HOCHSCHULE MITTWEIDA
University of Applied Sciences

Fraunhofer SIT

Bundeskriminalamt

Betriebssysteme

macOS - Teil6

Autor: Prof. Ronny Bodach

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

14. Kommunikations-Apps
15. Browser Artefakte
16. Cloud
17. iOS Backups

BETRIEBSSYSTEM macOS

Kommunikations-Apps

Kommunikations-Apps

- **Programme (Apps)**
  - unter Mac OS liegen Programme (Apps) als Bundles vor. Die Bundle-Dateien sind entweder systemweit unter /Applications oder im Nutzerkontext unter ~/Applications gespeichert
  - zur Ausführung und Speicherung von Programmdaten sowie zur Speicherung von Konfigurationseinstellungen und Caches nutzen sie jedoch Verzeichnisse im Nutzerkontext
  - die von Programmen genutzten Verzeichnisse sind:

Pfad	Beschreibung
~/Library/Application Support/<App>	Ausführung & Programmdaten von Apps
~/Library/Containers/<Bundle ID>	Ausführung & Programmdaten von Apps, die Sandboxing nutzen
~/Library/<App>	Programmdaten & Konfigurationseinstellungen von Apps
~/Library/Preferences/	Konfigurationseinstellungen von Apps
~/Library/Caches/	Cache-Inhalte von Apps

Kommunikations-Apps

- **Programme (Apps)**
  - es wird zwischen nativen Apps, die fest zum Betriebssystem Mac OS gehören und standardmäßig installiert sind, und Apps von Drittanbietern unterschieden
  - in Mac OS integrierte Apps sind aus forensischer Sicht zum Großteil gut erforscht und werden von den meisten forensischen Analyseprodukten automatisiert ausgewertet
  - anspruchsvoller gestaltet sich hingegen die Analyse von Drittanbieter-Apps.

Kommunikations-Apps

- **Kontakte**
  - Das in Mac OS integrierte Adressbuch wurde mit Version 10.8 in Kontakte umbenannt, auf Dateisystemebene wird allerdings weiterhin die Bezeichnung Addressbook verwendet
  - Kontakte können im Verzeichnis *Metadata* als Plist-Dateien mit der Endung *.abcdp* aufgefunden werden
  - zu den Kontakteinträgen assoziierte Bilddateien sind im Verzeichnis Images aufzufinden und über die GUIDs in den Dateinamen können sie den entsprechenden Kontakteinträgen in *Metadata* zugeordnet werden

Kommunikations-Apps

- **Kontakte**
  - kumulativ speichert Mac OS Kontaktdaten in zwei SQLite-Datenbanken.
  - die Datenbank **AddressBook-v22.abcddb** enthält Adressbucheinträge (Tabelle ZABCDRECORD).
  - die Datenbank **MailRecents-v4.abcdmr** enthält, falls vorhanden, die E-Mail-Adressen der Kontakte (Tabelle ZABCDMAILRECENT).
  - Konfigurationseinstellungen zur Kontakte-App enthält die Datei **com.apple.AddressBook.plist**.

Kommunikations-Apps

- **Mail**
  - Mac OS unterstützt das Empfangen und Versenden von E-Mails mit der integrierten Mail-App.
  - Diese erfuhr mit den vergangenen Mac-OS-X-Versionen jeweils eigene Versionssprünge mit veränderten Pfaden zu Konfigurationseinstellungen und E-Mail-Konten:

Mac-OS-Version	Mail-Version	Pfad
OS X 10.8	Mail-Version 6	~/Library/Mail
OS X 10.9	Mail-Version 7	~/Library/Mail/V2
OS X 10.10	Mail-Version 8	~/Library/Mail/V2
OS X 10.11	Mail-Version 9	~/Library/Mail/V3
macOS 10.12	Mail-Version 10	~/Library/Mail/V4
macOS 10.13	Mail-Version 11	~/Library/Mail/V5
macOS 10.14	Mail-Version 12	~/Library/Mail/V6
macOS 10.15	Mail-Version 13	~/Library/Mail/V7
macOS 11	Mail-Version 14	~/Library/Mail/V8
macOS 12	Mail-Version 15	~/Library/Mail/V9
macOS 13 + 14	Mail-Version 16	~/Library/Mail/V10

Kommunikations-Apps

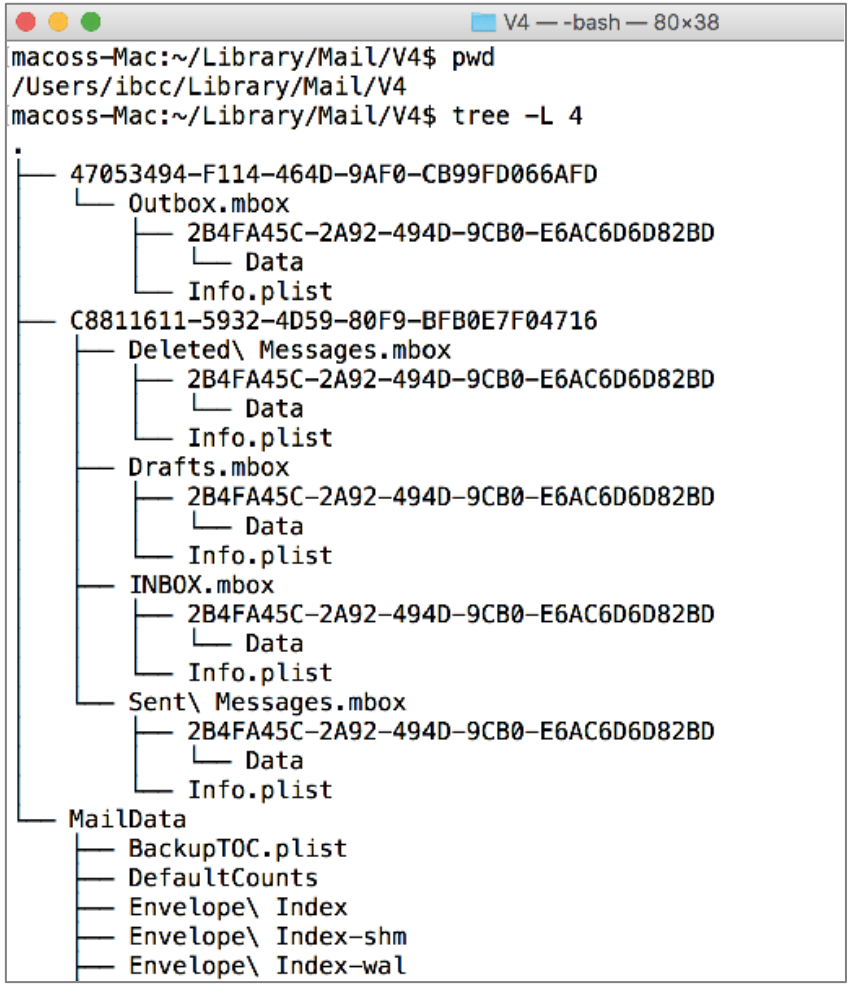
- **Mail Version 6 - 8**
  - Von Version 6 zu 8 haben sich geringfügige Änderungen bezüglich der Speicherstruktur ergeben, die Systematik ist jedoch gleich geblieben.
  - Einstellungen für die E-Mail-Konten wie Account-Namen, Konten-Typ und Hostnamen sind in der Datei **Accounts.plist** verzeichnet.
  - Innerhalb des V Verzeichnisses sind E-Mail-Konten als Unterverzeichnisse eingebunden.
    - sind mit Kontentyp und E-Mail-Adresse bezeichnet und haben eine Verzeichnisstruktur mit Posteingang, Postausgang etc..
    - Innerhalb Verzeichnisstruktur folgt ein GUID-Verzeichnis mit Verzeichnissen Data, Messages und Attachments.
    - ➢ E-Mails sind innerhalb dieser Ordnerstruktur als .emlx-Dateien abgelegt
    - ➢ Messages enthält die .emlx-Dateien
    - ➢ Attachments entsprechende Anhänge

Kommunikations-Apps

- **Mail Version 9**
  - ab Version 9 der Mail-Applikation und damit Mac OS X 10.11 hat Apple weitergehende Änderungen am Speicherverhalten des Programms vorgenommen
  - die Konfigurationsdatei Accounts.plist ist nicht mehr vorhanden
  - Informationen zu E-Mail-Konten sind in der SQLite-Datenbank Accounts3.sqlite, welche Informationen und Einstellungen zu eingerichteten Internet-Accounts enthält
  - die Speicherung der E-Mails als .emlx-Dateien im Ordner Messages sowie die Speicherung der Anhänge in Attachments bleibt wie in den Vorgängerversionen gleich

Kommunikations-Apps

- **Ab Mail Version 10**
  - ab macOS 10.12 liegt Mail in Version 10+ vor und speichert seine Inhalte im Verzeichnis V4+
  - die Struktur ist analog zum Vorgänger V3
  - die Datenbank zur Speicherung von Konten heißt jetzt Accounts4.sqlite.



Kommunikations-Apps

- **Mail Version alle Versionen**
  - Unter allen Mail-Versionen speichert die SQLite-Datenbank **Envelope Index** umfangreiche Daten:
    - E-Mails (Tabelle addresses)
    - Zeitstempel in UNIX-Zeit (Tabelle messages)
    - E-Mail-Adressen
    - weitere Metadaten zur Mail-Applikation
  - **Envelope Index** enthält einen Index aller E-Mail-Dateien, um diese durchsuchbar zumachen

Kommunikations-Apps

- **Nachrichten App**
  - ist die in Mac OS integrierte Chat-Applikation.
  - unterstützt eine Vielzahl von Instant-Messaging-Protokollen wie iCloud (iChat), AOL (AIM), Google Talk (Jabber) und Yahoo Chat
  - hat umfangreiche Funktionen wie Peer-to-Peer-File-Sharing oder das Teilen von Bildschirminhalten
  - Integration von FaceTime und iOS ermöglicht zudem Videotelefonie und das Versenden von iMessages oder SMS-Nachrichten über korrespondierende iOS-Devices.
  - besitzt eine Vielzahl von Konfigurationsdateien, die Einstellungen und Account-Informationen zu den verschiedenen Funktionalitäten beinhalten

Kommunikations-Apps

- **Nachrichten App**
  - Chat-Nachrichten, Zeitstempel, Chat-Teilnehmer und Metadaten zu versandten bzw. empfangenen Dateien befinden sich in der SQLite-Datenbank **chat.db**.
  - Von besonderem Interesse sind dabei die Tabellen:
    - **chat:** Mit Chat-Kontakten und Informationen zu den Chat-Protokollen
    - **messages:** Enthält mit einer UID versehene Chat-Nachrichten
    - **handle:** Beinhaltet kürzlich empfangene oder versandte Chats
    - **attachments:** Enthält Metadaten zu empfangenen und versandten Dateien

Kommunikations-Apps

- **Nachrichten App**
  - Verzeichnis Attachments enthält empfangene bzw. versandte Dateien
    - können anhand der Nachrichten-UID zugeordnet werden
  - durchgeführte Konversationen speichert das Programm im Verzeichnis Archive ab:
    - liegen zeitlich sortiert als *.ichat-Dateien vor
    - bestehen aus binären Plist-Dateien

Kommunikations-Apps

- **FaceTime App**
  - ist die Mac-OS-eigene Video-Chat-Applikation
  - wird auch von der mobilen Variante iOS unterstützt
  - zur Nutzung wird ein iCloud-Account benötigt
  - interagiert mit der Nachrichten-App und kann synchron mit iOS-Geräten betrieben werden
  - Einstellungen findet man in der Datei **com.apple.ids.service.com.apple.madrid.plist**
  - weitere interessante Einstellungen wie beispielsweise kürzlich getätigte Anrufe (Anrufliste) sind in der Datei **com.apple.imservice.ids.Face-Time.[GUID].plist**

BETRIEBSSYSTEM macOS

Browser Artefakte

Browser Artefakte

- **Safari Browser**
  - speichert programmspezifische Einstellungen, wie das gewählte Download-Verzeichnis und mit Safari durchgeführte Suchen im Web in der Plist-Datei **com.apple.Safari.plist**
  - Mit aktivierter SIP ist die Datei möglicherweise nicht zu finden, hier liegt diese dann unter /Users/$USER/Library/**Containers**/com.apple.Safari/Data/Library/Preferences/com.apple.Safari.plist

Browser Artefakte

- **Safari Browser**
  - im Verzeichnis ~/Library/Safari/ befinden sich weitere Plist-Dateien und SQLite-Datenbanken, die interessante Informationen zu Safari beinhalten:
    - **Bookmarks.plist** speichert vom Nutzer angelegte Lesezeichen und Favoriten
    - **Downloads.plist** ist eine nutzerspezifische Historie von heruntergeladenen Dateien und speichert Informationen zu Downloads:
      - Quell-URL
      - Größe des heruntergeladenen Objekts in Bytes,
      - Ziel-Verzeichnis
      - Startzeit und Endzeit des Downloads

Browser Artefakte

- **Safari Browser**
  - im Verzeichnis ~/Library/Safari/ befinden sich weitere Plist-Dateien und SQLite-Datenbanken, die interessante Informationen zu Safari beinhalten:
    - Der Verlauf der besuchten Webseiten ist in der SQLite-Datenbank **History.db** gespeichert:
      - Datei ist ab der Mac-OS-X-Version 10.10 vorhanden, zuvor wurde die gleichnamige Plist-Datei **History.plist** genutzt
      - Tabellen history_items und history_visits enthalten die besuchten Webseiten und korrespondierende Zeitstempel in Mac Epoch Time (definiert als Anzahl der Sekunden seit 01/01/2001 00:00:00, auch CF Absolute Time)

Browser Artefakte

- **Safari Browser**
  - im Verzeichnis ~/Library/Safari/ befinden sich weitere Plist-Dateien und SQLite-Datenbanken, die interessante Informationen zu Safari beinhalten:
    - **LastSession.plist** und **TopSite.plist** enthalten die bei der letzten Sitzung geöffneten Webseiten und die am häufigsten besuchten zwölf Webseiten (Topsites) des Nutzers.
    - Cookies speichert Safari seit Mac OS X 10.7 in der Datei **Cookies.binarycookies** (in älteren Mac-OS-X-Versionen in der Datei **Cookies.plist**) in einem proprietären Format

Browser Artefakte

- **Safari Browser**
  - Safari speichert besuchte Webseiteninhalte zudem in der SQLite-Datenbank **Cache.db** im Verzeichnis **~/Library/Caches/com.apple.Safari..../**
    - in der Tabelle **cfurl_cache_response befinden sich** Metadaten zu den gespeicherten Dateien
    - die Tabelle **cfurl_cache_receiver_data** enthält eingebettet die Binärdaten der Dateien

Browser Artefakte

- **Google Chrome und Firefox Browser**
  - von Google Chrome werden Datenbank Dateien und Konfigurationen im Verzeichnis **~/Library/Google/** abgelegt
  - von Mozilla Firefox werden Datenbank Dateien und Konfigurationen im Verzeichnis **~/Library/Mozilla/** abgelegt
    - der Aufbau dieser Verzeichnisse ist Plattform übergreifend standardisiert und auf Windows, Linux und macOS weitestgehend identisch
    - es können bereits im Einsatz befindliche Tools genutzt werden die Daten zu analysieren

Browser Artefakte

- **Google Chrome und Firefox Browser**
  - von Google Chrome werden unter anderem Cache Dateien im Verzeichnis **~/Library/Caches/Google/** abgelegt
  - von Mozilla Firefox werden unter anderem Cache Dateien im Verzeichnis **~/Library/Caches/Mozilla/** abgelegt
    - ➢ der Aufbau dieser Verzeichnisse ist ebenfalls Plattform übergreifend standardisiert

BETRIEBSSYSTEM macOS

Cloud

Cloud

- **iCloud**
  - ist eine Cloud-Computing-Anwendung der Firma Apple, die es Anwendung ermöglicht, Daten auf allen Apple-Geräten mit dem Betriebssystem Mac OS und iOS synchron zu halten und von überall auf sie zuzugreifen (Ubiquity)
  - Möglich ist auch ein Zugriff zum Online-dienst über eine Weboberfläche.

Cloud

- **iCloud**
  - kann bis zu zehn Apple-Geräte synchronisieren
  - Nutzer erhalten einen kostenlosen Speicherplatz von 5 GB, der bei Bedarf kostenpflichtig erweitert werden kann
  - Der Dienst iCloud kann über die Betriebssysteme Mac OS X (ab Version 10.7) und iOS (ab Version 5) genutzt werden.
  - iCloud-Daten werden in den Serversystemen Apples gespeichert
  - für den iCloud-Account wird eine eindeutige persönliche ID benutzt
  - diese ID kann mit mehreren E-Mail- Adressen bzw. Telefonnummern verknüpft sein

Cloud

- **iCloud**

  Einige Beispiele für iCloud-Funktionalitäten:

  - Teilen von iCloud-Fotos durch Foto-Freigaben
  - Orten, Sperren und Fernlöschen von iOS- und Mac-OS-Systemen
  - Speicherung von Inhaltsdaten in der iCloud (bspw. Spielstände etc.)
  - Synchronisierung von gekauften Inhalte (Apps) und Safari-Lesezeichen + Tabs
  - Speicherung und Synchronisierung von Kennwörtern (Schlüsselbund)
  - Backup-Funktionalität für iOS-Geräte
  - Synchronisierung von nativen Apps auf allen Geräten (bspw. Mail, Notizen, Kontakte, Kalender, Notizen etc.)
  - iCloud Drive ermöglicht den Zugriff auf eine Verzeichnisstruktur zum Speichern und Verwalten von Dateien
  - Familienfreigabe ermöglicht das Verknüpfen von iCloud-Accounts untereinander

Cloud

- **iCloud**
  - Der Zugang zum Onlinedienst iCloud erfolgt durch Eingabe der persönlichen iCloud-ID (alternativ der iCloud-E-Mail-Adresse) und eines vom Nutzer gewählten Passworts (mindestens 8 Zeichen, mindestens 1 Ziffer, 1 Kleinbuchstabe und 1 Großbuchstabe)
  - Optional zur Authentifizierung mit ID/E-Mail und Passwort kann eine Zwei-Faktor- Authentifizierung aktiviert werden
  - bei aktivierter Zwei-Faktor-Authentifizierung kann nur von vertrauenswürdigen Geräten auf den Onlinedienst iCloud zugegriffen werden
  - Als vertrauenswürdige Geräte können iOS-Geräte oder Mac-OS-Systeme definiert werden, die sich in Besitz des Nutzers befinden

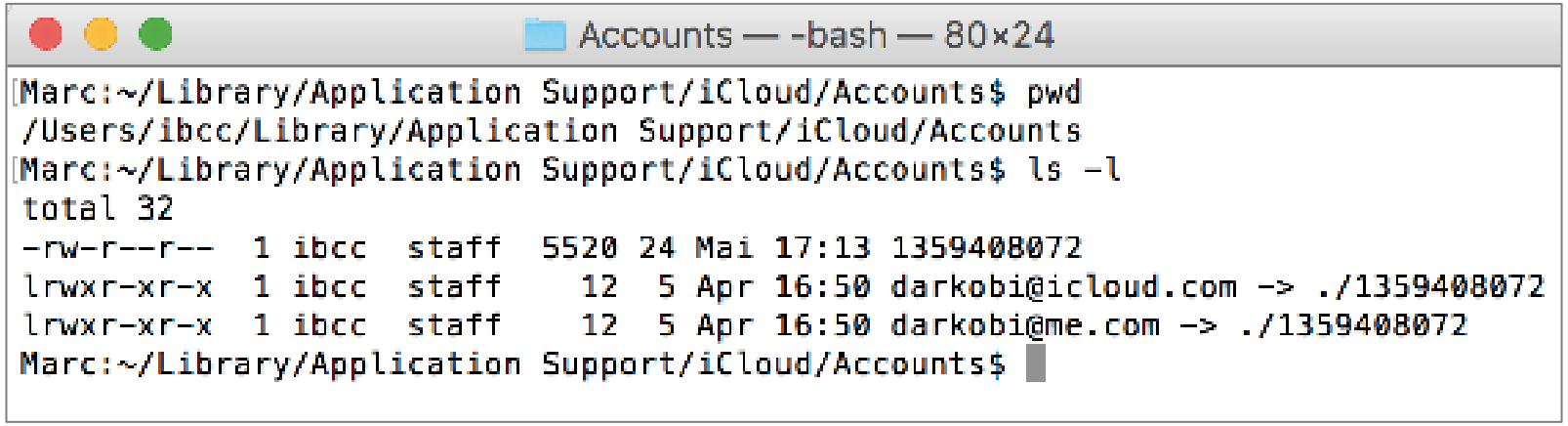
Cloud

- **iCloud**
  - Sämtliche Daten werden von iCloud 128-Bit-AES verschlüsselt übertragen und abgelegt
  - der Schlüsselbund wird 256-Bit-AES verschlüsselt.
  - zur Sicherung der Nutzerkennung nutzt iCloud sogenannte sichere Tokens
    - Tokens ermöglichen eine Nutzung von iCloud-Funktionen, ohne dass ein Nutzer bei jeder Inanspruchnahme das Kennwort erneut eingeben muss
  - So können auch Drittanbieter-Apps iCloud-Funktionalitäten nutzen
  - IT-Forensiker können sichere iCloud-Tokens nutzen, um auch ohne Zugangskennung eines Nutzers einen Zugriff auf iCloud-Daten zu erhalten:
    - die Software Elcomsoft Phone Breaker ermöglicht das Auslesen von iCloud-Tokens aus laufenden Mac-OS-Systemen oder im Rahmen einer Post-Mortem-Analyse
    - nach erfolgreicher Extraktion des Tokens kann die Software auf iCloud-Inhalte zugreifen und diese sichern

Cloud

- **iCloud-Spuren unter Mac OS**
  - Die persönliche iCloud-ID sowie verknüpfte E-Mail-Adressen lassen sind ermittelbar im Verzeichnis

~/Library/Application Support/iCloud/Acounts



Anzeige der iCloud-ID und verknüpfter E-Mail-Adressen

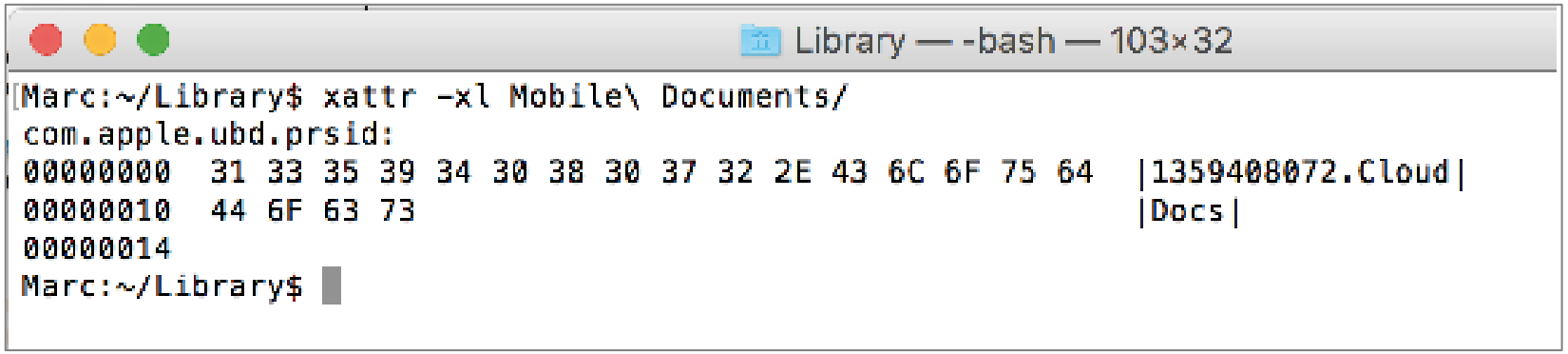
Cloud

- **iCloud-Spuren unter Mac OS**
  - der Onlinespeicher iCloud kann von diversen Applikationen zum Abspeichern von Dateien genutzt werden
  - die Funktion iCloud Drive lässt darüber hinaus einen Zugriff auf die iCloud-Verzeichnisstruktur zu, in der Nutzer manuell Dateien abspeichern können
  - gespeicherte Dateien werden mit dem verbundenen Mac-OS-System synchronisiert und werden innerhalb der Nutzerdomäne abgespeichert im Verzeichnis

~/Library/Mobile Documents/

Cloud

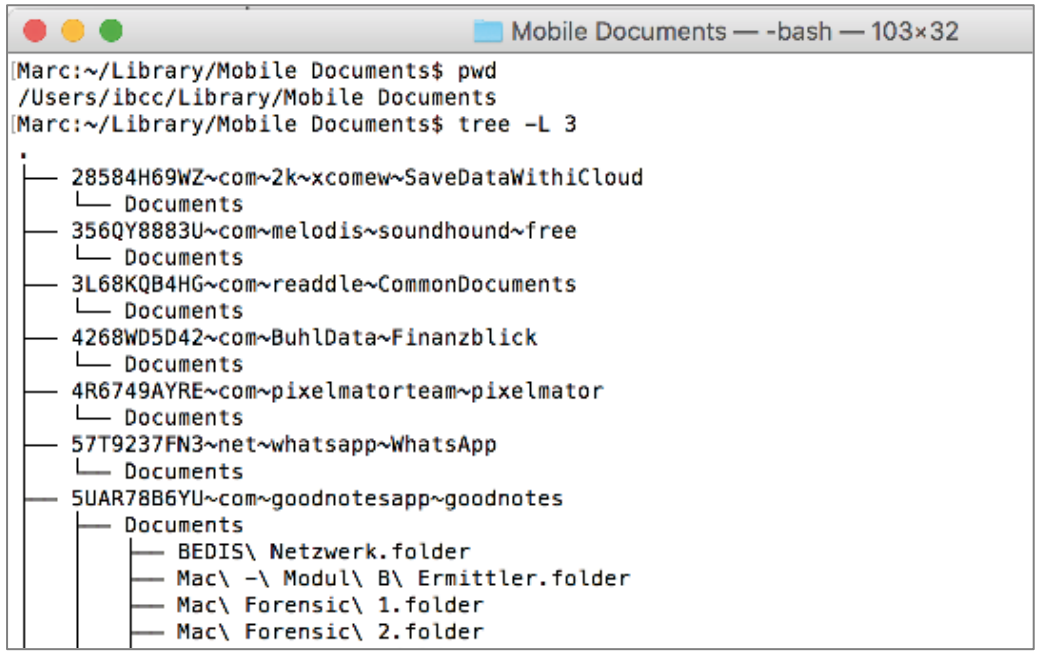
- **iCloud-Spuren unter Mac OS**
  - das Verzeichnis **/Mobile Documents** enthält als erweitertes Metadatum die persönliche ID des verbundenen iCloud-Accounts.



Anzeige der erweiterten Metadaten des Verzeichnisses */Mobile Documents/*

Cloud

- **iCloud-Spuren unter Mac OS**
  - /Mobile Documents/ enthält in Verzeichnisstruktur der mit iCloud synchronisierten Dateien nach zugehörigen Applikationen kategorisiert
  - Verzeichnisse der Applikationen sind mit dem Applikationsnamen im Reversed-DNS-Format bezeichnet
  - Drittanbieter-Apps sind mit einer ID benannt
  - in iCloud Drive gespeicherte Dateien befinden sich in **com~apple~CloudDocs**.



Einteilung der iCloud-Dateien in /Mobile Documents/

Cloud

- **iCloud-Spuren unter Mac OS**
  - Die globalen Einstellungen zu iCloud enthält die Datei **~/Library/Synced Preferences/com.apple.syncedpreferences.plist**
  - Einstellungen zu den Synchronisierungseigenschaften einzelner Apps und iCloud befinden sich in eigenen Plist-Dateien
  - diese befinden sich entweder im Verzeichnis **~/Library/SyncedPreferences** oder bei Applikationen, die in einer gesicherten Sandbox-Umgebung ausgeführt werden, unter dem Pfad **~/Library/Containers/[APP]/Data/Library/SyncedPreferences**

Cloud

- **iCloud-Logdateien**
  - Details zu mit iCloud synchronisierten Dateien befinden sich im Verzeichnis **~/Library/Application Support/CloudDocs/**
  - die Datei **account.1** enthält die persönliche iCloud-ID des verknüpften iCloud-Accounts.
  - Innerhalb des Verzeichnisses existiert eine weiterverzweigte Struktur:
    - unter **/sessions/containers/** vorhandenen Plist-Dateien enthalten Konfigurationseinstellungen zu mit iCloud synchronisierten Applikationen.
    - unter **/sessions/db/** enthalten die SQLite-Datenbanken **client.db** und **server.db** Details zu synchronisierten Dokumenten

Cloud

- **iCloud-Daten sichern**
  - Technisch kann eine Sicherung von iCloud-Inhalten entweder durch mit iCloud synchronisierte Mac-OS- oder iOS-Geräte erfolgen
    - Ab Mac OS 10.5 sind Inhalte im Rahmen einer Post-Mortem-Analyse auffindbar
    - bei iOS-Devices ist eine Sicherung nur bei jailbroken Geräten möglich
  - eine weitere Möglichkeit ist die direkte Sicherung von iCloud-Inhalten auf **iCloud.com**
    - zur direkten Sicherung aus dem Apple-Cloud-Speicher können beispielsweise die Programme iLoot, Elcomsoft Phone Breaker oder Passware Forensic-Toolkit genutzt werden

BETRIEBSSYSTEM macOS

iOS Backups

iOS Backups

- **Backups von iOS-Devices**
  - Nutzer von iOS-Devices haben die Möglichkeit, ein Backup ihres Geräts herzustellen, das zu einer späteren Wiederherstellung bzw. zu einer Sicherung von Inhalten benutzt werden kann
  - Backups von iOS-Devices können entweder lokal mit iTunes erstellt oder in die iCloud synchronisiert werden
  - Besitzer von mobilen iDevices haben damit die Möglichkeit, ihre Geräte auch ohne Vorhandensein eines Computers zu sichern
  - zur Sicherung von iDevices via iCloud ist ein gültiger iCloud-Account nötig

iOS Backups

- **Backups von iOS-Devices**
  - iTunes oder iCloud-Backups von iDevices müssen nicht unbedingt alle auf dem Gerät vorhandenen Daten beinhalten da nicht alle Daten gesichert werden
  - Sicherungen mit iTunes können lokal auf Windows- oder Mac-Systemen erstellt werden
  - bei Durchführung eines Backups kann festgelegt werden, ob es unverschlüsselt oder verschlüsselt abgespeichert werden soll
  - Backups können automatisch per WiFi oder per USB durchgeführt werden

iOS Backups

- **Backups von iOS-Devices**
  - Sicherungen sind an folgenden Speicherorten zu finden:
    - Windows 7 und höher: **/Documents and Settings/Users/[Nutzer]/AppData/Roaming/Apple Computer/Mobile-Sync/Backup/**
    - macOS: **~/Library/Application Support/MobileSync/Backup/**
  - Sicherungen in die iCloud werden grundsätzlich verschlüsselt übertragen und auch verschlüsselt auf Apple-Servern abgespeichert (128-Bit-AES)

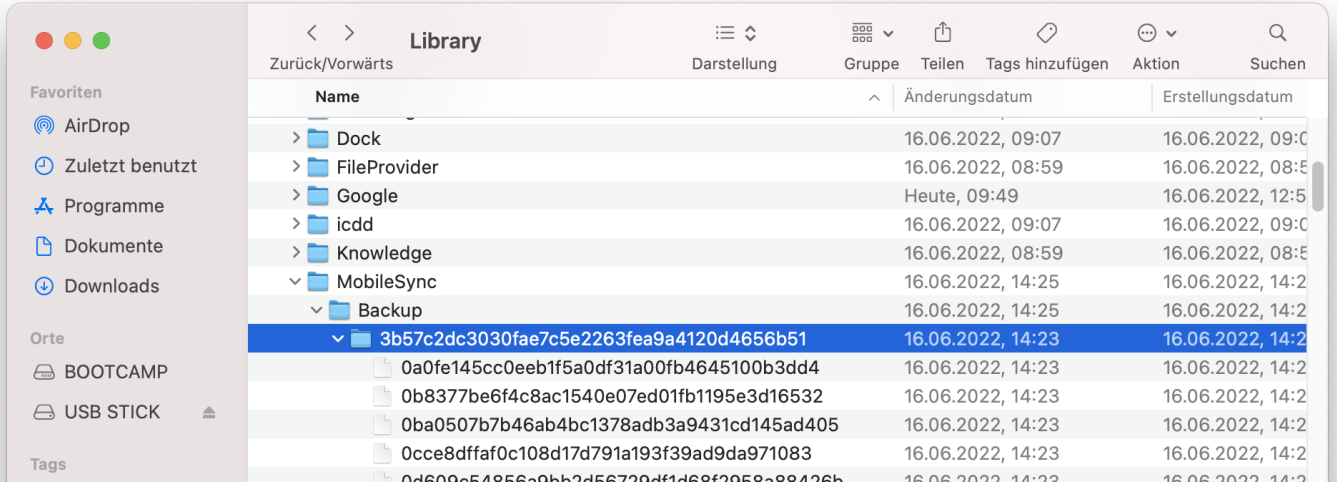
iOS Backups

- **Backups von iOS-Devices**

– wird ein iDevice zum ersten Mal angeschlossen und von iTunes erkannt, wird eine 40-stellige alphanumerische UDID (Unique Device ID) erstellt

– unter der UDID (Unique Device ID) wird das Backup abgespeichert

– die UDID berechnet sich aus dem SHA1-Wert von Geräteinformationen wie Seriennummer, IMEI sowie Mac-Adressen der WiFi- und Bluetooth-Schnittstellen



iOS Backups

- **Backups von iOS-Devices**

– Innerhalb des Geräteverzeichnisses sind mit einer GUID bezeichnete Dateien vorhanden, welche die eigentlichen Inhalte Dateien des iOS-Betriebssystems darstellen

– innerhalb des Geräteverzeichnisses befinden sich zudem die Dateien **Info.plist, Status.plist, Manifest.plist** und **Manifest.mbdb**

– Sie enthalten die folgenden Informationen:

Datei	Beschreibung
Status.plist	Backup-Status-Zeitstempel des Backups, Backup-Typ
Info.plist	Name des iDevices, IDs (GUID, ICCID, IMEI), iOS-Version, installierte Apps u.a.
Manifest.plist	Backup verschlüsselt, Zeitstempel des Backups, Passcode vorhanden
Manifest.mbdb	Proprietäre Datenbank mit Mapping der GUIDs zu Originaldateien

iOS Backups

- **Backups von iOS-Devices**
  - Zur Analyse sind eine Vielzahl von freien Open-Source-Tools und kommerziellen Programmen verfügbar, die meist eine Extraktion der Verzeichnisse und Dateien anbieten.
    - Kommerzielle Programme:
      - UFED Cellebrite
      - MSAB XRY
      - Magnet Axiom
      - Sumuri Recon
    - Open Source & Trial Tools:
      - iBackupbot (Quelle: http://www.icopybot.com/itunes-backup-manager.htm)
      - iPhone Backup Extractor (Quelle: http://www.iphonebackupextractor.com/de/)
      - iExplorer (Quelle: https://www.macroplant.com/iexplorer/)

Vielen Dank

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

HOCHSCHULE MITTWEIDA
University of Applied Sciences

hs-mittweida.de