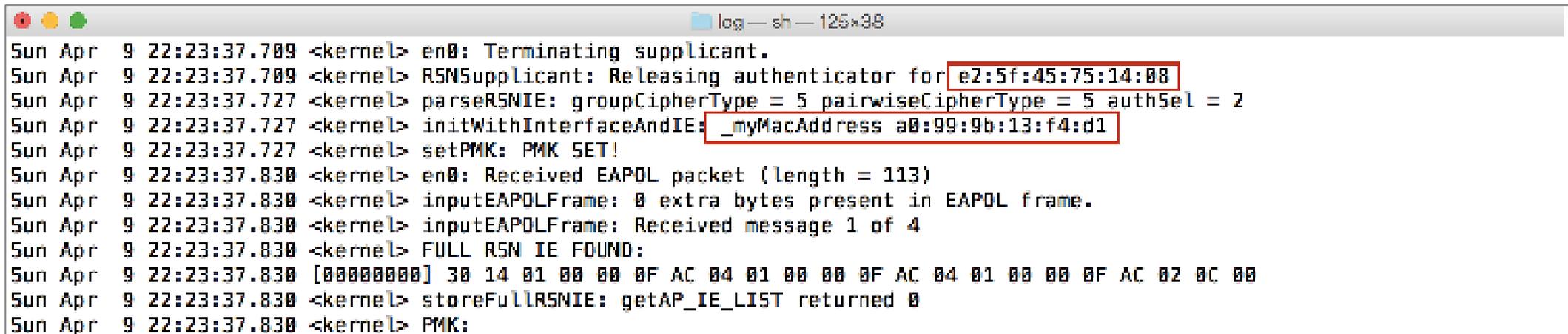
▪ Storage Manager

- Die Log-Datei **/private/var/log/com.apple.revisiond/revisiond.log** zeigt Informationen zum Mac-OS-Storage-Manager *revisiond*
- der Hintergrunddienst verwaltet unterschiedliche Fassungen von Dokumenten, die von Applikationen oder Mac-OS-Systemdiensten erzeugt wurden
- in das Verzeichnis `private/var/log/com.apple.revisiond/` kann nur mit Root-Rechten navigiert werden
- die Log-Datei kann u. a. Hinweise auf Volumes geben, beispielsweise bei der Löschung von Cache-Speicher

Logdateien

■ WIFI

- Von Mac OS hergestellte WiFi-Verbindungen lassen sich in der Log-Datei /private/var/log/wifi.log auffinden
- die Log-Datei speichert WiFi-Verbindungen der letzten 24 Stunden und zeigt detaillierte Informationen zum Verbindungsaufbau mit WiFi-Access-Points
- WiFi-Log-Dateien von vergangenen Tagen werden bzip2-komprimiert abgespeichert



```
log — sh — 125x38
Sun Apr 9 22:23:37.709 <kernel> en0: Terminating supplicant.
Sun Apr 9 22:23:37.709 <kernel> RSNSupplicant: Releasing authenticator for e2:5f:45:75:14:08
Sun Apr 9 22:23:37.727 <kernel> parseRSNIE: groupCipherType = 5 pairwiseCipherType = 5 authSel = 2
Sun Apr 9 22:23:37.727 <kernel> initWithInterfaceAndIE: _myMacAddress a0:99:9b:13:f4:d1
Sun Apr 9 22:23:37.727 <kernel> setPMK: PMK SET!
Sun Apr 9 22:23:37.830 <kernel> en0: Received EAPOL packet (length = 113)
Sun Apr 9 22:23:37.830 <kernel> inputEAPOLFrame: 0 extra bytes present in EAPOL frame.
Sun Apr 9 22:23:37.830 <kernel> inputEAPOLFrame: Received message 1 of 4
Sun Apr 9 22:23:37.830 <kernel> FULL RSN IE FOUND:
Sun Apr 9 22:23:37.830 [00000000] 30 14 01 00 00 0F AC 04 01 00 00 0F AC 04 01 00 00 0F AC 02 0C 00
Sun Apr 9 22:23:37.830 <kernel> storeFullRSNIE: getAP_IE_LIST returned 0
Sun Apr 9 22:23:37.830 <kernel> PMK:
```

Verbindungsaufbau mit der BSSID E2:5F:45:75:14:08 von der eigenen Mac-Adresse.

Logdateien

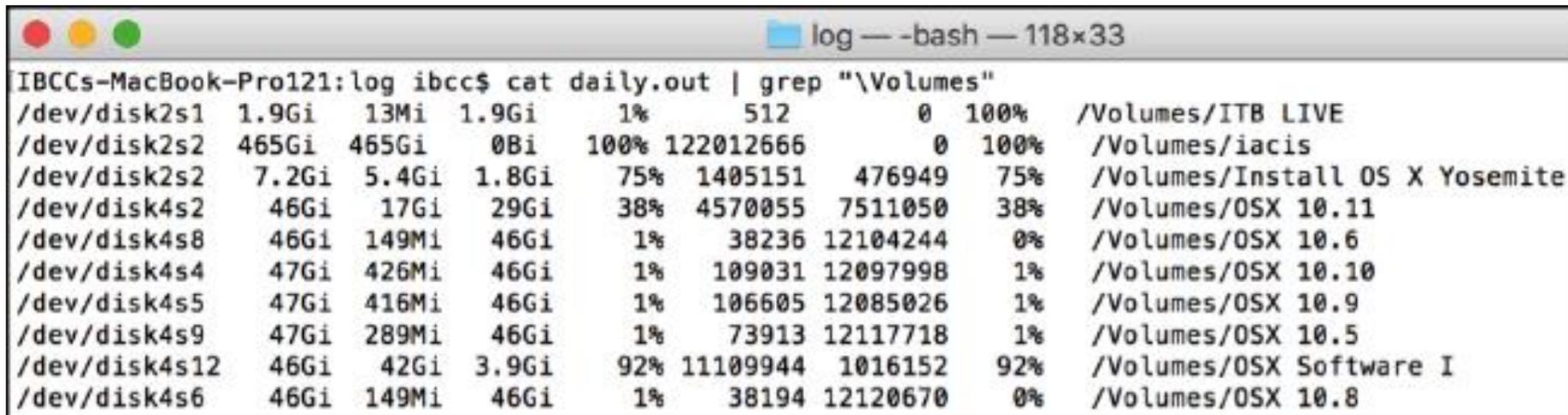
■ Periodische Log-Dateien

- Die Log-Dateien werden von Mac OS in periodischen Abständen angelegt und protokollieren systemspezifische Vorgänge.
- Die Log-Dateien befinden sich unter /private/var/log und sind mit einem Texteditor oder im Terminal beispielsweise mit dem Kommando cat lesbar.
- Sie beinhalten die folgenden Informationen:
 - **daily.out:** Disk-Status, Network-Status, System-Status
 - **weekly.out:** Protokollierung des Neuaufbaus der Whatis-Datenbank
 - **monthly.out:** Statistik zu Nutzer-Logins
- Die Whatis-Datenbank ist eine BSD-Komponente zur Ausgabe von Informationen zu Schlüsselbegriffen. Zum Beispiel können mit dem Befehl whatis grep Informationen zum UNIX-Kommando grep abgerufen werden.

Logdateien

- **Periodische Log-Dateien**

- Die Log-Dateien werden von Mac OS in periodischen Abständen angelegt und protokollieren systemspezifische Vorgänge.



```
log -- -bash -- 118x33
IBCCs-MacBook-Pro121:log ibcc$ cat daily.out | grep "\Volumes"
/dev/disk2s1 1.9Gi 13Mi 1.9Gi 1% 512 0 100% /Volumes/ITB LIVE
/dev/disk2s2 465Gi 465Gi 0Bi 100% 122012666 0 100% /Volumes/iacis
/dev/disk2s2 7.2Gi 5.4Gi 1.8Gi 75% 1405151 476949 75% /Volumes/Install OS X Yosemite
/dev/disk4s2 46Gi 17Gi 29Gi 38% 4570055 7511050 38% /Volumes/OSX 10.11
/dev/disk4s8 46Gi 149Mi 46Gi 1% 38236 12104244 0% /Volumes/OSX 10.6
/dev/disk4s4 47Gi 426Mi 46Gi 1% 109031 12097998 1% /Volumes/OSX 10.10
/dev/disk4s5 47Gi 416Mi 46Gi 1% 106605 12085026 1% /Volumes/OSX 10.9
/dev/disk4s9 47Gi 289Mi 46Gi 1% 73913 12117718 1% /Volumes/OSX 10.5
/dev/disk4s12 46Gi 42Gi 3.9Gi 92% 11109944 1016152 92% /Volumes/OSX Software I
/dev/disk4s6 46Gi 149Mi 46Gi 1% 38194 12120670 0% /Volumes/OSX 10.8
```

Auszug aus der Log-Datei daily.out, grep-Suche nach eingehängten Volumes

Logdateien

- **System Log Dateien im Text Format**

- bis zur macOS Version 10.8 gab es drei Log Dateien im Text Format die Systemnachrichten speicherten:
 - **secure.log, kernel.log** und **system.log**
- ab macOS Version 10.8 wurden diese zum **system.log** zusammengefasst
- ab macOS Version 10.12 und mit Version 11 BigSure werden Systemnachrichten im **Apple Unified Log (AUL)** zusammengefasst aufgezeichnet

Logdateien

- **Binary Apple System Log (ASL):**

- Mac OS hat als BSD-System Zugang zum unter UNIX-Systemen weit verbreiteten Log-Mechanismus System Log
- System Log (syslog) ist ein Hintergrundprozess, der von verschiedenen Komponenten des Betriebssystems Meldungen entgegennimmt und aufzeichnet
- ab Mac OS X 10.4 wurde der UNIX-Mechanismus in Apple System Log (ASL) überführt
- ASL Grundlage ist syslog und daher mit älteren Standards kompatibel

Logdateien

- **Binary Apple System Log (ASL):**

- ASL-Logfiles befinden sich im Verzeichnis **/private/var/log/asl**
- haben ein binäres Format mit der Signatur *ASL DB*
- Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Arten von ASL-Log-Dateien:
 - Dateien, die mit Zeitstempeln im Format **YYYY.MM.DD.*.asl**
 - Dateien mit der Bezeichnung **AUX.YYYY.MM.DD.asl**
- Beide speichern Informationen für einen Zeitraum von 7 Tagen bevor sie in die Log-Dateien mit der Bezeichnung **BB.*.asl** überführt werden
- **BB.*.asl** Dateien beinhalten eine monatliche Speicherung der protokollierten Aktionen und werden für ein Jahr gespeichert

Logdateien

- **Binary Apple System Log (ASL):**

- ASL-Log-Dateien können mit der Console.app unter Auswahl von Systemprotokollanfragen/ Alle Meldungen intuitiv betrachtet werden.
- Jede ASL-Meldung enthält weitere Informationen, die in Schlüsseln (ASL Keys) abgelegt sind welche durch Auswahl der Schaltfläche Informationen verfügbar sind

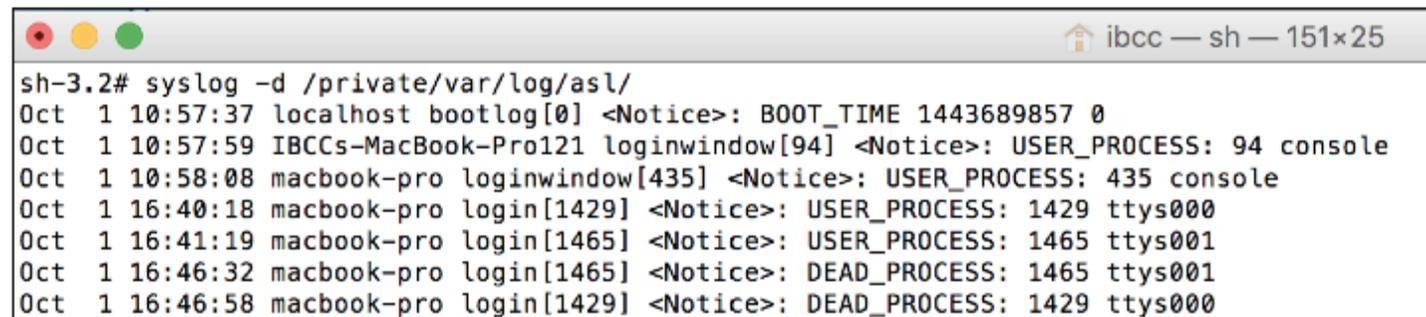


ASL-Meldung eines Bash-Login-Vorgangs

Logdateien

- **Binary Apple System Log (ASL):**

- Alternativ kann eine Ausgabe auch unter Zuhilfenahme des Kommandos **syslog** erfolgen
- Dabei können einzelne Dateien oder ganze Verzeichnisse mit entsprechenden ASLLog- Dateien betrachtet werden.
- der Befehl **syslog -d /private/var/log/asl/** gibt die Inhalte des gesamten ASL-Log-Verzeichnisses wieder



```
sh-3.2# syslog -d /private/var/log/asl/
Oct  1 10:57:37 localhost bootlog[0] <Notice>: BOOT_TIME 1443689857 0
Oct  1 10:57:59 IBCCs-MacBook-Pro121 loginwindow[94] <Notice>: USER_PROCESS: 94 console
Oct  1 10:58:08 macbook-pro loginwindow[435] <Notice>: USER_PROCESS: 435 console
Oct  1 16:40:18 macbook-pro login[1429] <Notice>: USER_PROCESS: 1429 ttys000
Oct  1 16:41:19 macbook-pro login[1465] <Notice>: USER_PROCESS: 1465 ttys001
Oct  1 16:46:32 macbook-pro login[1465] <Notice>: DEAD_PROCESS: 1465 ttys001
Oct  1 16:46:58 macbook-pro login[1429] <Notice>: DEAD_PROCESS: 1429 ttys000
```

Auszug aus der Ausgabe der ASL-Log-Dateien mit syslog

Logdateien

- **Basic Security Modules Audit Logs (BSM):**
 - das Dateiformat Basic Security Module (BSM) stammt aus dem Betriebssystem Sun Solaris und wurde in verschiedenen Formen von BSD Unix, einschließlich Mac OS X, übernommen.
 - Audit-Logs basieren auf einer Apple-eigenen Implementierung des Basic-Security-Module (BSM) in Darwin
 - Audit-Logs ermöglichen die Verfolgung und Prüfung von Aktionen, die von Nutzern oder Prozessen durchgeführt werden

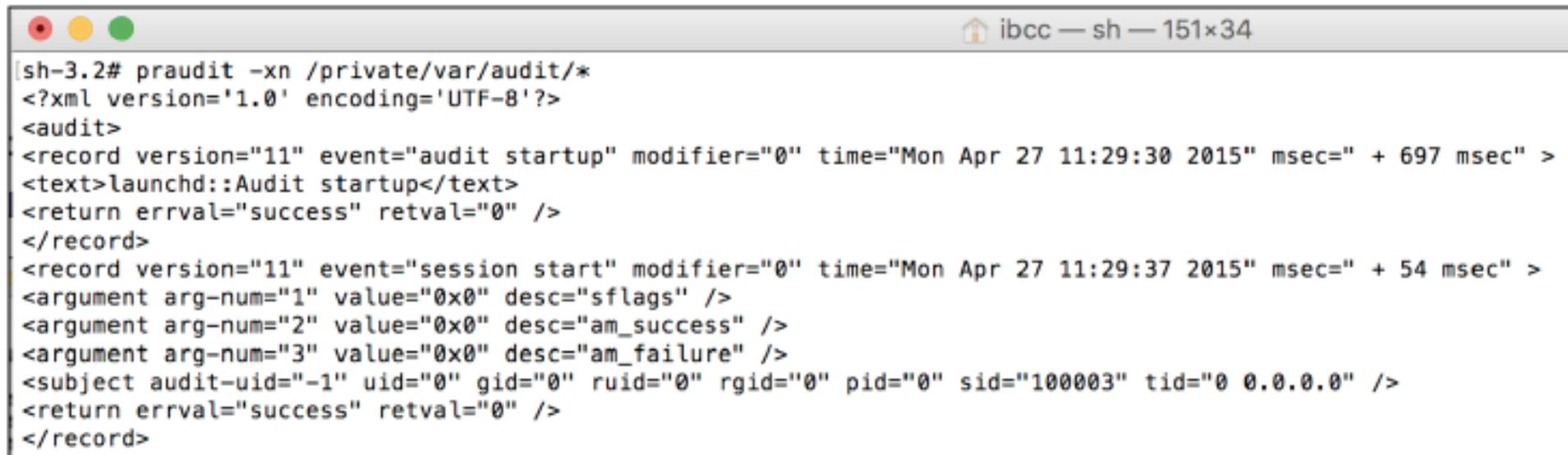
Logdateien

- **Basic Security Modules Audit Logs (BSM):**
 - Audit-Logs sind im Verzeichnis **/private/var/audit/** abgelegt welches nur mit Root-Rechten geöffnet werden kann
 - Log-Dateien liegen in einem binären Format vor und haben das Format **[Start-Zeitstempel].[End-Zeitstempel]**.
 - die Log-Datei **[Start-Zeitstempel].not terminated** ist die aktuell beschriebene Audit-Log-Datei
 - Zeitstempel haben das Format YYYYMMDDHHMMSS

Logdateien

- **Basic Security Modules Audit Logs (BSM):**

- um Audit-Log-Dateien auszuwerten, verwendet man das Kommando **praudit -xn**
- dabei stehen die Parameter -x für eine XML-Ausgabe und -n für eine Konvertierung der Nutzer- und Gruppen-IDs



```
ibcc — sh — 151x34
[sh-3.2# praudit -xn /private/var/audit/*
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<audit>
<record version="11" event="audit startup" modifier="0" time="Mon Apr 27 11:29:30 2015" msec=" + 697 msec" >
<text>launchd::Audit startup</text>
<return errval="success" retval="0" />
</record>
<record version="11" event="session start" modifier="0" time="Mon Apr 27 11:29:37 2015" msec=" + 54 msec" >
<argument arg-num="1" value="0x0" desc="sflags" />
<argument arg-num="2" value="0x0" desc="am_success" />
<argument arg-num="3" value="0x0" desc="am_failure" />
<subject audit-uid="-1" uid="0" gid="0" ruid="0" rgid="0" pid="0" sid="100003" tid="0 0.0.0.0" />
<return errval="success" retval="0" />
</record>
```

Auszug der Ausgabe der Audit-Logfiles mit praudit -xn

Logdateien

- **Basic Security Modules Audit Logs (BSM):**
 - Audit-Einträge sind durch Tags (ähnlich wie ein XML-/ HTML-Dokument) nach folgendem Muster hierarchisch strukturiert:

Struktur eines Audit-Eintrags	
<record...>	Beginn des Eintrags (Header)
<subject...>	Betreff (Subject), Kontext der Aktion (IDs)
<text>	String mit Beschreibung zur Aktion
<return>	Rückgabewert
</record>	Ende des Eintrags

Logdateien

- **Basic Security Modules Audit Logs (BSM):**

- einzelne Aktionen aus den Audit-Log-Dateien können mit dem Befehl **auditreduce** gefiltert werden.
- Filterung nur nach bestimmten Audit-Events, die in der Konfigurationsdatei **/etc/security/audit_event** beschrieben sind



```
ibcc — sh — 151x34
sh-3.2# auditreduce -m AUE_lw_login 20160105164801.not_terminated | praudit -xn
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<audit>
<record version="11" event="loginwindow login" modifier="0" time="Tue Jan  5 17:48:05 2016" msec=" + 632 msec" >
<subject audit-uid="501" uid="0" gid="0" ruid="501" rgid="20" pid="97" sid="100007" tid="503316500.0.0.0" />
<return errval="success" retval="0" />
</record>
sh-3.2#
```

Filtern nach Nutzer-Logins (AUE_lw_login) in der Audit-Datei 20160105164801.not_terminated

Logdateien

■ Apple Unified Log (ALU)

- mit macOS 10.12 Sierra ersetzte Apple im September 2016 das traditionelle textbasierte Unix-Protokollsystem durch sein neues einheitliches Protokoll, dem **Apple Unified Logging**.
- der Log-Mechanismus ersetzt die bisherigen Log-Dateien system.log und Apple System Logs (ASL) bzw. führt sie zusammen
- das neue Unified Logging wird plattformübergreifend auch in iOS (ab iOS-Version 10), watchOS und tvOS eingesetzt.
- mit macOS Sierra 10.12 wird das Unified Logging parallel zu den bekannten Log-Dateien betrieben, ab macOS 11 BigSure ausschließlich

Logdateien

- **Apple Unified Log (ALU)**

- es wurden jedoch nicht alle Protokolle im einheitlichen Protokoll gebündelt.
- zu den verbleibenden traditionellen textbasierten Protokolldateien gehören:
 - daily.out, monthly.out und wifi.log sind noch aktiv
 - /var/log/install.log führt immer noch ein wertvolles Protokoll der Installation von Softwareupdates
 - CUPS führt immer noch seine eigenen Protokolle in /var/log/cups aus
 - Apps von Drittanbietern wie die von Adobe führen immer noch ihre eigenen Textprotokolle aus
 - system.log existiert noch, wird nur noch von veralteter Software besucht, z.B. dem Google Software Update.

Logdateien

- **Apple Unified Log (ALU)**

- es gibt drei Hauptgruppen von Dateien, die Protokolleinträge speichern:

1. die in **/var/db/diagnostics/Persist/** in Form von tracev3-Dateien, die reguläre Protokolleinträge enthalten
2. die in **/var/db/diagnostics/Special/** in tracev3 Dateien, die zusätzliche Einträge mit kürzerer Lebensdauer enthalten
3. das Logging-System speichert Daten zudem im Verzeichnis **/var/db/uidtext**
 - Dieses enthält diverse Unterverzeichnisse mit Dateien, die mit GUIDs benannt sind und Log-Mitteilungen in Textform enthalten, welche von Unified Logging zur Darstellung von Log-Mitteilungen verwandt werden

Logdateien

- **Apple Unified Log (ALU)**

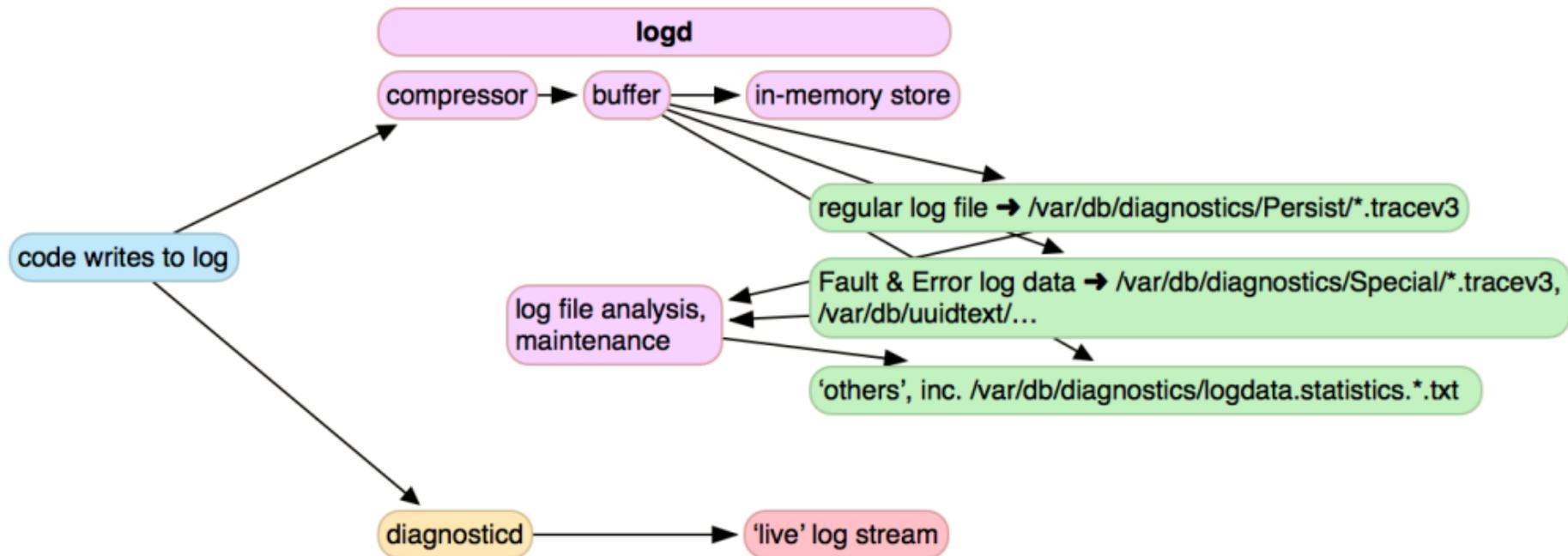
- Log-Dateien des Unified Logging sind nach dem folgenden Muster abgespeichert:

logdata.Persistent.YYYYMMDDTHHMMSS.tracev3

- das Unified-Logging-System nutzt die Hintergrundprozesse **logd** und **diagnostictd**
- zur Laufzeit einer Anwendung verarbeitet **logd** Mitteilungen, komprimiert sie und speichert sie in eine normale **Log-Datei**
- der Hintergrunddienst **diagnostictd** nimmt Mitteilungen entgegen und erzeugt einen **Live-Log-Stream**

Logdateien

- Apple Unified Log (ALU) -



Quelle: eclctidlight.co/2018/03/19/mac-os-unified-log-1-why-what-and-how/

Logdateien

■ Apple Unified Log (ALU)

- Log-Mitteilungen des Unified-Logging-Systems können durch die API (os_log) als Default-, Info- oder Debug-Mitteilungen definiert werden
- für jede Art kann definiert werden, ob ein Logging aktiviert ist und wo Log-Dateien gespeichert werden (Festplatte oder Hauptspeicher).
- Die folgende Tabelle zeigt die Standardeinstellungen für Mitteilungen:

Standardeinstellungen für Mitteilungen im Unified-Logging-System		
Mitteilungsart	Status	Speicherort
Debug-Level	nicht aktiviert	-
Info-Level	aktiviert	Hauptspeicher
Default-Level	immer	Festplatte
Error	immer	Festplatte
Fault	immer	Festplatte

Logdateien

- **Apple Unified Log (ALU)**

- Um die erstellten Log-Dateien oder den Live-Log-Stream betrachten zu können, kann die in Mac OS integrierte Konsole-App oder das Terminalkommando `log` eingesetzt werden
- Zum **Exportieren** und Öffnen von **Log-Mitteilungen** auf weiteren Mac-OS-Systemen kann das **neues Speicherformat .logarchive** eingesetzt werden
- Unified Logging ermöglicht eine Kategorisierung von Log-Mitteilungen sowie verbesserte Filtermöglichkeiten bei der Analyse

Logdateien

■ Apple Unified Log (ALU)

- in der Konsole-App werden unter Auswahl des Symbols des Mac-Computers die Mitteilungen des Unified Logging ausgewertet.
- Live-Sicht ermöglicht aktuelle Betriebssystem-Meldungen in Echtzeit zu verfolgen (Live Log Stream)
- Fehler (Fault und Error) werden mit einem gelben Punkt gekennzeichnet und können explizit gefiltert werden
- Info erlaubt die Anzeige von erweiterten Informationen für eine geloggte Meldung (Unter anderem die Kategorisierung einer Mitteilung nach Subsystem und Kategorie)
- mit Details kann die Info- Sicht nochmals erweitert werden

Logdateien

■ Apple Unified Log (ALU)

The screenshot shows the macOS Console application. The top bar includes a search field with the text 'Suchen' and several control buttons: Start, Jetzt, Aktivitäten, Löschen, Neu laden, Info, and Teilen. Below the search bar, there are tabs for 'Alle Mitteilungen' and 'Fehler und Probleme'. The main area displays a list of system messages with columns for 'Uhrzeit', 'Prozess', and 'Mitteilung'. Below this list, a 'Finder' log entry is visible, showing details for a subsystem and activity.

Uhrzeit	Prozess	Mitteilung
16:41:24.992017+0200	activateSettings	com.apple.message.domain: com.apple.security.require
16:41:24.993294+0200	activateSettings	com.apple.message.domain: com.apple.systempreferenc
16:41:24.995193+0200	activateSettings	com.apple.message.domain: com.apple.trackpad2.prefe
16:41:58.262312+0200	Unknown	com.apple.message.domain: com.apple.assumes.failur
16:42:09.354079+0200	com.apple.appkit.xpc.openAndSave	OSActivityID: 0x800000000000e98c com.apple.message.

Finder
Subsystem: com.apple.coreservices.applaunch Kategorie: <Beschreibung fehlt> [Ausblenden](#)
Aktivitäts-ID: 0 Thread-ID: PID: 420 2022-06-28 16:34:15.556500+0200

```
-----  
com.apple.message.path_bucket: 6  
com.apple.message.volume_is_network: no  
com.apple.message.quarantined: no  
com.apple.message.volume_is_removable: no  
com.apple.message.volume_is_ejectable: no  
com.apple.message.volume_is_root: yes  
com.apple.message.volume_is_disk_image: no  
com.apple.message.bundle_identifier: com.apple.Console  
com.apple.message.bundle_version: 5.1  
com.apple.message.bundle_short_version: 1.1  
SenderMachUUID: 645F09C0-A56B-3F9D-82CD-66CD30DA15DB
```

Logdateien

- **Apple Unified Log (ALU)**

- es kann auch das Terminalkommando `log` eingesetzt werden, um den Live-Log-Stream oder vom Unified-Logging-System erstellte Log-Dateien darzustellen.
- das **log-Kommando** bietet dabei erweiterte Möglichkeiten zur Filterung und Suche:
 - **log show:** Zeigt den Inhalt von `.tracev3` Log-Dateien oder `.logarchive`-Dateien an
 - **log collect:** Sammelt Informationen in einer Archivdatei (`.logarchive`) zur späteren Verwendung mit `log` oder der Konsole
 - **log stream:** Zeigt den Live-Log-Stream
 - **log config:** Konfiguriert das Unified-Logging-System

Logdateien

- Apple Unified Log (ALU)

```
nutzer1 — -zsh — 132x30
Last login: Tue Jun 28 14:53:08 on ttys000
nutzer1@MBP-von-llcs ~ % log show --last 1s
Skipping info and debug messages, pass --info and/or --debug to include.
Timestamp          Thread          Type          Activity          PID    TTL
2022-06-28 16:33:03.887411+0200 0x11310      Default          0x0              253    30  softwareupdated: (SoftwareUpdateCoreSupport)
[com.apple.SoftwareUpdateMacController:SU] ...[FSM] API postEvent | SUCCESS
2022-06-28 16:33:03.887446+0200 0x11310      Default          0x0              253    30  softwareupdated: (SoftwareUpdateMacControlle
r) [com.apple.SoftwareUpdateMacController:SUMacController] [Download] SUCoreUpdate delegate method -[SUMacController updateAssetDown
loadProgress:] called
2022-06-28 16:33:03.887621+0200 0x11079      Default          0x0              253    30  softwareupdated: (SoftwareUpdateCoreSupport)
[com.apple.SoftwareUpdateMacController:SU] [FSM(update[UUID(E78967CA-A585-4E73-AD8B-324FD43499A0) 20D91(user)->20G630((null)) incr
])] >S> DownloadingSU >E> DownloadProgress >A> ReportDownloadProgress info:
[>>>
    targetPhase: NO_CHANGE
    policy: (null)
    downloadProgress: phase:Downloading stalled:NO portionComplete:0.935025 totalWrittenBytes:5373924236 totalExpectedBytes:574736125
6 estimatedTimeRemaining:556.431411
    prepareProgress: (null)
    resultCode: 0
    error: (null)
<<<]
2022-06-28 16:33:03.887906+0200 0x11310      Default          0x0              253    30  softwareupdated: (SoftwareUpdateMacControlle
r) [com.apple.SoftwareUpdateMacController:SUMacController] PerformAction with Action:DownloadProgress Event:DownloadProgress State:D
ownloadingUpdate nextState:(null) Info:[>>>
    BridgeOS(shouldPerformBridgeOSUpdate:NO|bridgeOSVersionToInstall:(null)|bridgeOSDownloadSizeBytes:(null)|bridgeOSDownloadDirecto
ry:(null))
    Rosetta(shouldPerformRosettaUpdate:NO|rosettaVersionToInstall:(null)|rosettaDownloadDirectory:(null))
    Targets(targetPhase:SUMAC_PHASE_NONE|eventToIssue:(null)|queryStateCompletion:NO)
    clientRequest: (null)
    progress: phase:Downloading stalled:NO portionComplete:0.935025 totalWrittenBytes:5373924236 totalExpectedBytes:5747361256 estim
```

Logdateien

- **Apple Unified Log (ALU)**

- **log show** zeigt den Inhalt von .tracev3 Log-Dateien / .logarchive-Dateien an

Syntax: log show	
Befehl	Bedeutung
\$ log show --archive Datei	Zeigt archivierte .logarchive-Dateien an.
\$ log show --file Datei	Zeigt .tracev3-Dateien an (die Datei muss sich in .logarchive oder in einem System-Log-Verzeichnis befinden).
\$ log show --predicate Filterausdruck	Ermöglicht die Angabe eines Filterausdrucks (predicate).
\$ log show --start Datum/Zeit --end Datum/Zeit	Grenzt Mitteilungen nach Start- und Endzeit zeitlich ein (akzeptiert sind die Formate „YYYY-MM-DD“, „YYYY-MM-DD HH:MM:SS“ oder „YYYY-MM-DD HH:MM:SSZZZZ“).

Logdateien

- **Apple Unified Log (ALU)**

- **log collect** eignet sich zum sammeln von Informationen in einer Archivdatei (.logarchive)

Syntax: log collect	
Befehl	Bedeutung
\$ log collect --output Pfad	Setzt den Ausgabepfad für die .logarchive-Datei.
\$ log collect --start Datum/Zeit	Grenzt Mitteilungen nach Anfangszeit ein (akzeptiert sind die Formate „YYYY-MM-DD“, „YYYY-MM-DD HH:MM:SS“ oder „YYYY-MM-DD HH:MM:SSZZZZ“).
\$ log collect --last Num [m h d]	Grenzt Mitteilungen zeitlich ein. Ausgehend von der aktuellen Zeit wird eine bestimmte Periode zurückgerechnet, z. B. last 2m (die letzten 2 Minuten) oder last 3h (die letzten 3 Stunden).

Logdateien

- **Apple Unified Log (ALU)**

- Das Kommando log erlaubt es, sogenannte **Predicate-Filter** zu nutzen:

Wichtige Predicate-Filter	
Predicate-Filter	Bedeutung
eventMessage contains <code>^string^</code>	Durchsucht Log-Mitteilungen nach einem bestimmten String. Der String muss in der Ausgabe der Mitteilung enthalten sein.
messageType == error	Sucht nach Mitteilungen des Typs Error.
processID == 100	Sucht nach Mitteilungen einer ProzessID, hier mit PID 100.
subsystem == "com.apple.TimeMachine"	Sucht nach einem konkreten Subsystem/App Bundle, im Beispiel Time Machine.

- Predicate-Filter können durch logische Operatoren wie &&, and, or, >, <, !=, between, contains, like u. a. miteinander verknüpft werden

Logdateien

■ Apple Unified Log (ALU)

- um die Log-Dateien mit log decodieren zu können, müssen .logarchive-Bundle-Dateien vorliegen oder sich die .traveV3-Dateien im Unified-Logging-Verzeichnis des laufenden Systems befinden.
- zur Analyse bietet es sich daher entweder an, das zu untersuchende System zu virtualisieren oder die Verzeichnisse /var/db/diagnostics und /var/db/uidtext auf einen Analyse-Mac-Computer zu übernehmen
- das log-Kommando gibt seine Ausgaben grundsätzlich auf dem Bildschirm aus, daher ist es sinnvoller, die Ausgabe in eine Textdatei umzuleiten

```
$ touch ~/Desktop/meineLogDatei.txt  
$ log show --last 5m --info > ~/Desktop/meineLogDatei.txt
```

Logdateien

- **Apple Unified Log (ALU)**

- es existiert derzeit eine Alpha Version eines Offline Datei Parsers:

<https://github.com/ydkhatri/UnifiedLogReader>

```
G:\>c:\Python37-32\python.exe c:\Github\UnifiedLogReader\UnifiedLogReader.py -h
usage: UnifiedLogReader.py [-h] [-f OUTPUT_FORMAT] [-l LOG_LEVEL]
                          uuidtext_path timesync_path tracev3_path
                          output_path
```

```
UnifiedLogReader is a tool to read macOS Unified Logging tracev3 files.
This is version 0.3 tested on macOS 10.12.5 - 10.15 and iOS 12.
```

BETRIEBSSYSTEM macOS

Mac Disk Images

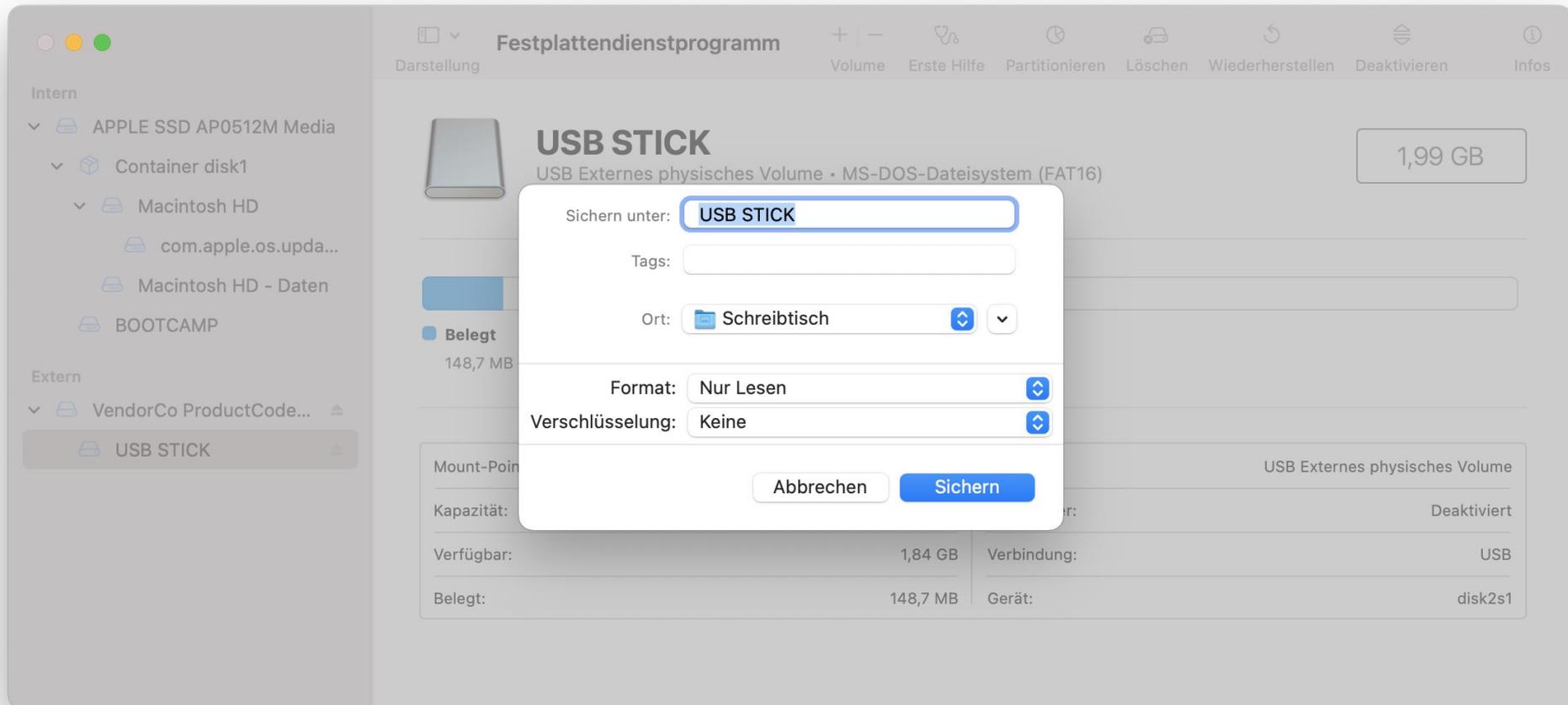
Mac Disk Images

■ Mac OS Disk Image Formate

- Mac OS kann mit verschiedenen Arten von Disk Images umgehen. Diese beinhalten vollständige Dateisysteme (unterstützt werden HFS+, FAT oder ExFAT):
 - in einer einzigen Datei (.dmg)
 - in einer mitwachsenden Datei (.sparseimage)
 - in einem mitwachsenden Bundle (.sparsebundle).
- DMG-Images haben im Gegensatz zu Sparse Disk Images eine feste Größe
- ein Sparse Disk Image kann seinen Inhalten entsprechend mitwachsen.
- ein Sparse Bundle wird für den Nutzer transparent in kleinen Einheiten gespeichert, so dass beispielsweise eine inkrementelle Sicherung von Teilen des Images möglich ist
- die angegebene Größe von gemounteten Sparse Disk Images oder Sparse Bundles kann aus diesem Grund wesentlich größer sein, als der tatsächlich belegte Speicherplatz auf dem Datenträger

Mac Disk Images

- Mac OS Disk Image erstellen



Mac Disk Images

Mac OS Disk Image erstellen

Image wird von „USB STICK“ erstellt

Aktion fehlgeschlagen: Der Vorgang ist nicht zugelassen

Details ausblenden

Image von „USB STICK“ (disk2s1) wird erstellt

„USB STICK“ deaktivieren ...

Vorgang mit Status 1 fehlgeschlagen: Der Vorgang ist nicht zugelassen

Aktion fehlgeschlagen ...

Image wird von „VendorCo ProductCode Media“ erstellt

Vorgang erfolgreich.

Details ausblenden

Image von „VendorCo ProductCode Media“ (disk2) wird erstellt

Image-Funktion vorbereiten ...

Master Boot Record (MBR : 0) lesen ...
(CRC32 \$1B18DCE1: Master Boot Record (MBR : 0))

(Apple_Free : 1) lesen ...
(CRC32 \$00000000: (Apple_Free : 1))

(DOS_FAT_16 : 2) lesen ...
(CRC32 \$01533B25: (DOS_FAT_16 : 2))

Fertig

Sicherheit

Allgemein | FileVault | Firewall | Datenschutz

Mikrofon

Spracherkennung

Bedienungshilfen

Input-Monitoring

Festplattenvollzugriff

Dateien und Ordner

Bildschirmaufnahme

Medien & Apple Music

HomeKit

Den unten stehenden Apps erlauben, auf Daten wie E-Mails, Nachrichten, Safari, die Home-App, Time Machine-Backups und bestimmte administrative Einstellungen von allen Benutzern auf diesem Mac zuzugreifen.

find

rsync

Festplattendienstprogramm

Terminal

+ -

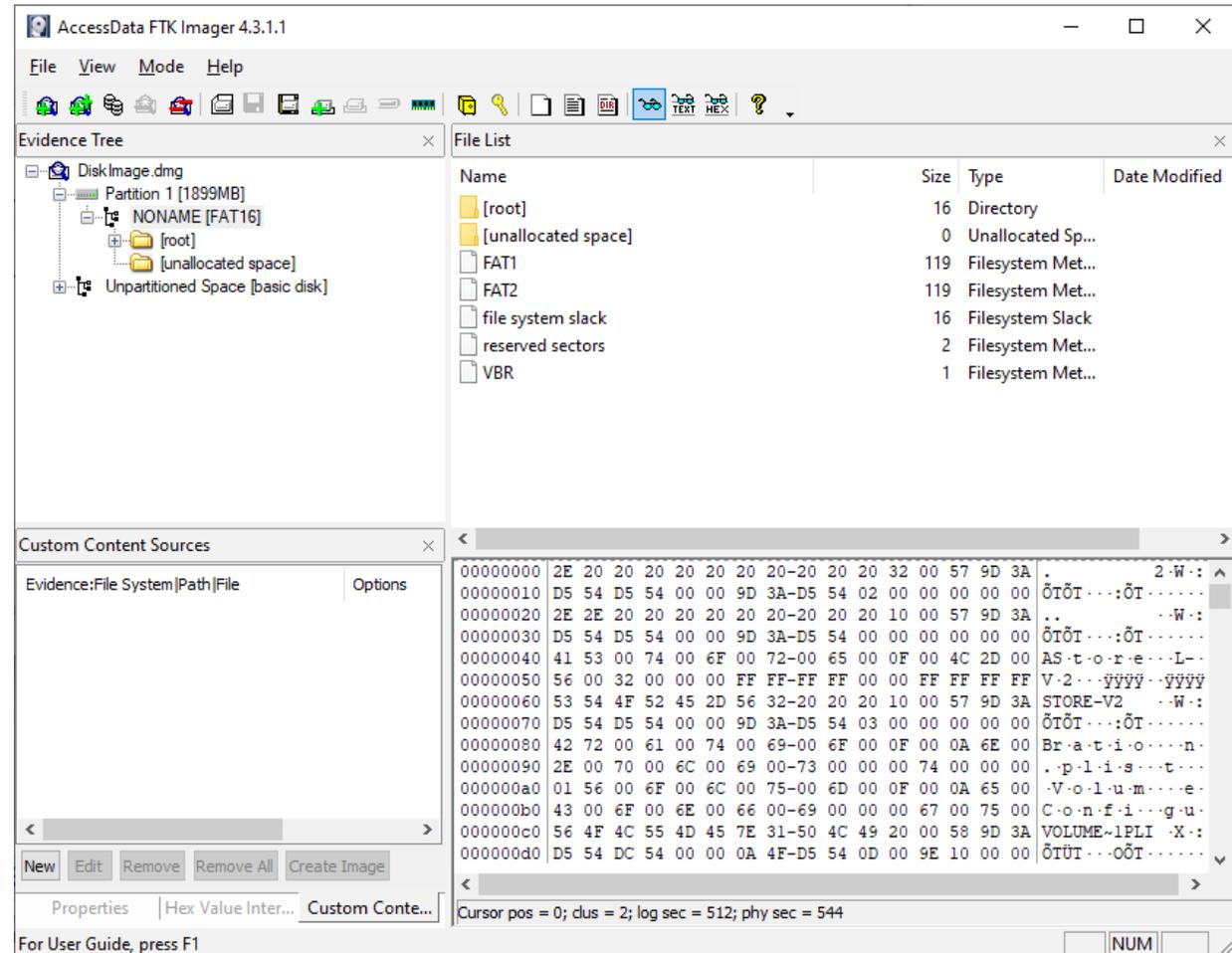
Zum Schützen auf das Schloss klicken.

Weitere Optionen ... ?

Mac Disk Images

- Mac OS Disk Image erstellen

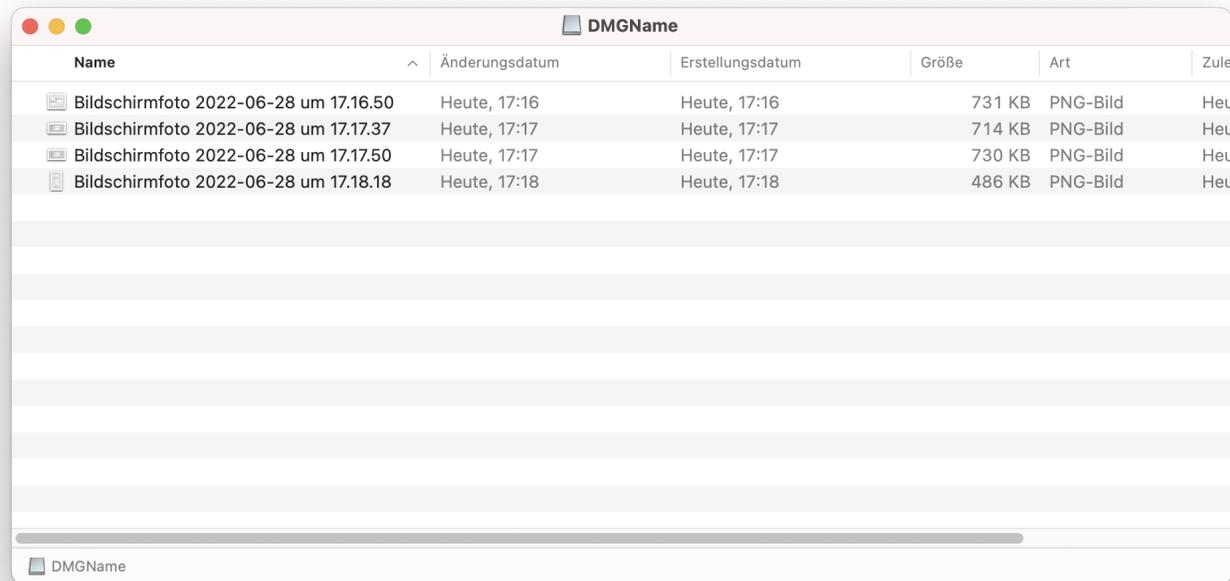
Das Ergebnis der Sicherung
im FTK eingelesen



Mac Disk Images

- **UDIF (Universal Disk Image Format)**

Disk Images nutzen das von Apple entwickelte proprietäres Format UDIF (Universal Disk Image Format). Unter Mac OS können sie bei aktiviertem Disk Arbitration per Doppelklick im Finder gemountet werden.



Mac Disk Images

UDIF (Universal Disk Image Format)

Der Befehl `hdiutil` kann genutzt werden, um Informationen zu Disk Images zu erhalten bzw. um sie in das System einzubinden oder auszuhängen:

\$ `hdiutil info` - zeigt Informationen zu gemounteten Disk Images

\$ `hdiutil attach /Desktop/Disk_Image.dmg` - mountet ein Disk Image

\$ `hdiutil detach /Desktop/Disk_Image.dmg` - entfernt ein Disk Image

Mac Disk Images

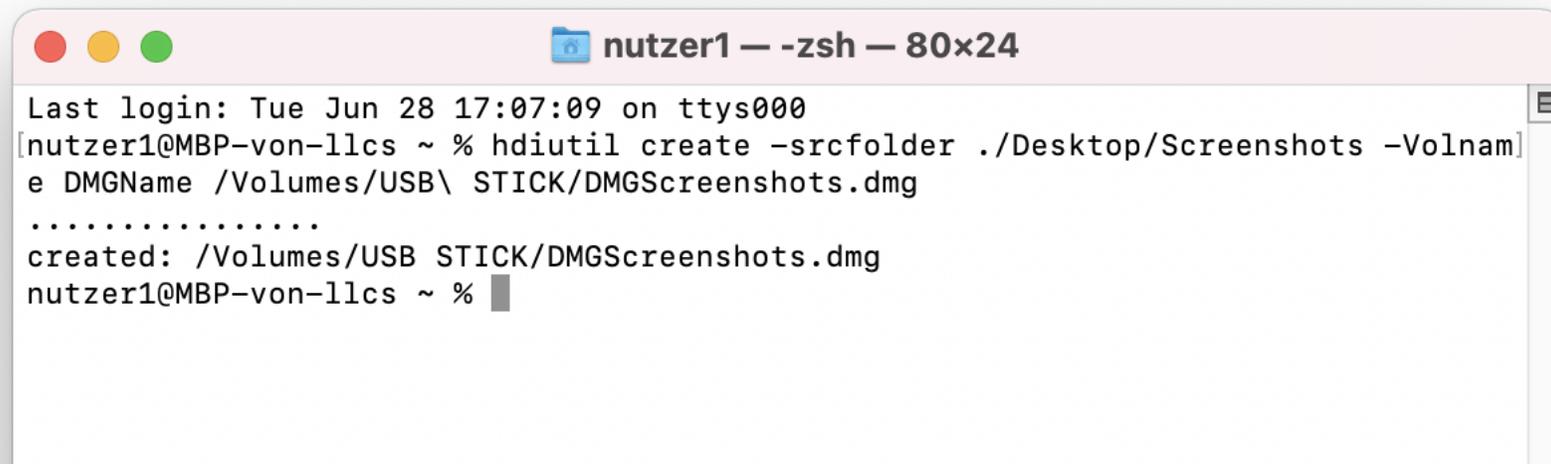
- **forensische Abbilder von Mac-Computern**
 - Disk Images können auch dazu genutzt werden, forensische Abbilder von Mac-Computern zu erstellen.
 - Das DMG-Format wird insbesondere von Produkten, die unter Mac OS lauffähig sind, unterstützt.
 - Es bietet den Vorteil, dass die Mac-eigene Technologie Spotlight benutzt werden kann, um Abbilder im DMG-Format zu indexieren und damit einfach und vor allem schnell durchsuchbar zu machen.

Mac Disk Images

- forensische Abbilder von Mac-Computern

hdiutil create -srcfolder /Users **-volname** DMGNAME /mountpoint/NAME.dmg

– Erzeugt DMG Dateien mit APFS Container Strukturen:



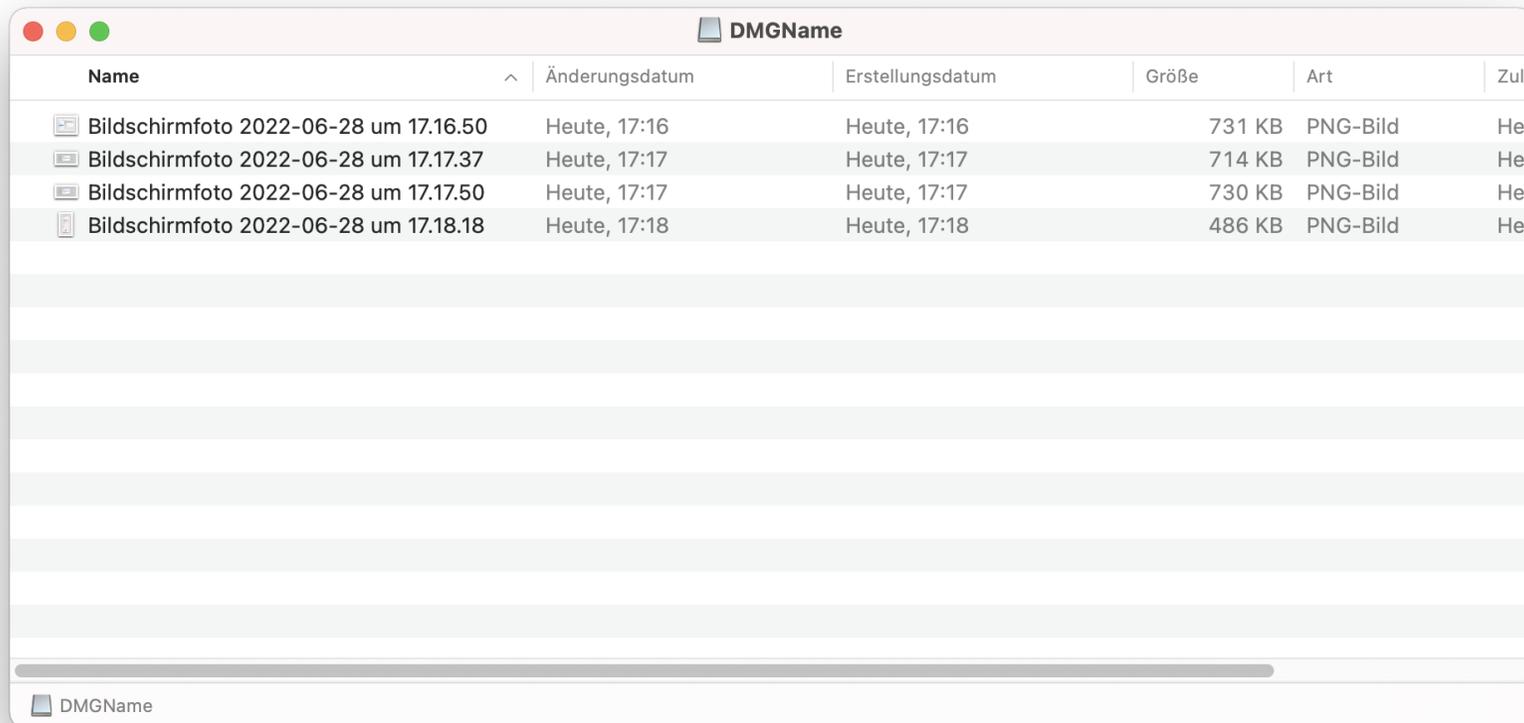
```
nutzer1 — -zsh — 80x24
Last login: Tue Jun 28 17:07:09 on ttys000
[nutzer1@MBP-von-llcs ~ % hdiutil create -srcfolder ./Desktop/Screenshots -Volname
e DMGName /Volumes/USB\ STICK/DMGScreenshots.dmg
.....
created: /Volumes/USB STICK/DMGScreenshots.dmg
nutzer1@MBP-von-llcs ~ %
```

Mac Disk Images

- forensische Abbilder von Mac-Computern

hdiutil create -srcfolder /Users -volname DMGNAME /mountpoint/NAME.dmg

– Erzeugt DMG Dateien mit APFS Container Strukturen:



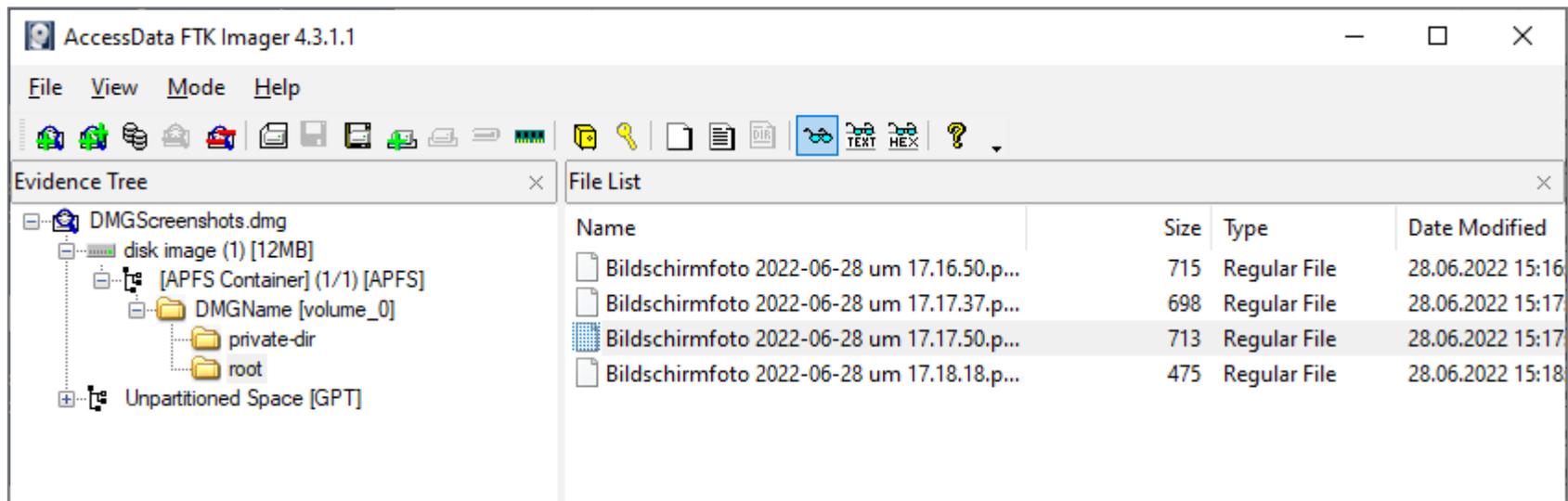
Name	Änderungsdatum	Erstellungsdatum	Größe	Art	Zule
Bildschirmfoto 2022-06-28 um 17.16.50	Heute, 17:16	Heute, 17:16	731 KB	PNG-Bild	Heu
Bildschirmfoto 2022-06-28 um 17.17.37	Heute, 17:17	Heute, 17:17	714 KB	PNG-Bild	Heu
Bildschirmfoto 2022-06-28 um 17.17.50	Heute, 17:17	Heute, 17:17	730 KB	PNG-Bild	Heu
Bildschirmfoto 2022-06-28 um 17.18.18	Heute, 17:18	Heute, 17:18	486 KB	PNG-Bild	Heu

Mac Disk Images

- forensische Abbilder von Mac-Computern

hdiutil create -srcfolder /Users -volname DMGNAME /mountpoint/NAME.dmg

- Erzeugt DMG Dateien mit APFS Container Strukturen:



Mac Disk Images

- Schloss-Icon markiert.

Falls ein forensisches Abbild im DMG-Format eingebunden werden soll, ist es sinnvoll, die Datei schreibgeschützt einzubinden, um Veränderungen auszuschließen.

Das kann erreicht werden, indem man die DMG-Datei im Finder als geschützt markiert. Die Datei wird, wenn geschützt, mit einem kleinen Schloss-Icon markiert.



Mac Disk Images

- **schreibgeschütztes Mounten von DMG-Dateien**

Damit Spotlight die Datei indexieren kann, wird der Befehl **hdiutil attach** mit der Option **-shadow** benutzt. Dieser Befehl erzeugt eine Shadow-Datei, in der alle von Spotlight durchgeführten Änderungen an der DMG-Datei gespeichert werden.

Spotlight Indexing kann mit

mdutil -i on

aktiviert werden.

Der Befehl

mdutil -s

überprüft, ob Spotlight Indexing aktiv oder nicht aktiv ist.

Mac Disk Images

- **schreibgeschütztes Mounten von DMG-Dateien**

Neben dem schreibgeschützten Mounten von DMG-Dateien durch Setzen des Hakens *geschützt* ist ein zweiter Weg möglich, der allerdings kein Spotlight Indexing unterstützt.

Hierzu wird das Disk Image zunächst mit dem Befehl

hdiutil attach -nomount

als Block-Device eingebunden und anschließend

mit `mount_hfs -j -o rdonly, noexec, noowners`

schreibgeschützt gemountet.

Mac Disk Images

- **Forensische Abbilder mounten**

- Die Möglichkeit, DMG-Dateien schreibgeschützt einzubinden, kann auch zum Mounten von forensischen Abbildern im RAW- oder E01-Format genutzt werden.
- Hierzu wird das forensische Abbild mit dem Befehl **xmount** (alternativ **ewfmount**) in eine DMG-Datei konvertiert und anschließend, wie zuvor beschrieben, schreibgeschützt eingebunden.

Mac Disk Images

- **Forensische Abbilder mounten**

- RAW-Abbilder können neben dem beschriebenen Weg auch direkt in Mac OS eingebunden werden:

\$ **hdiutil attach -nomount -imagekey** diskimageclass=CRawDiskImage

[Pfad zum RAW Abbild]

- Alternativ können forensische Abbilder unter Mac OS auch mit den grafischen Tools *EWMounter* von Blacklight oder mit *Sumuri Recon* in das System eingebunden und anschließend untersucht werden.

BETRIEBSSYSTEM macOS

Time Machine und lokale Backups

Time Machine und lokale Backups

■ Time Machine

- seit der Mac-OS-X-Version 10.5 ist Time Machine die Apple-eigene Technologie zur Erstellung von Backups
- Bis macOS 11 BigSure wurden Time Machine Backups auf ein virtuelles HFS+-Dateisystem auf einem Sparse-Bundle geschrieben
 - Verschlüsselung erfolgt gegebenenfalls im Sparseimage
- MacOS 11 Big Sur ist die erste Version von macOS, die Time Machine-Backups auf APFS-Volumes erstellt, ohne ein virtuelles HFS+-Dateisystem auf einem Sparse-Bundle zu verwenden
 - Verschlüsselung erfolgt im APFS Volume

Time Machine und lokale Backups

- **Time Machine Backups im Sparsebundle Format**
 - Time Machine erstellt in virtuelles HFS+-Dateisystem auf einem Sparse-Bundle
 - darin wird in einen Ordner eine Kopie des Dateisystems des zu sichernden Volumes abgelegt
 - Dateien und Ordner, die sich seit der letzten Sicherung nicht geändert haben, werden dort durch feste Links dargestellt.
 - Überprüfen man die Inode-Nummer von zwei entsprechenden „Kopien“ eines Ordners, der sich zwischen den Sicherungen nicht geändert hat, und Sieht man identischen Inodes, genau wie bei normalen Datei-Hardlinks

Time Machine und lokale Backups

- **Time Machine Backups auf APFS Datenträgern**
 - APFS unterstützt keine Verzeichnis-Hardlinks und kann daher beim Speichern von Time Machine-Backups nicht denselben Mechanismus verwenden.
 - APFS verwendet die aus dem Dateisystem stammenden Snapshots
 - Ziellaufwerk muss APFS formatiert werden
 - Snapshots werden innerhalb des Dateisystems mit dem Copy on Write Prinzip erstellt
 - ist das Ziellaufwerk nicht verschlüsselt, so ist auch das Backup unverschlüsselt
 - Theoretisch ist mit T2 und M1 eine peer File Verschlüsselung im Backup möglich

Time Machine und lokale Backups

▪ Time Machine Sicherungen

Werden nach einem bestimmten Zeitschema durchgeführt:

- Local Snapshots (Offline), wenn das Time-Machine-Volume nicht präsent ist
- Stündliche Backups werden nach 24 Stunden verworfen
- Tägliche Backups werden nach einem Monat verworfen
- Wöchentliche Backups werden nicht verworfen (Ende, wenn das Time-Machine-Volume voll ist).

Time Machine und lokale Backups

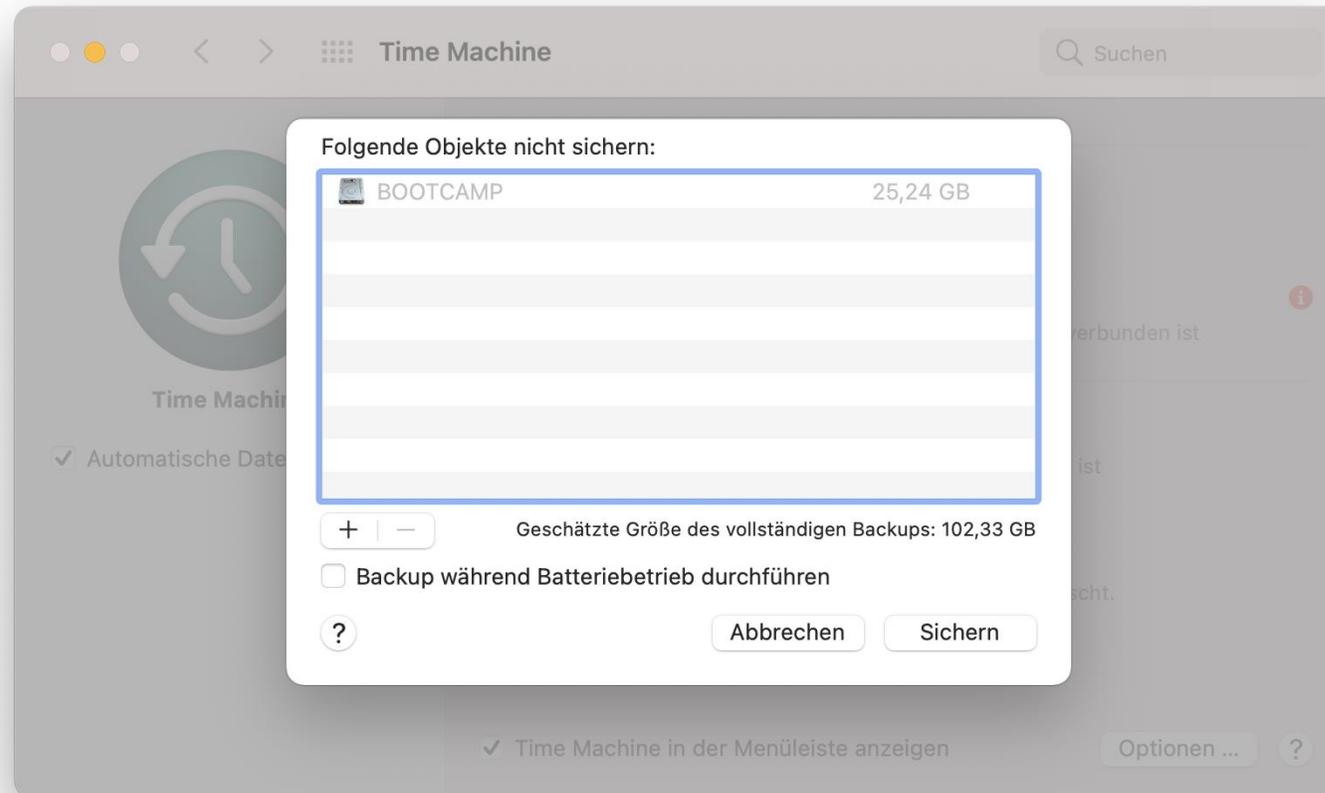
- TimeMachine
- Ansicht letzte Backups in der Anwendung



Time Machine und lokale Backups

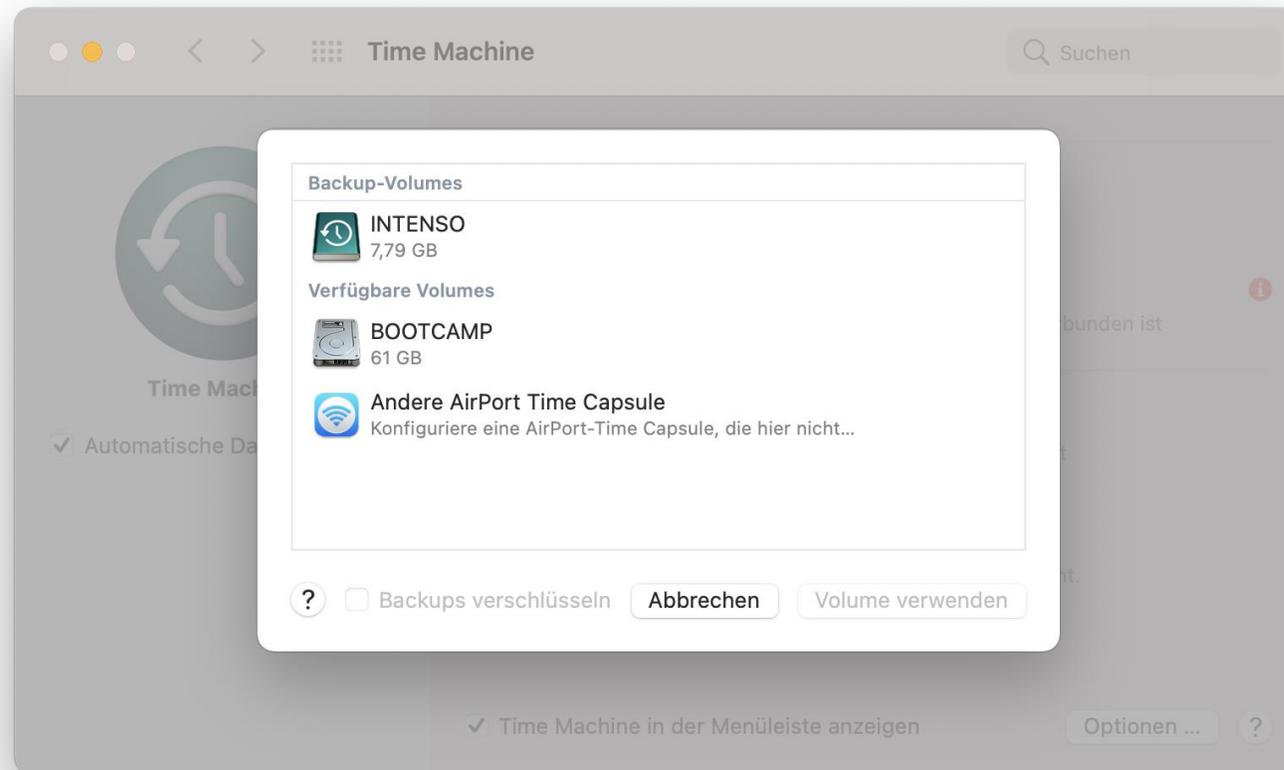
- **TimeMachine**

- Von der Sicherung ausgenommene Objekte anzeigen in der Anwendung



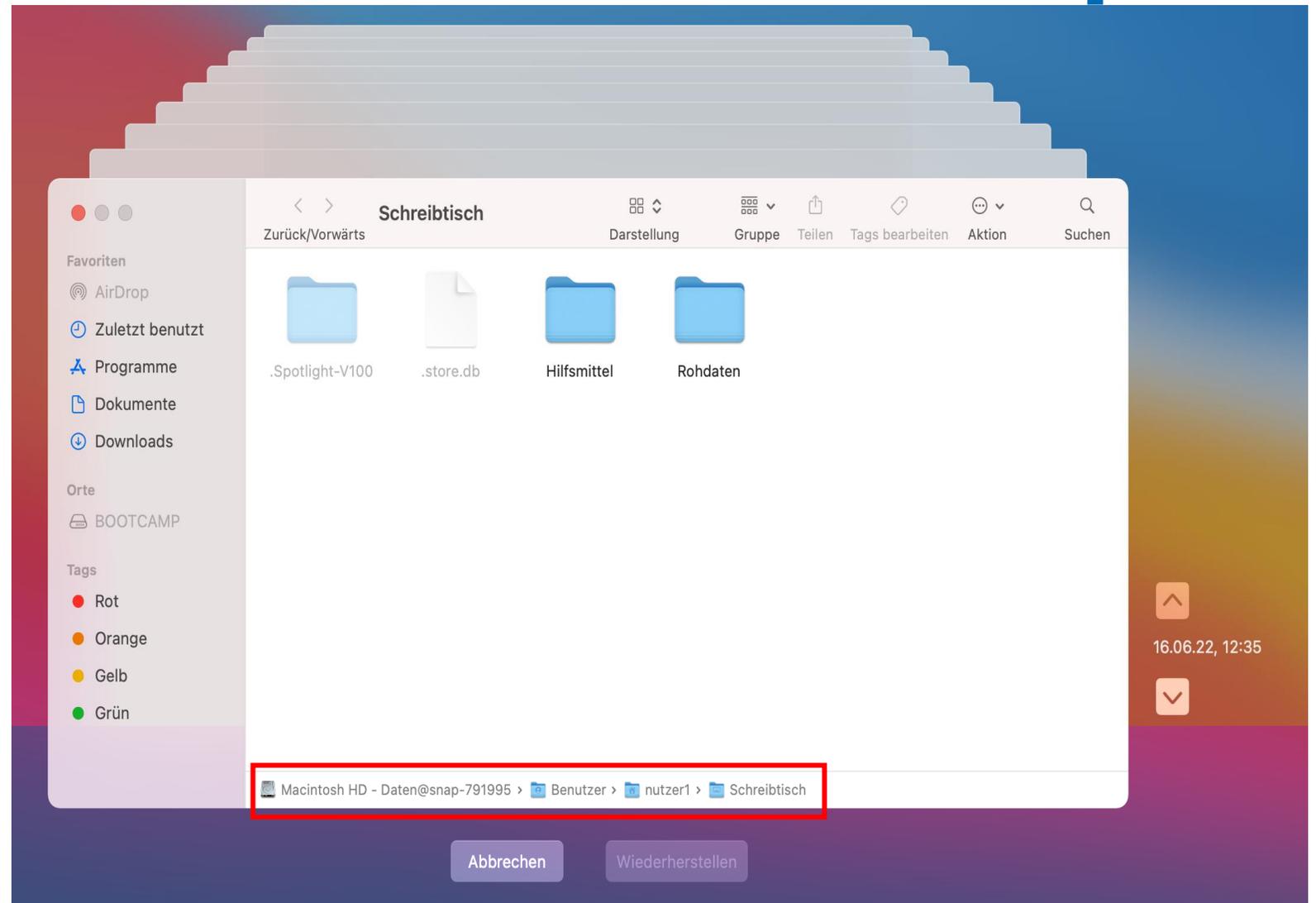
Time Machine und lokale Backups

- **TimeMachine**
- Backuplaufwerk anzeigen in der Anwendung



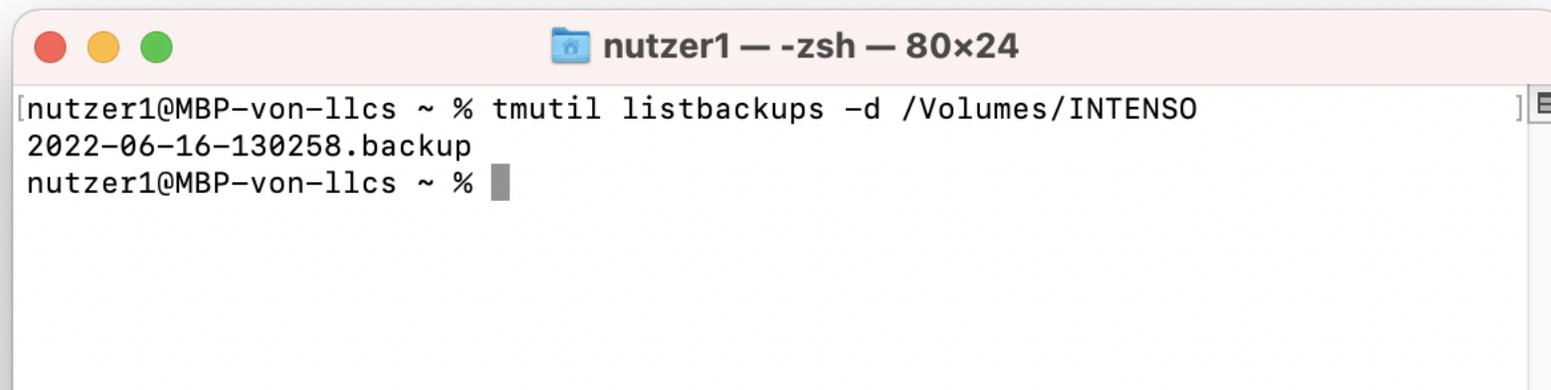
Time Machine und lokale Backups

- **TimeMaschine**
- Vom Finder aufgerufen erhält man die Ansicht der jeweiligen backupstände des geöffneten Verzeichnis



Time Machine und lokale Backups

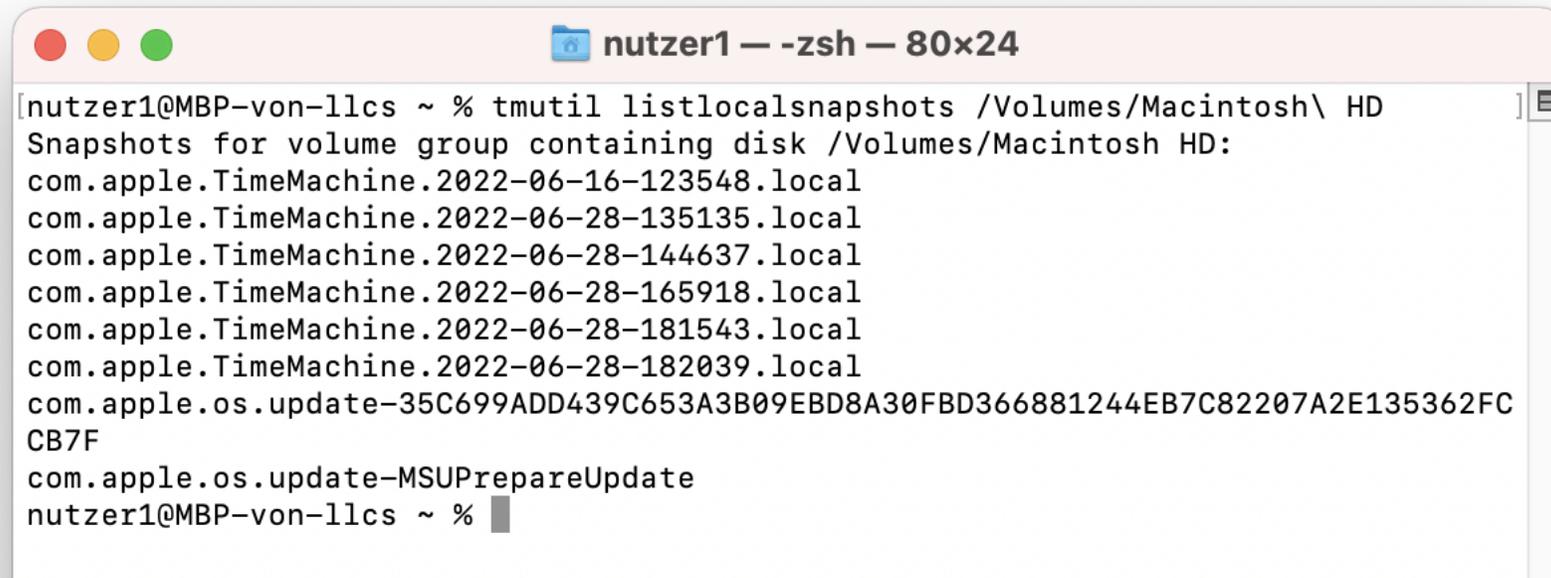
- **tmutil listbackups -d** [/mountpoint/BackupLaufwerk]
- gibt die Backups im Backuplaufwerk mit Datum aus



```
nutzer1 — -zsh — 80x24
[nutzer1@MBP-von-11cs ~ % tmutil listbackups -d /Volumes/INTENSO
2022-06-16-130258.backup
nutzer1@MBP-von-11cs ~ %
```

Time Machine und lokale Backups

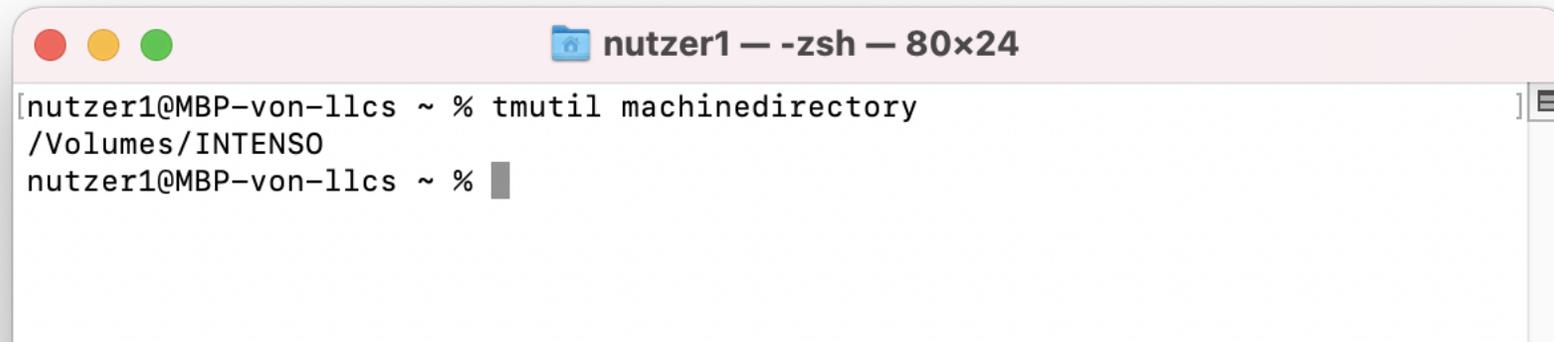
- **tmutil listlocalsnapshots [/mountpoint]**
- gibt die gespeicherten lokalen Backups aus



```
nutzer1 — -zsh — 80x24
[nutzer1@MBP-von-llcs ~ % tmutil listlocalsnapshots /Volumes/Macintosh\ HD ]
Snapshots for volume group containing disk /Volumes/Macintosh HD:
com.apple.TimeMachine.2022-06-16-123548.local
com.apple.TimeMachine.2022-06-28-135135.local
com.apple.TimeMachine.2022-06-28-144637.local
com.apple.TimeMachine.2022-06-28-165918.local
com.apple.TimeMachine.2022-06-28-181543.local
com.apple.TimeMachine.2022-06-28-182039.local
com.apple.os.update-35C699ADD439C653A3B09EBD8A30FBD366881244EB7C82207A2E135362FC
CB7F
com.apple.os.update-MSUPrepareUpdate
nutzer1@MBP-von-llcs ~ %
```

Time Machine und lokale Backups

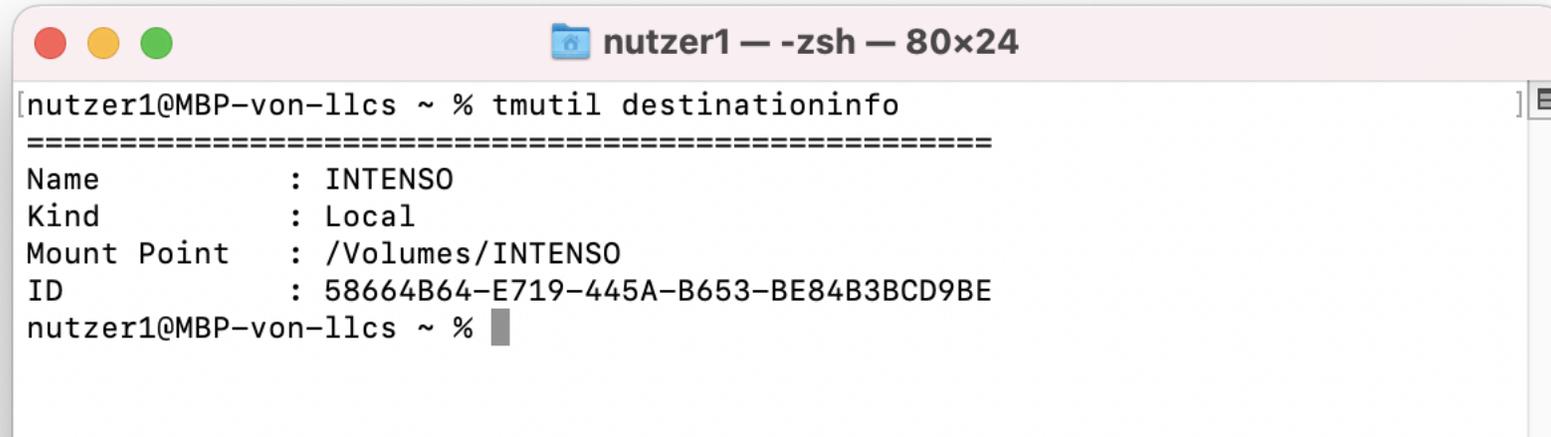
- **tmutil machinedirectory**
- gibt den Mountpoint der Backups aus



```
nutzer1 — -zsh — 80x24
[nutzer1@MBP-von-llcs ~ % tmutil machinedirectory
/Volumes/INTENSO
nutzer1@MBP-von-llcs ~ % █
```

Time Machine und lokale Backups

- **tmutil destinationinfo**
- Gibt den Speicherort der Backups aus



```
nutzer1@MBP-von-llcs ~ % tmutil destinationinfo
=====
Name           : INTENSO
Kind           : Local
Mount Point    : /Volumes/INTENSO
ID             : 58664B64-E719-445A-B653-BE84B3BCD9BE
nutzer1@MBP-von-llcs ~ %
```

Time Machine und lokale Backups

- Das Backup Laufwerk enthält die einzelnen Backup Stände als Verzeichnisstruktur:

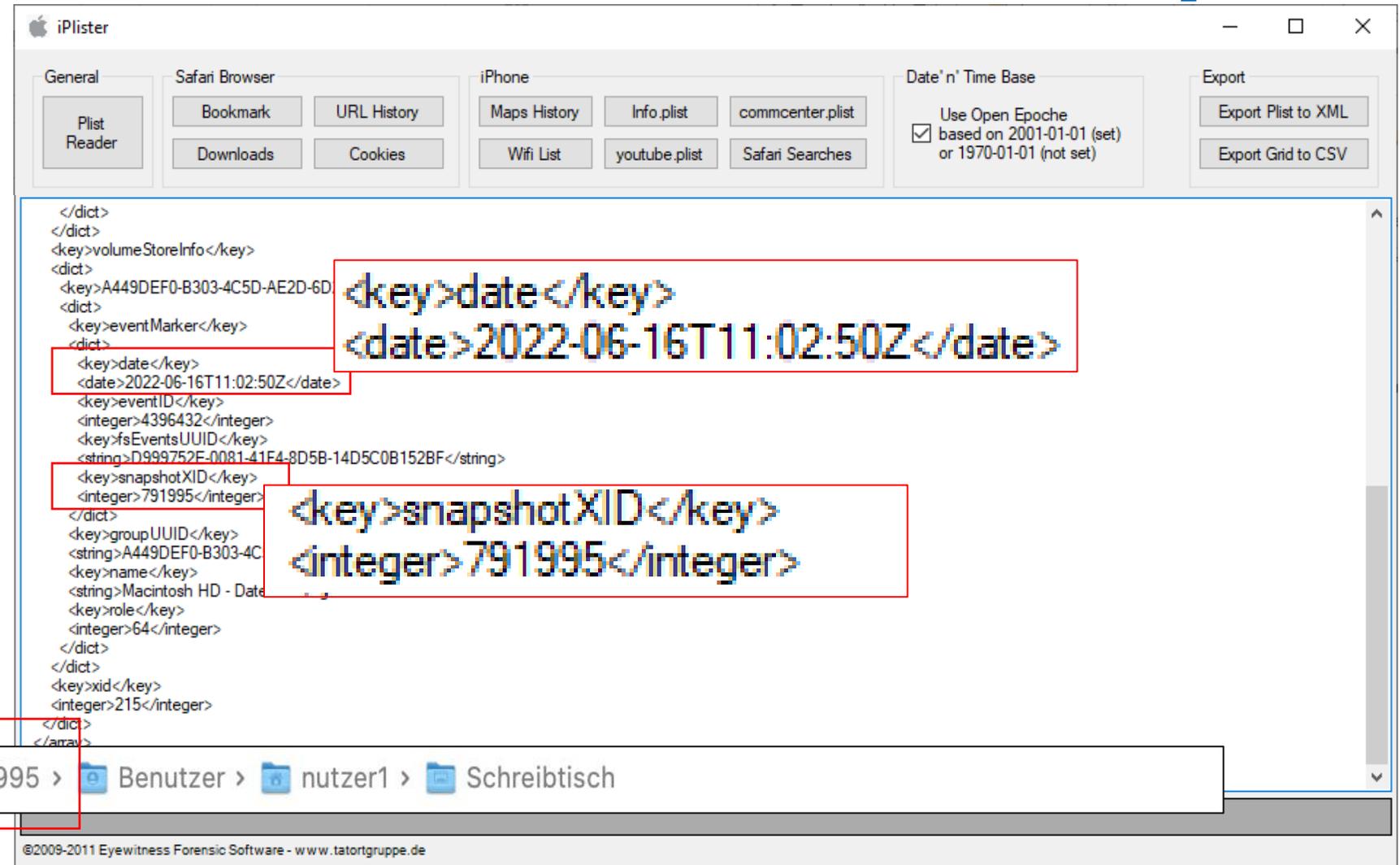
\INTENSO vor 7 Min.

Name	Pfad	Beschreibung	Erw.	Typ	Größe	Erzeugung
.. = (Stammverzeichnis)		existierend			5,9 GB	
. = INTENSO (176.317)	\	existierend			5,5 GB	16.06.2022 10:35:02
2022-06-21-071648.inprogress (3)	\INTENSO	existierend	inprogress		253 KB	21.06.2022 05:16:49
2022-06-16-183911.interrupted (5)	\INTENSO	existierend	interrupted		196 KB	16.06.2022 16:39:12
2022-06-16-182156.interrupted (160.452)	\INTENSO	existierend	interrupted		3,7 GB	16.06.2022 16:21:57
2022-06-16-174012.interrupted (4.721)	\INTENSO	existierend	interrupted		524 MB	16.06.2022 15:40:13
2022-06-16-130258.previous (11.050)	\INTENSO	existierend	previous		1,1 GB	16.06.2022 10:35:49
.Spotlight-V100 (80)	\INTENSO	existierend			79,5 MB	16.06.2022 10:35:02
private-dir (0)	\INTENSO	existierend			0 B	16.06.2022 10:35:02
...backup_manifest.plist (1)	\INTENSO	existierend	plist	plist	0,6 KB	16.06.2022 11:03:19
...DS_Store (1)	\INTENSO	existierend			6,0 KB	16.06.2022 10:35:16
com.apple.fs.cow-exempt-file-count	\INTENSO	existierend	cow-exempt-file-count	cow-exe...	12 B	
Catalog	\INTENSO	virtuell (für Untersuchungszwecke)			76,0 MB	

Time Machine und lokale Backups

backup_manifest.plist

Auf dem BACKUP Laufwerk enthält die letzte Snapshot ID und das Datum



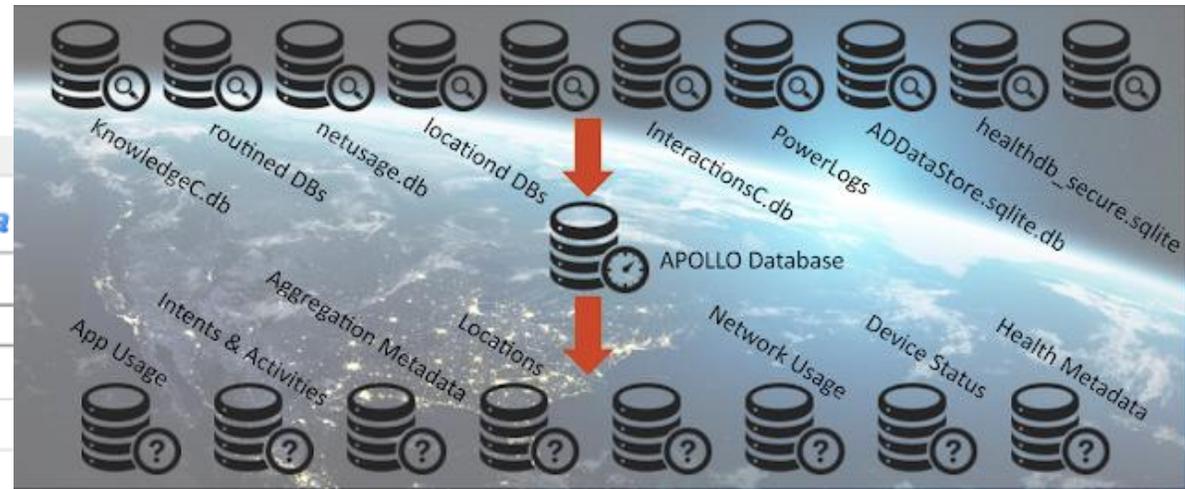
BETRIEBSSYSTEM macOS

Weitere Artefaktanalysen

Weitere Artefaktanalysen

- **Apple Pattern of Life Lazy Output'er (APOLLO)**
<https://github.com/mac4n6/APOLLO>

Database Structure			
Browse Data			
Edit Pragmas			
Execute SQL			
Table: APOLLO			
	Key	Activity	Output
	Filter	safari	Filter
1	2020-04-12 17:29:05	Safari Activity	{...}
2	2020-04-12 17:29:15	Safari Activity	{...}
3	2020-04-12 17:30:30	Safari Activity	{...}
4	2020-04-12 17:30:40	Safari Activity	{...}
5	2020-04-12 17:30:45	Safari Activity	{...}
6	2020-04-12 17:30:55	Safari Activity	{...}
7	2020-04-12 17:31:10	Safari Activity	{...}



Weitere Artefaktanalysen

- **mac_apt - macOS (and iOS) Artifact Parsing Tool**
https://github.com/ydkhatri/mac_apt

```
mac_apt_artifact_only.exe [-h] [-i INPUT_PATH [INPUT_PATH ...]] [-o OUTPUT_PATH] [-x] [-c] [-t]
                        [-l LOG_LEVEL] [--plugin_help]
                        plugin

mac_apt is a framework to process macOS forensic artifacts
You are running macOS Artifact Parsing Tool - Artifact Only mode version 1.5.0.dev (20220614)

Note: The default output is now sqlite, no need to specify it now

positional arguments:
  plugin                Plugin to run

optional arguments:
  -h, --help            show this help message and exit
  -i INPUT_PATH [INPUT_PATH ...], --input_path INPUT_PATH [INPUT_PATH ...]
                        Path to input file(s)
  -o OUTPUT_PATH, --output_path OUTPUT_PATH
                        Path where output files will be created
  -x, --xlsx            Save output in excel spreadsheet(s)
  -c, --csv             Save output as CSV files
  -t, --tsv            Save output as TSV files (tab separated)
  -l LOG_LEVEL, --log_level LOG_LEVEL
                        Log levels: INFO, DEBUG, WARNING, ERROR, CRITICAL (Default is INFO)
  --plugin_help        Plugin usage info
```

Vielen Dank



**HOCHSCHULE
MITTWEIDA**
University of Applied Sciences

Prof. Ronny Bodach

Hochschule Mittweida | University of Applied Sciences
Technikumplatz 17 | 09648 Mittweida
Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften

T +49 (0) 3727 58-1011
F +49 (0) 3727 58-21011
@ bodach@hs-mittweida.de
www.cb.hs-mittweida.de

Haus 8 | Richard-Stücklen Bau | Raum 8-205
Am Schwanenteich 6b | 09648 Mittweida

Tim Wetterau B.Sc., Leander Hoßfeld B.Sc.

T +49 (0) 3727 58-1752
+49 (0) 3727 58-1752
@ wetterau@hs-mittweida.de
hossfeld@hs-mittweida.de

Haus 6 | Grunert de Jacome Bau | Raum 6-031
Am Schwanenteich 4b | 09648 Mittweida

[hs-mittweida.de](https://www.hs-mittweida.de)