

Anleitung zum Praktikum

Modul BM5

Dosimetrie in der Nuklearmedizin

Ziel: Dosimetrische Berechnungen für
eine [177-Lu]PSMA Therapie

Einloggen im Pegasus mit Pegasus-User und Passwort

Einloggen als Hermes-Client

Q:\RA\Allgemein\Anwendungen\Hermes-Start.ica

Als

Gruppe1: mpe3 kueche

Gruppe2: mpe4 stiefel

Gruppe3: mpe5 gyros1

Gruppe4: mpe7 doener

einloggen

In das Verzeichnis

Q:\RA\Rad-Infoboard\Nuklearmedizin\Kommunikation (intern)\für MPEanwärter\Praktikum

wechseln und die Dateien

Dosimetriepraktikum_GruppeX.xlsx, S_Values_Lu177_AdultMale.xlsx, Anleitung.pdf

Öffnen

Dieses Verzeichnis ist dann auch der Speicherort für Screenshots:

Namenskonvention: GruppeX_Organ (Organ = GK, Niere, Leber, Tumor)

[NUK-HERMES] <-> HERMES Workstation | HERMES WS Browser 06-Jun-2018 16:05:56

File Edit View Process Tools Help

HERMES Search: Temp-30-Days

Patient: Patient Name, Patient ID, Gender, Append Wildcard, Open Folders

Study: Description, Accession, Study ID, Append Wildcard, Open Folders

Series: Description, Body Part, Modality, Append Wildcard, Apply Detail

Date Restriction: None, Study, Series, Today, Yesterday, Last Week, Last Month, Other, From, to

Series Detail: Std Modality, All, CR, CT, DS, MR, NM, OT, PT, RT, SC, SR, US, Sub Modality, All, Print, Static, WB, Dyn, Gated, TomoAcq, Trans, Coro, Sagg, GTomoAcq, TextDml

Sort: Sort By: Date Modified

Systems@HERMES Workstation

	PATIENTNAME	BIRTHDATE	STUDYDESCRIPTION	STUDYDATE	STUDYTIME	PATIENTID	GEN
1	Phantom_1	14-Dez-1951	Bildgebung fuer NUK-Station	12-Apr-2016	14:53:26	kkkkkk_1	Not S
2	Phantom_1	14-Dez-1951	Bildgebung fuer NUK-Station	13-Apr-2016	12:27:46	kkkkkk_1	Not S
3	Phantom_1	14-Dez-1951	Bildgebung fuer NUK-Station	14-Apr-2016	08:07:50	kkkkkk_1	Not S
4	Phantom_1	14-Dez-1951	Bildgebung fuer NUK-Station	15-Apr-2016	08:11:57	kkkkkk_1	Not S

Applications@HERMES Workstation

Hybrid Viewer ALLES

Hirn

Hybrid Viewer 2 Screen

Hybrid3D PET/MR

NEU: Hybrid3D PET/MR

Hybrid3D 2.2 PET/MR

Jade Viewer

HERMES X-pet Hybrid Viewer alt-> neu

HERMES X-pet Hybrid Viewer Filter alt-> neu

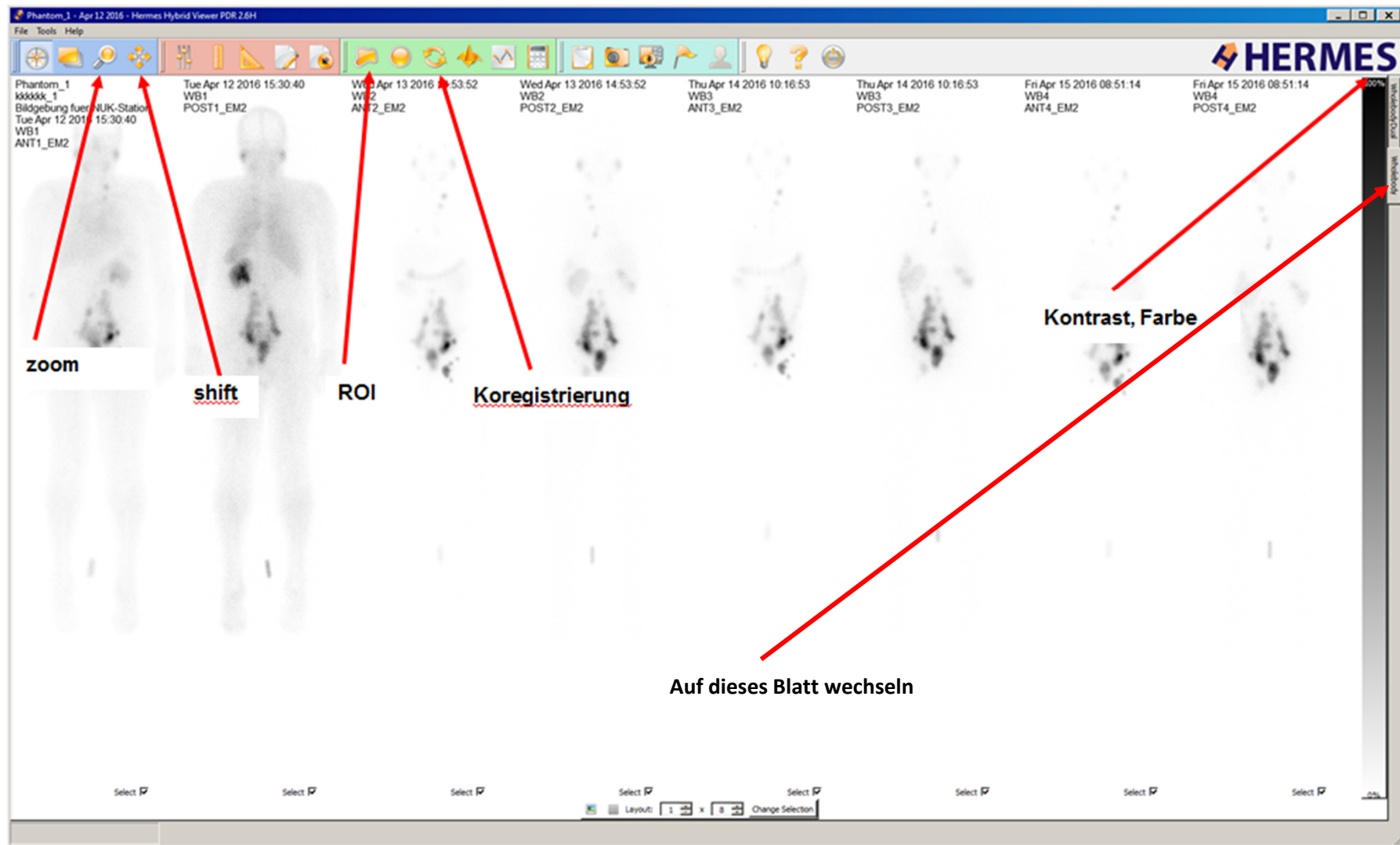
old Versions

1. in diesen Ordner wechseln

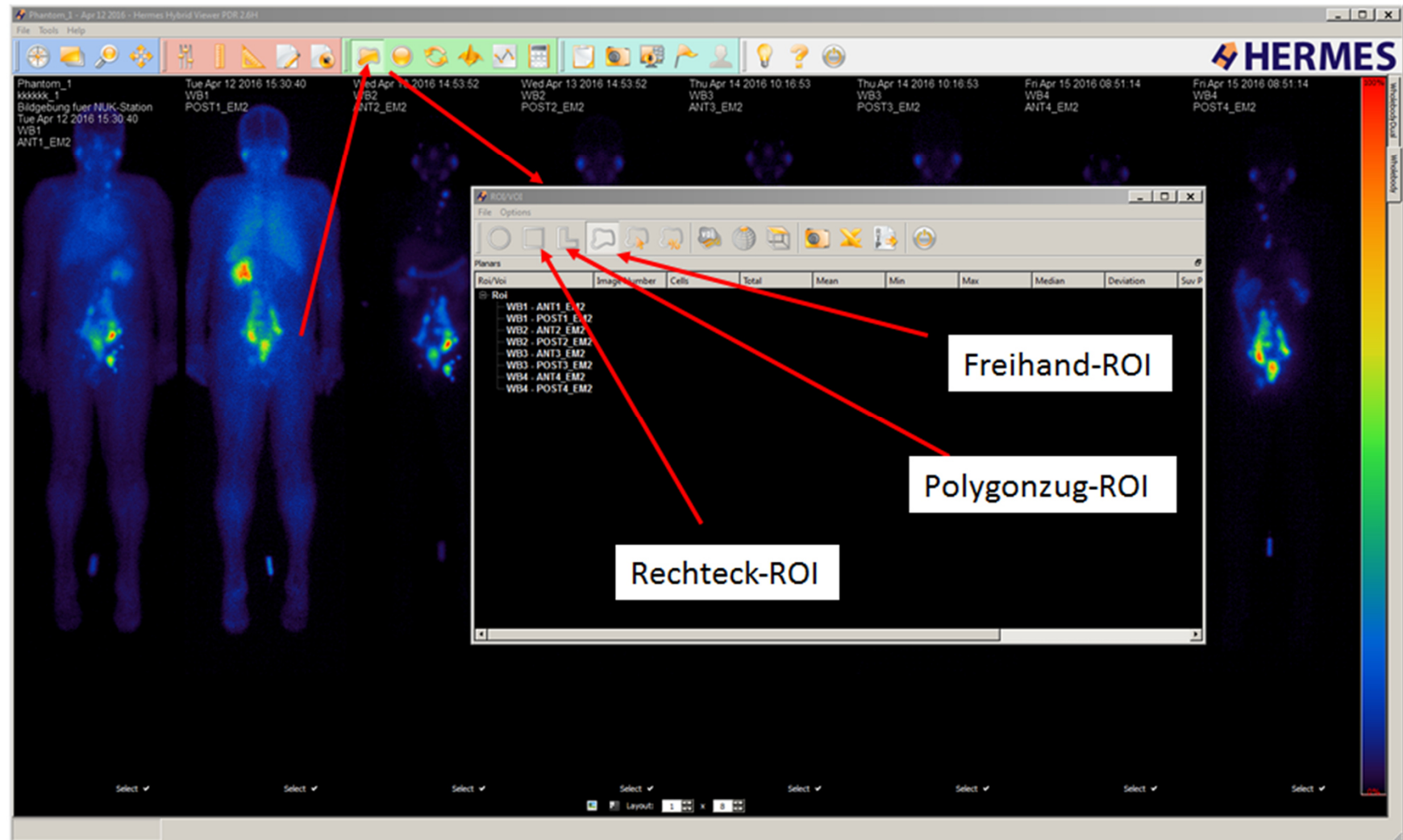
2. diese Daten markieren

3. in diesen viewer laden

Überblick



Das ROI-Tool



Koregistrierung wählen
 Alle GK markieren
 Autom. Koregistrierung
 Rigide Transformation
 Register drücken und warten
 Am Ende mit OK bestätigen

Standard ROI definieren

The screenshot displays the HERMES Hybrid Viewer interface. On the left, there are three main image panels showing whole-body scans. The top panel is labeled 'Phantom_1', the middle 'Tue Apr 12 2016 15:30:40 WB1 POST1_EM2', and the right 'Wed Apr 13 2016 1 WB2 ANT2_EM2'. A red rectangle labeled 'Roi 1' is drawn on the bottom-left scan. In the center, a 'ROI/VOI' window is open, showing a list of ROIs and a context menu. The menu options include 'Rename', 'Delete', 'Create Voi from Rois', 'Insert Rois Between', 'Merge Vois', 'Time Activity Curve', 'Copy Roi to', and 'Copy Roi Mirrored to'. The 'Copy Roi to' option is highlighted, and a sub-menu is visible showing a list of studies. On the right, there is a 'HERMES' logo and a panel for 'Fri Apr 15 2016 08:51:14 WB4 POST4_EM2'. At the bottom, there are several 'Select' checkboxes and a 'Layout' section.

- ROI-tool öffnen
- Rechteck-ROI
- Standard ROI zeichnen
- ROI anwählen (linke Maus)
- Rechte Maus
- Copy ROI to all Studies

ROI verschieben

The screenshot displays the HERMES software interface. At the top, a list of PET scans is shown with columns for date, time, and scan name. Below this, a grid of PET scan images is visible. A red arrow points from a text box to the 'Move ROI' option in a context menu. The text box contains the following instructions:

- Mauszeiger in eine ROI
- Rechte Maus
- Move ROI
- Mauszeiger in die ROI und verschieben

The context menu includes the following options:

- Move ROI
- Move All Rois
- Increase Roi Size
- Decrease Roi Size
- Edit Roi
- Rotate Roi
- Mask Roi
- Constraint Roi
- Pixel Values Roi
- Histogram Roi
- Copy Roi
- Paste Roi
- Paste Roi Mirrored
- Paste Roi To Voi
- Delete Roi
- Move Voi
- Increase Voi Size
- Decrease Voi Size
- Mask Voi
- Pixel Values Voi
- Histogram Voi
- Copy Voi
- Paste Voi
- Delete Voi
- Export
- Tools

The bottom of the interface shows a table with columns for 'i/Voi', 'Image Number', 'Cells', 'Total', 'Mean', 'Min', 'Max', 'Median', 'Deviation', and 'Surv P'. The table lists various ROIs and VOIs for different scans.

Standard ROI maskieren

Phantom_1 - Apr 12 2016 - Hermes Hybrid Viewer PDR 2.6H

File Tools Help

HERMES

Phantom_1
kkkkkk_1
Bildgebung fuer NUK-Station
Tue Apr 12 2016 15:30:40
WB1
ANT1_EM2

Tue Apr 12 2016 15:30:40
WB1
POST1_EM2

Wed Apr 13 2016 14:53:52
WB2
ANT2_EM2

Wed Apr 13 2016 14:53:52
WB2
POST2_EM2

Thu Apr 14 2016 10:16:53
WB3
ANT3_EM2

Thu Apr 14 2016 10:16:53
WB3
POST3_EM2

Fri Apr 15 2016 08:51:14
WB4
ANT4_EM2

Fri Apr 15 2016 08:51:14
WB4
POST4_EM2

Move Roi
Move All Rois
Increase Roi Size
Decrease Roi Size
Edit Roi
Rotate Roi
Mask Roi
Constraint Roi
Pixel Values Roi
Histogram Roi
Copy Roi
Paste Roi
Paste Roi Mirrored
Paste Roi To Voi
Delete Roi
Move Voi
Increase Voi Size
Decrease Voi Size
Mask Voi
Pixel Values Voi
Histogram Voi
Copy Voi
Paste Voi
Delete Voi
Export
Tools

Apply Roi Mask
Cancel Roi Mask

Roi 1

Roi 2

Roi 3

Roi 7

Roi 8

ROI/VOI Mask

slice 1 to 1

Mask Value: 0,00

☐ Scale to Maximum Value Outside Roi/Voi

☐ Mask Outside

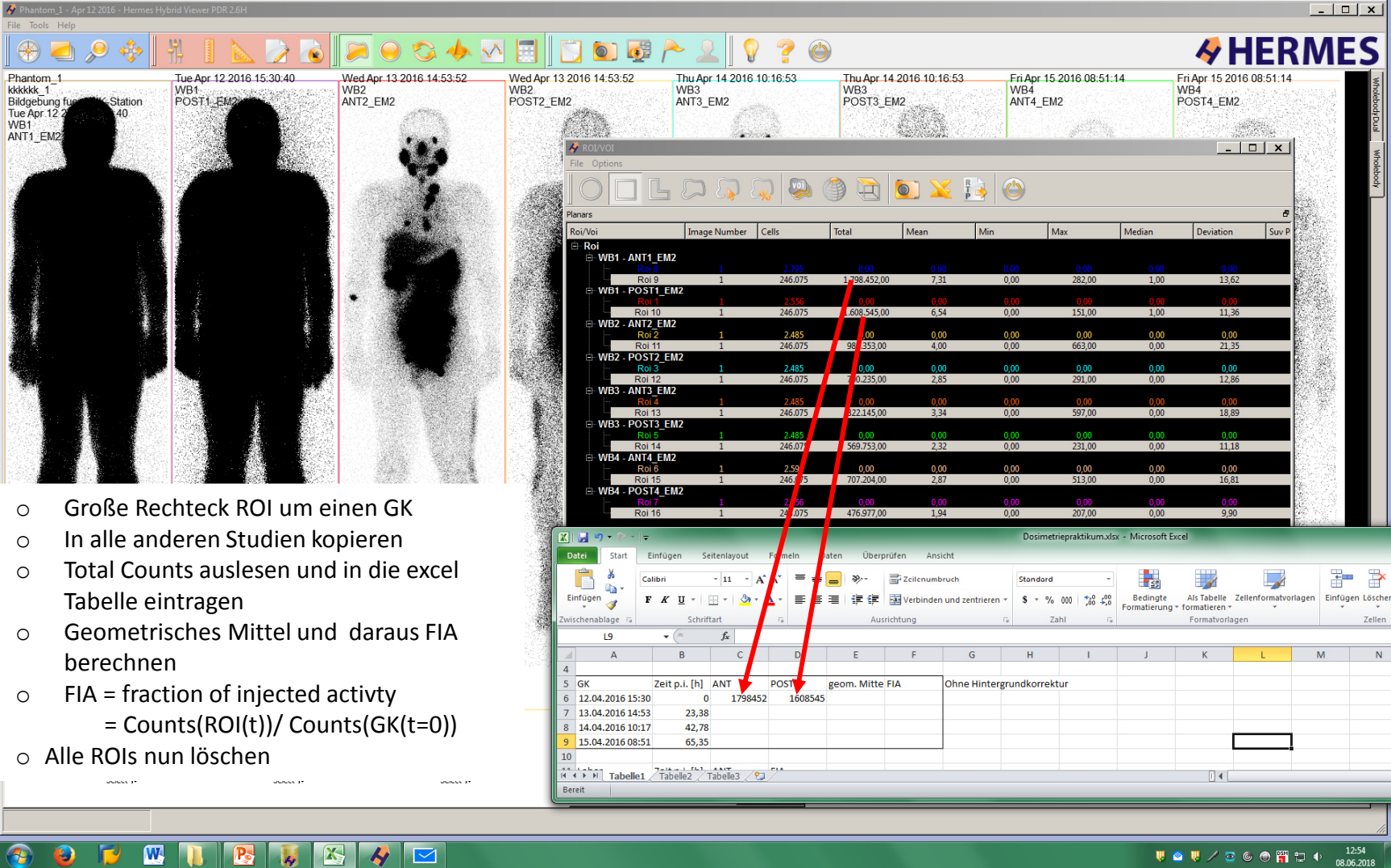
Mask Cancel

Select ☒ Select ☒ Select ☒ Select ☒ Select ☒ Select ☒ Select ☒

Layout: 1 x 8 Change Selection

- Kontraste so einstellen, dass der Standard in jedem Bild zu sehen ist
- Mauszeiger in eine ROI
- Rechte Maus
- Mask ROI → Apply ROI mask
- Mit Mask bestätigen, und schwupps isses weg
- Für alle ROIs wiederholen

Ganzkörper (GK) ROI definieren



The screenshot displays the HERMES software interface. On the left, several patient scans are shown as silhouettes with internal organ outlines. On the right, a 'ROI/VOL' window is open, showing a table of data for various regions of interest (ROIs) across different studies. Below this, a Microsoft Excel spreadsheet titled 'Dosimetriepraktikum.xlsx' is open, showing a table with columns for 'Zeit p.i. [h]', 'ANT', 'POST', and 'geom. Mitte FIA'. Red arrows point from the 'ANT' and 'POST' columns in the Excel table to the corresponding columns in the 'ROI/VOL' window table.

ROI/VOL Table Data:

Planar	Roi/Vol	Image Number	Cells	Total	Mean	Min	Max	Median	Deviation	Suv P
WB1 - ANT1_EM2	Roi 8	1	2,795	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Roi 9	1	246,075	1,798,452,00	7,31	0,00	282,00	1,00	13,62	
WB1 - POST1_EM2	Roi 1	1	2,556	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Roi 10	1	246,075	1,608,545,00	6,54	0,00	151,00	1,00	11,36	
WB2 - ANT2_EM2	Roi 2	1	2,485	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Roi 11	1	246,075	98,353,00	4,00	0,00	663,00	0,00	21,35	
WB2 - POST2_EM2	Roi 3	1	2,485	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Roi 12	1	246,075	0,235,00	2,85	0,00	291,00	0,00	12,86	
WB3 - ANT3_EM2	Roi 4	1	2,485	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Roi 13	1	246,075	322,145,00	3,34	0,00	597,00	0,00	18,89	
WB3 - POST3_EM2	Roi 5	1	2,485	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Roi 14	1	246,075	569,753,00	2,32	0,00	231,00	0,00	11,18	
WB4 - ANT4_EM2	Roi 6	1	2,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Roi 15	1	246,075	707,204,00	2,87	0,00	513,00	0,00	16,81	
WB4 - POST4_EM2	Roi 7	1	2,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Roi 16	1	246,075	476,977,00	1,94	0,00	207,00	0,00	9,90	

Excel Table Data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
5	GK	Zeit p.i. [h]	ANT	POST	geom. Mitte FIA	Ohne Hintergrundkorrektur								
6	12.04.2016 15:30	0	1798452	1608545										
7	13.04.2016 14:53	23,38												
8	14.04.2016 10:17	42,78												
9	15.04.2016 08:51	65,35												

- Große Rechteck ROI um einen GK
- In alle anderen Studien kopieren
- Total Counts auslesen und in die excel Tabelle eintragen
- Geometrisches Mittel und daraus FIA berechnen
- $FIA = \text{fraction of injected activity} = \frac{\text{Counts}(ROI(t))}{\text{Counts}(GK(t=0))}$
- Alle ROIs nun löschen

Zur Erinnerung: Dosis = absorbierte Energie/Masse

$$D_{Ziel} = \frac{E_{abs}}{m_{Ziel}} = \frac{\sum_{Quellen} E_{emittiert} \cdot \varphi(Ziel \leftarrow Quelle) \int_0^{\infty} A_{Quelle}(t) dt}{m_{Ziel}}$$

wobei

$\varphi(Ziel \leftarrow Quelle)$: absorbiertes Bruchteil der Emissionsenergie emittiert im Quellorgan und absorbiert im Zielorgan

$A_{Quelle}(t)$: Aktivität im Quellorgan zu Zeit t

$E_{emittiert}$: emittierte Energie pro Kernzerfall

Mit der Einführung des S-Werts (tabelliert für verschiedene Geometrien und Radionuklide)

$$S(Ziel \leftarrow Quelle) = \frac{E_{emittiert} \cdot \varphi(Ziel \leftarrow Quelle)}{m_{Ziel}}$$

vereinfacht sich die Dosisberechnung

$$D_{Ziel} = \sum_{Quellen} S(Ziel \leftarrow Quelle) \int_0^{\infty} A_{Quelle}(t) dt$$

Für reine Beta-Zerfälle gilt: Quellorgan = Zielorgan und $\varphi = 1$ so dass $D_{Quelle} = S(Quelle \leftarrow Quelle) \int_0^{\infty} A_{Quelle}(t) dt$

Mit der Normierung auf die injizierte Aktivität A_{inj} gilt weiter:

$$\frac{D_{Quelle}}{A_{inj}} = S(Quelle \leftarrow Quelle) \int_0^{\infty} \frac{A_{Quelle}(t)}{A_{inj}} dt = S(Quelle \leftarrow Quelle) \int_0^{\infty} FIA(t) dt$$

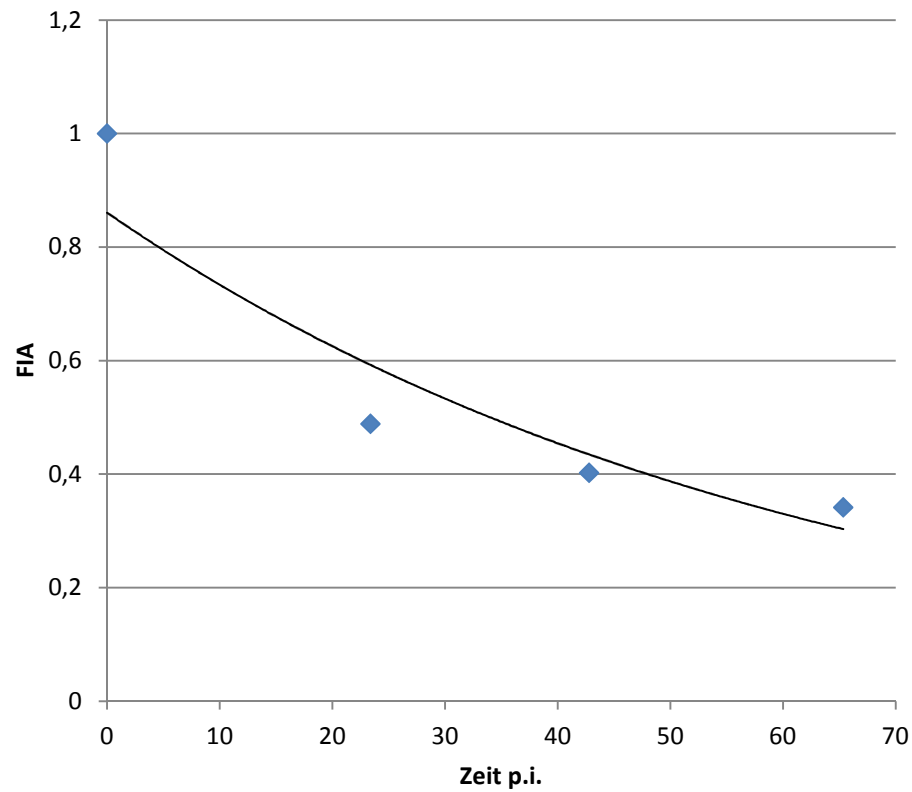
Da uns nur 4 Messpunkte vorliegen, ist es vernünftig, den zeitlichen Verlauf der FIA monoexponentiell anzusetzen

$FIA(t) = a \cdot \exp(-b \cdot t) \Rightarrow \int_0^{\infty} FIA(t) dt = \frac{a}{b}$. Die Parameter a und b sind durch einen Kurvenfit (excel: Trendlinie) zu ermitteln.

$$\frac{D_{Quelle}}{A_{inj}} = S(Quelle \leftarrow Quelle) \cdot \frac{a}{b} \quad (\text{Vorsicht: Auf die Einheiten aufpassen!})$$

Bem.: $\int_0^{\infty} FIA(t) dt$ wird auch Verweilzeit τ genannt.

Ein Beispiel



$$y = \overset{a}{0,8604} e^{-\overset{b}{0,016}x}$$

$R^2 = 0,881$

Einheiten von a und b?

◆ Datenreihen1
— Expon. (Datenreihen1)

$$\tau = \frac{a}{b} = \frac{0,860}{0,016} = 53,8 \text{ Einheit?}$$

S-Werte berechnen

Für reine β -Strahler gilt :

$$S(Quelle \leftarrow Quelle) = \frac{E_{\beta} [J]}{m_{Quelle} [kg]}$$

$$E_{\beta} [J] = E_{\beta} [MeV] \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \frac{J}{MeV}$$

$$\text{und } m_{Quelle} [kg] = m_{Quelle} [g] \cdot \frac{10^{-3} kg}{g}$$

$$\Rightarrow S(Quelle \leftarrow Quelle) = \frac{E_{\beta} [MeV]}{m_{Quelle} [g]} \cdot 1,6 \cdot 10^{-10} Gy \frac{g}{MeV} \cdot \frac{10^6 Bq}{MBq}$$

$$S(Quelle \leftarrow Quelle) = \frac{E_{\beta} [MeV]}{m_{Quelle} [g]} \cdot 1,6 \cdot 10^{-1} \frac{g}{MeV} \cdot \frac{mGy}{MBq \cdot s}$$

für die β -Energie von 0,147 MeV für ^{177}Lu ergibt sich abschließend

$$S(Quelle \leftarrow Quelle) = \frac{0,0235 g}{m_{Quelle} [g]} \cdot \frac{mGy}{MBq \cdot s}$$

Referenz S-Werte individualisieren

Die S-Werte sind nur für Referenzgeometrien und Referenzmassen (Erwachsene m/w, Kinder, Schwangere) definiert und müssen in Abhängigkeit der wahren Organmassen angepasst werden.

Wegen $S = \frac{E}{m}$ gilt auch (E=constans für dasselbe Nuklid)

$$S_{Referenz} \cdot m_{Referenz} = S_{wahr} \cdot m_{wahr}$$

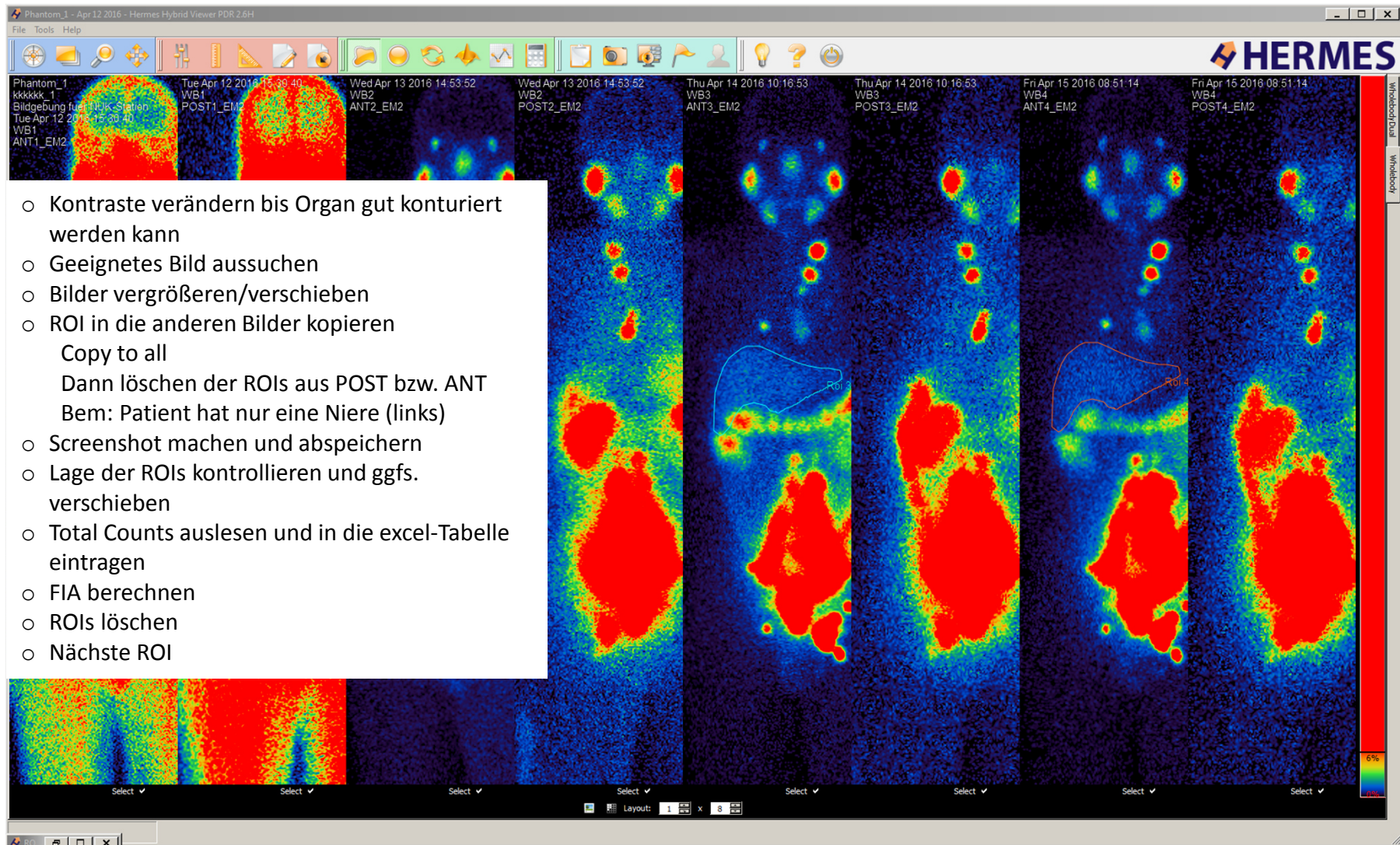
oder

$$S_{wahr} = S_{Referenz} \cdot \frac{m_{Referenz}}{m_{wahr}}$$

Mit dieser Formel können dann auch die S-Werte für Tumor oder nicht definierte Organe (Speicheldrüsen) berechnet werden.

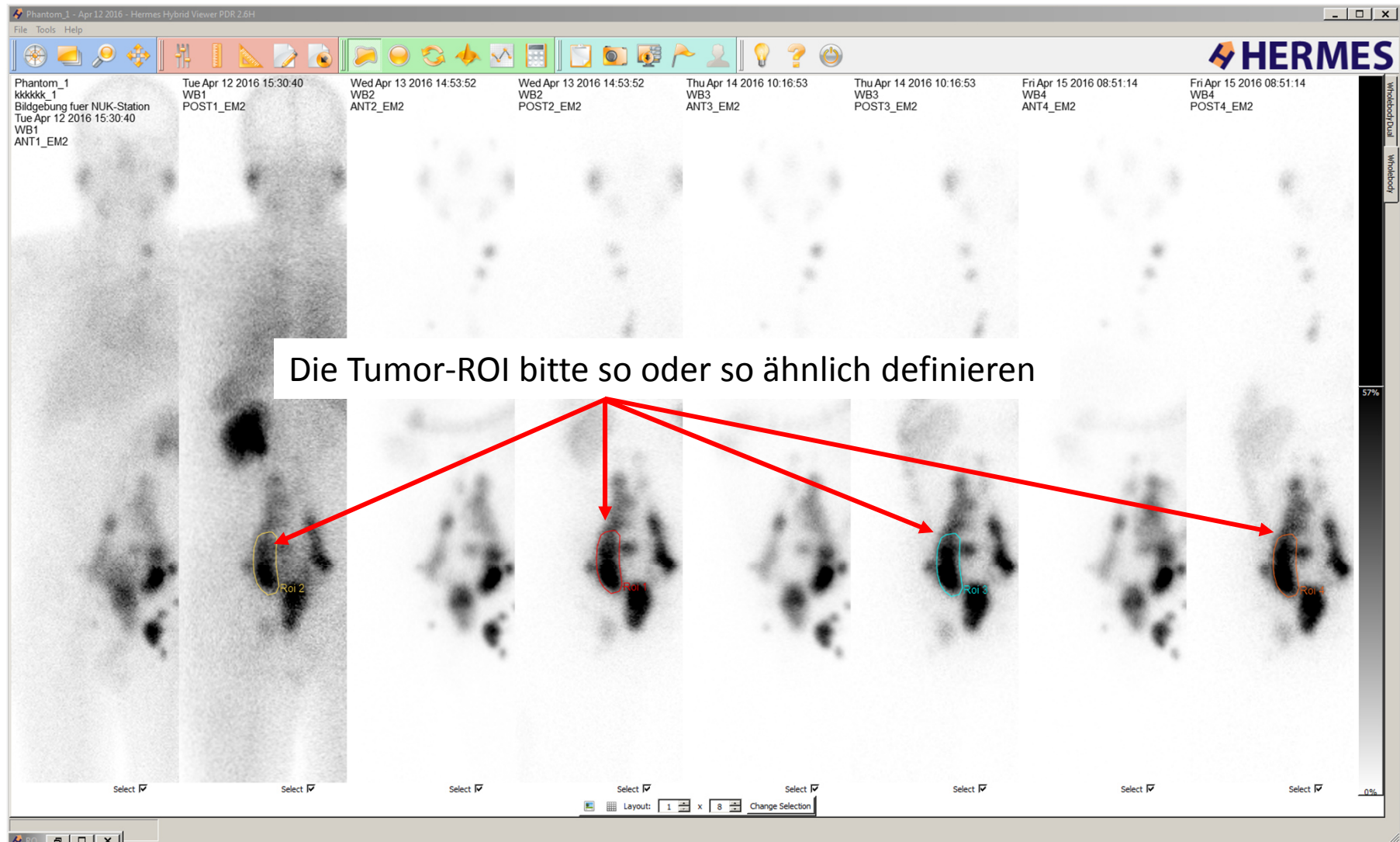
Organ ROIs definieren

Leber nur von ANT, Tumor&Niere nur von POST



- Kontraste verändern bis Organ gut konturiert werden kann
- Geeignetes Bild aussuchen
- Bilder vergrößern/verschieben
- ROI in die anderen Bilder kopieren
 - Copy to all
 - Dann löschen der ROIs aus POST bzw. ANT
 - Bem: Patient hat nur eine Niere (links)
- Screenshot machen und abspeichern
- Lage der ROIs kontrollieren und ggfs. verschieben
- Total Counts auslesen und in die excel-Tabelle eintragen
- FIA berechnen
- ROIs löschen
- Nächste ROI

Tumor-ROI



Aufgaben

ROIs zeichnen und in die entsprechenden Bilder kopieren

GK ant+post, Leber ant, Niere post, Tumor post

Total Counts in das excel sheet eintragen und FIA berechnen

FIA-Kurve (4 Punkte für GK, Niere und Leber, nur 3 Punkte für Tumor)

exponentiell anpassen und Parameter a und b bestimmen

Verweilzeit $\tau = \frac{a}{b}$ berechnen . Einheit?

S-Werte aus Tabelle übernehmen und individuell anpassen

S-Werte manuell berechnen

S-Werte vergleichen (Referenz, angepasst, manuell).

Spezifische Dosis berechnen mit angepassten S-Werten.

Totale Dosis berechnen (verabreichte Aktivität 5850 MBq)

Fragen:

Sind die Unterschiede in den S-Werten signifikant?

Warum sind die manuellen S-Werte kleiner als die angepassten S-Werte?

Beurteilung des Risikoorgans Niere ? (Hier gilt eine Obergrenze von 7 Gy)

Beurteilung Tumordosis vs. Organdosen ?