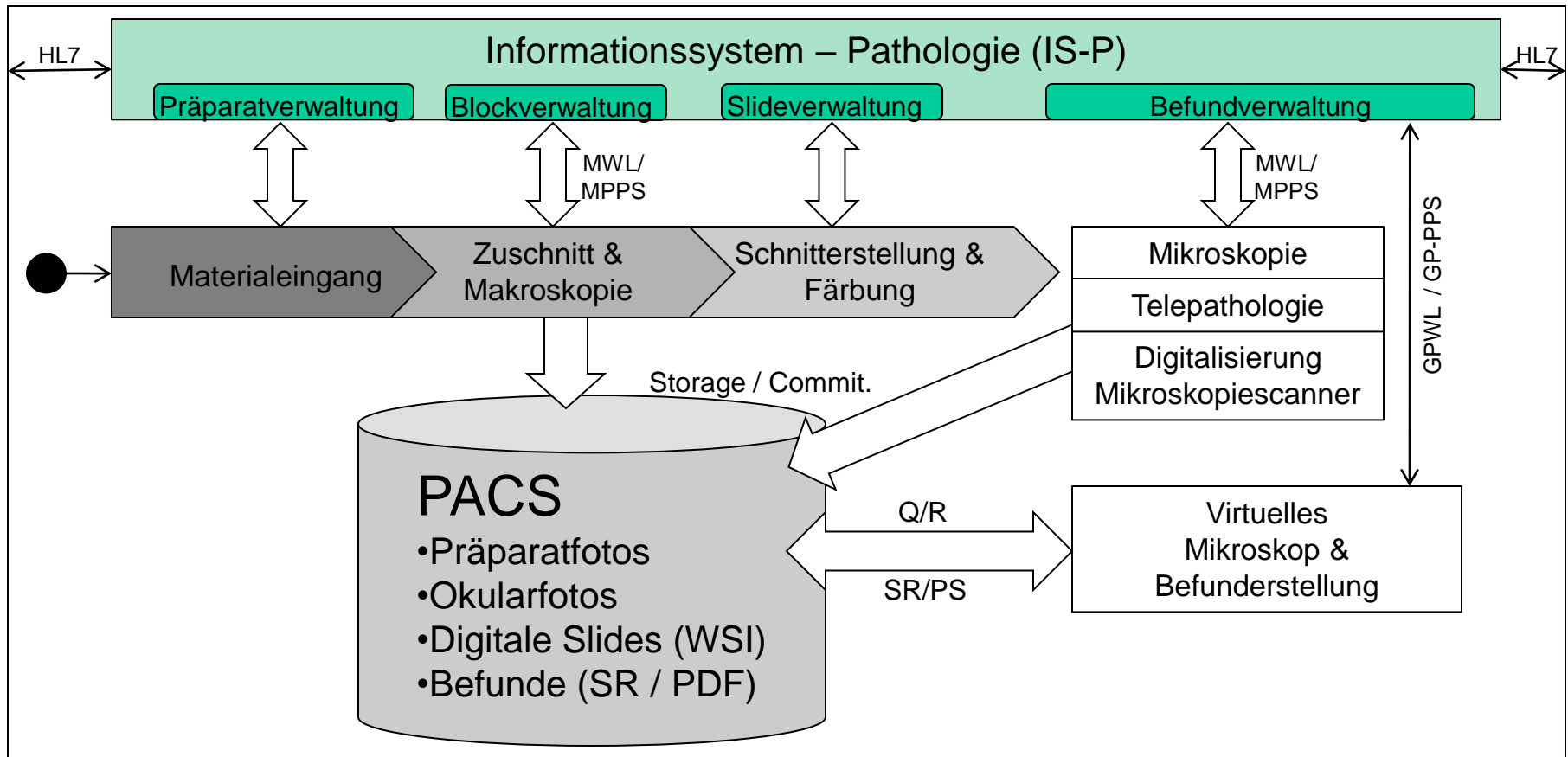

WSI Integration of Digital Pathology in clinical PACS Systems

R. Zwönitzer, H. Hofmann, A. Roessner , T. Kalinski

94. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Pathologie e.V.
Berlin, 27. Juni 2009

Übersicht Digitale Pathologie (DP) – Komponenten & Schnittstellen



1. Zukunftssichere Integration in Infrastruktur der Klinik durch DICOM
2. Dokumenterzeugung mit Demographie und Ablage im Archiv gemäß eines Informationsmodell (IM)
3. Suche und Wiedergewinnung innerhalb dieses IM → Bildverteilung

Modality Worklist (MWL) - Präparatidentifikation

	SPCode	Modalität	Station	AE	Befunder	Behälter	Beschriftung	Präparat	Acc.No.	Ort
1		XC	Grosser Zuschnitt	Zuschnitt-A	Dr. Kalinski	Transportbehälter	H4487/03	H4487/03-3	ACC12348	
2	Multiangel 16 Gradteile	XC	AV Zentrum	FotoAcq-A	Dr. Kalinski	Glasbehälter	I12/97	H12/97-1	ACC12349	
3		GM	Mikroskop-B	WSIACQ-B	Dr. Kalinski	Objektträger Glas	H378/04	H378/04-1C4	ACC12347	
4	WSI Schichtdicke ein Mü	SM	Hamamatsu-A	WSIACQ-A	Dr. Kalinski	Objektträger Glas	H238/09	H14532/09-2A3	ACC12345	
5	WSI Schichtdicke ein Mü	SM	Hamamatsu-A	WSIACQ-A	Dr. Kalinski	Objektträger Glas	H238/09	H14532/09-1B1	ACC12346	


```

    E 0512 (8) Container Identifier (LO:1) H4487/03
    + E 0513 (104) Issuer of the Container Identifier Sequence (SQ:1) unassigned
    + E 0518 (74) Container Type Code Sequence (SQ:1) unassigned
    E 051A (18) Container Description (LO:1) Transportbehälter
    - E 0560 (312) Specimen Description Sequence (SQ:1) unassigned
    - P LoadFromStream
      - G Group 0040
        + E 0000 (4) Group Length (UL:1) 292
        + E 0551 (10) Specimen Identifier (LO:1) H4487/03-3
        E 0554 (24) Specimen UID (UI:1) 1.11365836.1300.1004.1.3
        + E 0562 (104) Issuer of the Specimen Identifier Sequence (SQ:1) unassigned
        + E 059A (68) Specimen Type Code Sequence (SQ:1) unassigned
        E 0600 (6) Specimen Short Description (LO:1) Leber
        E 0602 (8) Specimen Detailed Description (UT:1) proximal
        E 0610 (0) Specimen Preparation Sequence (SQ:1) unassigned
    E 1001 (8) RP-Id (SH:1) RP12348
    E 1003 (0) RP-Priority (SH:1) unassigned
  
```

- Präparatinformation und Auftragskommunikation gemäß DICOM erfordert Erweiterungen des DICOM Supplement 122.

Makroskopische Aufnahmen (Routine)

PATHO	Serien-No	Modalität	Bild-No
Routine Patient 02.01.1960 (RP1) >Created<	<input type="checkbox"/> 1 >Created<	XC	1
07.05.2009 Macrofotografie (RP12348) >Created<	<input checked="" type="checkbox"/> 1 >Created<	XC	2
02.05.2009 Röntgen Dig.3.li. (1) >Changed<	<input checked="" type="checkbox"/> 1 >Created<	XC	3
Direktor Karl Heinz Maelzer 12.11.1923 (KHM1) >Created<			
Erwin Lindemann Rentner 02.05.1909 (EL1) >Created<			
Ausbildungs Präparat 02.01.1960 (AP1) >Created<			

XC 17:13:13 (1)[1]

- DICOM Bildklasse Visible Light (VL) Photographic ist ausreichend
- Präparatidentifikation notwendig → Supplement 122

Makroskopische Aufnahmen (Lehre)

The screenshot shows a DICOM viewer interface. On the left, a tree view displays a folder structure under 'PATHO', including patient and study information. A table on the right lists image details:

Bild-No	Spalten	Zeilen	Media Storage SOP Class UID
<input checked="" type="checkbox"/> 1 >Created<	1441	2848	'VL Photographic Image Storage (I
<input checked="" type="checkbox"/> 2 >Created<	1441	2848	'VL Photographic Image Storage (I
<input type="checkbox"/> 3 >Created<	1441	2848	'VL Photographic Image Storage (I
<input type="checkbox"/> 4 >Created<	1441	2848	'VL Photographic Image Storage (I
<input type="checkbox"/> 5 >Created<	1441	2848	'VL Photographic Image Storage (I

Below the table, two side-by-side macroscopic photographs of a specimen (likely a heart or similar organ) are shown, each contained within a clear glass rectangular container. The specimen is light-colored and curved.

- DICOM Bildklasse Visible Light (VL) Photographic nicht ausreichend.
- Multiframe-Modul muss integriert werden.

Mikroskopische Okularaufnahmen

The screenshot shows a DICOM viewer interface. On the left, a tree view displays a folder named 'PATHO' containing several patient entries, including 'Routine Patient 02.01.1960 (RP1) >Created<', 'Direktor Karl Heinz Maelzer 12.11.1923 (KHM1) >Created<', 'Erwin Lindemann Rentner 02.05.1909 (EL1) >Created<', '07.05.2009 Microfotografie (RP12347) >Created<', and 'Ausbildungs Präparat 02.01.1960 (AP1) >Created<'. A sub-folder 'GM 17:15:23 (1) >Created<' is selected. On the right, a table lists the images:

Bild-No	Spalten	Zeilen	Media Storage SOP Class UID
<input checked="" type="checkbox"/> 1 >Created<	1280	1000	'VL Microscopic Image Storage (I
<input checked="" type="checkbox"/> 2 >Created<	1280	1000	'VL Microscopic Image Storage (I
<input type="checkbox"/> 3 >Created<	1280	1000	'VL Microscopic Image Storage (I

Below the table, the selected image 'GM 17:15:23 (1)[1]' is displayed in two side-by-side thumbnails. The left thumbnail shows a low-magnification view of a tissue section, while the right thumbnail shows a high-magnification view of individual cells with prominent nuclei.

- DICOM Bildklasse Visible Light (VL) Microscopic ausreichend
- Ausschnitte als Einzelbilder einer Serie

Mikroskopische Komplettscans (WSI)

Bild-No	Spalten	Zeilen	Media Storage SOP Class UID
<input checked="" type="checkbox"/> 1 >Created<	1204	412	'VL Slide-Coordinates Microscopic Image
<input checked="" type="checkbox"/> 2 >Created<	9216	8768	'VL Slide-Coordinates Microscopic Image

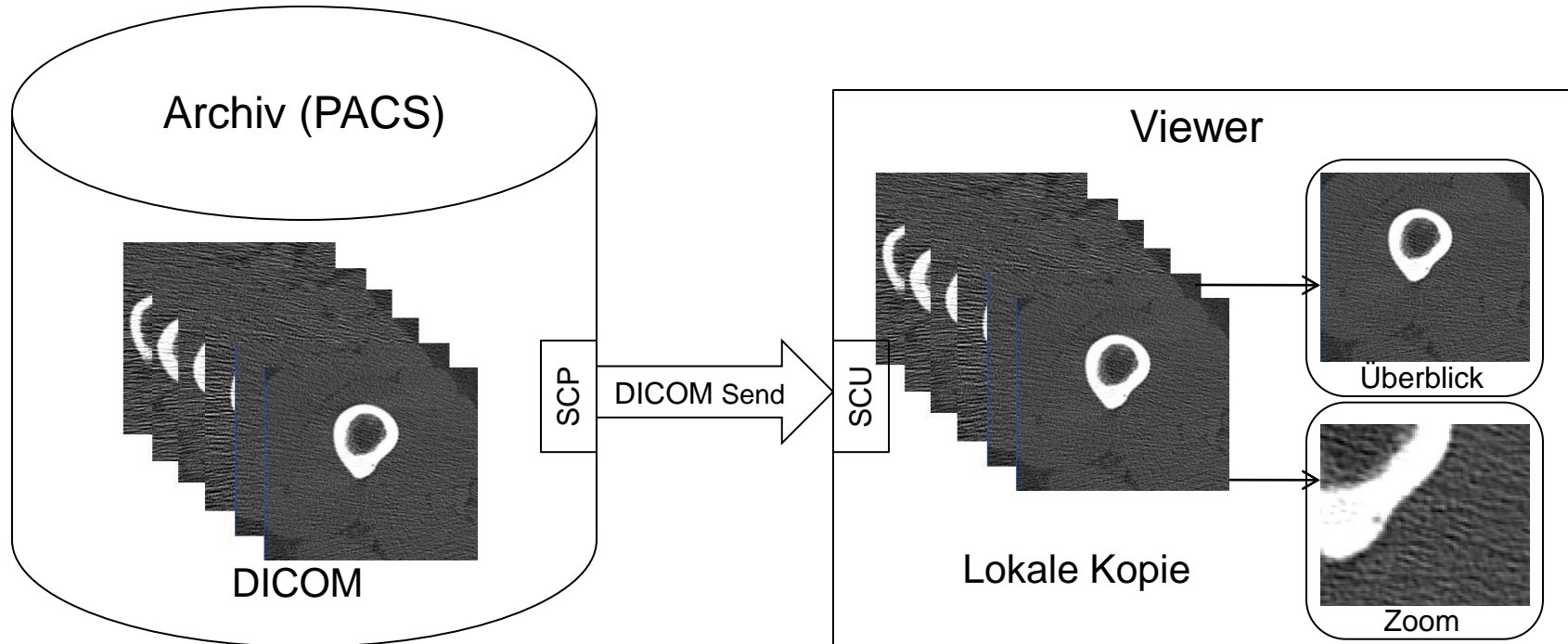
WSI Schichtdicke ein Mü SM 17:14:10 (1)[1]

Mikroskopische Komplettscans (WSI)

The screenshot displays a DICOM viewer interface. On the left, a file explorer shows a directory structure for 'PATHO' with subfolders for patient and scan information. The main window shows a histological slide. On the right, the 'Eigenschaften' (Properties) panel is open, showing the DICOM 3.0 Image metadata. The 'Class' is '1.2.840.10008.5.1.4.1.1.7 (Secondary Capture Image Storage)'. The 'IOD' is 'A.8.1 (SC Image)'. The 'Module' is 'C.7.6.3 (Image Pixel)'. The 'Entity' is 'Large Rows (UL) VM:1 VR:UL'. The 'Large Rows' (0510) and 'Large Cols' (0511) tags are circled in red, indicating their importance for WSI. The 'Large Rows' tag has a value of 87680, and the 'Large Cols' tag has a value of 92160. The 'Entity' section also shows 'Superfluously by Condition ,n00280010 :'. The bottom of the metadata panel shows the group length and file meta information version.

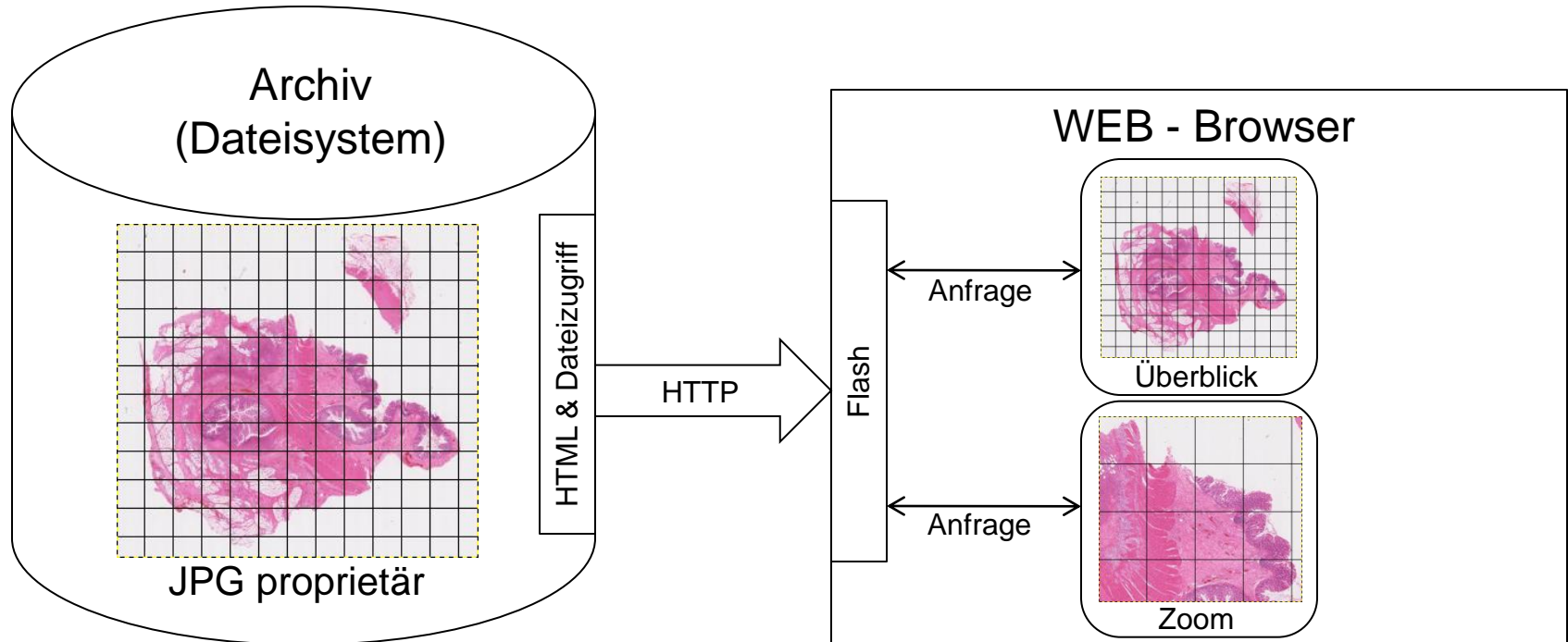
- DICOM Bildklasse Visible Light (VL) Slide Coordinates nicht ausreichend
- Multiframe-Modul sowie Large-Dimension-Tags müssen integriert werden.

Radiologische Bildverteilung DICOM (store and forward)



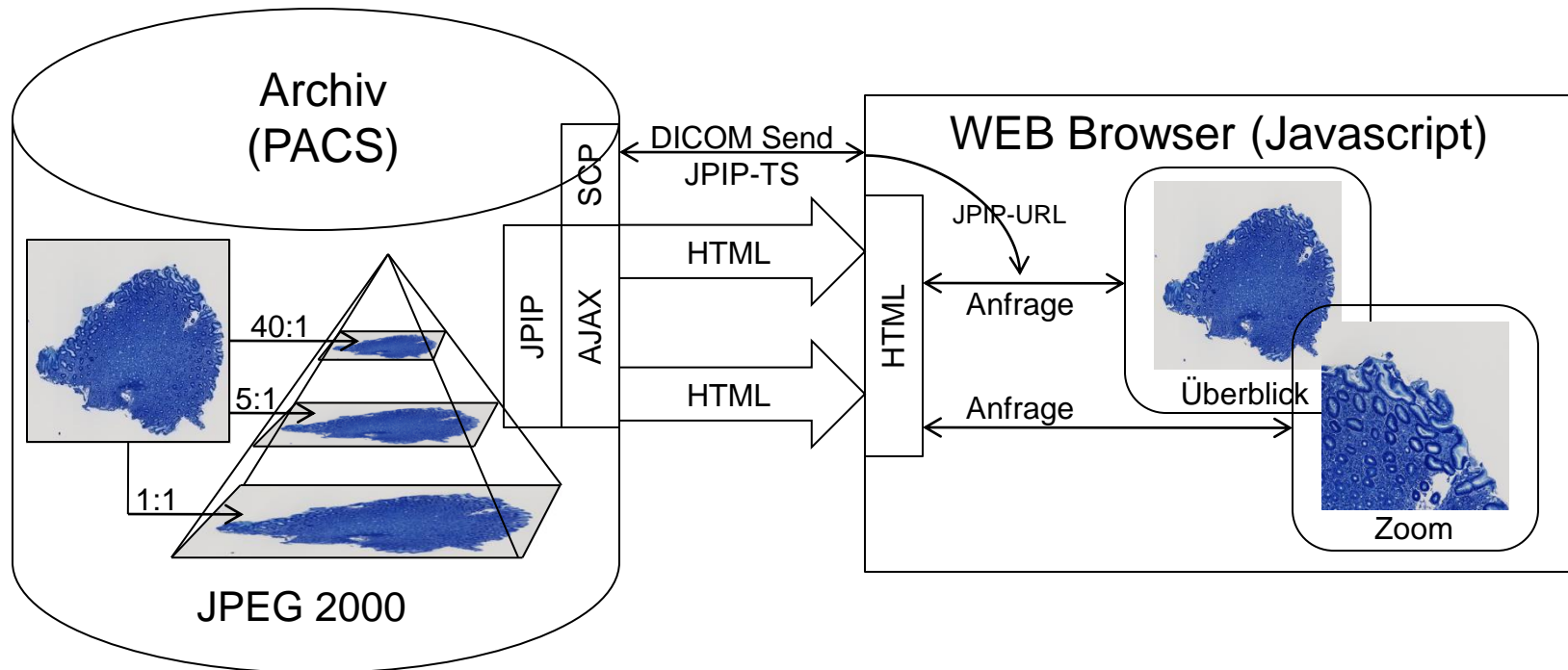
- Anzeige erst nach Übertragung des kompletten Bildes
- Store and forward ist ungeeignet für große Bilder der WSI
- Integration von JPIP in DICOM löst Übertragungsproblem durch Streaming

Bildverteilung „Zerlegung“ (z.B. silverZoom , Zoomify)



- Bildzerlegung und -verteilung erzeugt hohe Ressourcenlast
 - Verteilungsprobleme durch aktiven Teil im Browser (z.B. Flash)
 - Datenformat und Protokoll proprietär, keine Integration in DICOM
- Ungeeignet für die Archivierung großer Datenmengen

Bildverteilung JPEG2000 / JPIP (AJAX)



- Berechnung der Bildteile auf Anfrage im Server.
 - Zugriff auf JPEG2000 durch JPIP oder direkt.
 - Parallelbetrieb Intra- und Internet durch einheitliches Format.
- Für Intranet und Internet geeignet, jedoch höhere Serverlast

Ressourcenmessung JPEG2000 Bildverteilung

Verglichene Systeme : I–Kakadu (original), II–JVSServ (optim.), III - JPView (AJAX)

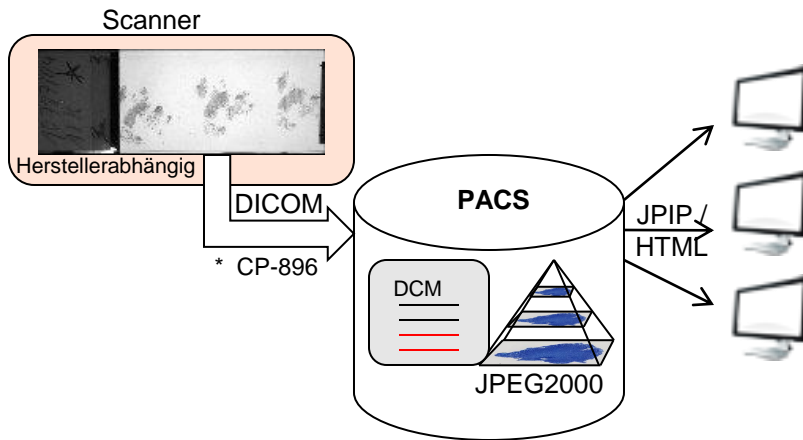
		time [s]								
		Slide 1 (24,576 x 26,368 pixels; 0.9GB)			Slide 2 (28,672 x 35,584 pixels; 1.4GB)			Slide 3 (28,672 x 29,440 pixels; 1.1GB)		
		I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Anwendungsfall a)	presentation of the image overview	12.2	3.6	3.0	6.15	1.95	2.5	19.75	5.25	3.95
	reload	0.75	0.75	1.0	0.6	0.55	0.85	0.7	0.8	0.75
Anwendungsfall b)	presentation of a detail at maximum resolution (100%)	43.6	7.45	1.45	52.7	12.05	1.5	48.2	8.75	1.45
	reload	0.55	0.55	0.6	0.65	0.65	0.6	0.5	0.5	0.6
Anwendungsfall c)	switching between two focus planes	0.55	0.75	1.9	0.65	0.7	1.95	0.55	0.7	2.3
	reload	0.35	0.35	0.7	0.3	0.3	0.55	0.4	0.35	0.6

- Geeignet für Lehre und Routine
- Große Unterschiede durch Optimierung der Software
- Komplexität gegenüber anderen Kompressionen

Virtual 3D microscopy in pathology education, Hum Pathol. 2010 Mar;41(3):457-8.

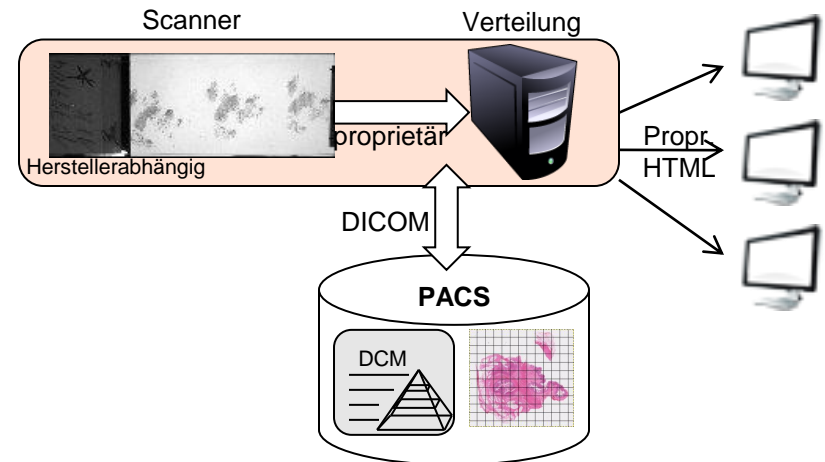
Aktuelle WSI Ansätze

„Large Dimensions“



- Neue Tags für große Dimensionen oder verbindungsabhängig (*)
- DICOM Header & JPEG2000
- Bildverteilung aus dem Archiv
- Herstellerunabhängig
- Synergien mit anderen Bildarten

Supplement 145



- Bildverteilung statt große Bilder
- DICOM Header enthalten Progressionsinformationen
- Bildverteilung nötig
- Abhängig von propr. Verteilung
- Keine Synergien

Zusammenfassung

- **DICOM ist nutzbar und sinnvoll für die Digitale Pathologie**
 - Supplement 122 funktional
 - Worklist und MPPS einsetzbar
 - Existierende Bildklassen bis auf Multiframe anwendbar
 - JPEG2000 Integration zum effizient komprimierten Streaming
- **JPEG2000**
 - Bildverteilung für alle Bildarten und Übertragungswege mit JPIP / AJAX
 - Effizienz der Bildverteilung ist abhängig von der Optimierung
- **DICOM WSI**
 - Supplement 145 führt Bildzerlegung ein
 - Große Dimensionen, auch optional, wurden verhindert
 - Nutzbarkeit alter Archive zur Bilderverteilung fraglich
- **Ausblick**
 - Fehler der Radiologie vermeiden : Herstellerabhängigkeiten, Zwischenverteilung mit unnötigen Kopien, Industriedominanz

...

Vielen Dank

für die Aufmerksamkeit