

## Bedeutung der 3D-OP-Planung und 3D-Navigation für die minimal-invasive Neurochirurgie

### Autoren:

E. S. Schwandt<sup>1</sup>, S. Kantelhardt<sup>1</sup>, A. Ayyad<sup>1</sup>, M. Kosterhon<sup>1</sup>, A. Stadie<sup>2</sup>, A. Giese<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Neurochirurgie, Universitätsmedizin Mainz, Mainz, Germany

<sup>2</sup>Klinik für Neurochirurgie, Universitätsklinik Mannheim, Germany

### Abstract:

Seit 2004 wird zur dreidimensionalen OP-Planung in der Mainzer Neurochirurgie das Dextroscope-System genutzt, um neurochirurgische Eingriffe durch Optimierung der Zugangswege und Vorgehensweisen sicherer und schonender durchführen zu können. Hierzu werden zweidimensionale Schichtbildaufnahmen fusioniert.

Weltweit werden mittlerweile in den Operationssälen nahezu jeder größeren neurochirurgischen Abteilung Navigationsgeräte eingesetzt, die dem Chirurgen intraoperativ die Orientierung erleichtern. Auch diese Geräte verrechnen zweidimensionale Schichtbildaufnahmen und ermöglichen in diesen die Darstellung der exakten Position von OP-Instrumenten. Da es leider bislang nicht möglich war, die mit dem Dextroscope-System erstellten 3D-Planungsdaten zur intraoperativen Navigation zu nutzen, unternahmen wir nun erste Schritte, um mit präoperativ dreidimensional erstellten Planungsdaten intraoperativ dreidimensional navigieren zu können.

### Problem:

Bei komplizierten neurochirurgischen Operationen ist eine individuelle Vorbereitung und Planung besonders wichtig, durch Anstreben möglichst minimal-invasiver Techniken kann das Outcome verbessert werden.

Die Dextroscope-Planungssoftware errechnet aus hochauflösenden CT- und MRT-Datensätzen ein Modell des Patientenkopfes, welches dreidimensional in der virtuellen Realität projiziert wird. Der jeweilige intracranielle Befund kann untersucht werden, ebenso lassen sich einzelne Schritte der Operation, wie beispielsweise die Craniotomie, simulieren. Dies ermöglicht das Durchspielen und Optimieren verschiedener Szenarien, wodurch minimal-invasive Konzepte individuell entwickelt werden können. Die für eine OP-Planung aufzuwendende Zeit variiert je nach Komplexität des Falls und genutzter Datenmenge von 10 Minuten bis zu 2-3 Stunden. Seit 2004 wurden in unserer Abteilung mehr als 500 Operationen mit dem Dextroscope geplant, außerdem wurden mit dem System Studenten und medizinisches Personal unterrichtet.

Da mit dem Dextroscope-System keine navigierbaren Datensätze exportiert werden können, wurden zur intraoperativen Umsetzung der Planungsinformationen bislang Messungen von der virtuellen Hautoberfläche auf den Patientenkopf übertragen. Durch die Entwicklung neuer, navigationsfähiger Planungssoftware sollen die Vorteile moderner 3D-Op-Planung nun besser nutzbar werden.



Abb.1: Die zur dreidimensionalen Operationsplanung genutzten Geräte: links die Dextroscope- rechts die Setred-Planungseinheit

### Methode:

Das Dextroscope-System (volumen interactions, singapore) wird in unserer neurochirurgischen Abteilung regelmäßig zur Planung von minimal-invasiven Zugängen und Operationsstrategien genutzt. Für die 3D-Darstellung werden hochauflösende CT-, CTA-, MRT-, MRA-, fMRT, DTI und PET-Daten fusioniert.

Anschließend können einzelne Strukturen wie Knochen, Arterien, Venen oder Tumoren separat dargestellt und bearbeitet werden, Winkel und Distanzen können auf verschiedenen Oberflächen berechnet werden. Die entstandenen Daten lassen sich jedoch bislang nicht in navigierbarem Dateiformat exportieren.

Die Samurai-Software und den 3-D-Monitor der Firma Setred ermöglicht Operations-Planung zwar nur in einem ausgewählten Datensatz, durch die Möglichkeit der Verbindung mit den Navigationssystemen der Firma Brain-Lab können diese Daten jedoch intraoperativ einfacher benutzt werden.

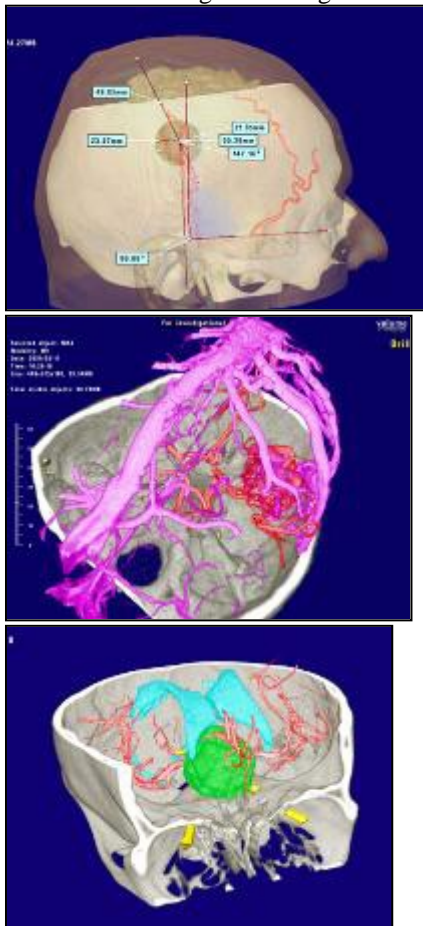
	n	CT	CTA	MRT	MRA	DTI	PET	RF	Art	Ven	Opt	Kno	Ven	Hirn	Haut
<b>Fälle gesamt</b>	589	386	79	492	291	40	12	349	313	118	119	375	102	304	314
<b>Tumor gesamt</b>	314														
<b>Meningeome</b>	121	97	13	106	70	6	0	121	88	45	50	101	21	64	73
<b>Gliome</b>	98	43	5	90	26	15	10	98	44	47	5	48	22	81	63
<b>Vasculär gesamt</b>	176														
<b>Aneurysmen</b>	73	42	43	32	42	0	0	0	73	4	18	62	6	21	21
<b>AVM</b>	28	20	3	28	49	3	0	8	28	28	0	19	13	25	28

Tab. 1: Mit der Dextroscope-Software geplante Fälle. Aufgelistet sind die Anzahl der zur Planung genutzten Datensätze (CT, CTA, MRT, MRA, DTI (fibertracking) und PET) sowie die jeweils segmentierten Objekte (RF= Raumforderung, Art.= Arterien, Ven.= Venen, Opt.= N.opticus und Chiasma opticum, Kno.= knöcherne Strukturen, Ven.= Ventrikelsystem, Hirn= Gehirn, Haut= Hautoberfläche)  
Am Beispiel der am häufigsten geplanten Eingriffe (Meningeom- und Gliom-Resektionen im Bereich Tumoren; Aneurysma- und AVM-Operationen im Bereich vasculäre Neurochirurgie) soll verdeutlicht werden, wie die genutzten Datensätze und herausgearbeiteten Strukturen je nach Erkrankung und Ziel der Operation variieren

### Ergebnisse:

Die Genauigkeit der Dextroscope-Planung konnte durch Überlagerung von postoperativen CT- und MRT-Datensätzen und prä- oder intraoperativen Aufnahmen mit den Dextroscope-Daten überprüft und vermessen werden. Es konnten Operations-Strategien entwickelt und Zugänge verkleinert werden.

Durch die Navigationsfähigkeit der durch die Samurai-Software erstellten Daten konnte die Navigation in ersten



Versuchen am Modell wesentlich intuitiver und übersichtlicher durchgeführt werden.

Abb. 2: Dextroscope-OP-Planung:

Links: Darstellung von Arterien, Gehirn, Schädelknochen und Hautoberfläche zur Planung einer Bypass-Operation (A. temporalis superficialis auf distalen Ast der A. cerebri media), auf der Hautoberfläche wurden Messungen durchgeführt, diese Koordinaten werden im OP-Saal auf den Pat.- Kopf übertragen.

Mittig: Darstellung von Tumor, Ventrikelsystem, Arterien, N. opticus und Schädelknochen zur Planung einer minimal-invasiven Meningeom-Resektion am planum shenoidale .

Rechts: Darstellung von arteriellen Zuflüssen und venöser Drainage einer zu resezierenden arterio-venösen Malformation (AVM)

### Zusammenfassung:

3D-OP-Planung ermöglicht dem Neurochirurgen eine genaue und wirklichkeitsnahe Vorbereitung auf den bevorstehenden Eingriff, wodurch sowohl Operationen für den Patienten schonender als auch Zeit und Kosten im Operationsaal eingespart werden können.

3D-Navigation ermöglicht eine optimale Nutzung der zuvor erstellten 3D-Planungsinformationen und ein rascheres und intuitiveres Arbeiten.

