DGZ 2026



Photonenzählende Computertomographie zur Darstellung kariöser Läsionen – eine Pilotstudie

Lukas Zimmermann[1], Lukas T. Rotkopf[2], Heinz-Peter Schlemmer[2], Anna Felten[1], Diana Wolff[1], Marc Kachelrieß[3,4], Stefan Sawall[3,4], Maurice Rütters[1]

[1] Department of Operative Dentistry, University Hospital Heidelberg, Heidelberg University, [2] Department of Radiology, German Cancer Research Center (DKFZ), [3] Division of X-Ray Imaging and CT, German Cancer Research Center (DKFZ), [4] Medical Faculty, Heidelberg University

Ziel

Ziel dieser explorativen Studie ist der Vergleich von Zahnfilm, digitaler Volumentomografie (DVT) und Photon-Counting-Computertomografie (PCCT) zur diagnostischen Beurteilung der Kariesausdehnung unter Verwendung der Mikro-Computertomografie (Mikro-CT) als Referenzstandard.

Photon-Counting CT – Was ist das überhaupt?

Bei der PCCT wandeln Halbleiterdetektoren einzelne einfallende Röntgenphotonen direkt in elektrische Ladungen um, ohne den Zwischenschritt einer Lichtumwandlung. Die erzeugten elektrischen Pulse werden gezählt und anhand ihrer Höhe einer bestimmten Photonenenergie zugeordnet. Dadurch entsteht neben der räumlichen Information auch eine energieabhängige Messung, die eine spektrale Materialdifferenzierung ermöglicht.

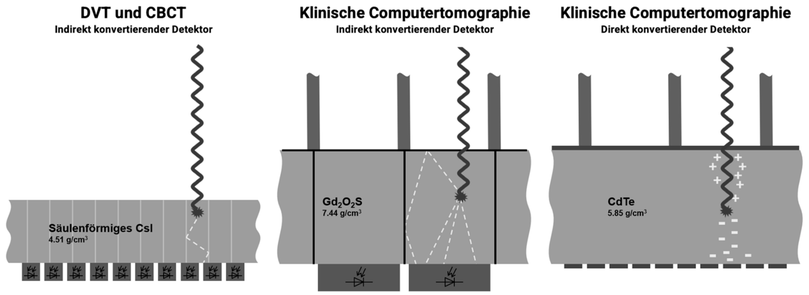


Abb. 1 Von links nach rechts gezeigt: Detektor eines DVTs, CTs und PCCTs.

Material und Methode

Zehn extrahierte kariöse Echtzähne wurden mittels Zahnfilm, DVT und PCCT untersucht. Die PCCT erfolgte bei DVT-äquivalenter Dosis von 4 mGy ($CTDI_{16cm}$). Die Mikro-CT diente als Referenzstandard. Zwei verblindete Untersucher bewerteten die Kariesausdehnung. Diagnostische Leistung und Interreader-Reliabilität wurden mittels Übereinstimmungsrate bzw. quadratisch gewichtetem Cohen-Kappa bestimmt.

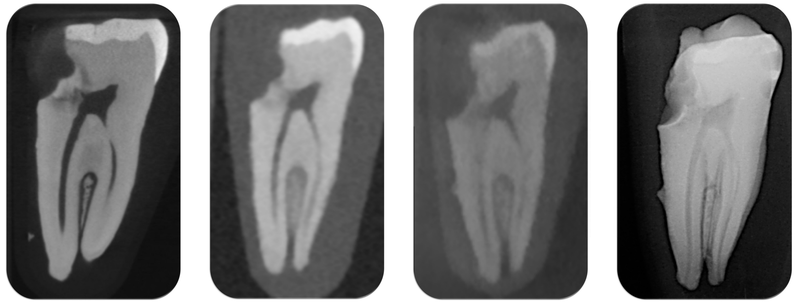


Abb. 2 Von links nach rechts in sagittaler Ansicht: Micro-CT, PCCT, DVT und Zahnfilm.

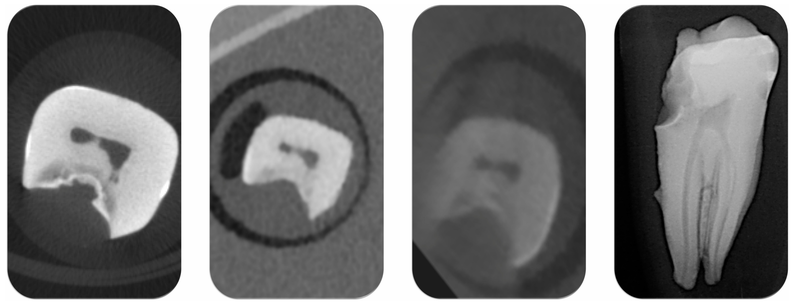


Abb. 3 Von links nach rechts in axialer Ansicht: Micro-CT, PCCT, DVT, Zahnfilm von sagittal.

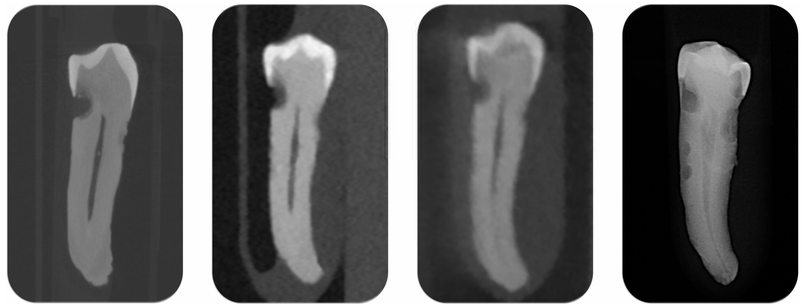


Abb. 4 Von links nach rechts in sagittaler Ansicht: Micro-CT, PCCT, DVT und Zahnfilm.

Ergebnisse

Die höchste Übereinstimmungsrate mit dem Referenzstandard zeigte die PCCT, gefolgt von DVT und Zahnfilm. Bei äquivalenter Dosis war die diagnostische Leistung der PCCT der DVT gleichwertig und in Teilaspekten überlegen, insbesondere bei der Beurteilung pulpanaher Läsionen. Es zeigte sich ein konsistenter Trend zugunsten der PCCT über beide Untersucher hinweg. Die Interreader-Übereinstimmung war hoch bis exzellent (quadratisch gewichtetes Cohen-Kappa von 0.69-1.00).

Tabelle 1 Interpretation nach Landis & Koch (1977): <0 schlecht, 0.00-0.20 gering, 0.21-0.40 ausreichend, 0.41-0.60 moderat, 0.61-0.80 gut, 0.81-1.00 sehr gut.

Modalität	Kappa (Interreader, quadratisch gewichtet)	Interpretation
DVT	**0,686**	**Gut**
PCCT	**1,000**	**Sehr gut**
Zahnfilm	**0,820**	**Gut**

Zusammenfassung

Die PCCT ermöglicht eine verbesserte diagnostische Beurteilung der Kariesausdehnung im Vergleich zu etablierten Verfahren. Bei vergleichbarer Strahlenexposition zeigt sie eine mindestens gleichwertige, in Teilaspekten überlegene diagnostische Leistungsfähigkeit gegenüber der DVT und bietet Potenzial für eine präzisere klinische Entscheidungsfindung, insbesondere bei pulpanahen Läsionen.

ID 11

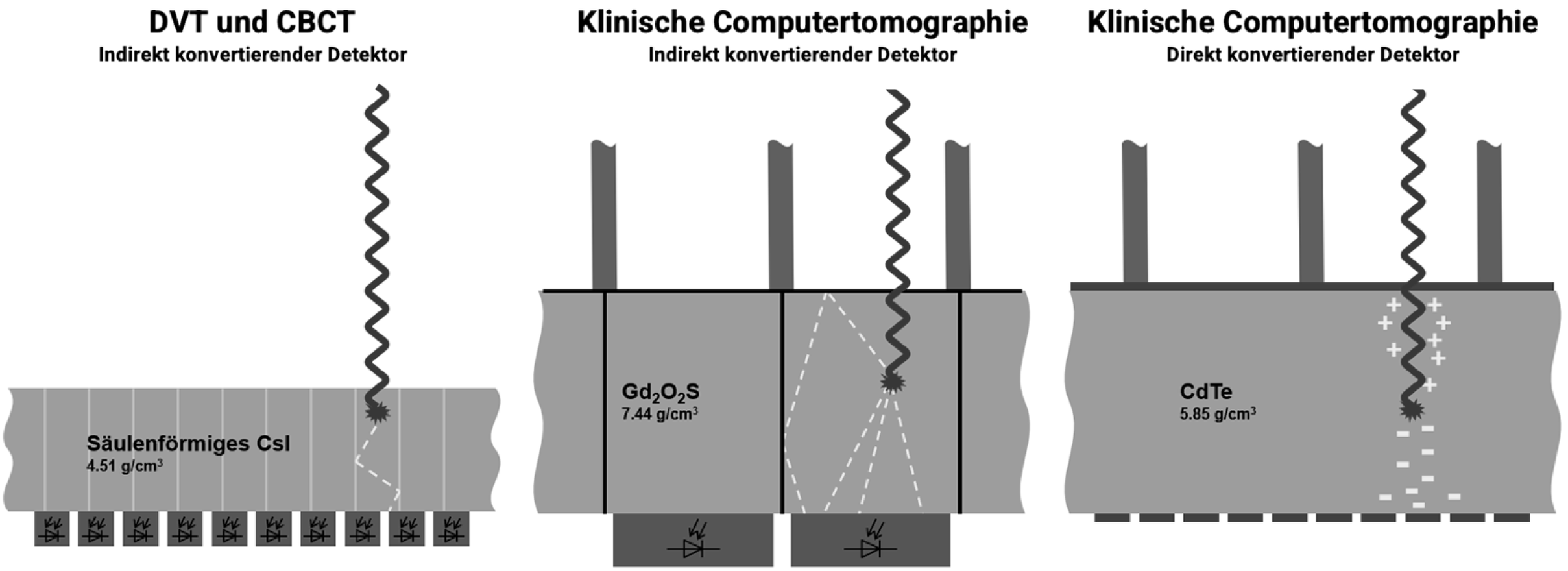


Abb. 1 Von links nach rechts gezeigt: Detektor eines DVTs, CTs und PCCTs.

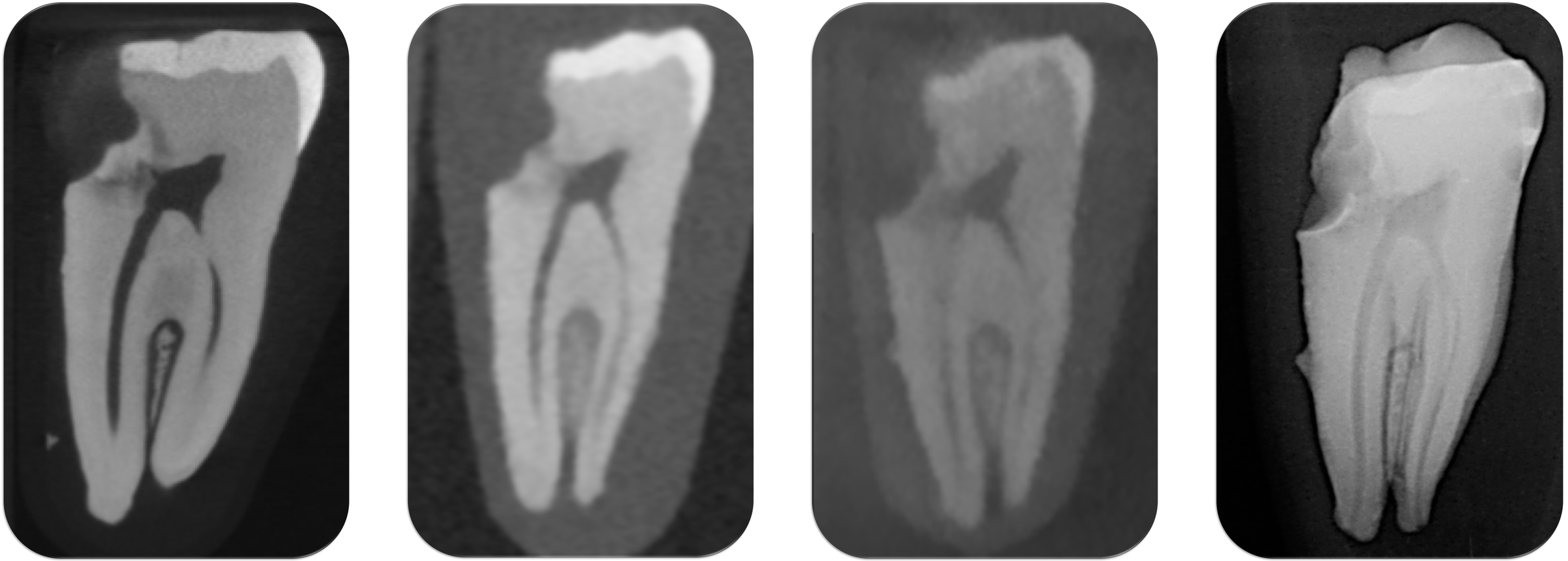


Abb. 2 Von links nach rechts in sagittaler Ansicht: Micro-CT, PCCT, DVT, Zahnfilm

zurück

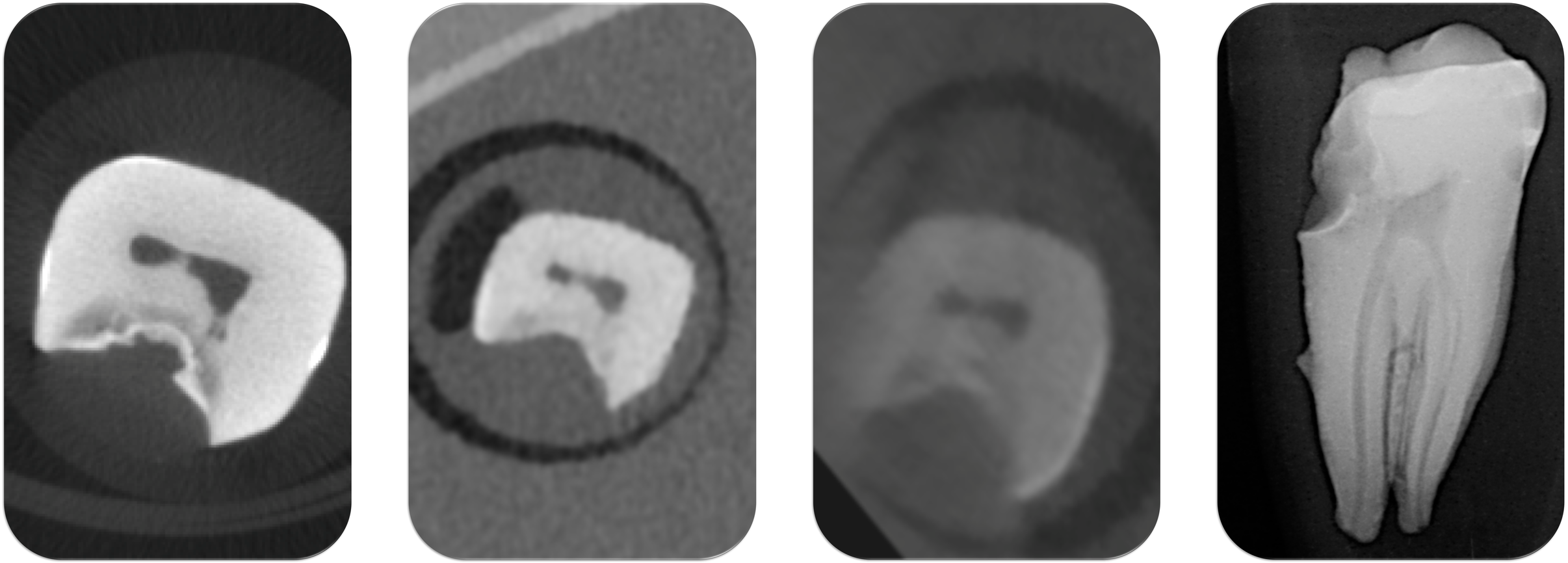


Abb. 3 Von links nach rechts in axialer Ansicht: Micro-CT, PCCT, DVT, Zahnfilm von sagittal

zurück

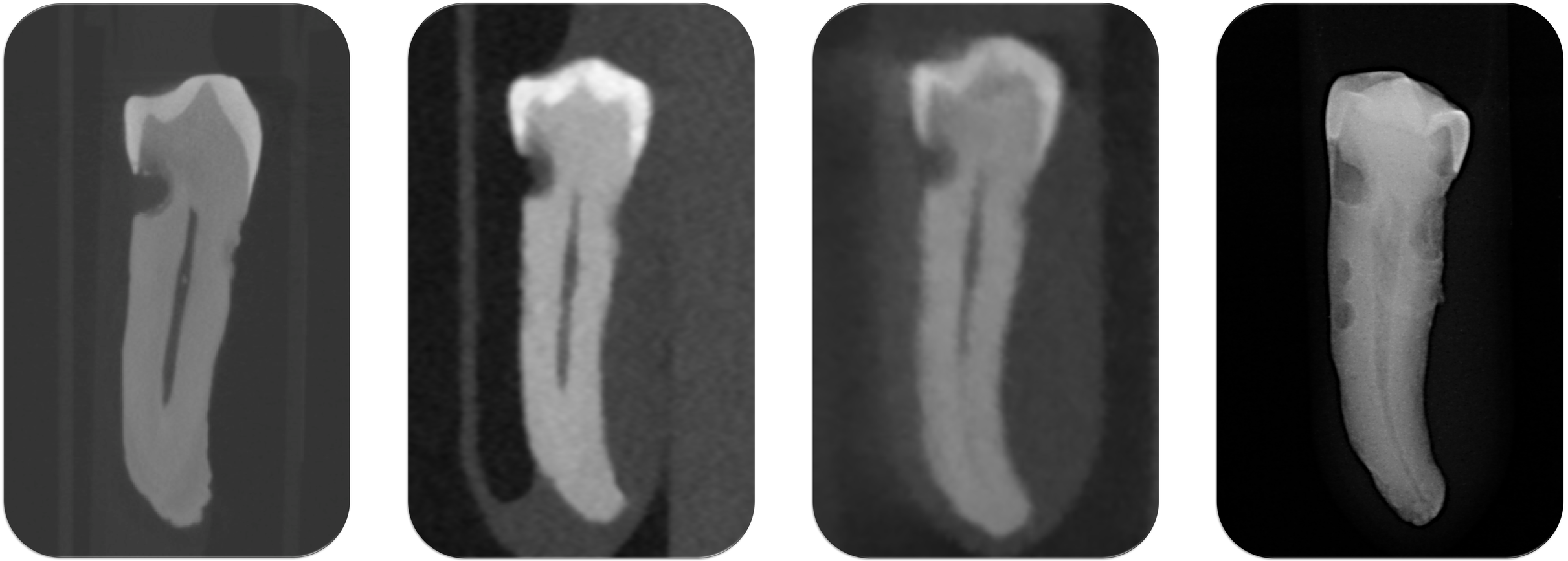


Abb. 4 Von links nach rechts in sagittaler Ansicht: Micro-CT, PCCT, DVT, Zahnfilm

zurück

Tabelle 1 Interpretation nach Landis & Koch (1977): <0 schlecht, 0.00-0.20 gering, 0.21-0.40 ausreichend, 0.41-0.60 moderat, 0.61-0.80 gut, 0.81-1.00 sehr gut.

Modalität	Kappa (Interreader, quadratisch gewichtet)	Interpretation
DVT	**0,686**	**Gut**
PCCT	**1,000**	**Sehr gut**
Zahnfilm	**0,820**	**Gut**