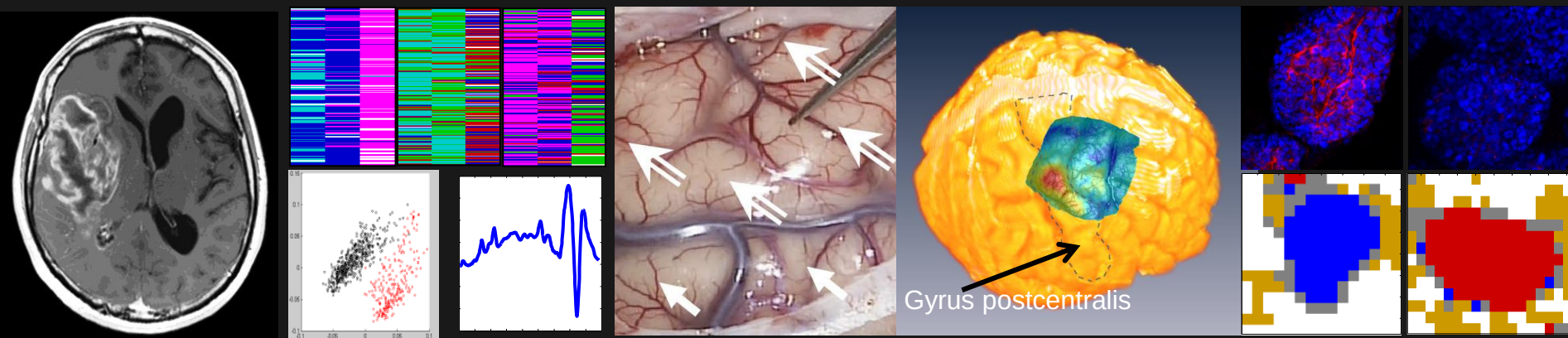




Konstruktive Herausforderungen bei der Translation optischer Bildgebungsverfahren in die klinische Anwendung

Gerald Steiner

Klinik und Poliklinik für Anästhesie und Intensivmedizin

Klinisches Sensoring und Monitoring

Medizinische Fakultät und Universitätsklinikum Carl Gustav Carus

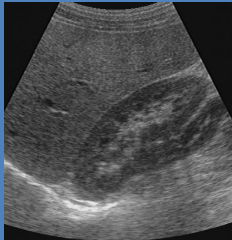
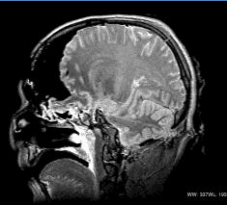
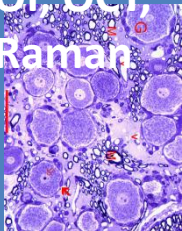
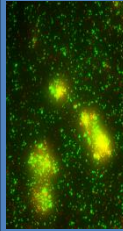
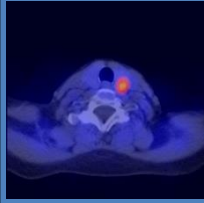
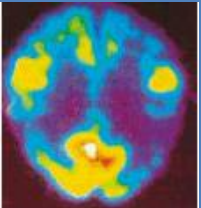
an der Technischen Universität Dresden



Das Spektrum der Bildgebung

high-frequency sound	radio waves	infrared	visible light	uv	x-rays	low-energy γ -rays	high-energy γ -rays
-------------------------	----------------	----------	------------------	----	--------	------------------------------	-------------------------------



Ultrasound 	MRI 	Infrared imaging Thermogr.	Microscopy Endoscopy OI, OCT, Raman 	Fluo resc. 	X-Ray, CT 	SPECT 	PET 
--	--	---	--	---	--	--	--

Jede Krankheit beginnt mit molekularen Änderungen

mit optischen Methoden lassen sich
molekulare Prozesse besonders gut
untersuchen



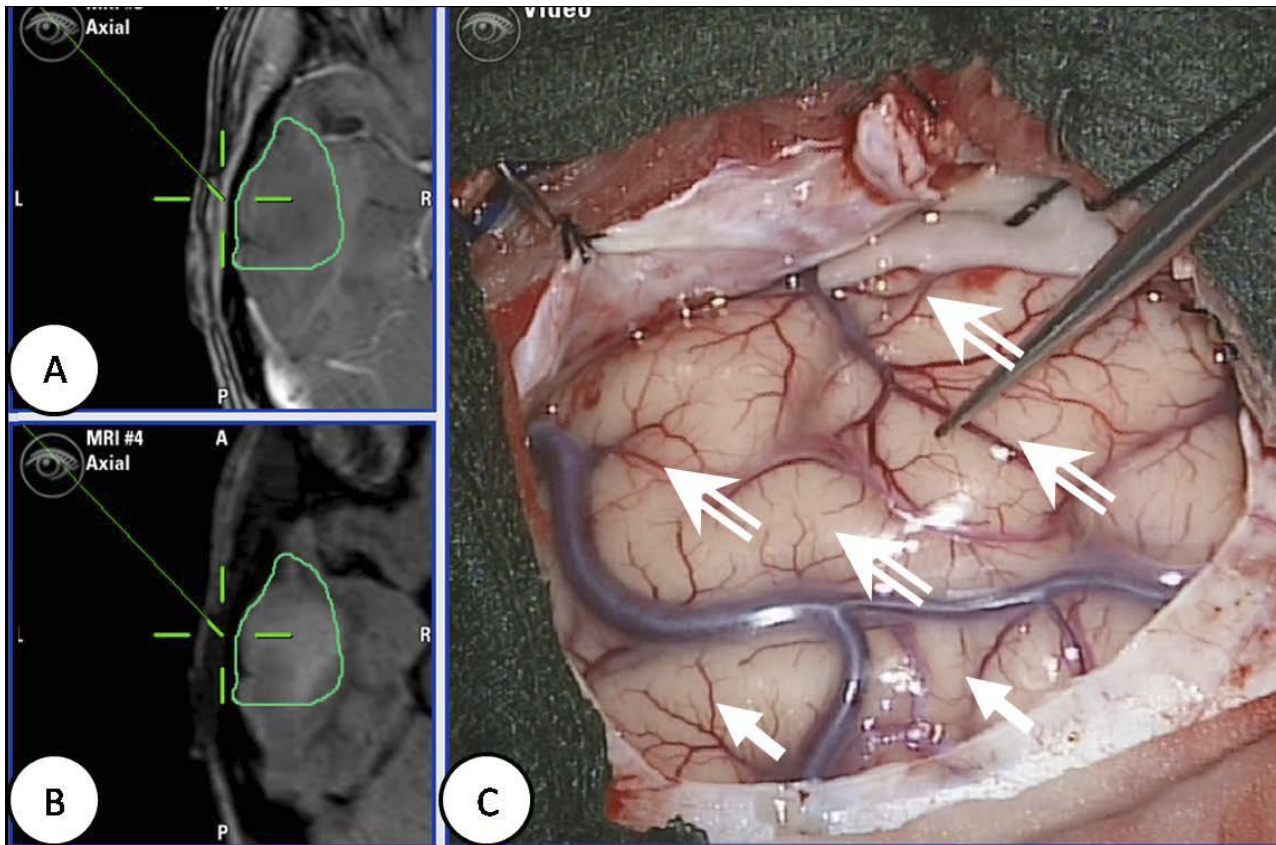
molekulare Prozesse verstehen

Molekulare Mechanismen als
Grundlage einer optimierten,
patientenspezifischen Therapie.

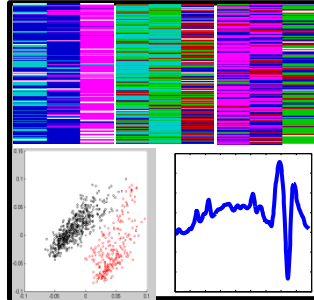
Tumorthherapie,
neurodegenerative Erkrankungen

Das Dilemma in den klinischen Neurowissenschaften

- Gewebediagnostik - Zelluläre Klassifizierung
 - Morphologische Differenzierung
 - Funktionelle Kartierung

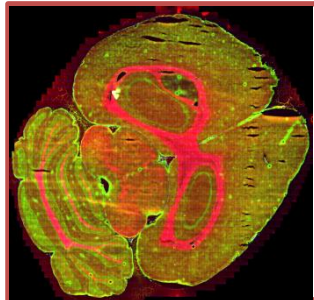


Moderne optische Bildgebung in der Neurochirurgie



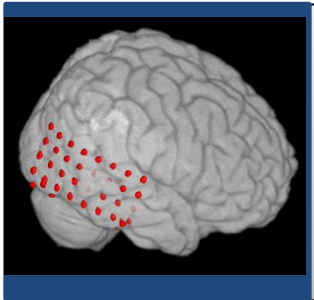
Zell- und Gewebeklassifizierung

Histologie und funktionelle Subtypen



Morphologie des ZNS – labelfrei und online:

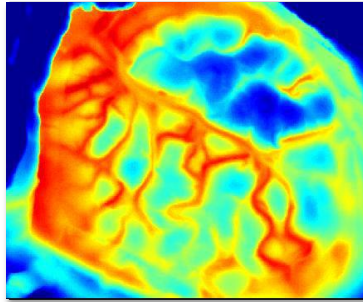
Tumore und SCI Regeneration



Funktionelles optische Imaging des Kortex

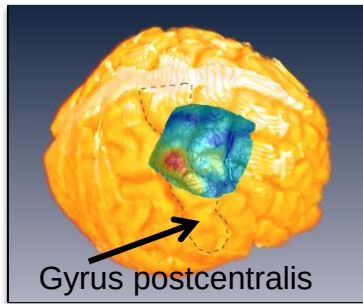
zeitaufgelöst intrinsische Signale

Moderne optische Bildgebung in der Neurochirurgie



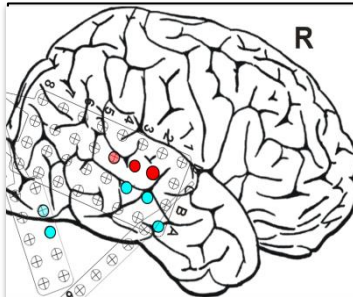
Thermografie

Stroke - perfusion



Optical imaging + Thermografie

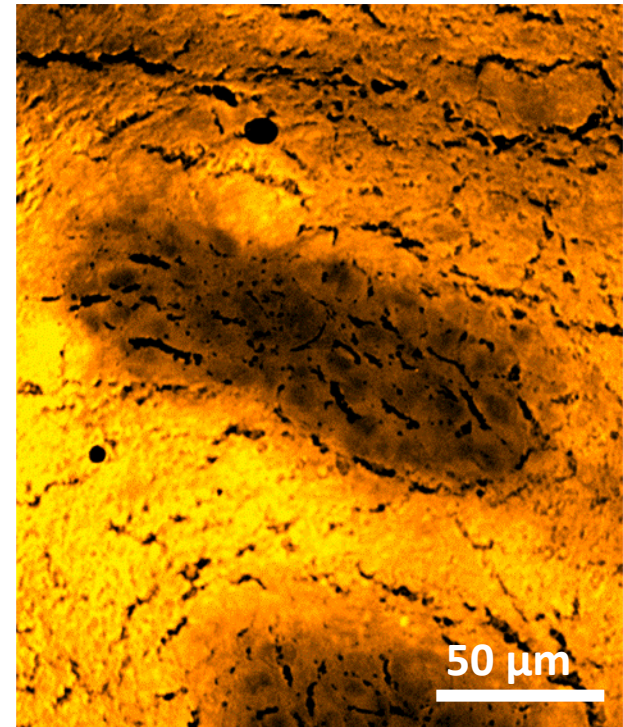
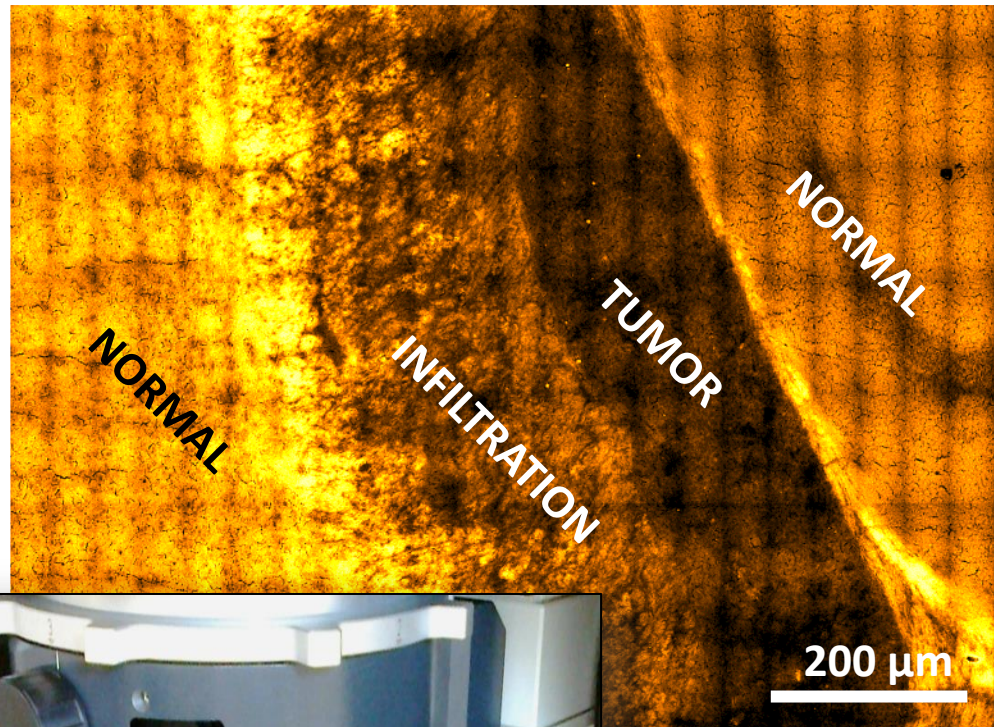
functional imaging – evoked potentials



Funktionelle Areale- Epilepsie

OI + Thermographie

Optische Molekülspektroskopie zur Abgrenzung von Tumoren



Nichtlineare Mikroskopie ermöglicht die färbefreie Abbildung von nativem Gewebe auch *in vivo*.

Kohärenter anti-Stokes Raman Streuung (CARS) ist eine neue endoskopische Methode zur intraoperativen Gewebebeurteilung.

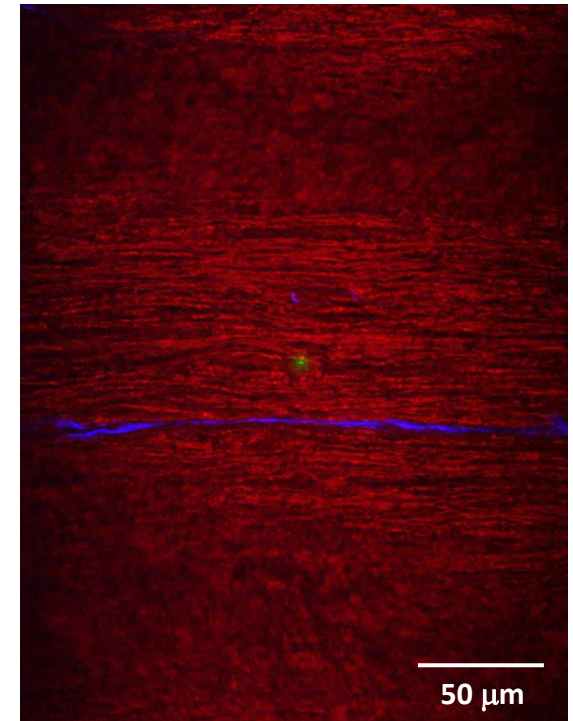
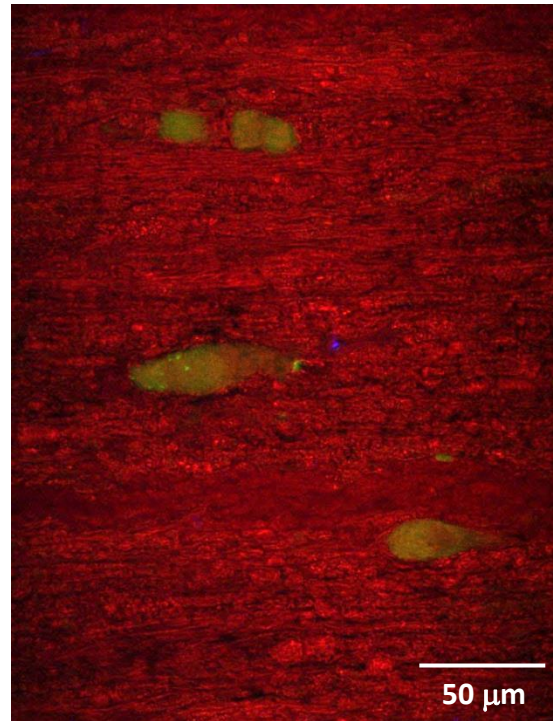
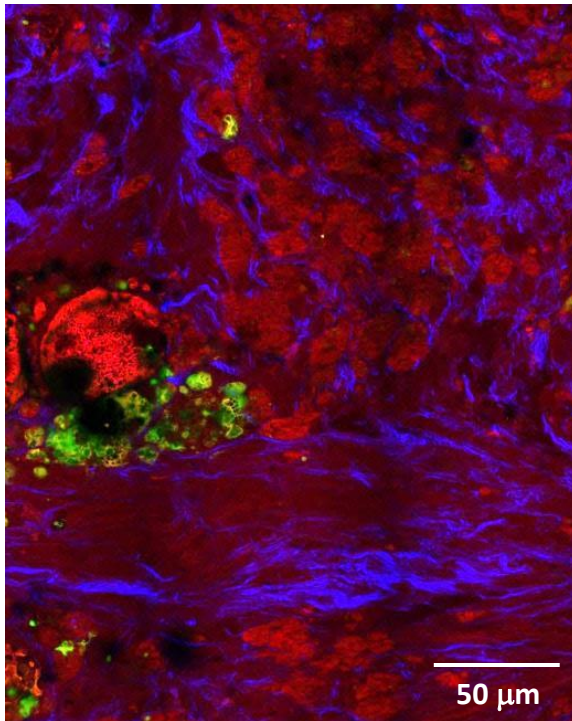
Multimodale CARS Mikroskopie

Multimodale CARS Mikroskopie zeigt Regeneration von Nervengewebe

Lesion

~ 1,5mm away from the lesion

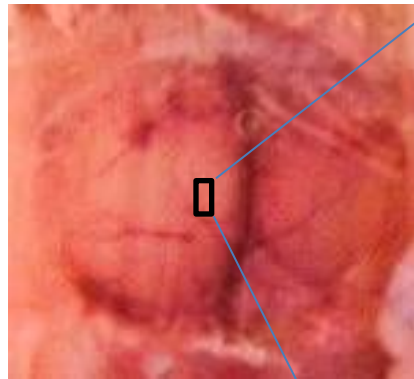
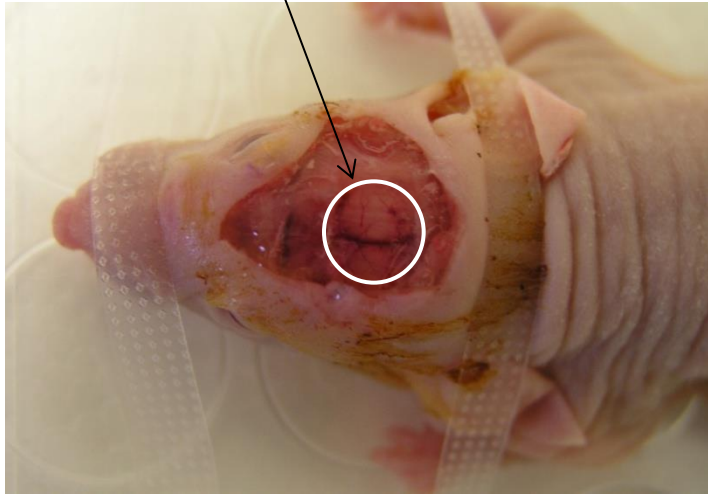
~ 5mm away from the lesion



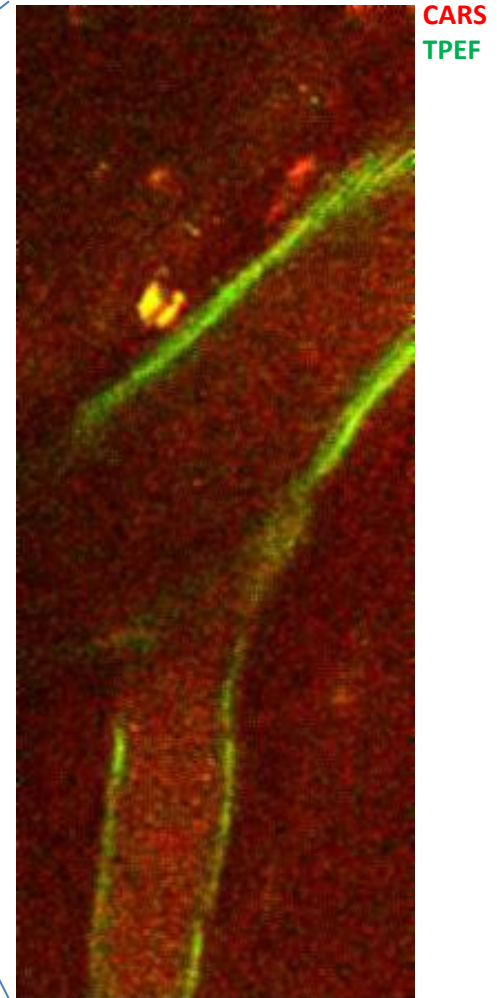
ZEISS microscope 32x/0,85NA W

In situ multimodale CARS Mikroskopie

Cranial window with glass coverslip



80 x 200 μm
Scan time: 850 ms
1000 scans

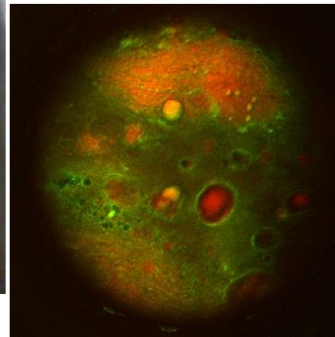


Translation in endoskopische Anwendungen

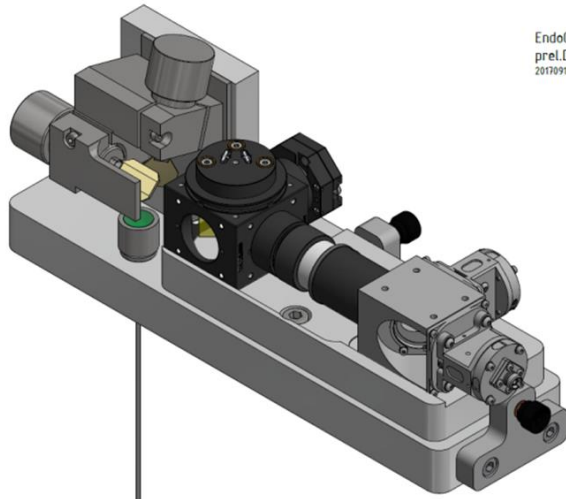


Endoskopische GRINlinse

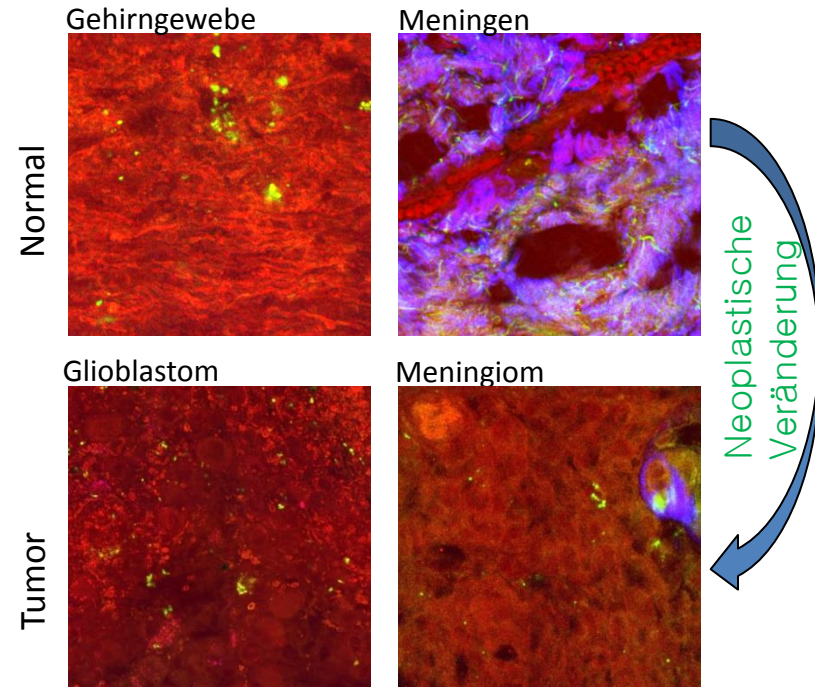
Endoskopisches Bild



Abgrenzung von Tumorgewebe mittels nichtlinearer
Mikroskopie in Kombination mit endoskopischen
Verfahren



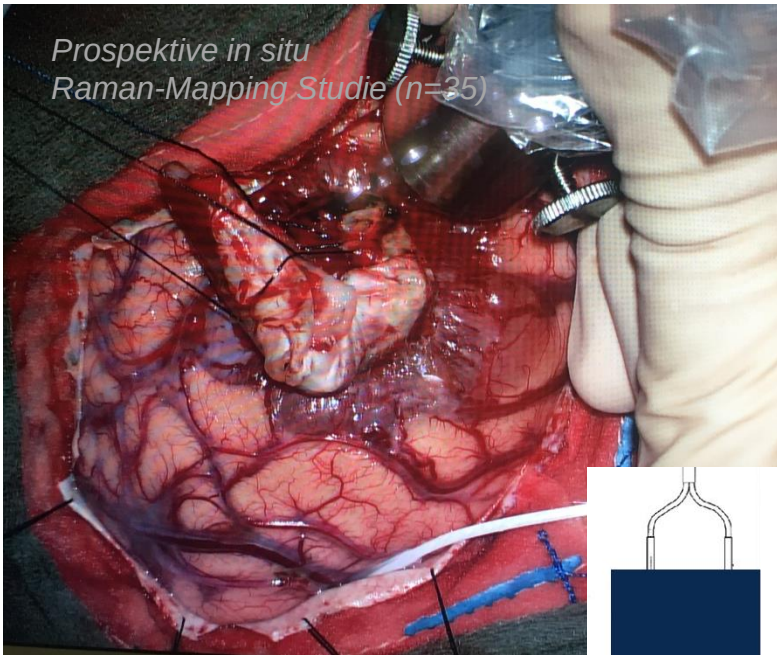
EndoCars
prel.Design
20170918



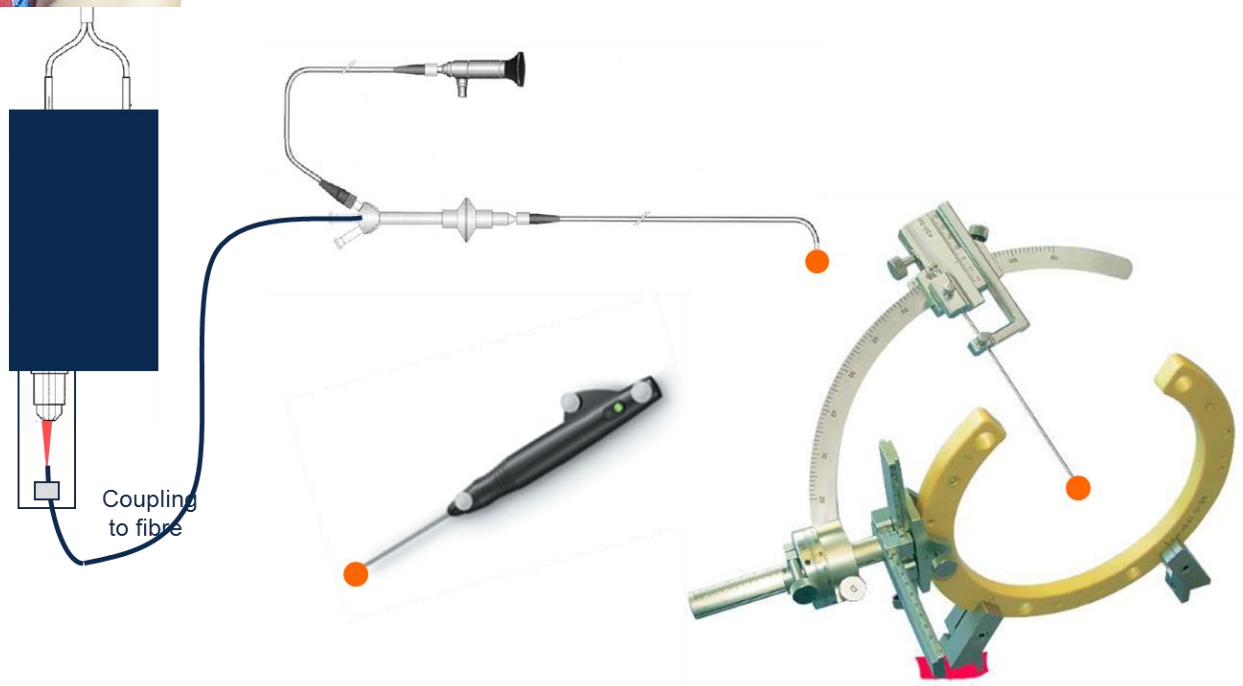
Konstruktive Auslegung:
Sicherstellung der optisch-
spektroskopischen Methode

Intraoperative Anwendung

Prospektive in situ
Raman-Mapping Studie (n=25)



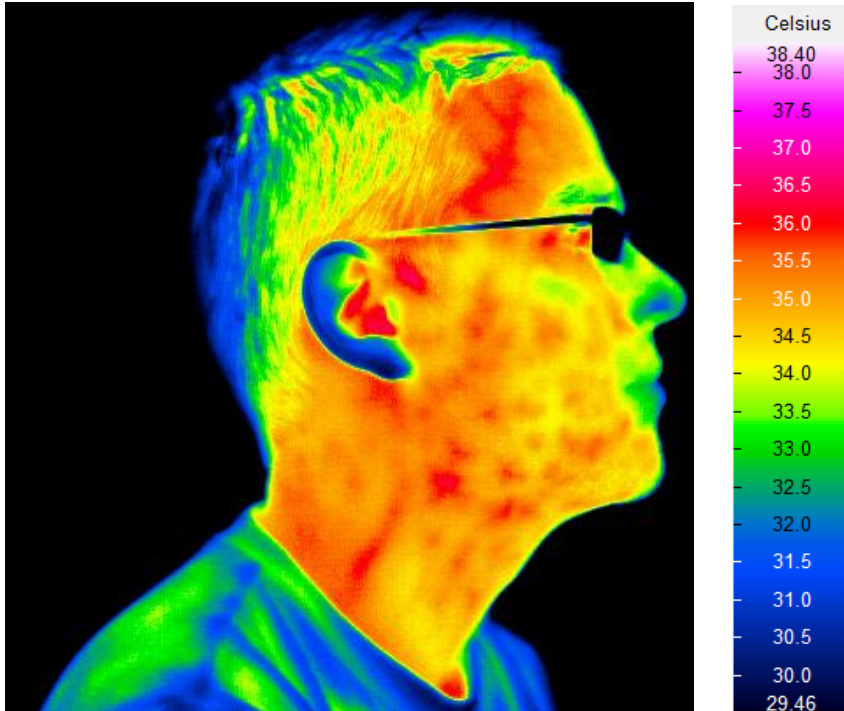
- Endoskopie (endoCARS)
- Koregistriert mit Navigation
- biochemische STX-Sonde
- Atlas der Faserbahnen/Kerngebiete



Prospektive ex vivo ATR-FTIR Studie

(n=721)

Thermografie



Wärmebild eines menschlichen Kopfes im Profil. Verschieden stark durchblutete Bereiche lassen sich anhand der farblichen Kodierung zuordnen. Am Hals kann man die Arteria carotis erkennen, die große Halsschlagader. Kopfanhänge, wie Nase und Ohrmuscheln weisen niedrigere Temperaturen auf.

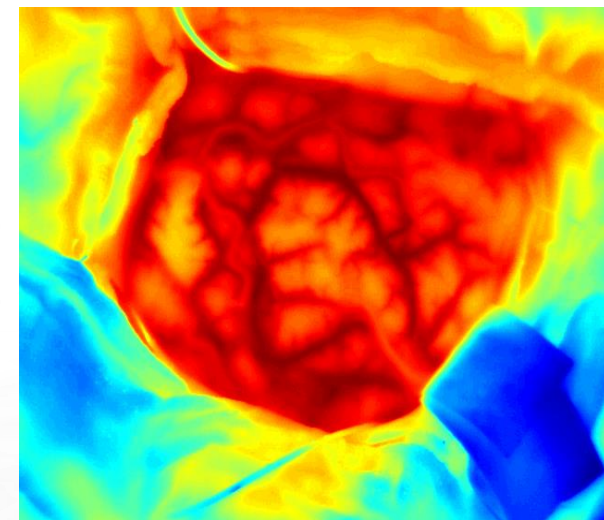
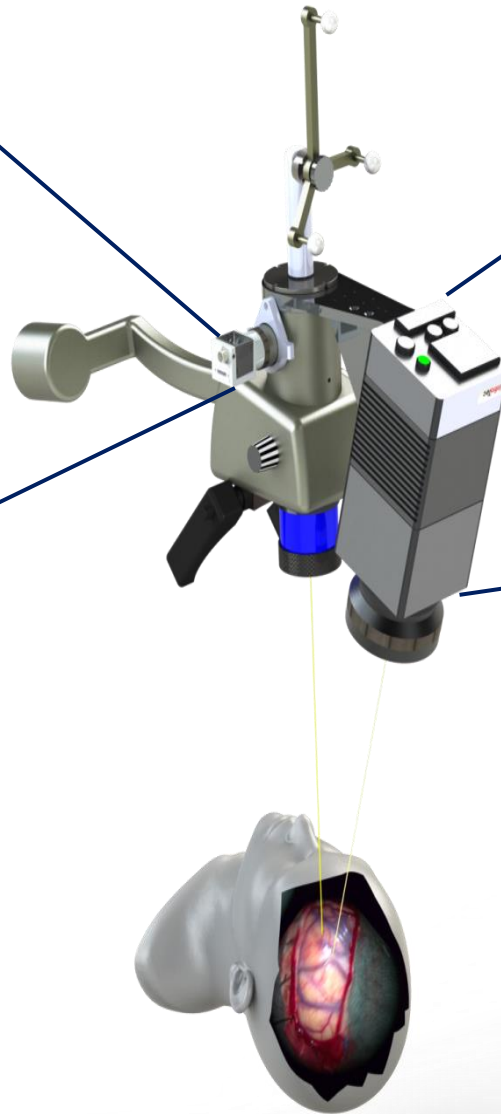
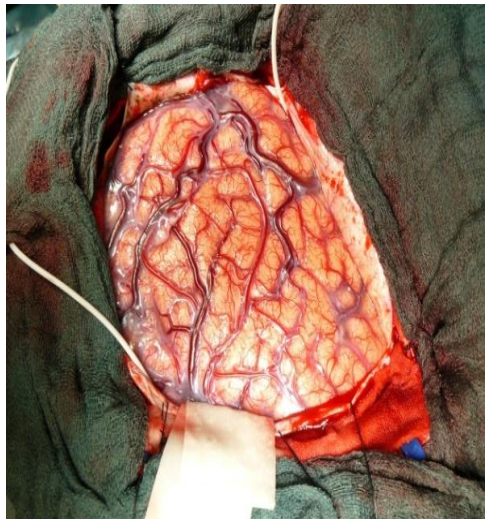
Thermografie : intraoperatives Aufnahme set-up

RGB-Kamera acA1920

- räumliche Auflösung: 1920x1200 px
- Sony IMX174 CMOS-Sensor
- 7,5 Bilder pro Sekunde

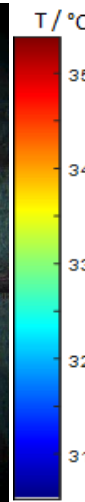
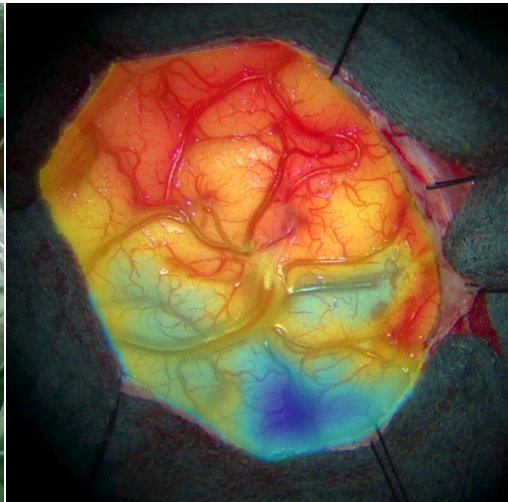
VarioCAM HD head

- ungekühlte Infrarotkamera
- thermische Auflösung: 30 mK
- räumliche Auflösung: 640x480 px (125 $\mu\text{m}/\text{px}$ bei 30 cm Objekt Abstand)
- 60 Bilder pro Sekunde

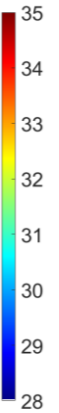
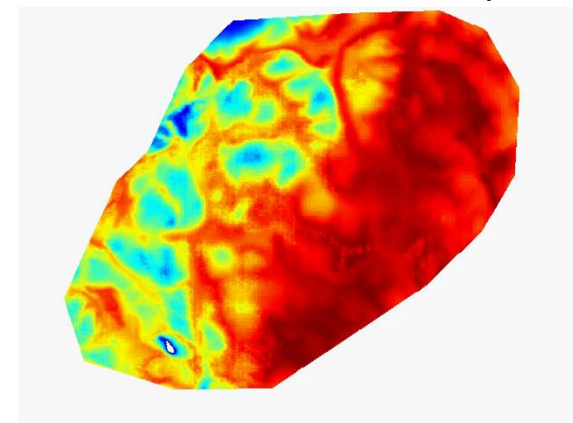


Funktionelle Thermografie in der Neurochirurgie

Intraoperative Thermografie zur Abgrenzung von gesundem, funktionellen Hirngewebe gegenüber pathologischen Veränderungen

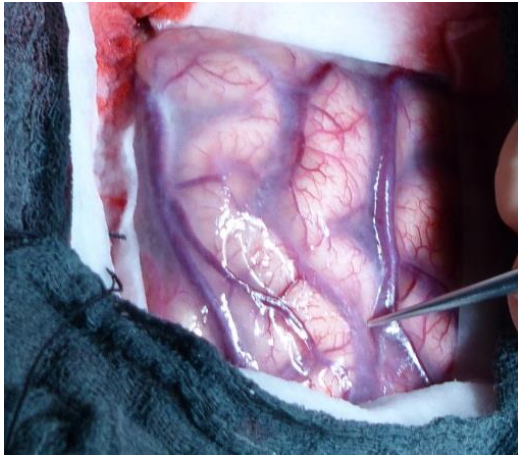


Induziertes Kältesignal zur kortikalen Perfusionsanalyse

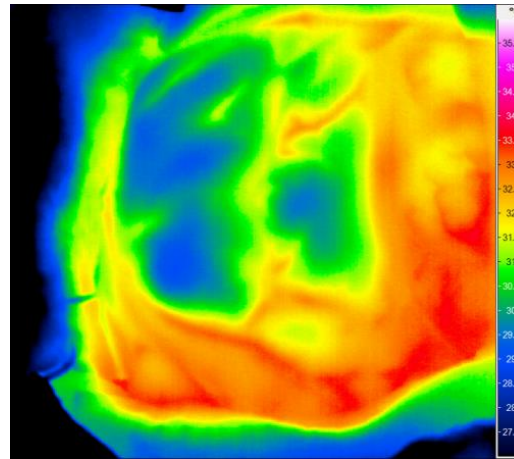


- Identifizierung funktioneller Areale
- Perfusionsanalyse
- Gewebecharakterisierung
- 2D/3D-Bildregistrierung

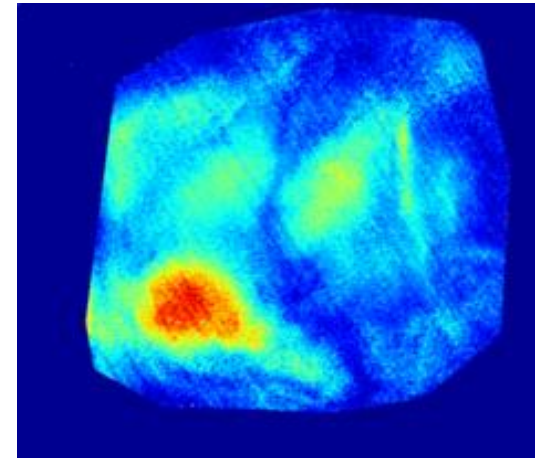
Funktionelle Thermografie in der Neurochirurgie



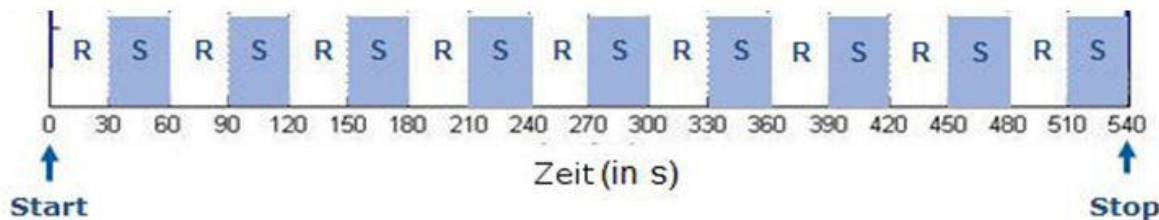
Intra-operative identification of central region



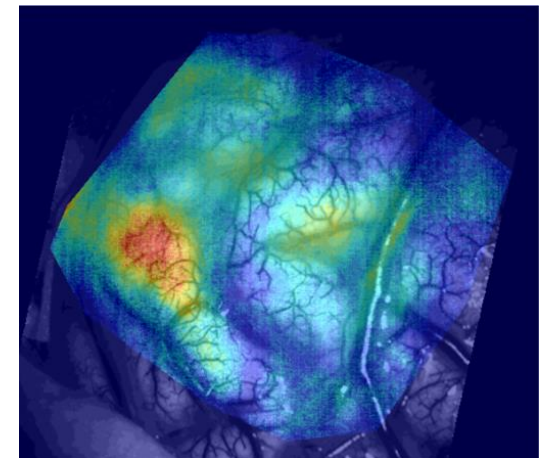
Unprocessed thermogram with subcortical tumor



Fourier Transformation



Intraoperative SEPs: protocol of periodic median nerve stimulation)



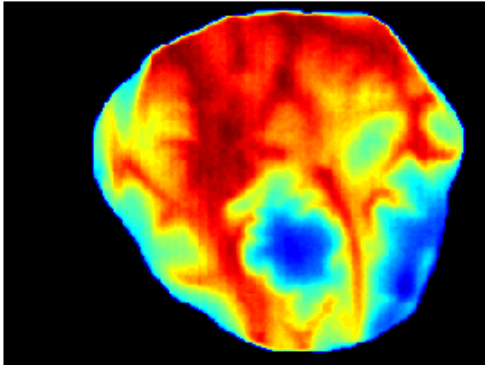
Co-registration of thermogram and cortex anatomy by VIS

Intraoperative Darstellung der Tumorgrenzen

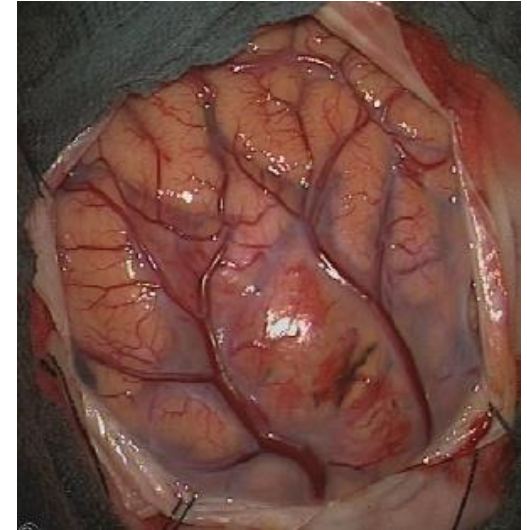
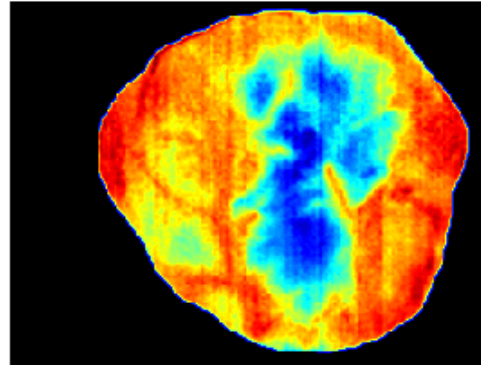


Darstellung der Tumorgrenzen

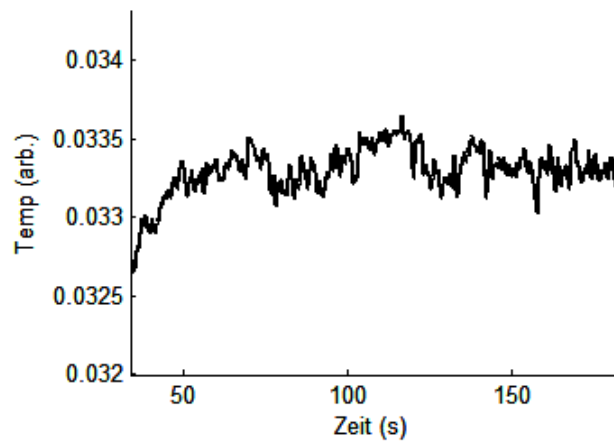
OP2109: 209-1110 Bilder; 1.PC Var=99.9802 %



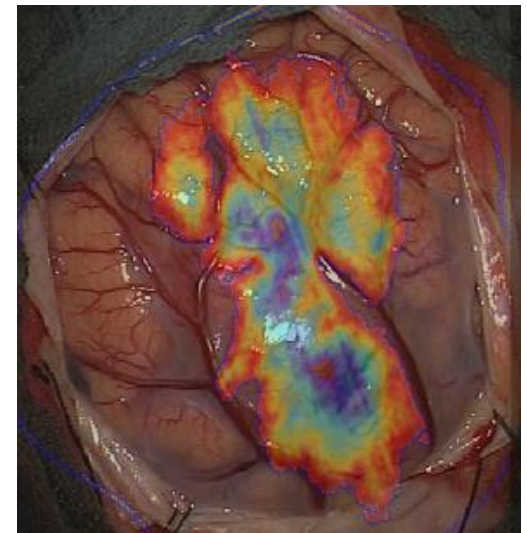
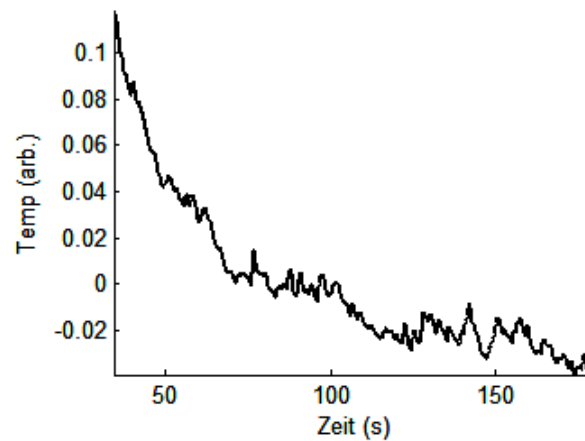
OP2109: 209-1110 Bilder; 2.PC Var=0.011151 %



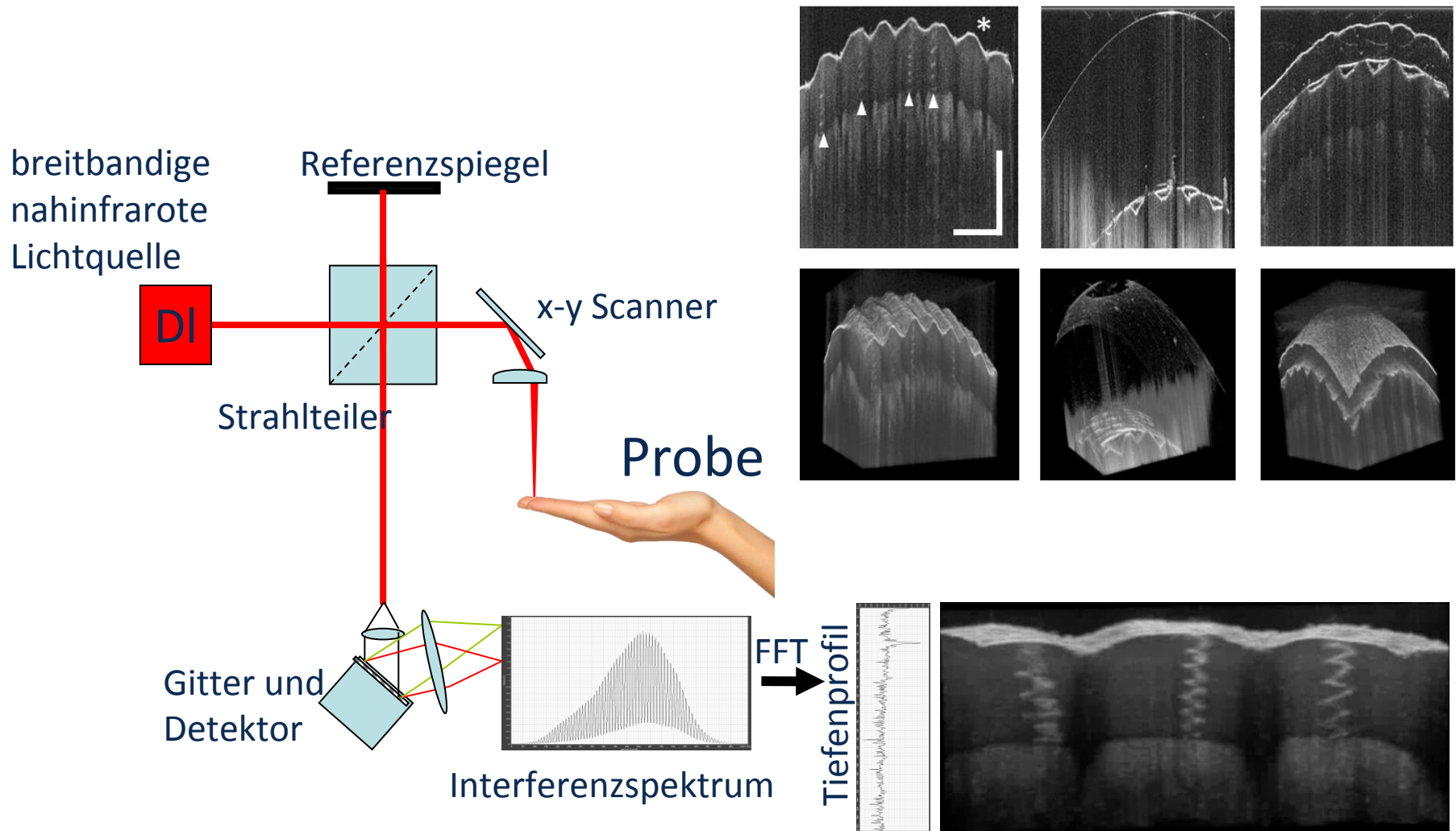
1.PC Loadingplot



2.PC Loadingplot

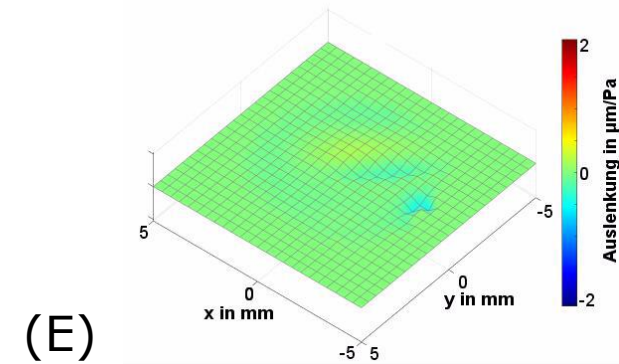
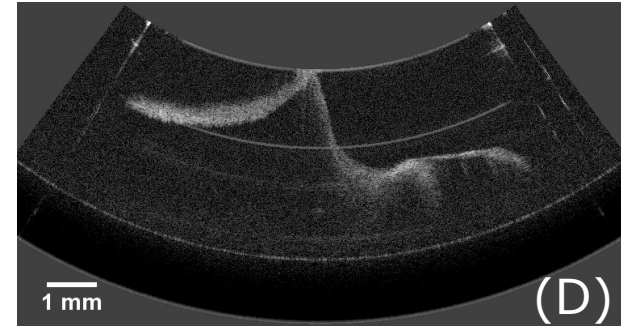
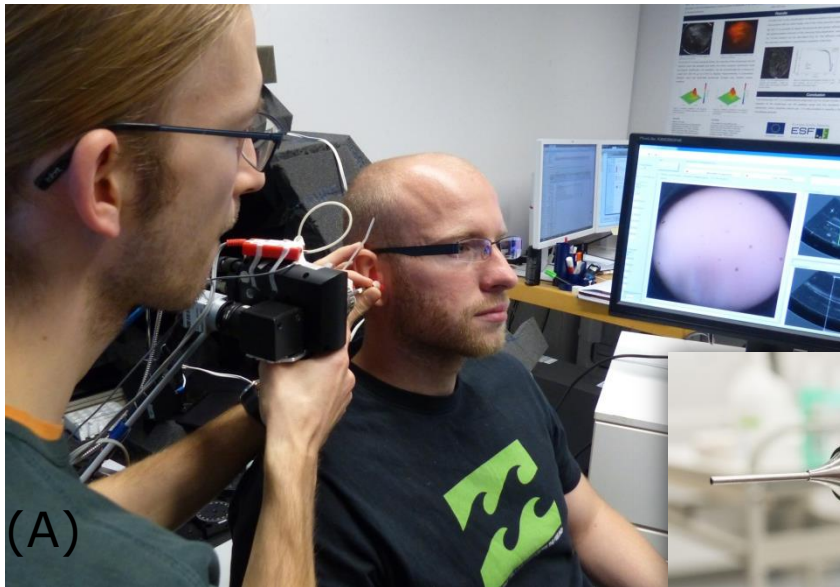


Optische Kohärenztomografie (OCT)



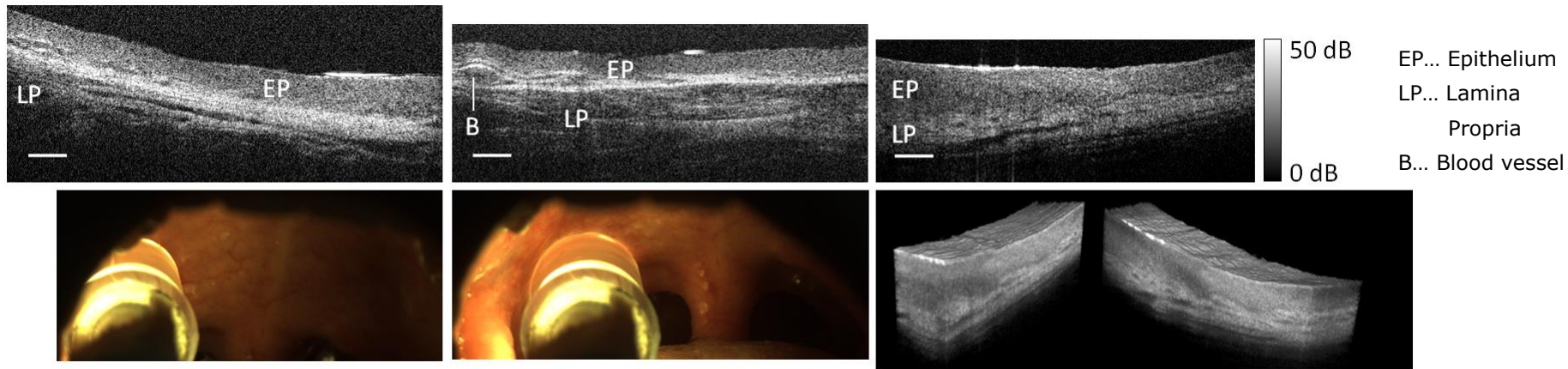
OCT am Mittelohr

Strukturelle und Funktionelle OCT-Bildgebung am Trommelfell

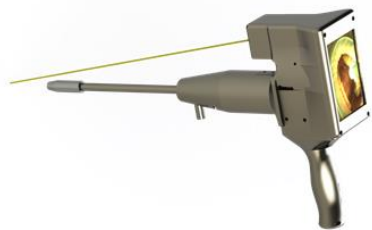


(A) Einsatz am Proband, (B) OCT-Endoskop, (C) Videoendoskopie-Aufnahme, (D) OCT-Schnittbild, (E) mit Doppler-OCT gemessene Trommelfellschwingung bei 1250 Hz.

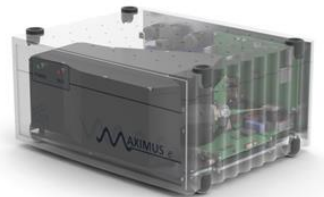
OCT Mundschleimhaut



VIS cameras



Optical fiber &
Scanner control



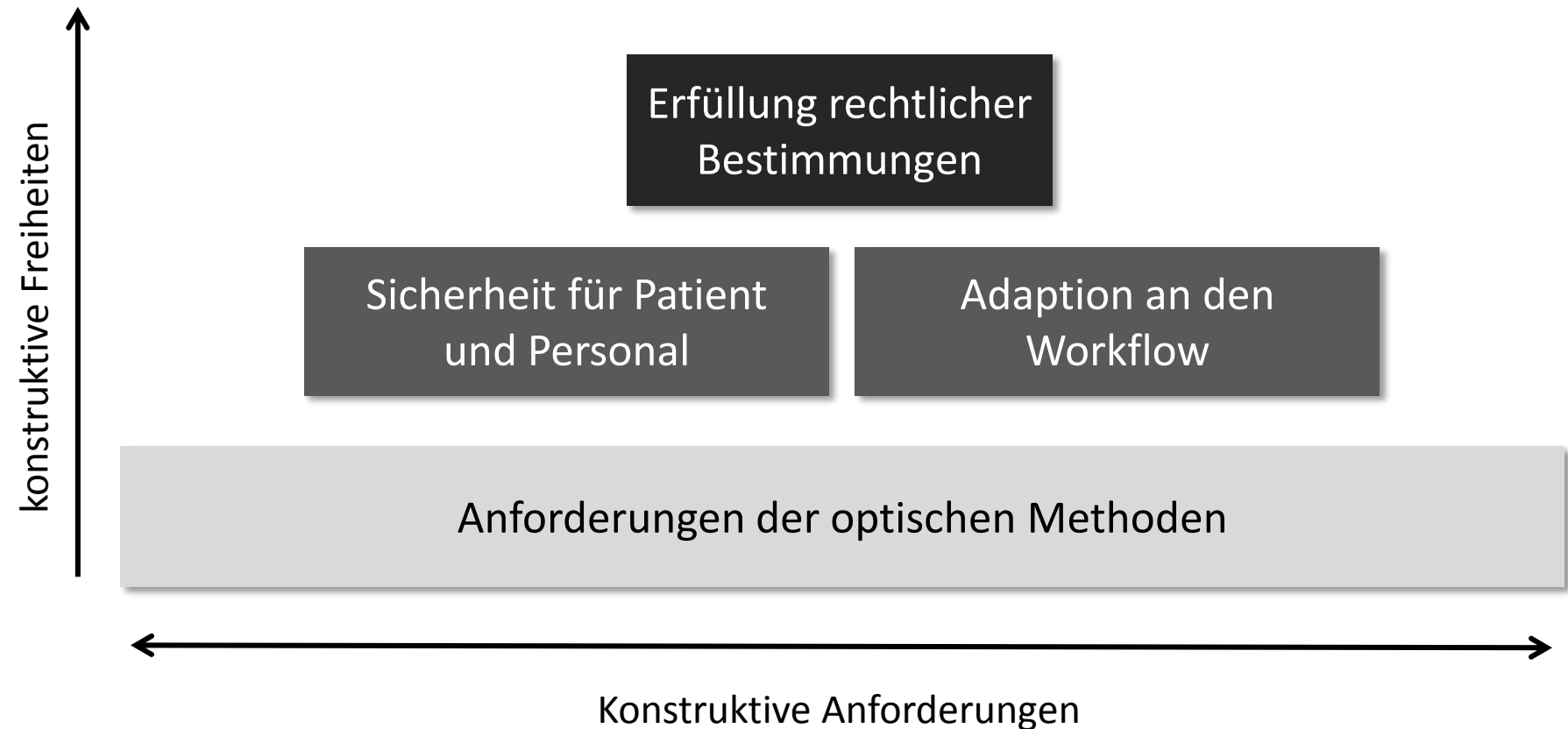
Triggering &
Data acquisition



- Schnittbild- und Volumen-Bildgebung der oralen Mukosa *in vivo* via endoskopischer optischer Kohärenztomografie
- Kommerzielles Laparoskop als Basis der Entwicklung
- Weiterentwicklung: Höhere Bildaufnahmegeschwindigkeit

Zusammenfassung

Herausforderungen bei der Translation optischer Bildgebungsverfahren



Danke an

Prof. Dr. E. Koch

Dr. R. Galli

Dipl. Ing. J. Müller

Dr. N. Hoffmann

Dipl. Ing. E. Müller

Dr. J. Walter

Dr. Ch. Schnabel

Dr. L. Kirsten

Dipl. Phys. J. Golde

Dipl. Phys. M. Schindler

Dipl. Ing. M. Mehner

Prof. Dr. M. Kirsch

Prof. Dr. G. Schackert

Prof. Dr. S. Sobottka

Dr. O. Uckermann

Dipl. Biol. E. Leipnitz

PD Dr. K. Geiger

u.v.a.

