

# DICOM und DICOM-RT

Grundlagen und Anwendung



Kantonsspital  
St.Gallen

# Agenda



**1 Was ist DICOM**

**2 DICOM-Struktur**

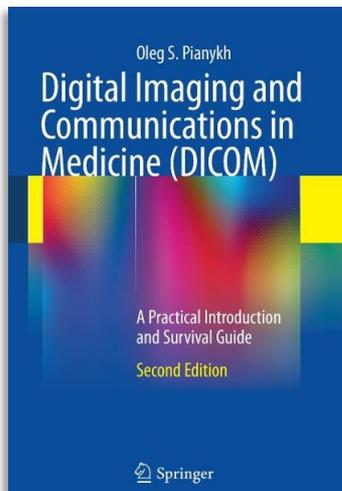
**3 DICOM-Datensatz**

**4 DICOM-Kommunikation**

- DICOM steht für **Digital Imaging and Communications in Medicine**
- Standardprotokoll für die Verwaltung und Übertragung medizinischer Bilder und zugehöriger Daten
- DICOM wurde ursprünglich von der National Electrical Manufacturers Association (NEMA) und dem American College of Radiology (ACR) entwickelt
- Wird vom DICOM-Standardisierungsausschuss verwaltet (Anwender aus allen Fachbereichen der medizinischen Bildgebung)

# DICOM-Spezifikation

- Spezifikationen online verfügbar:
  - <https://www.dicomstandard.org/current>
- Basiswerk:



## Current Edition

The DICOM Standard is managed by the **Medical Imaging & Technology Alliance** - a division of the **National Electrical Manufacturers Association**.

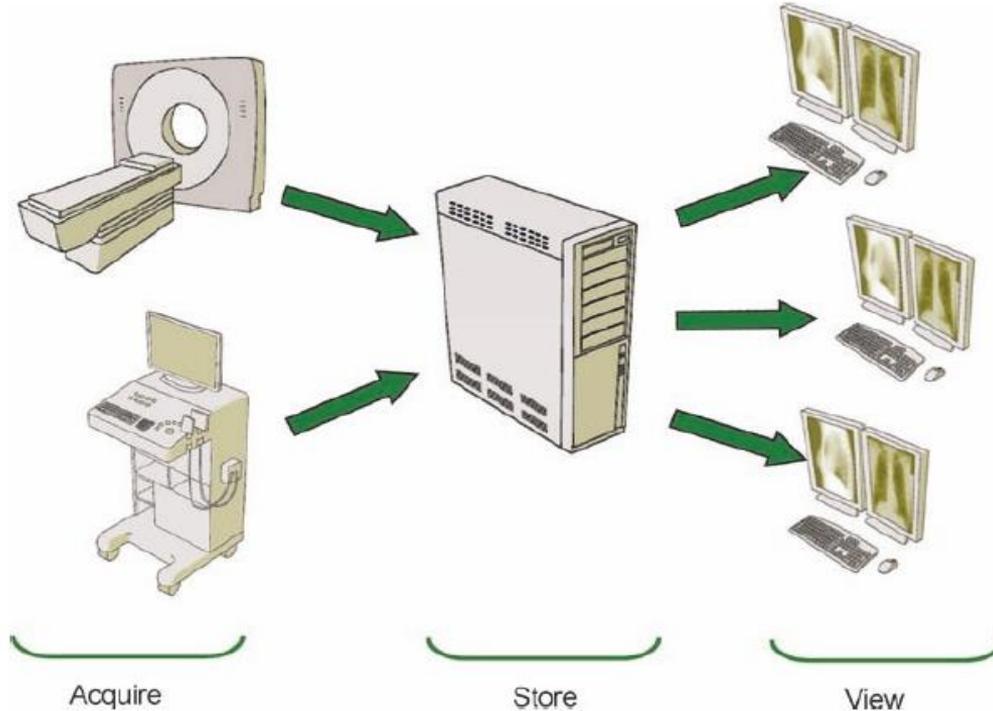
DICOM® Publications and DICOMWeb™ Publications are published by and copyright owned by the National Electrical Manufacturers Association.

UNTERSTÜTZT DURCH Google

Title	Format (see Key below)					
	PDF	HTML	CHTML	DOCX	ODT	XML
DICOM Part 1: Introduction and Overview						
DICOM Part 2: Conformance						
DICOM Part 3: Information Object Definitions						
DICOM Part 4: Service Class Specifications						
DICOM Part 5: Data Structures and Encoding						
DICOM Part 6: Data Dictionary						
DICOM Part 7: Message Exchange						
DICOM Part 8: Network Communication Support for Message Exchange						
DICOM Part 10: Media Storage and File Format for Media Interchange						
DICOM Part 11: Media Storage Application Profiles						
DICOM Part 12: Media Formats and Physical Media for Media Interchange						
DICOM Part 14: Grayscale Standard Display Function						
DICOM Part 15: Security and System Management Profiles						
DICOM Part 16: Content Mapping Resource						
DICOM Part 17: Explanatory Information						
DICOM Part 18: Web Services						
DICOM Part 19: Application Hosting						
DICOM Part 20: Imaging Reports using HL7 Clinical Document Architecture						
DICOM Part 21: Transformations between DICOM and other Representations						
DICOM Part 22: Real-Time Communication						
DICOM Parts 1-22: Bulk Download						

Zip file for each format

# Worum geht es?



Oleg S. Pianykh, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) - A Practical Introduction and Survival Guide, 2012

# Worum geht es?

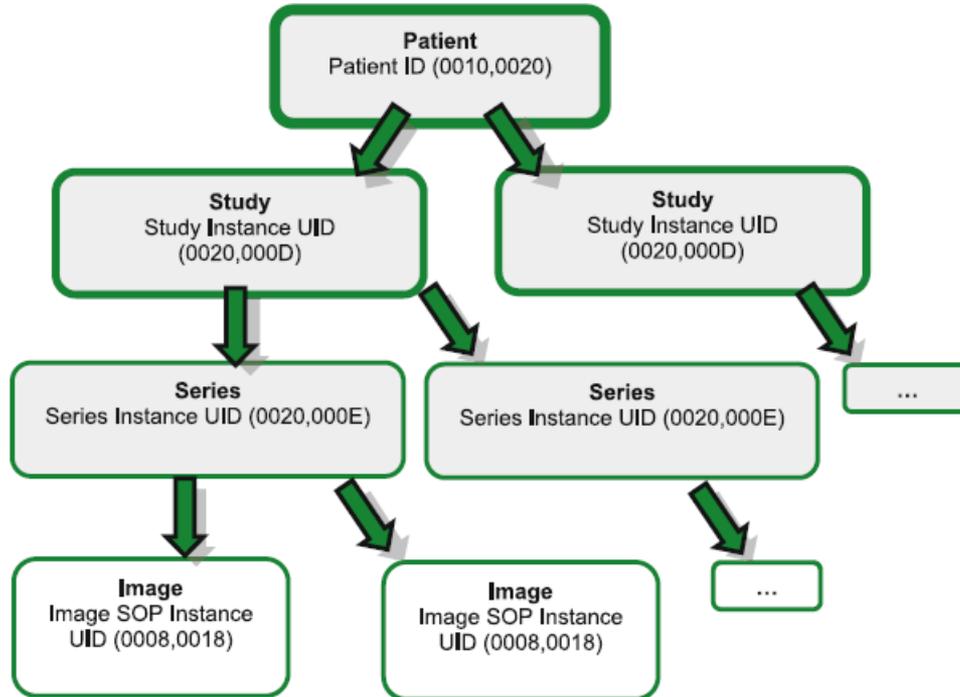
- Datenaustausch: Übermittlungsart und Datenformat
- Datasets: Metadaten & Bilddaten.
- zahlreiche Modalitäten: z.B. CT, Röntgen, MR, PET, Ultraschall, Fotos, Dokumente, Videos...
- Daten werden *gesucht, transferiert, gespeichert, abgefragt, gelöscht* ...
- Bilder/Daten als DICOM-Dateien (\*.dcm)

# DICOM-Dateien

- Dateistandard: \*.dcm
- zentral ist v.a. die Art der Kommunikation, weniger die Art der Dateien.  
Teilweise sieht man die Bilder als Datei gar nicht, sondern arbeitet mit ihnen nur in den zugehörigen vernetzten Systemen.
- DICOM-Daten bestehen aus Metadaten (Patientendaten, Geräte-Daten und – Parametern) und den eigentlichen (Bild)-Daten

 CT.1000194166.Bild 225.dcm	18.12.2023 08:20	DCM-Datei	515 KB
 CT.1000194166.Bild 226.dcm	18.12.2023 08:20	DCM-Datei	515 KB
 RD.1000194166.#Z3S1Vmat.dcm	18.12.2023 08:20	DCM-Datei	28 346 KB
 RP.1000194166.#Z3S1Vmat.dcm	18.12.2023 08:20	DCM-Datei	253 KB
 RS.1000194166.Z3S1.dcm	18.12.2023 08:20	DCM-Datei	11 925 KB

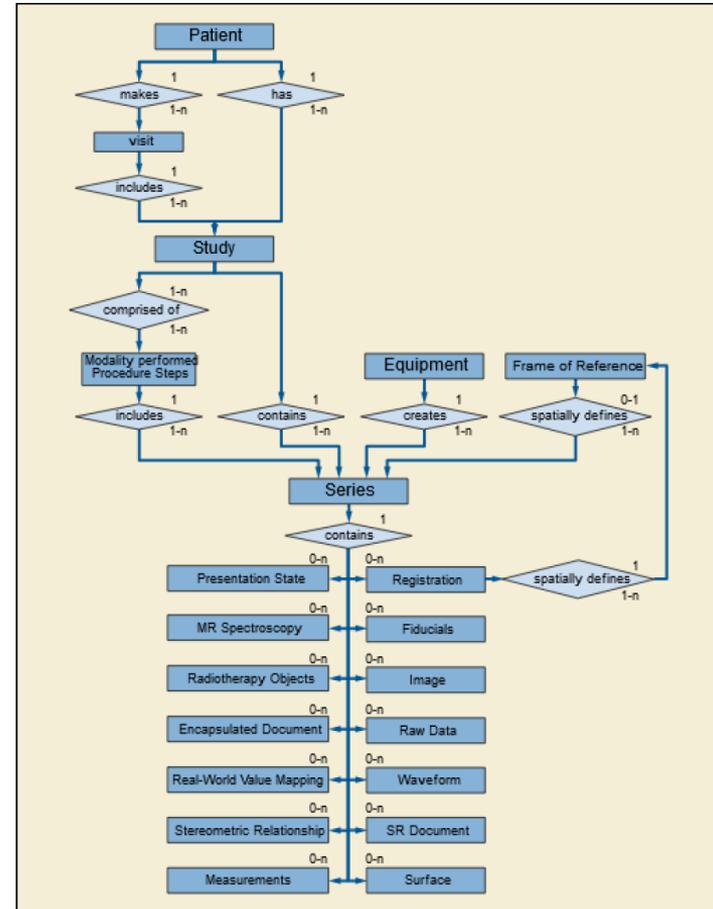
# DICOM Hierarchie



Oleg S. Pianykh, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) - A Practical Introduction and Survival Guide, 2012

# DICOM Model

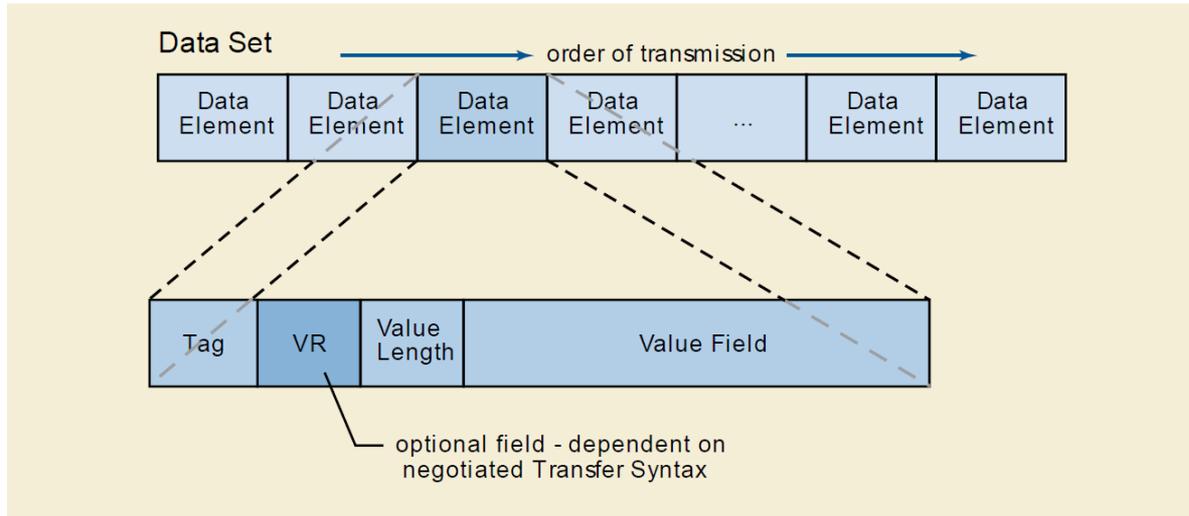
- „DICOM Model of the Real World“
- DICOM-Sicht auf die reale Welt, die die relevanten Objekte der realen Welt und ihre Beziehungen innerhalb des Anwendungsbereichs des DICOM-Standards identifiziert.
- Definiert die Relationen der unterschiedlichen DICOM-UIDs untereinander.



[https://dicom.nema.org/dicom/2013/output/chtml/part03/chapter\\_7.html](https://dicom.nema.org/dicom/2013/output/chtml/part03/chapter_7.html)

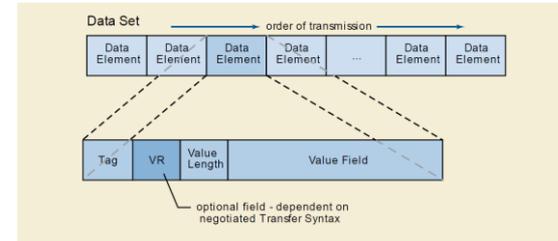


# DICOM-Datensatz und -Struktur (DICOM-Datei)



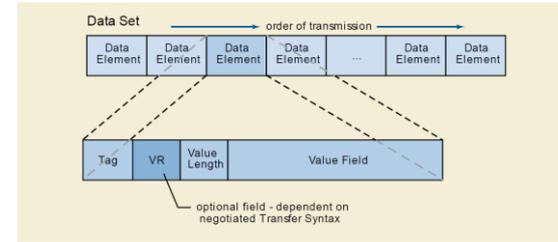
[https://dicom.nema.org/medical/dicom/current/output/chtml/part05/chapter\\_7.html](https://dicom.nema.org/medical/dicom/current/output/chtml/part05/chapter_7.html)

# DICOM-Datensatz (DICOM-Datei)

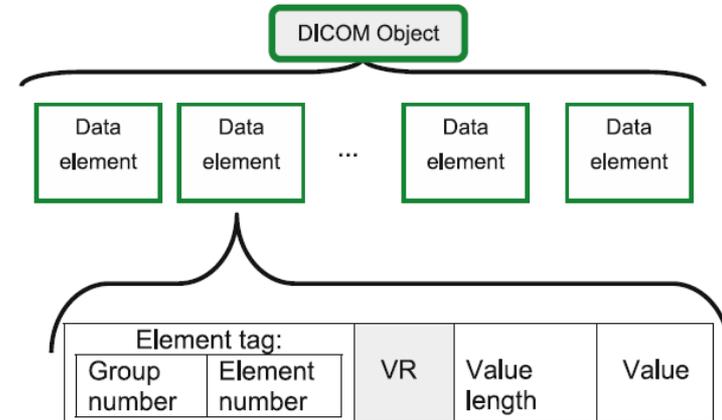


- Ein DICOM-Datensatz funktioniert wie ein Container
  - verschiedene Ablagefächer für verschiedene Daten.
  - Jeder Container transportiert mindestens eine Bilddatei
    - Kann durch geometrische/mathematische Informationen ersetzt werden
    - In DICOM-RT-Objekten werden Bilddatensätze sogar nur referenziert.
  - Die anderen Fächer des Containers werden mit unterschiedlichen Datenbündeln, sogenannten Attributen, gefüllt.
  - Diese enthalten zum einen patientenbezogene Daten und Informationen zu der Aufnahme selbst
  - Zudem werden Daten zur genutzten Modalität erhoben, wie Parameter des Gerätes bei der Erfassung oder die Zugabe von Kontrastmittel.

# DICOM Tags



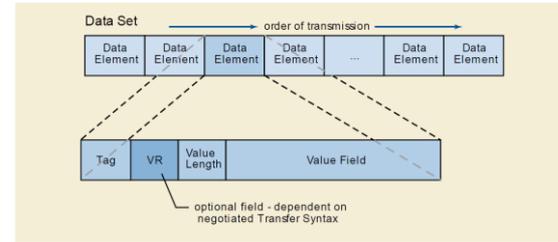
- DICOM Tags bestehen aus zwei Zahlen (Hexadezimal)
  - Gruppennummer und Elementennummer
- Gruppen (Auswahl):
  - 0000 Command
  - 0008 Identifying
  - 0010 Patient
  - 0018 Acquisition
  - 0020 Relationship
  - 0028 Image Presentation
  - 4000 Text
  - 7FE0 Pixel Data
  - Ungerade Private Tags



Oleg S. Panykh, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) - A Practical Introduction and Survival Guide, 2012

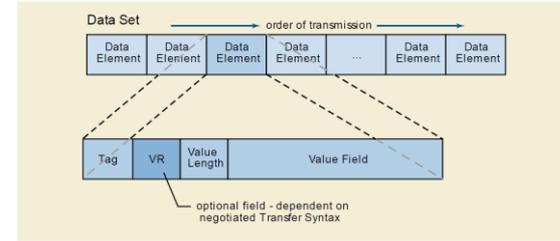
- <https://www.dicomlibrary.com/dicom/dicom-tags/> -

# DICOM-Tags – Elemente (Auswahl)



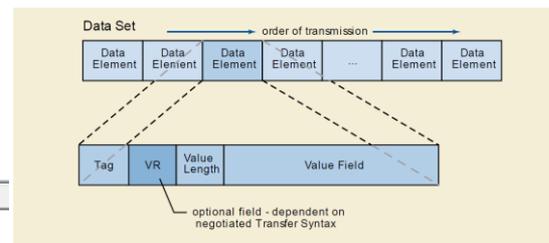
- 0008: Identifying
  - (0008,0016) SOPClassUID
  - (0008,0018) SOPInstanceUID
  - (0008,0020) StudyDate
  - (0008,0021) SeriesDate
- 0010: Patient
  - (0010,0010) PatientName
  - (0010,0020) PatientID
  - (0010,0030) PatientBirthDate
  - (0010,0040) PatientSex
- 0018: Acquisition
  - (0018,0050) SliceThickness
  - (0018,0060) KVP
  - (0018,1152) Exposure
  - (0018,5100) PatientPosition
- 0020: Relationship
  - (0020,000D) StudyInstanceUID
  - (0020,000E) SeriesInstanceUID
  - (0020,0013) InstanceNumber
  - (0020,0052) FrameOfReferenceUID

# DICOM – Value Representation



- VR: VALUE REPRESENTATION
- Legt Format/Interpretation der Daten fest.
- Beispiele
  - AE: ApplicationEntity
  - AS: Age String
  - CS: Code String
  - DA: Date
  - DS: DecimalString
  - LO: Long String
- [https://dicom.nema.org/dicom/2013/output/html/part05/sect\\_6.2.html](https://dicom.nema.org/dicom/2013/output/html/part05/sect_6.2.html) -

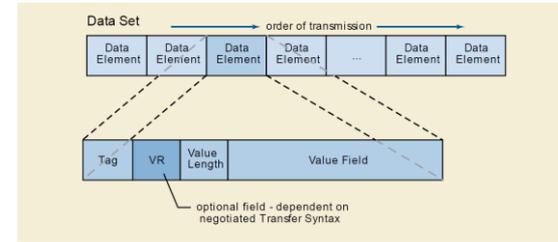
# DICOM- Elemente



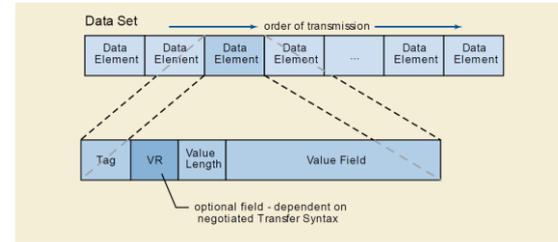
Position	Tag	Length	VR	VM	Description	Value
00000000	(0002,0000)	00000004	UL	1	Group 0002 Length	188
0000000c	(0002,0001)	00000002	OB	1	File Meta Information Version	0x00x1
00000016	(0002,0002)	0000001A	UI	1	Media Stored SOP Class UID	=CT Image Storage
00000038	(0002,0003)	00000038	UI	1	Media Stored SOP Instance UID	1.3.12.2.1107.5.1.4.66268.30000019052309344616800000620
00000078	(0002,0010)	00000012	UI	1	Transfer Syntax UID	=Implicit VR Little Endian
00000092	(0002,0012)	00000018	UI	1	Implementation Class UID	1.2.246.352.70.2.1.160.3
000000b2	(0002,0013)	0000000A	SH	1	Implementation Version Name	DCIE 16.1
000000c4	(0008,0005)	0000000A	CS	1-n	Specific Character Set	ISO_IR 192
000000d6	(0008,0008)	00000022	CS	2-n	Image Type	DERIVED^PRIMARY^AXIAL^ICT_SOM5 SPI
00000100	(0008,0012)	00000008	DA	1	Instance Creation Date	20240216
00000110	(0008,0013)	00000006	TM	1	Instance Creation Time	134938
0000011e	(0008,0016)	0000001A	UI	1	SOP Class UID	=CT Image Storage
00000140	(0008,0018)	00000038	UI	1	SOP Instance UID	1.3.12.2.1107.5.1.4.66268.30000019052309344616800000620
00000180	(0008,0020)	00000008	DA	1	Study Date	20190523
00000190	(0008,0021)	00000008	DA	1	Series Date	20190523
000001a0	(0008,0022)	00000008	DA	1	Acquisition Date	20190523
000001b0	(0008,0023)	00000008	DA	1	Image Date	20190523
000001c0	(0008,0030)	0000000A	TM	1	Study Time	141335.033
000001d2	(0008,0031)	00000008	TM	1	Series Time	142307.8
000001e2	(0008,0032)	0000000A	TM	1	Acquisition Time	142253.307
000001f4	(0008,0033)	0000000A	TM	1	Image Time	142253.307
00000206	(0008,0050)	00000000	SH	1	Accession Number	
0000020e	(0008,0060)	00000002	CS	1	Modality	CT
00000218	(0008,0070)	00000008	LO	1	Manufacturer	SIEMENS
00000228	(0008,0080)	0000001C	LO	1	Institution Name	Kantonsspital St.Gallen - SG
0000024c	(0008,0090)	00000000	PN	1	Referring Physician's Name	
00000254	(0008,1010)	0000000C	SH	1	Station Name	m-001-742952
00000268	(0008,1030)	00000008	LO	1	Study Description	Prostata
00000278	(0008,103e)	0000000C	LO	1	Series Description	CT Prostata
0000028c	(0008,1048)	00000012	PN	1-n	Physician(s) of Record	P
00000296	(0008,1070)	0000000E	PN	1-n	Operator Name	DICOM Service

# DICOM- Elemente

-0000028c	(0008,1048)	00000012	PN	1-n	Physician(s) of Record	P
-000002a6	(0008,1070)	0000000E	PN	1-n	Operators Name	DICOM Service
-000002bc	(0008,1090)	00000016	LO	1	Manufacturer's Model Name	SOMATOM Definition AS
☐-000002da	(0008,1140)	0000006A	SQ	1	Referenced Image Sequence	[Sequence with 1 items]
-0000034c	(0008,3010)	00000038	UI	1	Irradiation Event UID	1.3.12.2.1107.5.1.4.66268.30000019052309131587300000009
-0000038c	(0010,0010)	00000012	PN	1	Patient's Name	M
-000003a6	(0010,0020)	0000000A	LO	1	Patient ID	1000072164
-000003b8	(0010,0030)	00000008	DA	1	Patient's Birth Date	19
-000003c8	(0010,0032)	00000006	TM	1	Patient's Birth Time	000000
-000003d6	(0010,0040)	00000002	CS	1	Patient's Sex	M
-000003e0	(0018,0015)	00000006	CS	1	Body Part Examined	PELVIS
-000003ee	(0018,0050)	00000002	DS	1	Slice Thickness	2
-000003f8	(0018,0060)	00000004	DS	1	KVP	120
-00000404	(0018,0090)	00000004	DS	1	Data Collection Diameter	500
-00000410	(0018,1000)	00000006	LO	1	Device Serial Number	66268
-0000041e	(0018,1020)	0000000E	LO	1-n	Software Version(s)	syngo CT VA48A
-00000434	(0018,1100)	00000004	DS	1	Reconstruction Diameter	650
-00000440	(0018,1110)	00000006	DS	1	Distance Source to Detector	1085.6
-0000044e	(0018,1111)	00000004	DS	1	Distance Source to Patient	595
-0000045a	(0018,1120)	00000002	DS	1	Gantry/Detector Tilt	0
-00000464	(0018,1130)	00000006	DS	1	Table Height	186.5
-00000472	(0018,1140)	00000002	CS	1	Rotation Direction	CW
-0000047c	(0018,1150)	00000004	IS	1	Exposure Time	1000
-00000488	(0018,1151)	00000004	IS	1	X-ray Tube Current	219
-00000494	(0018,1152)	00000004	IS	1	Exposure	243
-000004a0	(0018,1160)	00000004	SH	1	Filter Type	FLAT
-000004ac	(0018,1170)	00000002	IS	1	Generator Power	18
-000004b6	(0018,1190)	00000004	DS	1-n	Focal Spot(s)	1.2
-000004c2	(0018,1210)	00000004	SH	1-n	Convolution Kernel	B30s
-000004ce	(0018,5100)	00000004	CS	1	Patient Position	HFS
-000004da	(0018,9313)	00000018	FD	3	Data Collection Center (Patient)	0.000000\186.500000\276.000000
-000004fa	(0018,9345)	00000008	FD	1	CTDvol	19.744885
☐-0000050a	(0018,9346)	00000044	SQ	1	CTDI Phantom Type Code Sequence	[Sequence with 1 items]
-00000556	(0020,000d)	00000038	UI	1	Study instance UID	1.3.12.2.1107.5.1.4.66268.30000019052309362340200000008



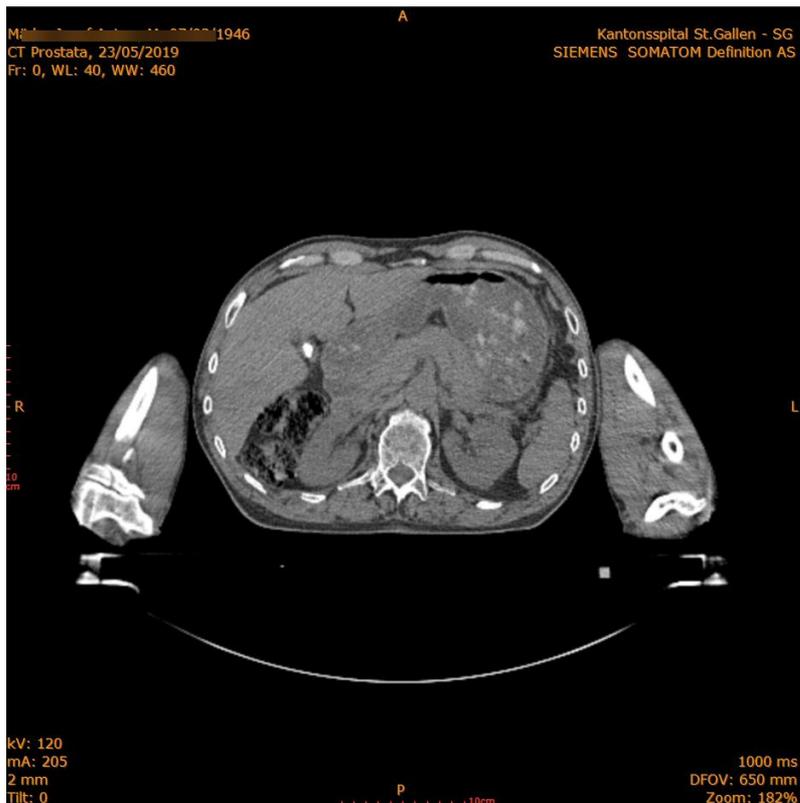
# DICOM UIDs



- Verschiedene UID's (unique identifiers)
- Eindeutigkeit über Länder, Standorte, Anbieter und Geräte hinweg.
- Jede Datei wird immer nur einmal gespeichert in einem DICOM-Archiv

(0002,0002)	0000001A	UI	1	Media Stored SOP Class UID	=CT Image Storage
(0002,0003)	00000038	UI	1	Media Stored SOP Instance UID	1.3.12.2.1107.5.1.4.66268.30000019052309344616800000620
(0008,0016)	0000001A	UI	1	SOP Class UID	=CT Image Storage
(0008,0018)	00000038	UI	1	SOP Instance UID	1.3.12.2.1107.5.1.4.66268.30000019052309344616800000620
(0020,000d)	00000038	UI	1	Study instance UID	1.3.12.2.1107.5.1.4.66268.30000019052309362340200000008
(0020,000e)	00000038	UI	1	Series instance UID	1.3.12.2.1107.5.1.4.66268.30000019052309344616800000396

# DICOM-Beispielbild



Study Description	Prostata
Series Description	CT Prostata
Physician(s) of Record	P[REDACTED]
Operators Name	DICOM Service
Manufacturer's Model Name	SOMATOM Definition AS
Referenced Image Sequence	[Sequence with 1 items]
Irradiation Event UID	1.3.12.2.1107.5.1.4.66268.300000190523091
<b>Patient's Name</b>	[REDACTED]
Patient ID	1000072164
Patient's Birth Date	[REDACTED]
Patient's Birth Time	000000
Patient's Sex	M
Body Part Examined	PELVIS
Slice Thickness	2
KVP	120
Data Collection Diameter	500
Device Serial Number	66268
Software Version(s)	syngo CT VA48A
Reconstruction Diameter	650
Distance Source to Detector	1085.6
Distance Source to Patient	595
Gantry/Detector Tilt	0
Table Height	186.5



Edit existing tag

Tag

(0010,0010) Patient's Name

Use '\ ' to separate multiple values.  
Binary values can be entered as '0123' (octal) or '0x123' (hex).

Path

PN: Person Name (max 64 characters, format '[Last]^[First]^[Middle]^[Prefix]')

Data Muster\*Max

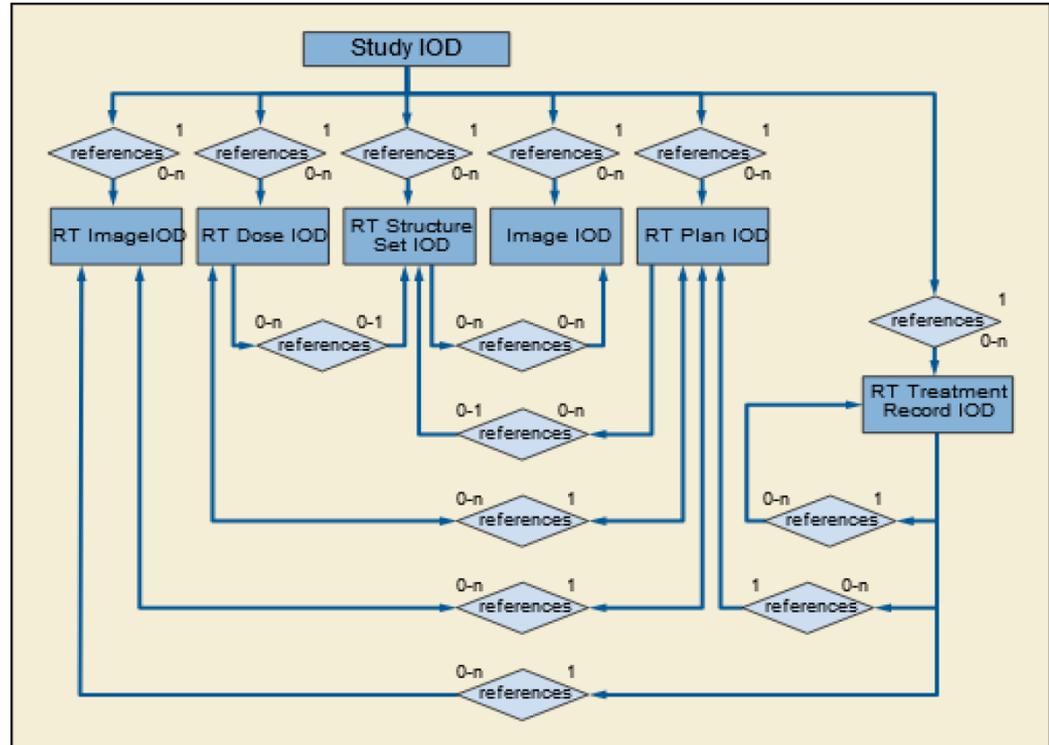
Change to all open files.

Make data unique in each file



# DICOM Model für RT-Daten

- DICOM-RT ist eine Erweiterung des DICOM-Standards mit RT-Daten
  - Strukturen
  - Pläne
  - Dosisverteilung
  - Verifikationsbilder
  - Bestrahlungseinträge
  - Lagerungsbilder
  - Registrierungen



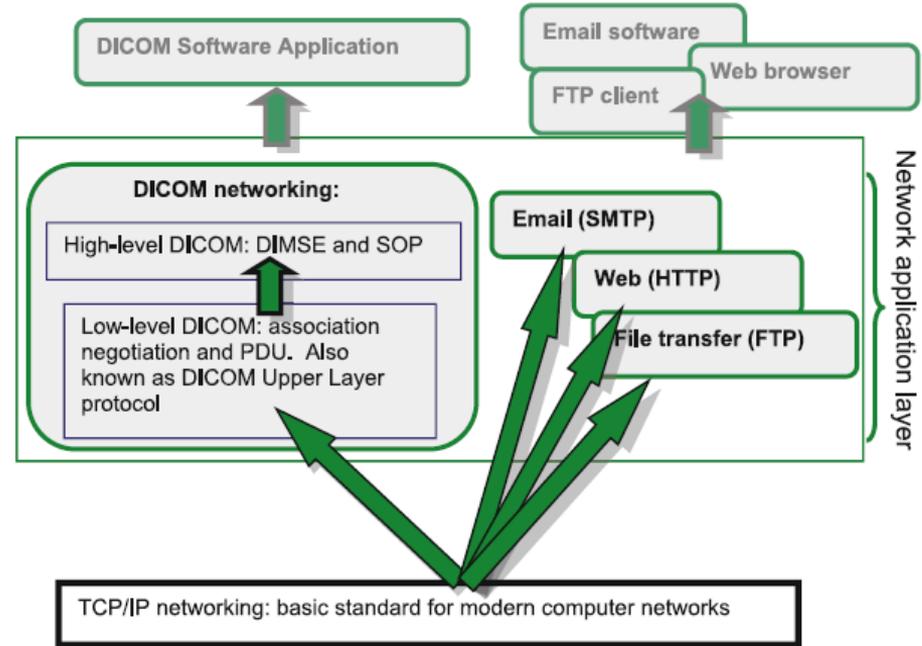
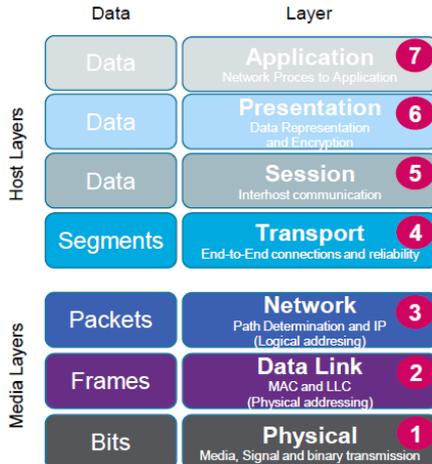
# DICOM RT - Beispiel

- Eine Studie
  - CT-Datensatz UID und Frame Of Reference UID
    - Struktureset via FoR UID
      - Plan via FoR UID,
        - Dosis FoR UID und Plan UID
        - DRRs via Plan UID
      - Bestrahlungseinträge via Plan UID
    - Lagerungsbilder UID und Frame Of Reference UID1
      - Registrierung via FoR UID und via FoR UID 1

# DICOM-Kommunikation



Die DICOM-Netzwerk-Anwendungsschicht erweitert die grundlegende TCP/IP-Funktionalität um DICOM-spezifische Protokolle

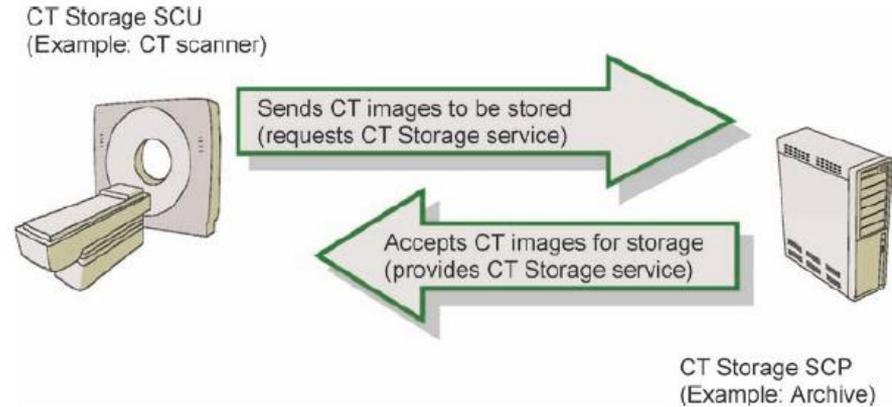


Oleg S. Pianykh, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) - A Practical Introduction and Survival Guide, 2012

# DICOM-Kommunikation



- Kommunikationsmöglichkeiten
  - C-Echo (Verification SOP)
  - C-Store (Storage SOP)
  - C-Find (Query SOP)
  - C-Move (Retrieve)
- DICOM Conformance Statement



Oleg S. Pinykh, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) - A Practical Introduction and Survival Guide, 2012

- DICOM-Dienste und Kommunikation läuft über sog. Knoten (Nodes)
- DICOM-**Input**-Knoten: (Service Class Provider, SCP)
  - bietet Dienste an.
  - z.B. PACS, es stellt mehrere Dienste zur Verfügung
- DICOM-**Output**-Knoten: (Service Class User, SCU)
  - nutzt bereitgestellte Dienste.
  - z.B. CT-Scanner, es nutzt die Dienste des PACS, daher «User», obwohl es an sich die Bilder zur Verfügung stellt.
- Beispiel: von einem CT sollen Bilder an ein PACS geschickt werden:
  - CT ist SCU, PACS ist SCP.
  - CT nutzt z.B. Storage, Storage Commitment.

# Knoten und AE-Title

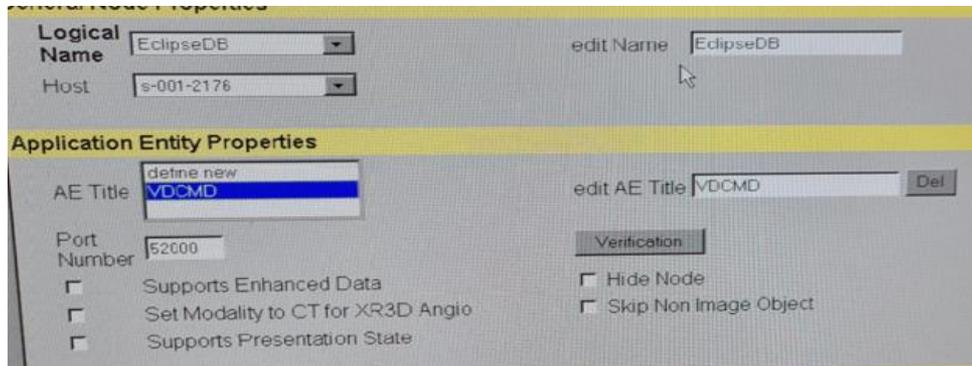
- DICOM-Dienste kommunizieren über sog. AE-Titles (Application Entity)
  - in einem Netzwerk zur eindeutigen Identifikation festgelegt
- D.h. jeder Dienst auf einen Geräte hat einen eigene AET
  - pro Gerät können mehre AETs für verschiedene Funktionen/Dienste bereitgestellt werden.
  - Für die Kommunikation mit andern Dienstaniestern muss die dem Gerät zugehörige IP-Adresse und der Port, über welcher der Dienst angesprochen wird fest gelegt werden.
  - Meistens müssen bei beiden Geräten beide Einstellungen konfiguriert werden.

# AE-Title: Beispiel CT-Daten nach ARIA

- Vom Planungs-CT sollen Bilder an die ARIA-Datenbank geschickt werden
- CT:
  - IP-Adresse: 10.54.72.104 (Hostname: m-001-750123)
  - AE-Title: SG\_ROCT01
  - Port: 104 (im Prinzip unwichtig, weil darauf nichts empfangen wird)
- ARIA:
  - IP-Adresse: 10.54.104.78 (Hostname: s-001-2176)
  - AE-Title: VDCMD
  - Port: 52000

# AE-Title: Beispiel CT-Daten nach ARIA

- Vom Planungs-CT sollen Bilder an die ARIA-Datenbank geschickt werden
- Damit von CT aus Bilder ans ARIA gesendet werden können muss am CT der Empfangsknoten (SCP) ARIA mit IP, AET und Port eingerichtet werden. Die Daten für das CT (eigener AET) selbst sind i.d.R. so oder so schon hinterlegt



# AE-Title: Beispiel CT-Daten nach ARIA

- Damit ARIA vom CT Bilder empfangen kann muss dort ein Dienst erstellt werden mit den entsprechende IP, AET und Port. Dabei wird auch die CT-Konfiguration eingetragen, da in diesem Fall nur von spezifischen Geräten bzw. AETs Daten verarbeitet werden.

DICOM Database Service - Configuration

**DICOM Network Settings**

AE Title:

Port Number:

Network Interface:

**Trusted Application Entities**

AETitle:	IP:	Port:
SG_ROCT01	10.54.72.104	104
VELOCITY_DCM	10.54.9.162	104
AEM001505577	10.125.10.86	104
N1000_TDS	10.54.64.209	104
LIMBUS_SCU	10.54.107.6	104
LIMBUS1	10.54.107.6	115

# AE-Title: Beispiel CT-Daten nach ARIA

- Am CT sind noch eine Reihe weitere Knoten für den Versand von Bilder einrichtet, teilweise auch nach ARIA (allerdings einen andern Dienst, daher andere AET und Port), oder an anderer Geräte (z.B. PACS)
- In ARIA sind noch weitere Knoten für den Empfang einrichtet von unterschiedlichen Quellen (d.h. andere AET) auf den selben Knoten oder auch auf andere Knoten

1000000273

art Freigeben Ansicht

↑ > iS > F\_Daemon\_RAD > 1000000273

Name	Änderungsdatum	Typ
MR.1.3.12.2.1107.5.2.18.41793.2020121413...	16.02.2024 10:41	DCM-Datei

Logical Name: EclipseFile edit Name: EclipseFile

Host: s-001-2176

**Application Entity Properties**

AE Title: **VFRAD** edit AE Title: VFRAD [Del]

Port Number: 104

Verification

Supports Enhanced Data  Hide Node

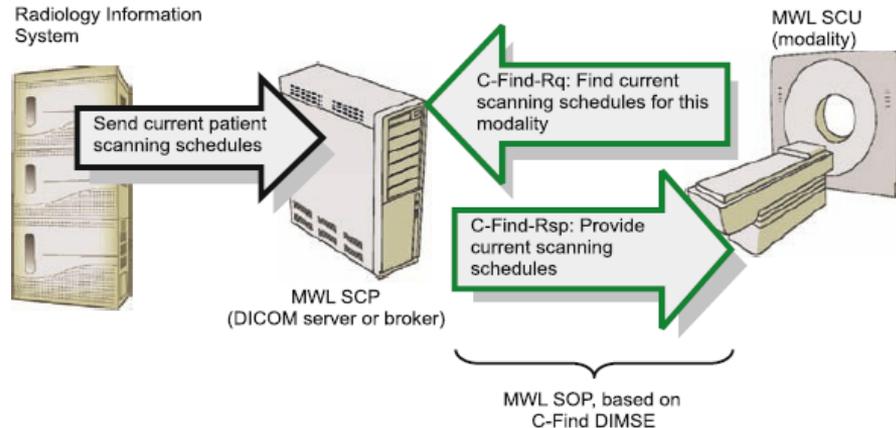
Set Modality to CT for XR3D Angio  Skip Non Image Object

Supports Presentation State

# DICOM Worklist



- Modalitäten listen Patienten auf, die am aktuellen Tag (oder definierter Zeitraum) für dieses Geräte eine Untersuchung eingeplant haben
- Diese Untersuchungen sind i.d.R. im KIS/RIS geplant.
- es braucht als «Broker» zwischen dem Gerät und dem KIS eine weitere Modalität: die DICOM-Modality-Worklist.

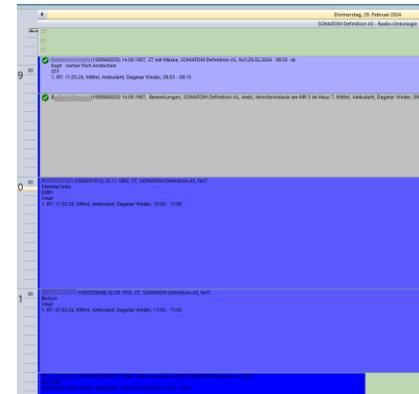
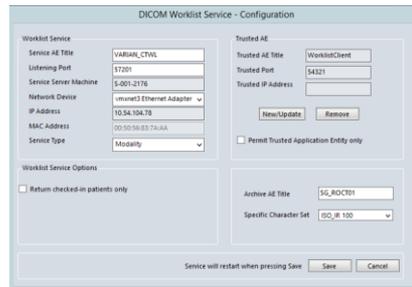
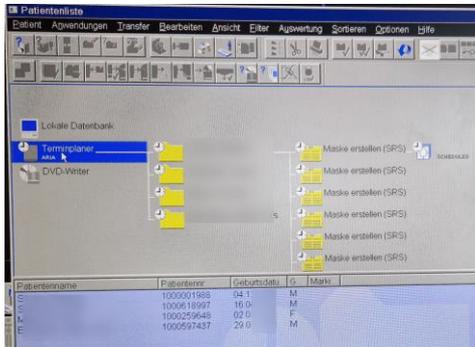
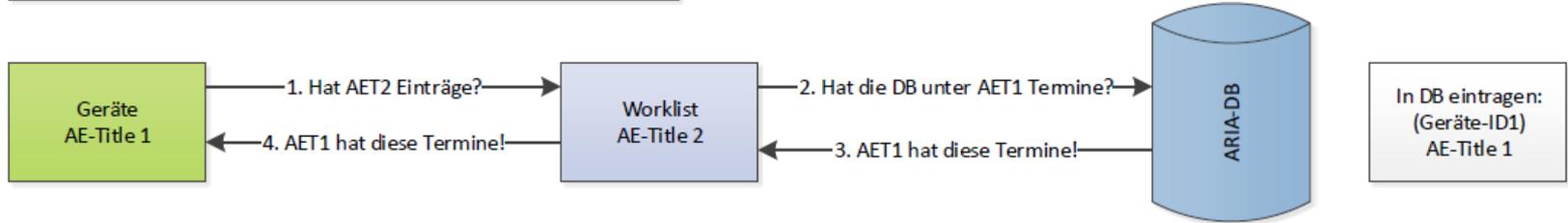


Oleg S. Pianykh, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) - A Practical Introduction and Survival Guide, 2012

# DICOM Worklist



**Modality-Worklist**  
z.B. CT,C-Bogen oder Wolf



# DICOM - Tools



- DVTk-Palette:
  - <https://www.dvtk.org>
- SanteSoft DICOM Viewer lite
  - <https://www.santesoft.com/win/sante-dicom-viewer-lite/sante-dicom-viewer-lite.html> -
- DICOM anonymizer
  - [https://www.rubomedical.com/dicom\\_anonymizer/](https://www.rubomedical.com/dicom_anonymizer/) -
- Aliza DICOM Viewer
  - <https://www.aliza-dicom-viewer.com/download> -

# Fragen?

