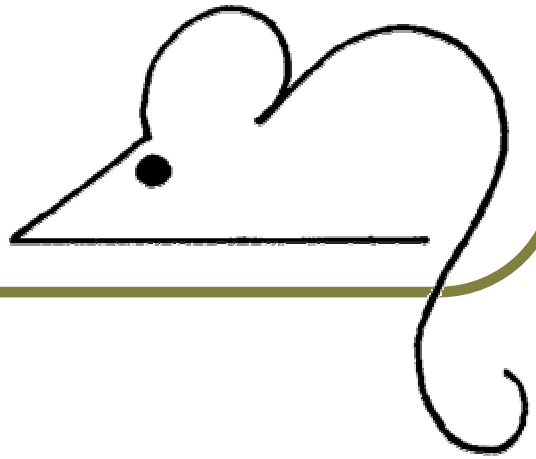
Das eXplore Optix-Projekt am UKG

C. Dullin, Göttingen

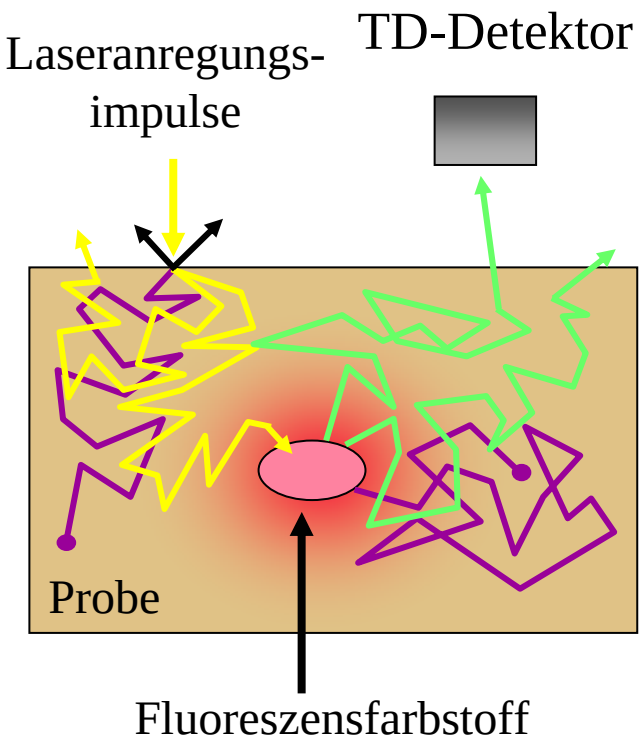


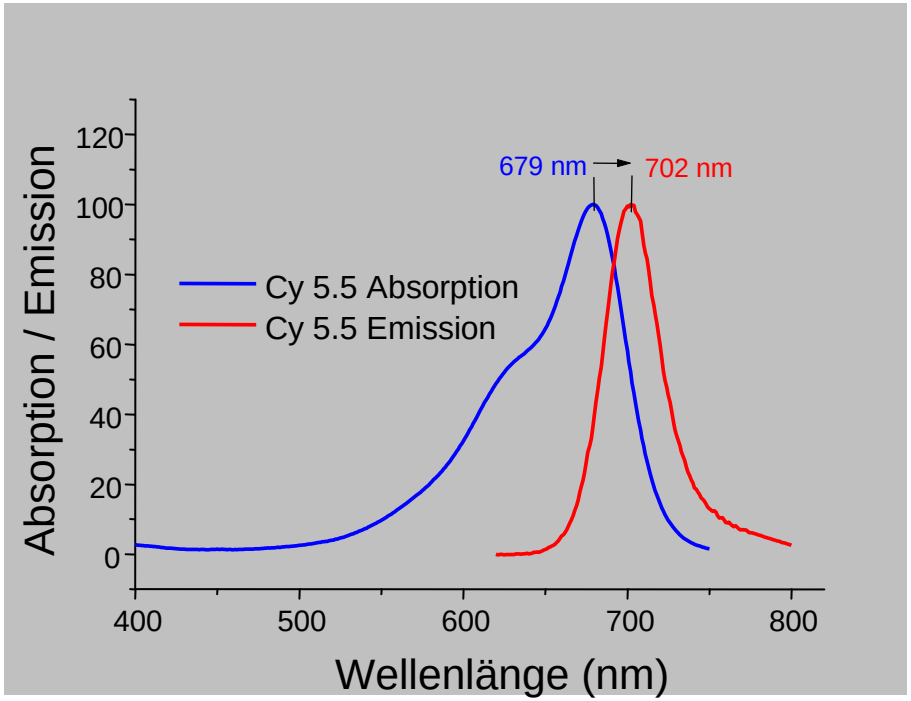
Gliederung

- Grundlagen
  - Wirkungsweise
  - Aufbau
  - Messprinzip
- Projekte
  - Phantommessungen
  - In vivo Messungen
- Ausblick

Das eXplore Optix System
Quelle: http://www.art.ca/en/products/eXploreOptixPaper040130.pdf

Grundlagen - Wirkungsweise





Laserwellenlänge : 670nm

Detektionswellenlänge : 700nm

Grundlagen - Mathematik

Relative Fluoreszenzintensität im CW Betrieb

$$-\log(I_F / I_x) = k(\mu_{a,F} / \ln 10) k_F \int_0^\infty \exp(-t/\tau) dt$$

$$-\log(I_F / I_x) = k\varepsilon[F]\phi_F$$

Relative Fluoreszenzintensität im Pulse - Betrieb

$$-\log\{I_F(t) / I_x(t=0)\} = k\varepsilon[F] k_F \int_0^t \exp(-t'/\tau) dt'$$

$[F]$ = Konzentration des Farbstoffes

$\mu_{a,F}$ = Absorptionsquerschnitt des Farbstoffes

k_F = Abklingkonstante durch Fluoreszenz

τ = Fluoreszenslebensdauer

ϕ_F = Quantenausbeute der Fluoreszenz

I_F = gemessene Fluoreszenzintensität

I_x = Anregungsintensität

ε = molarer Extinktionskoeffizent

k = Konstante für die optische Interaktionslänge

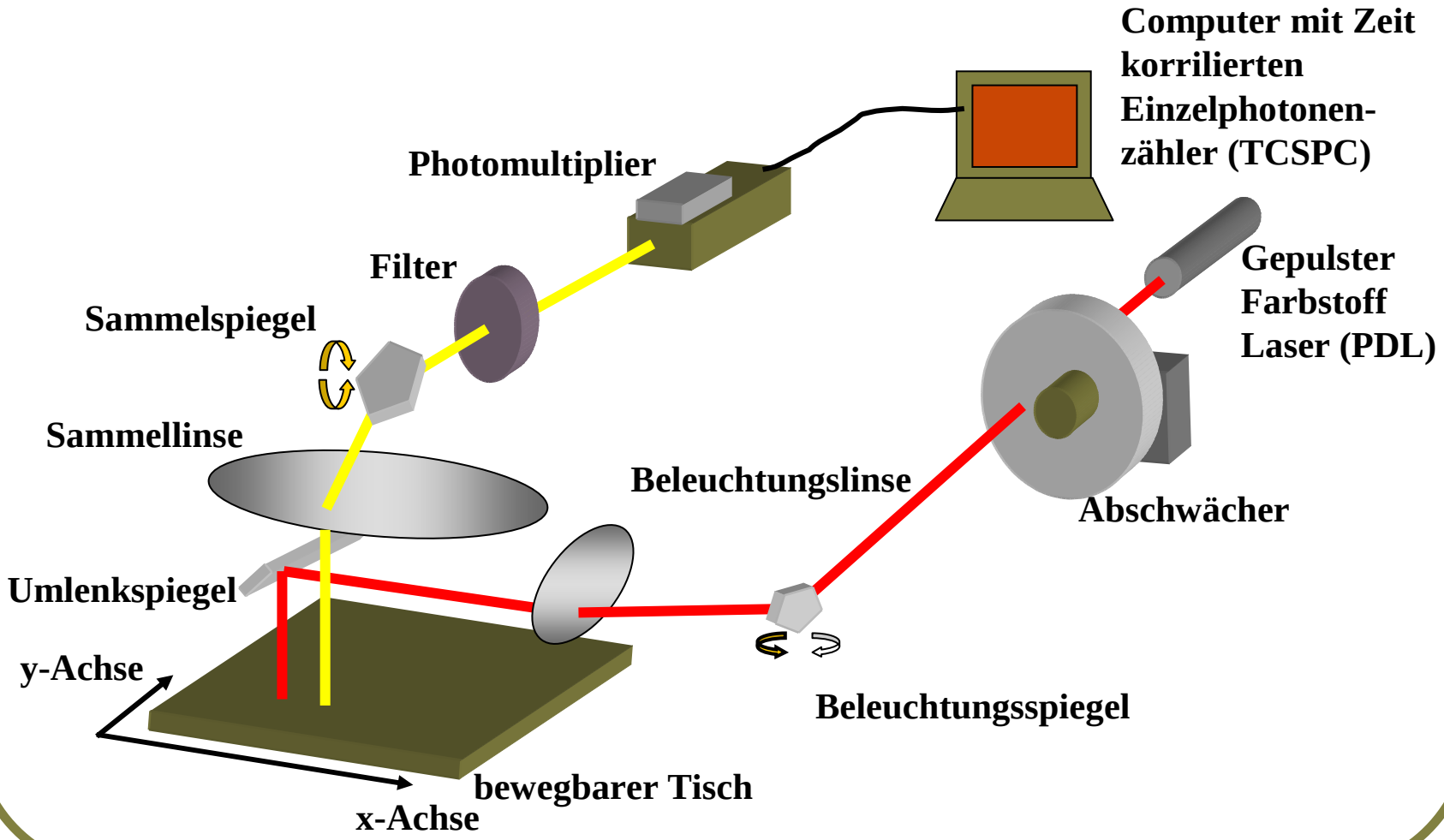
Quelle: Optical Molecular Imaging: Time Domain advantages with eXplore Optix, www.art.ca

Vergleich cw und pulse Betrieb

Messbare Größen:

	Cw	Pulse
Fluoreszenzintensität	✓	✓
Biolumineszenzintensität	✓	✓
Tomographische Bildgebung	✓	✓
Tiefenmessung	x	✓
Konzentrationsmessung	x	✓
Fluoreszenzlebensdauer	x	✓
Absorptionsmessung	x	✓
Streuungsmessung	x	✓

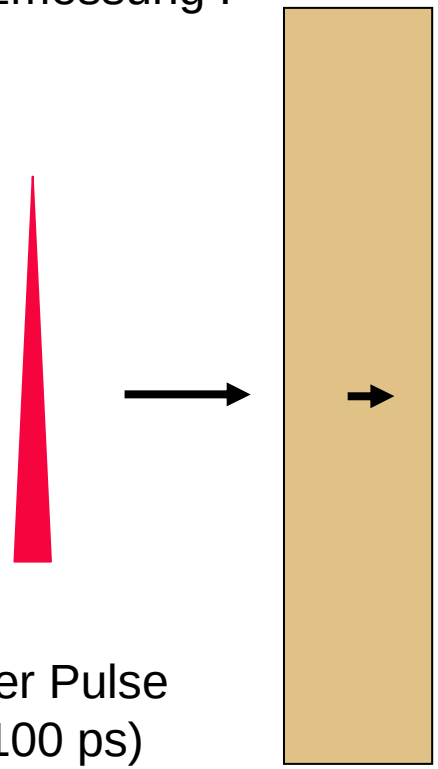
Grundlagen - Aufbau



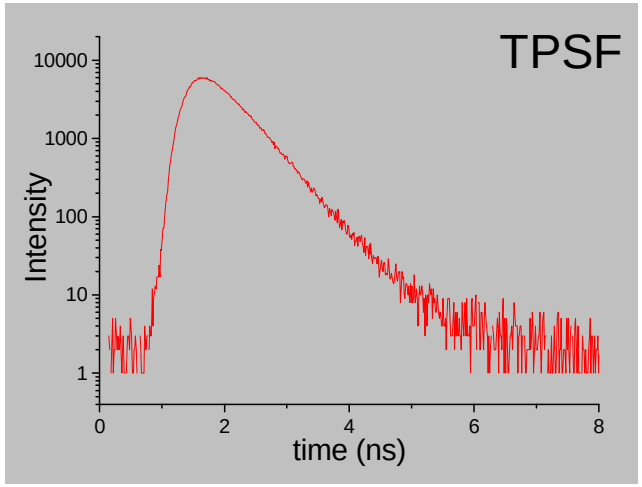
Grundlagen - Messprinzip

Anregungswellenlänge 670nm
Zwei Betriebsarten (Absorptions – und Fluoreszenzmessung)

Fluoreszenzmessung :

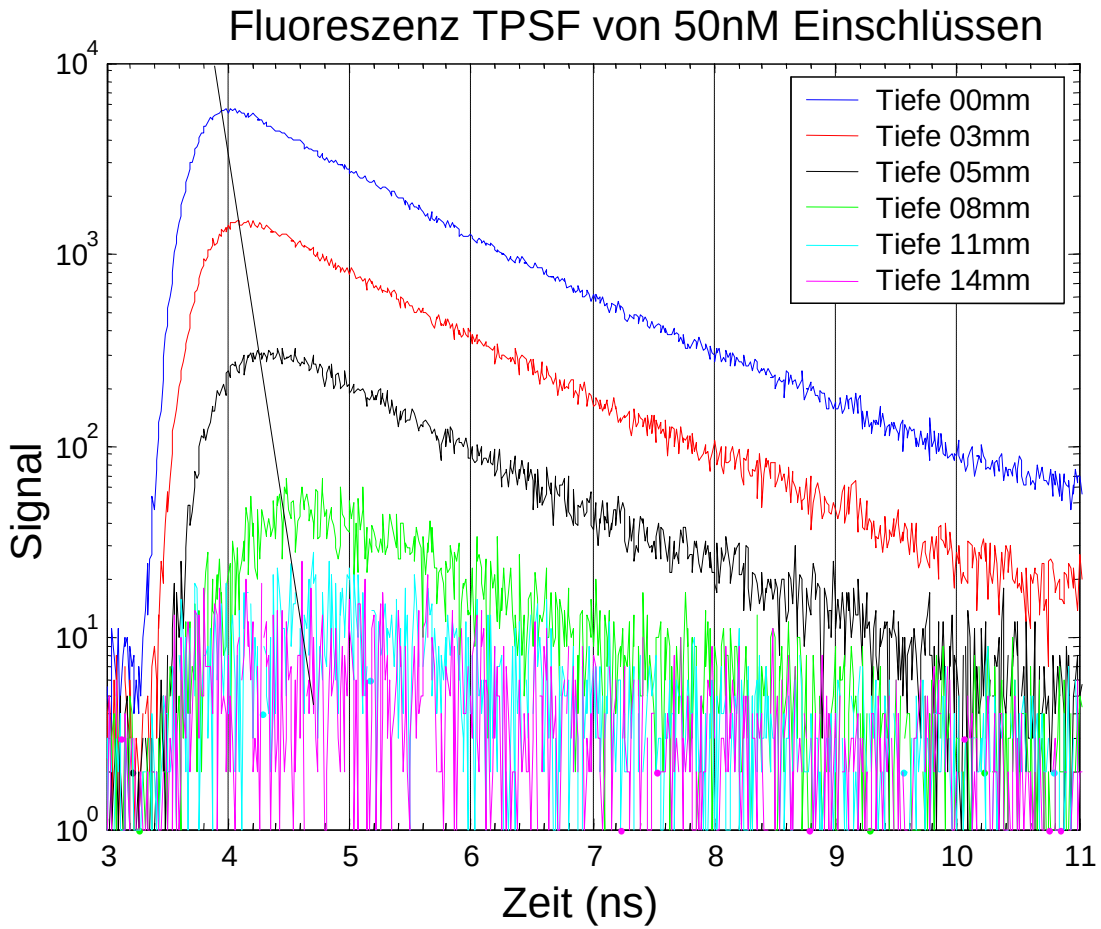


Laser Pulse
(<100 ps)



TPSF (temporal time spread function)
Histogramm der Photonenlaufzeiten

Tiefenabhängigkeit

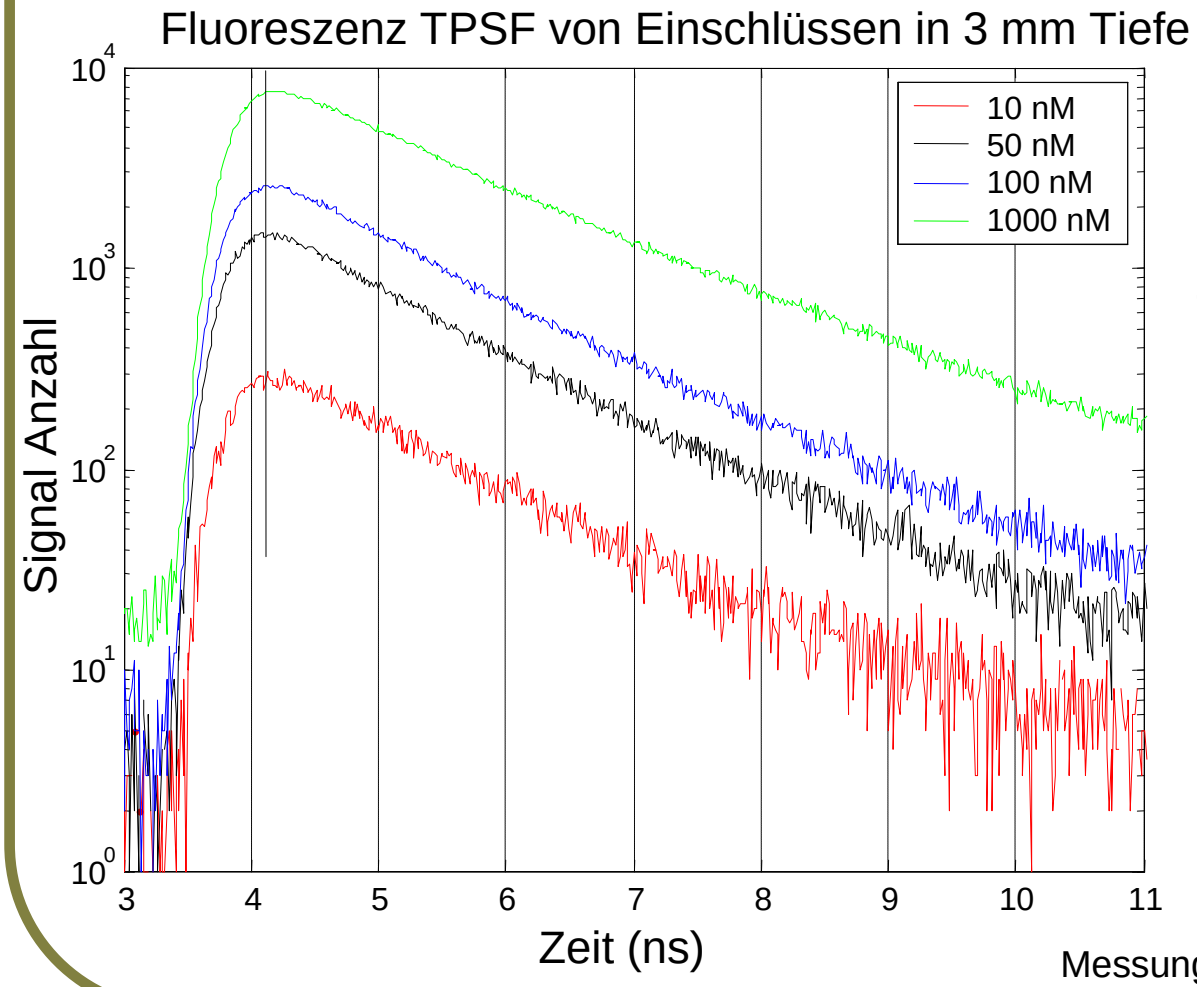


Tiefe beeinflusst mittlere Photonenlaufzeit und Intensität

=>Lage des Maximums und Flächeninhalt der TPSF ändern sich

Messungen: ART, GE Healthcare

Konzentrationsabhängigkeit

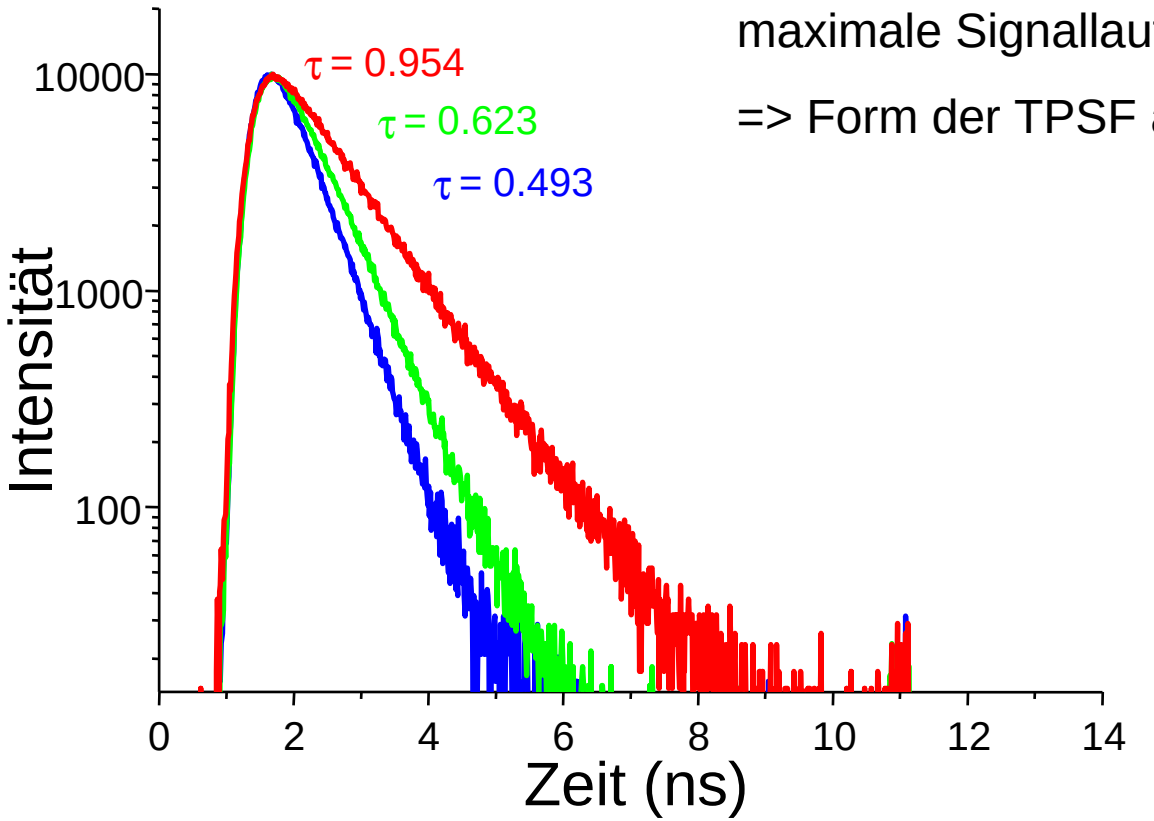


Konzentration beeinflusst die Intensität

=>Flächeninhalt der TPSF ändert sich

Messungen: ART, GE Healthcare

Fluoreszenz-Lebensdauer



Fluoreszenz-Lebensdauer beeinflusst maximale Signallaufzeiten

=> Form der TPSF ändert sich

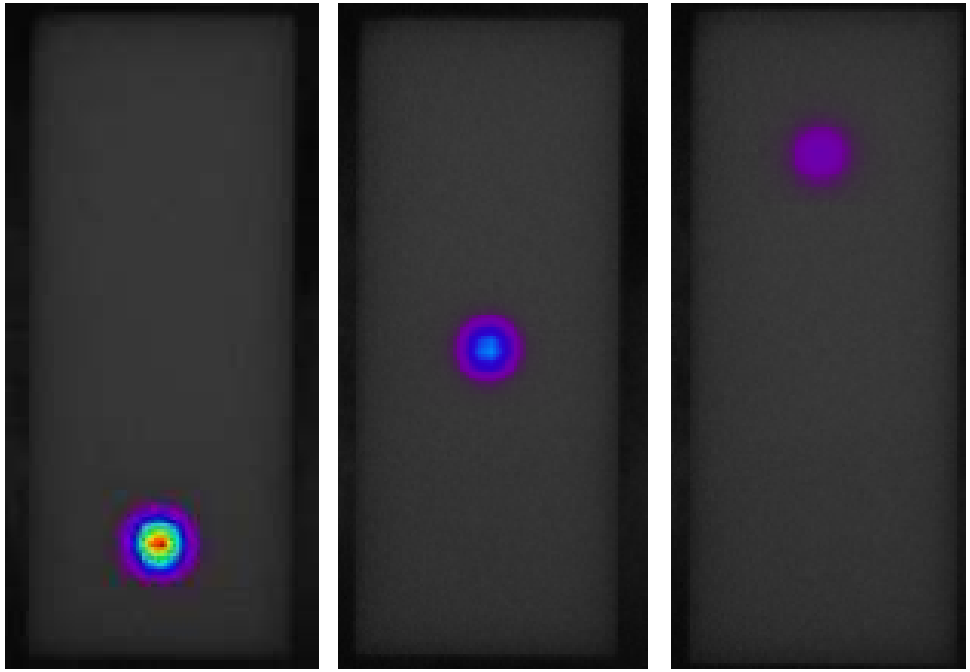
Messungen: ART, GE Healthcare

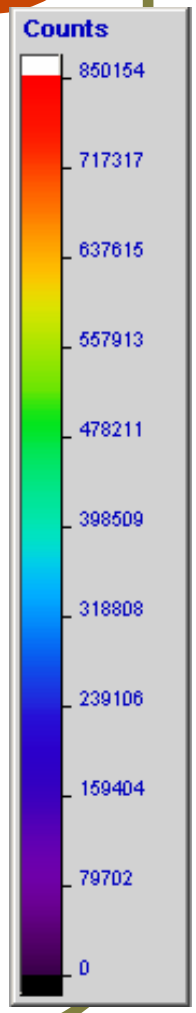
Einschränkungen des aktuellen Systems

- 2D Topographischer Scan: Signale können durch unspez.Signale überdeckt sein
- Maximale Eindringtiefe ca. 20mm
- Tiefen- und Konzentrationsmessung nicht vollständig unabhängig
- Es treten teilweise Absorptionen in “dunklen“ Strukturen auf (z.B. Melanome sind schwer messbar)
- Tiefe kann nur relativ zu einer Ebene gemessen werden

Projekte – Phantommessungen

Kunststoffblock, drei eingebrachte kugelförmige Regionen in unterschiedlichen Tiefen

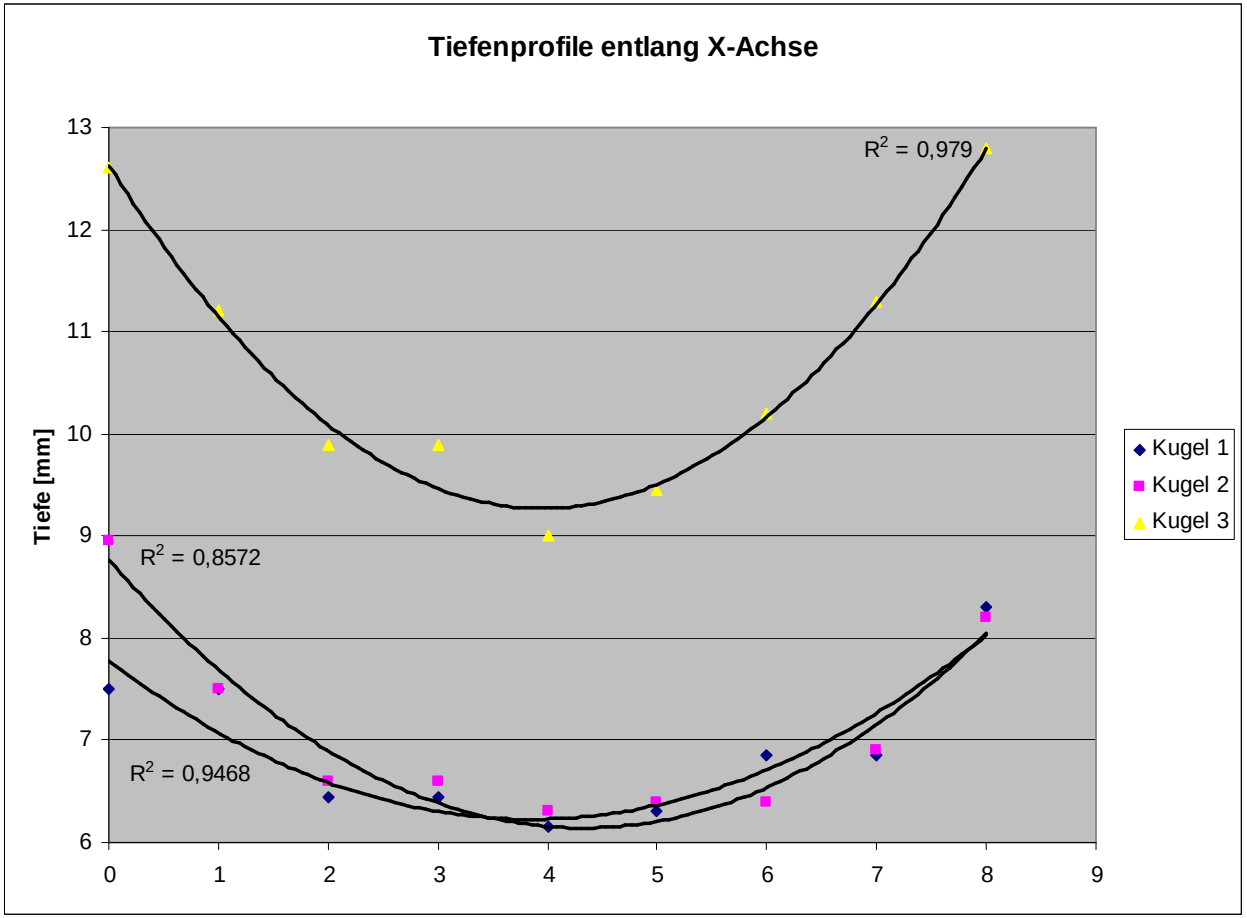


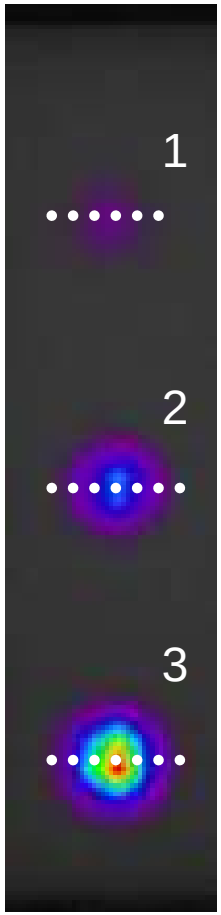


Mittlere Tiefe :	6mm	6.75mm	9.15mm
Totale Konzentration :	9080	4710	1770

Messung mit 31.2µW, Bilder eXplore Optix Software

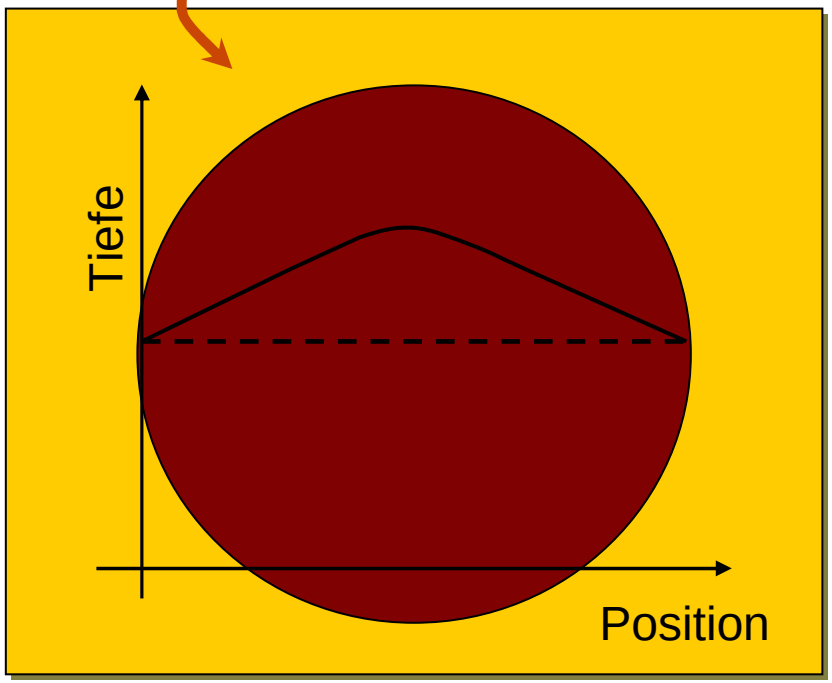
Ergebnis der Phantommessung





Probleme bei der Tiefenmessung

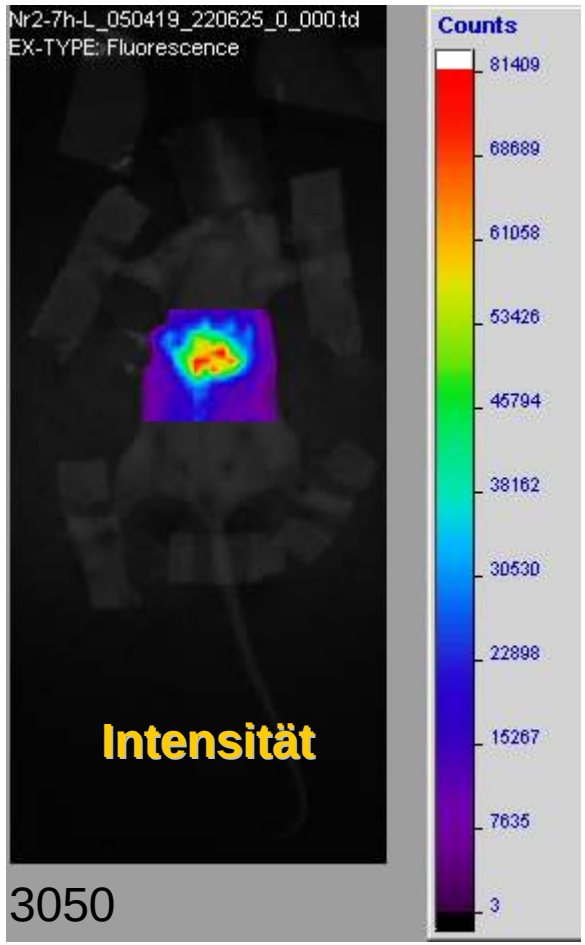
- Obere Anteile der Farbstoffver-teilung erzeugen mehr Signalintensität, da geringere Verluste
- Mittlere Tiefe ist zu Gunsten der oberen Anteile verschoben

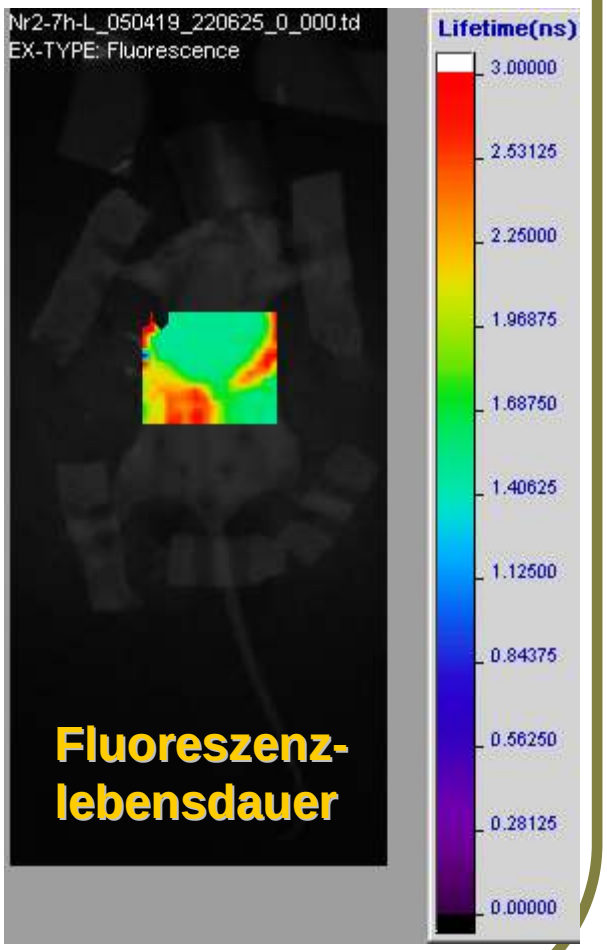


Schematische Darstellung eines gemessenen Tiefenprofiles einer homogenen Farbstoffkugel

In vivo Messung

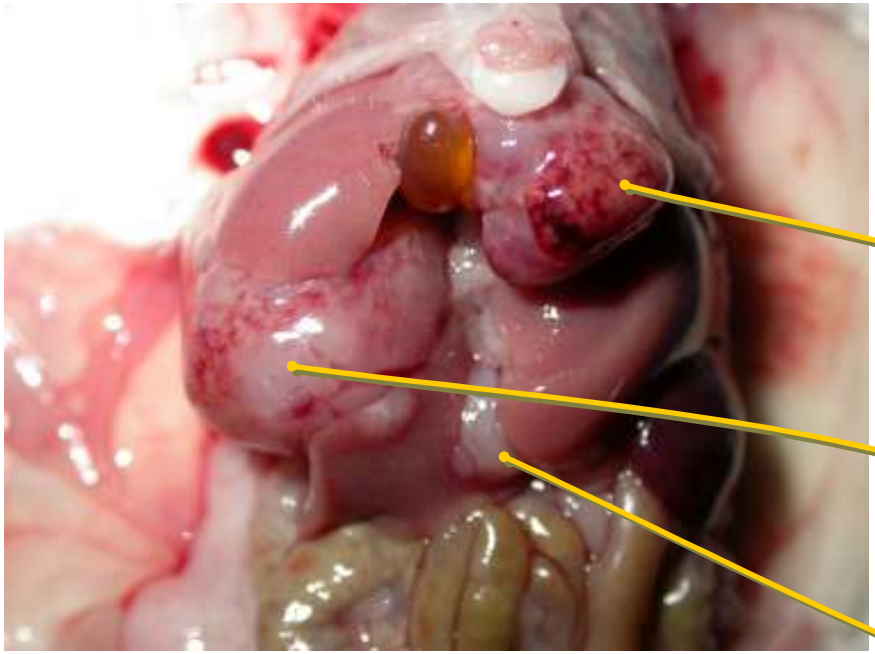
- Mausmodell, Lebertumor, Antikörper mit Cy5.5 markiert
- Isofluran Narkose



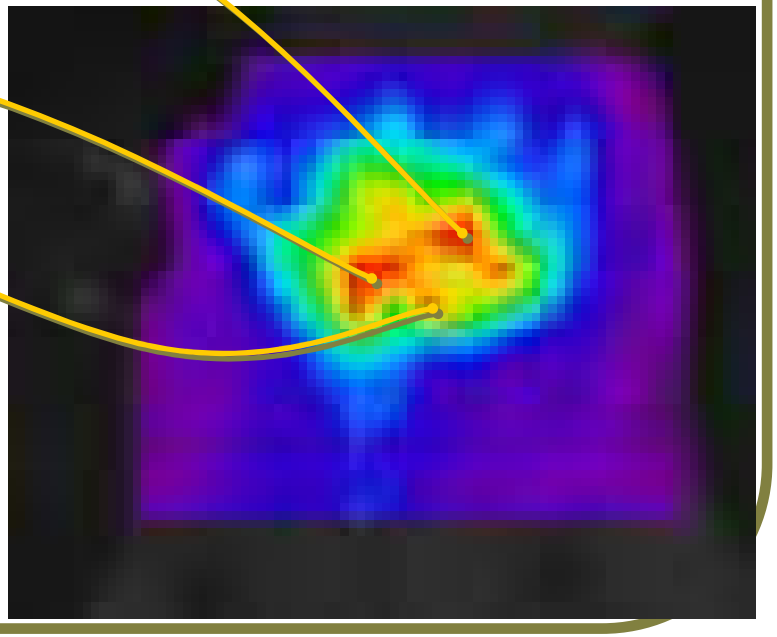


Mittlere Tiefe : 5mm
Totale Konzentration : 3050

Vergleich mit Sektion

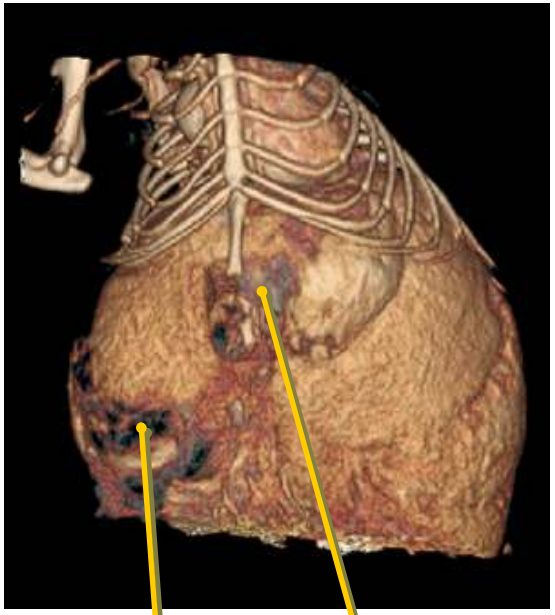


Sektionsfoto



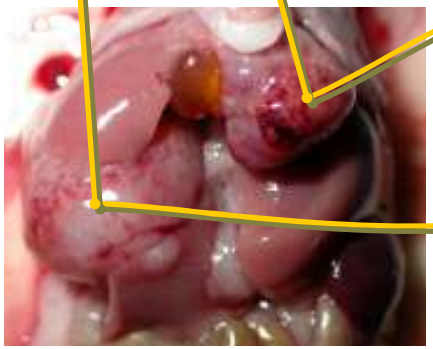
Intensitätsverteilung

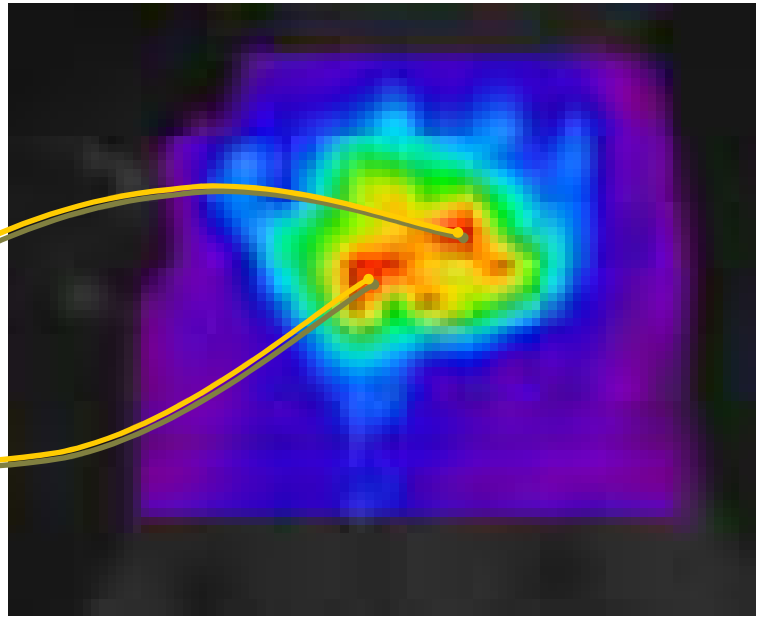
Vergleich mit FD-VCT



FD-VCT = Flächendetektor – Volumen CT
Detailerkennbarkeit (Hochkontrast ca 150µm)

VR Darstellung
Aufnahme Parameter: 80kV, 100mA, 1000Bilder pro Rotation
KM-Gabe: 200µl Isovist 300 i.v. in Schwanzvene, 28“ vor Aufnahme





Ausblick

- Installation eins eXplore Optix - Systems mit 3 Laserwellenlängen
- Generierung von 3D-Fluoreszensdarstellungen
- Fusionierung mit FD-VCT Daten