

Einstiftmethode vs. laterale Kondensation

Einstiftmethode vs. laterale Kondensation

Fragestellung

Die vorliegende Recherche beantwortet zwei klinisch relevante Fragen: Erstens, ob die Einstiftmethode (Single-Cone-Obturation) mit Epoxidharz-Sealern AH26 und AH Plus zu einer schlechteren apikalen Abdichtung führt als die laterale Kondensation. Zweitens, ob MTA- bzw. Calciumsilikat-Sealern wie BioRoot RCS bei der Einstiftmethode bessere Ergebnisse erzielen als AH Plus/AH26.

Ergebnisse zu AH Plus/AH26 mit Einstiftmethode

Mehrere unabhängige In-vitro-Studien verglichen die apikale Abdichtung von AH Plus und AH26 bei Verwendung der Einstiftmethode gegenüber der lateralen Kondensation. fanden mit der Fluid-Filtration-Methode bei AH Plus keine signifikanten Unterschiede zwischen Single-Cone ($0,39 \pm 0,24 \mu\text{L}/\text{min}$), lateraler Kondensation ($0,49 \pm 0,37 \mu\text{L}/\text{min}$) und Thermafil ($0,44 \pm 0,25 \mu\text{L}/\text{min}$; $p > 0,05$). untersuchten AH26 und AH Plus über sechs Monate mit drei verschiedenen Obturationstechniken und konnten zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede in der apikalen Leakage feststellen; für die koronale Leakage zeigte sich jedoch bei Thermafil ein signifikanter Nachteil gegenüber der Hybrid-Kondensation. verglichen Cold-Lateral-Compaction mit AH-26, Single-Cone mit AH-26 sowie zwei warme vertikale Techniken (System B/Obtura II mit AH-26 und BeeFill 2in1 mit 2seal); die Single-Cone-Gruppe zeigte ähnlich niedrige Leakage-Werte wie die Cold-Lateral-Gruppe, während die beiden warmen vertikalen Techniken nach ein bzw. zwei Wochen signifikant schlechter abdichteten. variierten bei AH Plus die Taper des Master-Cones ($0,02$ und $0,04$ mit lateraler Kondensation; $0,06$ als Single-Cone) und fanden bezüglich der Mikroleakage keinen signifikanten Unterschied zwischen den Techniken ($p = 0,093$).

Neuere Arbeiten bestätigen dieses Bild: ermittelten für AH Plus mit Single-Cone und Continuous Wave mittels Dye-Extraction nahezu identische Farbstoffkonzentrationen ($0,011$ vs. $0,015 \mu\text{g}/\text{ml}$); die ANOVA über alle vier Gruppen ergab $F = 0,938$, $p = 0,427$. fanden für AH Plus mit Single-Cone und thermoplastischer Obturation ebenfalls keine signifikanten Differenzen.

untersuchten drei verschiedene Obturationstechniken über alle untersuchten Sealer hinweg und ermittelten keinen signifikanten Einfluss der Technik auf die Mikroleakage ($p = 0,499$), während der Sealertyp selbst einen signifikanten Effekt zeigte ($p < 0,001$). untersuchte im Rasterelektronenmikroskop die marginale Adaptation und fand für AH Plus numerisch höhere Gaps bei Single-Cone ($3,17 \pm 0,61 \mu\text{m}$) gegenüber Cold-Lateral ($3,05 \pm 0,64 \mu\text{m}$), dieser Unterschied war jedoch nicht statistisch signifikant ($p = 0,603$) und klinisch irrelevant, da die Differenz nur etwa ein Achtel der Dicke eines menschlichen Haares beträgt.

Ergebnisse zu MTA-/Biokeramik-Sealern mit Einstiftmethode

Die Literatur zum direkten Vergleich gleicher Obturationstechnik mit unterschiedlichen Sealern ist begrenzt. verglichen Total Fill BC und AH Plus jeweils mit Single-Cone in runden Kanälen und fanden keine signifikanten Unterschiede in der Leakage. berichteten für AH Plus, Ceraseal und MTA Fillapex in der Single-Cone-Gruppe keine statistisch signifikanten Unterschiede. testeten MTA Fillapex und CeraSeal (Single-Cone) gegen AH Plus (lateral condensation) im bakteriellen Leakage-Modell über 60 Tage. MTA Fillapex zeigte die wenigsten Leakage-Fälle (30 % vs. 50 % bei AH Plus vs. 80 % bei CeraSeal), der Unterschied war jedoch nicht signifikant ($p = 0,0609$). Hierbei ist zu beachten, dass Sealer und Technik gleichzeitig variierten.

berichteten für Single-Cone mit iRoot SP in ovalen Kanälen niedrigere Hohlräume und geringere apikale Leakage als warme vertikale Verdichtung mit AH Plus; da hier Sealer und Technik gleichzeitig variierten, lassen sich die Ergebnisse nicht auf einen einzelnen Faktor zurückführen. fanden in ovalen Kanälen geringere Voids für Single-Cone mit MTA Fillapex (3,06 %) im apikalen Drittel als Single-Cone mit lateraler Kondensation mit AH Plus (5,80 %); die Guttacore-Technik wies mit 2,56 % jedoch noch weniger Hohlräume auf.

Sealerlöslichkeit und Langzeitstabilität

Eine wichtige Erweiterung der Fragestellung betrifft die langfristige Löslichkeit und Stabilität der Sealer. **PBS** (phosphatgepufferte Salzlösung, engl. *phosphate-buffered saline*) ist ein Standard-Simulationsmedium für Körperflüssigkeiten; es enthält anorganische Phosphate und ein physiologisches Salzmilieu und gilt als klinisch realistischer als destilliertes Wasser (AD).

Eine Meta-Analyse von , die 22 In-vitro-Studien einbezog, ergab, dass AH Plus eine signifikant niedrigere Löslichkeit aufweist als Calciumsilikat-basierte Sealer. Die Studienlage zu klinisch realistischen Medien zeigt jedoch ein differenziertes Bild:

untersuchten BioRoot RCS, MTA Fillapex und AH Plus über 6 Monate in PBS und fanden für BioRoot RCS eine Löslichkeit von $1,78 \pm 0,49$ % (unterhalb der ISO-6876-Grenze von 3 %, die sich allerdings auf destilliertes Wasser, AD, bezieht), während MTA Fillapex mit $3,24 \pm 0,70$ % diese Grenze überschritt; AH Plus blieb praktisch unlöslich ($0,24 \pm 0,05$ %). Entscheidend war die Beobachtung einer weißen Hydroxyapatit-Ausfällung auf der BioRoot-Oberfläche in PBS, die als „selbstabdichtende“ Schicht interpretiert wurde.

Im Gegensatz dazu fanden für AH Plus Bioceramic und Total Fill BC in PBS nach 4 Monaten deutlich höhere Löslichkeiten von ca. 18–21 % (AHBC $18,40 \pm 1,91$ %, TFBC $20,50 \pm 9,23$ %), während AH Plus bei $< 0,5$ % blieb ($0,32 \pm 0,08$ %). bestätigten, dass **CSBS** (Calciumsilikat-basierte Sealer, engl. *calcium silicate-based sealers*) in PBS > 3 % Löslichkeit aufwiesen (ISO-Limit von 3 % überschritten, das allerdings für 24 h in destilliertem Wasser gilt), während AH Plus konform blieb. Thermogravimetrisch zeigten die Biokeramiken einen Gewichtsverlust von > 5 % bei 100 °C gegenüber 0,005 % bei AH Plus.

Die widersprüchlichen Befunde erklären sich durch erhebliche methodische Unterschiede: (1) **Flüssigkeitswechsel**: Donnermeyer wechselten die PBS wöchentlich, was Calcium und Phosphat entfernt und eine Sättigung der Lösung verhindert; die Hydroxyapatit-Ausfällung (Passivschicht) kann sich daher nicht stabilisieren. Urban wechselten seltener und beobachteten die schützende Ausfällung. (2) **Probengröße**: Kim verwendeten für die Solubilitätsmessung deutlich kleinere Proben (7,75 mm Durchmesser), was ein günstigeres Oberfläche-Volumen-Verhältnis für die Lösung ergibt – ein möglicher Erklärungsansatz, der jedoch nicht in der Originalarbeit diskutiert wird. (3) **Trocknungsprotokoll**: Kim trockneten 24 h vor und nach Immersion; Donnermeyer erwähnen kein Trocknungsprotokoll. Die ISO-6876-Norm sieht eine Löslichkeitsprüfung von nur 24 h in destilliertem Wasser vor – die Autoren erweiterten die Testzeit auf bis zu 28 Tage in AD und 4 Monate in PBS, da Calciumsilikat-basierte Materialien über längere Zeiträume Reaktionsprozesse durchlaufen, die die kurze Normprüfung nicht abbildet, .

Ein wichtiger Hinweis auf die Komplexität der Debatte: führen in ihrer Diskussion die geringe Löslichkeit als theoretischen Vorteil von Biokeramiken an, ohne jedoch auf die widersprüchlichen In-vitro-Befunde von , oder einzugehen, die teilweise deutlich höhere Löslichkeiten in PBS zeigten. Diese Diskrepanz zeigt, dass die Löslichkeitsbewertung stark vom Testmodell (destilliertes Wasser vs. PBS vs. klinisches Milieu) und der Bewertungszeit abhängt. Zudem unterscheiden sich Biokeramiken erheblich untereinander: fanden für Ceraseal eine Löslichkeit von nur $1,02 \pm 0,43$ % – vergleichbar mit AH Plus ($0,80 \pm 0,12$ %) und deutlich unter der

ISO-6876-Grenze – während NeoSealer Flo ($7,10 \pm 3,5 \%$) und AH Plus Bioceramic ($5,80 \pm 1,5 \%$) diese Grenze erheblich überschritten.

Entscheidend für die klinische Relevanz ist die **koronale Abdichtung**: In vivo ist der Wurzelkanal nach der Obturation koronal durch die Füllung oder Krone abgedichtet. Bei intakter koronaler Abdichtung herrscht im Wurzelkanal ein weitgehend statisches Milieu ohne nennenswerten Flüssigkeitsaustausch. Die Löslichkeitstests simulieren einen „Worst-Case“ mit direktem Kontakt zu großen Flüssigkeitsvolumina und regelmäßigem Austausch – ein Szenario, das klinisch nur bei fehlender koronaler Abdichtung auftritt. betonen explizit: „The solubility of calcium silicate-based sealers in AD does not predict the real stability and integrity of such sealers in vivo.“

Für die klinische Relevanz gilt: Während AH Plus seine physikalischen Eigenschaften über Jahre stabil beibehält, basiert der vermutete Vorteil der Biokeramiken auf einer kontrollierten, bioaktiven Auflösung. Die klinischen Meta-Analysen zeigen trotz der deutlich höheren In-vitro-Löslichkeit der Biokeramiken keine signifikanten Unterschiede zum AH Plus – was dafür spricht, dass bei intakter koronaler Abdichtung die Löslichkeit kein limitierender Faktor ist. Ob die Hydroxyapatit-Ausfällung im Wurzelkanal tatsächlich zu einer verbesserten Langzeitabdichtung führt, bleibt ungesichert.

Klinische Evidenz

Klinische Langzeitdaten zur Single-Cone-Obturation mit Calciumsilikat-Sealern sind noch dünn. führten ein systematisches Review und eine Meta-Analyse durch, in die 5 Studien (2 RCTs, 1 nicht-randomisierte klinische Studie, 2 retrospektive Kohortenstudien) mit insgesamt 739 Zähnen eingeschlossen wurden. Die pooled failure rate für CSBC-Sealer mit Single-Cone lag bei 6,8 % (95 % CI: 3 %–12 %; $I^2 = 46 \%$). Im direkten Vergleich mit warm-vertikaler Verdichtung (WVC) bzw. Continuous Wave (CWC) mit AH Plus oder ZOE zeigte sich kein signifikanter Unterschied (RR = 0,71; 95 % CI: 0,33–1,51; $I^2 = 0 \%$). Die durchschnittliche Follow-up-Zeit betrug 20,2 Monate. Subgruppenanalysen ergaben für primäre Behandlungen eine gepoolte Failure Rate von 7,3 % (CSBC+SC, 95%-CI: 4–13 %); im direkten Vergleich mit der Kontrollgruppe zeigten kontrollierte Studien eine Failure Rate von 8,9 % versus 9,1 % (RR = 0,94; 95%-CI: 0,46–1,93). Für Retreatment zeigten kontrollierte Studien eine Failure Rate von 0 % (Intervention) versus 9,5 % (Kontrolle); die gepoolte Rate über alle Studiendesigns lag bei 5,2 % (95%-CI: 3 %–13 %). Alle Differenzen waren ohne statistische Signifikanz. Die Autoren betonen die Notwendigkeit weiterer RCTs mit längerem Follow-up und größerer Stichprobe.

fürten eine Meta-Analyse von drei RCTs durch (insgesamt 259 Patienten). Die Erfolgsraten für die Single-Cone-Biokeramik-Gruppe betragen 88,7 % (6 Monate), 87,1 % (12 Monate) und 92,0 % (18 Monate), gegenüber 76,4 %, 76,4 % und 90,7 % in den Gruppen mit traditionellen Verfahren. Die Differenzen waren statistisch nicht signifikant (OR-Bereich 1,12–2,09; $p > 0,05$). Die Heterogenität war bei 6 Monaten moderat ($I^2 = 63,3 \%$) und bei 18 Monaten nicht vorhanden ($I^2 = 0 \%$). Eine Studie (Bardini et al.) wurde aufgrund von Protokollabweichungen und unklarer Allokationsverdeckung als „high risk“ eingestuft. Die Autoren vermuten jedoch einen möglicherweise kleinen, klinisch relevanten Vorteil für die Biokeramik-Einstiftmethode und fordern weitere RCTs mit längerem Follow-up.

Eine retrospektive Kohortenstudie von Zamparini et al. (2026) mit 36-monatigem Follow-up ergänzt die Evidenzlage durch einen kontrollierten Vergleich desselben Calciumsilikat-Sealers (NeoSealer Flo) mit zwei unterschiedlichen Obturationstechniken. Insgesamt 53 Wurzelkanalbehandlungen (29 Single-Cone, 24 Carrier-based/Thermafil), die von Postgraduierten eines Master-Programms durchgeführt worden waren, wurden analysiert. Die Heilungsrate lag nach 36 Monaten bei 93 % (95%-CI: 78,0 %–98,1 %) in der Single-Cone-Gruppe und bei 87,5 % (95%-CI: 69,0 %–95,7 %) in der Carrier-based-Gruppe; die absolute Differenz betrug 5,6 % (95%-CI: –10,5 % bis +21,7 %) und war nicht signifikant ($p > 0,05$). Die Studie liefert damit erste klinische 36-Monats-Daten für NeoSealer Flo und stützt die Annahme, dass die Wahl zwischen Single-Cone und Carrier-based bei Verwendung desselben Biokeramik-Sealers das Langzeitergebnis nicht signifikant beeinflusst.

Gleichzeitig zeigte die Arbeit, dass apikale Sealer-Extrusion bei der Carrier-based-Technik deutlich häufiger auftrat (75 % vs. 48,2 %; $p = 0,014$) und dass die mittlere Extrusionsgröße mit $2,0 \pm 2,0$ mm gegenüber $1,1 \pm 1,4$ mm bei Single-Cone größer war. Auch präoperative periapikale Läsionen ($PAI \geq 3$) gingen mit signifikant stärkerer Extrusion einher. Dies ist insofern von Bedeutung, als NeoSealer Flo in der früheren In-vitro-Charakterisierung der gleichen Arbeitsgruppe eine vergleichsweise hohe Löslichkeit von $7,10 \pm 3,5 \%$ aufgewiesen hatte. Die klinischen Befunde legen nahe, dass die erhöhte Extrusion bei warmen Techniken bei Biokeramik-Sealern nicht zwingend mit einem schlechteren Heilungsverlauf assoziiert ist: Nur in 9,4 % der extrudierten Fälle wurde eine radiografische Veränderung (Resorption) beobachtet, und die Heilungsraten blieben trotz deutlich höherer Extrusionshäufigkeit in der Carrier-based-Gruppe hoch.

Wichtige methodische Limitationen dieser Studie sind das retrospektive Design ohne Randomisierung, die Technikwahl nach Operator-Präferenz (Selektionsbias möglich) und die begrenzte Fallzahl ($n = 53$), die die statistische Power einschränkt und ein breites Konfidenzintervall der Heilungsratedifferenz erklärt. Zudem fehlt

eine AH-Plus-Kontrollgruppe, sodass keine direkten Schlüsse auf den Vergleich mit Epoxidharz-Sealern gezogen werden können.

Methodische Einschränkungen

Die Evidenzbasis beschränkt sich überwiegend auf In-vitro-Studien mit Leakage-Modellen (Farbstoffpenetration, Fluid-Filtration, bakterielles Leakage). Diese Surrogatmarker korrelieren nur moderat mit dem klinischen Langzeiterfolg. Die Validität der Endpunkte ist begrenzt: maß die marginale Adaptation im SEM, nicht die Leakage; zeigten, dass unterschiedliche Messmethoden (Micro-CT, Fluid-Transport, fluoreszierende Mikrosphären) nur schwach miteinander korrelieren. verglichen zwar die Dentintubulus-Penetration von BioRoot RCS und Endoseal MTA (Single-Cone) mit AH Plus (Continuous Wave), variierten jedoch gleichzeitig Sealer und Obturationstechnik, wodurch die Penetrationsunterschiede nicht eindeutig einem Faktor zuzuordnen sind. Die meisten Studien verwendeten extrahierte Einzelwurzeln mit geraden Kanälen, wodurch die Übertragbarkeit auf gekrümmte oder ovale Kanäle eingeschränkt ist. Ein direkter, systematischer 2×2-Vergleich (Sealer × Technik) wurde nur in wenigen Arbeiten durchgeführt.

Fazit

Es besteht keine robuste experimentelle Evidenz dafür, dass die Einstiftmethode mit AH26 oder AH Plus zu einer schlechteren apikalen Abdichtung führt als die laterale Kondensation. Mehrere unabhängige In-vitro-Studien zeigen eine vergleichbare Abdichtung. Für MTA- bzw. Calciumsilikat-Sealern lässt sich gegenüber AH Plus bei gleicher Einstiftmethode kein empirisch gesicherter Abdichtungsvorteil nachweisen. Die Herstellerempfehlung, Biokeramik-Sealern wie BioRoot RCS die Single-Cone-Technik vorzuschreiben, basiert primär auf materialwissenschaftlichen Eigenschaften (keine Polymerisationsschrumpfung, Hydroxyapatit-Bildung, Hydrophilie), nicht auf einer überlegenen Leakage-Performance gegenüber AH Plus mit identischer Technik. Ein wichtiger Unterschied besteht in der Langzeitstabilität: AH Plus zeigt eine signifikant niedrigere Löslichkeit und höhere dimensionsstabilität als Biokeramiken, die teilweise die ISO-6876-Grenzwerte (24 h in destilliertem Wasser) überschreiten. Diese höhere Löslichkeit der Biokeramiken ist jedoch bioaktiv intendiert und führt zur Hydroxyapatit-Bildung. Ob dieser Effekt im klinischen Milieu des Wurzelkanals zu einer verbesserten Langzeitabdichtung führt, ist durch die noch dünnen klinischen Daten nicht gesichert. Klinische Langzeitstudien mit adäquater Fallzahl und Follow-up von 24–60 Monaten bleiben erforderlich.

Eine 36-monatige retrospektive Kohortenstudie mit NeoSealer Flo bestätigt zwar die vergleichbare klinische Performance von Single-Cone und Carrier-based bei Biokeramik-Sealern, bleibt jedoch aufgrund des nicht-randomisierten Designs und der kleinen Stichprobe (n = 53) als alleiniger Evidenzbeleg unzureichend.

Literaturverzeichnis

Akhtar H, Naz F, Hasan A, Tanwir A, Shahnawaz D, Wahid U, Irfan F, Ahmed MA, Almadi KH, Alkahtany MF, Abduljabbar T, Vohra F. Exploring the Most Effective Apical Seal for Contemporary Bioceramic and Conventional Endodontic Sealers Using Three Obturation Techniques. *Medicina*. 2023;59(3):567. DOI:10.3390/medicina59030567, PMID:36984568. Volltext.

AlEraky DM, Rahoma AM, Abuohashish HM, AlQasser A, AlHamali A, AlHussain HM, AlShoalah HM, AlSaghah Z, Khattar A, Rifaat S. Assessment of Bacterial Sealing Ability of Two Different Bio-Ceramic Sealers in Single-Rooted Teeth Using Single Cone Obturation Technique: An In Vitro Study. *Applied Sciences*. 2023;13(5):2906. DOI:10.3390/app13052906. Volltext.

Badr MM. Assessment of marginal adaptation of AH plus versus Total fill BC root canal sealers with two different obturation techniques using SEM (An invitro study). *Egyptian Dental Journal*. 2022;68(3):2765-2772. DOI:10.21608/edj.2022.126445.2014. Volltext.

Collado-Castellanos N, Micó-Muñoz P, Alberro-Monteagudo A, Castañeda-Argueta A, Aamir M, Faus-Llácer V. Single cone and bioceramic sealer in oval canals: Efficiency endodontic obturation. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2025;17(4):e399-e406. DOI:10.4317/jced.62633, PMID:40375840. Volltext.

De Moor RJG, De Bruyne MAA. The long-term sealing ability of AH 26 and AH plus used with three gutta-percha obturation techniques. *Quintessence International*. 2004;35(4):326-331. PMID:15119721. nur Abstract.

Donnermeyer D, Schemkämper P, Bürklein S, Schäfer E. Short and Long-Term Solubility, Alkalizing Effect, and Thermal Persistence of Premixed Calcium Silicate-Based Sealers: AH Plus Bioceramic Sealer vs. Total Fill BC Sealer. *Materials*. 2022;15(20):7320. DOI:10.3390/ma15207320. Volltext.

Elmsmari F, Elsayed Y, Aboubakr A, Kaafarani M, Nour O, Pawar AM. Clinical and radiographic success of single-cone bioceramic obturation versus traditional techniques: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2025;15(6):1422-1432. DOI: 10.1016/j.jobcr.2025.08.031, PMID:40948576. Volltext.

Inan U, Aydin C, Tunca YM, Basak F. In vitro evaluation of matched-taper single-cone obturation with a fluid filtration method. *Journal (Canadian Dental Association)*. 2009;75(2):123. PMID:19267963. Volltext.

Kim Y, Kim BS, Kim YM, Lee D, Kim SY. The Penetration Ability of Calcium Silicate Root Canal Sealers into Dentinal Tubules Compared to Conventional Resin-Based Sealer: A Confocal Laser Scanning Microscopy Study. *Materials*. 2019;12(3):531. DOI:10.3390/ma12030531, PMID:30754612. Volltext.

Kim H-I, Jang Y-E, Kim Y, Kim BS. Physicochemical Changes in Root-Canal Sealers under Thermal Challenge: A Comparative Analysis of Calcium Silicate- and Epoxy-Resin-Based Sealers. *Materials*. 2024;17(8):1932. DOI:10.3390/ma17081932. Volltext.

Kour S, Kumar A, Malik A. Apical microleakage comparison using various sealers and different obturation techniques- An in-vitro study. *IP Indian Journal of Conservative and Endodontics*. 2022;7(3):125-129. DOI:10.18231/j.ijce.2022.027. Volltext.

Nagas E, Altundasar E, Serper A. The effect of master point taper on bond strength and apical sealing ability of different root canal sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*. 2009;107(1):e61-e64. DOI:10.1016/j.tripleo.2008.09.020, PMID:19101485. Volltext.

Sabeti MA, Karimpourtalebi N, Shahravan A, Dianat O. Clinical and Radiographic Failure of Nonsurgical Endodontic Treatment and Retreatment Using Single-cone Technique With Calcium Silicate-based Sealers: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Endodontics*. 2024;50(6):735-746.e1. DOI:10.1016/j.joen.2024.03.007, PMID:38548045. Volltext.

Salem AS, Saleh AR, Elmasmari HA. In Vitro Assessment of Apical Leakage of Bioceramic Endodontic Sealer with Two Obturation Techniques. *The Open Dentistry Journal*. 2018;12:1162-1168. DOI:10.2174/1874210601812011162. Volltext.

Silva EJNL, Cardoso ML, Rodrigues JP, De-Deus G, Fidalgo TKS. Solubility of bioceramic- and epoxy resin-based root canal sealers: A systematic review and meta-analysis. *Australian Endodontic Journal*. 2021;47(3):518-531. DOI:10.1111/aej.12487, PMID:33523574. Volltext.

Urban K, Neuhaus JWG, Donnermeyer D, Schäfer E, Dammaschke T. Solubility and pH Value of 3 Different Root Canal Sealers: A Long-term Investigation. *Journal of Endodontics*. 2018;44(11):1656-1660. DOI:10.1016/j.joen.2018.07.026, PMID:30243663. Volltext.

Viapiana R, Moinzadeh AT, Camilleri L, Wesselink PR, Tanomaru Filho M, Camilleri J. Porosity and sealing ability of root fillings with gutta-percha and BioRoot RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three ex vivo methods. *International Endodontic Journal*. 2016;49(8):774-782. DOI:10.1111/iej.12513, PMID:26199130. Volltext.

Yilmaz Z, Deniz D, Ozcelik B, Sahin C, Cimilli H, Cehreli ZC, Kartal N. Sealing efficiency of BeeFill 2in1 and System B/Obtura II versus single-cone and cold lateral compaction techniques. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*. 2009;108(6):e51-e55. DOI:10.1016/j.tripleo.2009.07.057, PMID:19913719. Volltext.

Zamparini F, Prati C, Taddei P, Spinelli A, Di Foggia M, Gandolfi MG. Chemical-Physical Properties and Bioactivity of New Premixed Calcium Silicate-Bioceramic Root Canal Sealers. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(22):13914. DOI:10.3390/ijms232213914, PMID:36430393. Volltext.

Zamparini F, Spinelli A, Tosco V, Gandolfi MG, Prati C. Single cone versus carrier-based obturation using a premixed bioceramic sealer in postgraduate master cohort: a 36 months retrospective evaluation. *Clinical Oral Investigations*. 2026;30(6):222. DOI:10.1007/s00784-026-06900-0, PMID:42113044. Volltext.

Zhang Q, Meng X, Zhan J, Huo L, Lei Y. Sealing ability of the single-cone obturation technique with bioceramic sealer iRoot SP in oval root canals: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2025;25(1):1364. DOI:10.1186/s12903-025-06713-9, PMID:40849477. Volltext.

Suchstrategie und Datengrundlage

Die Recherche wurde am 10. Mai 2026 in der Zotero-Sammlung „Einstiftmethode“ sowie mittels OpenAlex (externe Literatursuche) durchgeführt. Zunächst wurden vorhandene bibliografische Einträge in der Sammlung mittels semantischer Suche und Metadatenabfragen (Themen: „single cone obturation“, „AH Plus“, „AH26“, „BioRoot RCS“, „MTA sealer“) identifiziert. Anschließend wurde eine externe Suche in OpenAlex (Topic- und Deep-Search-Modus) für neuere Publikationen (2020–2025) durchgeführt. Darüber hinaus wurde eine ergänzende externe Recherche zur Sealerlöslichkeit und Langzeitstabilität durchgeführt (Themen: „sealer solubility“, „bioceramic sealer degradation“, „AH Plus long-term stability“). Alle identifizierten relevanten Arbeiten wurden bibliografisch erfasst; verfügbare Volltexte (PDF) wurden direkt in Zotero importiert und ausgewertet. Bei nicht verfügbaren Volltexten wurden die Abstracts und bibliografischen Metadaten herangezogen.

Diese KI-Literaturrecherche wurde nicht geprüft. Keine Gewähr auf inhaltliche Richtigkeit. Technische Details zu den Recherchertools: [Zotero und KI-Plugins: State of the Art April 2026](#)

Created by Beaver · [Open Message](#)

Edited by Beaver · [Chat 1](#)