

---

# Der Radiologe

Die Fachzeitschrift für bildgebende Verfahren, Radioonkologie  
und Nuklearmedizin

---

Schriftleitung P. E. Peters, Münster · H. Imhof, Wien  
G. van Kaick, Heidelberg · M. Reiser, Bonn

Herausgegeben von W. A. Fuchs, Zürich · F. Heuck, Stuttgart  
E. Löhr, Essen · E. Moser, Freiburg · U. Piepgras, Homburg  
H. Pokieser, Wien · W. Schuster, Gießen  
M. Wannemacher, Heidelberg · W. Wenz, Freiburg

Wissenschaftlicher Beirat I. P. Arlart, Stuttgart · A. Baert, Leuven · Y. W. Bahk, Seoul  
V. Barth, Esslingen · H. K. Deininger, Darmstadt  
R. Felix, Berlin · H. Frommhold, Freiburg  
H. Ingrisch, München · G. Kauffmann, Heidelberg  
M. Iio, Tokyo · K. Mathias, Dortmund · U. Mödder, Düsseldorf  
A. E. Oestreich, Cincinnati · O. Pohlenz, Hamburg  
G. Rosenbusch, Nijmegen · P. Vock, Bern  
A. Wackenheim, Strasbourg



Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York  
London Paris Tokyo Hong Kong Barcelona Budapest

745-12

**Computeranwendungen  
in der Radiologie**

**Computer applications  
in radiology**

Redaktion: P.E. Peters

W. Wenz, C. Buitrago-Tellez, U. Blum, K.-H. Hauenstein, H. Gufler, E. Meyer, K. Rüdiger	<b>Digitalisierung konventioneller Röntgenaufnahmen</b>	Digitization of conventional radiographs	409
Bohndorf, T. Tolxdorff, E. Pelikan, D. Zarrinam, R. W. Günther	<b>Neue Ansätze zur computerassistierten Diagnose von fokalen Knochenläsionen</b>	New developments in the computer-aided diagnosis of focal bone lesions	416
	<i>Die Computerseite</i>	<i>The computer page</i>	
U. Bick	<b>Computergestützte Literatursuche in der Radiologie</b>	Computer-assisted literature searches in radiology	423
M. Jergas	<b>Produkt des Monats: Wissenschaftliche Textverarbeitung für MS-DOS-Rechner</b>	Product of the month: word processing for scientific texts using MS-DOS computers	426
	<i>Klinik und Praxis</i>	<i>Clinical and general practice</i>	
S. Delorme, M. V. Knopp, H.-U. Kauczor, I. Zuna, U. Trost, U. Haberkorn, G. van Kaick	<b>Rekurrensparesen: Computertomographische Analyse intrathorakaler Befunde</b>	Recurrent nerve paralysis: assessment of intra- thoracic findings by computed tomography	430
A. Berlis, R. Putz, M. Schumacher	<b>Maße und Varianten im Bereich des Canalis opticus. CT und Anatomie</b>	Measurements and variations of the optic canal. CT and anatomy	436
S. Lehner, H. F. Keßel, D. Hoffmann	<b>Ungewöhnliches Knochenszintigramm bei Osteomyelitis. Kasuistischer Beitrag</b>	Unusual bone scintigraphy results in a case of osteomyelitis. A case report	441
V. Kunze, G. Layer, R. Brüning, M. Nägele	<b>„Metastasierender“ Echinococcus alveolaris der Leber</b>	Metastatic alveolar echinococcosis of the liver	444
P. Billmann, G. Mangold, F. Hirsch	<b>Fistelbildung und Pyoperikard als Spätkomplikation nach Ösophagusersatz durch retrosternalen Magenhochzug</b>	Fistula formation and purulent pericarditis as a late complication after esophagectomy and retrosternal gastric replacement	448
	<i>Röntgenquiz</i>	<i>Radiology quiz</i>	
Knopp, H. Schönhofen, A. Knopp	<b>Hepatische Raumforderung</b>	A hepatic space-occupying mass	451
	<i>Abstracts der Gemeinsamen Jahrestagung der Vereinigung Südwestdeutscher Radiologen und Nuklearmediziner und der Hessischen Gesellschaft für Medizinische Strahlen- kunde vom 25.-27. September 1992 in Stuttgart</i>	<i>Abstracts (Joint annual meeting of the Vereinigung Südwestdeutscher Radiologen und Nuklearmediziner and the Hessische Gesellschaft für Medizinische Strahlenkunde, September 25-27, 1992 in Stuttgart</i>	453
	<i>Tagungskalender</i>	<i>Forthcoming meetings</i>	479
	<i>Buchbesprechungen</i>	<i>Book reviews</i>	415, 429, 440, 443, 447

Indexed in Current Contents / Evaluated and abstracted for Energy on STN



Springer-Verlag

# Maße und Varianten im Bereich des Canalis opticus

## CT und Anatomie

A. Berlis<sup>1</sup>, R. Putz<sup>1</sup> und M. Schumacher<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Anatomische Anstalt, Lehrstuhl Anatomie 1 (Vorstand: Prof. Dr. R. Putz), München

<sup>2</sup> Sektion Neuroradiologie (Leiter: Prof. Dr. M. Schumacher), Abteilung Röntgendiagnostik der Radiologischen Universitätsklinik, Freiburg i. Br.

### Measurements and variations of the optic canal. CT and anatomy

**Summary.** This investigation of the optic canal is based on measurements of 60 macerated adult European skulls from the Alexander-Ecker Collection at the Anatomy Department of the University of Freiburg. An Indian skull is also described, in which the cranial end of the left optic canal is closed by a bony plate. Computer tomographical and anatomical measurements were compared in order to assess the correlation of the two methods of investigation and the accuracy of the CT representation of osseous structures. The coronal projection of the optic canal proved to be optimal for CT examination – the sections meet the optic canal at an angle of 85.5°. The measurements of transverse diameters correlate poorly, whereas vertical diameters and distances correlate well. The extent to which anatomical variations can be assessed by CT was also investigated. All anatomical variants could be observed in coronal sections, except the bony lamina in the Indian skull, which could not be seen until a contrast medium was used. The so-called “keyhole anomaly” appeared in 3.3 % in our material, the “figure-of-eight” variant in 2.5 %, and a carotid clinoid canal in 13.3 %.

**Key words:** Optic canal – Variants – CT – Anatomy

**Zusammenfassung.** Untersucht wurde der Canalis opticus bei 60 aus Europa stammenden adulten mazerierten Schädeln der Alexander-Ecker-Sammlung des Anatomischen Institutes Freiburg i. Br. Am Rande fiel ein weiterer Schädel auf, der wahrscheinlich aus Indien stammt und einen papierdünnen Verschluss der Apertura intracranialis aufwies. Die Schädel wurden anatomisch und computer-tomographisch untersucht und vermessen, um dann Aussagen über die Korrelation beider Meßmethoden und über die Meßgenauigkeit des CT zu treffen. Die koronare Projektion des Canalis opticus scheint optimal geeignet für die Untersuchung, zumal die Schnittebene den Kanal in einem Winkel von 85,5° trifft. Die Korrelation war bei der Vermessung der transversalen Durchmesser mäßig,

während Messungen der vertikalen Durchmesser und Abstände gut miteinander korrelierten. Untersucht wurden außerdem die auftretenden anatomischen Varianten, die bis auf den knöchernen Verschluss des indischen Schädels, der nur mittels Kontrastmittelgabe dargestellt werden konnte, alle im CT nachweisbar waren. Im einzelnen fanden wir die Schlüssellochkonfiguration in 3,3 %, die „8-Konfiguration“ in 2,5 % und einen Canalis caroticoclinoides in 13,3 % der Fälle.

**Schlüsselwörter:** Canalis opticus – Varianten – CT – Anatomie

Nicht nur für den Anatomen, den Neurochirurgen und den Augenarzt ist die Kenntnis des normalen Verlaufs des Canalis opticus und dessen Varianten von Interesse. Auch die sich verfeinernden diagnostischen Methoden fordern vom Radiologen zunehmend genauere Kenntnisse anatomischer Strukturen. Heute ist die Computertomographie die Methode der Wahl zur Abklärung pathologischer Prozesse des Schädels [3]. Die räumliche Auflösung konnte derart verbessert werden, daß mit modernen Computertomographen eine genaue Beurteilung der ossären Strukturen möglich wurde, die der Inspektion nahezu gleichkommt [6]. Trotz genauer Angaben zur bestmöglichen Darstellungsebene des Canalis opticus wurde bisher ein direkter Vergleich zwischen der Anatomie und der Darstellung im CT nicht vorgenommen.

Bislang existieren lediglich CT-Maße des inneren Gehörgangs von Heller et al. [4] und Silverstein et al. [12], und des For. Vesalii (= venosum) von Lanzieri et al. [10]. Dabei unternahm Silverstein et al. [12] zum ersten Mal den Versuch, am Sektionsmaterial erhobene Maße mit computertomographisch ermittelten Werten zu vergleichen, mit dem Resultat, daß eine gute Korrelation ohne signifikanten Unterschied bestehe.

In der vorliegenden Arbeit sollen unsere Ergebnisse von 120 untersuchten Cann. optici und deren Varianten sowie ein mutmaßlich indischer Schädel mit einer bislang noch nicht beobachteten Variante beschrieben werden.

**Tabelle 1.** Meßergebnisse des Canalis opticus ( $n = 120$ )

		Mittelwert (mm)	Extremwerte (mm)	Standardab- weichung	Korrelation	
I. Pars orbitalis						
A.	Transversaler Durchmesser	CT/70°	5,66	4-10	1,10	0,56
		Anatomic	4,75	3,40-5,69	0,54	
B.	Vertikaler Durchmesser	CT/70°	5,01	3-7	0,55	0,53
		Anatomic	5,46	3,89-7,28	0,54	
C.	Distanz zwischen den lateralen Rändern	CT/70°	32,83	27-40	2,76	0,73
		Anatomic	33,13	27,96-40,86	2,77	
D.	Distanz zwischen den medialen Rändern	CT/70°	20,95	15-30	2,99	-
		Anatomic	-	-	-	
II. Optikustaille						
A.	Transversaler Durchmesser	CT/70°	6,43	4-9	1,08	0,61
		Anatomic	4,39	3,21-5,47	0,48	
B.	Vertikaler Durchmesser	CT/70°	5,01	3-7	0,68	0,45
		Anatomic	4,69	3,04-6,35	0,58	
III. Pars intracranialis						
A.	Transversaler Durchmesser	CT/70°	7,64	5-11	1,11	0,48
		Anatomic	6,25	4,21-8,49	0,90	
B.	Vertikaler Durchmesser	CT/70°	3,63	3-9	0,55	0,73
		Anatomic	3,70	2,60-5,53	0,60	
C.	Distanz zwischen den lateralen Rändern	CT/70°	27,97	24-33	2,34	0,73
		Anatomic	25,15	19,83-30,87	2,51	
D.	Distanz zwischen den medialen Rändern	CT/70°	12,93	8-19	2,54	0,83
		Anatomic	14,12	9,35-22,26	2,36	

## Material und Methodik

Untersucht wurden 60 aus Europa stammende adulte mazerierte Schädel aus der Alexander-Ecker-Sammlung des Anatomischen Institutes Freiburg i. Br. und ein Schädel aus Indien, dessen linke innere Öffnung des Optikuskanals durch eine feine Knochenplatte verschlossen war.

Für die anatomische Vermessung benutzten wir digitale Präzisionsmeßgeräte (Mitutoyo 526-153/526-163: 1,50-7,30 mm  $\pm$  0,01 mm), einen digitalen Meßschieber (Mitutoyo 500-110: 0-150 mm  $\pm$  0,02 mm) und einen anthropologischen Meßschieber (Eigenbau: 0-260 mm  $\pm$  1 mm).

Die CT-Vermessung wurde mit dem Siemens Somatom DR-H mit kontinuierlichen 1-mm-Schnitten in der koronaren Projektion (70° zur Deutschen Horizontalen) durchgeführt (Scanparameter: 550 mAs, 125 kV, 960 Projektionen, 7 s Scanzeit, 1 mm Schichtdicke, Fenster: 0-4000 HE).

Zum Positionieren der Schädel wurden Schaumstoffformen verwendet, in denen die Schädel in der zu untersuchenden Ebene eingebettet wurden. Die Vermessung fand direkt am Bildschirm mit einem Joystick statt. Um eine größere Genauigkeit zu erzielen, wurden alle Maße mindestens zweimal erhoben.

## Ergebnisse

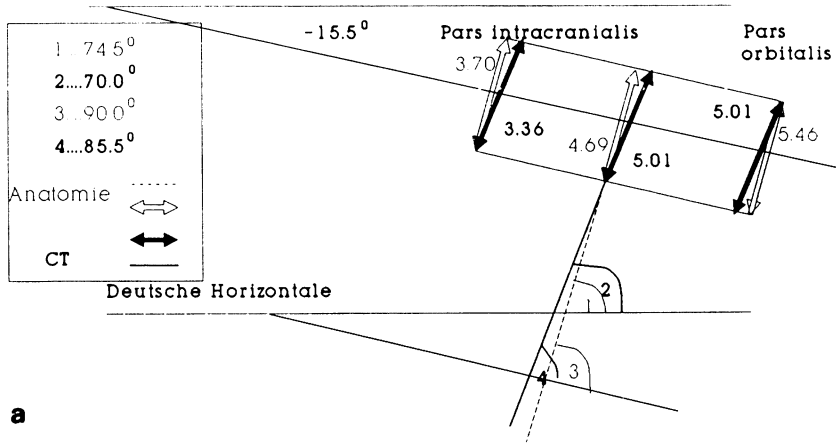
Der Canalis opticus ist ein kurzer Kanal, durch den der Optikusnerv mit seinen Hüllen und die A. ophthalmica ziehen. Nach Lang [7] unterteilen wir den Kanal in 3 Abschnitte: eine Pars orbitalis, die Optikustaille als engste Stelle und eine Pars intracranialis.

Die Meßergebnisse der anatomischen und der CT-Untersuchung finden sich in Tabelle 1. Das Canalis-opticus-Modell in Abb. 1 zeigt die Vermessungslinien und die sich entsprechenden Mittelwerte beider Untersuchungen.

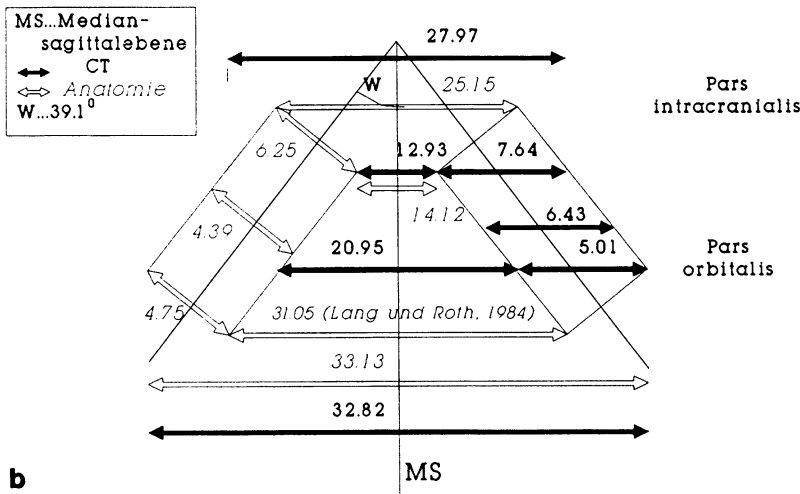
In dem Untersuchungsgut fanden sich bei 3 Schädeln Schlüsselochkonfigurationen (3,3%) (Abb. 2) und bei 2 Schädeln „8-Konfigurationen“ (2,5%) (Abb. 2, 3), die bei dem einen Schädel bilateral und bei dem anderen rechts ausgebildet waren. Bei der „8-Konfiguration“ entsteht durch eine scheinbare Zweiteilung des Optikuskanals ein eigenständiger Kanal für die A. ophthalmica. Dieser Kanal hatte in unserem Untersuchungsgut eine Länge von 3,0, 2,5 und 1,6 mm. Das Kanallumen maß 2,11  $\times$  1,55, 1,76  $\times$  1,00 und 2,50  $\times$  2,00 mm.

Ein Can. caroticoconoideus, der durch eine knöcherne Brückenbildung zwischen dem vorderen und mittleren Klinoidfortsatz zustande kommt und einen Kanal für die A. carotis interna bildet, wurde in 13,3% der Fälle beobachtet.

Im Vorfeld der Untersuchung fiel uns ein wahrscheinlich aus Indien stammender Schädel auf, der einen Verschluss der intrakraniellen Öffnung des linken Optikuskanals aufwies (Abb. 4-6). Der Kanal war bis auf eine papierdünne Lamelle regelgerecht ausgebildet. Auch die beiden Orbitae zeigten keine Seitendifferenzen, wonach auf ein vorhandenes Auge geschlossen werden kann. Bislang ist solch eine Variation nicht beschrieben worden. In Abb. 4 sieht man den Verschluss der inneren Öffnung des linken Can. opticus am mazerierten Schädel. Die Knochenlamelle war nicht in der Röntgenspezialaufnahme



a



b

**Abb. 1a,b.** Canalis-opticus-Modell: Mittelwertbildung (in mm) der anatomischen und computer-tomographischen Meßergebnisse von 120 untersuchten Optikuskanälen unter Berücksichtigung der Meßebenen. **a** Vermessungslinien der vertikalen Durchmesser. Darstellung des Can. opticus in der Sagittalebene. **b** Vermessungslinien der transversalen Durchmesser. Darstellung der Cann. optici in der Horizontalebene

nach Rhese-Goalwin (Abb.6) darstellbar. Auch im CT zeichnete sich die Lamelle erst nach Kontrastmittelgabe ab (Abb.5).

**Diskussion**

Fortschritte im Bereich der Computertomographie machen eine genauere Information über die optimale Scanebene zur Darstellung des Optikuskanals und seiner Varianten notwendig. In unserer Untersuchung versuchten wir diese anhand eines Vergleichs der anatomischen Werte mit der CT-Vermessung herauszufinden. Wir benutzten dazu eine koronare Schnittführung in 70° zur Deutschen Horizontalen. Nach Lang [7] beträgt der Winkel zwischen Kanal und Deutscher Horizontalen - 15,5°, so daß der Kanal in der beschriebenen Ebene mit 85,5° nahezu senkrecht getroffen wird. Dies spiegelt sich auch in der guten Korrelation beider Meßergebnisse bei der Vermessung der vertikalen Durchmesser wider, wobei die Mittelwerte lediglich um 0,32 bis 0,45 mm differieren. Die Achse zwischen Kanal und der Mediansagittalebene beträgt nach Lang [7] 39,1°. Dadurch, daß die Scanebene und damit auch die CT-Vermessungslinien der transversalen Durchmesser senkrecht zur Mediansagittalebene verlaufen, während die anatomischen Meßlinien senkrecht zur Ka-

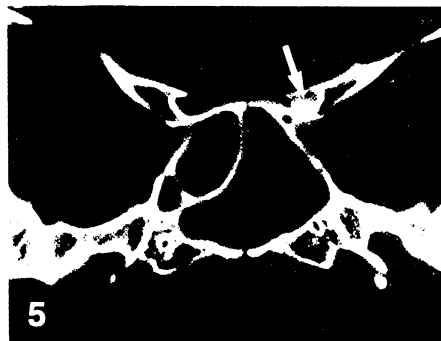
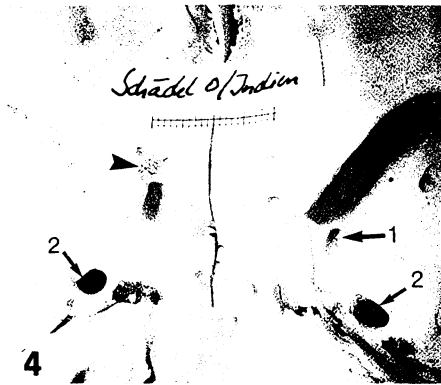
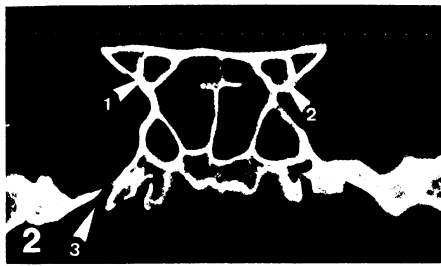
nalachse stehen, kommen bei der Vermessung der transversalen Durchmesser größere Mittelwerte bei der CT-Vermessung zustande. Die Abstandsmessungen zeigen gute bis sehr gute Korrelationen.

Ursächlich für die Differenzen beider Meßmethoden sind in erster Linie die genannten unterschiedlichen Vermessungslinien (Abb.1), die insbesondere bei der Vermessung der transversalen Durchmesser zum Tragen kommen. Außerdem kommen die unterschiedlichen Meßgenauigkeiten der verwandten Geräte in Betracht, die beim CT bei ± 0,5 mm und bei den digitalen anatomischen Geräten bei ± 0,01 mm liegen.

Die im Untersuchungsgut gefundenen Varianten ließen sich alle in der koronaren Ebene darstellen. Einzige Ausnahme blieb der verschlossene Optikuskanal bei dem indischen Schädel. Hier brachte erst die Kontrastmittelgabe die Knochenlamelle zum Vorschein (Abb.5).

Die Schlüsselochvariante (Abb.2), die in 3,3% der Fälle auftrat, findet sich nach Kier [5] in 4% der Gesamtbevölkerung und bei 16 von 100 untersuchten Schädeln aus Hawaii. Es handelt sich hierbei um eine Grube, in der die A. ophthalmica verläuft, die nach Potter und Trokel [1] durch ein Fehlen des hinteren Teils des Kanalbodens der kranialen Öffnung zustande kommt.

Bei 2,5% unserer Schädel fand sich eine „8-Konfiguration“ (Abb.2,3). Kier [5] beschreibt die Häufigkeit mit



**Abb. 2.** Can. opticus in der koronaren Projektion (Schädel 42/351). 1 Rechter Optikuskanal. Scheinbare Schlüssellochvariante, die weiter dorsal eine 8-Konfiguration aufweist. 2 Linker Optikuskanal mit Schlüssellochkonfiguration. 3 Foramen ovale

**Abb. 3.** 8-Konfiguration des rechten Canalis opticus. Die schwarze Pfeilspitze markiert den Knochensporn, der für die Ausbildung eines separaten Kanals für die A. ophthalmica verantwortlich ist (Schädel 42/351)

**Abb. 4.** Verschluss der linken Apertura intracranialis des Can. opticus (Pfeilspitze) des indischen Schädels. 1 Rechtes Foramen rotundum, 2 Foramen ovale

**Abb. 5.** Erst nach Kontrastmittelgabe stellte sich der Verschluss der linken Apertura intracranialis des Canalis opticus (weißer Pfeil) in der koronaren Projektion dar (Schädel 0/Indien)

**Abb. 6.** Röntgenspezialaufnahme nach Rhese-Goalwin. Die weiße Pfeilspitze markiert den scheinbar normal ausgebildeten linken Canalis opticus (Schädel 0/Indien)

1,2% bei der Normalbevölkerung und mit 13% bei Schädeln aus Hawaii. Diese „8-Konfiguration“ erhielt ihren Namen durch ihre Darstellung in der Aufnahme nach Rhese-Goalwin, in der sich der eigentlich hinter der inneren Öffnung des Optikuskanals gelegene Knochensporn in das Lumen des Optikuskanals hineinprojiziert und diesen scheinbar wie eine „8“ zweiteilt. In Wirklichkeit handelt es sich aber um eine entwicklungsgeschichtliche Anomalie, die auf den Verlauf der A. ophthalmica zwischen dem vorderen und dem hinteren Teil des Optikuskanalbodens zurückzuführen ist.

Ein Can. caroticocloinoideus wurde in unserem Untersuchungsgut in 13,3% der Fälle entdeckt, wodurch die Angabe einer Häufigkeit von 10% durch Lang [8] bestätigt wird.

Bei dem wahrscheinlich aus Indien stammenden Schädel mit dem Verschluss der linken intrakraniellen Öffnung des Optikuskanals sprechen der ansonsten normal ausgebildete Kanal sowie die ursprüngliche Anwesenheit eines Auges für ein Trauma, dem sich eine Knochensubstitution anschloß, die dann zum Verschluss führte. Bisherige Mitteilungen eines Verschlusses des Optikuskanals traten nur im Zusammenhang mit einer vollständigen Atresie eines Optikuskanals bei Anophthalmus und Anezenphalie auf [1].

Unsere Meßergebnisse belegen, daß die koronare Projektion eine gute Ebene zur Darstellung des Optikuskanals ist, in der die vertikalen Durchmesser und die Abstandsmessungen der anatomischen Vermessung sehr gut korrelieren. Um die Differenzen bei der Vermessung der transversalen Durchmesser auszuschalten, müßte man eine Schnittführung wählen, die nicht nur zum vertikalen Durchmesser senkrecht verläuft, sondern auch senkrecht zum transversalen Durchmesser. Dabei würde man allerdings immer nur einen Optikuskanal beurteilen können, ein für die Diagnostik hilfreicher Seitenvergleich wäre nicht möglich.

Unseren Dank möchten wir insbesondere der Wissenschaftlichen Gesellschaft Freiburg i. Br. aussprechen, die uns bei der Anschaffung von Präzisionsgeräten zur anatomischen Vermessung unterstützte.

## Literatur

1. Badtke, Tost (1986) In: Velhagen K (Hrsg) Der Augenarzt, Bd IX. Thieme, Stuttgart New York, S 791
2. Berlis A (1990) Korrelation anatomischer und computertomographischer Maße von Kanälen und Foramina der Schädelbasis. Medizinische Dissertation, Freiburg i. Br.

3. Grote W (1986) Neurochirurgie. Thieme, Stuttgart New York
4. Heller M, Wöhrle M, Jend HH, Hörmann K, Helmke K (1983) Aussagekraft der CT in der Diagnostik von Tumoren der Kleinhirnbrückenwinkelregion. RÖFO 139: 48–55
5. Kier EL (1966) The embryology of the normal optic canal and its anomalies. Invest Radiol 1: 346–362
6. Köster O (1988) CT des Felsenbeines. Thieme, Stuttgart New York
7. Lang J (1981) Klinische Anatomie des Kopfes. Springer, Berlin Heidelberg New York
8. Lang J (1989) Anatomy of the middle part of the skull base. Neurosurgeons 8: 61–73
9. Lang J, Roth C (1984) Über die Fläche des Bodens der vorderen Schädelgrube und des Augenhöhlendaches sowie einige Winkel und Maße der Orbita. Anat Anz 156: 1–19
10. Lanzieri CF, Duchesneau PM, Rosenbloom SA, Smith AS, Rosenbaum AE (1988) The significance of asymmetry of the foramen vesalius. AJNR 9: 1201–1204
11. Potter GD, Trokel SL (1971) In: Newton TH, Potts GD (eds) Radiology of the skull and brain. Mosby, Saint Louis, pp 487–506
12. Silverstein H, Norrell H, Smouha E, Haberkamp T (1988) The singular canal: a valuable landmark in surgery of the internal auditory canal. Otolaryngol Head Neck Surg 98: 138–143

Eingegangen am 14. Februar 1992

Nach Überarbeitung angenommen am 11. März 1992

A. Berlis  
Anatomische Anstalt  
Lehrstuhl 1  
Ludwig-Maximilians-Universität  
Pettenkoferstraße 11  
W-8000 München 2