

# Moderne Verfahren der Bildgebung und Epilepsiechirurgie

Johann Romstöck



Neurochirurgische Universitätsklinik

(Direktor: Prof. Dr. med. R. Fahlbusch)

Neurologische Universitätsklinik, Zentrum Epilepsie Erlangen - ZEE

(Leitung: Prof. Dr. med. H. Stefan)

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

## Medikamentöse Therapie

### Langzeittherapie unter Erfolgskontrolle

### Dosisanpassung ..., Kombinationstherapie ...

#### 15. Antiepileptika

s. auch 49. Hypnotika/Sedativa

s. auch 71. Psychopharmaka

#### 15.B. Chemisch definierte Antiepileptika

##### 15.B.1. Barbiturate und Derivate

###### 15.B.1.1. Phenobarbital

###### 15.B.1.2. Primidon

###### 15.B.1.3. Andere Barbiturate und Derivate (unbesetzt)

##### 15.B.2. Benzodiazepin-Derivate

##### 15.B.3. Carboxamid-Derivate

###### 15.B.3.1. Carbamazepin

###### 15.B.3.2. Andere Carboxamid-Derivate

##### 15.B.4. Hydantoinderivate

###### 15.B.4.1. Phenytoin

##### 15.B.5. Succinimidderivate

###### 15.B.5.1. Ethosuximid

###### 15.B.5.2. Andere Succinimide

##### 15.B.6. Valproinsäure und andere Fettsäurederivate

###### 15.B.6.1. Valproinsäure

###### 15.B.6.2. Andere Fettsäurederivate

##### 15.B.7. Andere Antiepileptika

**Medikamentöse  
Therapie erfolglos ?**

**Was tun ?**

**Epilepsiechirurgie ?**

## **1886 erster epilepsiechirurgischer Eingriff durch Sir Victor Horsley (1857-1916)**

22-j. Mann mit Impressionsfraktur über dem Motocortex  
Abtragung einer corticalen Narbe im präzentralen Gyrus

→ maßgeschneiderter Eingriff ("tailored resection")

Ziel: Entfernung der Läsion - *Anfallsfreiheit*

*heute* therapierefraktäres Anfallsleiden

→ maßgeschneiderter Eingriff ("tailored resection")

Ziel: Entfernung der Läsion  
Entfernung epileptogener Gehirnstrukturen

- *Anfallsfreiheit ohne zusätzliche Defizite*
- *Besserung der psychosozialen Situation*

## Prächirurgische Beurteilung mittels moderner diagnostischer Methoden

### Video-EEG-Monitoring

Oberflächen-EEG  
invasive Elektroden

### strukturelle u. funktionelle Bildgebung

CT, MR, fMRI, MEG  
MR-Volumetrie, MR-Spektroskopie  
SPECT, PET



**Läsion ?**  
**epileptogener Fokus ?**  
**individuelle funktionelle Anatomie ?**



### OP

### Resektion

temporal  
extra-temporal

### diskonnektive und palliative Eingriffe

Callosotomie  
multiple subpiale Transsektion  
funkt. Hemisphärektomie  
Vagusnerv-Stimulator

behördlich anerkanntes Grad-IV-Zentrum  
zur Versorgung von Patienten mit schwer behandelbaren Epilepsien

**Neurologie - Epileptologie**

Prof. Dr. Stefan

**Neurochirurgie**

Prof. Dr. Fahlbusch, PD Dr. Romstöck

**Neuropsychologie**

Frau Dr. Pauli

*interdisziplinäre  
Kooperation*

**Neuropathologie**

Prof. Dr. Blümcke

**Neuroradiologie**

Prof. Dr. Dörfler

**Nuklearmedizin**

Prof. Dr. Kuwert



## Beispiel - prächirurgische Diagnostik

**Patient**                    **K.S., 51 J.**  
                                 **im 18. Lebensmonat Encephalitis** (Pockenimpfung)  
                                 **Fieberkrämpfe, seit dem 10. Jahr KPA**

**jetzt: EPA und KPA** etwa 5 pro Wo.  
                                 **selten sek. gen. Anfälle** etwa 4 pro Jahr

**Medikation:**    **derzeit OXC 1800** (zuvor 9 versch.)

→    **Pharmakoresistenz**

### Phase 1 – Diagnostik (nicht-invasiv)

#### Video-EEG-Monitoring

interiktual:            wach → re., im Schlaf → li. temporal  
iktual:                5 KFA → Schlagen mit re. Hand  
                                 Rhythmisierung re. temporal



## Beispiel - prächirurgische Diagnostik

Patient K.S., 51 J.

### Phase 1 – Diagnostik (nicht-invasiv)

MR:	mesiale Sklerose temporal rechts
SPECT:	Hypoperfusion frontobasal re., zentral li.
Neuropsychologie:	visuell-motorische Verlangsamung eher frontale Defizite

### → Entscheidungsfindung – viele Fragen !

- gibt es eine morphologische Läsion?
- wo liegt das epileptogene Hirnareal, gibt es multiple Areale?
  - welche Seite ist betroffen, links o. rechts?
    - welche Hirnregionen sind beteiligt, temporal o. frontal?
      - welches Areal innerhalb des Lappens, mesial o. neocortical?
        - wo sind neurologisch-neuropsychologische Partialfunktionen lokalisiert?
          - ist das betroffene Areal chirurgisch zugänglich?
            - welcher Eingriff ist im Einzelfall optimal – Risiko- vs. Erfolgsabwägung
              - welchen Eingriff wünscht der Patient?

## Beispiel - prächirurgische Diagnostik

Patient K.S., 51 J.

Phase 1 – Diagnostik (nicht-invasiv)

→ Interdisziplinäre Konferenz:

Phase 2 – Diagnostik (invasiv)

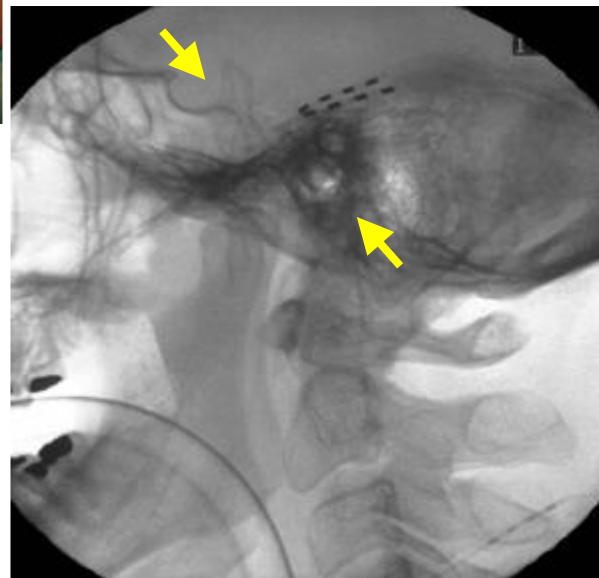
invasive Evaluation:

Foramen ovale und subdurale Elektroden



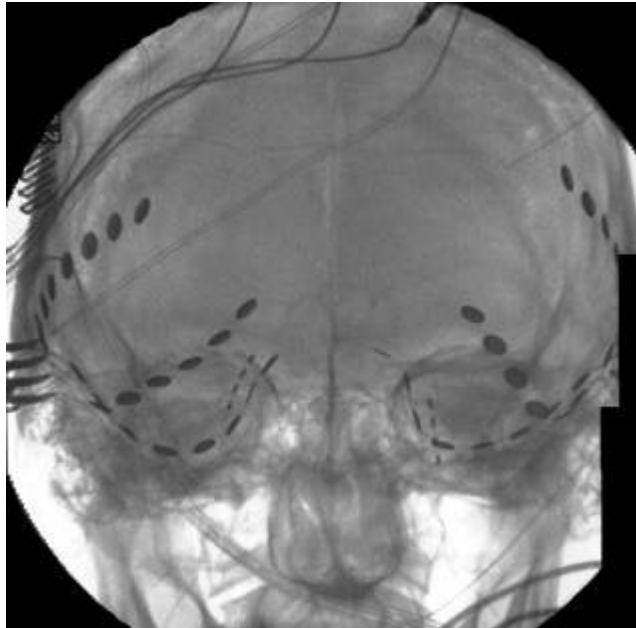
## Phase-2-Diagnostik

### invasive Ableiteverfahren – Foramen ovale Elektroden



## Phase-2-Diagnostik

### invasive Ableiteverfahren – subdurale Streifenelektroden



15 mm Bohrloch temporal  
CSF drainieren  
Röntgen-Kontrolle  
*Brückenvenen!*  
einfache Entfernung



#### Ergebnis 1

interiktuale Aktivität vorw. rechts temporal  
iktual (4 KPA): Beginn rechts temporal

#### Ergebnis 2

Temporallappenepilepsie rechts  
keine neuropsycholog. Bedenken gegen ...

→ Operation rechts temporal

## Standardisierte Verfahren

### anteriomesiale Resektionen

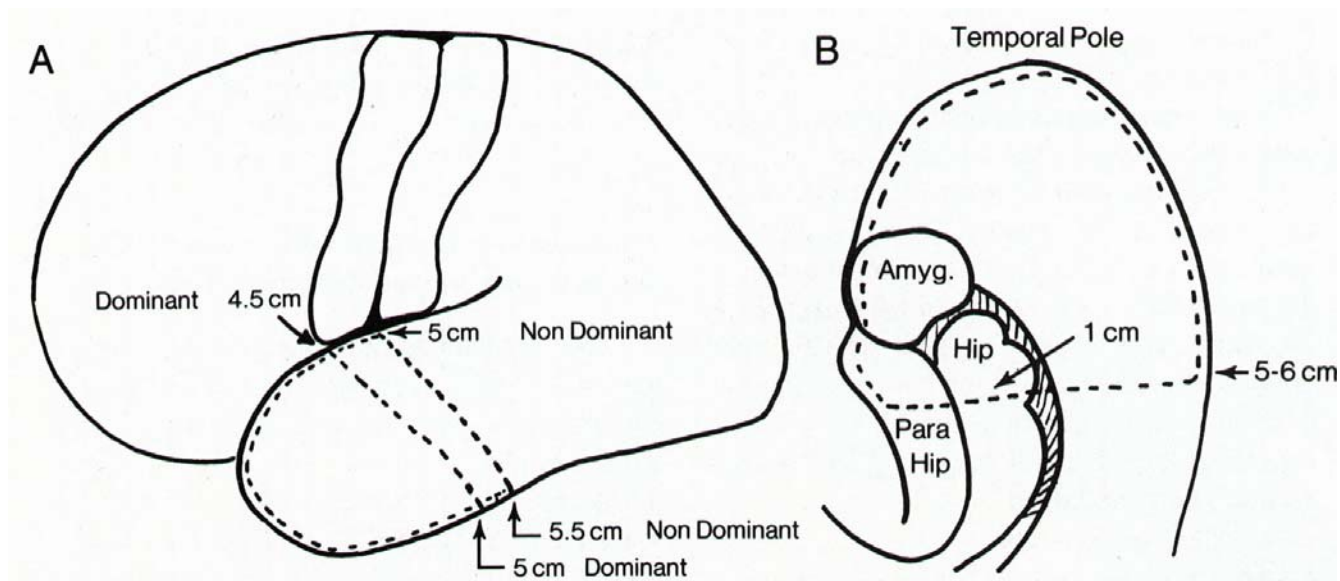
Standardresektion  
45 mm – Keyhole

(Falconer 1955)  
(Spencer 1984)

### selektive Resektionen

transkortikal  
transsylvisch-ventrikulär  
transsylvisch-zisternal  
subtemporal

(Niemeyer 1958)  
(Wieser, Yasargil 1982)  
(Schmiedek 1998)  
(Hori 1997)



## Standardisierte Verfahren

### anteriomesiale Resektionen

Standardresektion  
45 mm – Keyhole

### selektive Resektionen

transkortikal  
transsylvisch-ventrikulär  
transsylvisch-zisternal  
subtemporal

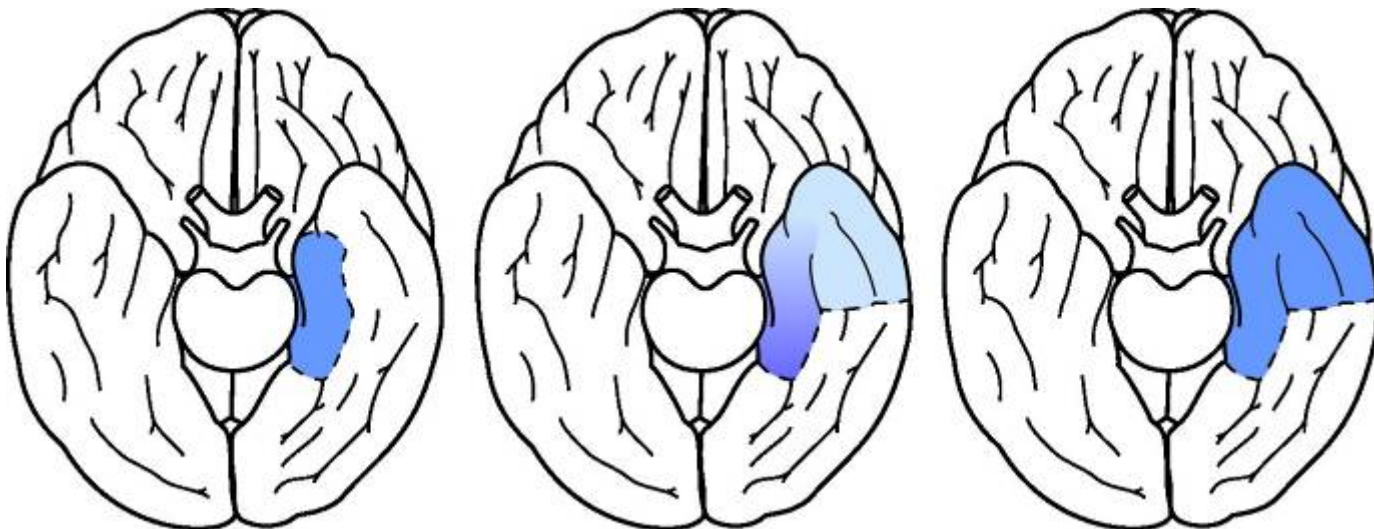


**"tailored resection"**

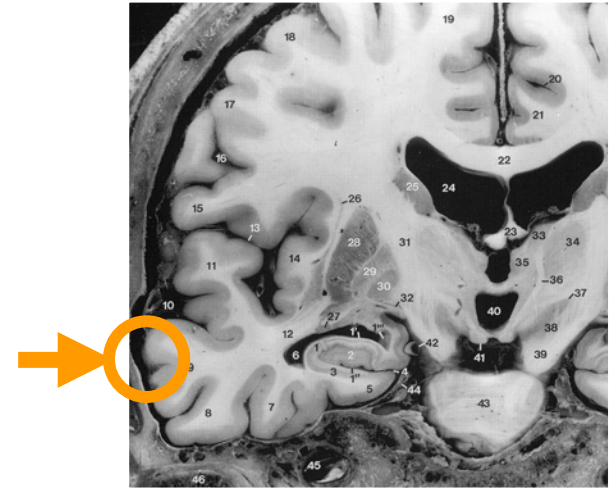
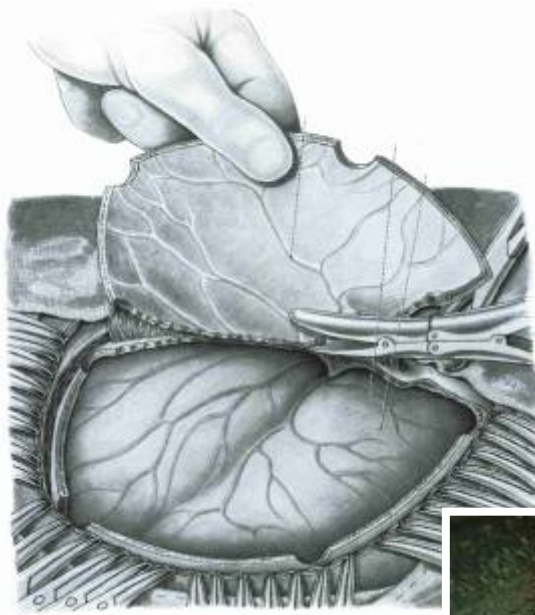
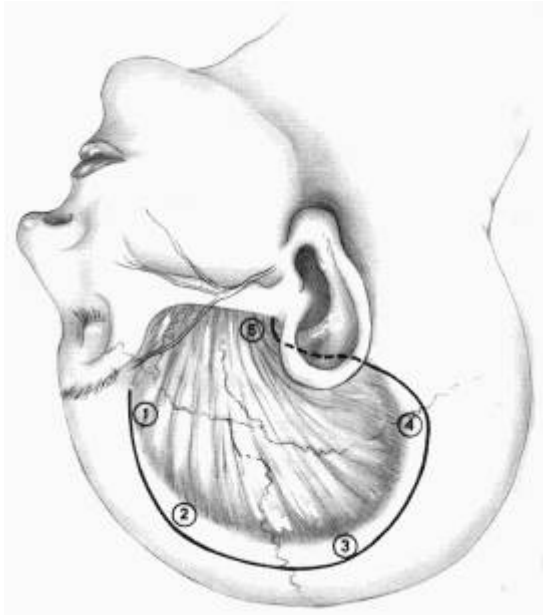
**individuell angepasstes  
Resektionsausmaß**

→ präop. Kriterien

→ intraop. ECoG (MR)

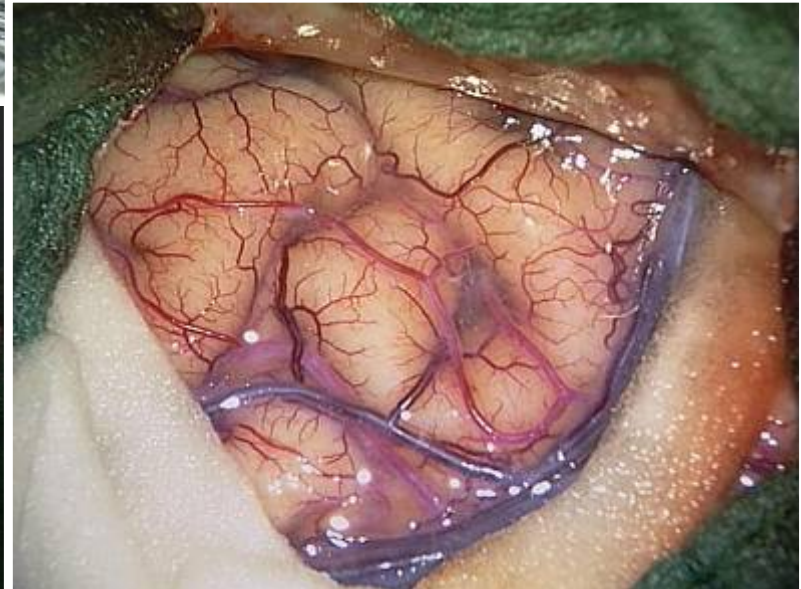
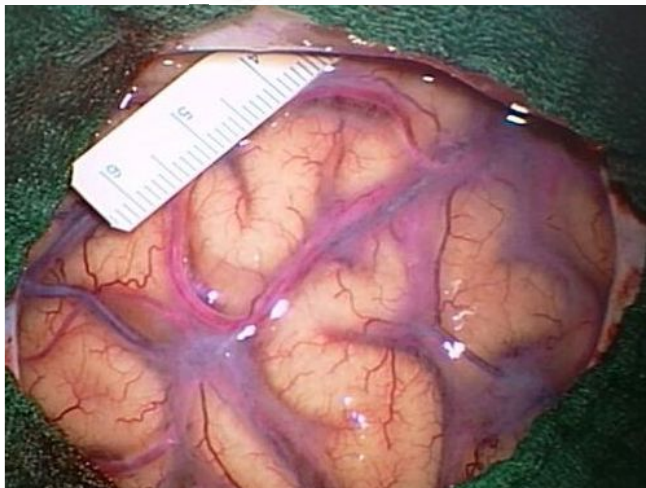


## OP temporale Trepanation



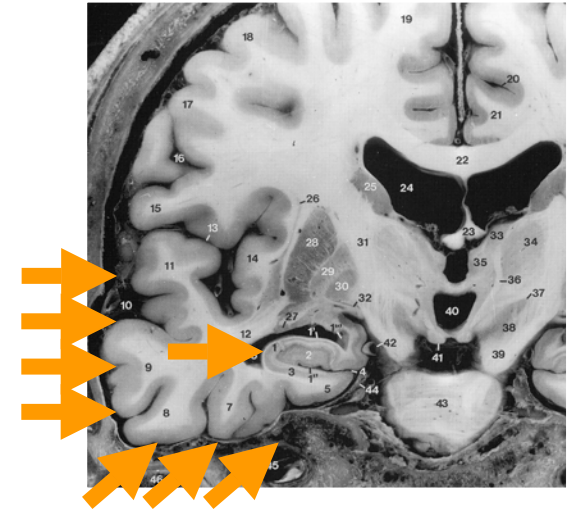
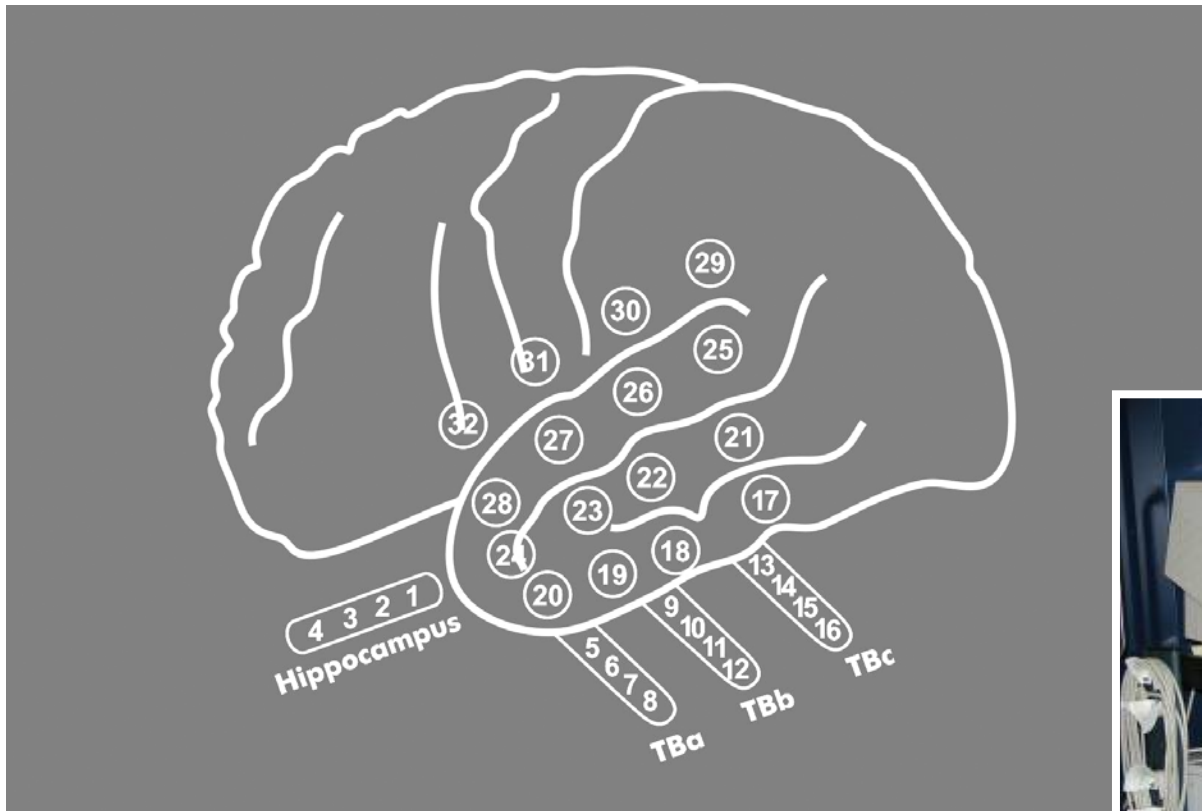
**Cortex**

Inspektion  
Vermessen

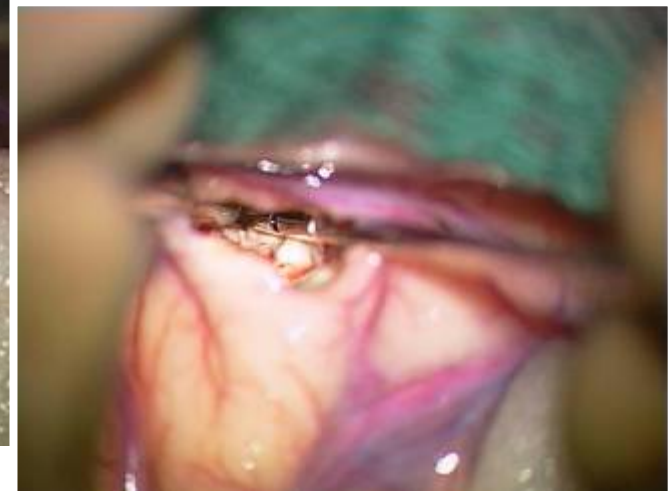
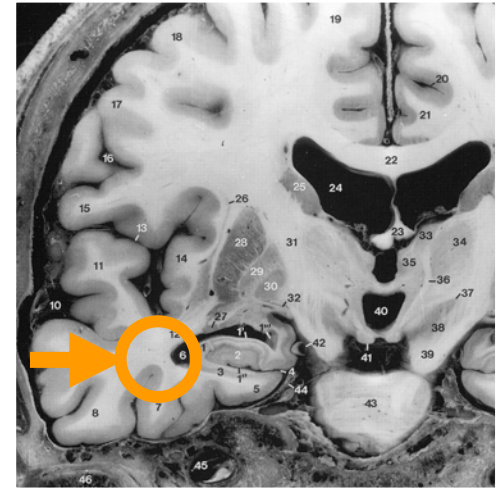
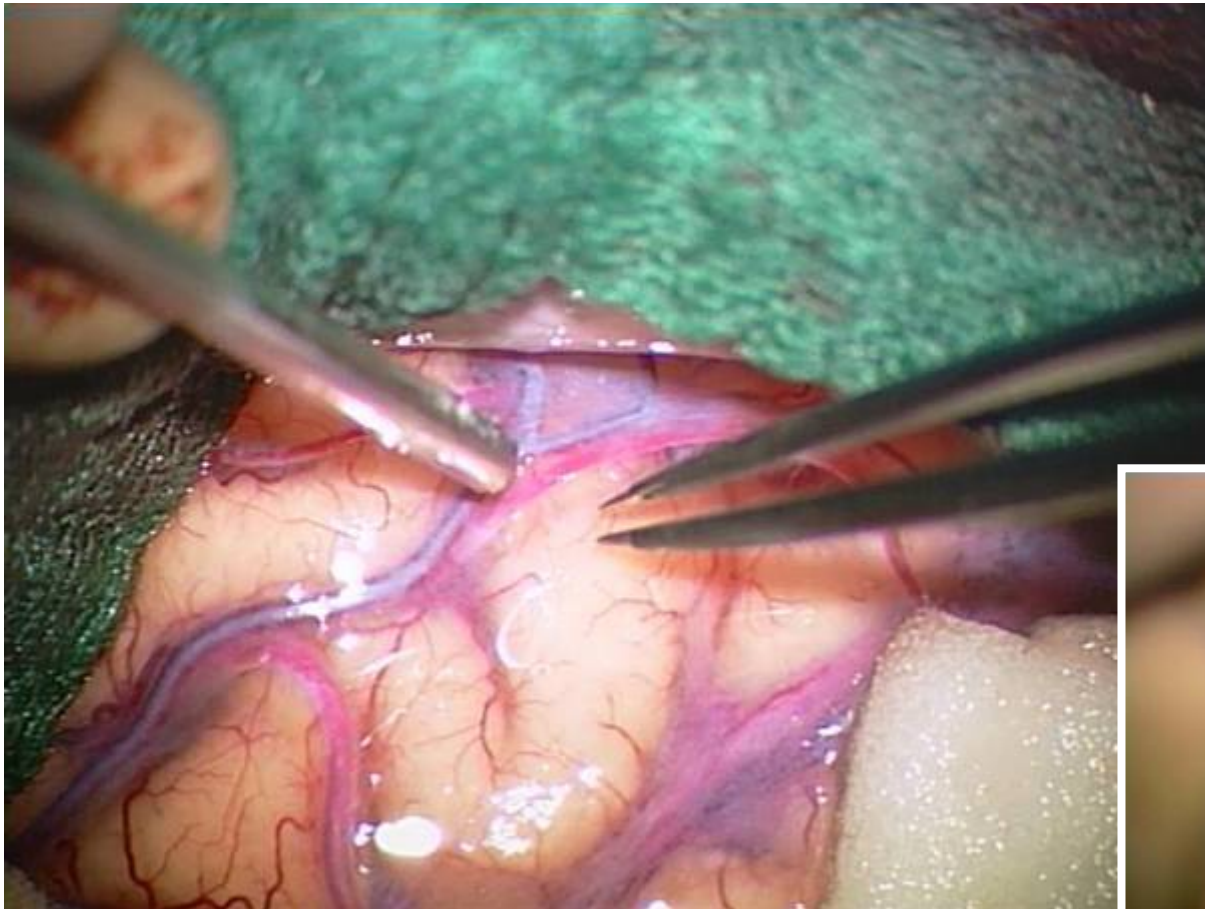


## ECoG – Elektrocorticographie

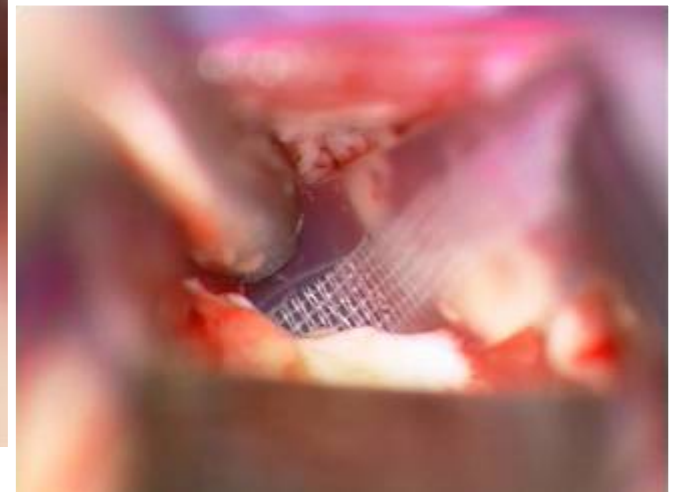
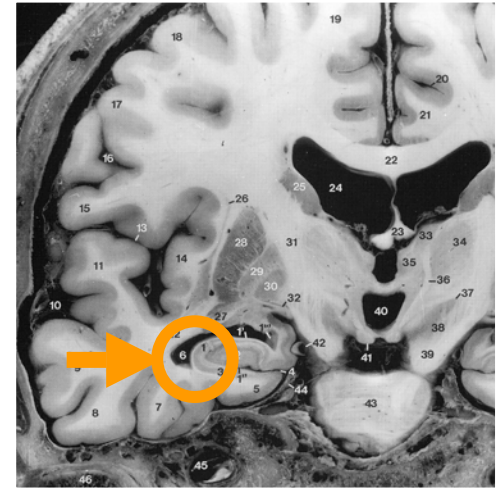
32-64 Kanäle



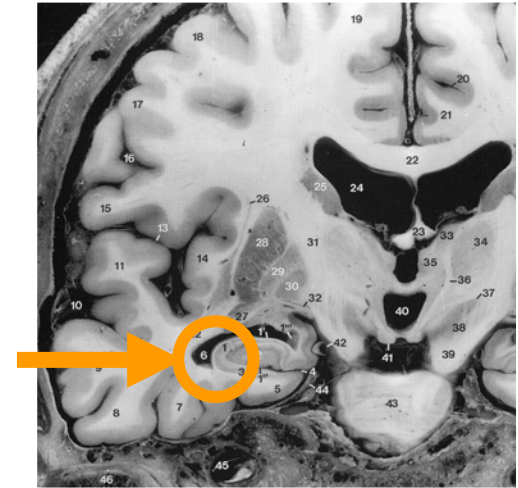
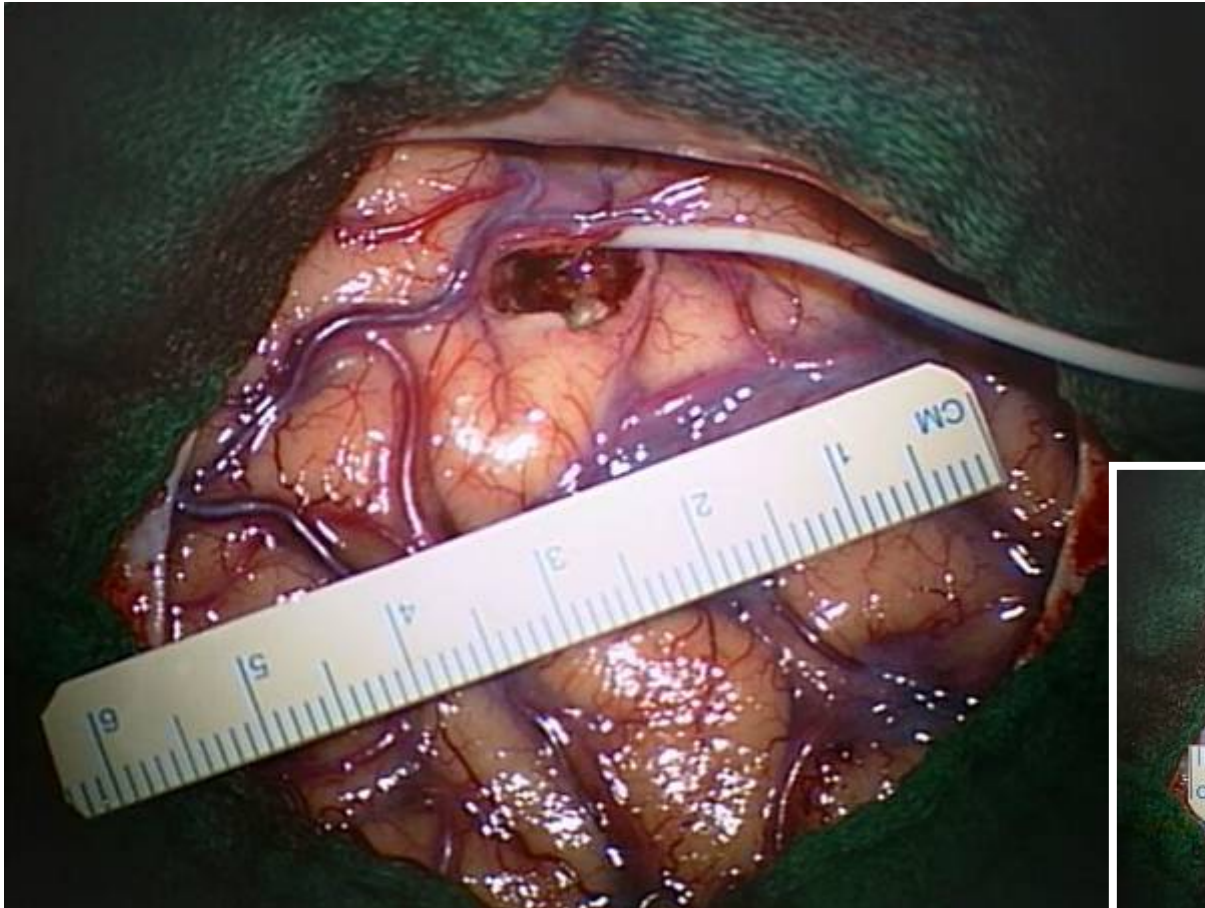
## Rindeninzision "Schlüsselloch" zum Temporalhorn



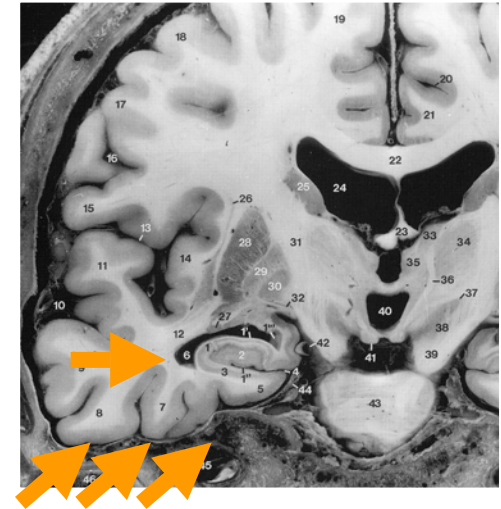
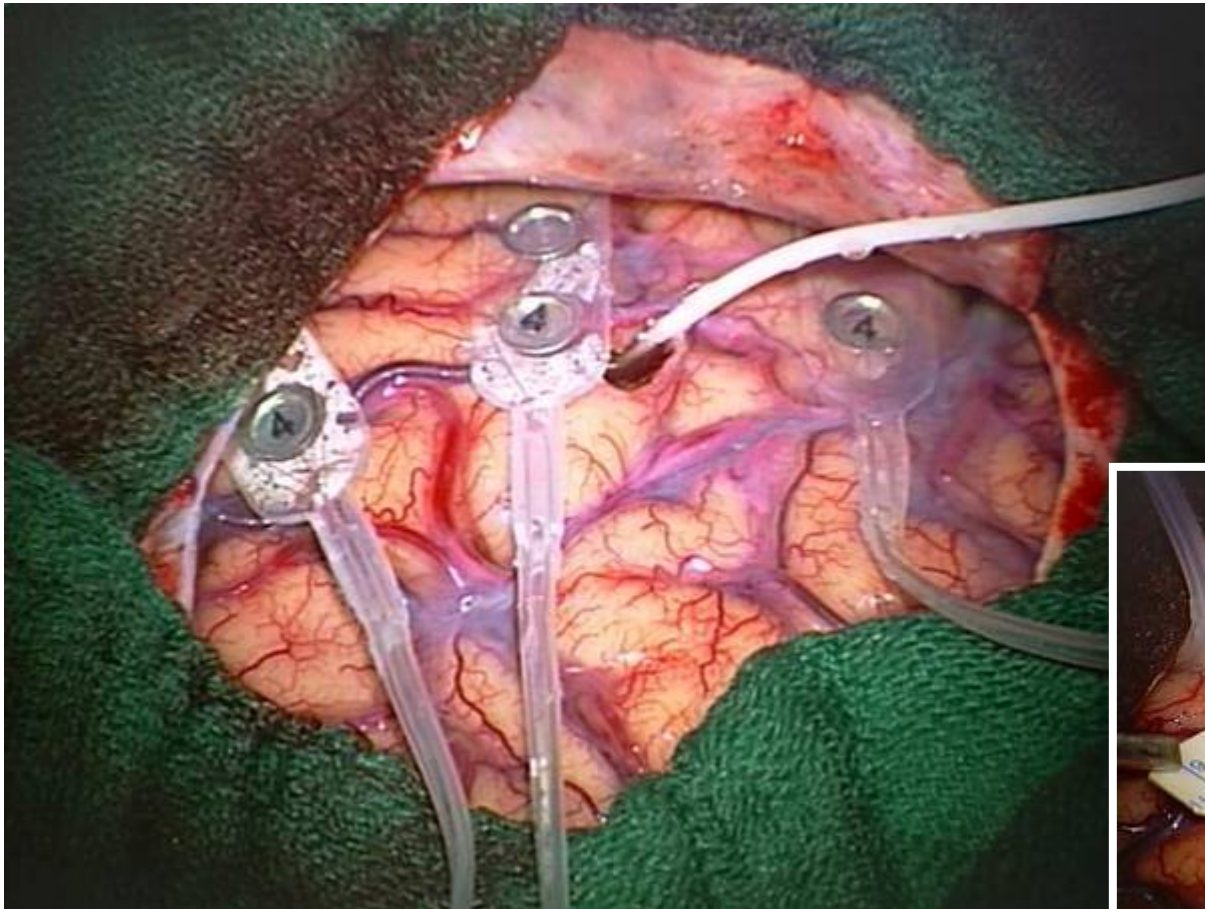
## Temporalhorn – Hippocampuselektrode 4-pol. Streifen



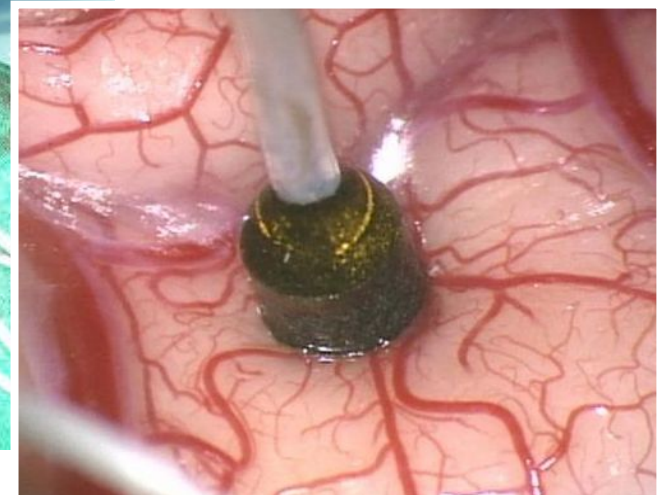
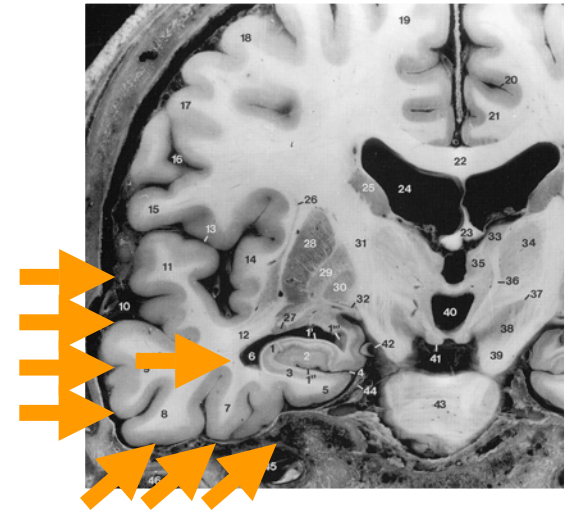
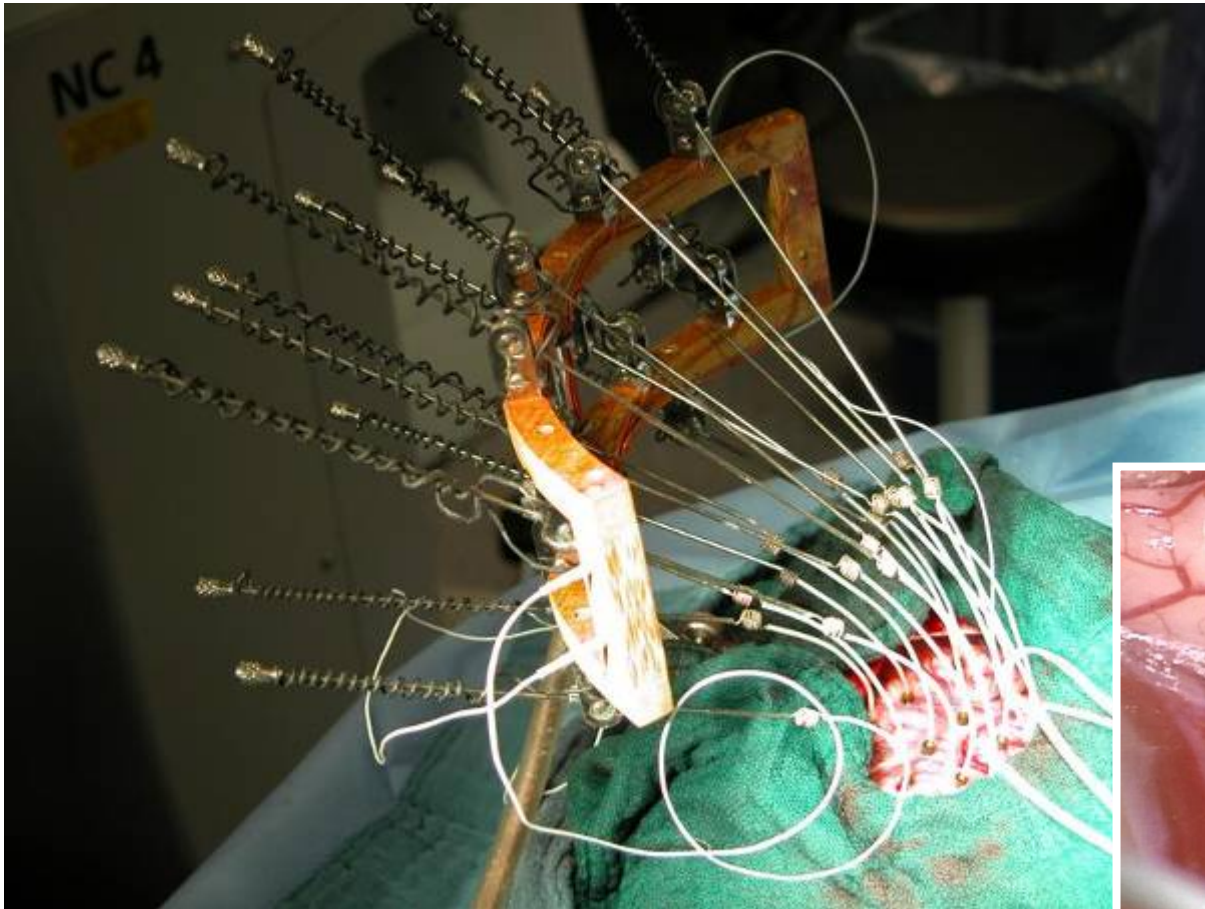
## Hippocampuselektrode in situ



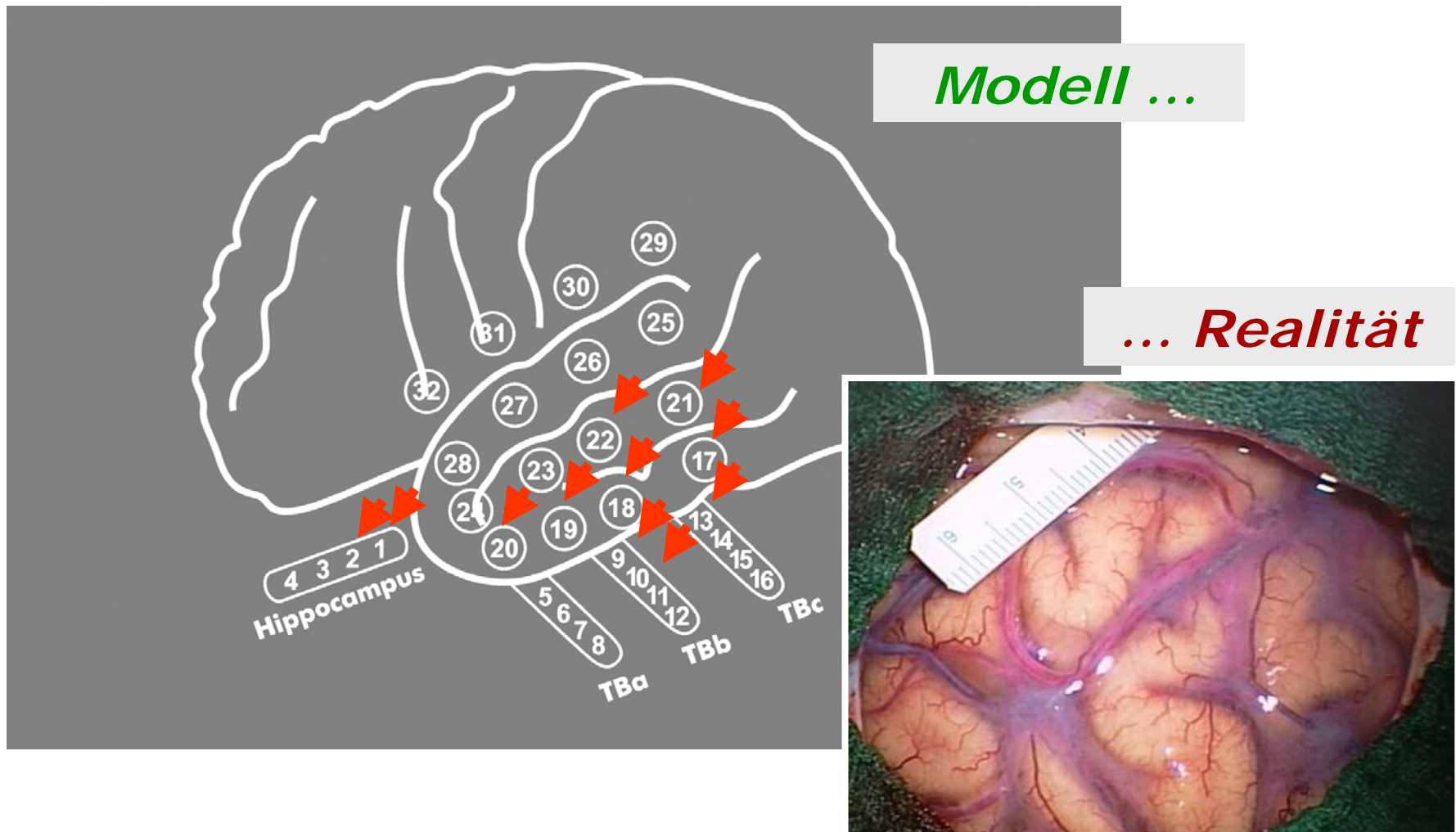
## temporobasale Streifenelektroden (3 – 6 – 9 cm hinter Pol)



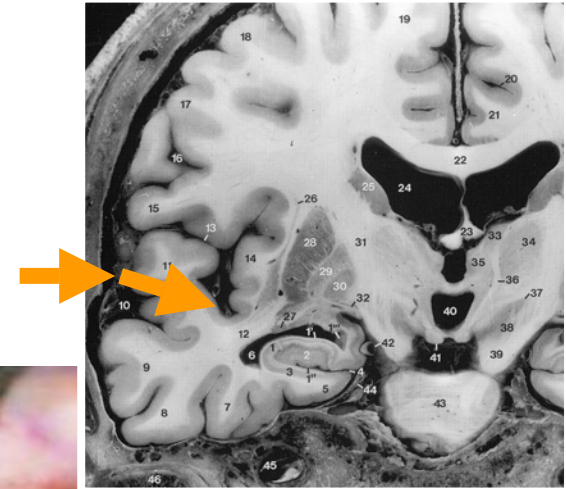
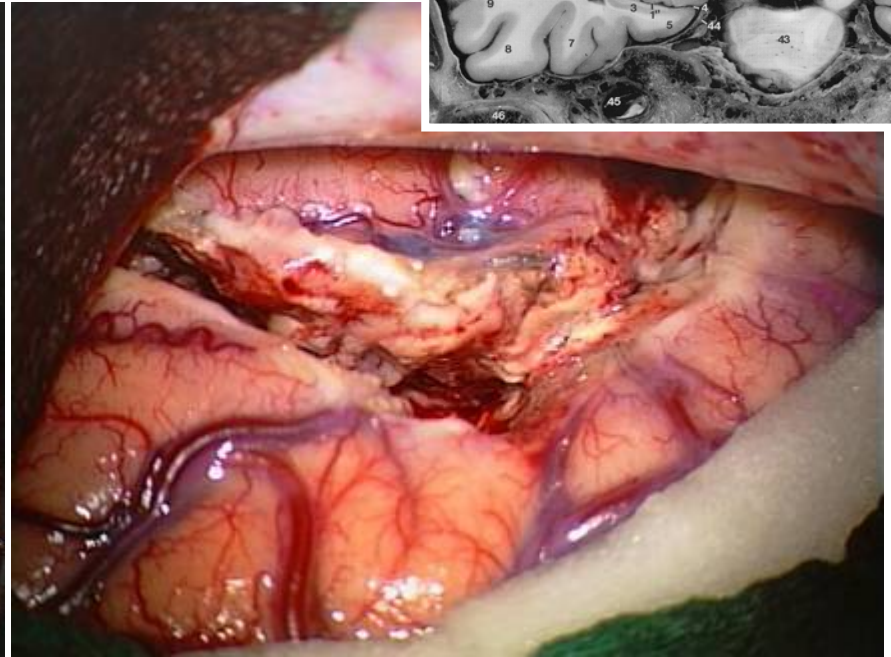
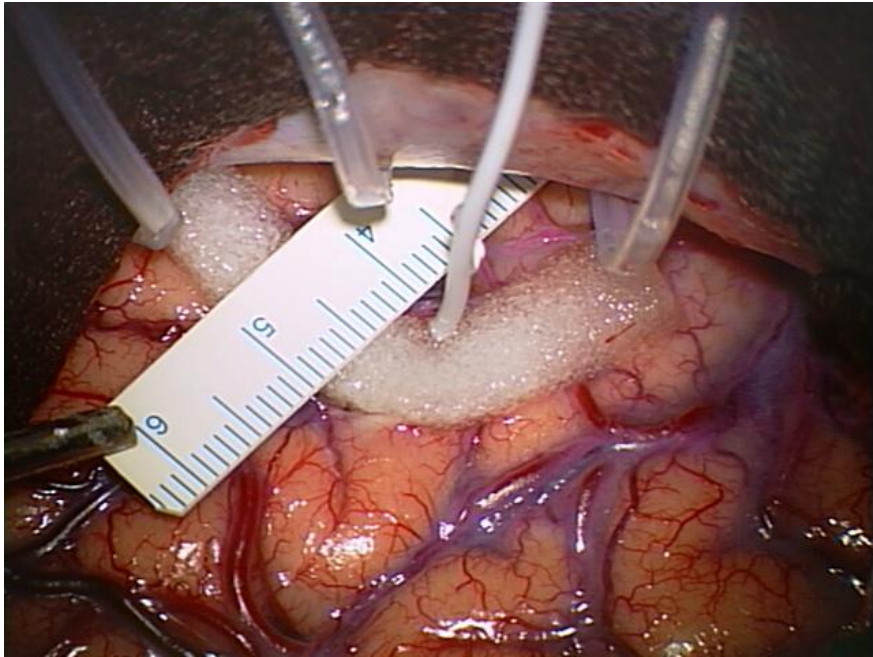
## ECoG – Oberflächenableitung



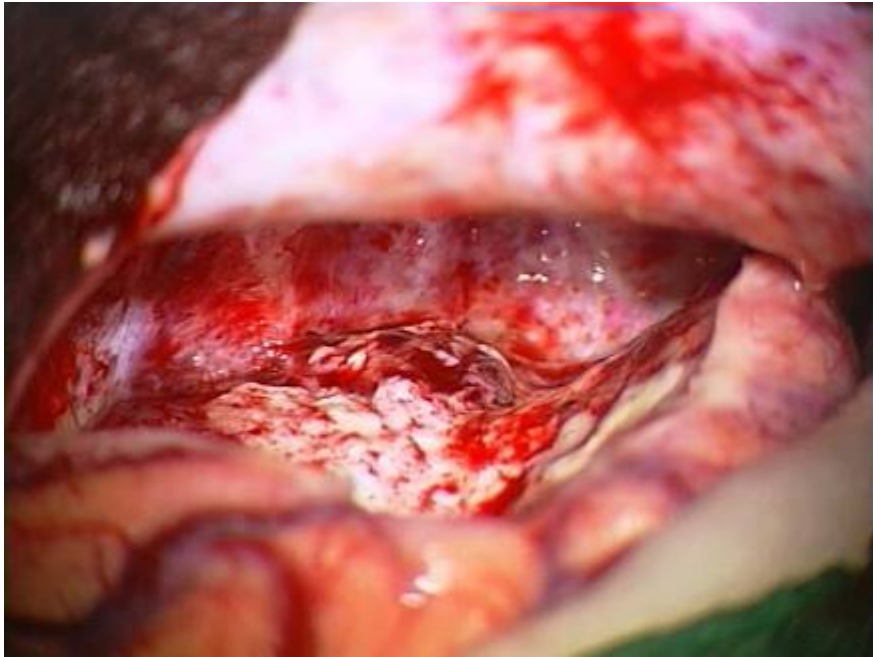
ECoG → "tailoring"



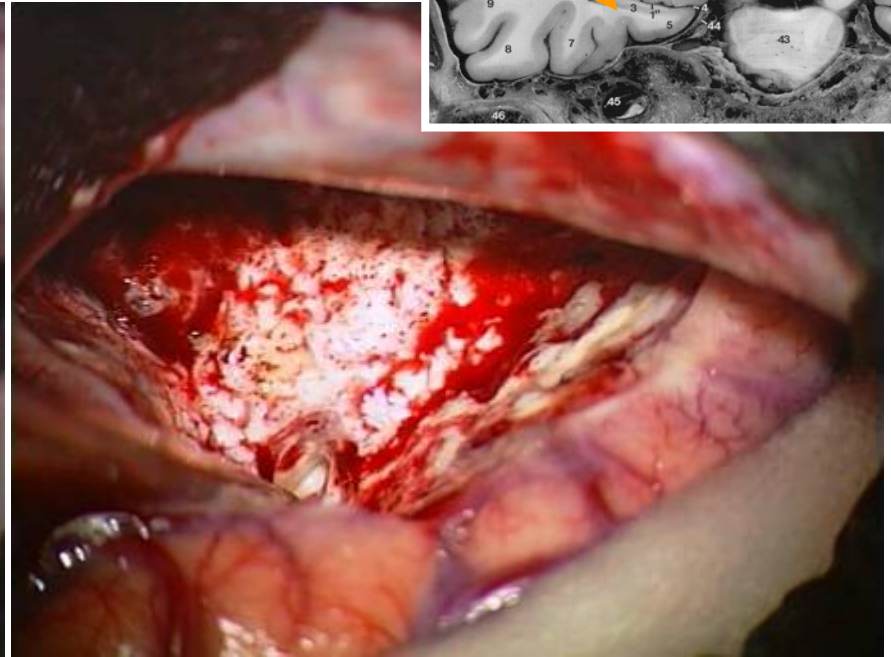
## Neocorticale Resektion



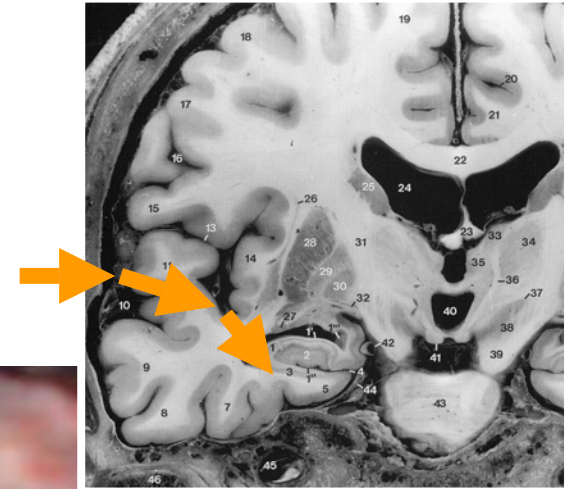
## Neocorticale Resektion



temporobasale Dura



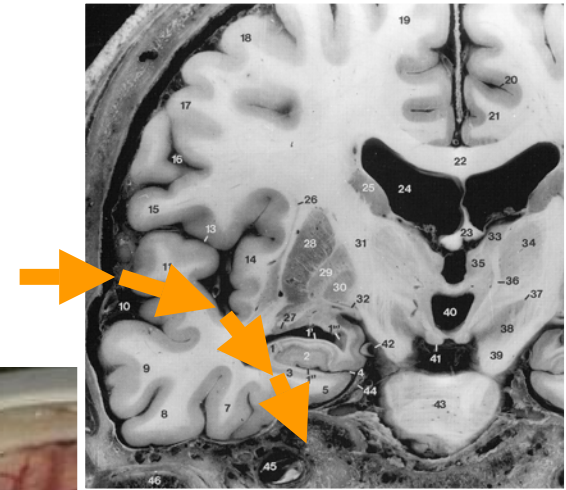
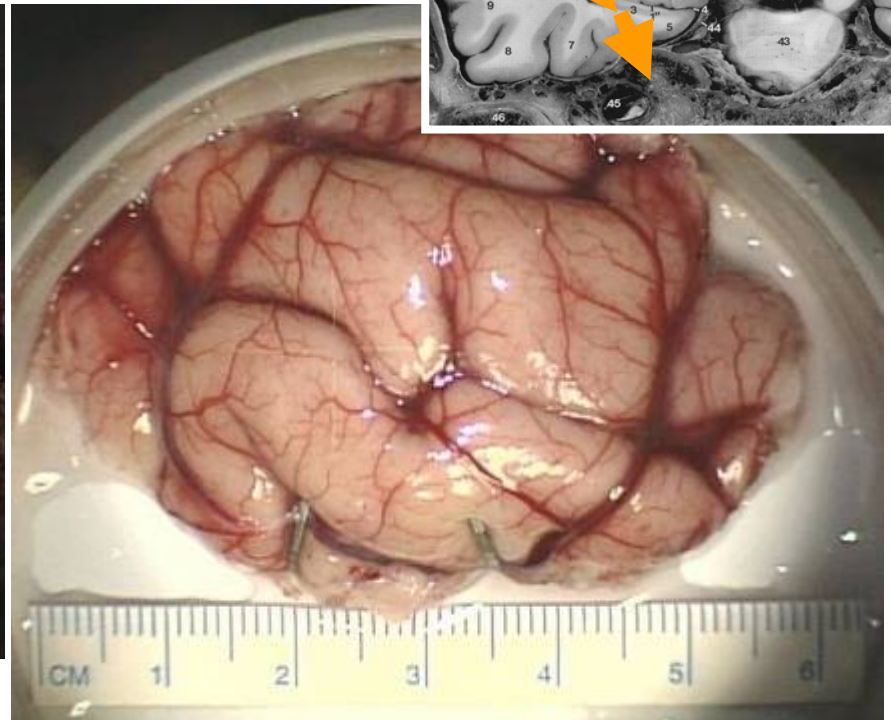
Ventrikeldach eröffnet



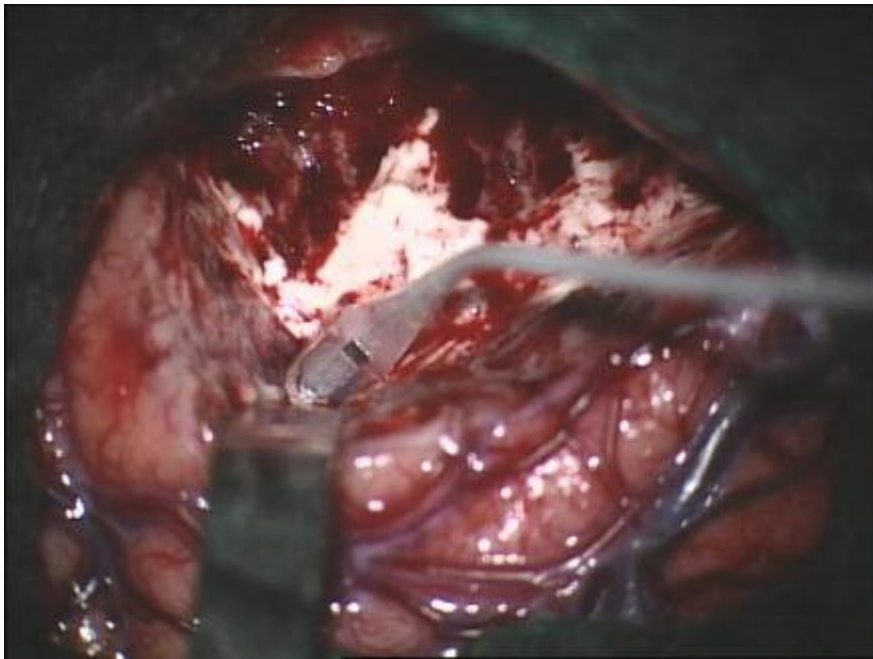
## Neocorticale Resektion



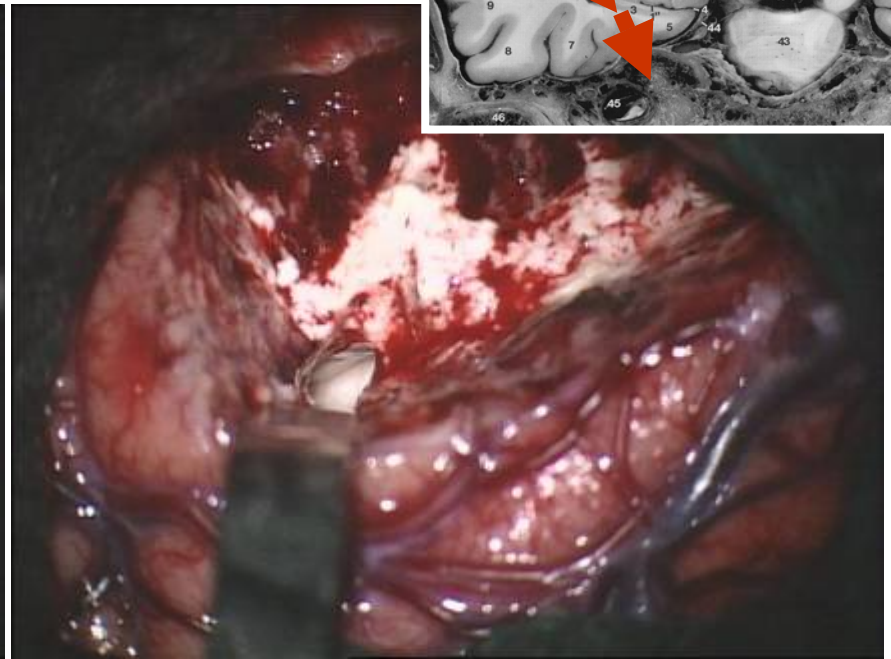
brain shift



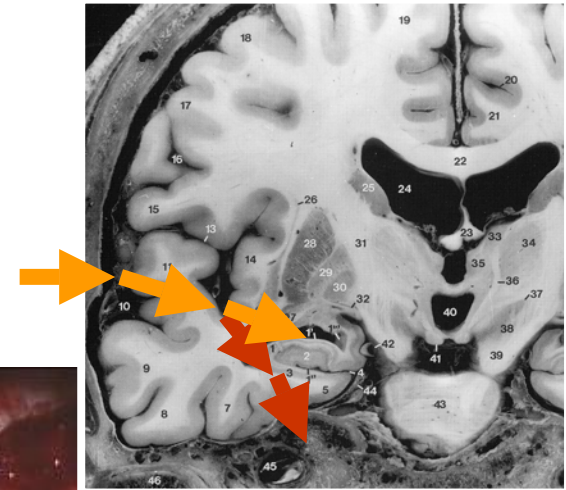
## Resektion der temporomesialen Strukturen



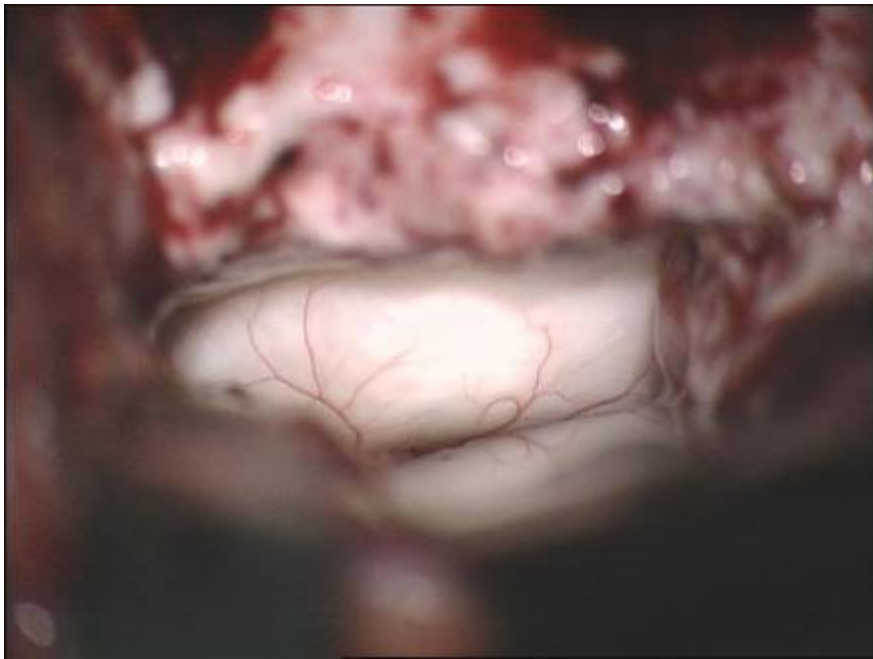
Hippocampuselektrode



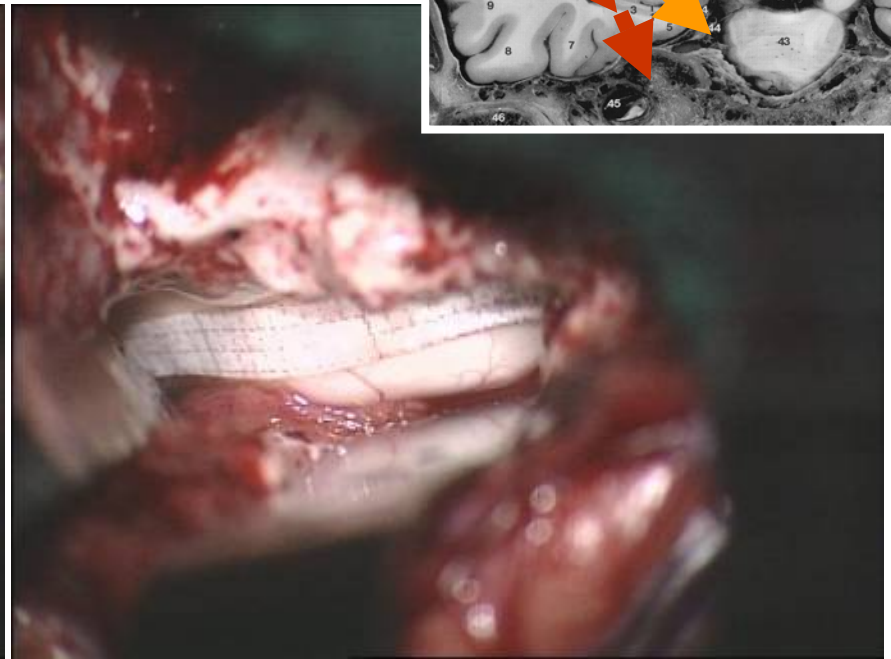
Ventrikeldach eröffnet



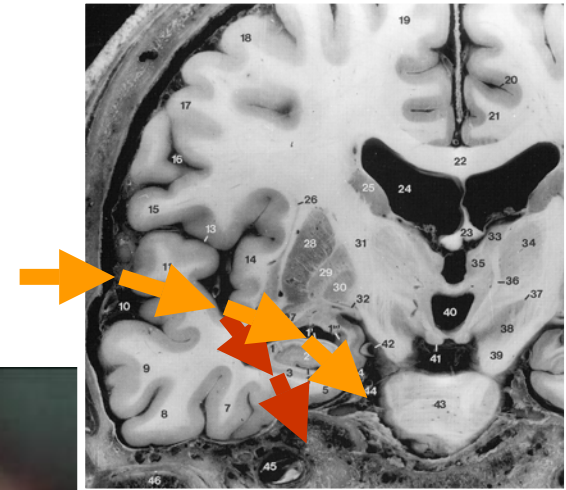
## Resektion der temporomesialen Strukturen



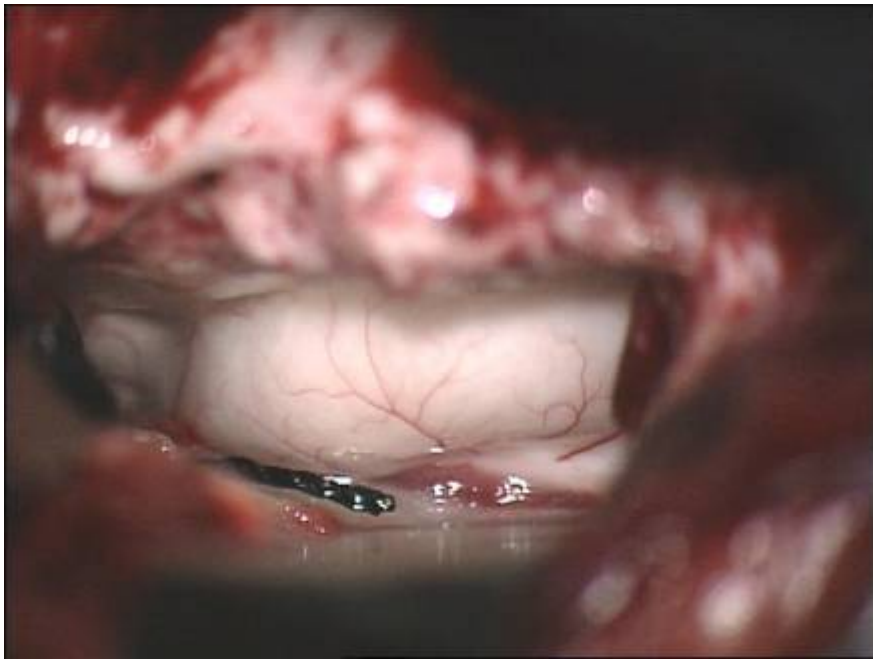
Hippocampusoberfläche



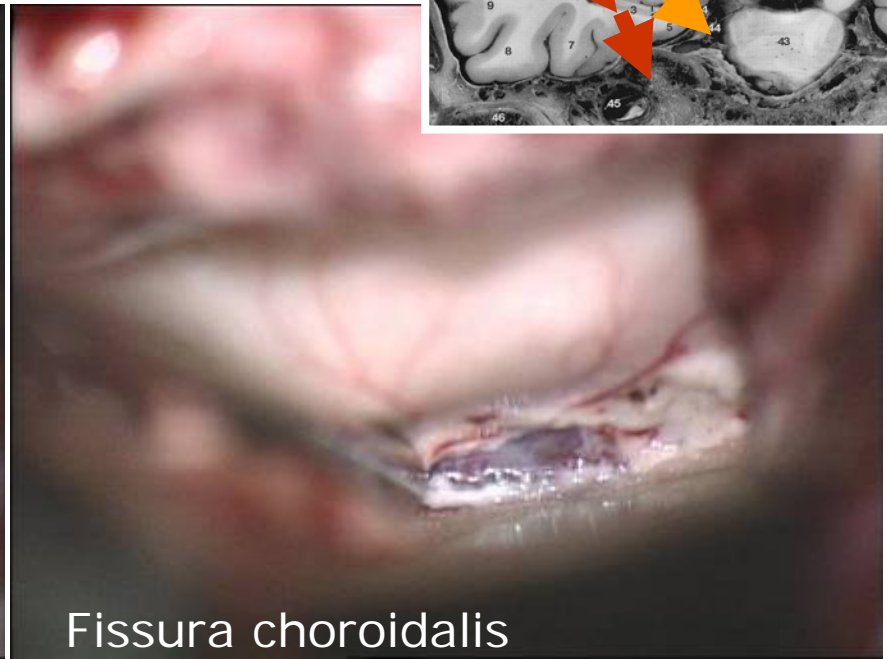
Maßstab: ca. 25-30 mm



## Resektion der temporomesialen Strukturen



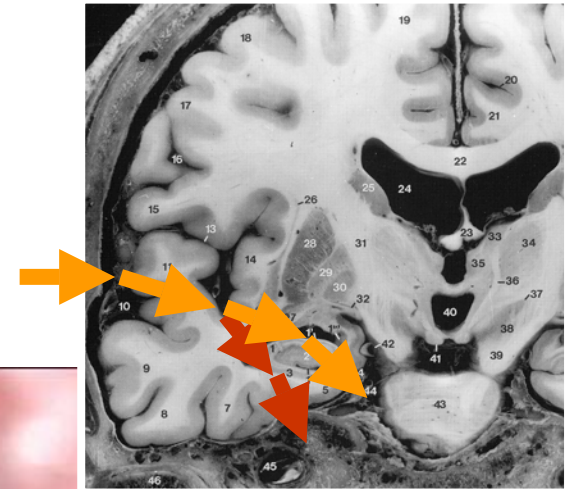
Plexuswatte



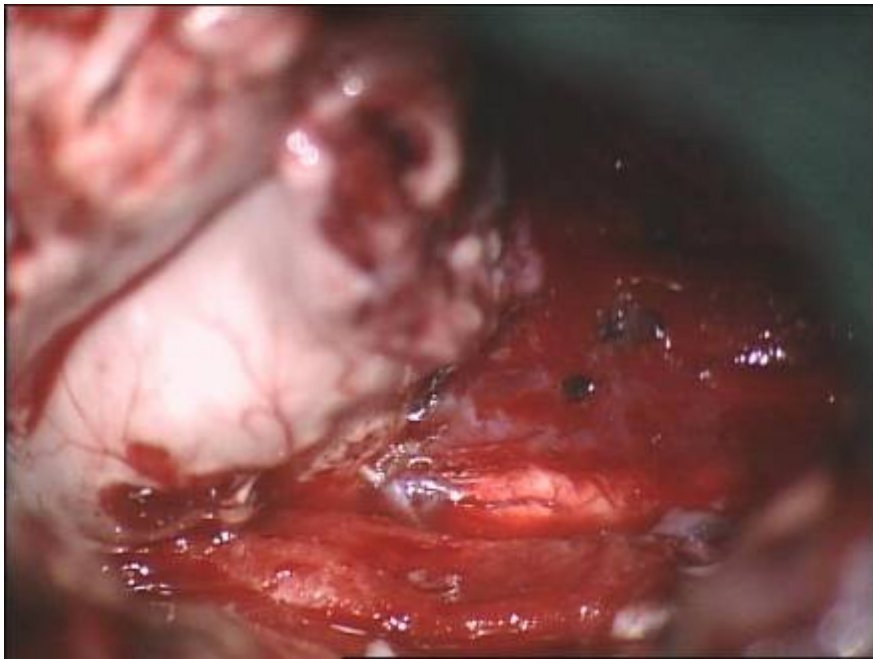
Fissura choroidalis

Fimbria

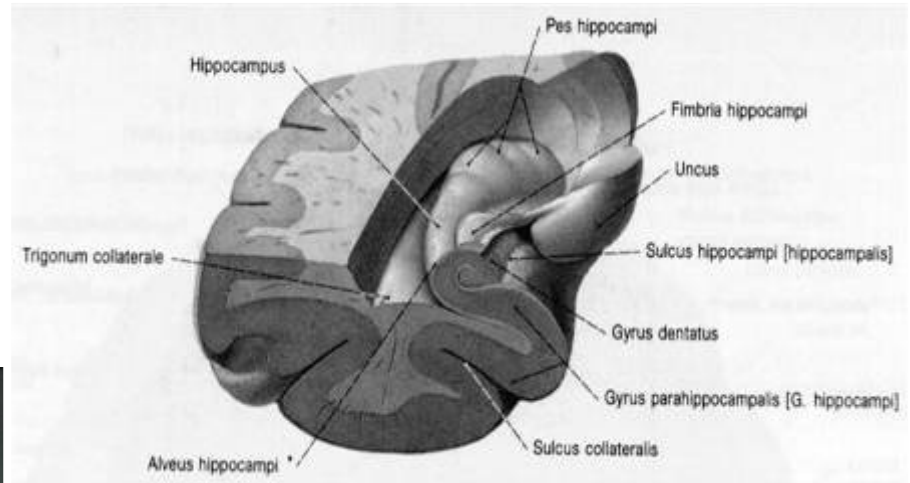
Sulcus hippocampalis



## en-bloc-Resektion des Hippocampus

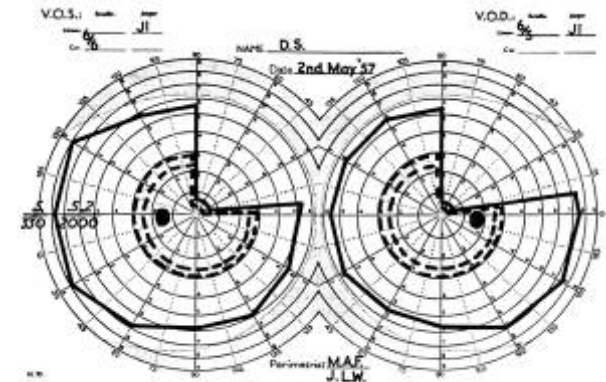


subpiale Resektion  
Hirnstammzisterne

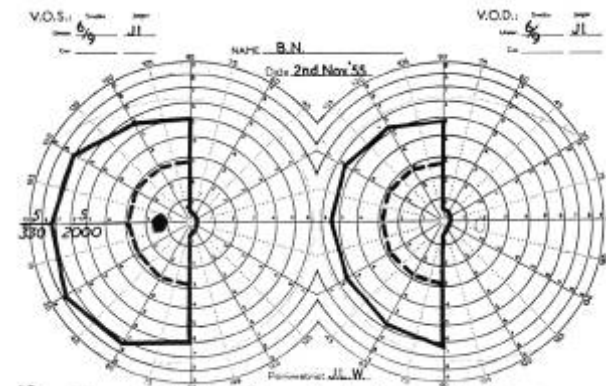


## Risiken - Komplikationen

	%
Hemianopsie	< 2
diskrete GF-Defekte	~ 20
Hemiparese	< 3
Aphasie	1
transient	15
Doppelbilder	< 1
Infektion	< 2
Nachblutung	2 – 3
Mortalität	< 1



Two years following 6 cm. anterior temporal lobectomy



One year following 6.5cm anterior temporal lobectomy.

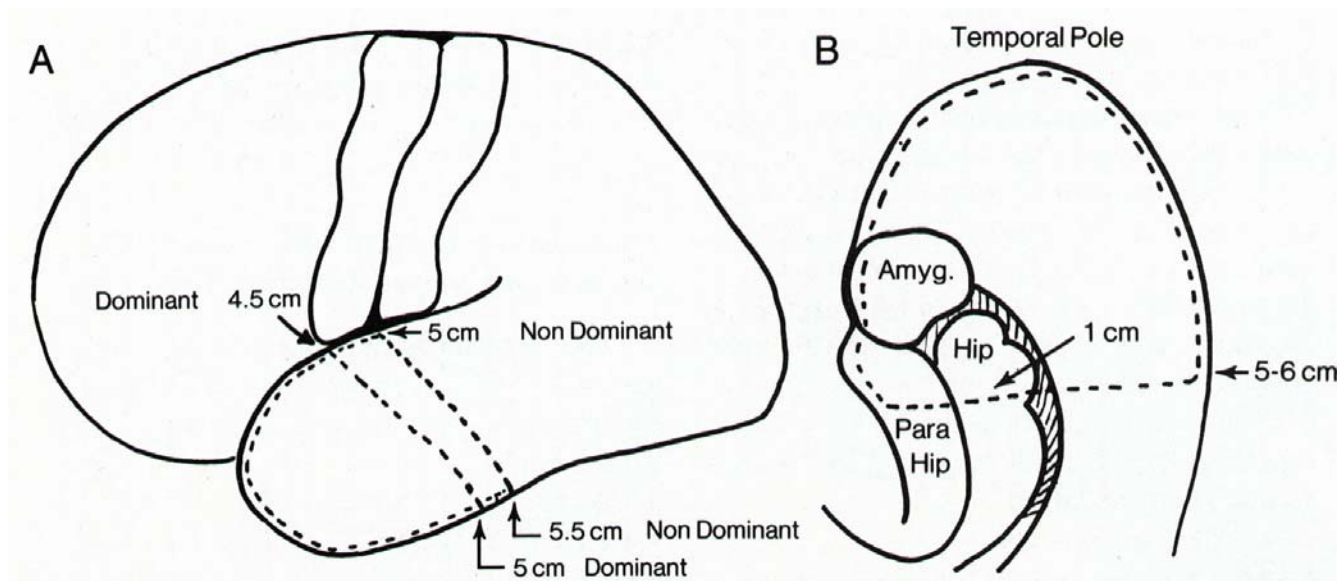
*Falconer 1958*

→ kurative Chance: Anfallsfreiheit bis zu 80%

## Standardisierte Verfahren

Präoperative Kriterien  
bestimmen starr das Resektionsausmaß

- Semiology
- Video-EEG
- MRI
- SPECT
- MEG ...



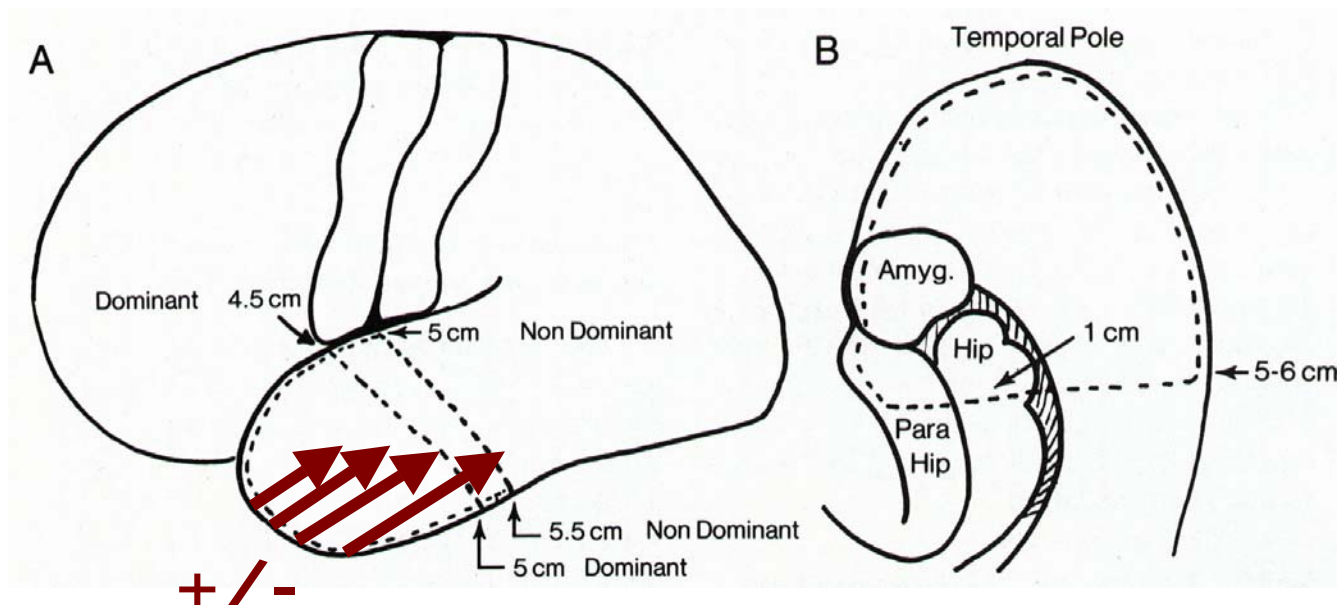
## Standardisierte Verfahren



## Individuell maßgeschneiderte Verfahren

Zusätzliche intraoperative Kriterien  
erlauben eine individuelle Anpassung  
des Resektionsausmaßes

- ECoG
- MRI



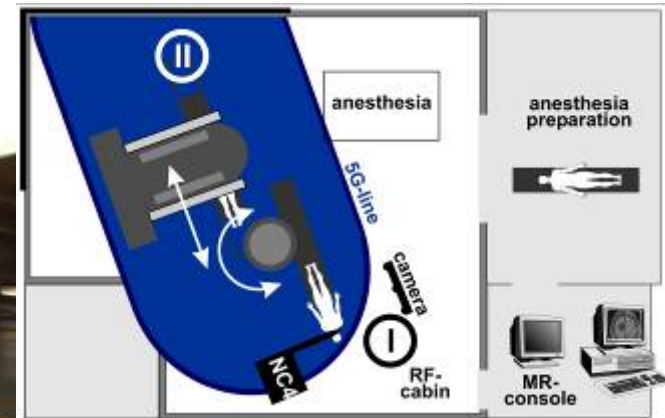
- 1,5 Tesla MAGNETOM Sonata Maestro Class (*SIEMENS*)
- drehbarer OP-Tisch
- Kopf an der 5 Gauss-Linie während der Operation
- *Zeiss* NC4-Mikroskop, *brainlab* VectorVision Navigation

## OP-Position



## MRI-Messposition

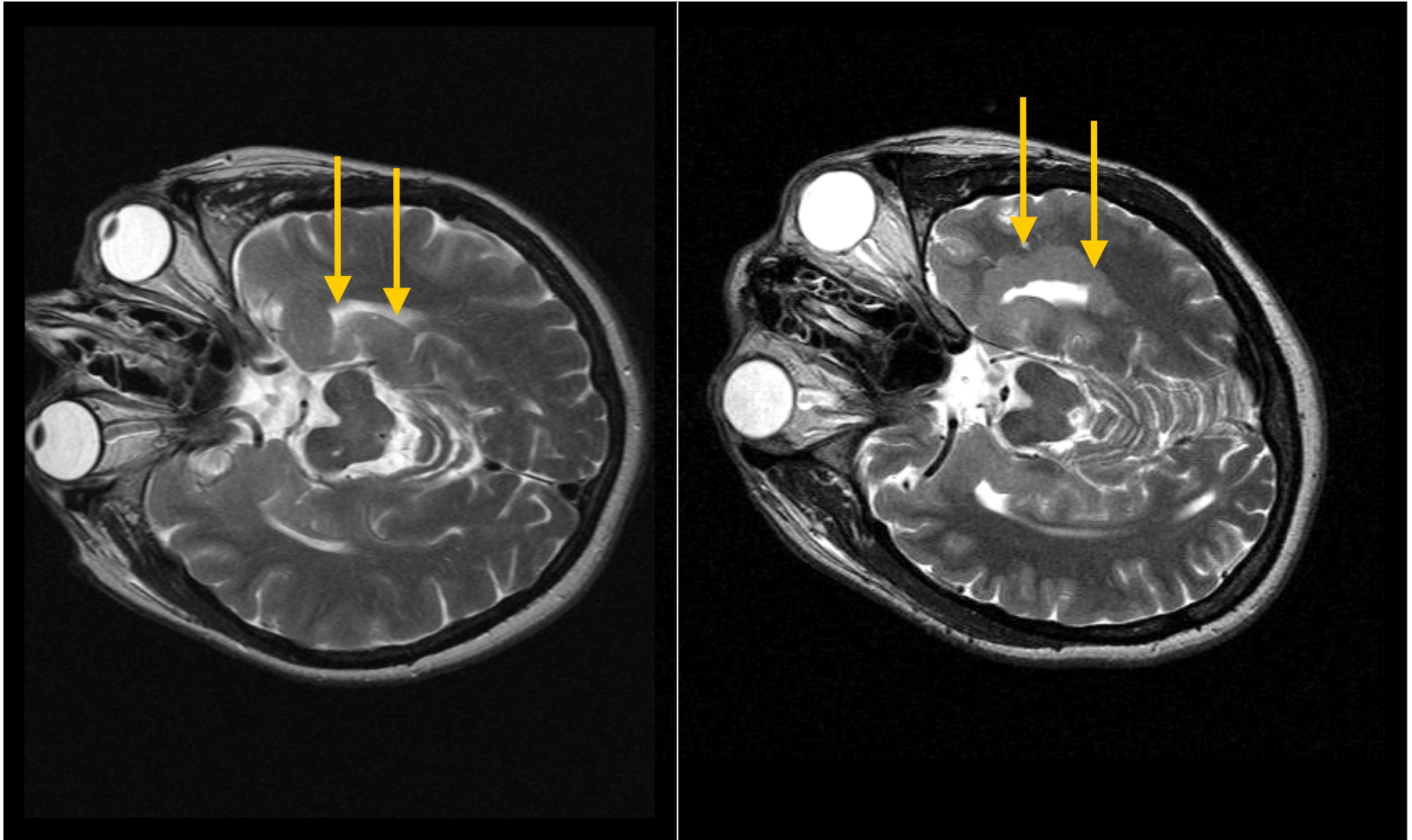




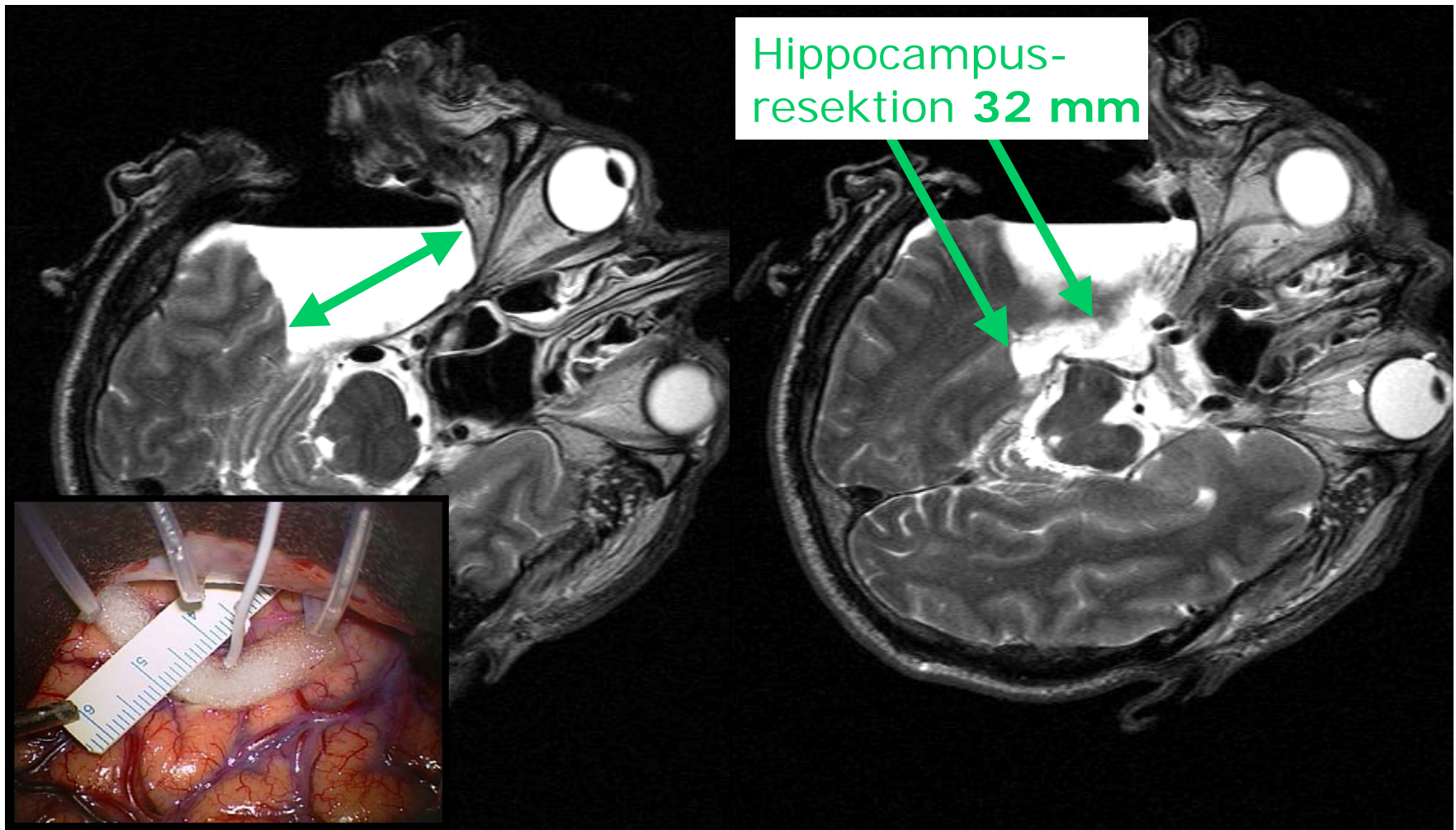
*Montreal-  
ECOG-System*

*Platin-  
subdural-  
elektroden  
(AD-Tech<sup>®</sup>,  
PMT-Cortac<sup>®</sup>)*

**intraop. – vor der Resektion (T2-gewichtet)**



## intraop. Kontrolle des Resektionsvolumens

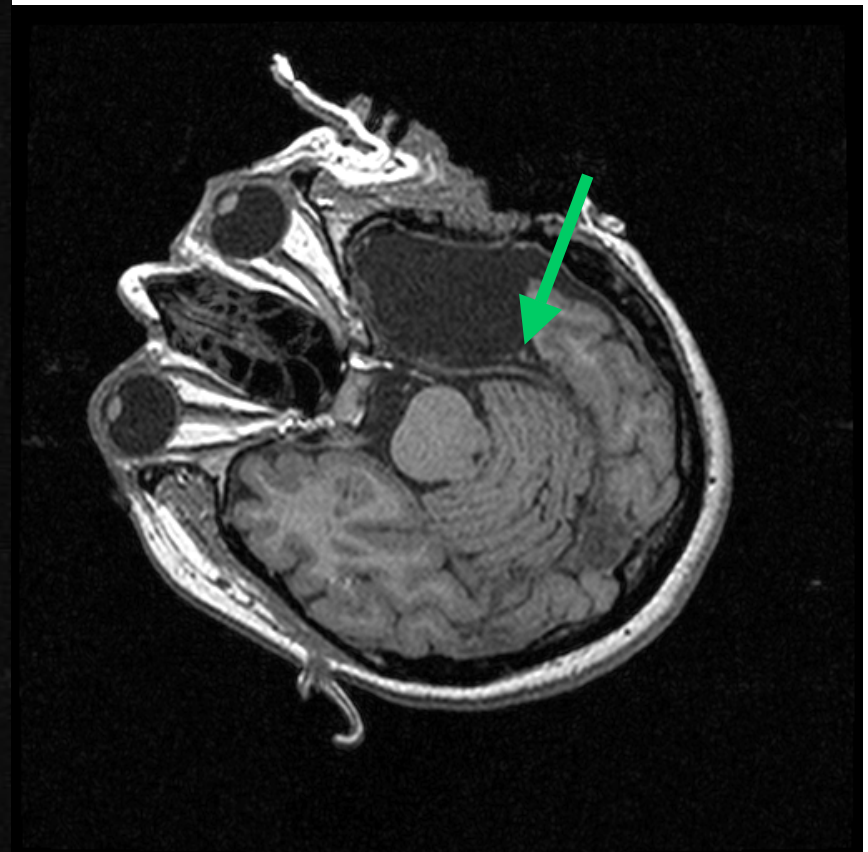


## intraop. Kontrolle des Resektionsvolumens



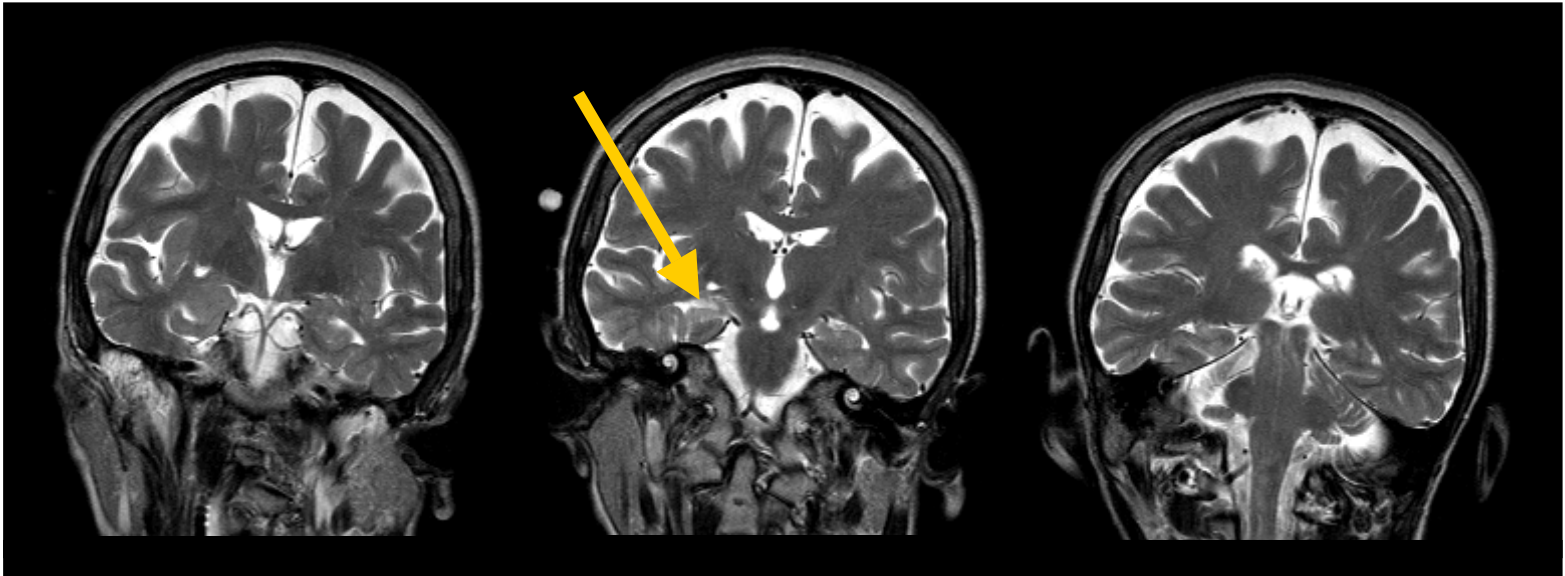
T2-coronar

T1-axial  
MPRAGE



## Selektive Amygdalohippocampektomie (Hippocampussklerose)

- prä



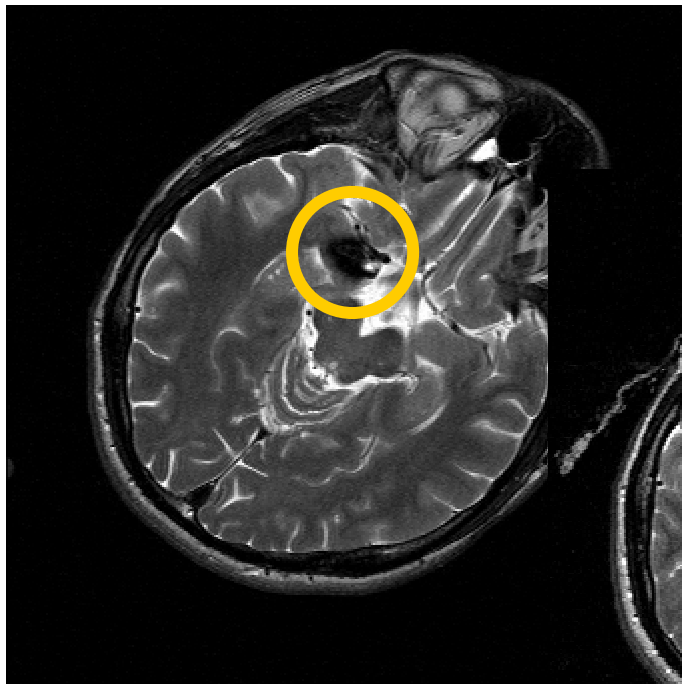
- post



**Kavernom rechts temporal → symptomatische Epilepsie**

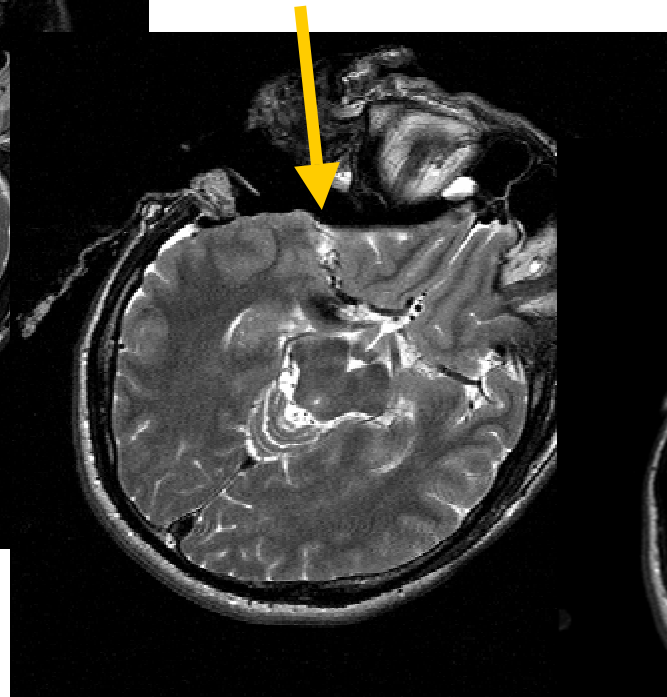
**Problem:**

**globale Aphasie and kompletter Gedächtnisverlust im Wada-Test!**

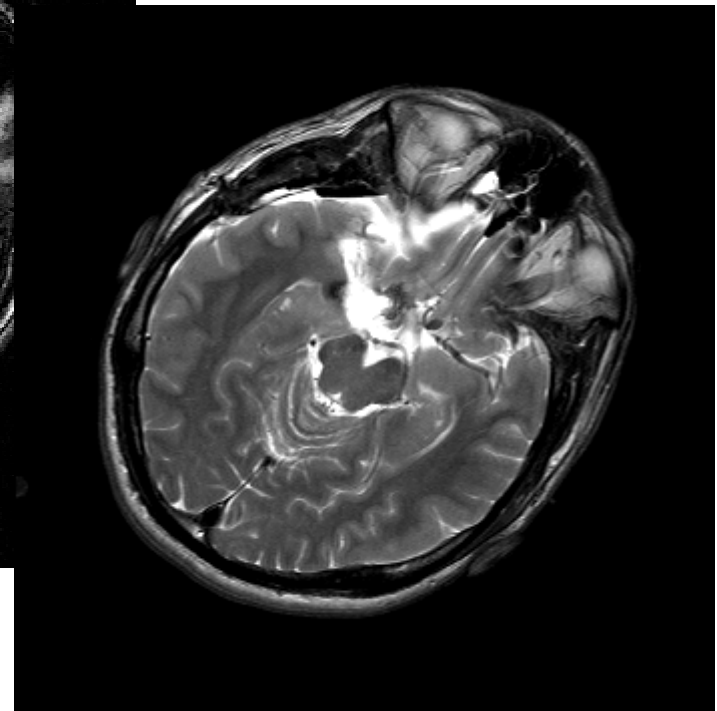


*prä*

*1. MRI*

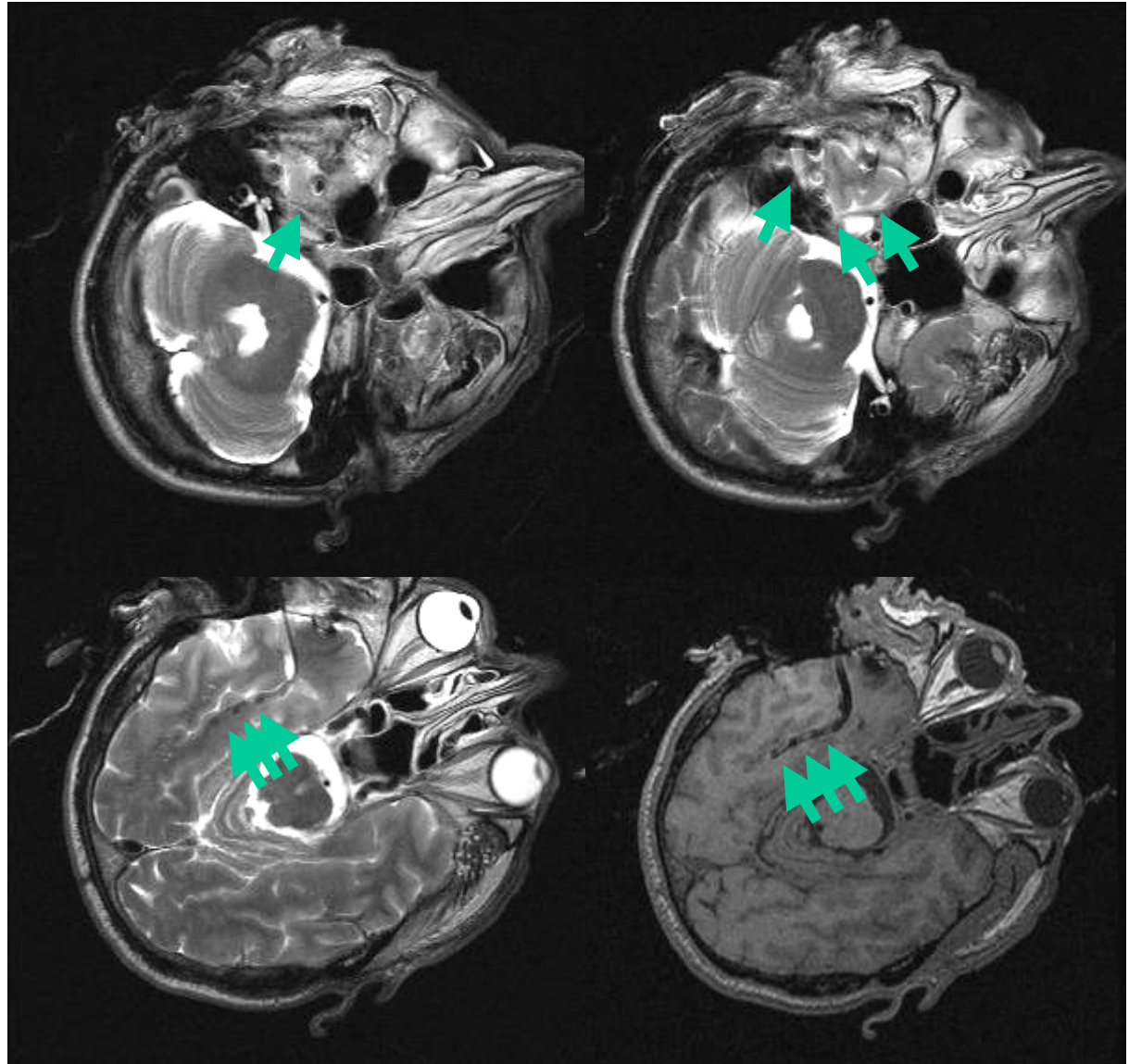


*2. MRI*

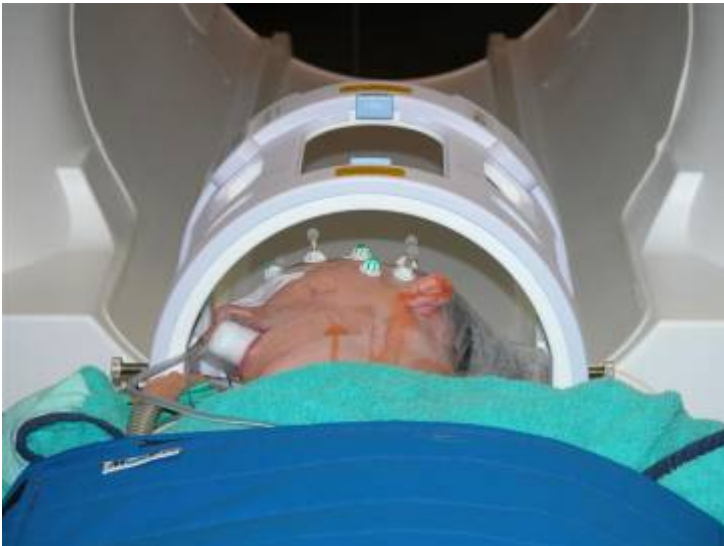


## Intraoperatives ECoG mit Platin-Elektroden

basaler  
Neocortex

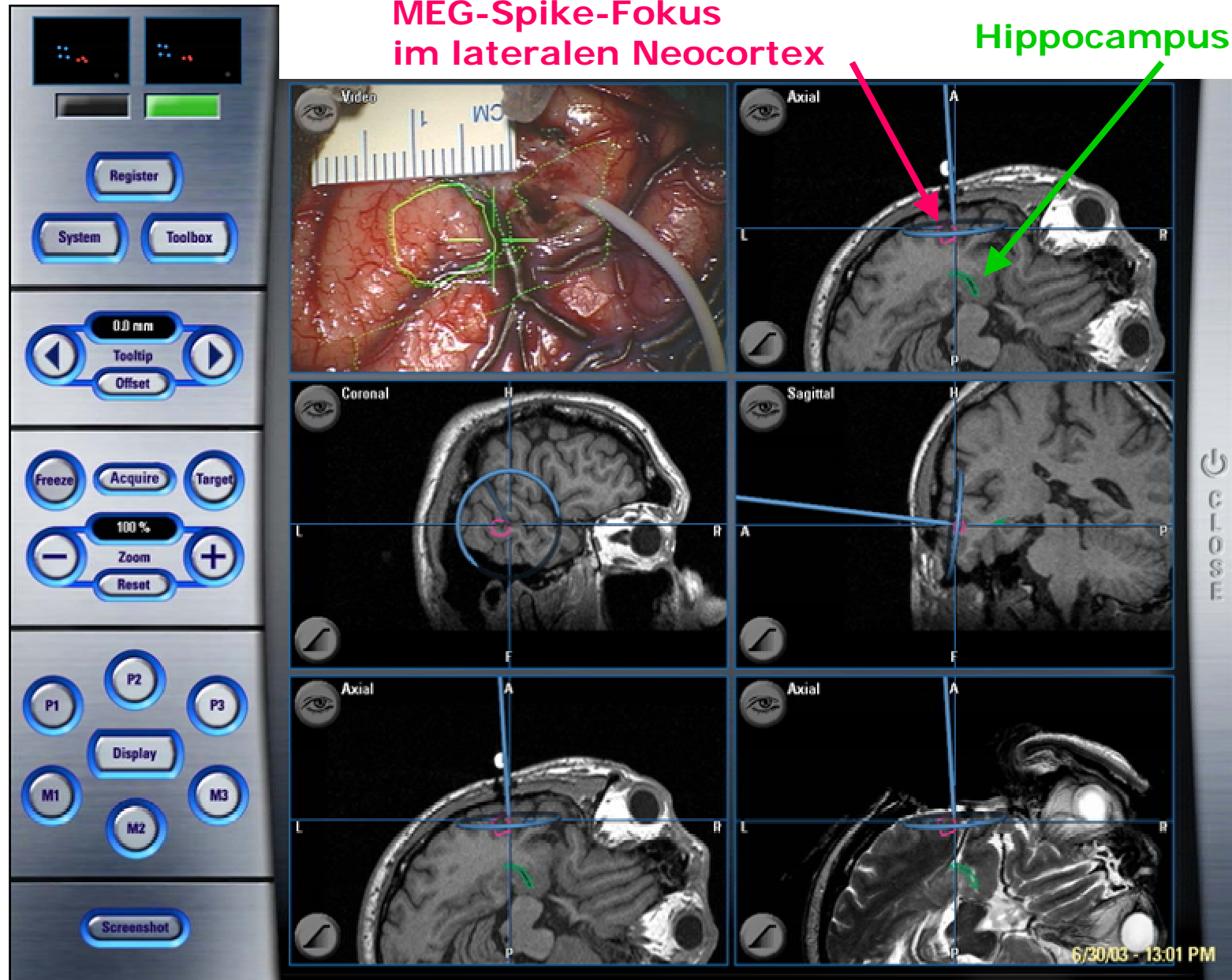


Hippocampus

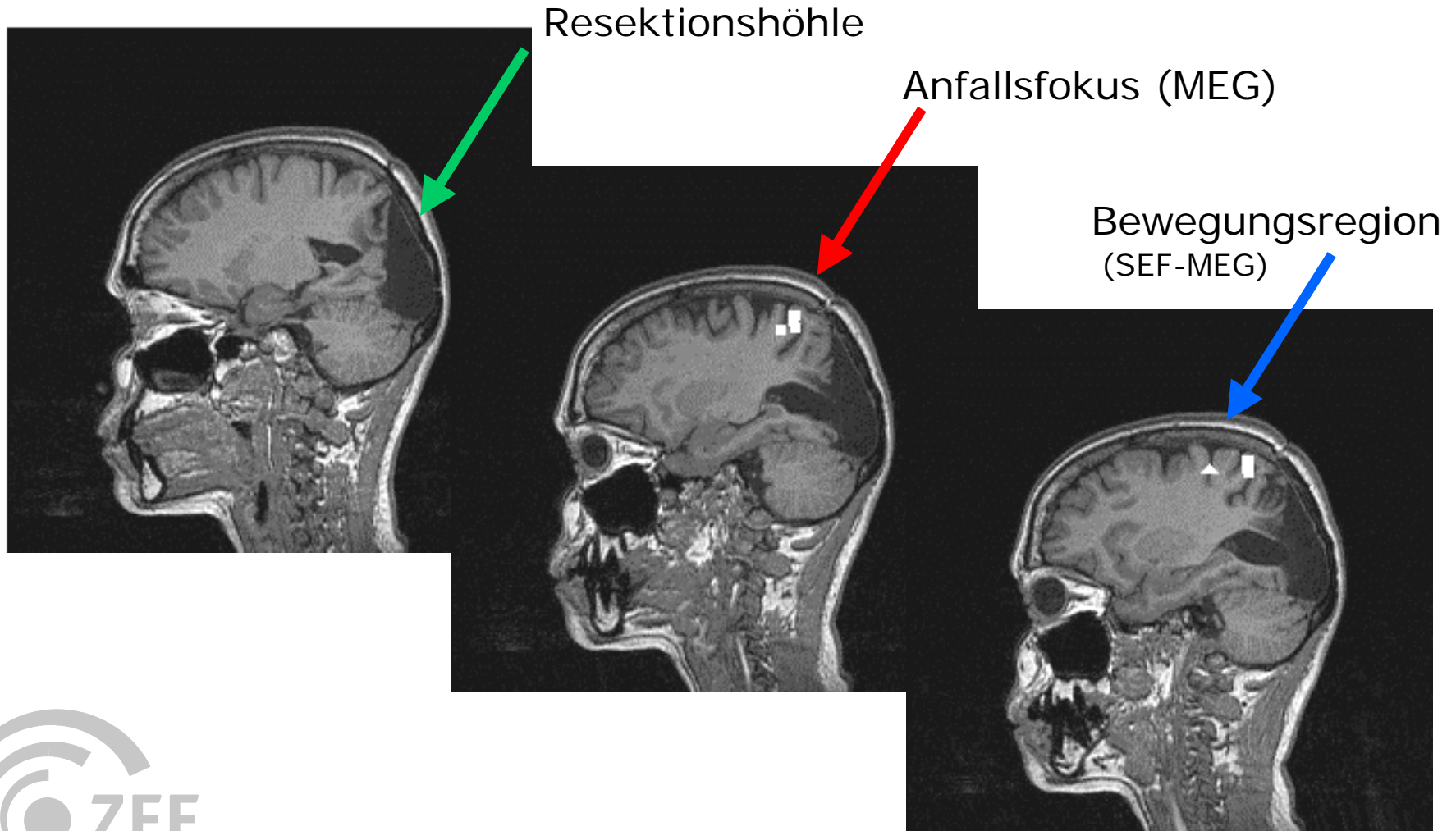


**Neuronavigation**  
(System brainlab)

optische Registrierung  
der Raumkoordinaten



**Patientin B.K., 38 Jahre**

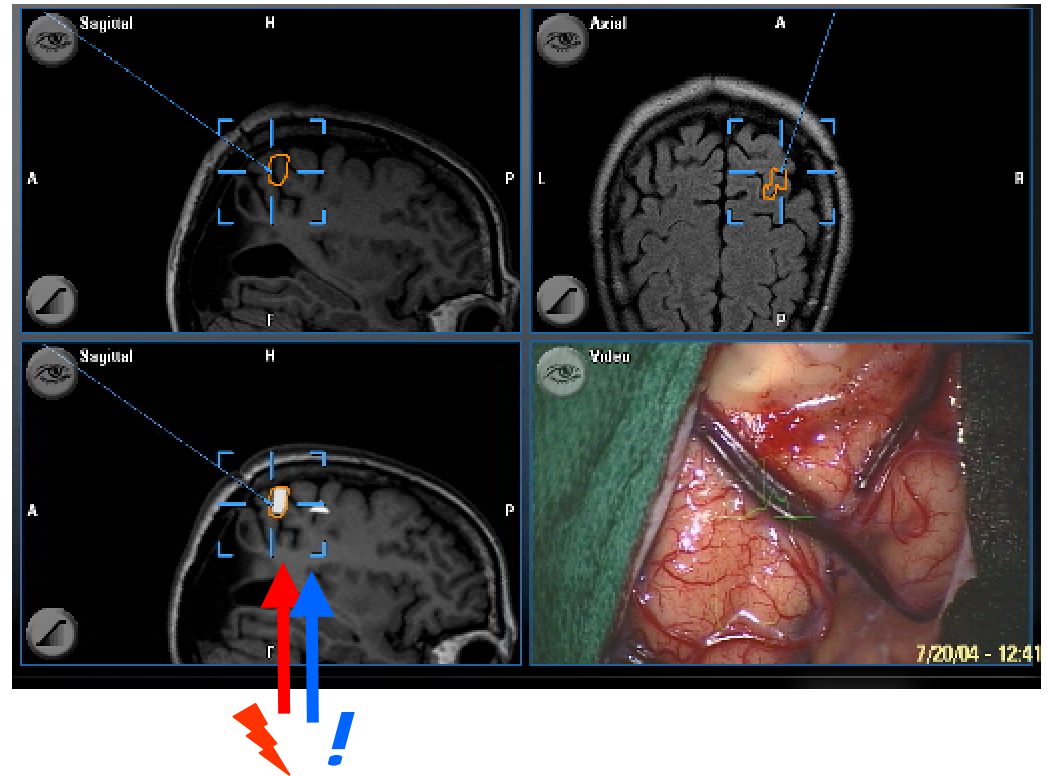


# Operation – epilepsiechirurgische Resektion des Anfallsherdes



MRI

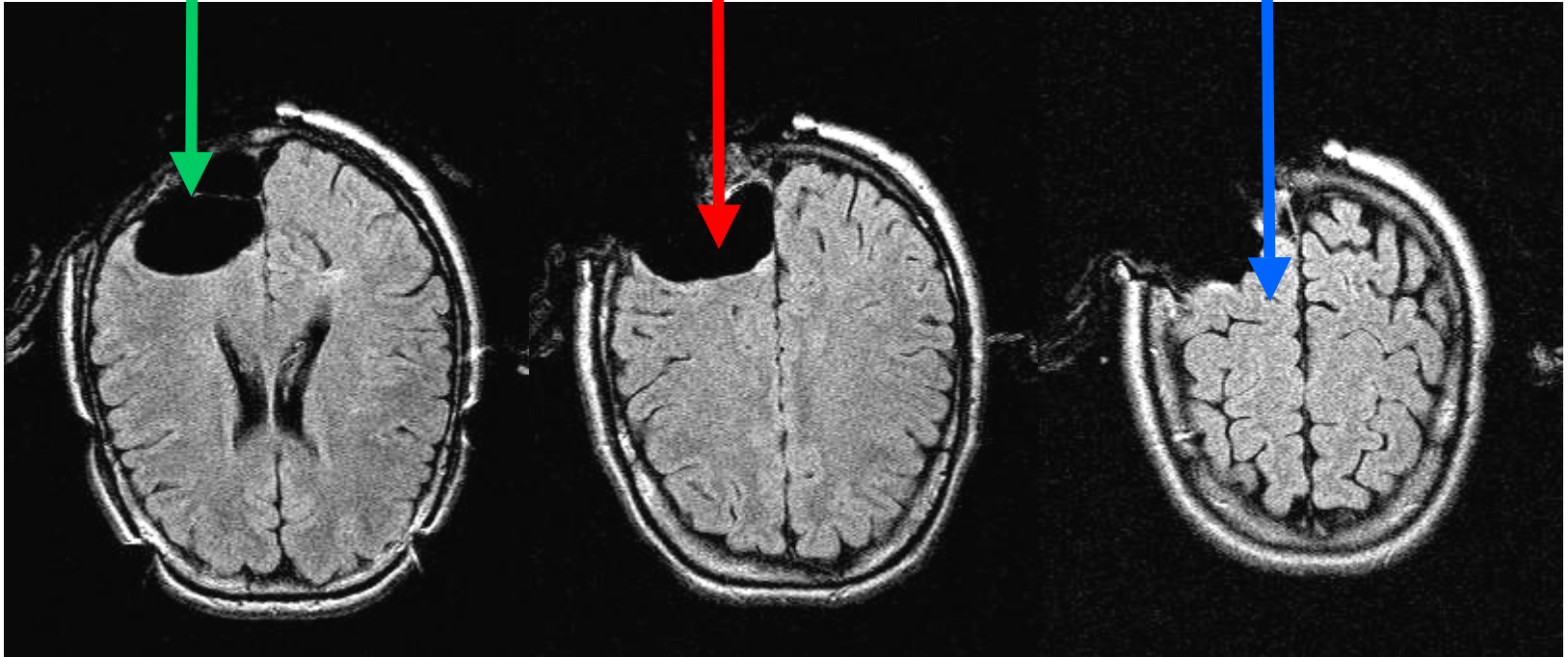
funktionelle Neuronavigation



Resektionshöhle

Anfallsherd

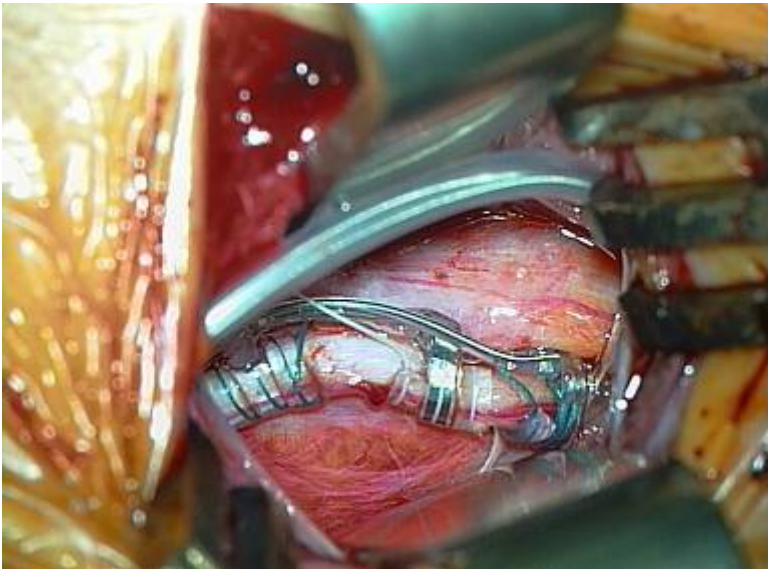
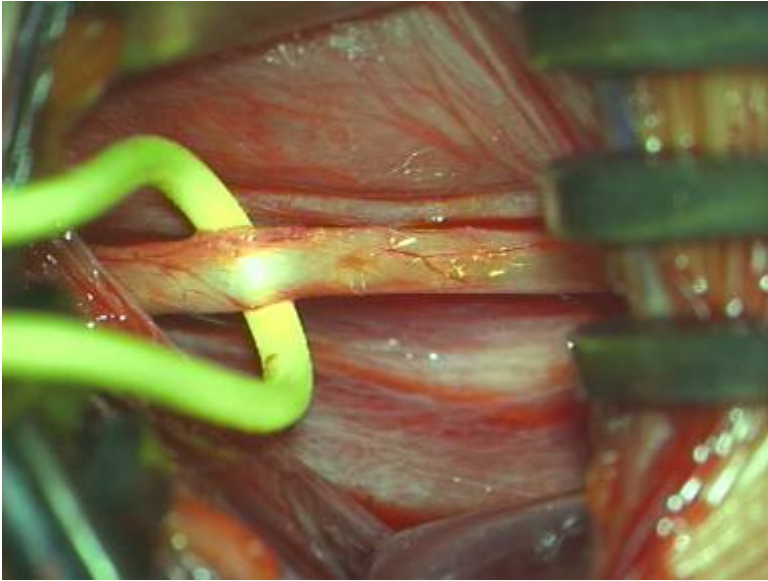
Bewegungsregion



**postoperativ**

- kein zusätzliches neurol. Defizit
- mobilisiert auf Normalstation
- keine Anfälle

# Palliative operative Therapie – N.vagus-Stimulation



**elektrische Reizung**  
des N.vagus und des  
Nucl. tractus solitarii



klinisch-neurologisch unauffällig  
gute Schülerin, spricht drei Sprachen

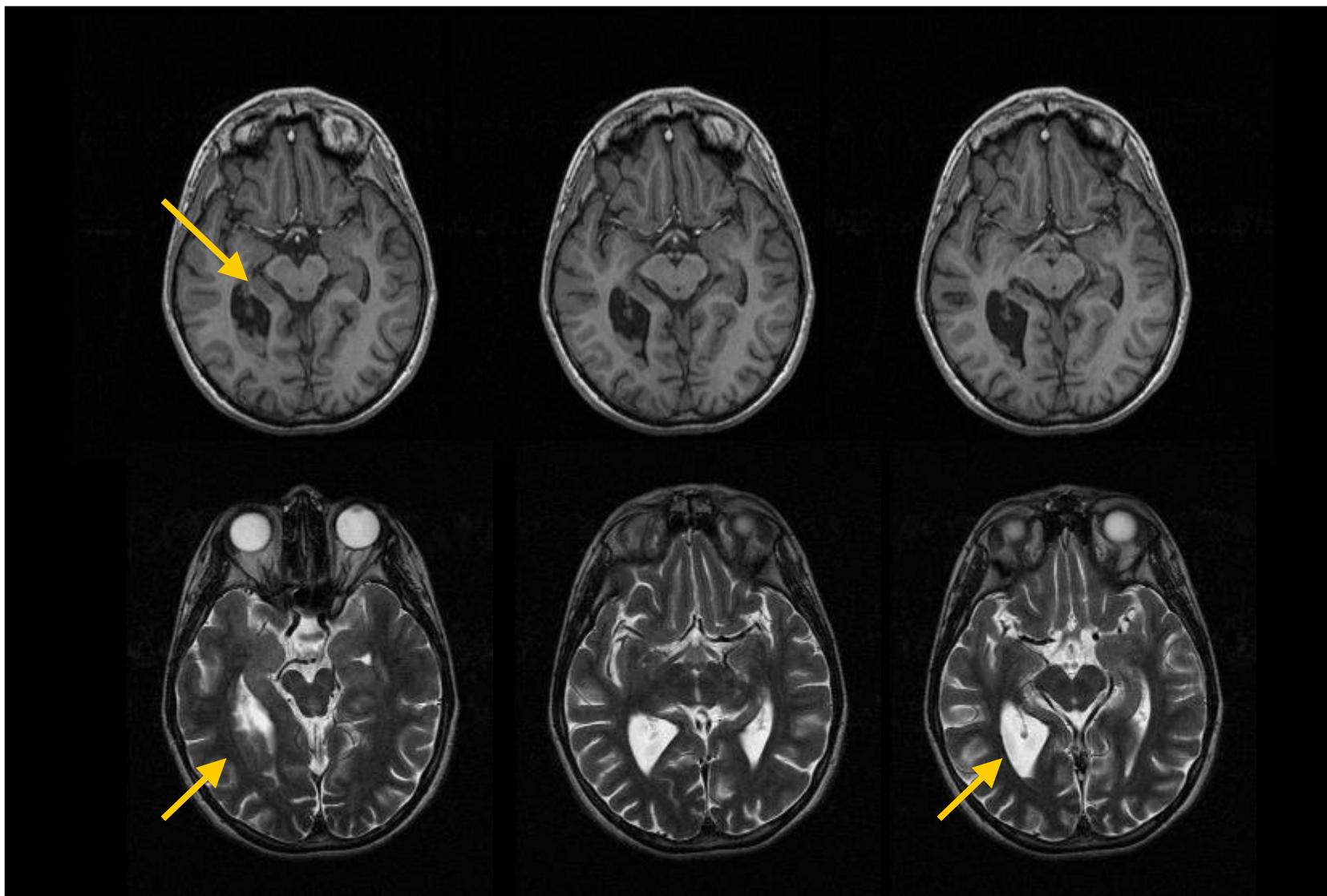
seit 3 Jahren komplex-fokale Anfälle

starrer Blick, Schmatzen, Nesteln, Gesichtsrötung  
circa 1 Minute Dauer, postiktale Müdigkeit  
etwa 6 mal pro Monat unter Antiepileptika-Medikation

→ *Pharmakoresistenz*

→ *fokale Epilepsie ?*

## MR



**Video-EEG-Monitoring** (closely spaced, Sphenoidalelekt.)  
monofokal epilepsietypische Pot. temporo-occipital rechts

## FDG-PET

Hypometabolismus temporal rechts, vorw. mesial

## Wada-Test

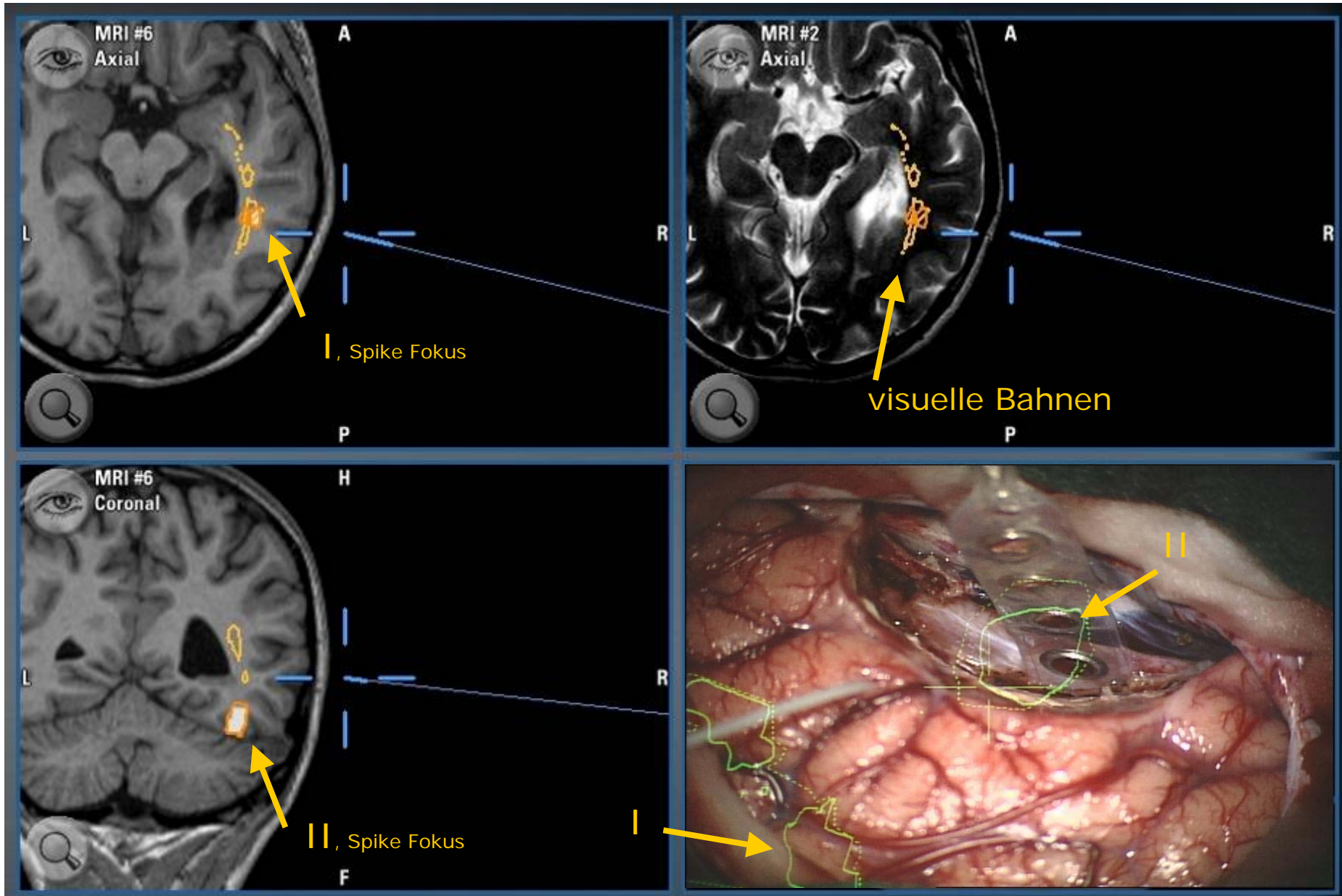
Sprachlateralisation links, Gedächtnis beidseits

## Ophthalmologie

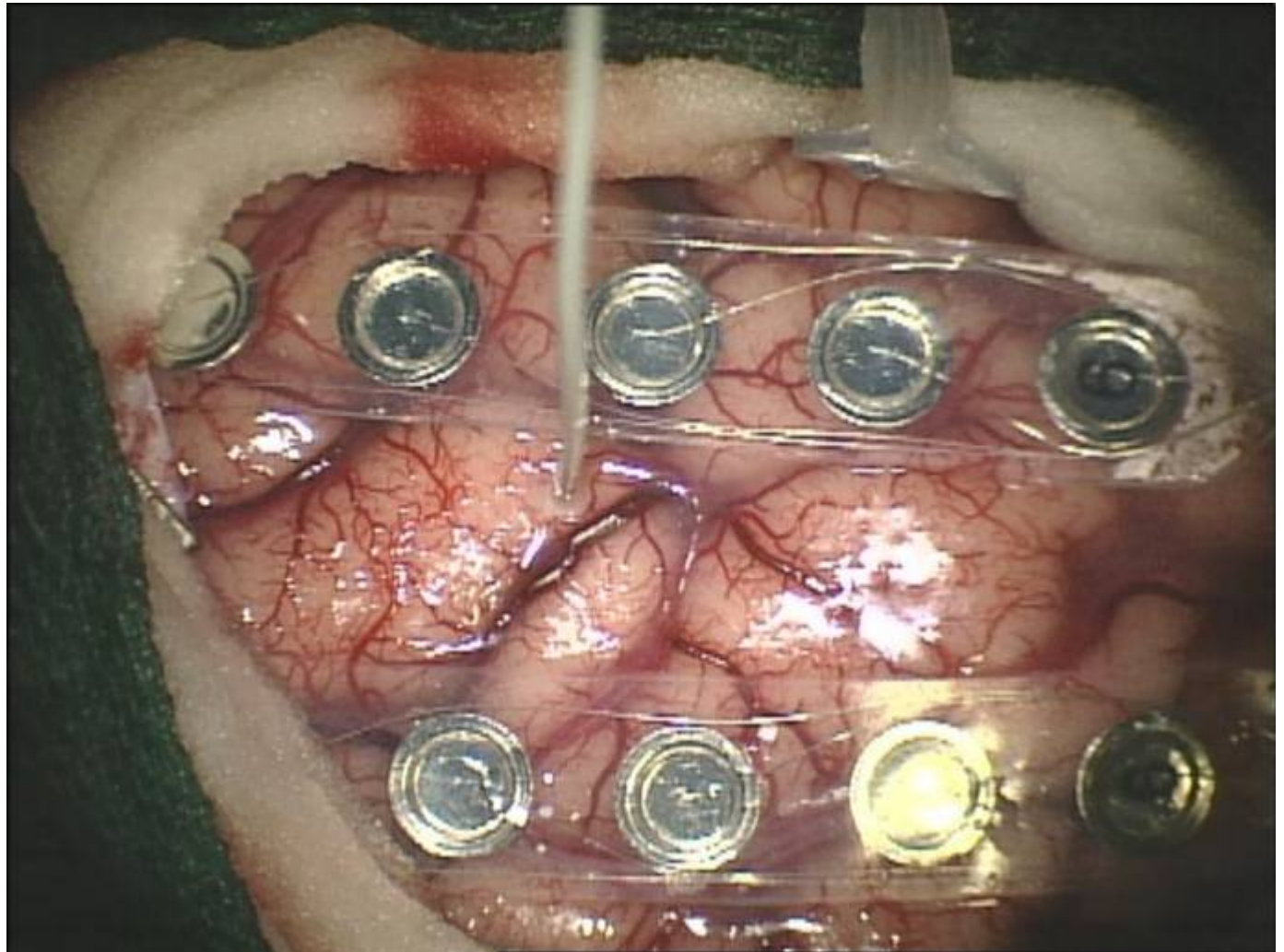
diskreter GF-Defekt nach oben (RA>LA)

## MEG

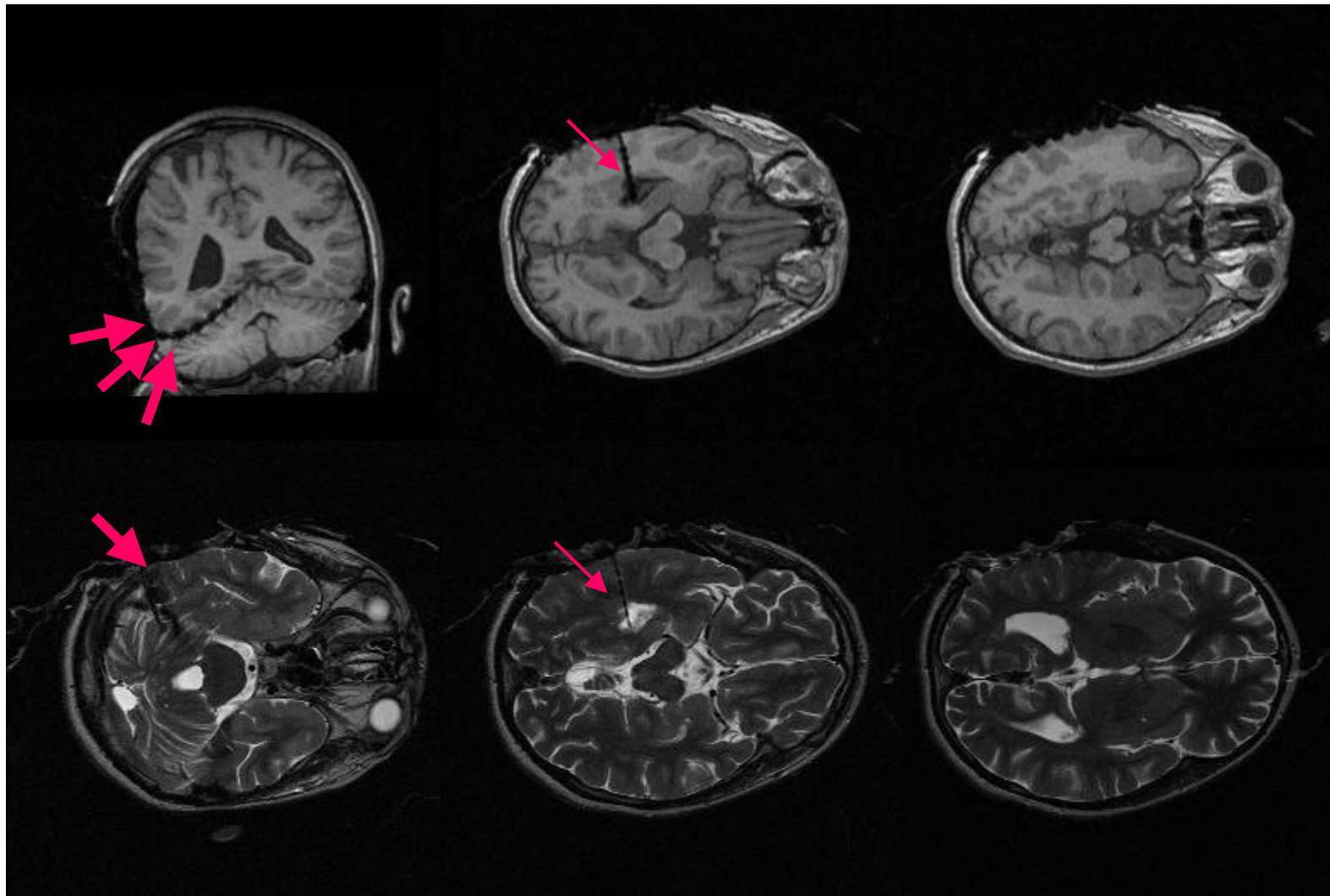




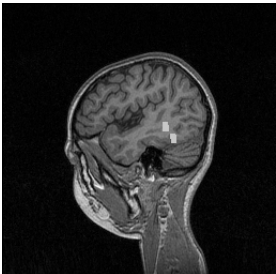
ECoG – invasive Diagnostik: *tailoring*



## intraop. MR - Elektrodendarstellung

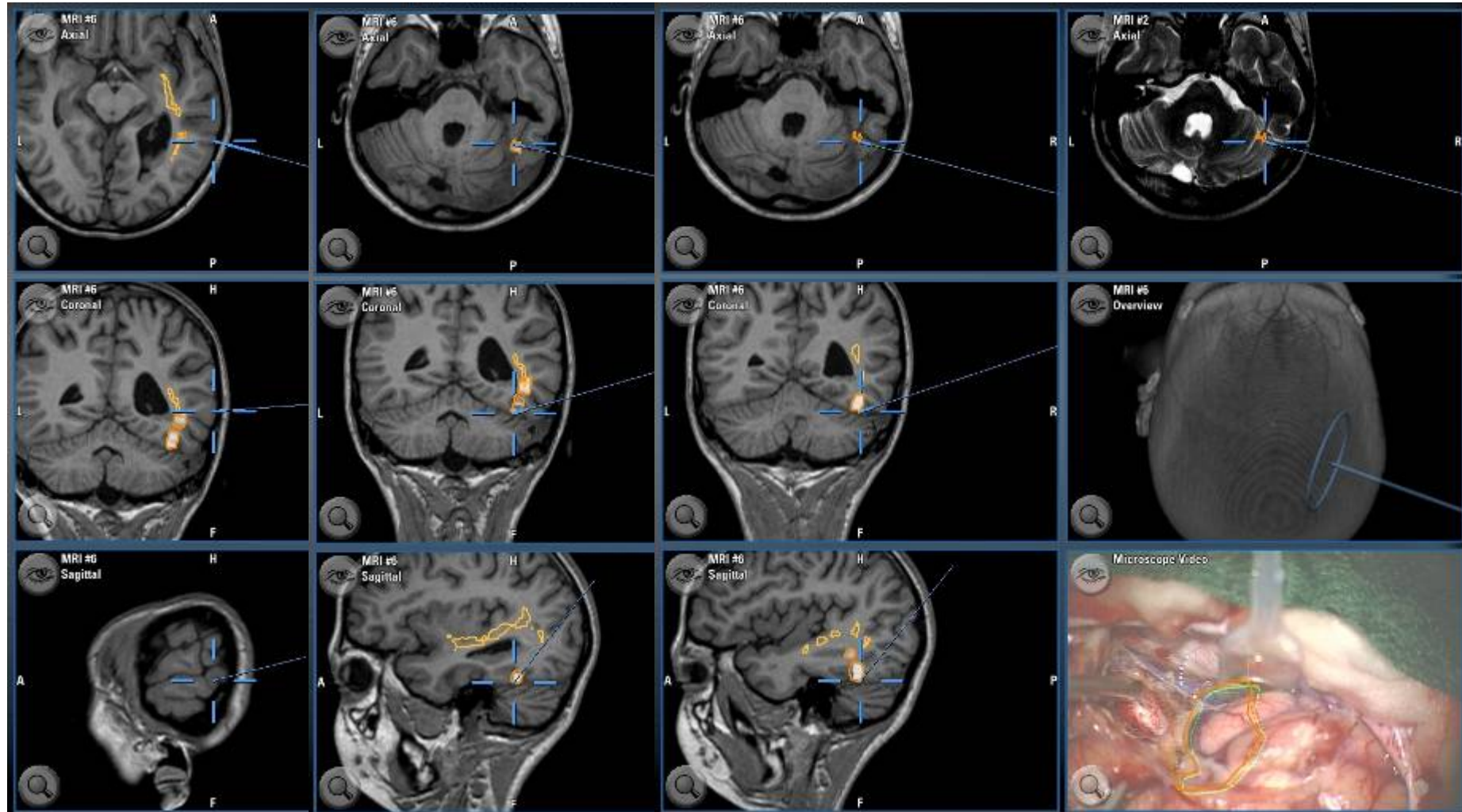


MEG

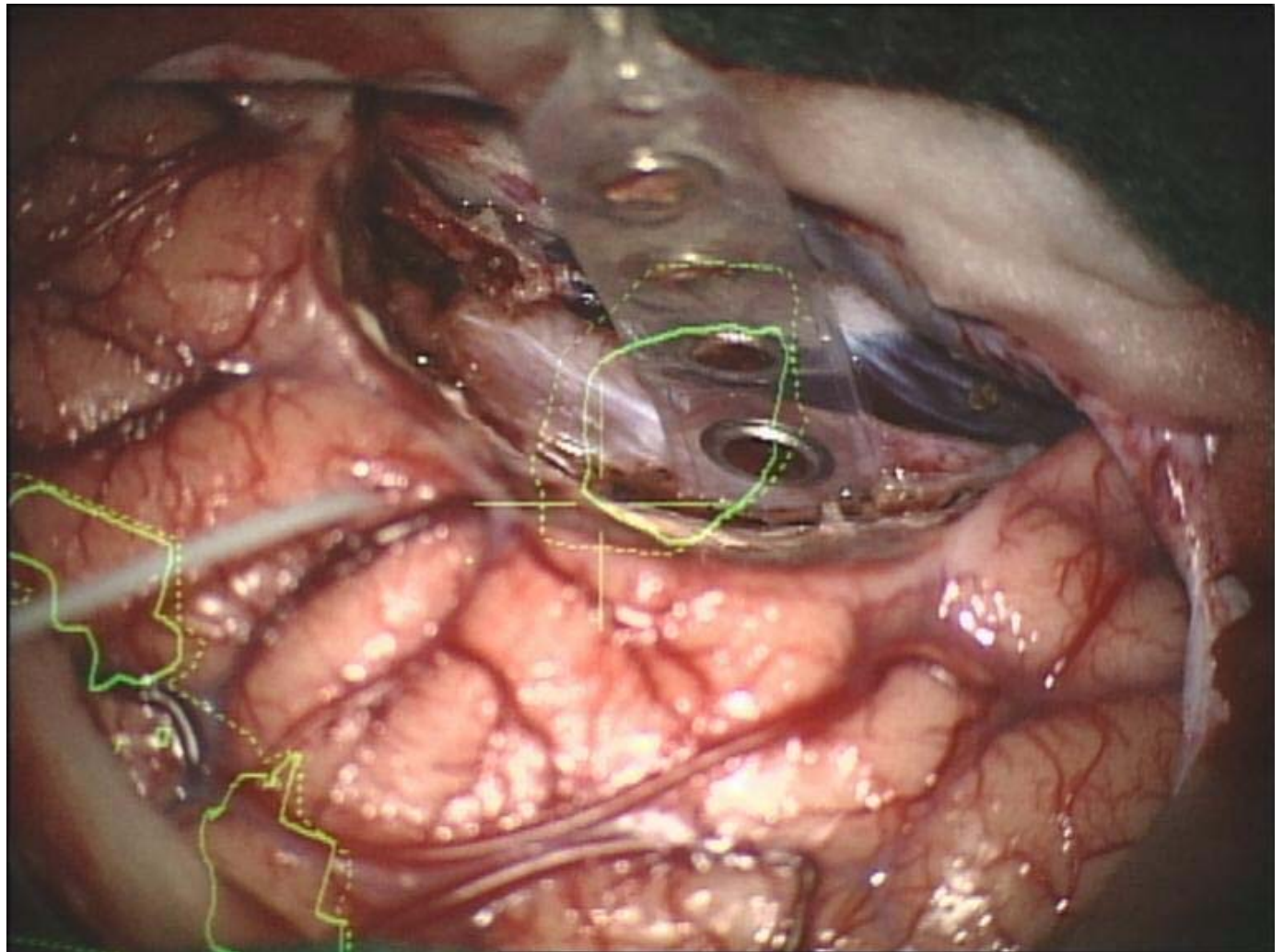


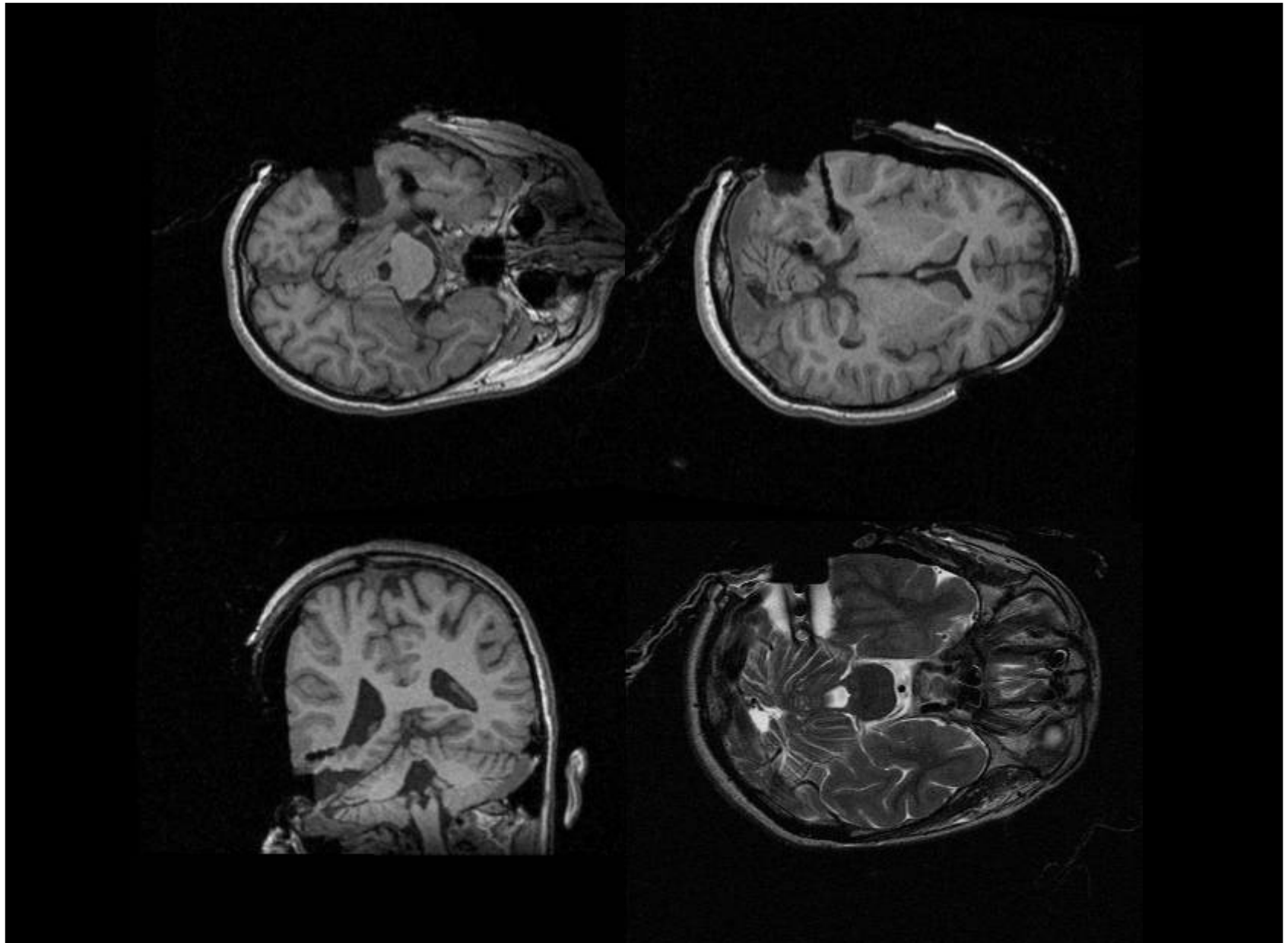
# Operation

## Navigation: Sehbahn – MEG Foci



## Resektion





interdisziplinäre präoperative Diagnostik  
interdisziplinäre Behandlungsstrategien

individuell angepasste Therapie durch "intraoperatives *tailoring*"

minimale Invasivität - maximale Sicherheit

*Anfallsfreiheit*  
*Anfallskontrolle*  
*Lebensqualität ...*

→ intraop. ECoG

→ intraop. MRI

→ funktionelle  
Neuronavigation

