

Rezept zur Herstellung transparenter Zahnpräparate

Was benötige ich?
Wie funktioniert das?
Wie gehe ich vor?
Was sind die Einsatzbereiche?

Holm Reuver

Dr. Holm Reuver, Weinstraße 201, 67434 Neustadt, Tel.: 06321/480224
www.reuver.de

HCl 1%
Spiritus
Methylsalicylat

Gefäße



wässrige Farbsuspension



Einkaufsliste

- Salzsäure HCl 1% 500 ml (Apotheke)
- Ethanol 96% oder 98 % 500 ml, alternativ Spiritus
- Methylsalicylat (unverdünnt) 200 ml (Apotheke)
- Gefäße für histolog. Präparate oder Glasgefäße mit Schraubdeckel
- Pelikan Wasserfarben lila (109), magenta (43), grün (Zeichenbedarf)



- Kamera: Canon-Systemkamera mit Vollformatsensor, Body Modell EOS RP, Objektiv MPE 65 mit Zirkularpolfilter und EF-EOS-R-Adapter zwischen Kamera und Objektiv; Kamera für Videos: Olympus Systemkamera EM1 oder EM10 mit Mikro-4/3-Sensor, 30mm Makroobjektiv, Zwischenringe für stärkere Vergrößerung, Ersatzakku für die Kameras (Originalakku der Kamerahersteller sind deutlich besser.)
- stabiles Fotostativ, mit Höhenverstellmöglichkeit der Mittelachse
- Fotografiergefäß: www.hellma.com Großküvette Typ 700, Art.-Nr.: 700-000-20-10, Bezug über www.buddeberg.de
- Schlitten für Focus-Stacking: www.igus.de Schlitten mit Handrad: Art.-Nr.: FLW-0630-150-PA-HR Beratung: Tel.: 022396498262
- Programm Helicon Focus zum Rendern der Bildserien
- Adobe Lightroom in aktueller Version zur Verwaltung und Bearbeitung (12 Euro monatl.), wichtige Funktionen sind: Klarheit, Struktur, Schärfen; zur digitalen Verbesserung der Auflösung für feinste Details: „verbessern“ wählen über „Foto“ in der oberen Menüleiste
- Fotografie als Tetheraufnahme (Kabelanschluss Kamera-Computer) zur Scharfstellung und Kontrolle der Aufnahmen auf einem großen Monitor mit Canon EOS-Utility bzw. Olympus Capture oder mit Lightroom
- Beleuchtung: <https://www.kern-waagen.shop/Doppel-Schwanenhals-Beleuchtung-EU-Version-6W-LED-5600-6300-K-300mm>; dazu verschiedene Kunststoffscheiben als Farbfilter (blau, gelb, grau)

- Conloc UV Glaskleber mittelviskös zum Schutz der Klebefugen des Fotografiiergefäßes und zur Konstruktion der Führung im Deckel des Aufnahmegefäßes; aushärtbar im Lichtofen für indiv. Abformlöffel.
- scharfe Kanülen: als Achse 0,80 x40 mm, zum Einspießen in das Präparat wird eine dünnere Kanüle verwendet, deren Montageende abgezwickelt wird und die in die Achse (dicke Kanüle) eingeschoben wird: 0,40 mm (Leitungsanästhesie)
- transparentes Silikon (Memosil 2), das koronal auf die Präparate aufgetragen wird, um die Präparate achsengerecht an die Kanüle anzustiften (wichtig bei Präparaten mit okklusalen Restaurationen)
- schwarzes Kartonpapier zum abdunkeln und als Hintergrund; schwarzes und farbiges Kartonpapier als Hintergrund
- Motor für rotierende Präparate (sinnvoll als Übersicht und für räumliche Zuordnung von Strukturen): bei www.conrad.de gibt es Motoren für Diskokugeln mit ungefähr 2 U/Min.

Verbindung des Motors mit der Achse: Das Arbeitsende eines Kreuzschlitz-Bit (Schraubendreherspitze mit einer Trennscheibe abtrennen) wird an der Achse des Motors angeklebt. Als Gegenstück zu dem Bit an der Motorachse wird eine passende Spaxschraube in den Luerlock-Ansatz der Kanülenachse geschraubt. Zusätzlich muss eine Auflagekonstruktion so hergestellt werden, dass der Motor so über dem Aufnahmegefäß abgelegt werden kann und dabei das Bit sicher und spannungsfrei im Kreuzschlitz der Schraube sitzt.

Optische Grenzflächen werden aufgelöst, indem man den Zahn mit einem Medium infiltriert, das den selben Lichtbrechungsindex hat wie tierisches Gewebe.

Für optimale Transparenz muss der Mineralanteil der Zähne herausgelöst werden.

Bei fetthaltigen Geweben müssen auch Lipide entfernt werden.

Brechungsindex 1,538



Demineralisation
Salzsäure HCl 1%



Dehydrierung
Ethanol 50%, 80%, 96%



geeignetes Medium
Methylsalicylat

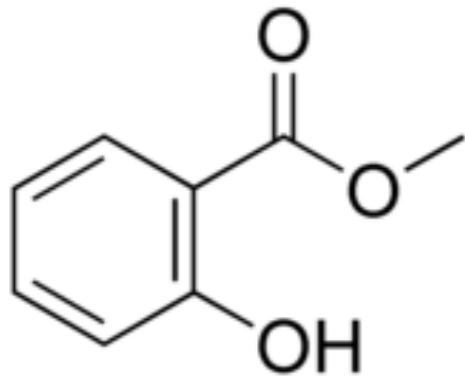
fertig!

- Lichtbrechungsindex wie organ. Gewebe: 1,538 – 1,577
- Gewebe kann infiltriert werden
- geringe Gesundheitsgefahr

geeignete Medien:

Methylsalicylat, Methylbenzoat, Xylol, Acrylat, Silikonöl,.....

Methysalicylat



Xn

gesundheitsschädlich

LD50 (Ratte) 887 mg/kg

- Toxizitätsgrenze 150 mg / Kg Körpergewicht
- Aufnahme über Haut (Handschuhe tragen) und Schleimhäute (Schutzbrille)
- Bei Überdosierung Magen- und/oder Nierenschmerzen
- Gut belüfteter Arbeitsplatz

Methylsalicylat

ausgeprägte hydrophobe Eigenschaften

Die Löslichkeit

- ist sehr gering in H₂O. Für klare Präparate müssen Wasserreste deshalb gründlich aus den Zähnen herausgelöst werden, bevor sie in Methylsalicylat überführt werden.
- ist gut in allen hydrophoben und amphiphilen Flüssigkeiten wie Alkohol.

Methylsalicylat ist ein potenter Weichmacher für Kunststoffe. Deshalb:

- Vorsicht bei der Auswahl von Aufbewahrungsgefäßen:
Keine Plastikbecher verwenden!
- Die Klebefugen der Aufnahmegefäße können mit Glaskleber (z. B. Conloc) geschützt werden. Dabei peinlich darauf achten, dass kein Kleber auf die Vorder- oder Rückseite des Aufnahmegefäßes kommt.

Nicht zerstörungsfreie Technik

Dokumentation der Zähne in jedem neuen Zustand:

- frisch extrahiert und nur mit einem chirurg. Sauger von Blut befreit
- nach Entfernung des Weichgewebes mit Handinstrumenten und im Ultraschallbad mit NaOCl
- als transparentes Präparat

aussagekräftige Fotos in vergleichbaren Ansichten

- Standardansichten: von vestibulär, von mesial, von oral, von distal
- zusätzliche Fotos von den Foramina und allen Auffälligkeiten: z. B. Risse, Schmelzperlen, Perforationen, Verfärbungen, Resorptionen, alle Veränderungen der Wurzeloberfläche

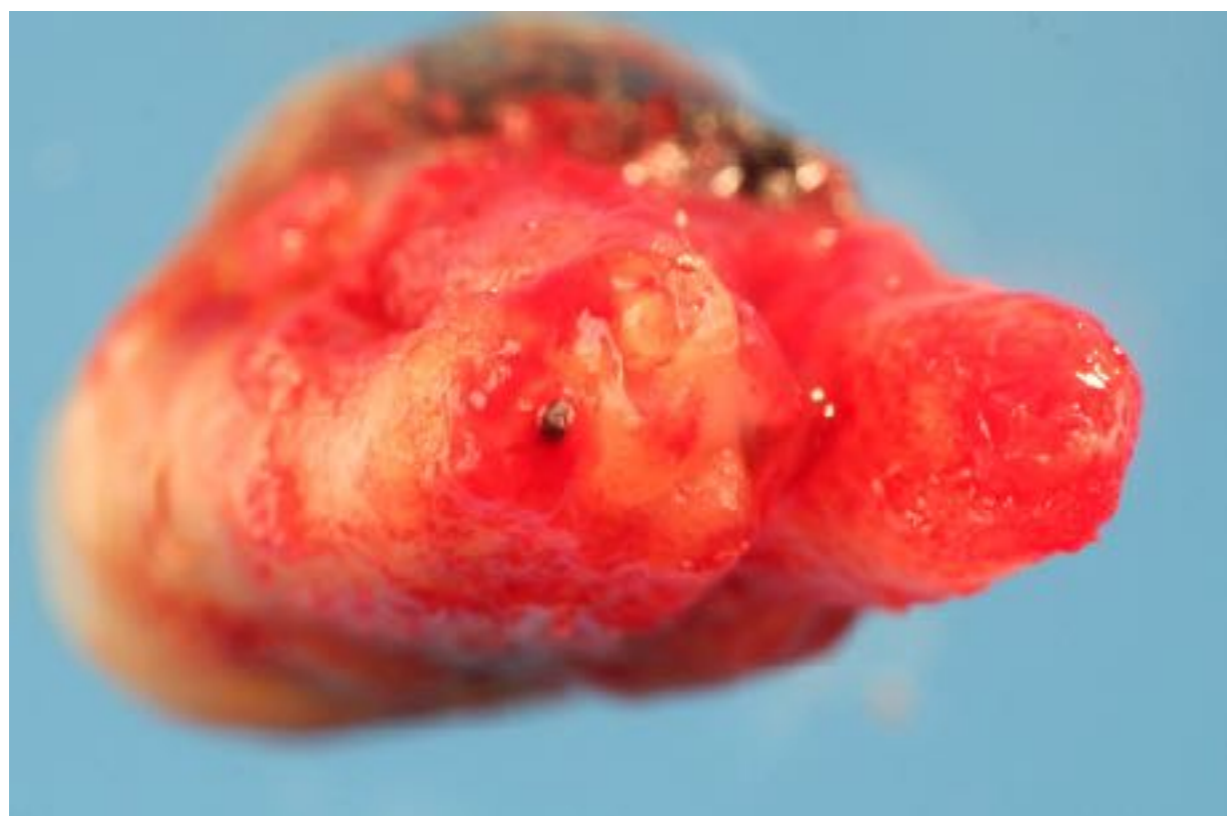
Fotografie der Zähne mit einem Makroobjektiv und Blitz auf einem weißen Desinfektionstuch, das links und rechts des Zahns zu reflektierenden Rippen hochgezogen wird.



Nicht zerstörungsfreie Technik

Dokumentation aller Schritte

- Klin. Rö, Fotos der klin. Situation
- Rö und Fotos des frisch extrahierten Zahns
- Fotos des gereinigten Zahns (Reinigung mit NaOCl im Ultraschallbad)
- Fotos des transparenten Präparats



Autopsie als Beispiel

Klinische Besonderheiten müssen ebenfalls notiert werden.
Hier: Pus an mesiobukkalen Apices



Schonende Entfernung des Weichgewebes:

Grobe manuelle Kürettage, danach Überführung in ein Aufbewahrungsgefäß mit NaOCl 3% und für 5-10 Min. in ein Ultraschallbad.

Die Entfernung von Konkrementen und Zahnstein erfolgt einfacher nach der Demineralisierung.

Danach erneute Fotodokumentation. Um kleine Foramina an der Wurzeloberfläche darzustellen, das apikale Drittel der Wurzeln mit Tuschesuspension (Microbrush) bestreichen und nach wenigen Minuten Trocknung die Wurzeloberflächen mit angefeuchtetem Zellstoff reinigen.



Nach Entfernung des anhaftenden Weichgewebes im Ultraschallbad weisen die Zähne bereits eine leichte Transparenz auf.

Zu beachten: Retentionsrillen für transparentes Silikon sollten bereits vor der Demineralisation in koronalen Restaurationen angelegt werden; dabei Wurzeln vor Schleifstaub schützen.



Vorsicht: Zu lange Einwirkzeit und zu hohe Konzentration von NaOCl zerstören die Kollagenstruktur. In einigen Abschnitten der Wurzeloberfläche ist lediglich der mineralisierte Rest des Hartgewebes übrig geblieben. Der Schaden zeigt sich nur am trockenen Zahn als kreidig-weiße und -weiche Struktur (linkes Bild). Nach anschließender Demineralisation sind auch die mineralischen Reste verloren (rechtes Bild).



Demineralisierung:

Ziel ist es, den Mineralanteil von Dentin und Zement zu entfernen und das hydrierte Kollagengerüst unverändert zu erhalten.

- Die Zähne einzeln bei Raumtemperatur (20-25 °C) in ein Gefäß mit HCl (1%) so auf ein Kunststoffsieb legen, dass sich der Zahn im oberen Drittel der Flüssigkeit befindet.
- Metallische Kronen sollten vor der Demineralisation entfernt werden, damit sich keine Korrosionsprodukte sich im Präparat niederschlagen können.
- Andere Restaurationen sollten mit Retentionen so versehen werden, dass transparentes Silikon darin Halt findet.
- Die Säure wird alle 12h erneuert; für einen unteren Schneidezahn werden insgesamt mindestens 30 ml, für einen Molaren mindestens 100 ml Säure benötigt.
Praktischerweise HCl 5% als Stammlösung vorhalten und dann 1:4 mit Leitungswasser verdünnen.
- Die Dauer der Entkalkung ist abhängig von der Temperatur, der Dicke des Dentins und der Säurekonzentration. Für untere Schneidezähne werden ca. 4 Tage benötigt, für Molaren 7-10 Tage. Die Vollständigkeit der Demineralisierung kann röntgenologisch kontrolliert werden oder es wird mit einer scharfen Kanüle geprüft, ob die Zähne penetriert werden können. Im Zweifel schadet ein weiterer Tag in HCl nicht. Die Zähne sind jetzt weich wie al dente gekochtes Gemüse, der Zahnschmelz ist vollständig aufgelöst.
- Die Säure wird in Leitungswasser gründlich ausgewaschen, evtl. noch anhaftende Konkremeente werden vorsichtig abgewischt.

Demineralisierung

Ein Kunststoffsieb (Haushaltswaren) ist geeignet zur Einlage in einen Einmalbecher



Endzustand nach Demineralisierung:
Nicht adhäsive Restaurationen lösen sich



Dehydrierung:

Ziel ist es, das hydrierte Kollagengerüst ohne Formveränderungen in ein amphiphiles Milieu zu überführen. Dazu wird Wasser in einem Diffusionsprozess schrittweise durch Ethanol substituiert.

- Die Präparate in Ethanol ca. 50% legen (1:1 Spiritus + Wasser), je nach Dicke der Zähne 4-6h, die Gefäße regelmäßig bewegen
- Weitere Dehydrierungsschritte in Alkohol 65% (1:2), 80% (1:4) und 96% (Spiritus pur)

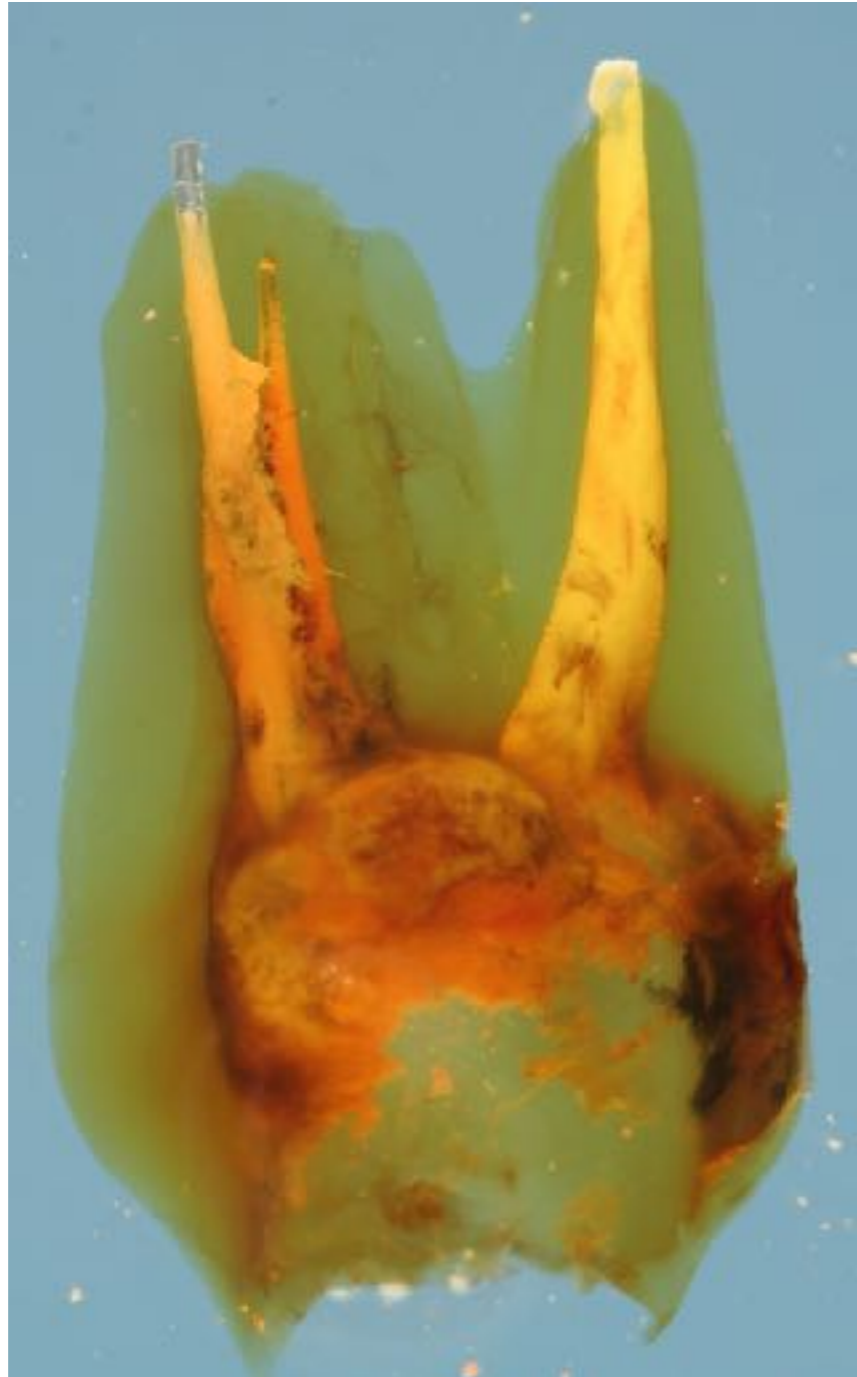


Überführung in Methylsalicylat

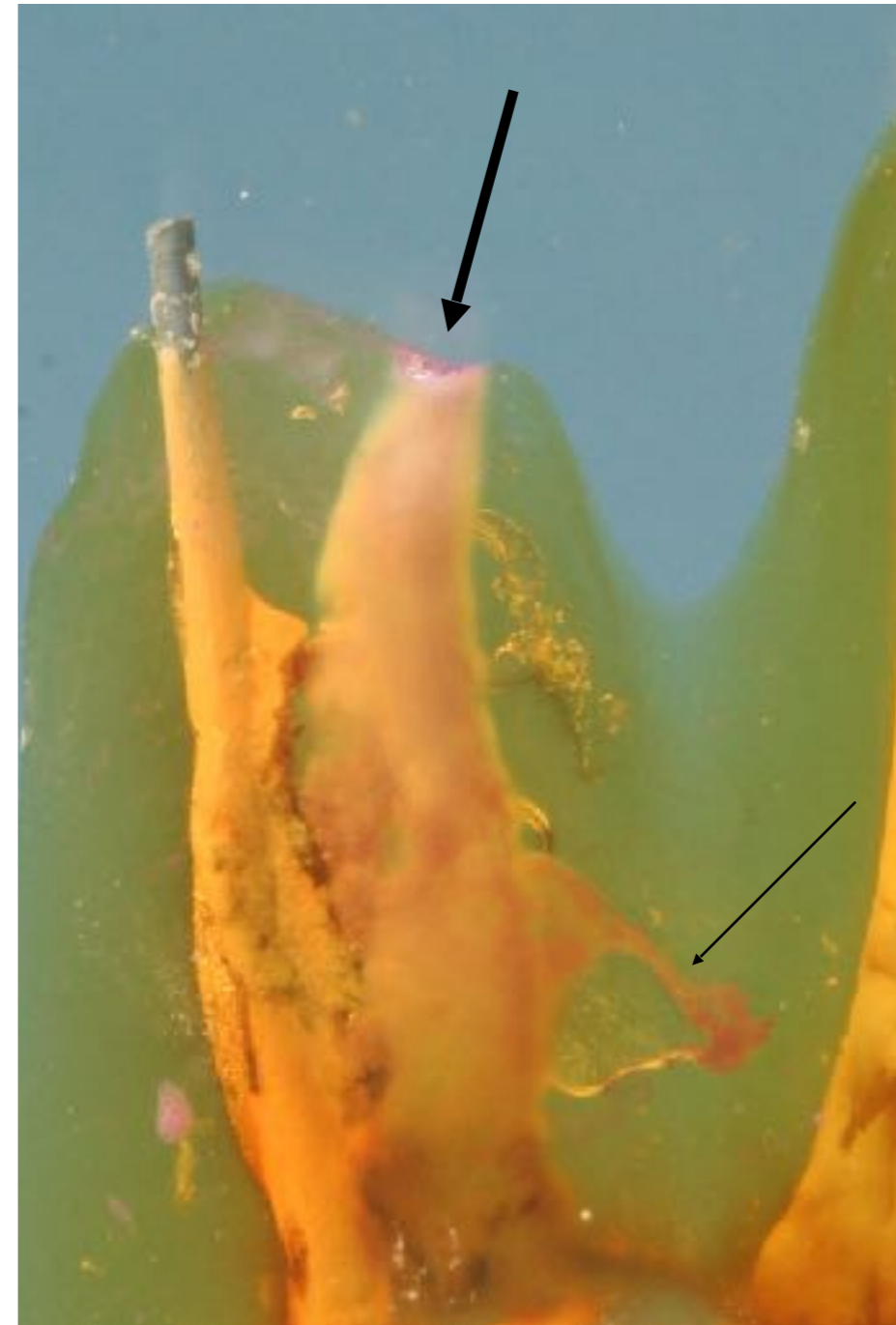
In einem einzigen Diffusionschritt wird Alkohol aus dem Kollagengerüst der Präparate durch Methylsalicylat ersetzt.

- Das Zahnpräparat aus dem Spiritus entnehmen, den Ethanolüberschuss mit Zellstoff abtupfen und das Präparat in ein Gefäß mit Methylsalicylat (pur) legen
- Die Präparate schwimmen zunächst an der Oberfläche und glänzen (wenn sie nicht an der Oberfläche schwimmen, sind sie unvollständig entkalkt oder enthalten Metallrestorationen.)
- Nach 1 - 3 h sind die Präparate in der Flüssigkeit abgesunken und vollständig transparent.
- Die Präparate werden dauerhaft in Methylsalicylat aufbewahrt. Zur Vermeidung von Verdunstung müssen die Gefäße fest verschlossen sein.

Durch Überführung in Methylsalicylat ist der Zahn transparent geworden.
Ansicht von zwei Seiten



Hohlraumstrukturen ohne Wurzelfüllmaterial bleiben verborgen, hier das komplette mb2-Kanalsystem.



Transparente Präparate lassen keine Aussage über die Dichte von Wurzelkanalfüllungen zu. Dafür müssen Röntgenbildern, die vor Demineralisation in verschiedenen Projektionen angefertigt werden, herangezogen werden.



Darstellung der endodontischen Hohlräume

Um die Wurzelkanalsysteme in transparenten Präparaten erkennen zu können, müssen sie mit Hilfe von Farbpigmenten sichtbar gemacht werden. Die Pigmente binden entweder an den internen Dentinoberflächen oder an Geweberesten.

Problematik:

- Sehr kleine Pigmente können ins Dentin penetrieren und dadurch das optische Ergebnis beeinträchtigen.
- Pulpagewebe, Biofilm und andere Substanzen können die Ausbreitung der Pigmentsuspension in den Hohlraumssystemen behindern, so dass umschriebene Abschnitte der Pulpahohlräume nicht dargestellt werden.
- Die Bindung vieler Pigmente an Dentinoberflächen ist gering. Ein Teil der Pigmente löst sich während der Demineralisierung wieder von den Dentinoberflächen, so dass die Dentinoberflächen nur noch schwach oder gar nicht dargestellt werden. Die Bindung von Pigmenten an demineralisierte Dentinoberflächen ist deutlich besser und empfiehlt sich für eine kräftige Darstellung der Hohlraumssysteme.
- Pigmente binden wesentlich besser an Geweberesten als an Dentinoberflächen. Das kann zu Problemen bei der Beurteilung der Präparate führen, in denen noch Reste von Pulpagewebe enthalten sind.
- Farbpigmente, die versehentlich auf die Wurzeloberfläche gelangt oder in Dentinrisse eingedrungen sind, beeinträchtigen die spätere Auswertung.

Einbringen der Farbpigmente nach Demineralisierung

1. Dehydrierung in Ethanol bzw. Spiritus 50% (Festigung der Präparate, leichtere Entfernung von Farbüberschüssen von Wurzeloberflächen). Zur Vermeidung von Schrumpfungsartefakten durch Verdunstung des leicht flüchtigen Alkohols und für eine noch stärkere Festigung der Präparate ist es sogar empfehlenswert, die Präparate schon vollständig zu dehydrieren und mit Methylsalicylat zu infiltrieren, danach wieder zwei Schritte zurückzugehen (puren Spiritus und danach Spiritus/H₂O 1:1).
2. Entnahme der Präparate aus dem Alkohol 50%, aussaugen der Präparate mit einem Speichelzieher an den Foramina und der okklusalen Zugangsöffnung
3. Kleine Tropfen Farbsuspension in die Zugangsöffnung geben, bis Farbe an den Foramina zu sehen ist. Bei erschwerter Durchgängigkeit kann zusätzlich apikal mit einem Speichelzieher gesaugt werden. Die Farbinstallation muss sehr vorsichtig geschehen, damit möglichst wenig Farbe auf die äußeren Wurzeloberflächen gelangt. Diese kann mit feuchten Zellstoff abgewischt werden. In der Zugangsöffnung sollte der Farbüberschuss grob mit feuchtem Zellstoff entfernt werden.
4. Sofort danach werden die Zähne zurück in 50% Spiritus gelegt und in zwei bis drei weiteren Schritten vollständig dehydriert. Nach vollständiger Dehydrierung können Farbpigmente mit feinen Interdentalebürsten und purem Spiritus von den Wurzeloberflächen entfernt werden.

Darstellung feiner Hohlräume mit Druckluft nach Infiltration mit Methylsalicylat

Werden im fertigen Präparat feine Kanalstrukturen vermutet, die nicht angefärbt worden sind, kann versucht werden, diese mit Druckluft sichtbar zu machen.

Problematik:

- Artefakte durch Disruption der Kollagenstruktur
- instabiles Ergebnis; aufgrund der sehr geringen Oberflächenspannung entweicht die Luft sehr schnell wieder - schnelles Fotografieren ist wichtig!
- vergrößerte Darstellung von Kanalstrukturen aufgrund der Lichtbrechung an den Grenzflächen

Vorgehen:

1. Die zum Fotografieren vorbereiteten Präparate aus der Flüssigkeit nehmen, abtropfen lassen bzw. mit Zellstoff abtupfen und anschließend mit Druckluft (Dreiwegespritze) von apikal und seitlich auf die Wurzel blasen
2. zurück in Methylsalicylat legen und sofort fotografieren

wässrige Suspension herstellen vor Gebrauch verrühren

Pelikan Wasserfarbe



lila

magenta

grün



flüssige Gouache
brillantblau



Schmincke
Linoldruckfarben



Sedimentierung

Anfärben von Pulpahohlräumen, die zur Wurzeloberfläche offen sind

Die Pulpahohlräume müssen trocken sein, dazu werden die Zähne in einem Becher auf einer dickeren Lage feuchtem Zellstoff gelagert bis der Zellstoff trocken ist (schonende Trocknung zur Vermeidung von Spannungsrissen). Zuvor angelegte Zugangsöffnungen und die Extirpation von Pulpagewebe erleichtern die Ausbreitung der Pigmente.

Die trockenen Zähne werden in ein Gefäß mit Farbsuspension gelegt. Die Zähne müssen vollständig von Flüssigkeit bedeckt sein. Anschließend wird die Luft aus den Pulpahohlräumen durch Vakuum entfernt (Vakuumpipsanrührer). Durch Kapillarkräfte und atmosphärischen Druck dringt dann Farbsuspension in die zuvor luftgefüllten Hohlräume. Nach Auflösen des Vakuums wird zusätzlich Farbsuspension durch atmosphärischen Druck in die Hohlraumssysteme gepresst. Durch Überführen des Gefäßes in einen Drucktopf lässt sich der Druck von außen noch erhöhen.



Anfärben von Pulpahohlräumen, die zur Wurzeloberfläche offen sind

Anschließend wird der Zahn aus dem Gefäß mit der Farbsuspension entnommen, Überschuss von Farbsuspension wird mit feuchtem Zellstoff von den Zahnoberflächen entfernt. Dabei muss darauf geachtet werden, dass keine Farbsuspension aus endodontischen Öffnungen herausgesaugt wird. Ist das passiert, kann mit einem Microbrush erneut Tuschesuspension in die Oberflächen eingearbeitet werden.

Danach entfernt man den Rest der Farbpigmente erst, nachdem diese getrocknet sind, ebenfalls mit feuchtem Zellstoff.



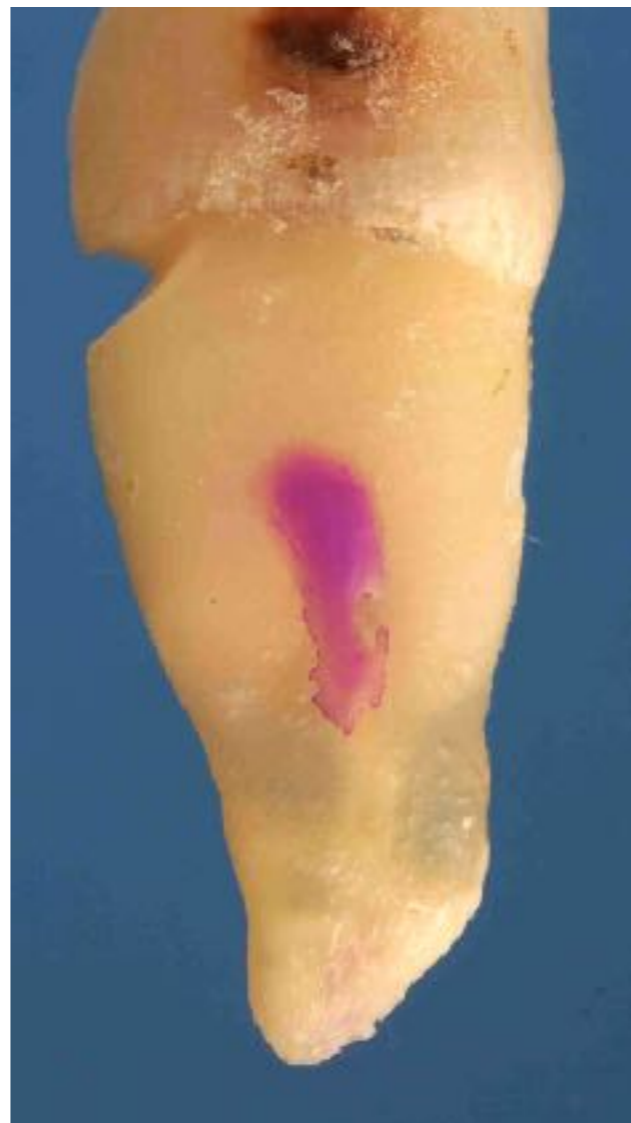
Apikales Nachfärben



Tusche mit Microbrush
auftragen,
—————→
trocken blasen, feucht
abwischen



Einbringen von Farbsuspension über eine einpolymersisierte Kanüle, wenn die Darstellung der Kronenpulpa wichtig ist. Die Farbsuspension soll aus allen Foramina austreten. Vorzugsweise sollte die Pulpa über einen größeren Zugang extirpiert werden. Das erleichtert die Ausbreitung der Farbbpigmente im gesamten Kanalsystem.



Austrocknen während/nach der Demineralisation

Trouble Shooting



Austrocknen während/nach der Demineralisation

Trouble Shooting



in H₂O
rehydrieren



danach wie
üblich
dehydrieren
und aufhellen



Austrocknen des transparenten Präparats (Verdunstung von Methylsalicylat)

Methylsalicylatreste in
Ethanol 96%
herauslösen



rehydrieren:
Ethanol 50%, H2O



wie üblich dehydrieren
und aufhellen



unvollständige Demineralisation

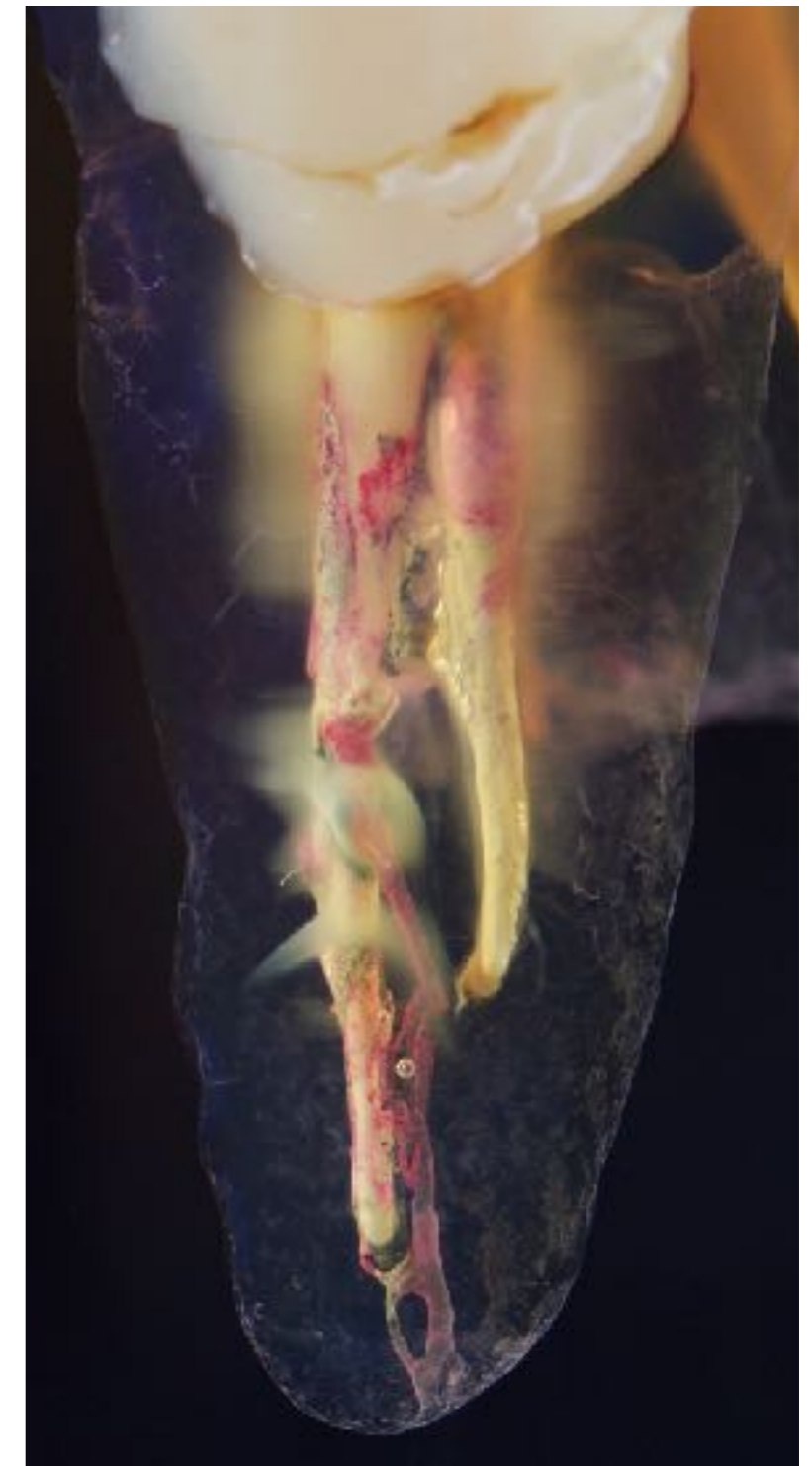
Weißer Schleier um die Wurzelkanäle,
Struktur der Dentinkanälchen ist manchmal sichtbar

Korrekturmöglichkeit:
Methylsalicylat herauslösen
in Ethanol 96% mind. 2x 6h

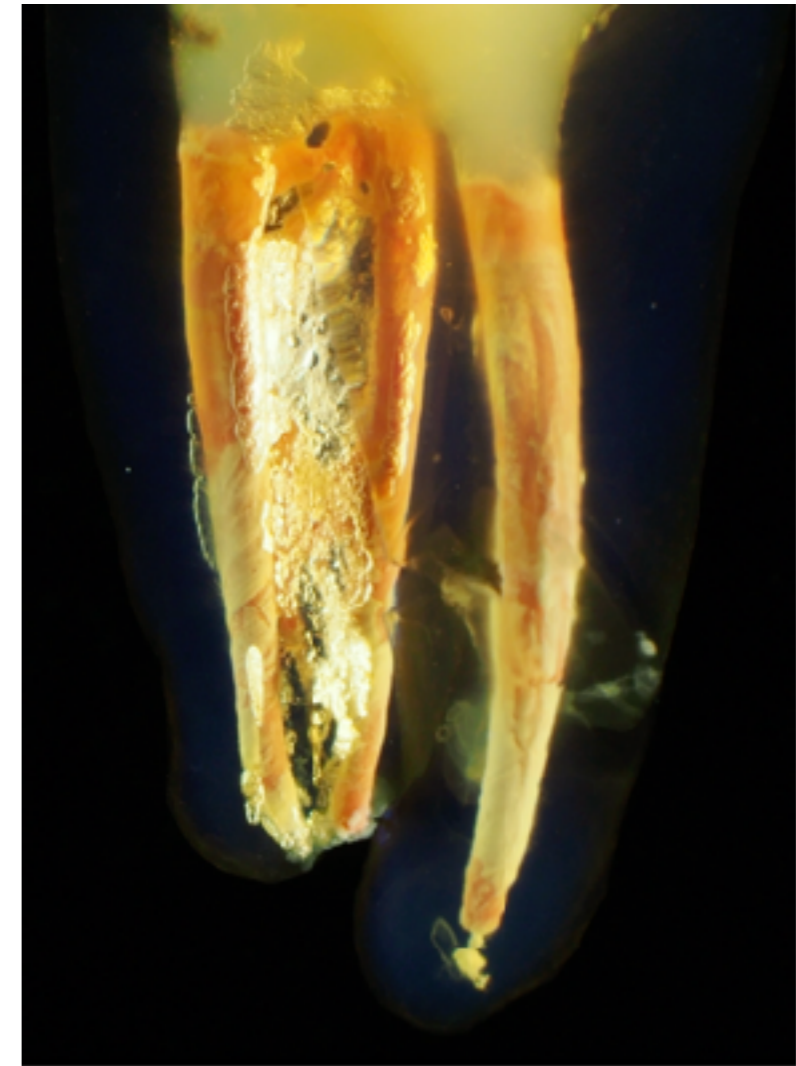
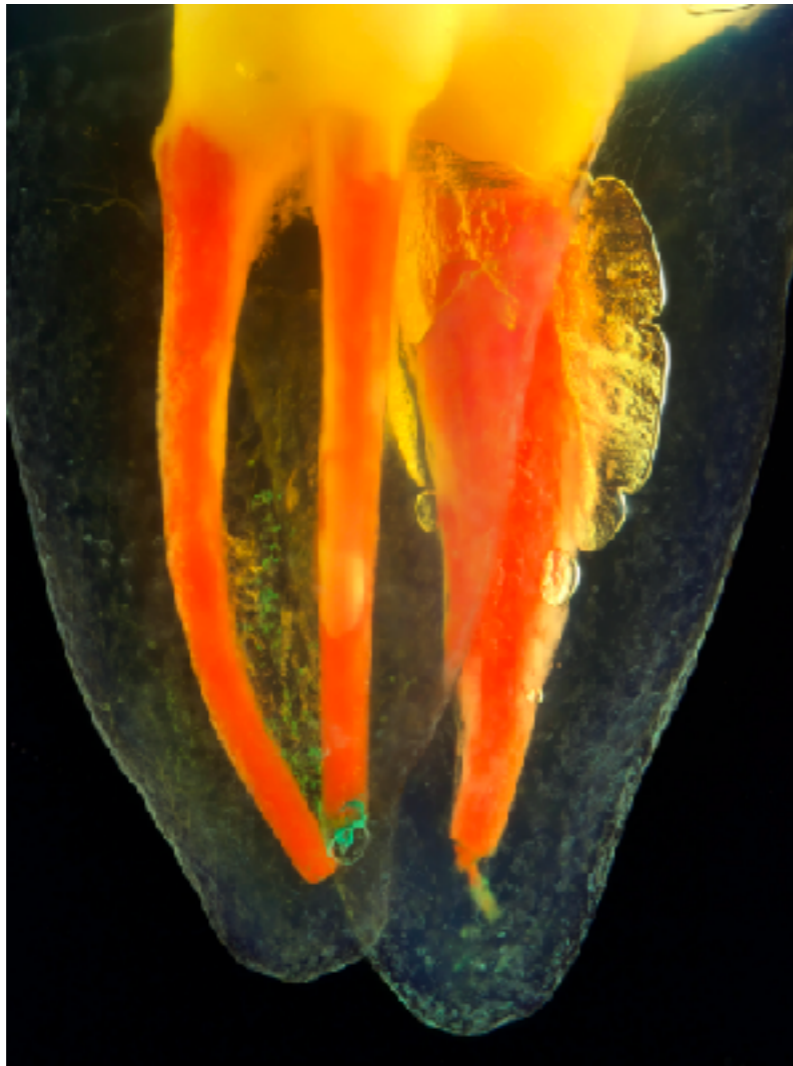
rehydrieren:
Ethanol 50% 2x 3h
viel bewegen,
H₂O 1-2h

Demineralisation fortsetzen:
HNO₃ 5%

wie üblich dehydrieren und
aufhellen



Ansammlung von CO₂-Gas in wurzelgefüllten Zähnen

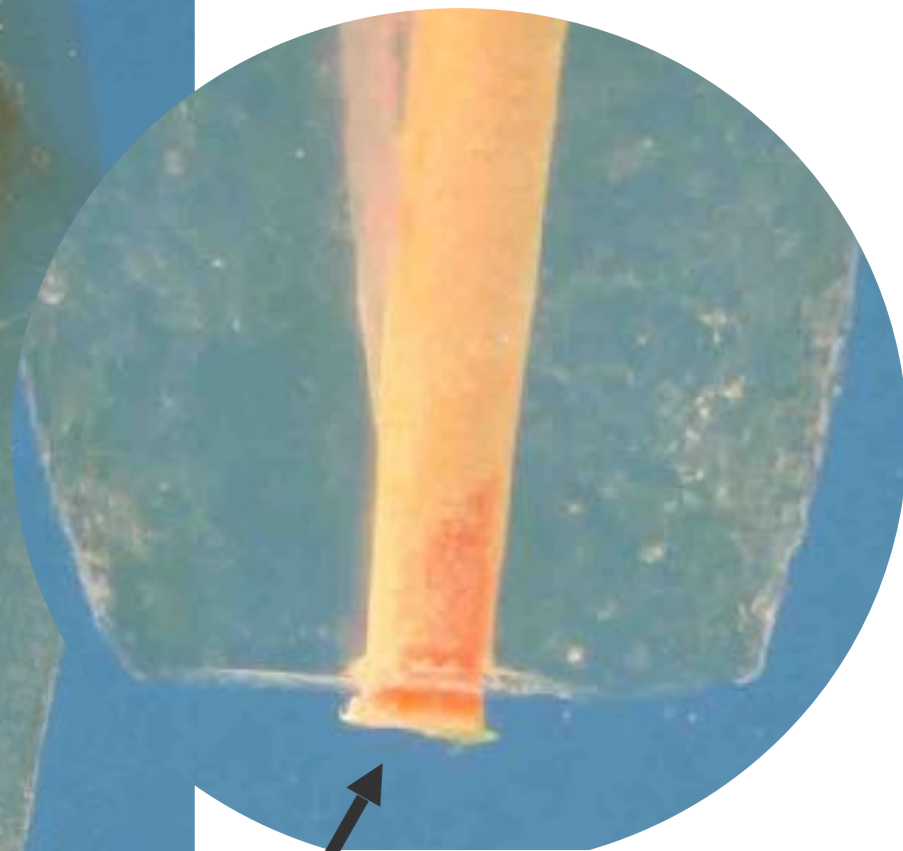


Bei Demineralisation mit Säure (1% HCl) entsteht CO₂. Es diffundiert großteils zu den inneren und äußeren Dentinoberflächen. Durch Gasansammlungen können feine Anteile der Wurzelkanalsysteme, direkt nachdem die Präparate ihre Transparenz erreicht haben, für kurze Zeit sichtbar werden. Die Gasansammlungen entweichen innerhalb von Minuten bis wenigen Stunden. Andererseits können größere Gasansammlungen die optische Auswertung behindern.

In zentralen Wurzelarealen - besonders in dickeren Wurzeln - können bei der Agglomeration von CO₂-Gas Risse im Dentin entstehen. Interessanterweise entspricht die Anordnung dieser Artefakte dem Verlauf von Wurzellängsfrakturen.

Volumenänderungen

durch Quellung der Guttapercha in Methylsalicylat



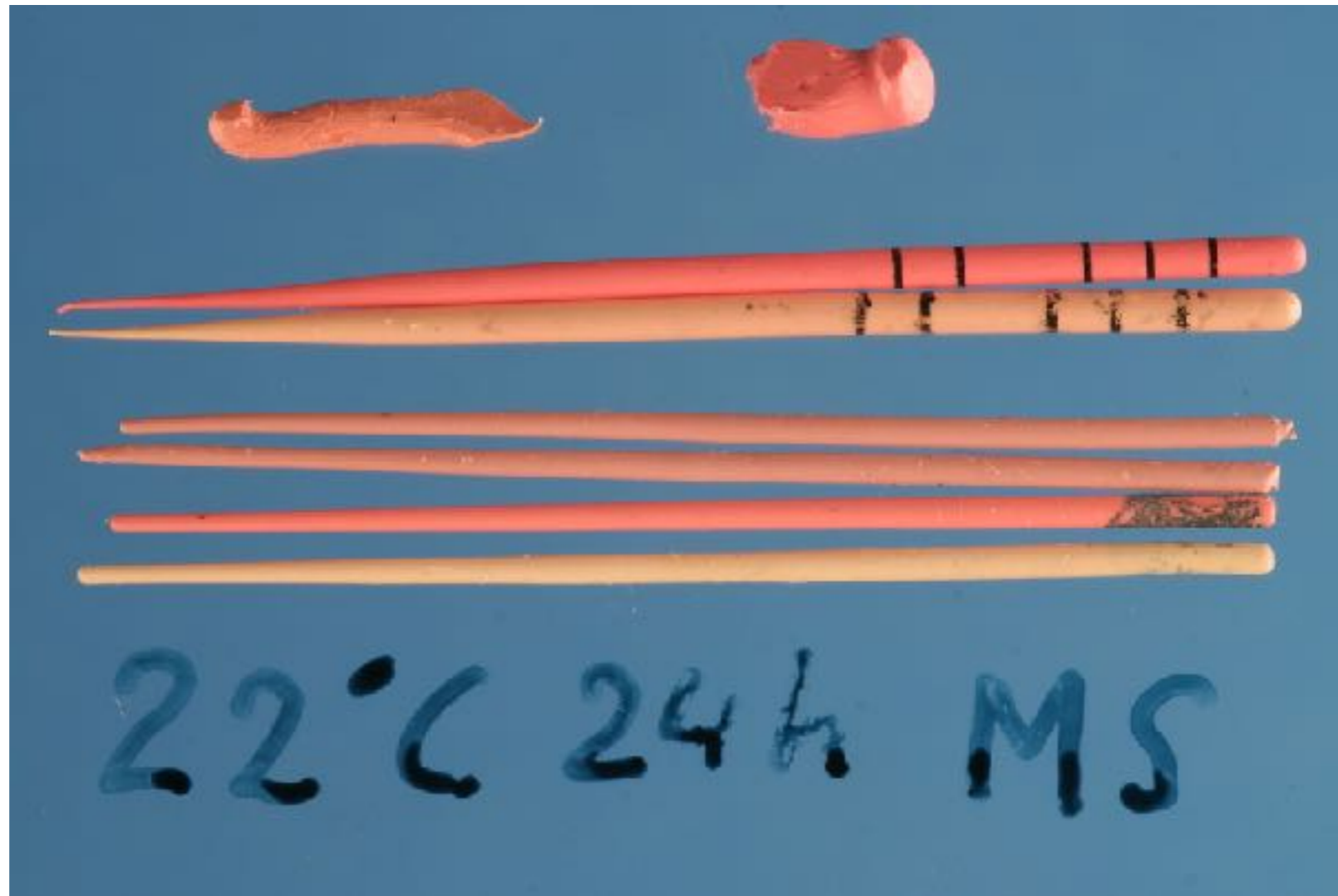
Volumenänderungen, Farbdiffusion

abhängig von der Temperatur und von dem Guttaperchaprodukt.



Volumenänderungen, Farbdiffusion

abhängig von der Temperatur und von dem Guttaperchaprodukt.



Volumenänderungen, Farbdiffusion

abhängig von der Temperatur und von dem Guttaperchaprodukt.



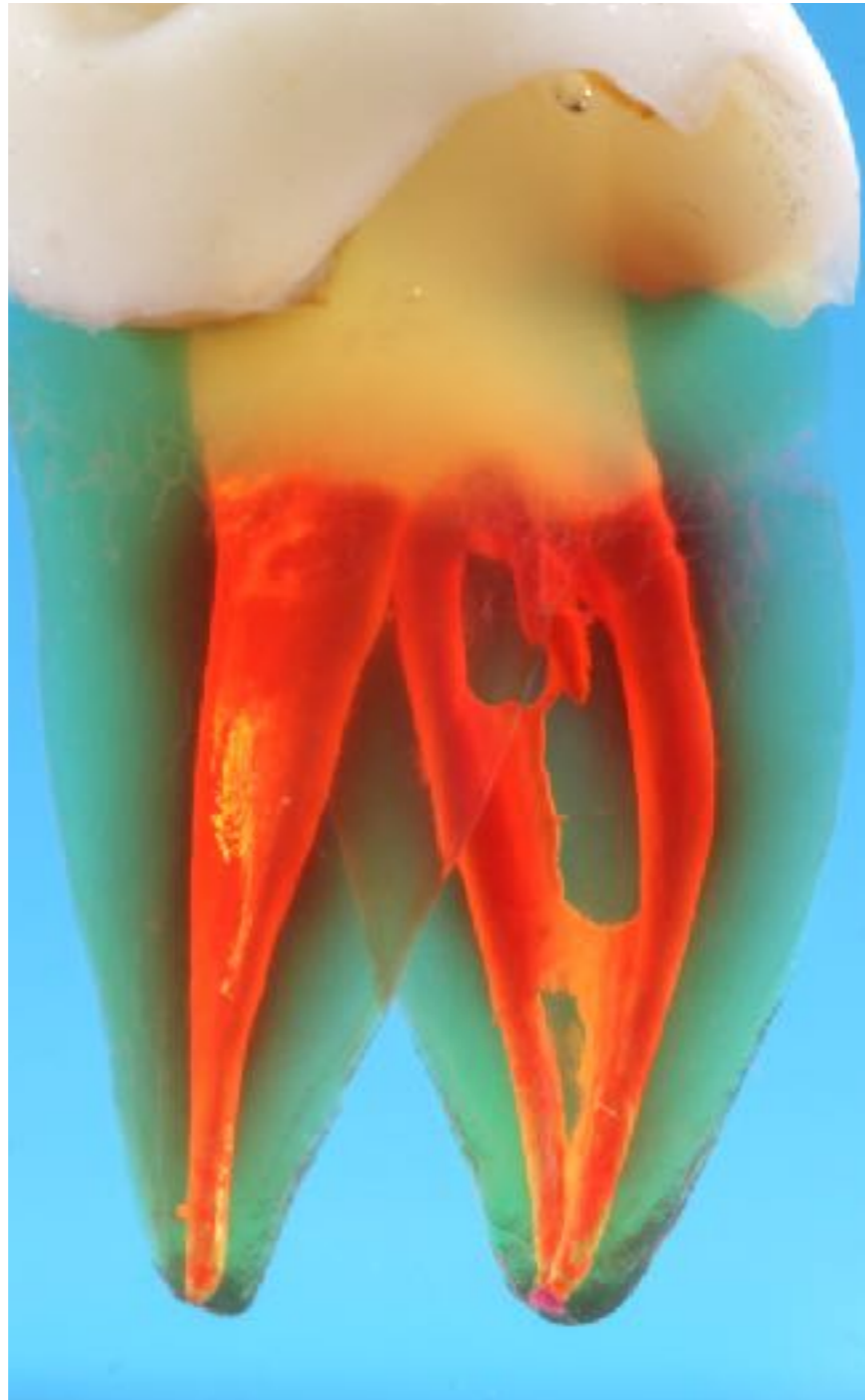
Minimierung von Volumenänderungen, Farbdiffusion



- Präparate mit Guttaperchawurzelfüllung kühl lagern, wenn sie in Ethanol oder Methylsalicylat liegen (längere Diffusionszeiten berücksichtigen)
- nach Überführung in Methylsalicylat sofort fotografieren: für Dokumentation feiner Hohlraumstrukturen, die nur für kurze Zeit durch Gaseinlagerung dargestellt sind
- nach Überführung in Methylsalicylat innerhalb der ersten Tage fotografieren nachdem CO₂-Ansammlungen aufgelöst haben: für eine optimale Auswertung

Farbstoffdiffusion aus Guttapercha bei Lagerung in Ethanol (links) beeinträchtigt die optische Qualität des transparenten Präparats (rechts)

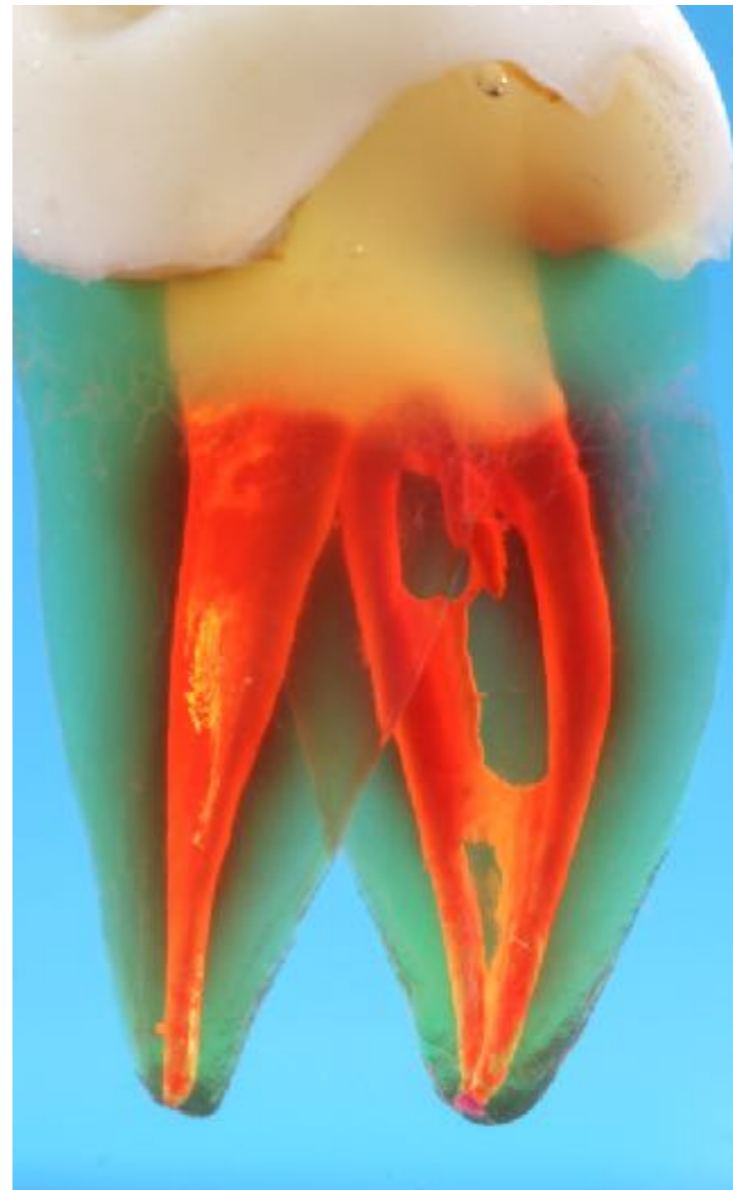
Minimierung von Volumenänderungen, Farbdiffusion



Farbstoffdiffusion aus Guttapercha bei Lagerung in Methylsalicylat. In der Folge ist Dentin verfärbt und eine Differenzierung von Sealer und Guttapercha ist nicht mehr möglich.

Minimierung von Volumenänderungen, Farbdiffusion

- Präparate mit Guttaperchawurzelfüllung kühl lagern, wenn sie in Ethanol oder Methylsalicylat liegen (längere Diffusionszeiten berücksichtigen)
- nach Überführung in Methylsalicylat sofort fotografieren



Ethanol

Spannungsrisse durch Trocknung

Rissverlauf: von peripher nach zentral,
tritt vorwiegend in dicken Zahnwurzeln auf



krakelierte Wurzeloberfläche

Ursache:
Entkalkung der Zahnoberfläche
durch kurze Lagerung in Säure,
Unterbrechung der
Demineralisation und Trocknung
des Zahns



Wirkung von HCl 1 %

aufgelöst werden:

- Zahnschmelz
- $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- Phosphatzement
- säureempfindliche Kulturen

Konkrementen fallen ab bzw. lassen sich nach der Entkalkung abwischen.

Fett wird gelöst durch Alkohol, Methylsalicylat



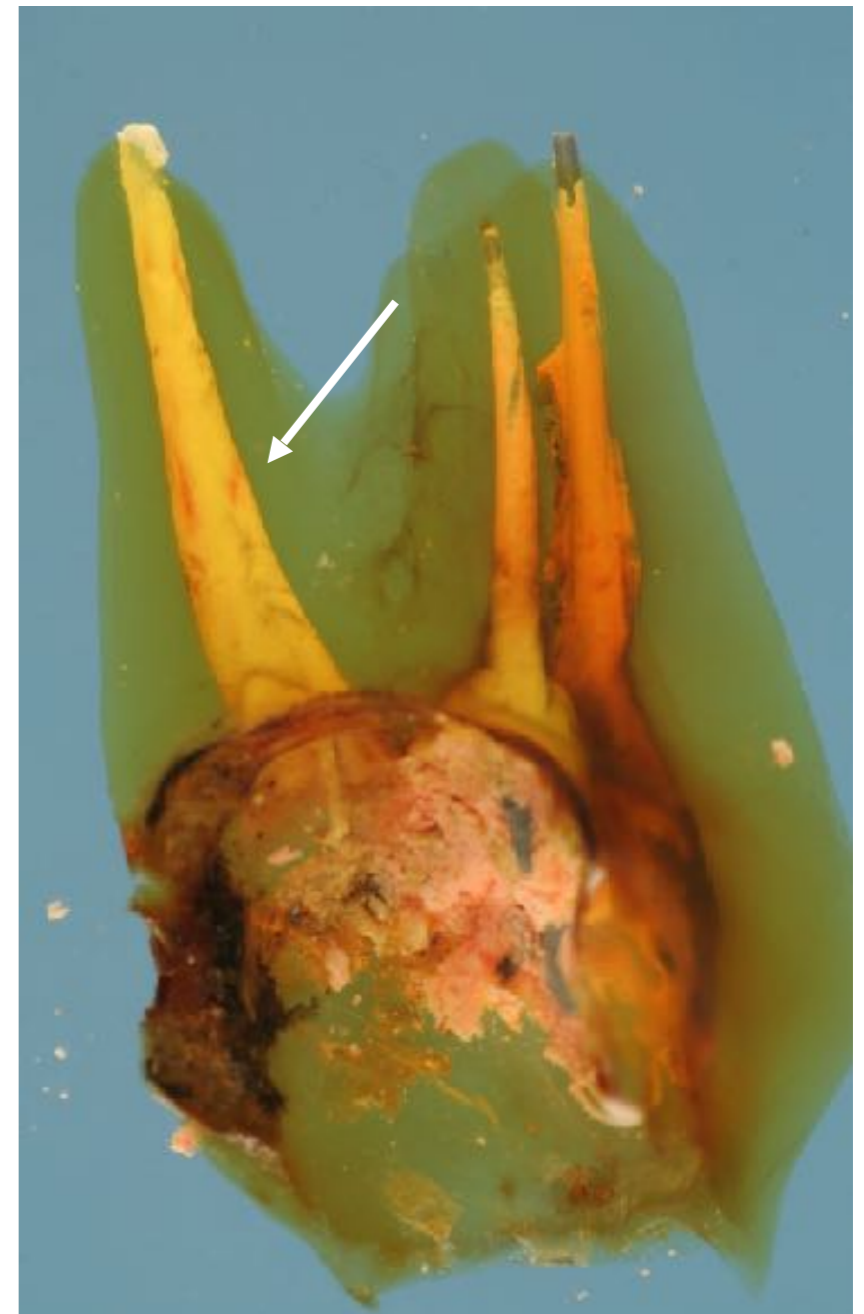
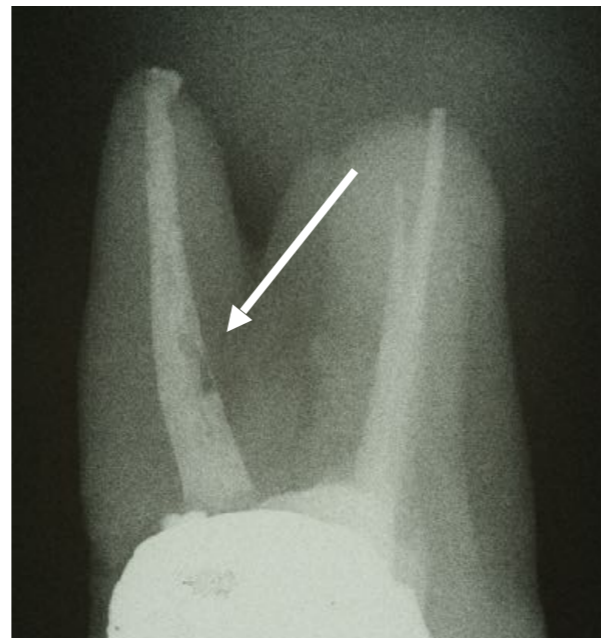
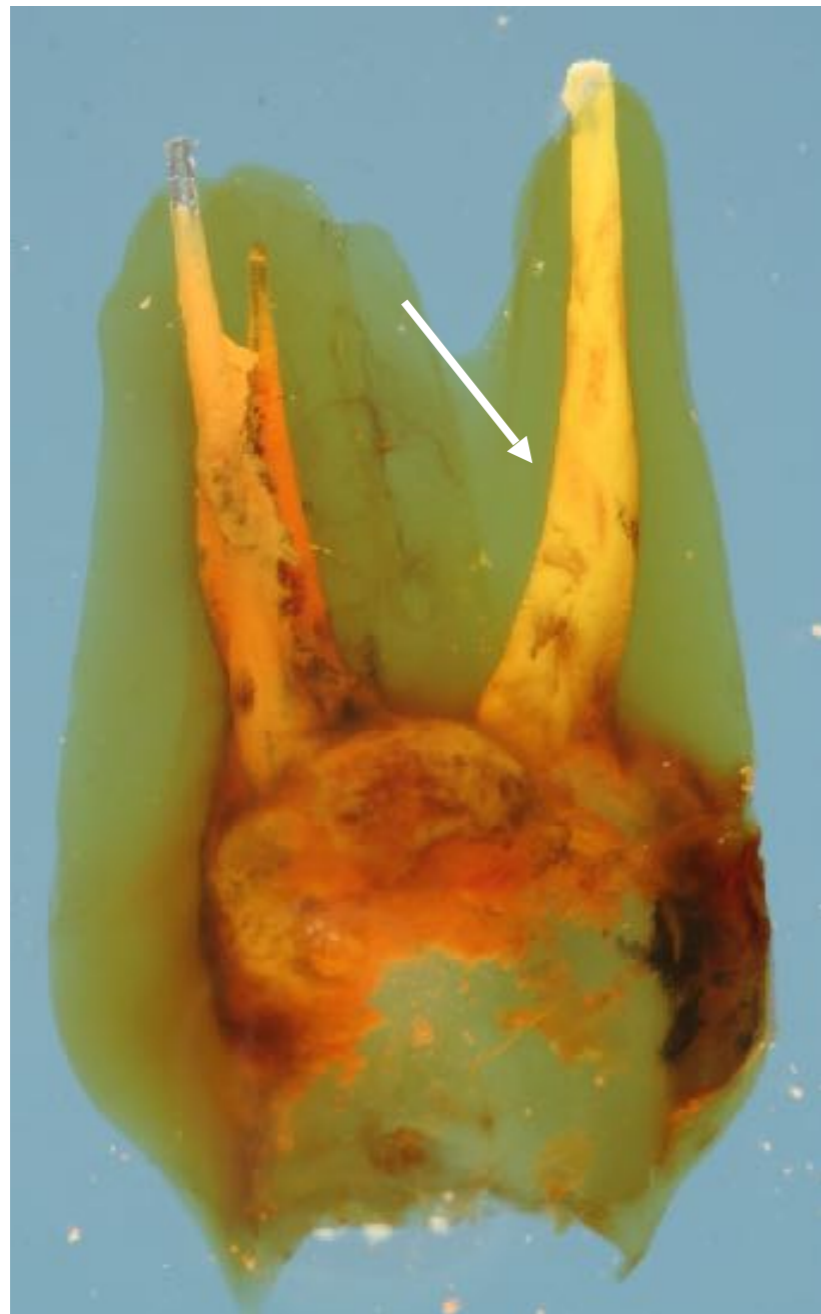
Wirkung von HCl 5 %

erhalten bleiben:

- Strukturproteine:
Kollagengeflecht von Dentin
und Wurzelzement,
anhaftendes Weichgewebe
- Guttapercha
- Sealer
- Metalle
- MTA
- Komposit

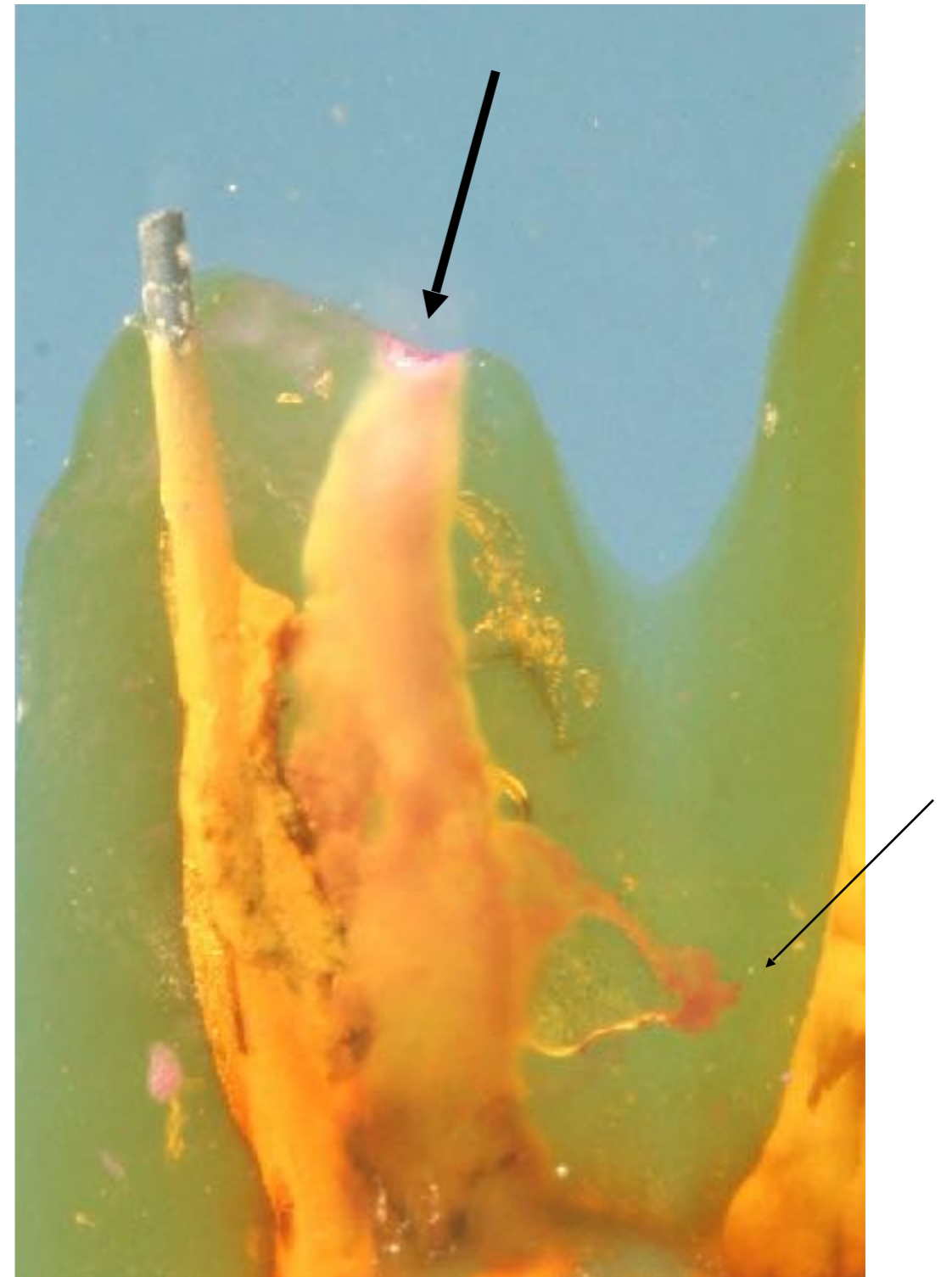
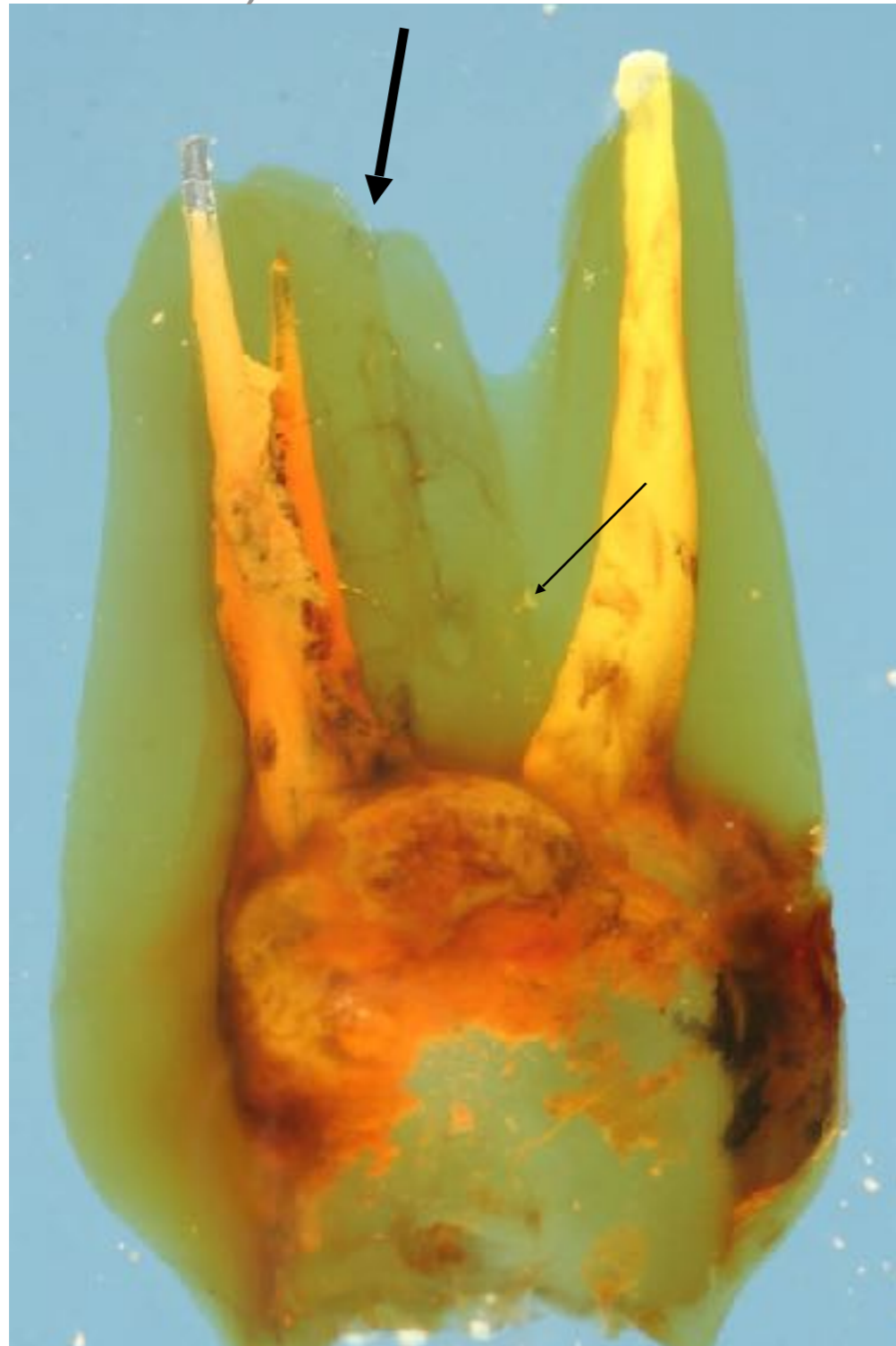


Die Homogenität von Wurzelkanalfüllungen kann in transparenten Präparaten nicht beurteilt werden. Deshalb müssen zur Bewertung dieses Aspekts Röntgenbilder herangezogen werden.



Endodontische Hohlräume ohne Wurzelfüllmaterial bleiben verborgen (links).

Mit Hilfe von Kontrast gebenden Substanzen können sie dargestellt werden (rechts, Pfeile an korrespondierenden Stellen).



Betrachtung der Präparate im flüssigen Medium

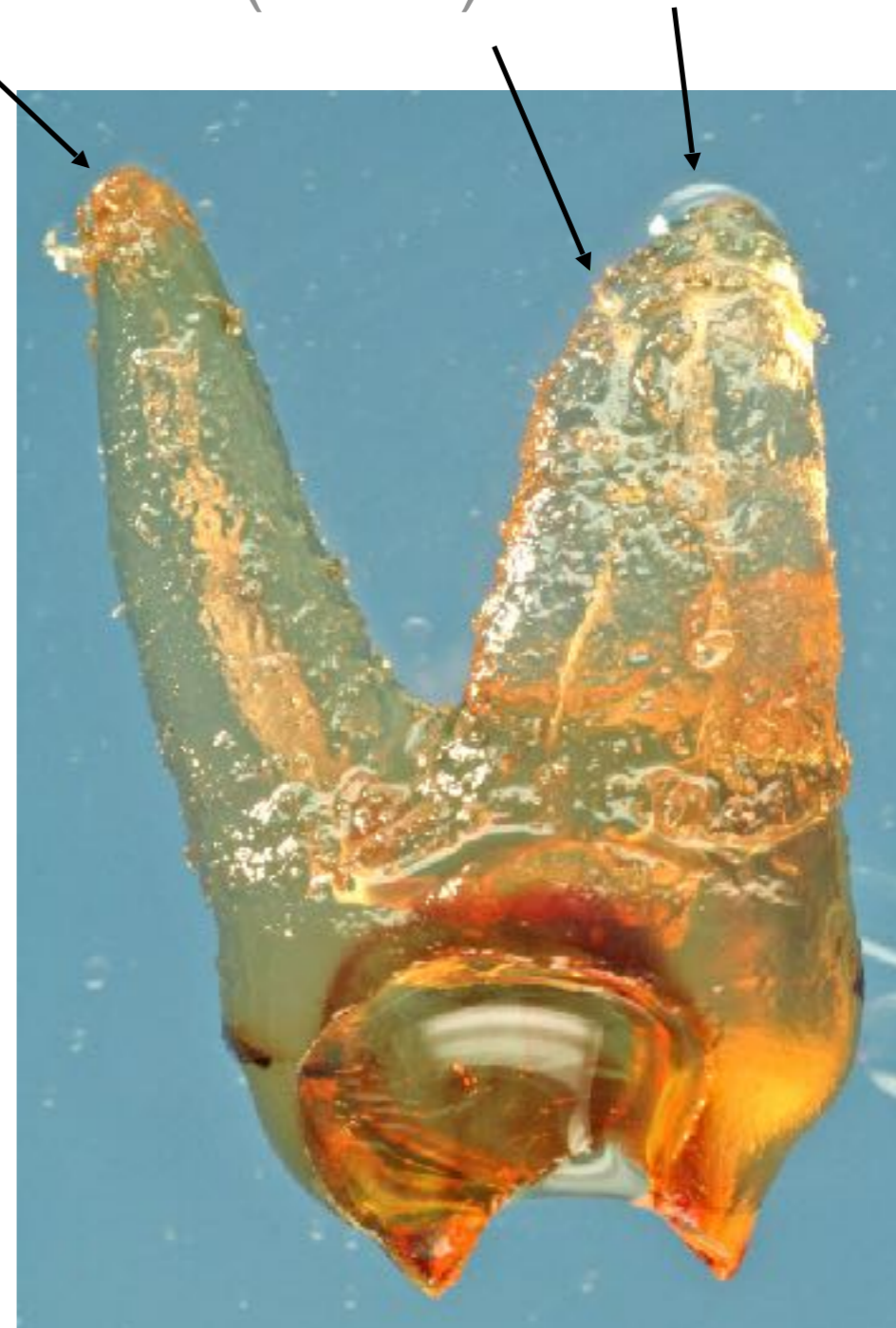
Das Präparat liegt an der Luft:
störende
Lichtreflexe an
den Oberflächen
des Präparats



Das Präparat liegt
in Methylsalicylat:
keine Lichtreflexe
an den
Oberflächen des
Präparats

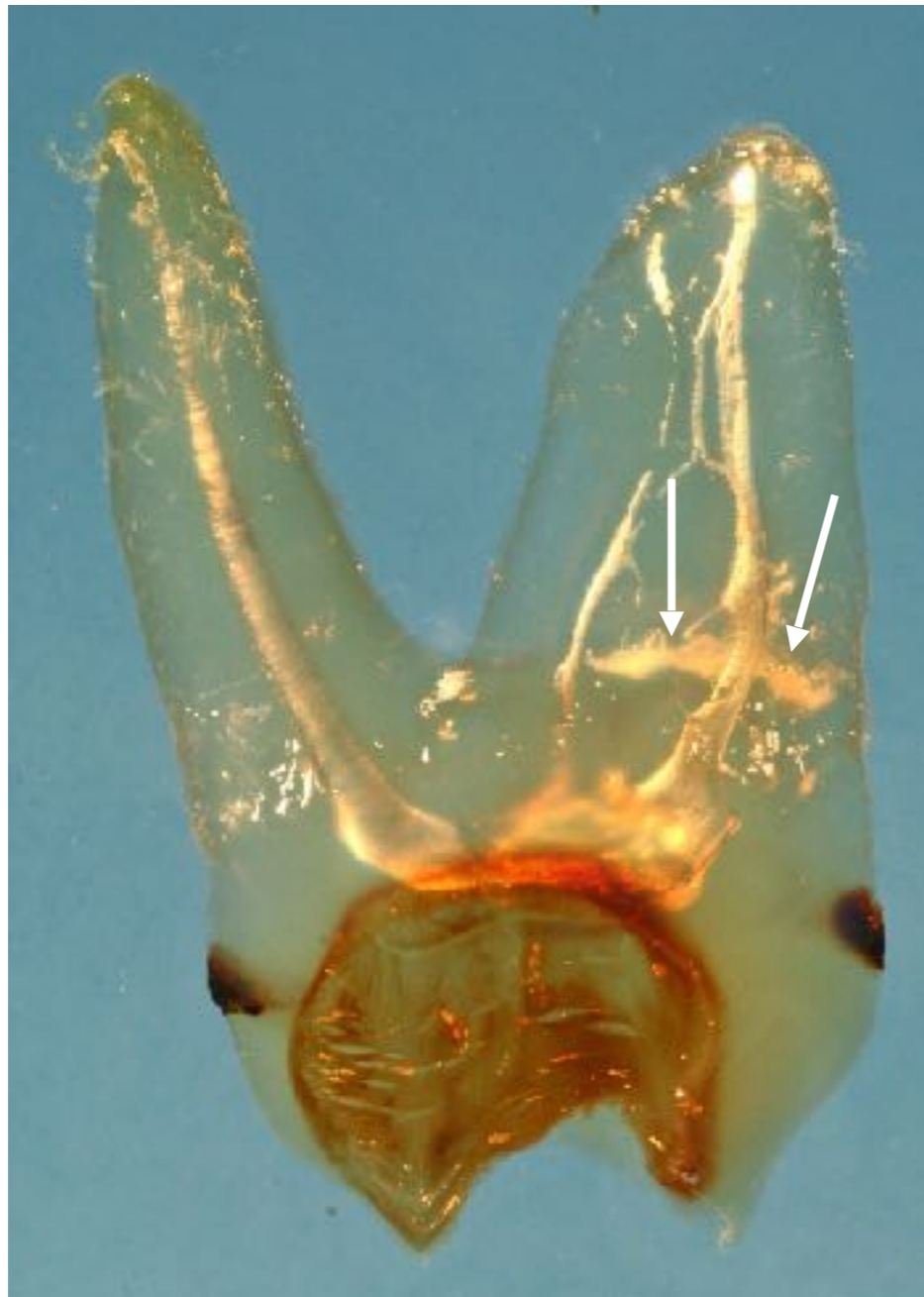


Endodontische Hohlräume ohne Kontrastmittel bleiben verborgen (links).
Durch Injektion von Luft werden optische Grenzflächen zwischen Dentin und Pulpahohlräumen geschaffen, um die Wurzelkanalsysteme sichtbar zu machen (rechts).

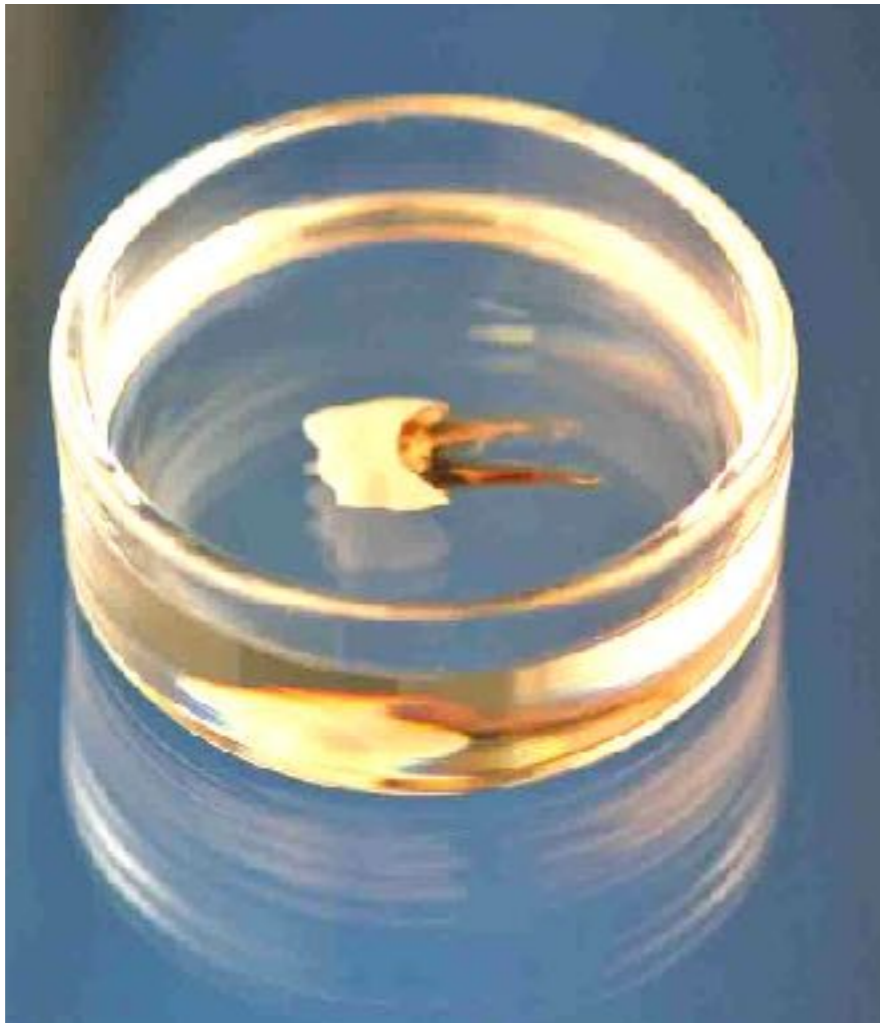


Das Präparat wird nach Luftinjektion in Methylsalicylat zurückgelegt (links). Die Kanalsysteme werden unvollständig und vergrößert dargestellt. Druckluft kann Artefakte durch Disruption der Dentinstruktur verursachen (Pfeile).

Die Foramina können mit Sekundenkleber verschlossen werden, um das Entweichen der injizierten Luft zu verhindern (Marius Wendisch).



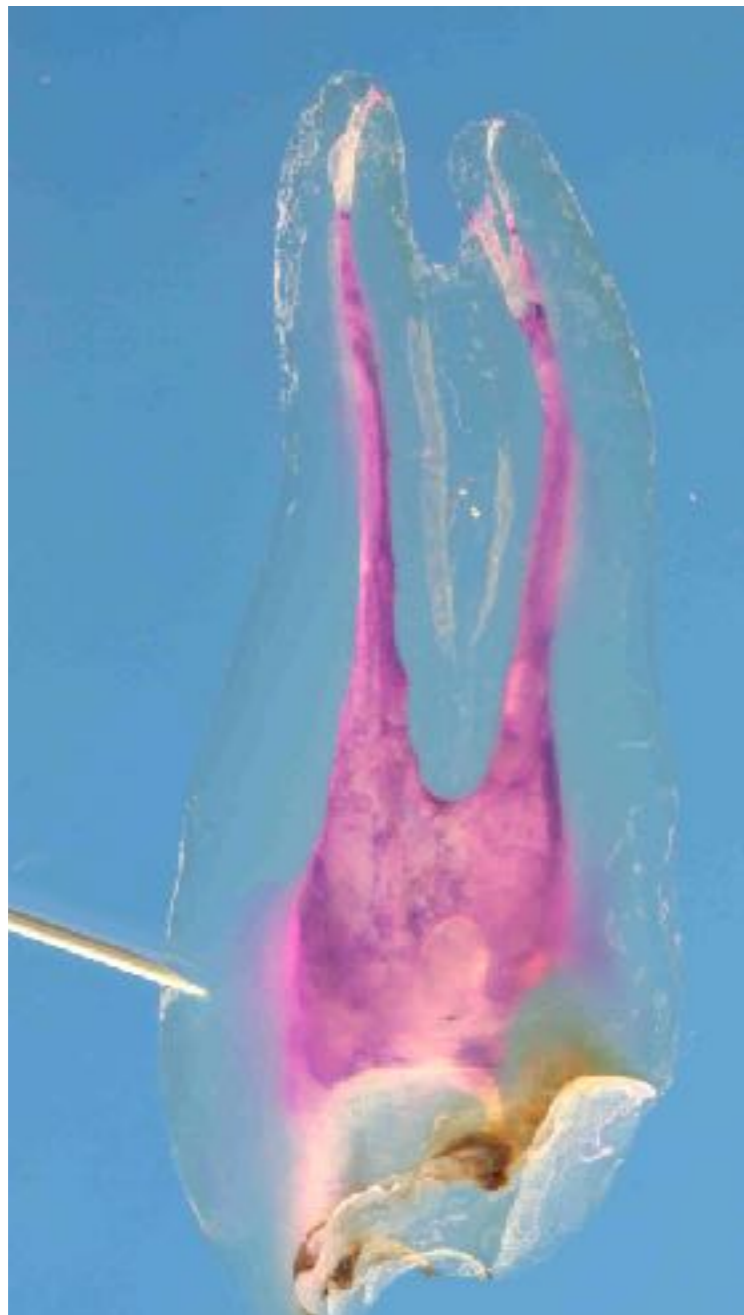
Konventionelle Fotografie



Konventionelle Fotografie

Nachteile:

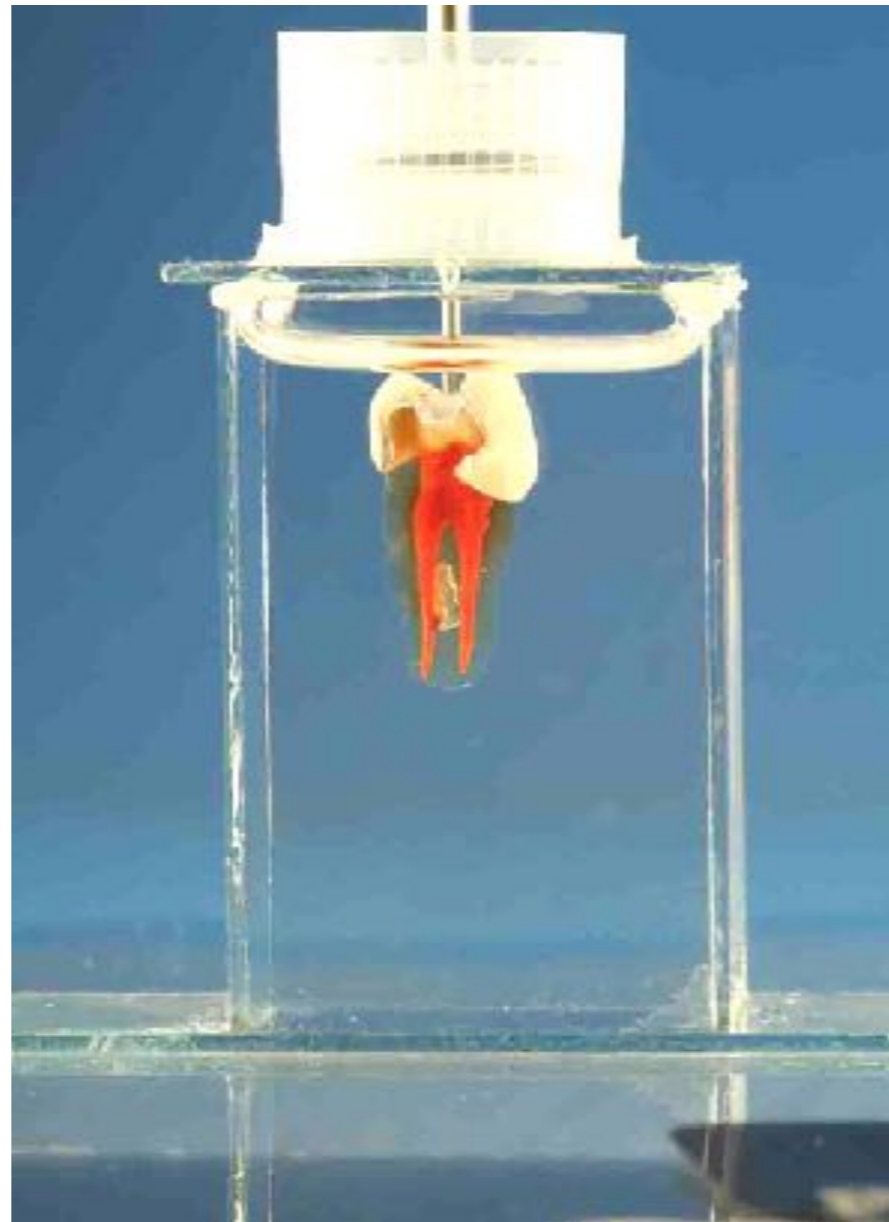
- stark eingeschränkte Ausrichtung der Präparate
- Sedimente
- eingeschränkte Beleuchtungsmöglichkeiten



Horizontale Fotografie

Vorteil:

- sehr gute Ausrichtung der Präparate
- keine Sedimente aber wenige Schwebteilchen
- optimale Beleuchtungsmöglichkeiten

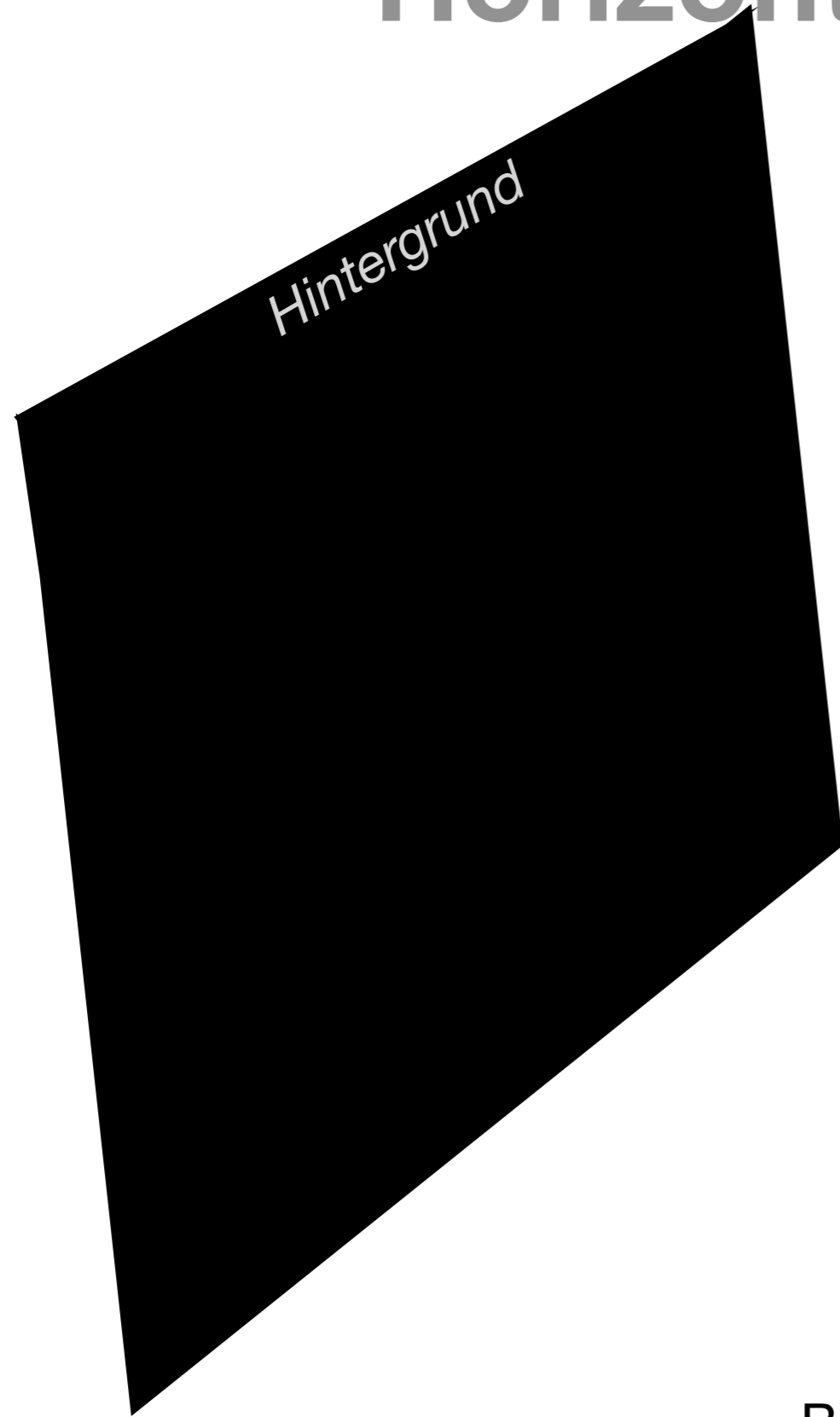


Horizontale Fotografie

- mit Hellmaküvette
- Glasdeckel mit zentralem Loch und
- seitlichen Kompositnasen zur Lagesicherung
- Deckelaufbau ebenfalls mit zentralem Loch für die Kanüle, die mit Flowkomposit als Achse leichtgängig und ohne Spiel eingestellt wird



Horizontale Fotografie



Beleuchtung

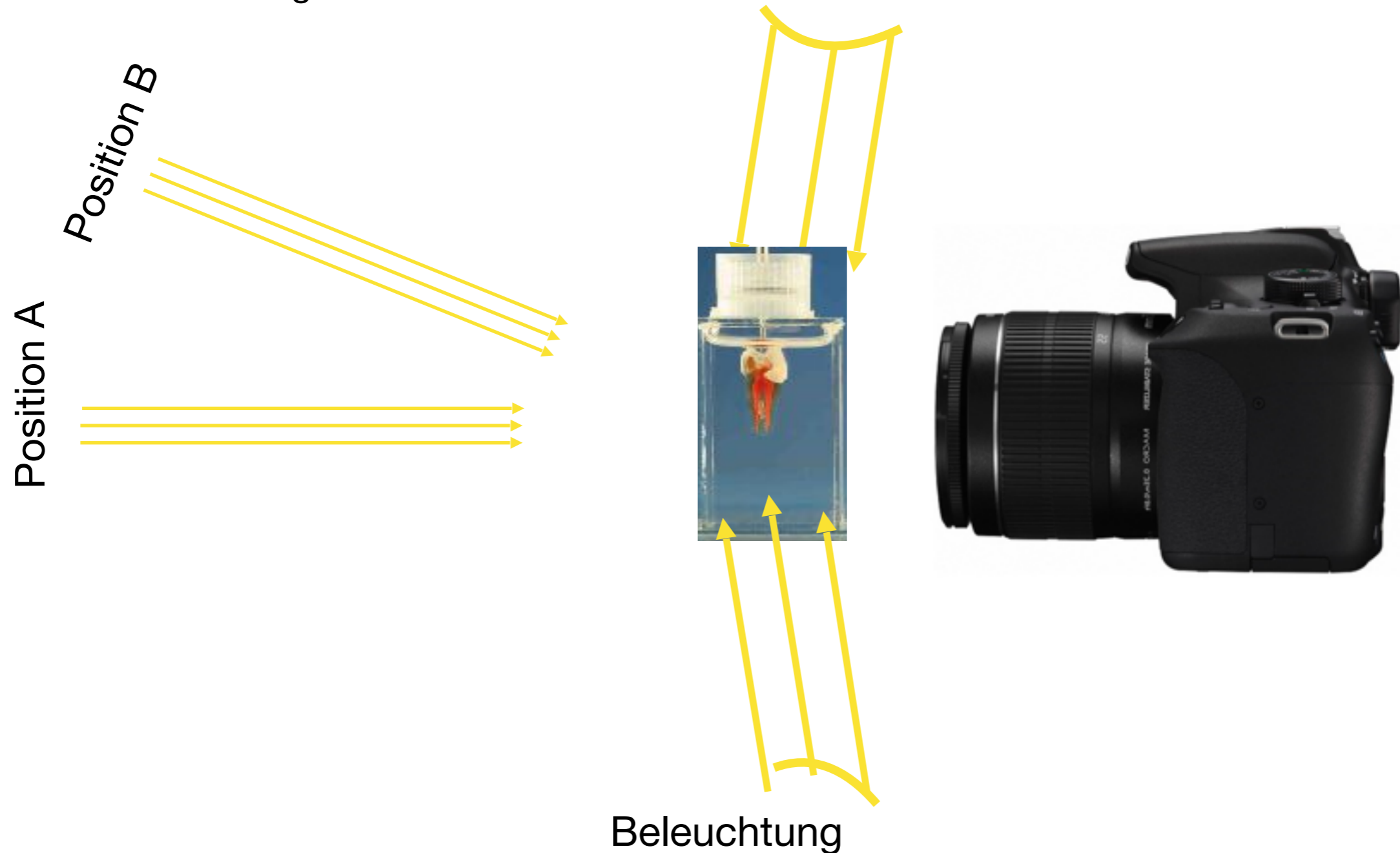


Beleuchtung



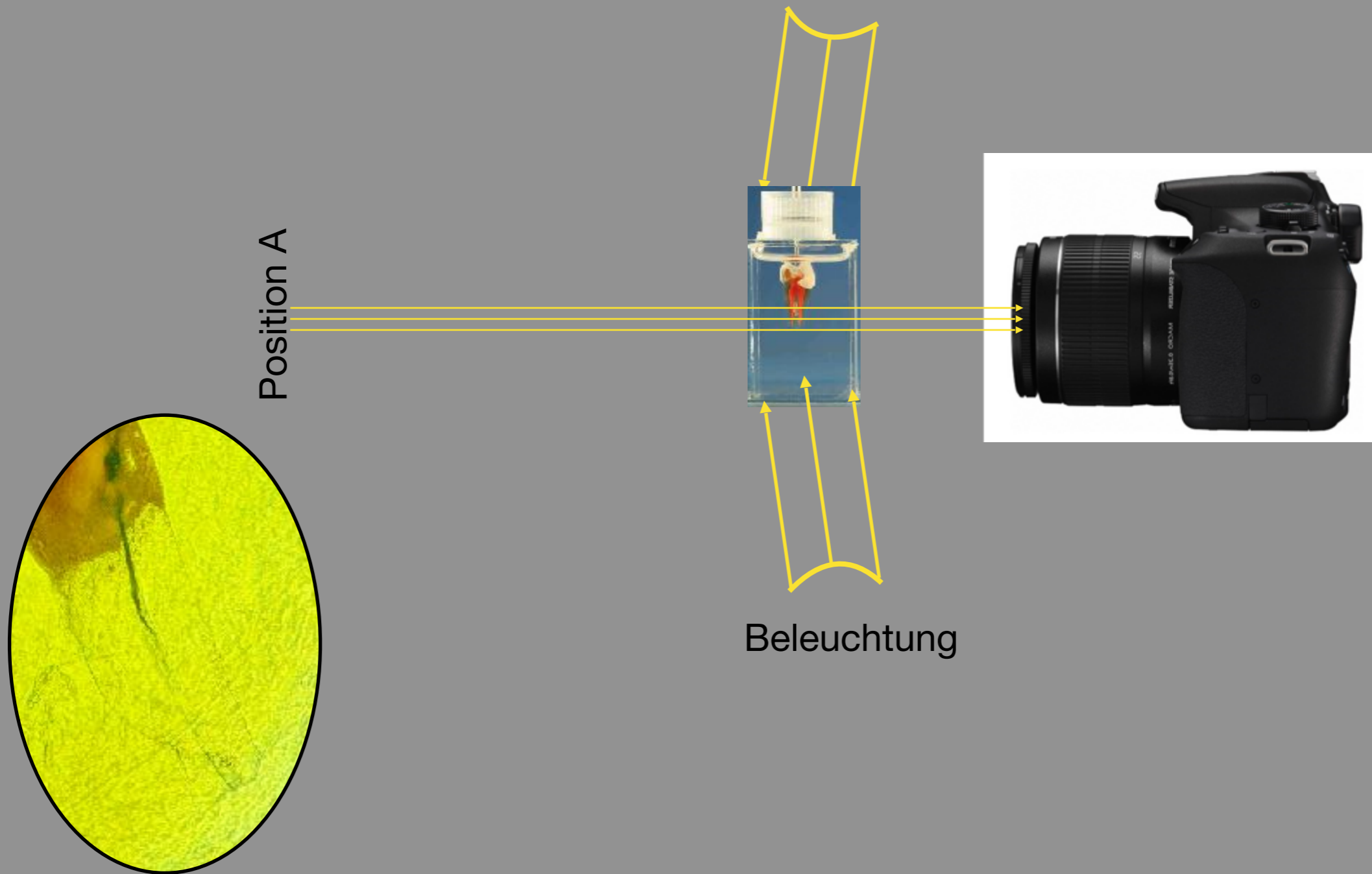
Differenzierung unterschiedlicher Hartgewebe durch Lichtbrechung mit zusätzlichen, kleinflächigen Lichtquellen und kollimiertem Licht (parallele Photonen)
Möglichkeit A: Das Lichtbündel fällt durch das Präparat direkt in die Kameralinse, die Blende ist maximal geöffnet.

Möglichkeit B: Bei dunklem Hintergrund durchstrahlt das Lichtbündel das Präparat von schräg hinten, sodass die Kameralinse nicht getroffen und nur gebrochenes Licht eingefangen wird. Die Blende ist nur leicht geschlossen.



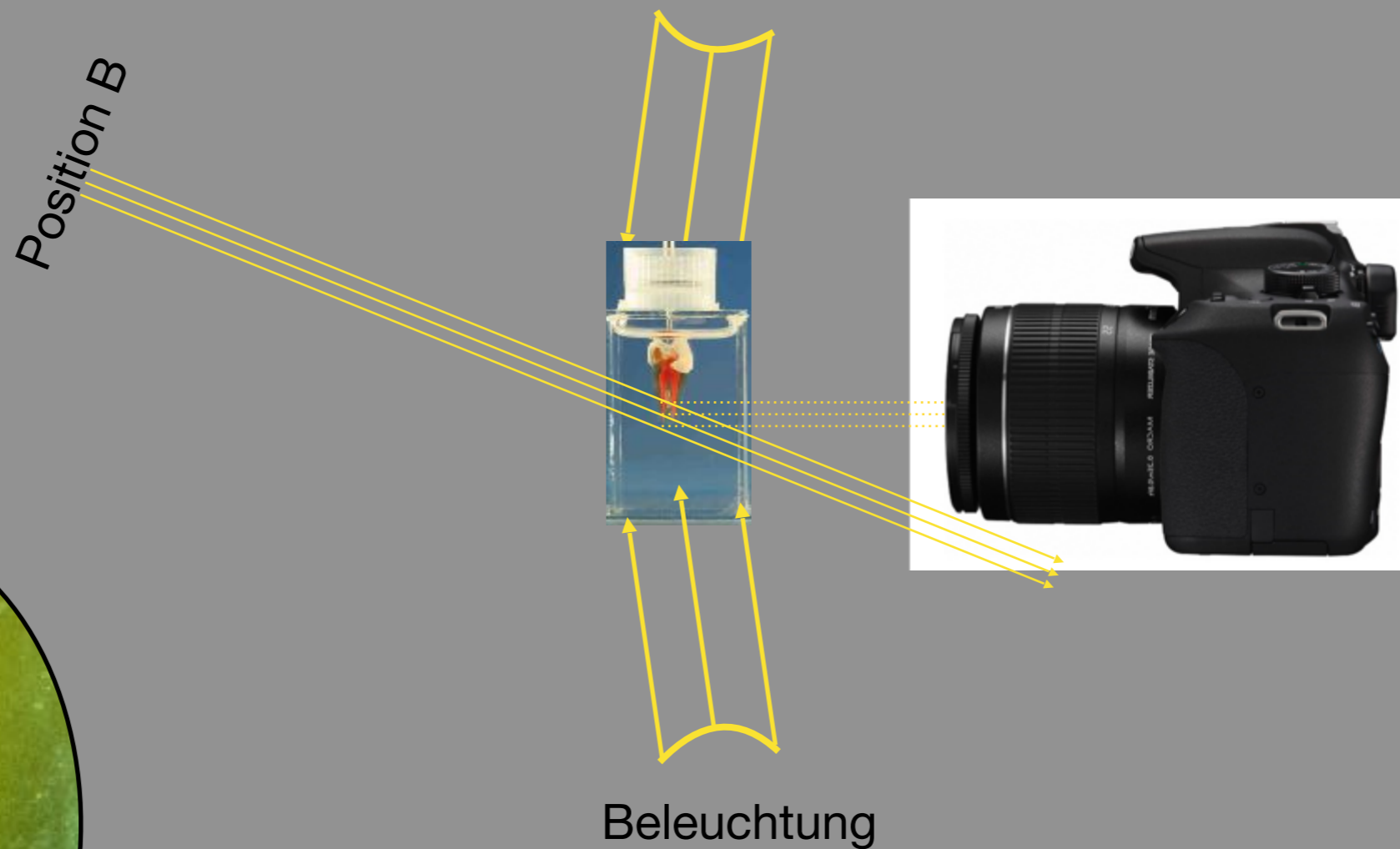
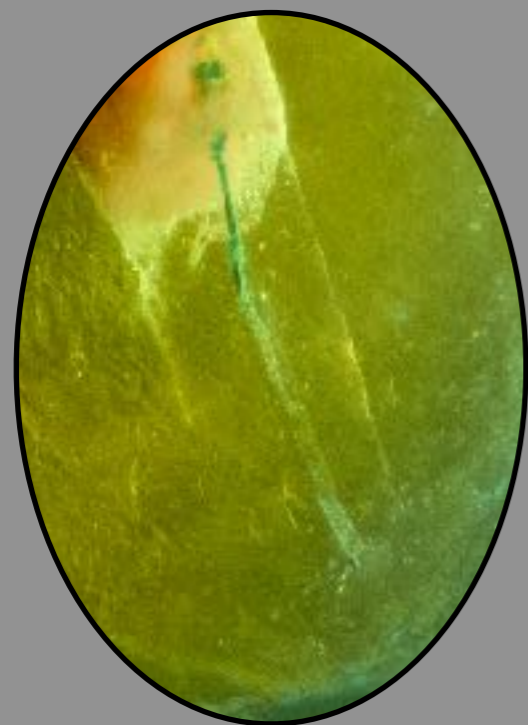
Kollimiertes Lichtbündel

A: Lichtführung durch das Präparat senkrecht in die Kameralinse



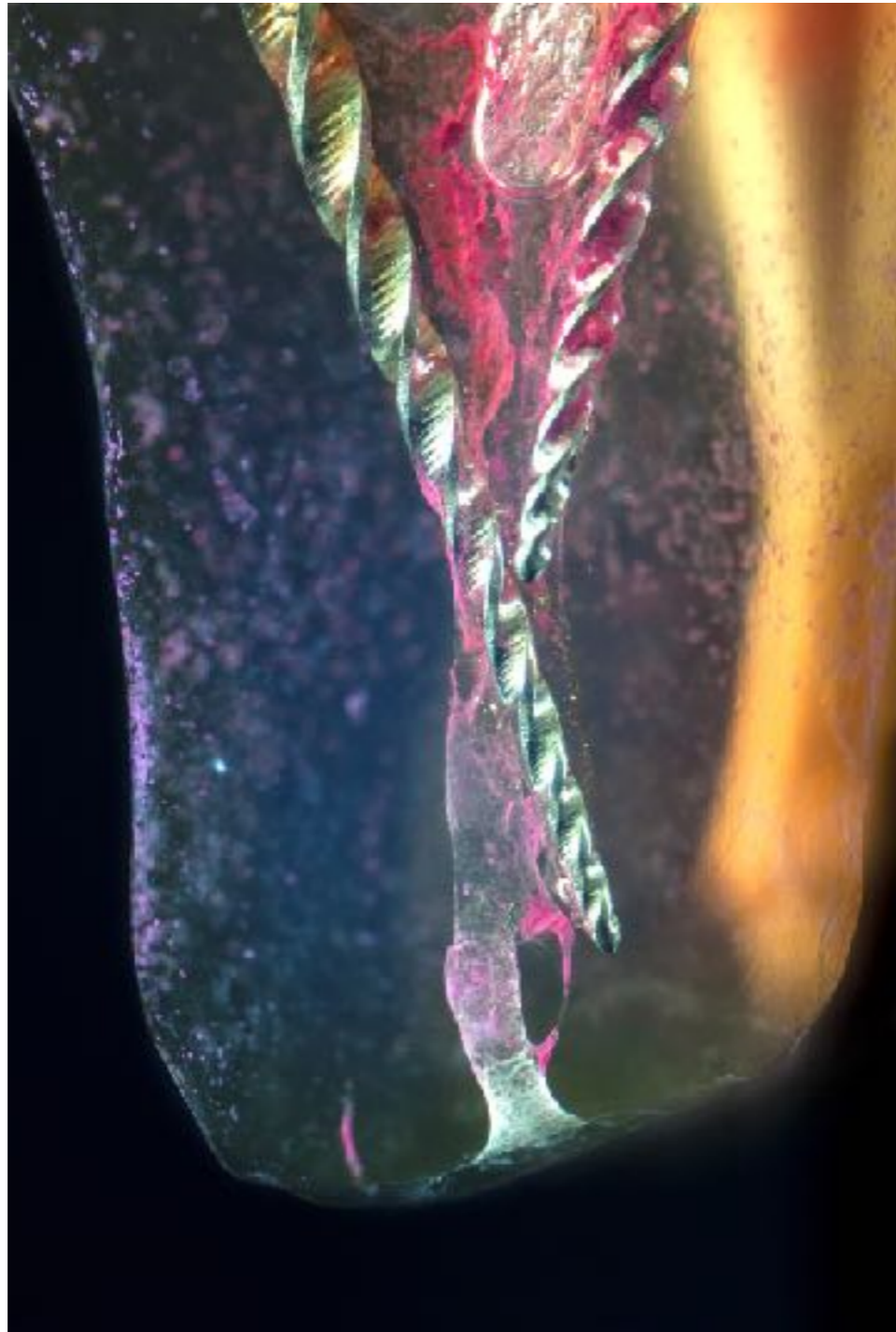
Kollimiertes Lichtbündel

B: Lichtführung von schräg hinten durch das Präparat, nur gebrochenes Licht fällt in die Kameralinse.



Beleuchtung

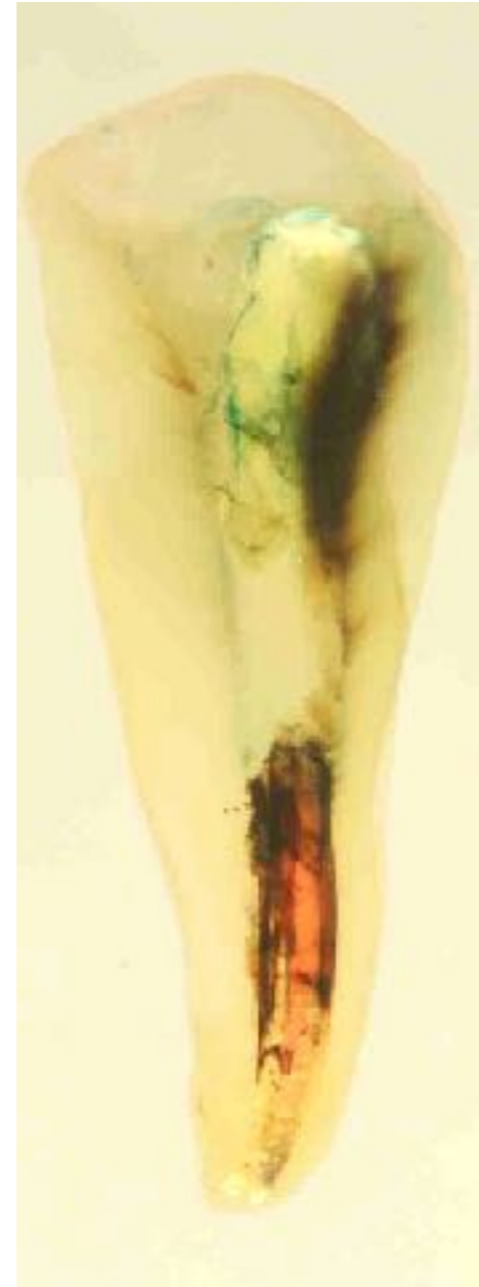
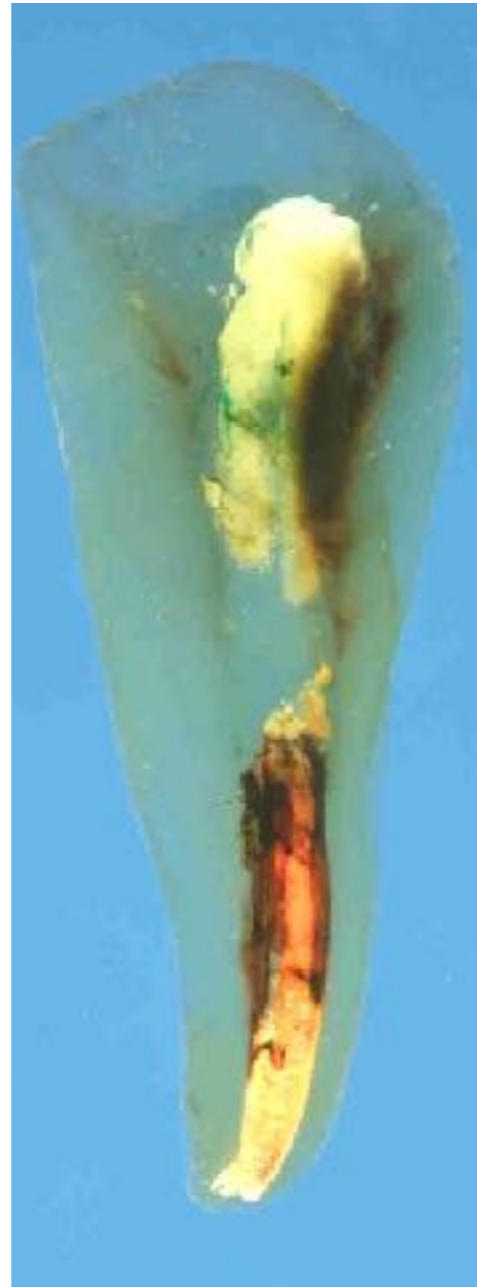
seitlich von rechts und links, für einen besseren räumlichen Eindruck sollte die Intensität etwas unterschiedlich sein.



Hintergrund

neutraler
Hintergrund,
Beleuchtung von
beiden Seiten

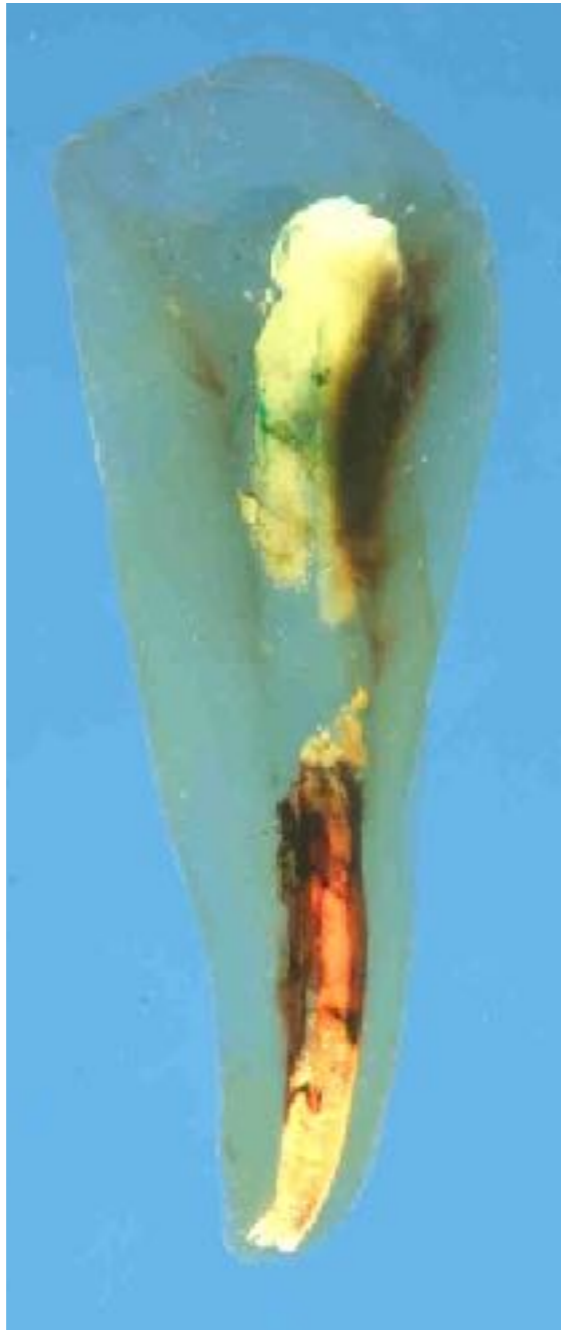
universell



Hellfeld:
Durchlicht mit
großflächiger,
gleichmäßig
abstrahlender
Lichtquelle im
Hintergrund und
Auflicht

Für die Darstellung
feiner dunkler
Strukturen

Hintergrund

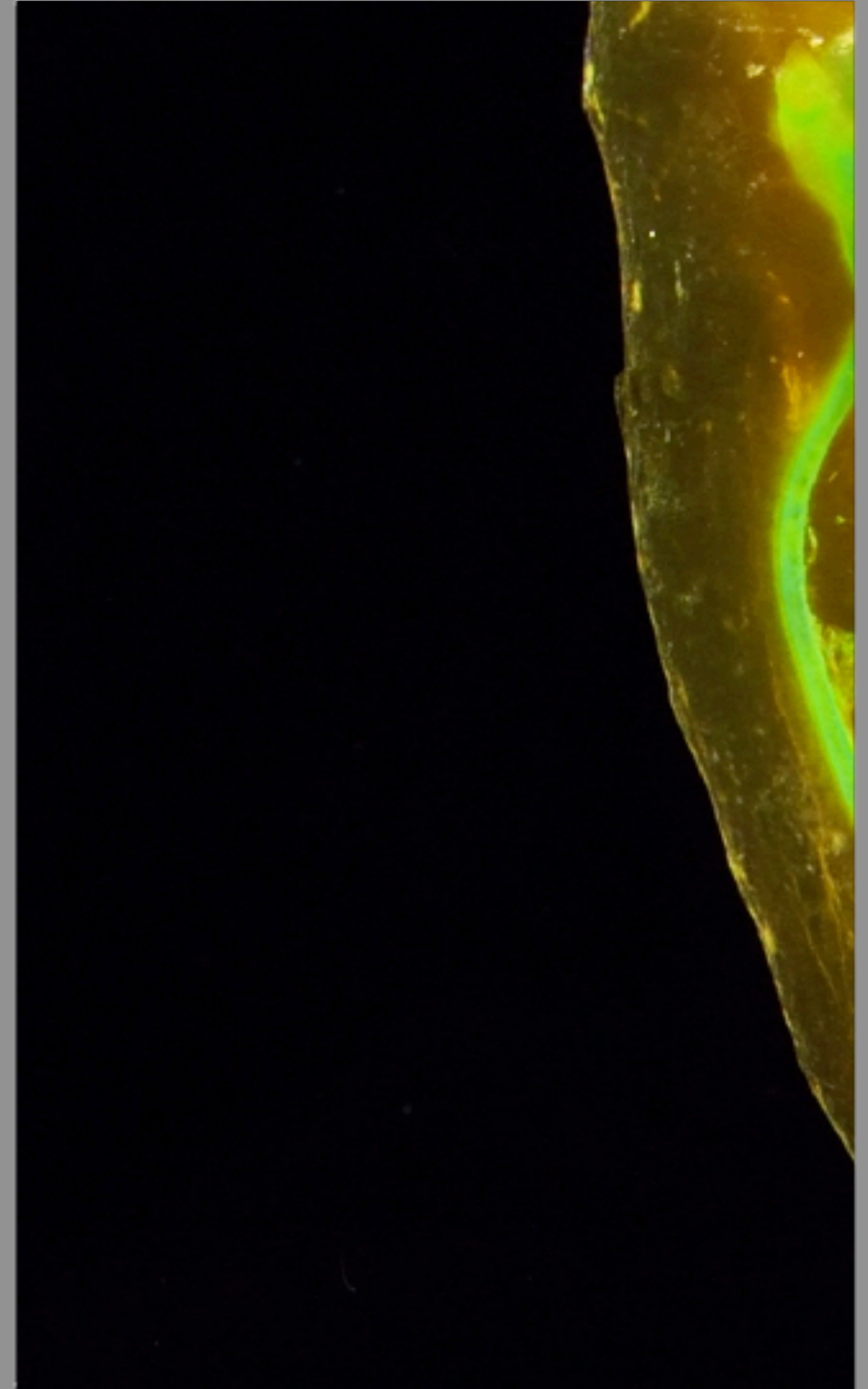
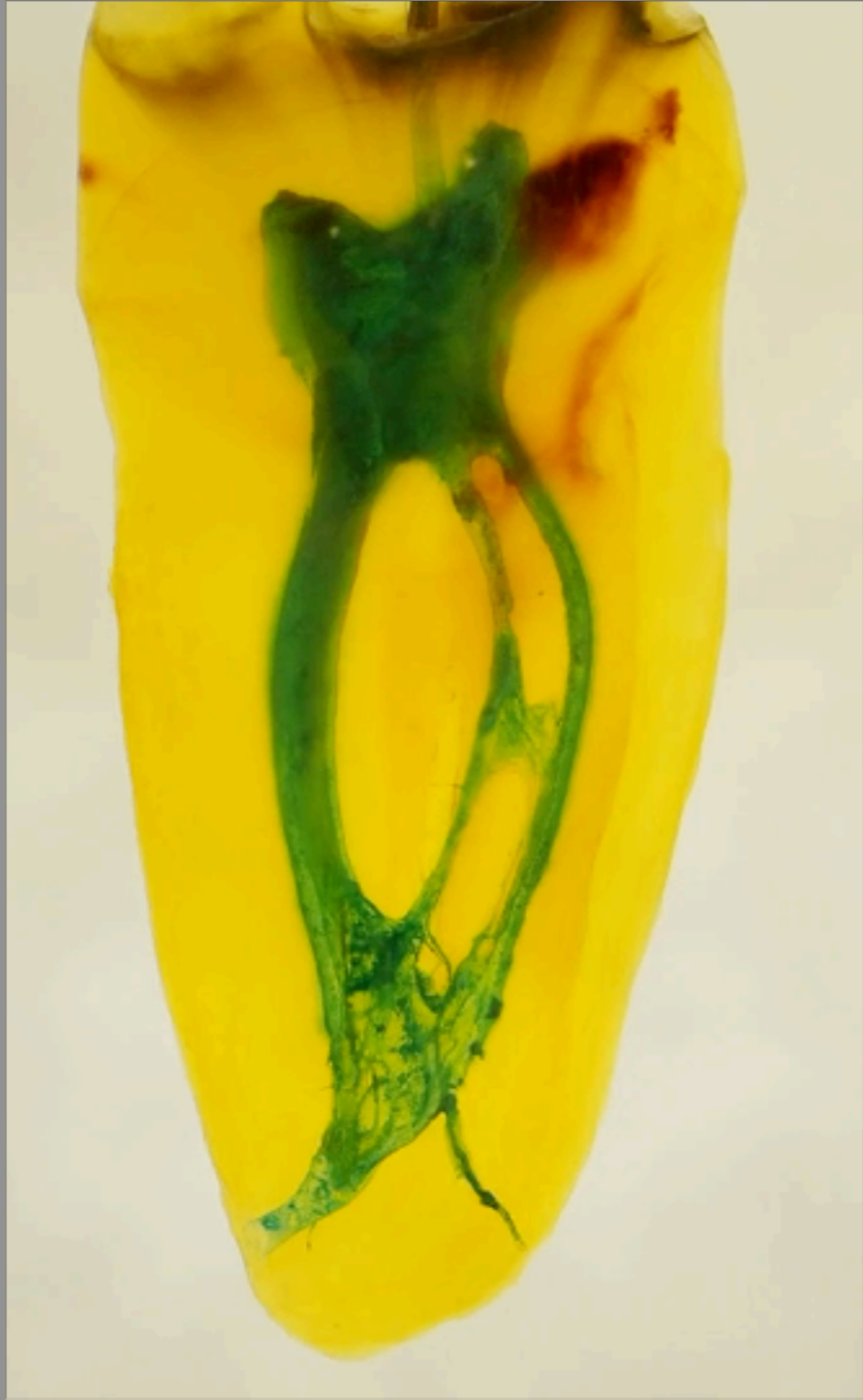


Dunkelfeld:
Auflicht + dunkler
Hintergrund

für feine reflektierende
+ opake Strukturen

Videos im Hell- und Dunkelfeld

Visuelle Aufbereitung



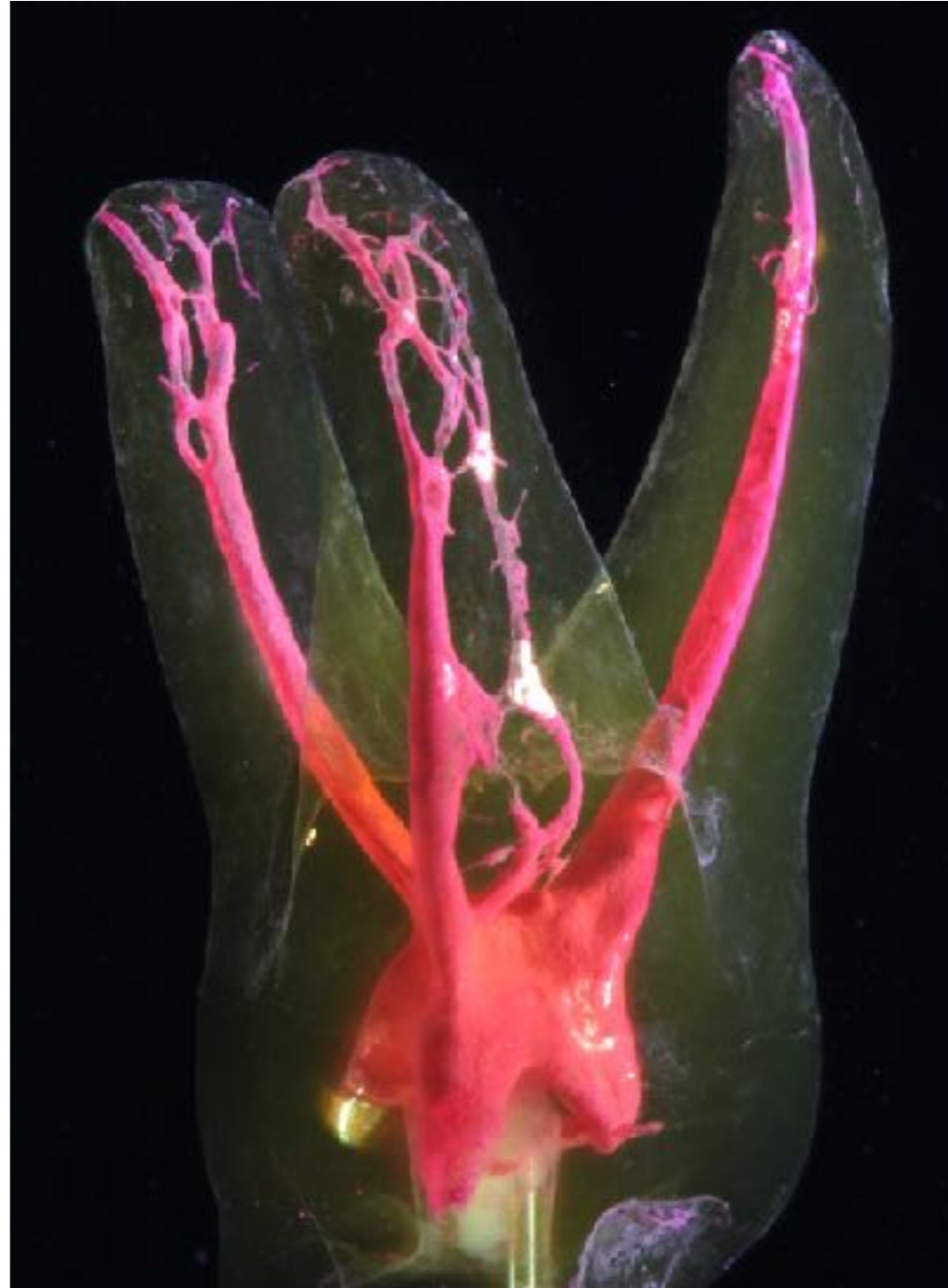
alles klar?

- Studium der endodontischen Topografie
- Anschauungsmaterial für Patientenberatung
- Evaluation klinischer Fälle
- Überprüfung von in-vitro-Behandlungen

Studium der endodontischen Topografie

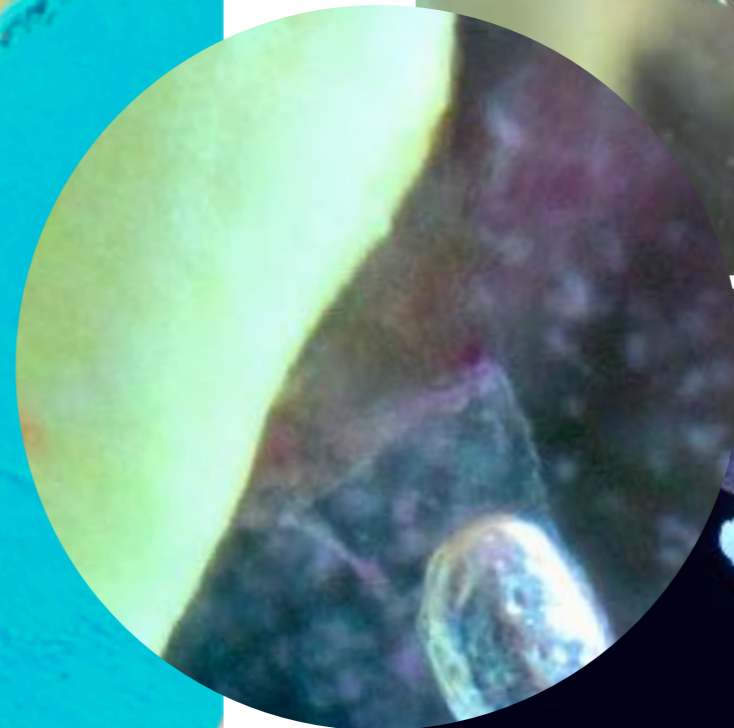
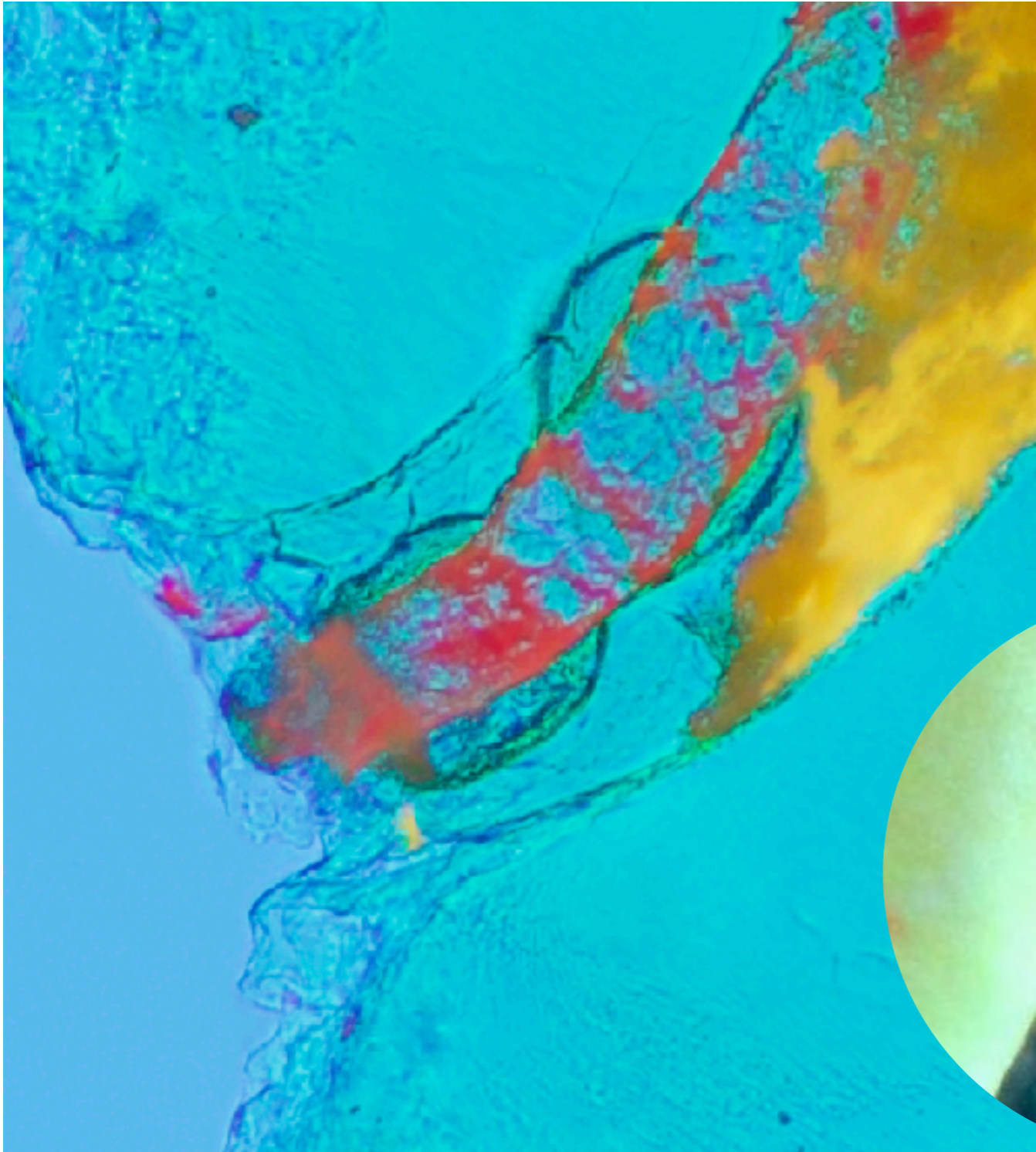


Patientenberatung



Evaluation klinischer Fälle

Einsatzbereiche



Überprüfung von in-vitro-Behandlungen

Einsatzbereiche

