LEITLINIEN ZAHNMEDIZIN

S2k-Leitlinie (Langfassung)

Zahnsanierung vor Herzklappenersatz

AWMF-Registernummer: 007-096

Stand: 31.03.2025

Gültig bis: 30.03.2030

Federführende Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie e.V. (DGMKG)
Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V. (DGZMK)

Beteiligung weiterer AWMF-Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Parodontologie e.V. (DG PARO)
Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie e.V. (DGTHG)
Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung e.V. (DGZ)

Beteiligung weiterer Fachgesellschaften/ Organisationen:

Arbeitsgemeinschaft für Oral- und Kieferchirurgie in der DGZMK (AGOKi)
Arbeitskreis Oralpathologie und Oralmedizin in der DGZMK (AKOPOM)
Berufsverband Deutscher Oralchirurgen (BDO)
Verband Deutscher Zertifizierter Endodontologen (VDZE)
Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV)
Deutsche Herzstiftung e.V.

publiziert bei: AWMF online
Das Portal der wissenschaftlichen Medizin

Koordination/ federführender Autor:

Prof. Dr. Dr. Lucas M. Ritschl (DGMKG)

Autoren (in alphabetischer Reihenfolge):

Prof. Dr. Herbert Deppe (DGZMK)

Prof. Dr. Dr. Klaus-Dietrich Wolff (DGMKG)

Co-Autoren (in alphabetischer Reihenfolge):

Prof. Dr. Sameh Attia (BDO)

Dr. Jörg Beck (KZBV)

Prof. Dr. med. Mahmoud Diab (DGTHG)

Prof. Dr. Peter Eickholz (DG Paro)

Dr. Rugzan Jameel Hussein (KZBV)

Tatjana Kirchner (Deutsche Herzstiftung e.V.)

Prof. Dr. Christian Mertens (AGOKi)

Prof. Dr. Dr. Urs Müller-Richter (AKOPOM)

Dr. Christian Patrosio (VDZE)

Prof. Dr. Dirk Ziebolz (DGZ)

Methodik:

Dr. Cathleen Muche-Borowski (Zertifizierte Leitlinienberaterin der AWMF)

Dr. Birgit Marré (Leitlinienbeauftragte der DGZMK)

Dr. Anke Weber (Leitlinienbeauftragte der DGZMK)

Jahr der Erstellung: März 2012

vorliegende Aktualisierung/ Stand: 31.03.2025, **Version:** 3.0

gültig bis: 30.03.2030

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte/ Zahnärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte/ Zahnärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Leitlinien unterliegen einer ständigen Qualitätskontrolle, spätestens alle 5 Jahre ist ein Abgleich der neuen Erkenntnisse mit den formulierten Handlungsempfehlungen erforderlich. Die aktuelle Version einer Leitlinie finden Sie immer auf den Seiten der DGZMK (www.dgzmk.de) oder der AWMF (www.awmf.org). Sofern Sie die vorliegende Leitlinie nicht auf einer der beiden genannten Webseiten heruntergeladen haben, sollten Sie

1 Was gibt es Neues?

In Rahmen der Aktualisierung wurden alle Empfehlungen der zweiten Version auf Aktualität geprüft. Hierzu erfolgte eine systematische Recherche für priorisierte Themen sowie eine Befragung der beteiligten Fachexperten. Die Empfehlungen der aktualisierten S2k-Leitlinie enthalten gemäß AWMF-Richtlinien keine Angabe von Evidenz- und Empfehlungsgraden, da keine systematische Aufbereitung der Evidenz zugrunde liegt.

Priorisierte Themen waren:

- Inzidenz dentogener Endokarditiden nach Herzklappenersatz,
- Mundhöhle als Quelle einer Endokarditis nativer und ersetzter Herzklappen,
- Einfluss der Technik des Herzklappenersatzes (offenchirurgisch versus interventionell kathetergestützt) auf die Inzidenz und Verteilung der bakteriellen Besiedlung einer Endokarditis,
- evidenzbasierte Kriterien zur Erhaltungswürdigkeit von Zähnen,
- evidenzbasierte Diagnostik (klinisch/radiologisch) als Mindestanforderung zur Beurteilung der Erhaltungswürdigkeit von Zähnen,
- Einfluss der oralen Hygiene auf die Inzidenz der bakteriellen Endokarditis.

Zudem standen im besonderen Fokus die wesentlichen Themen der Prävention durch Vergegenwärtigung der wichtigen Rolle einer optimierten Mundhygiene sowie dem komplexen und viel diskutierten Relevanz der Antibiotikaprophylaxe im Rahmen invasiver dentaler Prozeduren. Somit wurde zum ersten Mal der optimale Zeitpunkt der konsiliarischen Beurteilung *vor* dem Herzklappenersatz und die Dauer sowie Frequenz der zahnärztlichen Kontrollen *nach* Herzklappenersatz definiert.

Seit der letzten Überarbeitung der Leitlinie haben sich neue Vorgaben hinsichtlich der Leitlinienerstellung ergeben, die in diese neue Version eingeflossen sind und zusätzlich wurde die Leitlinie in Teilen neu gegliedert, um Redundanzen zu vermeiden. Die aktualisierte Version 3.0 „Zahnsanierung vor Herzklappenersatz“ (AWMF-Registernummer: 007-096) umfasst nun **17 Empfehlungen** sowie **zwei Statements**. Als Ergebnis des Aktualisierungsprozesses wurden sechs Empfehlungen geprüft und belassen, drei Empfehlungen überarbeitet und acht gänzlich neu hinzugefügt. Die 2 Statements sind neu.

© DGMKG, DGZMK

2 Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

Für die Risiko-Stratifizierung und die Behandlungsempfehlung **sollten** die Dokumente zur Anamnese und zur spezifischen kardialen Vorgeschichte zur Verfügung stehen.

Als notwendige Untersuchungen zur Therapieentscheidung **sollen** durchgeführt werden:

- Inspektion,
- Sensibilitätstest der Zähne,
- Kontrolle der Sondierungstiefen (empfohlen: PSI), wenn nicht durch vorangegangene Untersuchungen festgestellt wurde, dass eine sanierungsbedürftige Parodontitis vorliegt,
- Röntgenuntersuchung unter vollständiger Darstellung der Zähne inklusive der periapikalen Region und Darstellung relevanter umgebender anatomischer Strukturen, ggf. unter Einbeziehung früherer Aufnahmen zur Verlaufskontrolle.

Alle beteiligten Disziplinen **sollten** gemeinsam und interdisziplinär eine geeignete, patientenindividuelle Vorgehensweise festlegen und dabei alle potentiell relevanten Versorgungsaspekte abwägen.

Um die Mundhygiene der Patienten vor Herzklappenersatz zu optimieren, **sollen** individuell angepasste Techniken und Hilfsmittel empfohlen werden. Die Patienten **sollten** die richtige Anwendung dieser Hilfsmittel ggf. mit professioneller Unterstützung und Übungen erlernen.

Es **sollte**, wenn es die allgemeine und kardiale Krankheitssituation des Patienten zulässt, ein ausreichendes Intervall (bei Eröffnung der Schleimhaut, wenn möglich, 10 bis 30 Tage) zwischen indiziertem Herzklappenersatz und dennoch notwendiger Zahnsanierung beachtet werden.

Nach einem Herzklappenersatz **sollten** die Patienten zur regelmäßigen zahnärztlichen Nachsorge (Recall-System) beim behandelnden Zahnarzt, Oralchirurgen oder Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen für das erste postinterventionelle Jahr möglichst vierteljährlich einbestellt werden, um die alltäglichen Bakteriämieraten so gering wie möglich zu halten und um den Erfolg häuslicher Mundhygienemaßnahmen (Zähneputzen und Interdentalhygiene) zu überprüfen.

Bei invasiven dentalen Prozeduren **sollte** und bei moderaten dentalen Prozeduren **kann** eine Antibiotikaprophylaxe erfolgen.

Clindamycin *kann* häufigere und schwerwiegendere Nebenwirkungen hervorrufen als andere Antibiotika, die für eine Antibiotikaprophylaxe verwendet werden. Bei einer Unverträglichkeit von Penicillin oder Ampicillin **sollte** somit Cephalexin, Azithromycin/Clarithromycin, Doxycyclin oder Cefazolin/Ceftriaxon verordnet werden.

Inhalt

1 Was gibt es Neues? i
2 Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick ii
3 Herausgebende 1
3.1 Federführende Fachgesellschaften 1
3.2 Kontakt 1
3.3 Zitierweise 1
3.4 Redaktioneller Hinweis 2
4 Geltungsbereich und Zweck 2
4.1 Priorisierungsgründe 2
4.2 Zielsetzung und Fragestellung 2
4.3 Adressaten der Leitlinie 2
4.4 Ausnahmen von der Leitlinie 3
4.5 Patientenzielgruppe 3
4.6 Versorgungsbereich 3
4.7 Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie 3
4.8 Verbindungen zu anderen Leitlinien 3
5 Einleitung 4
5.1 Hintergrund 5
5.2 Definition des Krankheitsbildes und Prävalenz des klinischen Problems 7
5.2.1 Infektiöse Endokarditis 7
5.2.2 Infektiöse Endokarditis der künstlichen Herzklappe 9
5.3 Indikationsstellung zur Zahnsanierung vor Herzklappenoperationen 11
5.4 Klinisch relevante Komplikationen unzureichender Zahnsanierungen 14
5.5 Leitlinien-relevante ICD-10 Codes 16
6 Anamnese und klinische Untersuchung 17
6.1 Anamnese 17
6.1.1 Einleitung 17
6.1.2 Literaturberwertung 18
6.1.3 Ergebnis 19
6.1.4 Empfehlungen 19
6.2 Klinische und radiologische Untersuchung 20
6.2.1 Einleitung 20
6.2.2 Literaturberwertung 23

6.2.3 Ergebnis ... 23
6.2.4 Empfehlungen ... 24
7 Therapieoptionen ... 25
7.1 Optimierung der Mundhygiene ... 26
7.1.1 Einleitung ... 26
7.1.2 Literaturberwertung ... 29
7.1.3 Ergebnis ... 30
7.1.4 Empfehlungen ... 30
7.2 Zahnerhaltende Therapie von Entzündungsgeschehen ... 31
7.2.1 Einleitung ... 31
7.2.2 Literaturberwertung ... 34
7.2.3 Ergebnis ... 34
7.2.4 Empfehlungen ... 35
7.3 Operative Therapie von Entzündungsgeschehen ... 36
7.3.1 Einleitung ... 36
7.3.2 Literaturberwertung ... 38
7.3.3 Ergebnis ... 38
7.3.4 Empfehlungen ... 39
8 Ergänzende Maßnahmen ... 42
8.1 Antibiotikaprophylaxe vor invasiven dentalen Prozeduren ... 42
8.1.1 Einleitung ... 42
8.1.2 Literaturbewertung ... 46
8.1.3 Ergebnis ... 47
8.1.4 Empfehlungen ... 48
8.2 Analgesieverfahren ... 49
8.2.1 Einleitung ... 49
8.2.2 Literaturberwertung und Ergebnis ... 50
8.2.3 Empfehlungen ... 51
8.3 Sonstiges ... 52
8.3.1 Adjuvante Therapie ... 52
9 Wichtige Forschungsfragen ... 53
10 Informationen zu dieser Leitlinie ... 54
10.1 Zusammensetzung der Leitliniengruppe ... 54
10.1.1 Koordination und Kontaktadresse ... 54

10.1.2 Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen 54
10.1.3 Patientenbeteiligung 55
10.1.4 Methodik 55
10.2 Methodische Grundlagen 55
10.3 Recherche, Auswahl und kritische Bewertung der Evidenz 55
10.4 Strukturierte Konsensfindung 56
10.5 Empfehlungsgraduierung und Feststellung der Konsensstärke 56
10.5.1 Festlegung des Empfehlungsgrades 56
10.5.2 Feststellung der Konsensstärke 56
10.6 Verabschiedung durch die Vorstände der herausgebenden Fachgesellschaften/ Organisationen 57
11 Redaktionelle Unabhängigkeit 57
11.1 Finanzierung der Leitlinie 57
11.2 Darlegung und Umgang mit sekundären Interessen 57
12 Verbreitung und Implementierung 59
12.1 Verwertungsrechte 59
12.2 Konzept zur Verbreitung und Implementierung 59
12.3 Unterstützende Materialien für die Anwendung der Leitlinie 60
13 Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren 60
13.1 Tabellenverzeichnis 60
14 Verwendete Abkürzungen 61
15 Literatur 63

© DGMKG, DGZMK

3 Herausgebende

3.1 Federführende Fachgesellschaften

Deutsche Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (DGMKG)
Schoppastr. 4
65719 Hofheim
Telefon: +49 6192 206303
Fax: +49 6192 206304
E-Mail: info@dgmkg.de

Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)
Liesegangstr. 17a
40211 Düsseldorf
Telefon: 0211 - 61 01 98 0
Telefax: 0211 - 61 01 98 11
E-Mail: dgzmk@dgzmk.de https://www.dgzmk.de/

3.2 Kontakt

Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Lucas Ritschl

Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
TUM Klinikum
Rechts der Isar
TUM School of Medicine and Health
Ismaninger Straße 22
81675 München

Tel.: +49 89 4140 2921
Fax: +49 89 4140 4993
Mail: lucas.ritschl@mri.tum.de
Web: www.mkg.med.tum.de

3.3 Zitierweise

DGMKG, DGZMK: „Zahnsanierung vor Herzklappenersatz“, Langfassung 2025, Version 3.0, AWMF-Registriernummer: 007-096, https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/007-096.html, (Zugriff am: TT.MM.JJJJ)

3.4 Redaktioneller Hinweis

Ausschließlich aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher, weiblicher und weiterer Sprachformen verzichtet. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung der jeweils anderen Geschlechter. Sämtliche Personenbezeichnungen in diesem Dokument sind als geschlechtsneutral zu verstehen.

4 Geltungsbereich und Zweck

4.1 Priorisierungsgründe

Unter „Zahnsanierung vor Herzklappenersatz“ wird in der vorliegenden S2k-Leitlinie eine oder mehrere Maßnahmen zur Elimination akuter und/ oder chronischer Entzündungsgeschehen verstanden mit dem Ziel einer Behandlungsfreiheit nach dem Herzklappenersatz für mindestens sechs Monate. Dabei sind medizinische Gesichtspunkte der Erhaltung von Zähnen in ihrer Funktion in der Regel übergeordnet. Die Leitlinie soll vorrangig die Indikationen und Risikofaktoren für eine Zahnsanierung vor Herzklappenersatz und die derzeit anerkannten Methoden der Durchführung der Zahnsanierung darstellen. Die Leitlinie soll den beteiligten Berufsgruppen und Patienten in der Entscheidungsfindung zur angemessenen Therapie der sanierungsbedürftigen Befunde unterstützen.

Übergeordnetes Ziel der aktualisierten S2k-Leitlinie ist damit die Verbesserung der Versorgungsqualität für die betroffenen Patienten durch Elimination möglicher lokaler bzw. systemischer Komplikationen aus einer unzureichenden Sanierung vor Herzklappenersatz ebenso wie aus einer aggressiven Sanierung in dieser Indikation.

4.2 Zielsetzung und Fragestellung

Verbreitung evidenzbasierter Empfehlungen, mit deren Hilfe die kritische Beurteilung der Zähne und der zugrunden liegenden oralen Hygiene vor einem Herzklappenersatz getroffen werden kann. Spezifisch soll durch die Anwendung und Beachtung der Leitlinie die Rate dentogener Endokarditiden gesenkt werden können. Auf diesem Weg sollen die Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität der Versorgung verbessert und die Stellung der Patienten gestärkt werden.

4.3 Adressaten der Leitlinie

Die vorliegende Aktualisierung der S2k-Leitlinie richtet sich an:

- Zahnärzte
- Fachzahnärzte für Oralchirurgie
- Fachzahnärzte für Parodontologie
- Spezialisierte Zahnärzte für Endodontologie, Parodontologie und Implantologie
- Fachärzte für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
- Fachärzte für Herzchirurgie

und dient zur Information der Fachärzte für Kardiologie. Sie soll eine Hilfestellung bei der Beurteilung des Zahnsanierungsbedarfs vor Herzklappenersatz bieten. Die Vertreter der Leitliniengruppe sind repräsentativ für den Adressatenkreis inkl. einer Patientenvertretung. Die Leitlinie wurde unter direkter Beteiligung von Patientenvertretern erstellt.

4.4 Ausnahmen von der Leitlinie

Nicht unter diese Leitlinie fallen Differentialindikationen zahnärztlicher Interventionen gegenüber nicht von einem Herzklappenersatz betroffenen Patienten.

4.5 Patientenzielgruppe

Patienten, die einen Herzklappenersatz (sowohl offen chirurgisch als auch kathetergestützt) erhalten werden oder haben.

4.6 Versorgungsbereich

- Ambulant und stationär versorgter Patienten vor Herzklappenersatz
- Prävention, Diagnostik und Therapie
- Primärärztliche Versorgung, spezialärztliche Versorgung

4.7 Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie

Bei diesem Dokument handelt es sich um die Langversion der aktualisierten S2k-Leitlinie Zahnsanierung vor Herzklappenersatz. Neben der Langversion gibt es die folgenden ergänzende Dokumente zu dieser Leitlinie, die ebenfalls aktualisiert wurden:

- Leitlinienreport
- Kurzversion
- Patienteninformation

4.8 Verbindungen zu anderen Leitlinien

- S2k-Leitlinie Operative Entfernung von Weisheitszähnen (AWMF-Register-Nr. 007-003; https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/007-003)
- S3-Leitlinie Odontogene Infektionen (AWMF-Register-Nr. 007-006; https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/007-006)
- S2k-Leitlinie Fluoridierungsmaßnahmen zur Kariesprophylaxe bei Kindern und Jugendlichen (AWMF-Register-Nr. 083-001; https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/083-001)
- S3-Leitlinie Dentale digitale Volumentomographie (AWM-Register-Nr. 083-005; https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/083-005)

- S3-Leitlinie Zahnärztliche Chirurgie unter oraler Antikoagulation Thrombozytenaggregationshemmung (AWMF-Register-Nr. 083-018; https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/083-018)
- S3-Leitlinie Kariesprävention bei bleibenden Zähnen – grundlegende Empfehlungen (AWMF-Register-Nr. 083-021; https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/083-021)
- S3-Leitlinie Häusliches chemisches Biofilmmanagement in der Prävention und Therapie der Gingivitis (AWMF-Register-Nr. 083-016;https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/083-016)
- S3-Leitlinie Häusliches mechanisches Biofilmmanagement in der Prävention und Therapie der Gingivitis (AWMF-Register-Nr. 083-022; https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/083-022)
- S3-Leitlinie Die Behandlung von Parodontitis von Stadium I bis III – Die deutsche Implementierung der S3-Leitlinie „Treatment of Stage I–III Periodontitis“ der European Federation of Periodontology (EFP) (AWMF-Register-Nr. 083-043; https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/083-043)
- S3-Leitlinie Periimplantäre Infektionen an Zahnimplantaten, Behandlung (AWMF-Register-Nr. 083-023;https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/083-023)
- S2k-Leitlinine Infizierte Osteoradionekrose (IRON) der Kiefer (AWMF-Register-Nr. 007-046; https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/007-046)
- S3-Leitlinine Antiresorptive-assoziierte Kiefernekrosen (AR-ONJ) (AWMF-Register-Nr. 007-091; https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/007-091)

5 Einleitung

Unter „Zahnsanierung vor Herzklappenersatz“ wird in der vorliegenden Leitlinie eine oder mehrere Maßnahmen zur Elimination akuter und/ oder chronischer Entzündungsgeschehen verstanden mit dem Ziel einer zahnmedizinischen Behandlungsfreiheit für mindestens 6–12 Monate, da die infektiöse Endokarditis der künstlichen Herzklappen (*prosthetic valve infective endocarditis*, PVE) 10–34,1% aller Endokarditisfälle ausmacht [Tornos et al., 2005; Habib et al., 2019; Roosens et al., 2024], in ca. der Hälfte der Fälle innerhalb des ersten Jahres nach Herzklappenersatz auftritt und häufiger biologische als mechanische Herzklappenprothesen betrifft [Lanz et al., 2021]. Die PVE ist die schwerste Form der IE und hat eine Inzidenz von 0,3–1,9% pro 100 Patientenjahre [Delgado et al., 2023] bzw. 2,4–4,9 Fälle pro Patientenjahre [Ried et al., 2024].

Aktuelle Publikationen konnten den Zusammenhang zwischen invasiven dentalen Prozeduren und der Entwicklung einer IE erhärten [Thornhill et al., 2024b], wodurch die orale Hygiene und entsprechende Maßnahmen erneut erhöhte Aufmerksamkeit erfahren. Dabei sind medizinische Gesichtspunkte der Erhaltung von Zähnen in ihrer Funktion in der Regel übergeordnet. Die Leitlinie soll vorrangig die Indikationen und Risikofaktoren für eine Zahnsanierung vor Herzklappenersatz und die derzeit anerkannten Methoden der Durchführung der Zahnsanierung darstellen. Die Leitlinie soll den beteiligten Berufsgruppen (siehe Adressaten unter 4.3) und Patienten in der Entscheidungsfindung zur angemessenen Therapie der sanierungsbedürftigen dentalen Befunde unterstützen. Übergeordnetes

Ziel der Leitlinie ist damit die Verbesserung der Versorgungsqualität für die betroffenen Patienten durch Elimination möglicher lokaler bzw. systemischer Komplikationen aus einer unzureichenden Zahnsanierung vor Herzklappenersatz ebenso wie aus einer aggressiven Sanierung in dieser Indikation.

5.1 Hintergrund

Als Herzklappenerkrankungen werden alle Störungen der Klappenfunktion zusammengefasst, wobei viele Klappenstörungen sekundär oder eine Begleiterkrankung sind. Die häufigsten Herzklappenerkrankungen betreffen die beiden Herzklappen des linken Herzens und stellen sich am häufigsten in Form einer Aortenklappenstenose oder einer Mitralklappeninsuffizienz dar [Fleck et al., 2022]. Die vollstationäre Hospitalisierungsrate von Herzklappenerkrankungen lag 2021 bei 116,3 je 100.000 Einwohner in Deutschland. Der Wert lag bei Männern mit einer vollstationären Hospitalisierungsrate von 99,2 auf 100.000 Einwohner um 62,5% höher als bei Frauen [Forrest et al., 2023]. Die Inzidenz von Herzklappenerkrankungen nimmt in der Population zu und dementsprechend steigen die Zahlen des Herzklappenersatzes. Grundsätzlich können Herzklappen konventionell herzchirurgisch (SAVR) oder kathetergestützt erfolgen. Zu den kathetergestützten Verfahren (*transcatheter heart valve replacement*, THVR) werden der endovaskuläre und der transapikale Weg gezählt [Thyregod et al., 2024]. Die Wahl des Herzklappentyps (mechanisch *versus* biologisch) wird individuell in Abhängigkeit vom Patientenalter, von der Aktivität des Immunsystems etc. getroffen. Durch die Möglichkeit eines kathetergestützten Zweiteingriff mit der sog. „*valve-in-valve*“ Implantation scheint der Trend aktuell in die Richtung zu gehen, dass auch bei jüngeren Patienten eine biologische Herzklappe eingesetzt wird. Somit wurden 2021 in Deutschland auch zu 90% biologische Herzklappen im Fall einer isoliert konventionell herzchirurgisch eingebrachten Klappe (n = 7.523) verwendet [Fleck et al., 2022]. Im Jahr 2022 wurden allein in Deutschland 38.547 Herzklappeneingriffe (biologischer/mechanischer Klappenersatz oder Klappenrekonstruktion) durchgeführt, was einen deutlichen Anstieg gegenüber von 22.243 Eingriffen im Jahr 2008 darstellt [DGTHG, 2022]. Dennoch sind im Jahr 2021 20.453 Patienten an Herzklappenerkrankungen verstorben, was zu einer Mortalitätsrate von 20,5 pro 100.000 Einwohner bundesweit führte [Fleck et al., 2022]. Die technische Entwicklung hat in den letzten Dekaden dazu geführt, dass die Organprotektion durch die Therapie struktureller Herzerkrankungen minimal-invasiver und erfolgreicher wird. Der kathetergestützte Ersatz der Herzklappen (v.a. der Aorten- und Mitralklappe) sind seit ihrer Einführung 2006 [Khan et al., 2020] mittlerweile Standard. Die TAVI (transcatheter aortic valve implantation) hat sich zum Goldstandard bei der Behandlung schwerer Aortenklappenstenose bei Patienten, die 65 Jahre alt oder älter sind, etabliert. Die Häufigkeit der TAVI hat in den letzten zehn Jahren exponentiell zugenommen, und dieses Wachstum wird sich voraussichtlich fortsetzen, da die Indikationen für TAVI erweitert werden. In Deutschland wurden gemäß des Leistungsstatistikberichts von 2022 im Jahr 2008 12.262 SAVR und 921 TAVI durchgeführt. Im Jahr 2016 erfolgten bereits annährend gleich viele SAVR (10.961) und TAVI (10.879), und im Jahr 2022 hat sich das Verhältnis mit 17.822 TAVI zu 7.819 SAVR deutlich zu Gunsten der kathetergestützten Prozedur verschoben [DGTHG, 2022].

Ein Entzündungsherd ist ein lokal umschriebener Fokus, der klinisch asymptomatisch sein kann und pathogene Bakterien enthält. Die Mundhöhle mit den Zähnen kann ein oraler Infektionsfokus darstellen, der bei gesunden Menschen keine größeren infektiösen Probleme verursacht, aber unter

bestimmten Umständen zu schweren lokalen oder systemischen Entzündungen führen kann [Spijkervet et al., 2021]. Die enge Lagebeziehung der Zähne, die über den Zahnhalteapparat mit dem ansonsten im Körper hermetisch abgeschirmten und bedeckten Knochen direkt in Kontakt stehen, stellen ein besonderes Milieu und eine potentielle Eintrittspforte für Infektionen dar (siehe hierzu auch die „S2k-Leitlinie Infizierte Osteoradionekrose (IORN) der Kiefer“ [Krüger et al., 2018] und die „S3-Leitlinie Antiresorptive-assoziierte Kiefernekrose AR-ONJ“ [Schiegnitz et al., 2018]). An der Zahnwurzeloberflächen entwickeln sich vielfältige mikrobielle Gemeinschaften mit über 500 verschiedenen Bakterien [Curtis et al., 2020], die in der subgingivalen Region besser vor Scherkräften und Umweltsauerstoff geschützt sind. Unter bestimmten Umständen, z.B. einer Änderung des pH-Werts, der Sauerstoffspannung, der Nährstoffverfügbarkeit oder einer Änderung des Immunstatus, kommt es zu einer Verschiebung der ansässigen Mikroflora, wodurch sich dieses Milieu in eine mit Krankheitserregern angereicherte verwandelt [Kumar, 2013]. Die Nähe dieser Bakterien zur Gefäßversorgung des Zahnhalteapparats und der Zusammenbruch der epithelialen Integrität während des Krankheitsverlaufs einer Parodontitis prädisponieren für eine Bakteriämie, wenn der Biofilm unterbrochen wird [de Souza et al., 2016]. Mikrobiologische Studien, die mittels Kultivierung und aktueller durch 16S rRNA-Sequenzierung durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass es bei Verzicht auf eine adäquate Mundhygiene zu einer Verschiebung des Milieus in der subgingivalen Mikroflora kommt [Curtis et al., 2020]. Die fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V) schloss 2014 mit der Befragung von 4.600 Teilnehmer als sozioepidemiologische Großstudie ab. Sie umfasste unter anderem die Analyse der Karies, die Parodontalerkrankungen, die Zahnverluste und prothetische Versorgungen, das Mundgesundheits-verhalten. Bei den jüngeren Erwachsenen (Alter von 35–44-Jährige) zeigte sich in Bezug auf die Karies erstmalig ein Rückgang der Karieserfahrung, der bemerkenswerterweise sowohl durch weniger Füllungen als auch Zahnverlusten bedingt war [Cholmakow-Bodechtel et al., 2016]. Konsekutiv sank der DMF-T Index von 16,1 (DMS III) auf 11,2 in 2014 (DMS V) bei den jüngeren Erwachsenen und von 23,6 (DMS III) auf 17,7 (DMS V) bei den Senioren (65–74-Jährige). Bei den Senioren nahm hierbei die Anzahl der Zahnverluste ab und die Anzahl erhaltener Zähne mit Füllung zu [Cholmakow-Bodechtel et al., 2016]. In der aktuellen sechsten Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS VI) zeigte sich nun der DMF-T Index mit den Werten von 17,6 in der Altersgruppe 65–74-Jährige stabil und 8,3 in der Altersgruppe 35–44-Jährige weiter sinkend [Jordan et al., 2025].

Akute und/ oder chronische dentogene Entzündungsgeschehen können folgende klinische bzw. röntgenologische Symptome aufweisen:

- Fehlende Reaktion von Zähnen auf thermische oder elektrophysiologische Sensibilitätsprüfung,
- Schmerzen und Druckgefühl sowohl lokal als auch ausstrahlend in andere Gesichtsregionen,
- Fistelbildung enoral oder extraoral,
- akute Exazerbation mit lokaler oder regionärer Abszedierung,
- horizontale und vertikale Perkussionsempfindlichkeit,
- Erweiterung des Parodontalspaltes/periradikuläre Radioluzenz,
- progressive entzündliche interne oder externe Wurzelresorptionen.

Von besonderer Bedeutung ist, dass chronische dentogene Entzündungsgeschehen klinisch völlig stumm sein können, obgleich eine Entzündungsursache mit möglicher hämatogener Keimaussaat vorhanden ist. Als solche können typischerweise gefunden werden:

- Wurzelreste,
- kariös bzw. parodontal destruierte Zähne,
- partiell retinierte Zähne,
- periapikale Osteolysen endodontischen Ursprungs behandelter Zähne,
- parodontal erkrankte, aber nicht destruierte Zähne,
- periimplantäre Infektionen und
- infizierte Kieferzysten.

5.2 Definition des Krankheitsbildes und Prävalenz des klinischen Problems

5.2.1 Infektiöse Endokarditis

Die infektiöse Endokarditis (IE) wird vorwiegend durch Bakterien verursacht, die in das Herz-Kreislauf-System eindringen, eine Bakteriämie verursachen und bei anfälligen Personen eine Herzklappeninfektion hervorrufen. Für die Entwicklung einer IE sind in der Regel mehrere Bedingungen erforderlich, darunter das Vorhandensein prädisponierender Risikofaktoren (d.h. eine Oberfläche/Struktur, die von Bakterien besiedelt werden könnte), das Eindringen von Erregern in das Herz-Kreislauf-System und die Kompetenz der Immunantwort des Wirts (**Tabelle 1**) [Delgado et al., 2023]. Dies stimuliert das Wachstum von Vegetationen auf den Herzklappen, wodurch es zu einer Klappenobstruktion, -insuffizienz oder -perforation kommen kann. Diese Situation kann konsekutiv zu einem Herzversagen führen [Thornhill et al., 2024b].

Die Inzidenz der IE nimmt allgemein in Europa [Talha et al., 2021] und in Großbritannien [Quan et al., 2020] zu. Der Grund hierfür scheint jedoch nicht alleine in den von den verschiedenen Fachgesellschaften geforderten restriktiveren Verhalten in der Antibiotikaprophylaxe-Verordnung zu liegen [Quan et al., 2020].

Tabelle 1. Kardiale und nicht-kardiale Risikofaktoren, die eine IE begünstigen [Delgado et al., 2023].

Kardiale Risikofaktoren	**Nicht-kardiale Risikofaktoren**
Stattgehabte IE	Zentraler Venenkatheter
Herzklappenerkrankung	i.v.-Drogenabusus
Herzklappenprothese	Immunsuppression
Zentraler Venen- oder Arterienkatheter	Kürzlicher zahnchirurgischer Eingriff
Herzschrittmacher	Kürzlicher Krankenhausaufenthalt
Angeborene Herzerkrankung	Hämodialyse

Das Problem scheint multifaktoriell zu sein, wobei die alternde Bevölkerung, verbesserte Diagnosetechniken, die steigende Zahl von Patienten mit Herzerkrankungen, die mit Herzklappenprothesen und anderen Herz-Kreislauf unterstützenden Systemen behandelt werden, die mit einem hohen Risiko für IE verbunden sind, u.a. wesentlich zu dieser Entwicklung beitragen [Thornhill et al., 2024b]. Die Diagnosestellung erfolgt interdisziplinär, klinisch und apparativ [Rasmussen et al., 2024]. Die Behandlung der IE erfolgt heutzutage interdisziplinär durch ein Endokarditis- bzw. Herzteam, dass möglichst aus verschiedenen Spezialisten der Fachdisziplinen für Kardiologie, Herzchirurgie, Anästhesie, Mikrobiologie, Infektiologie und Radiologie besteht[Delgado et al., 2023]. In bis zu 30% [Agrawal et al., 2023] der IE-Fälle reicht eine medikamentöse Therapie nicht aus und macht eine chirurgische Sanierung notwendig. Die Risiko-Stratifizierung und IE-spezifische Mortalitätsrate werden versucht mit verschiedenen Risiko-Scores zu berechnen, um den Verlauf unter Berücksichtigung unterschiedlicher Parameter (unter anderem Geschlecht, Alter, NYHA Klasse, linksventrikuläre Pumpfunktion) bestmöglich vorherzusagen. Die Einschätzung dient als fundierte Grundlage der klinischen Entscheidungsfindung sowie Patientenberatung [Agrawal et al., 2023]. Alkhouli et al. analysierten die Datenbank der bundesweiten stationären Stichprobe (*nationwide inpatient sample*, NIS) der Vereinigten Staaten, welche demographische, klinische, Kosten- und Ressourcennutzungsdaten zu jährlich etwa 8 Millionen Entlassungen aus mehr als 1.000 Krankenhäusern in 45 Bundesstaaten enthält. In dieser Analyse schlossen sie 597.381 Patienten ein, die wegen eine IE stationär behandelt wurden [Alkhouli et al., 2020]. Obwohl die durchschnittlichen inflationsbereinigten Kosten für eine individuelle Einweisung zurückgingen ($45.810 im Jahr 2003 auf $43.020 im Jahr 2016, $p < 0{,}001$), stiegen die inflationsbereinigten Gesamtausgaben für IE-bedingte Krankenhausaufenthalte ($1,58 Milliarden im Jahr 2003 auf $2,34 Milliarden im Jahr 2016, $p < 0{,}001$) [Alkhouli et al., 2020].

In einem systematischen *Review* beschrieben Hassanin et al., dass das Keimspektrum am häufigsten aus *Staphylococcus*- und *Enterococcus*-Arten, gefolgt von *Streptococcus*-Erreger bestand [2023]. Diese drei Organismen machten etwa zwei Drittel der auf Blutkulturen identifizierten Bakterien aus. Talha et al. sowie Williams et al. beschrieben in ihren Meta-Analysen, dass vorwiegend Staphylokokken und *Streptokokken* als Erreger der IE identifiziert wurde [Talha et al., 2021; Williams et al., 2021]. *Staphylococcus aureus* ist der häufigste Erreger [Ismail et al., 2024; Roosens et al., 2024]. In der Studie von Kolte et al. handelte es sich bei einem Drittel der *Staphylokokken*-Infektionen um Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA), während die meisten Enterokokken-Infektionen durch die Spezies *E. faecalis* verursacht werden und 10% der Fälle ausmachen [2018]. *Streptokokken*, vor allem *Streptokokken* der *Viridans*-Gruppe, verursachen 35–45% der Fälle [Thornhill et al., 2024b]. Einige *Streptokokken*-Stämme zeigen die Fähigkeit zur Invasivität in humane Endothelzellen von Koronararterien (*S. mutans* Serotyp e strain B 14 und Serotyp f strain OMZ 175), wobei allerdings der Serotyp c als häufigster Stamm in der dentalen Plaque als nicht invasiv beschrieben wird [Abranches et al., 2009]. Für die Pathogenität von *S. mutans* Serotyp k könnte die Anwesenheit von Fibrinogen eine Rolle spielen [Nomura et al., 2014]. Die *Viridans-Streptokokken*, aber auch *S. aureus* und *Enterokokken*, tragen die Oberflächenadhäsine MSCRAMMS (*microbial surface component reacting with adhesive matrix molecules*), die die Adhäsion an beschädigte Herzklappen und Vegetationen vermitteln [Patti et al., 1994]. Bei *Viridans-Streptokokken* produzieren die Enzyme Glucosyltransferase und Fructosyltransferase das Oberflächenpolysaccharid Glucan aus Nahrungszuckern. Obwohl dieses Molekül wahrscheinlich keine Voraussetzung für die Entwicklung von IE ist, erhöht es die bakterielle Adhäsion an mit Fibrin beschichteten Gerinnseln und geschädigtem Endothel der Herzklappen. Auch

der Virulenzfaktor FimA, der in einigen *Viridans-Streptokokken* vorkommt, könnte für die Adhärenz und die anschließende Vegetation, die zu IE führt, von Bedeutung sein [Widmer et al., 2006]. Da diese Bakterien Bestandteil der oralen Flora sind, kann es durch invasive dentale Prozeduren (siehe unten **Tabelle 2**) wie Zahnextraktion, Oralchirurgie oder subgingivale Parodontalbehandlung zu einer Bakteriämie kommen, die auch bei normalen täglichen Aktivitäten wie Zähneputzen, Verwendung von Zahnseide und Kauen beobachtet werden kann [Lockhart et al., 2008]. *Staphylococcus aureus* ist auch in der Patientengruppe, die intravenösen Drogenabusus betreiben, der häufigste Erreger [Talha et al., 2020]. In dieser speziellen Patientengruppe ist die rechte Herzseite häufiger betroffen als die linke [Johnstone et al., 2022]. Gramnegative Erreger machen 2,7–5% der Fälle aus und umfassen die Organismen der HACEK-Gruppe (*Haemophilus*-, *Aggregatibacter*-, *Cardiobacterium*-, *Eikenella*- und *Kingella*-Spezies) [Liesman et al., 2017; Roosens et al., 2024]. Pilze sind seltene Ursachen einer IE, wobei Candida-Arten am häufigsten vorkommen. Eine Reihe nicht kultivierbarer oder schwer zu kultivierenden Organismen können eine IE verursachen, wobei *Coxiella burnetii, Bartonella*-Arten und *Tropheryma whipplei* die häufigsten sind. Obwohl zwei positive Blutkulturen ein wichtiger Nachweis sind und den major Kriterien von Duke zugerechnet werden, sind Blutkulturen in 2–40% der Fälle negativ (*blood culture negative infective endocarditis*, BCNIE) [Westphal et al., 2009; Liesman et al., 2017; Ismail et al., 2024]. Bei Patienten, die keine Antibiotika erhalten haben, sind die häufigsten BCNIE-Erreger *C. burnetii* und *Bartonella*-Spezies, wobei erstere 28–37% und letztere 12–28% der Fälle ausmachen. In diesen besonderen BCNIE-Fällen sollten neben den klassischen Blutkulturen auch serologische Untersuchungen sowie spezifische Polymerase-Kettenreaktion (PCR) Analysen durchgeführt werden, um die Erreger besser identifizieren zu können [Delgado et al., 2023].

5.2.2 Infektiöse Endokarditis der künstlichen Herzklappe

Mit der zunehmenden Häufigkeit der Implantation künstlicher Herzklappen ist auch die Zahl der Fälle von infektiösen Endokarditiden künstlicher Herzklappen (*prosthetic valve infective endocarditis*, PVE) gestiegen [Habib et al., 2019]. Die PVE macht 10–34,1% aller Fälle von IE aus [Tornos et al., 2005; Habib et al., 2019; Roosens et al., 2024] und tritt in ca. der Hälfte der Fälle innerhalb des ersten Jahres nach Herzklappenersatz auf und betrifft häufiger biologische als mechanische Herzklappenprothesen [Lanz et al., 2021]. Zu den möglichen Erklärungsansätzen für die höhere Inzidenz der IE bei nach einer biologischen Herzklappenimplantation gehören Unterschiede in der Degenerationsrate, potentielle Schutzeffekte der metallischen Oberflächen in Verbindung mit Antikoagulation und Antibiotikaprophylaxe [Ya'qoub et Eng, 2020]. Ein weiterer Erklärungsansatz ist, dass die Implantation Gewebeschäden verursachen und sich zirkulierendes Fibrin und Blutplättchen an der Stelle ansammeln können, an der die Klappe angebracht wurde. Mikroorganismen haben eine größere Fähigkeit, diese nicht epithelialisierten Stellen der sterilen Vegetation zu besiedeln [Østergaard et al., 2020]. Die PVE ist die schwerste Form der IE, tritt bei 1–7,4% der Patienten mit Klappenprothesen auf [Weber et al., 2023; Thyregod et al., 2024], hat eine Inzidenz von 0,3–1,9% pro 100 Patientenjahre [Delgado et al., 2023] bzw. 2,4–4,9 Fälle pro Patientenjahre [Ried et al., 2024]. In der aktuellen Leitlinie der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie (*European Society of Cardiology*, ESC) wird bei einer frühen PVE (Eintritt innerhalb eines Jahres nach Herzklappenersatz) ein erneuter chirurgischer Eingriff mit Debridement und Herzklappenersatz empfohlen [Delgado et al., 2023]. Ried et al. beschrieben, dass eine *post*-TAVI-PVE oft nur mit Antibiotika erfolgreich behandelt werden konnte und interpretierten die Erkenntnisse so, dass das Fehlen eines polymeren Nahtringes in TAVI-PVE-Prothesen für diesen

Befund vermutlich begünstigend sei [Ried et al., 2024]. Weber et al. berichteten in einer multizentrischen Studie von einer 1-Jahres-Sterblichkeit von 36,4% für PVE und 21,6% für Patienten mit nativer Herzklappenendokarditis (*native valve* IE, NVE) [Weber et al., 2021]. Eine frühe PVE scheint häufiger nach einer TAVI als nach einer SAVR aufzutreten [Monaci et al., 2024]. Anhand von landesweiten dänischen Registern haben Strange et al. Patienten mit einer PVE nach TAVI, PVE nach nicht-TAVI und einer IE bei nativer Klappe identifiziert und analysiert. Die Autoren beschrieben, dass die Gebrechlichkeit (*frailty*) und kardiovaskuläre Komorbidität bei IE nach TAVI am höchsten waren, während chronisch obstruktive Lungenerkrankungen, Diabetes und Krebs vergleichbar waren. Bei IE nach TAVI waren *Streptococcus spp.* (33,0%), *Enterococcus spp.* (28,9%) und *Staphylococcus aureus* (22,7%) am häufigsten. Insbesondere war eine Blutkultur-negative IE selten. Beim Vergleich der bakteriellen Ätiologie der Vergleichsgruppe war *Streptococcus spp.* in der Gruppe der IE nach TAVI weiterhin am häufigsten, und *Enterococcus spp.* war sowohl bei IE nach TAVI als auch bei IE nach nicht-TAVI-Prothese am häufigsten. Der Anteil von *Staphylococcus aureus* blieb bei Patienten mit IE nach nativer Klappe hoch [Strange et al., 2023]. Eine *Viridans*-Gruppe *Streptokokken*-Infektion einer künstlichen Herzklappe hat eine höhere Mortalitätsrate gegenüber einer IE einer nativen Herzklappe mit *Viridans*-Gruppe *Streptokokken*-Infektion [Wilson et al., 2021]. Eine PVE nach einer TAVI ist mit einer Inzidenz von 0,87–1,7 Ereignissen pro 100 Personenjahren [Hassanin et al., 2023] bzw. 0,7–3,0% pro Personenjahren [Østergaard et al., 2020] oder in 3,25% [Khan et al., 2020] beschrieben. Eine Meta-Analyse von Monaci et al. beziffert die Inzidenz der *post*-TAVI-PVE bei 1,05% Personenjahre und nach einer SAVR bei 1,01% Personenjahre (p = 0,98) [2024]. Fauchier et al. beschrieben eine PVE-Inzidenz von 1,89 und 1,40 Fälle pro 100 Personenjahren nach einer TAVI oder SAVR, die nach 398 bzw. nach 469 Tagen auftrat [2020]. Strange et al. beschrieben ein medianes Zeitintervall zwischen TAVI und PVE von 461 Tagen [2023]. Kontrovers bleibt, ob eine IE häufiger nach einer TAVI oder eine SAVR auftritt [Tinica et al., 2020; Cahill et al., 2022]. Die häufigste Komplikation einer PVE ist eine Herzinsuffizienz, die in 37% der *post*-TAVI-PVE Fälle auftritt [Khan et al., 2020]. Weitere Komplikationen sind das akute Herzversagen, das akutes Nierenversagen, der septische Schock, der akute Myokardinfarkt und die systemische Embolie [Del Val et al., 2023]. Die PVE-assoziierte Krankenhaus-Sterberate und 1-Jahres-Mortalitätsrate werden mit 15,2–29,5% [Khan et al., 2020; Roosens et al., 2024] und 18,9–42,3% beschrieben [Lanz et al., 2021; Roosens et al., 2024]. Østergaard et al. berichten von einer Krankenhaus-Sterberate von 20–40% sowie einer 1-Jahres-Mortalitätsrate von 40–75% [2020]. In einer drei-Zentrumsstudie mit 4.301 analysierten Patientenfällen zeigte sich eine höhere 1-Jahres-Mortalitätsrate bei der SAVR als bei der TAVI (51,8% *versus* 27,3%) [Lanz et al., 2021]. Allgemein wird die Prognose und Behandlung von PVE nach einer kathetergestützten Implantation durch die Tatsache erschwert, dass die Patienten älter sind und mehr Komorbiditäten aufweisen als Patienten mit einer prothetischen Herzklappeninfektion nach einer konventionellen SAVR [Mangner et al., 2022]. Somit sind Sterblichkeitsraten während des Krankenhausaufenthalts und nach 30 Tagen sehr hoch und liegen zwischen 16–36% und steigen nach einem Jahr auf 41–59% an [Delgado et al., 2023].

Die PVE hat erhebliche Auswirkungen auf die Morbidität und die Kosten des Gesundheitswesens [Heredia-Rodriguez et al., 2018], und die Sterblichkeit sowie das Schlaganfallrisiko sind trotz frühzeitiger Diagnose und Behandlung weiterhin hoch [Stortecky et al., 2020]. Bei Patienten, die sich wegen einer PVE einer Herzoperation unterziehen müssen, liegt die gemeldete Sterblichkeitsrate bei 19–50% [Lalani et al., 2013]. Die meisten Ereignisse treten im ersten Jahr nach der Klappenimplantation auf. Hierbei lassen sich die Risikofaktoren eine PVE zu entwickeln in drei Kategorien einteilen: demographische Faktoren, Begleiterkrankungen und verfahrensbedingte

Risikofaktoren [Hassanin et al., 2023]. Vom Erregerspektrum stellen die *Staphylokokken*-, *Enterokokken*- und *Streptokokken*-Spezies die häufigsten Erreger dar. In der prospektiven *European infective endocarditis* (EURO-ENDO) Registerstudie der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie wurde bei den 3.116 eingeschlossenen Patienten festgestellt, dass die am häufigsten vorangegangenen nicht-kardialen Eingriffe, die in den letzten sechs Monaten vor Herzklappenersatz durchgeführt wurden, zahnärztlicher Natur (7,9%) waren und insgesamt wurde die Eintrittspforte bei 9,8% im zahnärztlichen Bereich lokalisiert [Habib et al., 2019]. Aktuelle Publikationen konnten den Zusammenhang zwischen invasiven dentalen Prozeduren und der Entwicklung einer IE erhärten [Thornhill et al., 2024b], wodurch die orale Hygiene und entsprechende Maßnahmen erneut erhöhte Aufmerksamkeit erfahren.

5.3 Indikationsstellung zur Zahnsanierung vor Herzklappenoperationen

Die neuere Literatur hat eine Assoziation kardiovaskulärer Erkrankungen und des dentalen Befundes im Rahmen einer Studie an 15.456 Patienten in 39 Ländern unterstrichen. Vedin et al. untersuchten die Zusammenhänge zwischen selbstberichteten Zahnverlusten und kardiovaskulären Folgen in einer globalen Kohorte mit stabiler koronarer Herzkrankheit. In dieser großen Studienpopulation von Patienten mit koronarer Herzkrankheit sagte der selbstberichtete Zahnverlust unabhängig von kardiovaskulären Risikofaktoren und sozioökonomischem Status negative kardiovaskuläre Ergebnisse und den Gesamttod voraus [Vedin et al., 2016]. Trotzdem liegen zur Zahnsanierung vor Herzklappenersatz nur sehr wenige Studien vor, deren Methodik eine heterogene Qualität ausweisen [Hakeberg et al., 1999; Wu et al., 2008; Kolk et al., 2009; Bratel et al., 2011; Krasniqi et al., 2024] und das Ausmaß des zahnärztlichen Sanierungsumfangs wird kontrovers diskutiert [Souza et al., 2017; Krasniqi et al., 2024]. Obgleich diese Patienten oftmals einen hohen zahnärztlich-chirurgischen Sanierungsbedarf aufweisen [Rustemeyer et Bremerich, 2007; de Souza et al., 2016], zeichnet sich in der Literatur jedoch seit längerem eine klare Tendenz zu eingeschränkt-radikalen Sanierungsmaßnahmen ab [Bratel et al., 2011], deren Erfolg aber vermutlich auch von einer konsequenten kompetenten Nachsorge abhängt [Deppe et al., 2007; Delgado et al., 2023; Ramadan et al., 2023] . Radikale Sanierungsmaßnahmen sind auch deshalb abzulehnen, da in 80% der Fälle vor dem Auftreten der IE keine auszulösende Ursache festzustellen ist [Westphal et al., 2009]. Vor einer Herzklappenoperation wird daher grundsätzlich empfohlen, die betreffenden Patienten zahnärztlich untersuchen zu lassen und das Ausmaß der Sanierung u.a. auch vom Lebensalter und von der Art und Weise des Herzklappenersatzes (SAVR oder THVR) abhängig zu machen. Derzeit wird angenommen, dass bezüglich der Zahnsanierung keine Unterschiede zwischen Patienten mit TAVI und SAVR zu machen sind [Carasso et al., 2019]. Krasniqi et al. untersuchten die Auswirkungen einer empfohlenen präoperativen zahnärztlichen Untersuchung auf das IE-Risiko bei Patienten, die sich einer TAVI unterziehen. Von 568 Patienten in der Gruppe mit präoperativer zahnärztlicher Untersuchung unterzogen sich 126 (22,2%) einem anschließenden zahnärztlichen Eingriff, verglichen mit 8 (1,4%) unter 565 Patienten in der Gruppe ohne präoperative zahnärztliche Untersuchung. Während einer medianen Nachbeobachtungszeit von 1,9 Jahren (Interquartilsbereich 1,4-2,5 Jahre) entwickelten 31 (2,7 %) eine IE. Die jährliche IE-Rate betrug 1,4 % (0,8-2,3) bzw. 1,5 % (0,8-2,4) in der MPDS- bzw. NPDS-Gruppe, p = 0,86. Diese Erkenntnis führt zu einer Neudefinition der Präventivmaßnahmen und erfordert ein differenzierteres klinisches Vorgehen [Krasniqi et al., 2024]. Es ist daher interessant, dass

neuere Studien darauf hindeuten, dass Aktivitäten wie Zähneputzen und Verwendung von Zahnseide wahrscheinlichere Ursachen für *Streptokokken*-bedingte IE sind als zahnärztliche Eingriffe, insbesondere bei Menschen mit schlechter Mundhygiene [Krasniqi et al., 2024; Martins et al., 2024].

In der EURO-ENDO Registerstudie nahm die Zahl der durch orale *Streptokokken* verursachte IE ab [Habib et al., 2019]. Dennoch ist die Datenlage aufgrund fehlender prospektiver, randomisierter Studien schlecht. Das Problem besteht darin, dass es kaum Belege für die Quantifizierung des IE-Risikos nach invasiven zahnärztlichen Eingriffen gibt [Thornhill et al., 2024c]. In einer Meta-Analyse wurde von Cahill et al. beschrieben, dass eine Antibiotikaprophylaxe zwar zu einer signifikanten Reduktion der Bakteriämie geführt hat, jedoch die Patientengruppe mit einem geringen Risiko klinisch nicht von der Gabe profitierten [2017]. Die Autoren postulieren auch, dass die gemessene Bakteriämie nach einem Eingriff kein suffizienter Surrogatparameter zu sein scheint. Eine randomisierte kontrollierte Studie zur Antibiotikaprophylaxe wird seit mehreren Jahrzehnten diskutiert, ist aber aus Gründen der Ethik, notwendigen Fallzahl (mehrere hunderttausend Teilnehmer bei IE als primäres Ergebnis), des organisatorischen Umfangs (lange Rekrutierungsdauer und Nachbeobachtungszeit, Selektionsbias) und der damit einhergehenden Kosten kaum realisierbar. Der Schwerpunkt der klinischen Forschung zur erfolgreichen Prävention einer IE hat sich daher in den letzten Jahren vom Surrogatparameter der Bakteriämie zu Studien, die die Rolle von Entzündungen und Ulzerationen der Gingiva untersuchen, entwickelt. Der Einfluss und die damit einhergehenden Zusammenhänge zwischen schlechter Mundhygiene, Zahnerkrankungen und IE müssen weiterhin besser verstanden werden, da allein Tätigkeiten des Alltags wie Zähneputzen, Kauen kurzfristig zu einer Bakteriämie führen [Tubiana et al., 2017; Martins et al., 2024]. Wilson et al. fassten dennoch zusammen, dass die Wahrscheinlichkeit, dass sich eine *Viridans*-Gruppe *Streptokokken*-Infektion durch eine vorübergehende Bakteriämie dieser Subgruppe entwickelt, die auf tägliche Routinetätigkeiten wie das Kauen von Nahrungsmitteln und das Zähneputzen zurückzuführen ist, viel größer ist als bei einem zahnärztlichen Eingriff [2021].

Wenngleich in einer retrospektiven Vergleichsstudie von 2004–2014 mit und ohne Zahnsanierung vor Herzklappenersatz kein Unterschied im Hinblick auf das spätere Risiko für die Entwicklung einer PVE festgestellt werden konnte, zeigten doch die Hämokulturen von IE-Patienten ohne Zahnsanierung in der Tendenz ein weiteres Spektrum an Mikroorganismen [de Souza et al., 2016]. Die Literatur unterstützt die Annahme, dass zahnerhaltende Interventionen bei Patienten mit IE-Risiko gerechtfertigt sind. So wurden Patienten mit fortgeschrittener Parodontitis mit Zahnextraktionen und Kürettage behandelt; Patienten mit keiner oder geringer Ausprägung von Parodontitis dienten als Kontrollen (n gesamt = 209) [Nakamura et al., 2011]. Diese Maßnahmen wurden bei 68 Patienten in einem Zeitraum von zwei Wochen vor der Herzklappenchirurgie durchgeführt, bei 36 Patienten mit einem größeren Zeitabstand als zwei Wochen. Nach einer mittleren Nachbeobachtungszeit von über fünf Jahren hatte keiner der Patienten eine PVE entwickelt. Die Autoren schlussfolgerten, dass weder die Behandlungsmaßnahmen an sich noch deren Zeitpunkt den Erfolg der Herzklappenchirurgie noch den postoperativen Verlauf beeinflusst hatten [Nakamura et al., 2011]. Ebenso wurde in einer Meta-Analyse gezeigt, dass es auf Basis der verfügbaren Evidenz unklar ist, ob die postoperativen Ergebnisse von Patientengruppen mit und ohne Zahnsanierung vor Herzklappenchirurgie hinsichtlich der Parameter Mortalität, PVE, postchirurgische Infektion und Länge der Hospitalisierung differieren [Lockhart et al., 2019].

In einer weiteren Studie fanden sich nach Zahnseidenanwendung im Vergleich zu *scaling* und *root planing* (SRP) bezüglich Inzidenz, Ausmaß und Keimspektrum im Blut bei 30 Patienten mit chronischer Parodontitis keine statistisch signifikanten Unterschiede [Zhang et al., 2013]. In einer datenbasierten Untersuchung zwischen Januar 2000 und Dezember 2009 an 736 Patienten mit neu diagnostizierter IE und einer nach Alter, Geschlecht und Begleiterkrankungen gematchten Kontrollgruppe ohne IE zeigte sich eine signifikante Reduzierung des IE-Risikos bei den Patienten, die wenigstens einmal jährlich ein Scaling erhalten hatten. Die Verbesserung der oralen Plaquekontrolle durch Scaling kann daher vermutlich das IE-Risiko senken, wobei ein häufigeres Scaling signifikant günstiger war [Chen et al., 2013]. Die perioperative Mundhygiene kann zur Senkung inflammatorischer Marker nach Herzklappenoperation beitragen [Nishi et al., 2021]. Ebenso scheint die präoperative Parodontalbehandlung zur Senkung des postoperativen Infektionsrisikos beizutragen [Suzuki et al., 2019]. Die Art der zahnärztlichen Untersuchung (*focussed versus comprehensive*) hatte bezüglich der postoperativen Mortalität 90 Tage nach Klappenersatz keinen signifikant unterschiedlichen Einfluss [Rao et al., 2020].

In einer Studie von Deppe et al., in der die chirurgisch entfernten Herzklappen von 134 Patienten mikrobiologisch untersucht wurden, wurde die Mundhöhle in 10,4% als Quelle der Erreger identifiziert [Deppe et al., 2022]. Die Mundhöhle wird von relevanten Erregern, einschließlich *Streptokokken* der oralen Gruppe, besiedelt und stellt eine wichtige Eintrittspforte dar. Orale *Streptokokken* beinhalten die Gruppen *mitis*, *sanguis*, *anginosus*, *salivaris*, *downei* und *mutans [Delgado et al., 2023]*. Die *mitis*-Gruppe ist mit derzeit 20 Arten die größte der in der Mundhöhle vorkommenden Gruppen [Abranches et al., 2018]. Oralchirurgische Eingriffe (einschließlich aller Extraktionen, parodontalchirurgischen Eingriffe, Implantatchirurgie und oraler Biopsien) und zahnärztliche Eingriffe, bei denen das Zahnfleisch (Gingiva) oder der periapikale Bereich der Zähne manipuliert wird, gelten als invasive dentale Prozeduren und sind bakteriämiegefährdend [Delgado et al., 2023; Thornhill et al., 2024c]. Basierend auf den Leitlinien der ESC (2023) und AHA (2021) werden folgende zahnärztliche Handlungen nicht zu den invasiven dentalen Prozeduren gezählt: z.B. Injektion von Lokalanästhetika in nicht-entzündeter Mundschleimhaut, dentale Röntgenaufnahmen, Einsetzen oder Anpassung von herausnehmbaren prothetischen oder kieferorthopädischen Apparaturen, Befestigung kieferorthopädischer Brackets, Durchbruch von Milchzähnen und Blutungen aufgrund von Verletzungen der Lippen oder der Mundschleimhaut (**Tabelle 2**) [Thornhill et al., 2024c].

Tabelle 2. Einteilung dentaler Prozeduren gemäß ihrer Invasivität. (modifiziert nach [Thornhill et al., 2022; Thornhill et al., 2024c])

Invasive dentale Prozedur	Manipulation der Gingiva
	Manipulation der periapikalen Region
	Perforation der Gingiva (Zahnextraktion, oralchirurgischer Eingriff, supra- oder subgingivales Scaling)
	Wurzelkanalbehandlung
Moderat invasive dentale Prozedur	Die meisten restaurativen zahnmedizinischen Behandlungen, die eine Antibiotikaprophylaxe erfordern können, wenn eine Manipulation der Gingiva zur Durchführung der Behandlung erforderlich ist, aber keine Antibiotikaprophylaxe erfordern, wenn

	die Behandlung ohne Gingivamanipulation durchgeführt werden kann.
Nicht-invasive dentale Prozedur	Zahnärztliche Routineuntersuchung
	Injektion von Lokalanästhetika in nicht-entzündeter Mundschleimhaut
	dentale Röntgenaufnahmen
	Einsetzen oder Anpassung von herausnehmbaren prothetischen oder kieferorthopädischen Apparaturen
	Befestigung kieferorthopädischer Brackets
	Durchbruch von Milchzähnen
	Verletzungen der Lippen oder der Mundschleimhaut

5.4 Klinisch relevante Komplikationen unzureichender Zahnsanierungen

Die Mortalität infektiöser Endokarditiden an prothetischen Herzklappen beträgt etwa 25%, bei einer Spannweite in den Studien von 11–64% [Østergaard et al., 2020]. Es ist beschrieben, dass die betreffenden Bakterien aus den folgenden Bereichen wie der Mundhöhle und den Zähnen (26%), dem Magen-Darm-Trakt (12,5%) Drogenmissbrauch (5%), Haut (5%), Harnwegen (4%), iatrogenen (9%) und anderen Ursprungs (5,5%) stammen, während viele noch unbestimmt sind (33%) [Wisniewska-Spychala et al., 2012]. Habib et al. beschrieben in ihrer prospektiven *European infective endocarditis* (EURO-ENDO) Registerstudie, dass die am häufigsten vorangegangenen nicht-kardialen Eingriffe, die in den letzten sechs Monaten vor Herzklappenersatz durchgeführt wurden, zahnärztliche Eingriffe (7,9%), gastrointestinale Eingriffe (3,4%), Koloskopie (3,3%) und urogenitale Eingriffe (2,8%) waren. Insgesamt wurde die Eintrittspforte in 9,8% zahnärztlichen, bei 6,3% gastrointestinalen und bei 4,5% urogenitalen Bereichen lokalisiert [2019]. *Enterokokken* sind die am häufigsten vorkommenden Bakterien in der frühen *post*-TAVI-IE, was auf ihre Prävalenz in der Leistengegend zurückzuführen ist, die in der Regel der Haupteintrittspunkt für TAVI ist [Stortecky et al., 2020]. Die rasche Ausbreitung der kathetergestützten Implantation biologischer Herzklappen setzt somit unweigerlich eine weitere Patientengruppe einem erhöhten IE-Risiko aus, die zuvor möglicherweise aufgrund ihres allgemein schlechten gesundheitlichen Status nicht für einen konventionellen herzchirurgischen Klappenersatz in Frage kamen [Williams et al., 2021].

Inzwischen ist wissenschaftlich interdisziplinär anerkannt, dass eine schwere Parodontitis unabhängig und signifikant mit kardiovaskulären Erkrankungen und einer kardiovaskulären Morbidität assoziiert ist [Sanz et al., 2020a]. Dementsprechend müssen dentale Befunde als Infektionsquellen angesehen werden [Savarrio et al., 2005; Pretzl et al., 2008; Chambers et al., 2013], insbesondere wenn diese in Form von parodontal erkrankten Zähnen, periapikalen Läsionen, fortgeschrittenen kariösen Läsionen, infiziertem Pulpagewebe, partiell impaktierten Zähnen und Wurzelresten vorliegen. Nach einer klinisch-prospektiven Untersuchung an 318 Patienten konnte eine orale bzw. dentale Keimeintrittspforte in 29% der Fälle identifiziert werden [Delahaye et al., 2016], die insgesamt zweithäufigste nach der Haut (40%). Orale Keime konnten auch an pathologisch veränderten Herzklappen ohne IE bestätigt werden [Chalupova et al., 2018]. Ebenso konnten mittels DNA-Untersuchung parodontale Keime in Atrium- und Myokardgewebe im Rahmen einer

Aortenklappenchirurgie nachgewiesen werden [Ziebolz et al., 2018]. Inzwischen wurde auch eine Assoziation von IE und festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen bei vorhandenem Mitralklappenprolaps beschrieben [Birlutiu et al., 2018]. Bei einer klinischen Untersuchung zur Assoziation von Mundgesundheit und IE zeigte sich eine signifikante Korrelation zwischen dem Auftreten einer IE und der Anzahl der vorhandenen Zähne bzw. dem Ausmaß an Alveolarknochenatrophie infolge von Parodontitis [Ninomiya et al., 2020].

Zudem kann es bekanntermaßen im Rahmen zahnärztlicher Eingriffe zu Bakteriämien kommen [Moreillon et Que, 2004; Savarrio et al., 2005]. So fanden sich nach Zahnextraktionen in einer Gruppe von Patienten mit Parodontitis statistisch signifikant häufiger Bakteriämien, überwiegend aus der Gruppe der *Viridans-Streptokokken*, (79,4%) als ohne Parodontitis (56,5%) (p = 0,05) [Dhotre et al., 2018]. Insbesondere die akute Exazerbation dentogener Entzündungsquellen mit Abszedierung, zum Teil auch mit Ausbreitungstendenz (Logenabszesse), aber auch die Bedeutung entzündlicher Ursachen des chronischen Gesichtsschmerzes und von Infektionen mit und ohne systemische Immunsuppression stellen klinisch relevante Komplikationen unzureichender Sanierungskonzepte dar. Allerdings ist seit längerem bekannt und aktuell erneut bestätigt, dass die durch Mastikation und tägliche Hygienemaßnahmen verursachte Bakteriämie erheblich höher ist als nach einer Zahnextraktion [Forner et al., 2006; Tomas et al., 2012; Martins et al., 2024] . Diese Einschätzung wurde in einer retrospektiven Untersuchung an Patienten mit einer gesicherten odontogenen IE bestätigt, da bei diesen Patienten in 91,2% der Fälle keine zahnärztliche Intervention vorausgegangen war [Šutej et al., 2020]. Auch in einer prospektiven Studie über acht Jahre konnten in 11% der Fälle (67 von 635 IE-Episoden) vorausgegangene zahnärztliche Behandlungen festgestellt werden [Cahill et al., 2019]. Eine retrospektive Auswertung der an der IE beteiligten Mikroorganismen an 78 Personen zeigte, dass dentale Pathogene bei 24 Patienten vorlagen, während bei 20 Patienten keine dentalpathogenen Keime nachweisbar waren; 30 Patienten waren kulturnegativ. Die Unterschiede waren nicht signifikant (p = 0,54) [Jenkyn et al., 2021]. Daher wird die Bedeutung der Mundhygiene zur Vorbeugung einer IE betont [Šutej et al., 2020; Delgado et al., 2023].

5.5 Leitlinien-relevante ICD-10 Codes

In **Tabelle 3** sind die derzeitigen Leitlinien-relevanten ICD-10 Codes für die vier relevanten Bereiche Kariologie, Endodontie, Parodontologie und Chirurgie aufgelistet, die als potentielle Quellen einer disseminierten Infektion dienen können.

Tabelle 3. Darstellung Leitlinien-relevanter ICD-10 Codes.

Gebiet	**ICD-10 Codes**
Kariologie	K02.1 Karies des Dentins K02.2 Karies des Zements K02.5 Karies mit freiliegender Pulpa
Endodontie	K04.0 Pulpitis K04.1 Pulpanekrose K04.2 Pulpadegeneration K04.4 Akute apikale Parodontitis pulpalen Ursprungs K04.5 Chronische apikale Parodontitis
Parodontologie	K05.0 Akute Gingivitis (exklusive akute nekrotisiernd-ulzeröse Gingivitis, A69.1) K05.1 Chronische Gingivitis K05.2 Akute Parodontitis K05.3 Chronische Parodontitis K05.4 Parodontose
Chirurgie	K04.6 Periapikaler Abszess mit Fistel K04.8 Radikuläre Zyste S02.5 Wurzelfraktur und dentoalveoläres Trauma K08.88 Nicht erhaltungswürdiger Zahn K01.0 Retinierte Zähne

6 Anamnese und klinische Untersuchung

Der Stellenwert der allgemeinmedizinischen Anamnese (inkl. einer Patientenhistorie und aktueller Laborparameter), der speziellen kardiologischen Anamnese und der klinischen dentalen Untersuchung sollte in dem Setting der präoperativen Vorstellung zum Herzklappenersatz verdeutlicht werden. Auf Basis der individuellen Befunde und Beurteilung dieser wird für den Patitenen zum Zeitpunkt der klinischen, konsiliarischen Vorstlellung die bestmögliche Empfehlung unter dem Deckmantel des zwingend notwendigen kardiologischen Eingriffs formuliert. Das Vorliegen der Informationen zur allgemeinen und der speziellen kardiologischen Anamnese würde aus diesem Grund dem zahnärztlichen, oralchirurigschen oder mund-, kiefer- und gesichtschirurgischen Konsiliarius die Beurtteilung und somit eine validere Risiko-Stratifizierung erleichtern.

6.1 Anamnese

6.1.1 Einleitung

Die Ergebnisse einer systematischen Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2016 über die ursächlichen Erreger von Infektionskrankheiten deuten darauf hin, dass die Art der Erreger in der Patientenpopulation variiert [Vogkou et al., 2016], was darauf hindeutet, dass eine breit angelegte Empfehlung für eine zahnärztliche Behandlung vor Herzoperationen möglicherweise nicht gerechtfertigt ist [Lockhart et al., 2019]. Darüber hinaus wurde berichtet, dass bei Patienten, die sich vor herzchirurgischen Eingriffen einer Zahnextraktion unterziehen, vermehrt schwerwiegende unerwünschte Folgen, einschließlich Todesfällen, auftreten können [Smith et al., 2014]. Millot et al. beschrieben Standardfragen, die von nicht-Fachärzten vor Herzklappenersatz zur Orientierung gefragt werden sollten. Die Autoren empfahlen eine Vorstellung beim behandelnden Zahnarzt, Oralchirurgen oder Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen erfolgen, wenn eine der Fragen aus **Tabelle 4** positiv beantwortet wurde.

Tabelle 4. Standardfragen, die der nicht-Facharzt Patienten mit Herzklappenerkrankungen stellen sollte (modifiziert nach [Millot et al., 2017]).
Tun Ihnen die Zähne weh?
Schmerzt oder blutet Ihr Zahnfleisch beim Zähneputzen oder spontan?
Haben Sie das Gefühl, dass sich Ihre Zähne bewegen oder dass sie bewegt haben?
Haben Sie den Eindruck, dass Sie einen schlechten Geschmack oder einen schlechten Atem im Mund haben?
Fühlen Sie sich in Ihrem Mund unwohl?
Haben Sie in letzter Zeit einige Zähne verloren?
Spüren Sie eine Schwellung in Ihrem Mund?
Haben Sie eine Farbveränderung an einem Ihrer Zähne festgestellt?

Allgemeine patientenbezogene Risikofaktoren, die in der Literatur mit einer PVE-Entwicklung in Verbindung gebracht wurden, sind das männliche Geschlecht, junges Alter, Diabetes mellitus, erhöhter

body mass index, chronisch obstruktive Lungenerkrankung, chronische Niereninsuffizienz, Gerinnungsstörung, pulmonale Hypertension [Del Val et al., 2023] und der EuroSCORE II [Ried et al., 2024]. Der EuroSCORE II ist eine aktualisierte Version des ursprünglichen EuroSCORE und soll die Genauigkeit der Risikovorhersage inkl. Mortalitätsrisiko für Patienten, die sich einer Herzoperation unterziehen, verbessern. Er setzt sich aus verschiedenen klinischen und demographischen Faktoren zusammen und berücksichtigt unter anderem Variablen wie aktive Endokarditis, chronische Lungenerkrankungen und eine reduzierte linksventrikuläre Auswurffraktion. Insgesamt gilt der EuroSCORE II als zuverlässiger und valider Prädiktor für das Mortalitätsrisiko bei herzchirurgischen Patienten [Agrawal et al., 2023]. Zudem wurde in der aktualisierten ESC Leitlinie zum Management der IE von 2023 beschrieben, dass es spezifische individuelle Umstände (z.B. Vorhandensein von mehr als einer kardialen Erkrankung mit mittlerem Risiko oder Begleiterkrankungen wie Diabetes mellitus, Immunschwäche oder Nierendialyse) geben kann, die bspw. Einfluss auf die Empfehlung einer Antibiotikaprophylaxe für einzelne Patientengruppen haben [Delgado et al., 2023]. Für den weiteren Behandlungsverlauf wäre es somit förderlich, wenn diese Informationen an den Patienten und seinem behandelnden Zahnarzt, Oralchirurgen oder Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen weitergegeben werden [Thornhill et al., 2024c]. Ein weiterer Teilaspekt der Kommunikation ist die Angabe der geplanten Herzklappenersatzmethode. Lanz et al. beschrieben einen deutlichen, aber nicht signifikanten (p = 0,15) Unterschied für die PVE-Inzidenz nach SAVR oder TAVI [Lanz et al., 2021]. Darüber hinaus sind Patienten, die eine TAVI erhalten laut Literatur zum einen älter und haben mehr Komorbiditäten, die es im Gesamtkontext der ganzheitlichen Behandlung genauso zu kennen gilt [Monaci et al., 2024].

Die relevanten medizinischen Unterlagen können durch eine transparente Kommunikation mit ausgewiesenen Patientendokumenten und Arztbriefen oder durch eine einheitliche IT-Lösung im klinischen Umfeld zugänglich gemacht werden. Hierdurch wird ein notwendiges Aufklärungsgespräch zwischen dem Kardiologen/ Herzchirurgen, behandelnden Zahnarzt, Oralchirurgen oder Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen und dem Patienten erleichtert, um das Risiko einer PVE zu reduzieren. Eine korrekte Antibiotikaprophylaxe-Strategie wie auch ein Sanierungsplan sind eine Grundvoraussetzung, um die Prävention von *Viridans*-Gruppe *Streptokokken* PVE durch verschiedene synergistische Ansätze zu optimieren. Zudem reduziert es unnötige administrative Tätigkeiten die fehlenden Befunde zu ermitteln und kann Doppeluntersuchungen (bspw. Blutabnahmen, EKG, etc.) verhindern. Diese Optimierung umfasst jedoch einen interdisziplinären und -professionellen Fokus auf Herz- und Zahngesundheit, eine transparente kardiale und dentale Risiko-Stratifizierung, die Vermeidung von Komorbiditäten und mitwirkenden Risiken und die Wachsamkeit gegenüber Infektionen [Wilson et al., 2021].

6.1.2 Literaturberwertung

Die Mundgesundheit ist anerkanntermaßen wichtig für die allgemeine Gesundheit und das Wohlbefinden. So hat bspw. der Konsensbericht der *World Heart and European Periodontology Federations* über die Sicherheit von Zahnextraktionen und Zahnreinigungen geschlussfolgert, dass Zahnärzte bei der Planung invasiver dentaler Prozeduren mit den direkten medizinischen Teams zusammenarbeiten sollten [Sanz et al., 2020b].

6.1.3 Ergebnis

Die Ergebnisse aus einer groß angelegten Kohortenstudie von Thornhill et al., in der 3.774 Krankenhauseinweisungen wegen einer IE (475 Fälle/Million) eingeschlossen wurden, zeigte dass die Patienten in 34,2% ein hohes, in 22,0% ein moderates und in 43,8% ein niedriges/unbekanntes Risiko an einer IE zu erkranken aufwiesen. Das unterstreicht die Relevanz der fundierten Kenntnis der Patientenhistorie [Thornhill et al., 2022]. Eine Subanalyse von Patienten mit hohem IE-Risiko wies bspw. nach Extraktionen (OR: 9,22; 95% CI: 5,54–15,88; $p < 0,0001$) und anderen oralchirurgischen Eingriffen (OR: 20,18; 95% CI: 11,22–36,74; $p < 0,0001$) ein erhöhtes Risiko an einer IE zu erkranken auf.

Die Beurteilung im Rahmen einer konsiliarischen Vorstellung vor Herzklappenersatz wird durch das Vorhandensein der relevanten Information zum Patientenfall erleichtert. Die Mindestanforderungen im Rahmen einer potentiellen prätherapeutischen Vorstellung beinhalten nach Thornhill at al.:

- ein aktuelles Blutbild – insbesondere Hämoglobin-, Nieren- und Schilddrüsenwerte sowie Gerinnungsparameter – und
- ein zusammenfassender Arztbrief mit den relevanten Nebenerkrankungen – insbesondere kardiologische Beurteilung/ Befunde – um das Risiko an einer IE zu erkranken besser abschätzen zu können.

Diese Risiko-Stratifizierung basiert auf der Tatsache, dass bestimmte kardiale Befunde eine IE begünstigen [Thornhill et al., 2024c], so dass nach Aussage von Thornhill et al (2024) in diesen Fällen, im Gegensatz zu Patienten, die ein niedrigeres IE-Risikoprofil aufweisen, eher eine Zahnextraktion oder Zahnsanierung bevorzugt wird.

6.1.4 Empfehlungen

Konsensbasierte Empfehlung 1 (neu 2025)	
Für die Risiko-Stratifizierung und die Behandlungsempfehlung **sollten** die Dokumente zur Anamnese und zur spezifischen kardialen Vorgeschichte zur Verfügung stehen. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**Starker Konsens**
Expertenkonsens	

Die **Empfehlung 1** wurde mit dem Ziel der Hervorhebung des Stellenwertes der allgemeinen Anamnese und der spezifischen kardialen Anamnese9neu erstellt, die es ermöglicheneine adäquate Risiko-Stratifizierung entsprechend des individuellen IE-Risikoprofils durchzuführen.

6.2 Klinische und radiologische Untersuchung

6.2.1 Einleitung

Die meisten Patienten, die sich einem Klappenersatz unterziehen, haben eine native Klappenerkrankung und weisen daher ein mittleres IE-Risiko auf. Es sollte jedoch davon ausgegangen werden, dass diese Patienten nach einem Klappenersatz – sei es kathetergestützt oder offen chirurgisch – ein hohes IE-Risiko haben. Somit beinhaltet die klinische und radiologische Untersuchung die Inspektion und Beurteilung der Zahnhartsubstanz, der Zahnhalteapparat, der periapikalen Region, der Mundschleimhaut und auf potentielle Infektionsquellen.

Detaillierte Hinweise zur zahnärztlichen Anamnese und Untersuchung der Patienten zu unterschiedlichen Zeitpunkten wurden 2017 in Frankreich durch die Arbeitsgruppe für Herzklappenerkrankungen mit Vertretern der Französischen Gesellschaften für Kardiologie, für Oralchirurgie, für Parodontologie und Implantologie, für Endodontie und für Infektionskrankheiten formuliert und publiziert [Millot et al., 2017]. Die Autoren empfehlen bei der oralen Untersuchung allgemeine klinische Symptome von Infektionen oder Entzündungen zu erfassen und betonen explizit die Evaluierung der Zähne (inkl. Bewertung von Kariesrisiko, Zahnbeweglichkeit, Perkussion und Vitalität), des Parodonts (Plaque-Ansammlung, Zahnsteinablagerungen, Entzündung, Taschensondierungstiefe) und der Mundschleimhaut.

Karies wird derzeit als eine "durch Biofilm vermittelte, ernährungsbedingte, multifaktorielle, nicht übertragbare, dynamische Erkrankung, die zu einem Netto-Mineralverlust der Zahnhartsubstanz führt" definiert [Machiulskiene et al., 2020], wobei interindividuelle Risikofaktoren eine Entstehung und das Fortschreiten begünstigen können [Fejerskov, 2004]. Die Trias aus Erkennung, Bewertung und Diagnose führt in Rücksprache mit dem Patienten zur fundierten Kariesbehandlung [Schwendicke et al., 2020; Kühnisch et al., 2024]. Einige Autoren empfehlen, die Zusammenfassung aller Aspekte der Kariesläsion und -aktivität, der jüngsten Karieserfahrung, der medizinischen Bedingungen und Medikamente, der Plaque, der Ernährung, des Fluorids und des Speichels durch den Zahnarzt zur individuellen Diagnosestellung. [Selwitz et al., 2007; Abdelaziz, 2023]. Die klinisch visuelle Untersuchung von Kariesläsionen auf zugänglichen Oberflächen erfährt eine mögliche Ergänzung durch intraorale Röntgenaufnahmen – vorzugsweise Bissflügelaufnahmen –als zusätzliche Methode für die Erkennung und Beurteilung. In bestimmten klinischen Situationen können auch ergänzende Verfahren mit nichtionisierender Strahlung sinnvoll sein [Kühnisch et al., 2024]. Zur klinischen Beurteilung einer Zahnkaries sind verschiedene visuelle Scoring-Systeme oder Indizes für die Bewertung von Zahnkaries entwickelt und veröffentlicht worden. Zu denen zählen das *International Caries Detection and Assessment System* (ICDAS) [Ismail et al., 2007; Ekstrand et al., 2018; Foros et al., 2021] und seine früheren Versionen [Ekstrand et al., 1997; Nyvad et al., 1999], das *Universal Visual Scoring System* (UniViSS) [Kühnisch et al., 2009], das *Caries Assessment Spectrum and Treatment* (CAST) Index [Frencken et al., 2011], sowie das *International Caries Classification and Management System* (ICCMS) [Pitts et al., 2021]. Huysmans et al. analysierten in einem Expertengremium von Vertretern der *European Organisation for Caries Research* (ORCA) und der *European Federation of Conservative Dentistry* (EFCD) die individuelle Kariesdiagnose und die Methoden zu ihrer Bewertung,

die personalisierte Behandlungsentscheidungen unterstützen [2024]. Es zeigte sich, dass die Geschwindigkeit des Fortschreitens der Karies und/oder die Lage und/oder Anzahl der Läsionen wichtige Faktoren für die Bestimmung des Schweregrads der Erkrankung bei einer Person sind.

Die zahnärztliche Röntgendiagnostik macht weltweit ca. 13% und in Europa ca. 32% aller einfachen Röntgenuntersuchungen aus [IAEA, 2022]. Gemäß dem ALARA-Prinzip (*As Low As Reasonably Achievable*) sollte jegliche Röntgendiagnostik auf einer rechtfertigenden Indikation beruhen. Zu der üblichen zahnärztlichen Röntgendiagnostik gehören das Orthopantomogramm (OPG), die Bissflügelaufnahme, der Zahnfilm und die dentale digitale Volumentomographie (DVT). Das OPG ermöglicht eine gute Übersicht über die Ober- und Unterkiefer, besitzt eine geringere Genauigkeit (Linienpaare pro Millimeter) als ein Zahnfilm oder eine Bissflügelaufnahme und verursacht eine mittlere Strahlendosis von 24 µSievert. Die Bissflügelaufnahme bildet die Geometrie der approximalen Zahnflächen sowie der Knochenhöhe im Ober- und Unterkiefer mit einer Aufnahme realistisch ab und verursacht eine mittlere Strahlendosis von 1–5 µSievert. Ein Zahnfilm erlaubt eine gute Beurteilung der approximalen Zahnflächen, der Knochenhöhe sowie der periapikalen Knochenregion, und verursacht eine mittlere Strahlendosis von 1–5 µSievert [Kühnisch et al., 2024]. Die DVT ermöglicht eine dreidimensionale Erfassung in einer multiplanaren Darstellung, wobei die Bildauflösung geringer ist als beim OPG oder bei intraoralen Aufnahmen. Die mittlere Strahlendosis ist abhängig vom eingestellten *field of view* und variiert demnach zwischen 10–1100 µSievert [Ludlow et al., 2015; Kühnisch et al., 2024]. Die Indikationen für eine DVT sind grundsätzlich in der 2022 aktualisierten S2k-Leitilinine „Dentale digitale Volumentomographie“ dargestellt [Schulze et al., 2022]. Hervorzuheben im Fall einer Fokussuche ist die Konstellation, wenn neben der klinischen Untersuchung und den konventionellen zahnärztlichen Röntgentechniken (Zahnfilm, OPG) keine pathologischen Befunde detektiert werden können, aber gleichzeitig klinische Beschwerden bestehen [Millot et al., 2017]. Dies begründet sich in der höheren Erkennungsrate periapikaler Osteolysen im DVT als in intraoralen Röntgenaufnahmen oder im OPG [de Paula-Silva et al., 2009; Leonardi Dutra et al., 2016; Kanagasingam et al., 2017; Hilmi et al., 2023]. Darüber hinaus zeigt die DVT eine gleichwertige diagnostische Wirksamkeit und Spezifität bei der Erkennung von Knochendefekten und eine höhere Sensitivität im Vergleich zur intraoralen Röntgenaufnahme, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit einer genauen Defektbeurteilung um mehr als das Zweifache im Vergleich zur intraoralen Röntgenaufnahme erhöht [Green et al., 2019]. Eine Delphi-Studie von Cloitre et al. zeigte, dass die dentale DVT bei IE-Patienten die Entscheidungsfindung der 20 befragten Experten (über zehn Jahre klinische Erfahrung, Klinik-affiliiert) beeinflusste, indem sie die Anzahl der zu beseitigenden oralen Foci erhöhte, wenn die orale Untersuchung und die radiologische Diagnostik durch ein OPG nicht schlüssig waren [Cloitre et al., 2022]. Die französische multidisziplinäre Arbeitsgruppe schlagen für die Bewertung und das Management des oralen Status bei Patienten mit Herzklappenerkrankungen die systematische Anwendung der DVT bei IE-Patienten vor, um die Erkennung asymptomatischer oral Foci zu verbessern [Millot et al., 2017]. Tatsächlich scheint die DVT eine höhere diagnostische Genauigkeit bei der Erkennung von oralen Infektionsquellen als herkömmliche Röntgenaufnahmen zu haben (Sensitivität 0,95 *versus* 0,56 und Spezifität 0,88 *versus* 0,78) [Leonardi Dutra et al., 2016].
Ausblickend können in der Literatur zwei neue Trends und klare Richtungen erkannt werden, die in diesem Rahmen nur eingeleitet werden.
Zum einen findet die Magnetresonanztomographie (MRT) vermehrt Einzug in die dentale Diagnostik und zum anderen wird in Zukunft die künstliche Intelligenz (KI) die Analyse der Röntgenbilder –

konventionelle Röntgenbilder und multiplanare Schichtaufnahmen – unterstützen und erleichtern. Neuere bildgebende Studien untersuchen die Anwendung der dentalen MRT.
Die meisten explorativen Studien berichten über eine starke Übereinstimmung zwischen der dentalen MRT und konventionellen periapikalen Aufnahmen [Ruetters et al., 2019]. Somit kann sich in Zukunft die dentale MRT evtl. als vergleichbare Methode zu PA-Röntgenaufnahmen erweisen, um den Anteil der restlichen parodontalen Knochenunterstützung zu bewerten. Johanssen et al. untersuchten in einem *Review* mit 13 eingeschlossenen Studien, ob die MRT diagnostische Informationen über die von parodontalen und/oder periapikalen Erkrankungen betroffenen Hart- und Weichgewebekomponenten liefert [2023]. Allerdings unterschieden sich die bewerteten Parameter (z.B. verwendete und verglichene MRT-Sequenzen und Krankheitsdefinition) erheblich. Die eingeschlossenen Studien deuteten dennoch darauf hin, dass der Einsatz der dentalen MRT bei der Diagnose von parodontalen und/oder periapikalen Erkrankungen machbar und vielversprechend ist. In der klinischen Routine könnte die dentale MRT zur frühzeitigen Erkennung und Beurteilung einer apikalen Parodontitis nützlich sein, bevor ein irreversibler Knochenverlust auf konventionellen Panorama- und intraoralen periapikalen Röntgenbildern festgestellt wird [Feuerriegel et al., 2023]. Weitere Studien sind erforderlich, um die Genauigkeit dieser auf nichtionisierender Strahlung basierenden Diagnosemethode bei der Beurteilung parodontaler und/oder periapikaler Läsionen zu bestimmen.

Im Rahmen der Kariologie und Endodontie scheinen aktuelle Anwendungen von KI-Algorithmen die diagnostische Sicherheit verbessern zu können [Mohammad-Rahimi et al., 2022; Chen et al., 2024; Esmaeilyfard et al., 2024]. Moharrami et al. untersuchten die Eignung von KI-Modellen für die Erkennung von Zahnkaries auf Fotografien der Mundhöhle und schlussfolgerten, dass die objektive Überprüfung der Diagnosen von Klinikern ermöglicht wird und die Kommunikation zwischen dem Patienten und des Arztes sowie die Telemedizin erleichtert werden könnten [2024]. Arsiwala-Scheppach et al. untersuchten in einer randomisierten Kontrollstudie den Einfluss von KI-Modellen auf die Erkennung primärer approximaler kariöser Läsionen auf Bissflügel-Aufnahmen. Zahnärzte mit KI-Anwendung zeigten im Vergleich zu Zahnärzten ohne KI-Unterstützung ein effizienteres Betrachtungsverhalten z.B. weniger Zeit, um Karies und/oder Restaurationen zu bemerken, mehr Fixierungen auf restaurierte Zähne und eine kürzere Fixierungsdauer auf Zähnen ohne kariöse Läsionen und/oder Restaurationen [Arsiwala-Scheppach et al., 2024]. Fukuda et al. wendeten KI-Algorithmen an, um die Weichteildarstellung in der DVT zu verbessern. Diese KI-unterstützte Bildsynthese verbesserte die Sichtbarkeit von Weichgewebe, wobei insbesondere die Submandibularregion bis zum Mundboden profitierte, [Fukuda et al., 2024]. Während Studien über die Genauigkeit von KI-Anwendungen für medizinische weit verbreitet sind, gibt es nur wenige gesundheitsökonomische Bewertungen der medizinischen KI. Schwendicke et al. gingen auf diese Problematik ein und beschrieben, dass KI wirksamer war (Zahnerhalt für durchschnittlich [2,5–97,5%] 62,8 [59,2–65,5] Jahre) und weniger kostenintensiv (378 [284–499] Euro) als die zahnärztliche Behandlung ohne KI (60,4 [55,8–64,4] Jahre; 419 [270–593] Euro), allerdings mit erheblicher Unsicherheit. Der wirtschaftliche Wert einer Verringerung der Unsicherheit bezüglich der Genauigkeit der KI oder der Kosten war begrenzt, während Informationen über das Risikoprofil der Bevölkerung von größerer Bedeutung waren [Schwendicke et al., 2022]. Die Autoren schlussfolgerten, dass zur Entwicklung zahnmedizinischer KI fundierte Entscheidungen über die Größe des Datensatzes zu empfehlen ist, und die Forschung in Richtung einer individualisierten Anwendung von KI zur Karieserkennung gerechtfertigt scheint, um die Kosteneffizienz zu optimieren.

6.2.2 Literaturberwertung

Die visuell-taktile Untersuchung mit strukturierten Klassifizierungssystemen wird als Methode der ersten Wahl für die Erkennung und Einstufung von Kariesläsionen auf zugänglichen Oberflächen empfohlen und hat einen hohen Evidenzgrad [Kühnisch et al., 2024]. Dies erfordert eine angemessene Beleuchtung, eine Reinigung nach Feststellung des Vorhandenseins von Biofilm und eine Lufttrocknung. Kein einzelnes klinisches Merkmal ist indikativ für die Läsionsaktivität; stattdessen basiert die Bewertung der Läsionsaktivität auf der Beurteilung und Gewichtung mehrerer klinischer Anzeichen [Neuhaus et al., 2024]. Die Literatur basiert auf einer großen Anzahl von *in vitro* Studien, was eine Übertragung in die Klinik erschwert. Diese Tatsache unterstreicht den Bedarf an Standardisierung und die Notwendigkeit, in Zukunft gut konzipierte und gut gepowerte Studien zur Kariesdiagnose und -erkennung durchzuführen [Kapor et al., 2021].

Bei der dentalen Röntgendiagnostik liegt eine begrenzte Evidenz zum Zahnfilm vor, da die Literatur überwiegend auf Untersuchungen mit Bissflügelaufnahmen beruht [Walsh et al., 2021]. Die diagnostische Genauigkeit ist aber wahrscheinlich ähnlich, wenn die Paralleltechnik verwendet wird. Eine aktuelle Meta-Analyse von Stera et al. wies in diesem Kontext eine bessere Genauigkeit des Zahnfilms gegenüber dem OPG bei der Detektion von periapikalen Läsionen auf [2024]. Für OPG gibt es keine systematische Übersichtsarbeiten. Die meisten Untersuchungen zur diagnostischen Genauigkeit sind veraltet und haben keine Relevanz für moderne Panoramaröntgensysteme [Kühnisch et al., 2024]. Walsh et al. analysierten in einem *Cochrane Database Systematic Review* die radiologische Beurteilung zur Erkennung von Früh-/Schmelzkaries an 15.518 Zahnstellen oder -oberflächen, wobei die mittlere Prävalenz in den eingeschlossenen Studien bei 61% lag. Sie beschrieben für alle radiologischen Methoden eine geschätzte zusammenfassende Sensitivität und Spezifität von 0,47 (95%-KI 0,40–0,53) bzw. 0,88 (95%-KI 0,84–0,92) [Walsh et al., 2021]. Aktuelle Erkenntnisse und Leitlinien legen nahe, dass die DVT normalerweise nicht speziell zur Kariesdiagnose eingesetzt werden sollte, u.a. da Artefakte durch Metall (z. B. Kronen, Implantate) die Interpretation behindern/verfälschen können [Walsh et al., 2021; Schulze et al., 2022; Mosavat et al., 2023].

6.2.3 Ergebnis

Die Arbeit von Huysmans et al. zeigte, dass die *level of evidence* (LOE) bei den Empfehlungen zu Anamnese, Karieserfahrung, Plaque, Ernährung und Fluorid gering war [2024].
Lindfors et al. verglichen die diagnostische Übereinstimmung von drei Röntgenmodalitäten, darunter intraorale Röntgenaufnahmen, Panoramaröntgenaufnahmen und DVT, zur Diagnose von Zahnerkrankungen bei medizinisch beeinträchtigten Patienten [2024]. Die Autoren schlussfolgerten, dass die intraorale Röntgenaufnahme die erste Wahl für die Diagnose von Zahnerkrankungen ist. In einigen seltenen Fällen, in denen eine intraorale Bildgebung nicht möglich ist, stellt eine spezielle Panoramaschichtaufnahme und/oder eine DVT-Untersuchung eine Alternative dar. In diesem Zusammenhang empfehlen Fenske et al. die Erhebung des Zahnstatus, die Beurteilung des parodontalen Gesundheitsstatus und eine dentale Röntgendiagnostik in die Untersuchung einzubeziehen [Fenske et al., 2023]. Auf der Grundlage der zahnärztlichen Befunde kann der behandelnde Zahnarzt, der Oralchirurg oder der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurg das Risiko bspw. in drei Kategorien (niedrig, mäßig, hoch) einteilen. Zur Erhebung des Zahnstatus kann der visuell nach

den WHO-Kriterien durchzuführende DMF-T Index verwendet werden [Kauffels et al., 2017]. Ein weiterer relevanter klinischer Befund ist die Detektion und Klassifizierung einer Zahnfleischentzündung (Gingivitis) und des Zahnhalteapparates (Parodontitis) [Curtis et al., 2020]. Die Beurteilung des parodontalen Gesundheitsstatus beinhaltet die Erfassung der Sondierungstiefe und des klinischen Attachmentverlusts mit einer Parodontalsonde (PCP 15/11.5B6, Hu-Friedy, Chicago, IL, USA) und ermöglicht in Kombination mit den dentalen Röntgenbefunden und dem Zahnverlust die Parodontitisdiagnose auf der Grundlage der verfügbaren *Staging*- und *Grading*-Matrix [Caton et al., 2018]. Zudem kann mit den parodontalen Sondierungstiefen der parodontale Screening-Index (PSI) abgeleitet werden, um Informationen über den parodontalen Zustand auszuwerten; dabei spiegelte das Vorhandensein einer parodontalen Sondierungstiefe ≥3,5 und <5,5 mm (Score von 3) oder ≥5,5 mm (Score von 4) den parodontalen Behandlungsbedarf wider [Diamanti-Kipioti et al., 1993]. Man kann vier Parodontitis-Kategorien voneinander unterscheiden: fortgeschrittene Parodontitis mit umfangreichem Zahnverlust und der Gefahr des Verlusts des Gebisses (Stadium IV), schwere Parodontitis mit Potential für weiteren Zahnverlust (Stadium III), mäßige Parodontitis (Stadium II) und anfängliche Parodontitis (Stadium I) [Tonetti et al., 2018]. Im Rahmen der dentalen Röntgendiagnostik wird von Schmalz et al. empfohlen relevanten Strukturen einschließlich der Zähne, des Endodontiums, der apikalen und periapikalen Region, des parodontalen Knochens, der retinierten Zähne, des Kieferknochens und des Sinus maxillaris zu beurteilen [Schmalz et al., 2022]. Im klinischen Alltag ist jedoch eine umfangreiche klinische und radiologische dentale Untersuchung mit einem anschließenden Recall-System oft erschwert.

6.2.4 Empfehlungen

Konsensbasierte Empfehlung 2 (geprüft und belassen 2025)	
Als notwendige Untersuchungen zur Therapieentscheidung **sollen** durchgeführt werden: - Inspektion, - Sensibilitätstest der Zähne, - Kontrolle der Sondierungstiefen (empfohlen: PSI), wenn nicht durch vorangegangene Untersuchungen festgestellt wurde, dass eine sanierungsbedürftige Parodontitis vorliegt, - Röntgenuntersuchung unter vollständiger Darstellung der Zähne inklusive der periapikalen Region und Darstellung relevanter umgebender anatomischer Strukturen, ggf. unter Einbeziehung früherer Aufnahmen zur Verlaufskontrolle. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**Starker Konsens**
Expertenkonsens	

Konsensbasierte Empfehlung 3 (geprüft und belassen 2025)

Folgende weiterführende Untersuchungen **können** in Einzelfällen hilfreich sein: - Perkussionstest, - Palpation der Periapikalregion, - Mobilitäts-untersuchung, - zirkumferente Bestimmung der Taschensondierungstiefen insbesondere an bereits Wurzelkanalbehandelten Zähnen zum Ausschluss einer Wurzellängsfraktur, - Untersuchung der Mundschleimhaut, - Bestimmung spezifischer parodontaler Parameter, - Sensibilitätsprüfung (N. lingualis und N. alveolaris inferior), - Biopsie bei pathologischen Veränderungen, - Laborchemische Untersuchungen bei Begleiterkrankungen (z.B. Gerinnungs-parameter etc.), - exzentrische Röntgenaufnahmen, - Röntgen in zweiter Ebene oder ggf. Computertomographie/ MRT bei ausgedehnten, den periapikalen Raum überschreitenden pathologischen Veränderungen, die eine differentialdiagnostische Eingrenzung erfordern, - digitale Volumentomographie (DVT). Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**Starker Konsens**
Expertenkonsens	

Konsensbasierte Empfehlung 4: (neu 2025)	
Auf Basis der individuellen Befunde und Erkenntnisse **soll** für den Patienten zum Zeitpunkt der klinischen, konsiliarischen Vorstellung die bestmögliche Empfehlung vor dem Hintergrund des zwingend notwendigen kardiologischen Eingriffs formuliert werden. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**Starker Konsens**
Expertenkonsens	

7 Therapieoptionen

Zur Zahnsanierung vor Herzklappenersatz liegen nur sehr wenige Studien vor, deren methodische Qualität überwiegend heterogen oder gering ist. Es sind insbesondere hinsichtlich der

Therapieentscheidung zwischen radikal-chirurgischen und eingeschränkt-radikalen Sanierungskonzepten nur vereinzelt prospektiv randomisierte vergleichende Therapiestudien verfügbar. Die Behandlungsmethoden dieser Studien entsprechen jedoch nicht durchgängig heutigen Standards.

Grundsätzlich sind Patienten mit Herzklappenersatz als Hochrisikogruppe für die Entwicklung einer IE anzusehen. Die aktuellen kardiologischen Leitlinien der *American Heart Association* und der *European Society of Cardiology* empfehlen für diese Patientengruppe neben einer medikamentösen Antibiotikaprophylaxe auch einen sanierten Zahnstatus und eine regelmäßige Nachsorge [Delgado et al., 2023; McDonald et al., 2023]. In Nordamerika wurde allerdings festgestellt, dass die Erhebung des oralen Gesundheitszustandes bei pädiatrischen Patienten oft bis unmittelbar vor eine herzchirurgische Intervention aufgeschoben wird [Oliver et al., 2017]. Zudem wird von den Autoren empfohlen, dass aktive bakterielle Entzündungsherde vor einem Herzklappenersatz saniert werden. Der optimale Zeitpunkt einer erforderlichen Zahnsanierung ist in der Literatur nicht festgelegt [Nakamura et al., 2011]. Ein wichtiger Einflussfaktor auf das Timing der Sanierung ist die klinische Gesamtsituation des Patienten [Won et al., 2014]. In Kliniken für orale Chirurgie und Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie im Vereinigen Königreich konnte eine Versorgung der Patienten innerhalb von sieben Tagen ab Zuweisung dokumentiert werden [Jenkins et al., 2015]. Detaillierte Hinweise zur zahnärztlichen Therapie zu unterschiedlichen Zeitpunkten wurden 2017 in Frankreich publiziert [Millot et al., 2017].

Anhand der vorliegenden Daten lässt sich nicht feststellen, ob Patienten, die vor einem Herzklappenersatz eine professionelle zahnärztliche Behandlung erhalten, bessere oder schlechtere postoperative Ergebnisse haben als Patienten, die keine zahnärztliche Betreuung erhalten [Lockhart et al., 2019]. Die Autoren schlussfolgerten, dass in Abwesenheit zwingender Gründe für ein Eingreifen verschiedene Faktoren eine Entscheidungsgrundlage für die medizinischen und chirurgischen Teams bilden, um geeignete, individuelle Vorgehensweisen mit dem Patienten zu besprechen. Zu diesen zählen der Mundgesundheitsstatus des Patienten, das Potential für Verzögerungen bei der medizinischen Versorgung oder eine akute Verschlimmerung während des Krankenhausaufenthalts oder der postoperativen Phase, die damit verbundenen Kosten und andere Faktoren außerhalb der von Lockert et al. analysierten Daten.

7.1 Optimierung der Mundhygiene

7.1.1 Einleitung

Streptokokken sind beim Menschen ein Leben lang präsent und prägen ein Leben lang die komplexe Mikrobiota in der Mundhöhle, welches ein einzigartiges und vielfältiges bakterielles Habitat mit unterschiedlichen ökologischen Nischen, die sich aus dem Vorhandensein verschiedener Oberflächen für die Besiedlung und unterschiedlichen Bedingungen aufgrund erheblicher Schwankungen der oralen Bedingungen wie Temperatur, pH-Wer und Nährstoffverfügbarkeit ergeben, die sich aus der Kombination mit Verhaltensaspekten des menschlichen Wirts (z.B. Zahnhygiene, Ernährung, Rauchen) sowie einer genetischen Prädisposition entwickelt [Bloch et al., 2024]. Präoperative Entzündungen können das postoperative Ergebnis bei Patienten, die sich einer Herzklappenoperation unterziehen,

beeinflussen. Ein C-reaktives Protein (CRP) Level von >5 mg/L und ein Neutrophilen-Lymphozyten-Verhältnis (NLR) von >3,5 können postoperative Herzinsuffizienz bzw. den Tod innerhalb von 30 Tagen nach der Operation wirksam vorhersagen [Tian et al., 2023]. Es besteht ein Zusammenhang zwischen IE/PVE und den oralen Bakterien [Montano et al., 2021]. Obwohl die epidemiologischen Daten der letzten Jahrzehnte eine Verschiebung hin zu einer zunehmenden Bedeutung von nicht zahnmedizinischen Erregern gezeigt haben, sind die zahnmedizinischen Erreger nach wie vor eine nicht zu vernachlässigende Ursache [Jenkyn et al., 2021]. Zudem wird beschrieben, dass das Vorhandensein und das Ausmaß einer durch odontogene Infektionen verursachten Bakteriämie direkt proportional zum Schweregrad der oralen Entzündung sein kann, weshalb eine gute Mund- und Zahngesundheit als wichtiger Faktor für die Vorbeugung einer IE hervorgehoben werden sollte [Duval et Leport, 2008; Bumm et Folwaczny, 2021]. Ogawa et al. untersuchten den Einfluss eines schlechten Mundgesundheitsstatus vor kardiovaskulären Operationen. Nach Bereinigung um das Alter und andere Störfaktoren war die Anzahl der verbleibenden Zähne ein statistisch signifikanter Prädiktor für die postoperative, funktionelle Genesung ($p < 0,05$) [Ogawa et al., 2021]. Eine präoperative orale Therapie kann die funktionelle Genesung nach kardiovaskulären Eingriffen verbessern. Die Literatur weist darauf hin, dass eine schlechte Mundhygiene das Risiko einer IE bei Personen mit mittlerem und hohem kardialem Risiko erhöht. Bei dieser Patientengruppe mit erhöhtem IE-Risiko ist es wünschenswert, dass neben regelmäßigen zahnärztlichen Kontrollen mit professioneller Zahnreinigung die Rolle der Mundhygiene bewusst gemacht wird [Lockhart et al., 2023]. Verschiedene Arbeitsgruppen untersuchten den Zusammenhang zwischen oralen Bakterien und postoperativen Komplikationen (insbesondere Atemwegsinfektionen) nach kardiovaskulären Eingriffen und nach Herzklappenersatz [Ogawa et al., 2021; Camus-Jansson et al., 2023; Terano et al., 2024]. Orale Erreger können durch Mikroaspiration die Atemwege besiedeln und so zu Lungenentzündung führen, insbesondere bei älteren und schwerkranken Menschen, was für die ältere Patientenkohorte durch die kathetergestützten Verfahren relevant ist. In einem *Review* von Winning et al. wurde aufgezeigt, dass die Zähne und andere orale Oberflächen von Patienten auf der Intensivstation als Reservoir für die Besiedlung mit Atemwegserregern dienen, wobei die Erreger der Lungenentzündung zuerst den Zahnbelag auf den Zähnen oder Zahnprothesen zu besiedeln scheinen und nicht die Weichteile [2021].

Empfohlene Maßnahmen beinhalten Mundhygieneinstruktionen, Ratschläge zu ergänzenden Mundhygieneverfahren und eine regelmäßige professionelle Zahnreinigung [Carinci et al., 2018]. Neben einer korrekten Antibiotikaprophylaxe (**Kapitel 8.1**) nimmt eine gute Mundhygiene vor und insbesondere nach dem geplanten Herzklappenersatz eine zentrale Rolle ein. So beschrieben bspw. Lockhart et al., dass das Risiko einer Bakteriämie bei Patienten bereits mit einem mittleren Plaque- und Zahnsteinwert nach dem Zähneputzen um das drei- bis vierfache erhöht ist [2009b]. Eine Studie von Ziebolz et al. untersuchten, ob die standardisierte Empfehlung an Patienten mit Herzinsuffizienz (Herzinsuffizienz, linksventrikuläres Unterstützungssystem und Herztransplantation), ihren Zahnarzt aufzusuchen, nach einem Zeitraum von zwölf Monaten zu eine verbesserte Mundhygiene führte und ob die einfache Empfehlung, den Zahnarzt aufzusuchen, geeignet war, den zahnmedizinischen und parodontalen Behandlungsbedarf zu verringern. Die Autoren schlussfolgerten, dass die einfache Empfehlung, den Zahnarzt aufzusuchen, offenbar nicht ausreicht, um bei Patienten mit schweren Herzerkrankungen eine ausreichende Zahn- und Parodontalbehandlung zu erreichen. Daher werden interdisziplinäre Versorgungsprogramme mit Zahnärzten und die Anwendung von Ansätzen zur Förderung der Mundgesundheit empfohlen [Ziebolz et al., 2020]. Schmalz et al. beschrieben, dass nur ein Drittel der Patienten, die sich zur Fokussuche vor einer TEP-Implantation vorstellten, über den

möglichen Zusammenhang zwischen einer Endoprotheseninfektion und der Mundgesundheit informiert waren [2023]. Bestehende Leitlinien befürworten auch individuelle Recall-Intervalle auf der Grundlage des Risikos eines Patienten, eine orale Erkrankung zu entwickeln. Die empfohlenen Intervalle zwischen Recall-Terminen reichen bei Erwachsenen von einem Minimum von drei bis zu einem maximalen Intervall von 24 Monaten für Patienten, die wiederholt bewiesen haben, dass sie in der Lage sind, ihre Mundgesundheit zu erhalten [Huysmans et al., 2024], wobei die Debatte über die Häufigkeit der zahnärztlichen Kontrolltermine und ihre Auswirkungen auf die Ergebnisse der Mundgesundheit anhält [Fee et al., 2020].

Eine große Kohortenstudie einer französischen Arbeitsgruppe analysierte ihre Datenbank mit 138.876 Patienten, die einen Herzklappenersatz erfahren haben, in Hinblick auf die Hauptdiagnose IE (ICD10-I33.0 sowie I33.9) in Kombination mit der Diagnose von *Streptokokken*-Erregern (ICD10-Codes A40.8, A40.9, A49.1, B95.4 und B95.5). Die Teilnehmer wurden median 1,7 Jahre lang nachbeobachtet. In dieser Zeit hatten 49,9% mindestens einen Zahnarztbesuch, von denen wiederum 26,0% als invasive dentale Prozeduren eingestuft wurden, die eine antibiotische Prophylaxe erforderten. Die Gesamtinzidenzrate der PVE durch orale *Streptokokken* lag bei 93,7 Fällen pro 100.000 Personenjahre, wobei die Inzidenzrate der PVE durch orale *Streptokokken* in der Zeit, in der keine zahnärztlichen Eingriffe vorgenommen wurden, bei 94,6 pro 100.000 Personenjahre lag [Tubiana et al., 2017]. Dahingegen lag die PVE-Inzidenz durch orale *Streptokokken* unabhängig von der Antibiotikaprophylaxe zwischen 72,9 pro 100.000 Personenjahre in den ersten drei Monaten nach einer nicht-invasiven dentalen Prozedur und 118,5 pro 100.000 Personenjahre in den drei Monaten nach einer invasiven dentalen Prozedur. Hieraus ergab sich eine Gesamtrate der PVE durch orale *Streptokokken* von 1,4 Fälle pro 10.000 invasiver dentaler Prozeduren. Interessanterweise unterschieden sich die PVE-Raten während der drei Monate nach einer invasiven dentalen Prozedur nicht signifikant von der Zeit ohne Exposition. In einer weiteren Simulation stellten Tubiana et al. fest, dass kein statistisch signifikanter Unterschied für die Rate an oraler *Streptokokken* nach einer invasiven dentalen Prozedur ohne Antibiotikaprophylaxe im Vergleich zum Zeitraum ohne Exposition vorlag (in deren Kohorte erfolgten entgegen den nationalen Empfehlungen in 25% invasive dentale Prozeduren ohne einer Antibiotikaprophylaxe). Diese Zahlen lieferten zum ersten Mal in dieser Populationsgröße eine Schätzung der PVE-Inzidenz, die durch orale *Streptokokken* bedingt ist, im Verhältnis zu alltäglichen Bakteriämien (bspw. durch Mundhygienegewohnheiten wie Zähneputzen, Verwendung von Zahnstochern, Verwendung von Zahnseide oder Kauen) in Zeiten ohne Exposition. Es wurde festgestellt, dass das durch diese alltäglichen Aktivitäten verursachte Mikrotrauma eine orale *Streptokokken*-Bakteriämie auslöst, und zwar in einem ähnlichen Verhältnis wie bei invasiven oralen Eingriffen, für die eine Antibiotikaprophylaxe empfohlen wird [Tubiana et al., 2017].

Die Kommunikation sowie das Timing der Patientenvorstellung zur konsiliarischen dentalen Fokussuche vor einem Herzklappenersatz haben eine hohe Relevanz und nehmen eine zentrale Rolle im weiteren Verlauf ein. So beschrieben Thornhill et al., dass es in den ersten vier Monaten nach invasiven dentalen Prozeduren einen signifikanten Zusammenhang mit der IE-Entwicklung gibt, nach sechs Monaten postoperativ jedoch nicht mehr [2023]. In einer vorherigen Studie beschrieben Thornhill et al., dass es in einer subanalysierten Kohorte von 3.774 IE-Aufnahmen in den 30 Tagen vor der IE-bedingten stationären Aufnahme relevant häufig invasive dentale Prozeduren, insbesondere Extraktionen und andere oralchirurgische Eingriffe, erfolgten [2022]. Diese neuen Erkenntnisse aus großen Kohortenstudien sollten zum Anlass geben, ein gewisses Intervall zwischen indiziertem

Herzklappenersatz und dennoch notwendiger Zahnsanierung zu beachten, um nicht in der akuten Phase der Wundheilung und maximalen Bakteriämie die Herzklappe zu ersetzen. Auch in dieser durchaus kritischen Frage des Timings der Vorstellung zur Fokussuche sollte somit der geplante Zeitpunkt für den Herzklappenersatz auf dem Konsilbogen oder mitgegebenen Unterlagen deutlich hervorgehen, um etwaige Rückfragen und konsekutiven Zeitverlust zu reduzieren oder gar vermeiden.

7.1.2 Literaturberwertung

Lockhart et al. beschrieben in einer klinischen Studie, dass die orale Hygiene und die Frequenz der Zahnarztbesuche von Patienten, die an einer IE erkrankt waren, signifikant gegenüber einer gematchten Kontrollgruppe ohne einer IE-Vorgeschichte reduziert waren [2023]. Alltägliche orale Prozeduren wie Kauen, Zähneputzen und Verwendung von Zahnseide führen zu einer temporären Bakteriämie. Martins et al. bezifferten die Inzidenz der Bakteriämie in ihrer Meta-Analyse folgend: durch Zahnextraktion in 62–66%, durch Scaling in 36–44%, durch Zähneputzen in 8–26% und durch die Verwendung von Zahnseide in 16% [2024]. Die höchste Inzidenz einer Bakteriämie wurde bei sämtlichen Prozeduren vergleichbar nach fünf Minuten bemessen, die in den folgenden 6–20 Minuten abfiel und nach zwei Stunden nicht mehr bestimmbar war. Angesichts der Tatsache, dass alltägliche orale Prozeduren zwar seltener Bakteriämien auslösen, die aber weitaus häufiger vorkommen als die invasiven dentalen Prozeduren, zeichnet sich ein Konsens darüber ab, dass die Verbesserung der Mundhygiene für die Prävention von IE genauso wichtig, wenn nicht sogar wichtiger ist als die Bereitstellung von Antibiotikaprophylaxe für Menschen mit IE-Risiko, die sich invasiven dentalen Prozeduren unterziehen müssen [Martins et al., 2024]. Des Weiteren bleibt aktuell weiter unklar, ob die gemessene Bakteriämie nach einem Eingriff überhaupt ein suffizienter Surrogatparameter ist [Cahill et al., 2017]. Tubiana et al. beschrieben, dass die Gesamtrate einer PVE durch orale *Streptokokken* bei 1,4 Fälle pro 10.000 invasiven dentalen Prozeduren lag [2017]. Zudem unterschied sich interessanterweise die PVE-Rate während der drei Monate nach einer invasiven dentalen Prozedur nicht signifikant von der Zeit ohne Exposition.

Auch nach einem Herzklappenersatz stellt eine gute Mundhygiene einen wichtigen Faktor dar, die beispielsweise durch regelmäßige klinische Kontrollen begleitet werden kann, um die alltäglichen Bakteriämieraten so gering wie möglich zu halten. In einem *Review* von Østergaard et al. beschrieben die Autoren, dass die eine PVE in 74,5% der analysierten Fälle innerhalb des ersten Jahres nach Herzklappenersatz auftraten [2020]. Somit sollte mindestens in diesem Zeitraum ein besonderer Wert auf die Mundhygiene gelegt werden. Neben der *Frailty* kommt zudem eine weitere bekannte Problematik zum Tragen, dass das Altern weitere negative Auswirkungen auf die Zahnstruktur, den Speichelfluss, die Kau- und Schluckmechanismen (d. h. Presbyphagie), das orale Mikrobiom und die oropharyngeale Empfindlichkeit haben kann [Kazarina et al., 2023; Briguglio et al., 2024]. Logistisch wird es somit in Zukunft für die behandelnden Personen einerseits aufgrund der demographischen Entwicklung und andererseits wegen der wachsenden, aber auch älteren Patientengruppe, die mit einer TAVI Herzklappen-ersetzt werden, eine Herausforderung werden, da genau die Patientengruppe durch mehr kardiovaskuläre Komorbiditäten und einem erhöhten *Frailty*-Index (Gebrechlichkeit) geprägt ist [Fauchier et al., 2020; Strange et al., 2023].

7.1.3 Ergebnis

Aktuell Studien deuten darauf hin, dass Aktivitäten wie Zähneputzen und Verwendung von Zahnseide wahrscheinlichere Ursachen für *Streptokokken*-bedingte IE sind als zahnärztliche Eingriffe, insbesondere bei Menschen mit schlechter Mundhygiene sind [Krasniqi et al., 2024]. Thoresen et al. konnten in ihrer Studie keinen Zusammenhang zwischen invasiven dentalen Prozeduren und der späteren Entwicklung einer IE nachweisen, weshalb sie in gewissem Maße die Studien unterstützen, die darauf hindeuten, dass die täglichen Routinen wie Kauen und Zähneputzen eine größere Gefahr für Personen mit IE-Risiko darstellen [2022].

Das Zeitintervall der konsiliarischen Vorstellung nimmt eine wichtige Rolle ein. Eine große Kohortenstudie von Thornhill et al. zeigte, dass es innerhalb von den ersten 30 Tagen nach invasiven dentalen Prozeduren, insbesondere Extraktionen und anderen oralchirurgischen Eingriffen, vermehrt zu einer stationären Aufnahme aufgrund einer IE kam [2022]. Zudem sollte die Zeit der gingivalen Heilung berücksichtigt werden. Mit einem anderen klinischen Hintergrund erfolgt vorwiegend die Freigabe für invasive Maßnahmen wie Strahlentherapie im Kopf-Hals-Bereich, Gabe von Chemo- oder Immuntherapie oder Initiierung bzw. Wiederaufnahme einer antiresorptiven Medikation nach Abschluss der gingivalen Heilung, welche bei zehn Tagen liegt. Es wäre somit im Kontext eines Herzklappenersatzes zu überdenken, dass, vorausgesetzt die allgemeine und kardiale Krankheitssituation des Patienten lassen es zu, das Intervall von mindestens 10–30 Tagen einzuhalten [Spijkervet et al., 2021; Thornhill et al., 2022].

Ein Bereich, in dem die meisten Empfehlungen übereinstimmen, ist jedoch die Notwendigkeit einer regelmäßigen zahnärztlichen Nachsorge, um eine gute Mundhygiene zu fördern und so die Notwendigkeit invasiver zahnärztlicher Eingriffe und damit das Risiko einer Bakteriämie zu reduzieren und die Gefahr einer bakteriellen Endokarditis zu verringern [Ramadan et al., 2023]. Verbesserungen in der Patientenaufklärung hängen von einer verstärkten Kommunikation zwischen Patienten und Arzt über den Zusammenhang zwischen Mundgesundheit und allgemeinen Auswirkungen, der Umsetzung von Aufklärungsprogrammen zur Mundgesundheit und einer stärkeren interdisziplinären Zusammenarbeit ab [Akl et al., 2021].

7.1.4 Empfehlungen

Konsensbasierte Empfehlung 5 (überarbeitet 2025)	
Um die Mundhygiene der Patienten vor Herzklappenersatz zu optimieren **sollen** individuell angepasste Techniken und Hilfsmittel empfohlen werden. Die Patienten **sollten** die richtige Anwendung dieser Hilfsmittel ggf. mit professioneller Unterstützung und Übungen erlernen. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**Starker Konsens**
Expertenkonsens	

Konsensbasierte Empfehlung 6 (neu 2025)	
Es **sollte**, wenn es die allgemeine und kardiale Krankheitssituation des Patienten zulässt, ein ausreichendes Intervall (bei Eröffnung der Schleimhaut wenn möglich 10 bis 30 Tage) zwischen indiziertem Herzklappenersatz und dennoch notwendiger Zahnsanierung beachtet werden. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**Starker Konsens**
Expertenkonsens	

Konsensbasierte Empfehlung 7 (neu 2025)	
Nach einem Herzklappenersatz **sollten** die Patienten zur regelmäßigen zahnärztlichen Nachsorge (Recall-System) beim behandelnden Zahnarzt, Oralchirurgen oder Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen für das erste postinterventionelle Jahr möglichst vierteljährlich einbestellt werden, um die alltäglichen Bakteriämieraten so gering wie möglich zu halten und um den Erfolg häuslicher Mundhygienemaßnahmen (Zähneputzen und Interdentalhygiene) zu überprüfen. Abstimmung: 9/0/1 (ja, nein, Enthaltung)	**Starker Konsens**
Expertenkonsens	

Die **Empfehlung 6** zielt auf das Timing der präoperativen Vorstellung zur Fokussuche ab, um die iatrogen verursachte Bakteriämie (akute Phase der dental/oralchirurgischen Prozedur und im Rahmen der Wundheilung) zum Zeitpunkt des Herzklappenersatzes so gering wie möglich zu halten. Selbstverständlich steht im Gesamtkontext die kardiologische Dringlichkeit im Vordergrund.

7.2 Zahnerhaltende Therapie von Entzündungsgeschehen

7.2.1 Einleitung

Orale Infektionen haben Auswirkungen auf kardiovaskuläre Erkrankungen [Liljestrand et al., 2021; Tang et al., 2023]. Eine Parodontitis ist in der perioperativen Phase potentiell nachteilig, da der Biofilm ein Milieu schafft, in dem sich Bakterien ausbreiten und andere anatomische Bereiche besiedeln können, was zu einem potentiellen Infektionsrisiko, einer verzögerten Heilung und einer erhöhten Morbidität führen kann [Cueto Urbina et al., 2023]. Es ist aber immer noch eine anhaltende Debatte, ob persistente lokale orale Infektionen ein Risikofaktor für eine spätere IE-Entwicklung sind. Diese Besorgnis für eine durch orale Infektionen ausgelöste Bakteriämie hat einige klinische Zentren dazu veranlasst, Standards festzulegen, die eine präoperative Zahnbehandlung empfehlen, um infektiöse orale Herde zu beseitigen oder zu reduzieren. Im Falle einer oralen Infektion, die systemische

Symptome verursacht, ist die Unsicherheit geringer, da bei dieser Art von Infektion *per definitionem* orale Bakterien in den Blutkreislauf übergehen. Zudem ist der Zeitpunkt einer Parodontalbehandlung ein weiteres diskussionswürdiges Thema [Deppe et al., 2007], da eine akute Parodontalbehandlung die daraus resultierende Bakteriämie während der Krankenhauseinweisung verschlimmern kann. Andere Studien konnten nicht zeigen, dass sich der postoperative Verlauf durch die Parodontalbehandlung verändert [Nakamura et al., 2011; Luthra et al., 2022]. Patienten mit Parodontitis neigen eher zu einer schlechten Mundhygiene, was sich in einer größeren Taschentiefe und einem häufigeren Auftreten von Blutungen äußert. Eine schlechte Mundhygiene kann auch zu Gingivitis führen, die die Integrität der Schleimhaut schwächt und das Risiko von Blutungen und Bakteriämie bei normalen Aktivitäten erhöht [Dhotre et al., 2018]. Aus diesem Grund kann eine schlechte Mundhygiene als Risikofaktor für IE angesehen werden, da die normale Infektionsabwehrbarriere aufgrund von Entzündungen geschwächt ist [Lockhart et al., 2009b; Thornhill et al., 2024c]. Silvestre et al. zeigten in diesem Zusammenhang, dass Patienten vor Herzklappenersatz signifikant einen höheren bakteriellen Plaqueindex ($p < 0,05$) und Sondierungstiefen als Kontrollpersonen ($p < 0,01$) aufwiesen [2017]. Sechzig Prozent der Patienten dieser prospektiven Fall-Kontroll-Beobachtungsstudie hatten eine Parodontitis.

Für ein personalisiertes Kariesmanagement (siehe hierzu auch die S3-Leitlinie „Kariesprophylaxe bei bleibenden Zähnen–grundlegende Empfehlungen“ (AWMF 083-021; https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/083-021) reicht das Wissen um die Läsionsaktivität oder das Fortschreiten der Läsion, das schon allein durch Anzeichen und Symptome schwer zu ermitteln ist, nicht aus, um eine gezielte Behandlung zu ermöglichen. Es gibt eine anhaltende Debatte über die Kariesbehandlung bei Kindern, Jugendlichen, Erwachsenen und älteren Patienten. Die wird vor allem durch unterschiedliche Behandlungs-empfehlungen bei Patienten mit derselben Diagnose verursacht, die auf einfache Einschränkungen zurückzuführen sind, z.B. auf die Nichteinhaltung anerkannter zahnärztlicher Maßnahmen, insbesondere bei frühkindlicher Karies, oder auf die Nicht-durchführbarkeit umfangreicher oder mehrmaliger Eingriffe bei gefährdeten Patientengruppen [Kühnisch, 2020; Paris et al., 2020; Splieth et al., 2020]. Da ein Fortschreiten der Karies langsam sowie gut monitorbar ist [Neuhaus et al., 2024] und die zeitlichen Ressourcen vor Herzklappenersatz oftmals begrenzt sind, kann die Behandlung von D3 Läsionen ohne Kavitation zurückgestellt werden, wohingegen kavitierte Läsionen und pulpanahe Karies (D4) einer Behandlung bedürfen. Pulpanahes infiziertes Dentin kann belassen werden [Kidd et al., 2008], um die Exposition der Pulpa zu vermeiden. Diese Empfehlungen wurden in einer klinischen Untersuchung an 112 Erwachsenen mit angeborenen Herzerkrankungen bestätigt, bei denen sich bei 21% eine Dentinkaries vorlag und der mittlere DMF-T Index 7,91 (±6,54) betrug) [Hollatz et al., 2019]. Allerdings konnte kein Zusammenhang zwischen den Bethesda-Kriterien der angeborenen Herzerkrankungen und dem DMF-T Index festgestellt werden; der höhere Indexwert bei Hochrisikopatienten war vor allem auf mehr fehlende und gefüllte Zähne in dieser Patientengruppe zurückzuführen [Hollatz et al., 2019].

Wu et al. untersuchten, ob die Nichtbehandlung einer chronischen Zahninfektion während der Aufnahme zur Herzklappenoperation die Morbidität und Mortalität der Patienten erhöhen würde. Dazu wurden die Patienten in drei Gruppen eingeteilt: zahngesund und unbehandelt (Gruppe A), zahngesund und nicht behandlungsbedürftig (Gruppe B) und zahngesund und behandelt (Gruppe C). Die Ergebnisse deuteten darauf hin, dass es nicht notwendig ist, chronische orale Infektionen bei

Patienten mit eingeschränkter Herzfunktion innerhalb von 24 bis 48 Stunden vor einer Herzklappenoperation zu behandeln, da dies das Risiko von IE und Tod nach einer Herzklappenoperation nicht verringert [Wu et al., 2008]. Zur endgültigen Klärung dieser Frage sind prospektive, fallkontrollierte Multicenterstudien erforderlich. Die Behandlung apikaler Parodontitiden vor einem Herzklappenersatz führte in einer klinischen Untersuchung zu einer statistisch signifikanten Senkung des CRP-Wertes am fünften Tag *post interventionem* ($p < 0,05$) [Alim et al., 2021]. Die konservative Sichtweise wird hingegen durch die Ergebnisse einer retrospektiven Untersuchung zur Bedeutung apikaler Osteolysen vor Chemotherapie von Lymphomen indirekt gestützt [Skallsjö et al., 2020]. Dazu konnten Daten von Patienten mit und ohne apikalen Osteolysen verglichen werden. In der Studienpopulation von 86 Patienten zeigten 36% der Zähne eine apikale Radioluzenz ohne endodontische Therapie und 64% eine *post*-endodontische apikale Radioluzenz. Der Unterschied bezüglich resultierender medizinischer Komplikationen (Hospitalisierung wegen Fieber / Infektion) gegenüber einer Kontrollgruppe aus 127 Patienten mit Chemotherapie, aber ohne Zähne mit apikaler Radioluzenz, war nicht signifikant. Dennoch ist beschrieben, dass unbehandelte Wurzelkanäle das Risiko einer periapikalen Läsion um das 3- bis 11-fache erhöhen können [Baruwa et al., 2020; Ebrahimi et al., 2024]. In diesem Zusammenhang befinden sich die meisten unbehandelten Kanäle in Oberkiefer- (65,3%) und Unterkiefermolaren (12,54%). Überfüllungen, Perforationen, nicht gefüllte Kanäle und Unterfüllungen wurden als Prädiktoren für periapikale Läsionen identifiziert, geordnet in absteigender Reihenfolge ihrer jeweiligen Auswirkungen. Von diesen Faktoren, der das Volumen einer periapikalen Läsion signifikant erhöhen konnte, war der unbehandelte Kanal [Zargar et al., 2024]. Dennoch ist es umstritten ob und inwieweit das röntgenologische Erscheinungsbild Aufschluss über die Aktivität einer apikalen Radioluzenz geben kann, und ohne einen Vergleich mit früheren Aufnahmen wird es als unmöglich angesehen, anhand von Merkmalen in einem einzigen Röntgenbild zu bestimmen, ob eine Läsion statisch ist, sich verkleinert oder an Größe zunimmt [Kirkevang et al., 2015; Kirkevang et al., 2017]. Je nach der zu erwartenden medizinischen Therapie und ihrer Auswirkung auf den Körper sind die Gründe für die Behandlung dieser und anderer oraler Infektionsherde unterschiedlich. Zu den Behandlungsstrategien bei einer asymptomatischen apikalen Parodontitis bei Wurzelkanal-gefüllten Zähnen gehören klinische Kontrollen, orthograde Revision der Wurzelkanalfüllung, Wurzelspitzenresektion und Extraktion [Kvist et Hofmann, 2023].

Olsson et al. untersuchten im Rahmen einer Umfrage von Klinik-assoziierten Zahnärzten wie diese orale Befunde bewerten, die bei zahnärztlichen Untersuchungen vor sechs definierten medizinischen Therapien festgestellt werden (vor Chemotherapie, Bestrahlung, Herzklappenersatz Bisphosphonattherapie, Organtransplantation oder bei aktueller IE), und ob die Art der medizinischen Behandlung und ihr geschätztes Risiko die Wahl der zahnärztlichen Maßnahme beeinflussten. Die Autoren beschrieben, dass zahnärztliche Untersuchungen und Behandlungen bei gewissen klinischen Szenarien konsistent und einheitlich waren (vor Chemotherapie, Bestrahlung) [Olsson et al., 2022]. Zudem schien es so, dass die zahnärztliche Diagnose einen größeren Einfluss auf die Wahl der zahnärztlichen Behandlung hatte als das zugrundeliegende medizinische Problem und die damit verbundenen Implikationen. Bei den Szenarien vor Herzklappenersatz oder bei aktuell vorliegender IE lag eine extreme Schwankungsbreite des jeweils geschätzten Komplikationsrisikos vor, was die Autoren auf die heterogene und geringe Evidenz Literatur zurückführten und so die notwendige Risiko-Stratifizierung erschwerte.

Ebenso scheint die präoperative Parodontalbehandlung zur Senkung des postoperativen Infektionsrisikos beizutragen [Suzuki et al., 2019]. Die Art der zahnärztlichen Untersuchung (*focussed versus comprehensive*) hat bezüglich der postoperativen Mortalität 90 Tage nach Klappenersatz keinen signifikant unterschiedlichen Einfluss [Rao et al., 2020]. Thoresen et al. untersuchten den Zusammenhang zwischen oraler Gesundheit und IE, die durch Bakterien aus der Mundhöhle verursacht wird, im Vergleich zu Bakterien, die nicht aus der Mundhöhle stammen. Insgesamt wurden 208 Patienten eingeschlossen und 67 Fälle (32%) hatten eine durch *Streptokokken* der *Viridans*-Gruppe verursachte IE. Die Autoren konnten keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen den Anzeichen einer oralen Infektion und einer durch *Viridans-Streptokokken* verursachten IE feststellen. Die Gesamtmortalität nach 30 Tagen betrug 4,3% (95%-CI: 1,6–7,0). Es gab keinen statistischen Unterschied in der Sterblichkeit zwischen der durch *Viridans-Streptokokken* oder *S. aureus* verursachten IE (HRR = 1,16, 95%-CI: 0,57–2,37, p = 0,680) [Thoresen et al., 2022].

7.2.2 Literaturberwertung

Das individuelle Risiko einer Wurzelkanalbehandlung im Hinblick auf die Auslösung einer Endokarditis ist nicht hinreichend untersucht. Eine abschließende Empfehlung dahingehend, ob eine absehbare Wurzelkanalbehandlung eine Indikation zur Zahnentfernung darstellt, kann daher nicht gegeben werden. Insgesamt ist die Evidenzlage zu diesem Thema zahnerhaltende Therapie von Entzündungsgeschehen moderat bis gering. Im Kontext vor einem Herzklappenersatz, um potentiell eine PVE zu verhindern, fehlen randomisierte kontrollierte Studien bei allgemein schwacher Evidenzlage.

7.2.3 Ergebnis

Die Studie von Thoresen et al. deutet darauf hin, dass der Zusammenhang zwischen der Herkunft der IE-verursachenden Bakterien und den Ergebnissen des Screenings auf orale Infektionen unsicher sein könnte und dass der Nutzen des Screenings und der Eliminierung oraler Infektionen bei Patienten, die mit IE aufgenommen werden, möglicherweise überschätzt wird [2022].

Eine umfassende Diagnose ist die Grundlage für eine systematische Entscheidung darüber, wann in den Kariesprozess und in bestehende Läsionen eingegriffen werden soll. Für die Intervention kariöser Läsionen bei Erwachsenen, die vorzugsweise als Approximal- oder in Form von Sekundärkaries in Erscheinen treten, wird grundsätzlich ein individualisierter und läsionsspezifischer Ansatz empfohlen [Schwendicke et al., 2020]. Eine Reihe von Schlüsselfaktoren trägt dazu bei, die Schwellenwerte für Kariesinterventionen zu bestimmen und zu denen Aktivität, Kavitation und Reinigungsfähigkeit der Läsion gezählt werden [Banerjee et al., 2020]. Banerjee et al. beschreiben, dass derzeit keine Technologie zur Verfügung steht, die eine objektive Längsschnittmessung der Läsionsaktivität ermöglicht. Es können aber die folgenden klinischen Anzeichen zur Einschätzung der Läsionsaktivität herangezogen werden: (1) das Vorhandensein eines Biofilms, der die Läsion bedeckt, kann auf Aktivität hindeuten, insbesondere bei hohem und häufigem Zuckerkonsum; (2) der Zustand der Gingiva (lokale Gingivitis in der Nähe der Läsion) kann ebenfalls als Anhaltspunkt dienen, um festzustellen, ob Biofilm im Laufe der Zeit vorhanden war; (3) Läsionseigenschaften, wie Textur, Härte und Aussehen. Eine glatte

Oberfläche der Schmelzläsion deutet auf Inaktivität hin, während raue Oberflächen auf Aktivität hindeuten können [Banerjee et al., 2020]. Die Kavitation ist ein wichtiger Faktor für die Entscheidung, ob und wie interveniert werden soll, da sie als Indikator für die Reinigungsfähigkeit und, wie beschrieben, für die Aktivität dient. Dennoch können manchmal auch kavitierte Läsionen reinigbar sein, z. B. bei primären Frontzähnen mit offenen glatten Oberflächenläsionen oder bei Wurzeloberflächenläsionen.

Banjere et al. formulierten folgende Grundsätze, wobei unter bestimmten Umständen auch gemischte Eingriffe in Frage kommen [Banerjee et al., 2020].

- inaktive, nicht kavitierte und kavitierte Läsionen bedürfen keiner Behandlung,
- aktive, nicht kavitierte kariöse Läsionen sollten nicht- oder mikroinvasiv behandelt werden,
- kavitierte kariöse Läsionen, die gereinigt werden können, aber aktiv sind, können ebenfalls nicht- oder mikroinvasiv behandelt werden (außer aus Gründen der Form, Funktion oder Ästhetik) und
- kavitierte kariöse Läsionen, die nicht gereinigt werden können und aktiv sind, sollten mit minimalinvasiven/restaurativen Strategien behandelt werden.

Diesen Grundsätzen entsprechend ist auch die Indikation für die Füllungstherapie vor Herzklappenersatz zu sehen. Die Kariesprogression ist jedoch in der Regel relativ langsam, auch wenn das Dentin erreicht ist [Mejáre et al., 1999]. Eine konservative bzw. in Einzelfällen operative Parodontaltherapie wird empfohlen, solange Zähne vor Herzklappenersatz parodontal saniert werden können, d.h. dass ein Zustand mit ST ≤ 5 mm, ohne Pusaustritt, mit nur wenigen Stellen, die auf Sondieren bluten (BOP ≤ 25%), mit nur wenigen Stellen mit sichtbaren harten oder weichen Belägen (≤ 30%) und Schmerzfreiheit [Grassi et al., 2005; Mombelli et al., 2014] mit einem medizinisch vertretbaren Aufwand und bei ausreichend günstiger Prognose erreicht werden kann.

7.2.4 Empfehlungen

Konsensbasierte Empfehlung 8 (geprüft und belassen 2025)	
Für die folgenden Indikationen **soll** die Therapie zahnerhaltend erfolgen: - D3/D4 Karies pulpa-vitaler Zähne, - Pulpitiden und Pulpanekrosen an erhaltungswürdigen Zähnen, - parodontal erkrankte, aber erhaltungswürdige Zähne, - periapikale Osteolysen endodontischen Ursprungs, - endodontisch behandelte Zähne ohne weitere Kompromittierung. Impaktierte Zähne können belassen werden. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**starker Konsens**
Expertenkonsens	

Konsensbasiertes Statement 1 (neu 2025)	
Wurzelkanal-behandelte Zähne mit adäquater koronaler Restauration ohne periapikale Osteolyse, impaktierte Zähne und Implantate ohne Entzündungszeichen **bedürfen** vor Herzklappenersatz keiner speziellen Therapie. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**starker Konsens**
Expertenkonsens	

7.3 Operative Therapie von Entzündungsgeschehen

7.3.1 Einleitung

In der EURO-ENDO Registerstudie nahm die Zahl der durch orale *Streptokokken* verursachte IE ab [Habib et al., 2019]. Verschiedene Studien wiesen keinen signifikanten Unterschied zwischen dem Auftreten einer PVE in der Gruppe mit oder ohne zahnärztlicher Vorbereitung vor der Herzklappenoperation nach [de Souza et al., 2016]. Ein weiterer Aspekt, der in dieser wichtigen Fragstellung ebenfalls in der Literatur vernachlässigt wird, ist das Timing der konsiliarischen Vorstellung, welches oftmals im klinischen Alltag kurzfristig erfolgt [Jenkins et al., 2015; Ramadan et al., 2023].

Thornhill et al. analysierten in einer groß angesetzten Kohortenstudie 7.951.972 kommerziellen/*Medicaid*-Versicherte in den Vereinigten Staaten. Sie erfassten 3.774 Krankenhauseinweisungen wegen einer IE (475 Fälle/Million), bei denen 34,2% ein hohes, 22,0% ein moderates und 43,8% ein niedriges/unbekanntes IE-Risiko aufwiesen. Die bereinigte IE-Gesamthäufigkeit innerhalb von 30 Tagen nach einem zahnärztlichen Eingriff betrug 467,6 (hohes IE-Risiko), 24,2 (moderates IE-Risiko) bzw. 3,8 (niedriges/unbekanntes IE-Risiko) pro Million Eingriffe [Thornhill et al., 2022]. Eine Subanalyse von Patienten mit hohem IE-Risiko wies insbesondere nach Extraktionen (OR: 9,22; 95% CI: 5,54–15,88; $p < 0,0001$) und anderen oralchirurgischen Eingriffen (OR: 20,18; 95% CI: 11,22–36,74; $p < 0,0001$) ein erhöhtes Risiko an einer IE zu erkranken auf. Konsequenterweise war eine Prophylaxe mit leitliniengerechter Antibiotikagabe im Rahmen invasiver dentaler Eingriffe, die jedoch nur in 34,6% erfolgte, bei dieser Patientengruppe mit einer signifikanten Verringerung des IE-Risikos verbunden (OR: 0,38; 95% CI: 0,22–0,62; $p = 0,002$) [Thornhill et al., 2022]. In einer aktuellen Kohorten- und Case-Crossover-Studie mit 1.678.190 *Medicaid*-Patienten wurden medizinische, zahnmedizinische und Verschreibungsdaten verknüpft und analysiert [Thornhill et al., 2024d]. In der Kohortenstudie wurde ebenfalls eine erhöhte Endokarditis-Inzidenz innerhalb von 30 Tagen nach invasiven dentalen Prozeduren bei Hochrisikopatienten festgestellt, insbesondere nach Extraktionen (OR 14,17, 95%-CI 5,40–52,11, $p < 0,0001$) oder oralchirurgischen Eingriffen (OR 29,98, 95%-CI 9,62–119,34, $p < 0,0001$). Die Antibiotikaprophylaxe reduzierte indessen die Endokarditis-Inzidenz nach diesen Eingriffen signifikant und unterstützt damit die aktuellen Leitlinienempfehlungen

(siehe **Kapitel 8.1**). Diese Erkenntnisse unterstreichen zum einen die reale IE-Gefahr bei invasiven dentalen Prozeduren, insbesondere Extraktionen, bei Patienten mit hohem IE-Risiko, sodass eine adäquate Kenntnis der Patientenhistorie mit allgemeiner und spezieller Anamnese unabdingbar ist.

Zur Risiko-Stratifizierung über die Erhaltungswürdigkeit eines Zahnes können die Zähne bspw. in geringes, mittleres oder hohes Risiko für die Entwicklung eines oralen Fokus unterteilt werden. Dabei werden orale Pathologien, die dringend eine Behandlung erfordern (z.B. Parodontitis apicalis, Karies penetrans, verbliebene Wurzelreste, schwere Parodontitis), als hohes Risiko eingestuft; orale Erkrankungen, die keine dringende Behandlung erfordern, aber nach der Operation behandelt werden sollten (z. B. moderate Parodontitis, Karies media), wurden als mittleres Risiko eingestuft (siehe **Tabelle 5**). Dieses Stratifizierungsmodell wurde bereits erfolgreich von Fenske et al. zur Fokussuche vor einem total-endoprothetischen Gelenkersatz eingesetzt [Fenske et al., 2023].

Die Komplikationsrate nach Zahnsanierung vor Herzklappenersatz scheint trotz der anspruchsvollen Patientengruppe mit einer Inzidenzrate von 2,9–5,7% niedrig zu sein [de Souza et al., 2016; Zhou et al., 2024] und beinhaltet vorwiegend eine postoperative Hämorrhagie als häufigste Komplikation [de Souza et al., 2016]. Ueda et al. berichteten, dass bei der Zahnextraktion älterer Patienten, die Antikoagulanzien erhalten, die Wahrscheinlichkeit von Nachblutungen signifikant erhöht war, wenn eine vertikale Inzision, Osteotomie und Extraktion von Seitenzähnen oder mehrerer Zähne erfolgte [2023]. Für eine weiterführende Information darf auf die S3-Leitlinie „Zahnärztliche Chirurgie unter oraler Antikoagulation/Thrombozytenaggregationshemmung“ verwiesen werden [Kämmerer et Al-Nawas, 2017].

Tabelle 5. Risiko-Stratifizierung dentaler Befunde als potentielle orale Infektionsquellen (modifiziert aus [Fenske et al., 2023]).

Risikobeurteilung	**Niedrig**	**Moderat**	**Hoch**
Befund	Gute Zahn- und Mund-gesundheit	- Rezessionen - Zahnstein - Kleine kariöse Läsionen - Prothesendruckstellen	- Wurzelreste - Tiefe Karies - Parodontal und kariös zerstörte Zähne - Mundschleimhautlazeration - Pilzinfektion - Mundschleimhautentzündung
Handlungs-empfehlung	Operation wie geplant	Operation in den folgenden zwei Wochen durchführbar. Ein Besuch beim Zahnarzt mit bedarfsgerechter zahn-ärztlicher Therapie wird zeitnah empfohlen.	Operation nach Sanierung in den folgenden vier Wochen durchführbar. Ein zeitnaher Besuch beim Zahnarzt mit bedarfsgerechter zahnärztlicher Therapie ist sehr zu empfehlen.

7.3.2 Literaturberwertung

Die Datenlage ist aufgrund fehlender prospektiver, randomisierter Studien zum Thema operative Therapie von Entzündungsgeschehen im Setting vor eines Herzklappenersatzes schlecht. Das Problem besteht darin, dass es kaum Belege für die Quantifizierung des IE-Risikos nach invasiven dentalen Prozeduren gibt [Thornhill et al., 2024c]. Die Ergebnisse zur langanhaltenden Fragestellung, ob und wie eine Zahnsanierung vor einem geplanten Herzklappenersatz zu erfolgen hat, sind uneinheitlich, da der vermeintlich positive Effekt einer umfangreichen Zahnsanierung bei den meist kleineren Studienpatientenfallzahlen eventuell unterpowert ist [Jenkyn et al., 2021]. In verschiedenen Regressionslogistikmodellen für eine PVE-Entwicklung stellte die zahnärztliche Vorbereitung keinen Risikofaktor einer PVE-Entwicklung dar (p = 0,504, OR 1,3; 95%-CI: 0,55–3,32) [de Souza et al., 2016].

Lockhart et al. untersuchten in einem *Review* und einer Meta-Analyse die potentiellen Auswirkungen einer zahnärztlichen Sanierung vor einer Herzklappenoperation auf Morbidität und Mortalität [2019]. Die Autoren bewerteten die Ergbnisse anhand der *Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale* und die Evidenzsicherheit anhand des *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation*-Ansatzes. Nur sechs Studien erfüllten die Einschlusskriterien. Die sehr geringe Sicherheit der Evidenz deutet darauf hin, dass nicht klar ist, ob sich die gesundheitlichen Ergebnisse von Patienten, die sich vor einem Herzklappenersatz einer Zahnsanierung unterziehen, von denen unterscheiden, die dies nicht tun [Lockhart et al., 2019]. Das Fehlen einer bereinigten Analyse für *Confounder* und Probleme mit der Ungenauigkeit deuten auf ein ernsthaftes Risiko von Bias hin.

7.3.3 Ergebnis

Der Behandler hat im individuellen Fall zu prüfen, ob ein parodontal sanierter Zustand (z.B. entsprechend den Empfehlungen von Grassi et al. [2005] bzw. Mombelli et al. [2014] (ST ≤ 5 mm, ohne Pusaustritt, mit nur wenigen Stellen, die auf Sondieren bluten (BOP ≤ 25%), mit nur wenigen Stellen mit sichtbaren harten oder weichen Belägen (≤ 30%) und Schmerzfreiheit) mit einem medizinisch vertretbaren Aufwand vor dem geplanten Herzklappenersatz erreicht werden kann (**Tabelle 6**) oder eine vorangegangene Parodontalbehandlung nicht zum erwünschten Ziel geführt hat. In **Tabelle 6** werden Zahnextraktionen weiterhin bei periapikalen Osteolysen wurzelkanal-behandelter Zähne und schlechter Prognose für eine orthograde Revision respektive Wurzelspitzenresektion / periradikuläre Chirurgie empfohlen. Beim jeweiligen Patienten ist die individuelle Prüfung durch den Behandler, ob eine Wurzelspitzenresektion bei einer periapikalen Osteolyse vor Herzklappenersatz sinnvoll ist bzw., ob eine konservative Sanierung möglich ist, angeraten.
Ein Grenzwert für eine Empfehlung zur Zahnentfernung auf Basis der „Größe der Osteolyse“ in der DVT kann daher derzeit nicht angegeben werden [Schulze et al., 2022]. Knochen sanierende Maßnahmen durch Osteotomie und Entfernung der Pathologie sind in Abhängigkeit von der allgemeinmedizinischen Situation des Patienten, dem Grad der klinischen Symptomatik (reizlos/infiziert) und dem operativen Risiko bei folgenden Befunden angezeigt: Kieferzysten, Sequestern, Knochenentzündungen, Wurzelresten und Fremdkörpern.

7.3.4 Empfehlungen

Tabelle 6. Indikationen zur oralen Zahnsanierung vor Herzklappenersatz.
Bitte die aktuellen Empfehlungen zur Antibiotikaprophylaxe Empfehlungen **11** und **13** Kapitel 8.1.4 beachten:

Fachgebiet	**Befund**	**Therapie**
Endodontie	Pulpa-avitaler Zahn ohne Wurzelfüllung, ohne klinische oder radiologische Entzündungszeichen	Vorerst keine Behandlung indiziert
	Pulpa-avitaler Zahn ohne Wurzelfüllung, mit klinischen oder radiologischen Entzündungszeichen	Bei guter Prognose: Wurzelkanalbehandlung, bei schlechter Prognose: Extraktion
	Pulpa-avitaler Zahn mit Wurzelfüllung, Wurzelfüllung unvollständig, klinisch und radiologisch keine Symptome einer Entzündung	Vorerst keine Behandlung indiziert
	Pulpa-avitaler Zahn mit Wurzelfüllung, Wurzelfüllung vollständig oder unvollständig, klinisch und / oder radiologisch Symptome einer Entzündung	Bei guter Prognose: Orthograde Revision. Falls orthograder Zugang nicht möglich: WSR oder Extraktion
	Pulpa-vitaler Zahn mit klinischen oder radiologischen Symptomen einer Entzündung	Bei guter Prognose: Wurzelkanalbehandlung, ansonsten Extraktion
Parodontologie	Parodontale Sondierungstiefen > 5 mm ohne Furkationsbefall bzw. bei Furkationsbefall Grad I	Gründliche subgingivale Instrumentierung (subgingivale Belagsentfernung)
	Parodontale Sondierungstiefen > 5 mm bei Furkationsbefall Grad II und III	Chirurgische Therapie (regenerativ/resektiv) oder Extraktion
	Zähne, die nicht vor Herzklappenersatz parodontal saniert werden konnten.	Extraktion
	Ein parodontal sanierter Zustand liegt vor zum Beispiel bei. ST ≤ 5 mm, kein Pusaustritt, BOP ≤ 25%, Plaque ≤ 30%, Schmerzfreiheit	Keine Intervention

Fachgebiet	Befund	Therapie
Kariologie	Caries media (D3/C3)	Läsion ohne Kavitation: vorerst keine Behandlung. Aktive Läsion mit Kavitation: Füllungstherapie
	Caries profunda (D4/C4)	Bei guter Prognose Füllungs-therapie, ggf. teilweise Karies-entfernung zur Vermeidung Pulpaexposition, ansonsten beim erhaltungswürdigen Zahn Vitalexstirpation und WF, bei nicht erhaltungswürdigem Zahn Extraktion
Chirurgie	Zahn teilretiniert	Chirurgische Entfernung
	Zahn retiniert oder impaktiert	Vorerst keine Behandlung indiziert
	Wurzelrest	Chirurgische Entfernung
	Prothesenlager mit scharfen Knochenkanten	Chirurgische Beseitigung der Knochenkante
	Pathologische Knochenbefunde, z.B. Zysten	Diagnosesicherung; ggf. chirurgische Entfernung
	Mundschleimhautveränderung	Spezifische Therapie bzw. Exzision
Implantologie	Implantat klinisch symptomfrei, fest, marginale Sondierungstiefe ≤ 3 mm	Debridement / Politur
	Implantat geringe bis mäßige klinische Symptome, fest, marginale Sondierungstiefe ≤ 5 mm	Debridement / Politur, Anti-septische Therapie; bei schlechter Hygiene Entfernung
	Implantat ausgeprägte klinische Symptome bzw. gelockert; therapierefraktäre Periimplantitis	Entfernung des Implantats
Kinder	Pulpa-avitaler Zahn der ersten Dentition	Extraktion
	Pulpaperforierende Caries profunda an Zahn der ersten Dentition	Extraktion
Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)		**Starker Konsens**

Konsensbasierte Empfehlung 9 (neu 2025)	
Alle beteiligten Disziplinen **sollten** gemeinsam und interdisziplinär eine geeignete, patientenindividuelle Vorgehensweise festlegen und dabei alle potentiell relevanten Versorgungsaspekte abwägen. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**starker Konsens**
Expertenkonsens	

Konsensbasierte Empfehlung 10 (überarbeitete 2025)	
Für die folgenden Indikationen **soll** die Entfernung des betroffenen Zahnes/ der betroffenen Zähne/des betroffenen Implantates unter Antibiotikaprophylaxe unter Beachtung der Empfehlung 9 empfohlen werden: - Wurzelreste bei pathologischer Umgebungsreaktion (Osteolyse), - kariös bzw. parodontal geschädigte Zähne, bei denen ein parodontal sanierter Zustand nicht erreicht werden kann, - partiell retinierte Zähne, - periapikale Osteolysen Wurzelkanal-behandelter Zähne mit zusätzlicher Kompromittierung, - (infizierte) Kieferzysten, - dentale Implantate mit Periimplantitis und unsicherer Prognose. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**starker Konsens**
Expertenkonsens	

Die **Empfehlung 9** wurde neu erstellt und soll die Interdisziplinarität des Themas betonen. Die **Empfehlung 10** aus der Vorversion wurde überpüft und um den Zusatz operativen Sanierung unter einer Antibiotikaprophylaxe ergänzt.

8 Ergänzende Maßnahmen

8.1 Antibiotikaprophylaxe vor invasiven dentalen Prozeduren

8.1.1 Einleitung

Gemäß einer Mitteilung der *Cochrane Oral Health Group* blieb der gesundheitliche Nutzen der Antibiotikaprophylaxe im Hinblick auf invasive dentale Prozeduren unklar; zudem blieb ungewiss, ob die potentiellen Risiken den Nutzen überwiegen [Rochlen et Keenan, 2014]. Aufgrund der Nutzen-Risiko-Stratifizierung wurde gemäß der europäischen Leitlinie der ESC von 2015 die Antibiotikaprophylaxe zur Vermeidung einer IE auf die Gruppe von Hochrisikopatienten eingeschränkt [Habib et al., 2015]. Zu der Hochrisikogruppe gehören Patienten mit künstlicher Herzklappe, Implantation einer Herzklappenprothese, mit unbehandelten zyanotischen Herzfehlern und Patienten, die bereits eine IE hatten (**Tabelle 7**). Dieser Empfehlung entsprechend wurde ein Rückgang der Antibiotikaverschreibung beobachtet. In einer Meta-Analyse wurde von Cahill et al. beschrieben, dass eine Antibiotikaprophylaxe zwar zu einer signifikanten Reduktion der Bakteriämie geführt hat, jedoch die Patientengruppe mit einem geringen Risiko klinisch nicht von der Gabe profitierten [2017]. Aber es kam auch zu einem Anstieg der IE, insbesondere bei Hochrisikopatienten sowie bei Patienten mit moderatem Risiko. Die Zahl der in Krankenhäusern behandelten akuten und subakuten IE-Fälle (ICD I33) stieg bspw. in Deutschland von 3.528 Fällen im Jahr 2000 auf 9.482 Fälle im Jahr 2022 (**Abbildung 1**).

Krankenhauspatienten: Deutschland, Jahre, Hauptdiagnose ICD-10 (1-3-Steller Hierarchie)

Diagnosen der Krankenhauspatienten
Deutschland
Entlassene Patienten (Anzahl)

ICD-10 (1-3-Steller) Hauptdiagnose		2000	2005	2010	2015	2020	2022
ICD10-I33	Akute und subakute Endokarditis	3 528	5 113	5 748	7 700	9 795	9 482
ICD10-I38	Endokarditis, Herzklappekh. nicht näher bezeichnet	1 986	1 012	1 050	1 120	775	669
ICD10-I39	Endokarditis u. Herzklappenkh. bei ao. klass. Kh.	146	-	-	-	-	-
	Insgesamt	17 187 527	17 033 742	18 489 998	19 758 261	17 265 142	17 205 585

© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2023 | Stand: 05.08.2024 / 23:48:11

Krankenhauspatienten: Deutschland, Jahre, Hauptdiagnose ICD-10 (1-3-Steller Hierarchie)

Diagnosen der Krankenhauspatienten
Deutschland
Berechnungs- und Belegungstage der Patienten (Anzahl)

ICD-10 (1-3-Steller) Hauptdiagnose		2000	2005	2010	2015	2020	2022
ICD10-I33	Akute und subakute Endokarditis	79 640	130 469	144 041	196 389	245 588	237 430
ICD10-I38	Endokarditis, Herzklappekh. nicht näher bezeichnet	31 089	19 241	22 561	25 137	16 146	13 934
ICD10-I39	Endokarditis u. Herzklappenkh. bei ao. klass. Kh.	2 146	-	-	-	-	-
	Insgesamt	166 476 936	146 040 933	145 547 781	145 921 201	124 351 554	123 988 590

© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2024 | Stand: 05.08.2024 / 23:52:00

Abbildung 1. *Darstellung der Fallzahlen entlassener Patienten (oben) und der Belegungstage (unten) von Patienten mit der Diagnose Endokarditis (ICD10-I33.0, ICD10-I38.0 und ICD10-I39.0; abgerufen von der Destatis Datenbank des Statistischen Bundesamtes unter https://www.destatis.de/DE/Service/Datenbanken/_inhalt.html).*

Die 2021 veröffentlichten ESC/EACTS-Leitlinie (*European Association for Cardio-Thoracic Surgery*, EACTS) für die Behandlung von Herzklappenerkrankungen empfiehlt eine Antibiotikaprophylaxe bei Hochrisikoeingriffen bei Patienten mit Herzklappenersatz, einschließlich kathetergestützt eingebrachter Herzklappen, oder bei Patienten mit früherer IE in Betracht gezogen werden [Vahanian et al., 2022]. Besondere Aufmerksamkeit gilt der Zahn- und Hauthygiene, sodass strenge aseptische Maßnahmen bei allen invasiven Verfahren empfohlen werden. Die Antibiotikaprophylaxe im Rahmen dentaler Prozeduren zielt auf die *Streptokokken*-Erreger ab und soll grundsätzlich, aufgrund des guten Ansprechens unter der Verwendung des Wirkstoffes Amoxicillin (sofern keine Kontraindikationen im Sinne von Allergien bestehen) erfolgen. Im Jahr 2023 wurde die ESC-Leitlinie zu Management einer IE erneuert [Delgado et al., 2023]. Aufgrund unzureichender Evidenz für die Wirksamkeit einer Antibiotikaprophylaxe – die Empfehlungen wurden hauptsächlich durch LOE B oder C unterstrichen, wobei <5% der Empfehlungen mit LOE A in den ESC- und AHA-Leitlinien haben [Østergaard et al., 2024] – und einer Überschätzung des Nebenwirkungsrisikos kam das *National Institute for Health and Care Excellence* (NICE) 2008 zu dem Schluss, dass der Einsatz von Antibiotikaprophylaxe zur Prävention von IE bei dentalen Prozeduren bei Patienten mit hohen Erkrankungsrisiko nicht kosteneffizient sei [Thornhill et al., 2024b].

Tabelle 7. Herzerkrankungen, die Personen mit hohem, mittlerem oder geringem Risiko für die Entwicklung einer infektiösen Endokarditis identifizieren (modifiziert aus [Baddour et al., 2023] und [Thornhill et al., 2024a]).
Patienten mit einem hohen IE-Risiko
Patienten mit einem Herzklappenersatz (einschließlich einer THVR oder Patienten, bei denen prothetisches Material zur Herzklappenreparatur verwendet wurde)
Patienten, bei denen bereits eine IE aufgetreten ist
Patienten mit angeborenen Herzkrankheiten: - Jede Art zyanotischer Herzkrankheiten - Jede Art von Herzkrankheiten, die mit prothetischem Material repariert wurde, unabhängig davon, ob es chirurgisch oder kathetergestützt durchgeführt wurde, bis zu 6 Monate nach dem Eingriff oder lebenslang, wenn ein Restshunt oder eine Klappeninsuffizienz verbleibt
Patienten mit Herzunterstützungssystemen
Empfänger einer Herztransplantation
Patienten mit einem moderaten/mittleren IE-Risiko
Rheumatische Herzerkrankung
Nicht-rheumatische Klappenerkrankungen (einschließlich Mitralklappenprolaps)
Angeborene Klappenanomalien (einschließlich Aortenstenose)
Hypertrophe Kardiomyopathie
Patienten mit implantierbaren elektronischen Herzgeräten (*cardiac implantable electronic device*s, CIED), z. B. Herzschrittmacher oder Defibrillator
Patienten mit einem niedrigen IE-Risiko
Patienten, auf die keine der oben genannten Hoch- oder Mittelrisikobedingungen zutreffen

Im Jahr 2016 ergab jedoch eine neue gesundheitsökonomische Analyse von Franklin et al., dass eine Antibiotikaprophylaxe nur 1,4 IE-Fälle pro Jahr bei Personen mit hohem Risiko verhindern muss, um kosteneffektiv zu sein [2016]. Des Weiteren beschreiben die Autoren, dass eine Antibiotikaprophylaxe vor invasiven dentalen Prozeduren für Personen mit mittlerem oder hohem IE-Risiko sehr kosteneffizient oder sogar kostensparend sein kann. Die Kosteneffizienz ist sogar noch größer, wenn die Antibiotikaprophylaxe Personen mit hohem IE-Risiko durchgeführt wird. Wenn die Antibiotikaprophylaxe in England entgegen der NICE-Empfehlung für Personen mit mittlerem oder hohem IE-Risiko wieder eingeführt würde, könnte dies 6,6–9,8 Mio. Euro einsparen und zu einem Gesundheitsgewinn von mehr als 2.600 qualitätsbereinigten Lebensjahren pro Jahr führen. Eine Beschränkung einer Antibiotikaprophylaxe auf Personen mit hohem Risiko würde zu Kosteneinsparungen von 4,8 Mio. Euro und einen Gesundheitsgewinn von >1.070 qualitätsbereinigten Lebensjahren pro Jahr in England führen [Franklin et al., 2016]. Diese Ergebnisse unterstützen die Kosteneffizienz von Leitlinien, die den Einsatz einer Antibiotikaprophylaxe empfehlen (AHA und ESC), insbesondere bei Hochrisikopersonen. Dennoch wird eine Antibiotikaprophylaxe oftmals unangemessen durchgeführt [Suda et al., 2019], was die Kosten unnötig in die Höhe treibt [Gong et al., 2023]. Die Mehrkosten lagen im US-Gesundheitssystem bei mehr als 31 Mio. US-Dollar, wobei diese vorwiegend durch unerwünschte Wirkungen zurückzuführen waren und die alleinigen Arzneimittelkosten nur ca. 25 % der Gesamtbelastung ausmachten.

Weltweit findet sich, abhängig von Region und Grunderkrankung, eine relative Penicillinresistenz bei 15 bis zu mehr als 50 % der Stämme (MHK > 1,0 µg/ml) [Uh et al., 2004]. Bezüglich der Bakteriämierate nach Zahnextraktion erbrachte die intravenöse Gabe von Amoxicillin/Clavulansäure (1000/200 mg) hochsignifikant bessere Ergebnisse nach 30 Sekunden als nach oraler Gabe von Amoxicillin (2000 mg); die Bakteriämierate war nach oraler Clindamycingabe (600 mg) vergleichbar mit der Kontrollgruppe (keine Antibiotikagabe) [Limeres Posse et al., 2016]. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch aktueller von Marttila et al. beschrieben [2021]. Aufgrund der hohen Resistenzsituation und des schlechten Risiko-Nutzen-Verhältnisses wird eine Antibiotikaprophylaxe mit Clindamycin als klassisches Ersatzwirkstoff bei Allergien gegen Penicillin nicht von der aktuellen ESC-Leitlinien mehr empfohlen (**Tabelle 8**) [Delgado et al., 2023]. Dennoch sollte auch bei den Ausweichpräparaten auf die aktuellen Resistenzsituationen geachtet werden [Maeda et al., 2022]. Clindamycin kann häufiger und schwerwiegendere Nebenwirkungen hervorrufen als andere Antibiotika, die für eine Antibiotikaprophylaxe verwendet werden [Thornhill et al., 2015a]. Beispielsweise können bis zu 15% der erworbenen *Clostridioides difficile* bedingten Infektionen auf Antibiotika zurückzuführen sein, die für ein zahnärztliches Verfahren verschrieben wurden [Wilson et al., 2021]. Fatale und nicht fatale Folgen der Antibiotikaprophylaxe werden signifikant häufiger durch Clindamycin verursacht als durch Amoxicillin [Thornhill 2015 b]. Während in der Literatur über einen Zeitraum von 34 Jahren keine letalen Folgen bei einer oralen Einzelanwendung von 3 g Amoxicillin beschrieben sind, wurden 13 solcher Fälle pro Million Verschreibungen für orale Einzelgaben von 600 mg Clindamycin dokumentiert [Dayer et Thornhill, 2018]. Die Inzidenz von Anaphylaxien bei Amoxicillin zur Endokarditisprophylaxe bei invasiven zahnärztlichen Behandlungen wird in Frankreich mit 1/57.000 angegeben [Cloitre et al., 2019]. Letztlich scheint die Antibiotikaprophylaxe bei invasiven dentalen Prozeduren sicher zu sein und sollte bei prädisponierenden Herzerkrankungen mit hohem IE-Risiko verabreicht werden [Lean et al., 2023].

Tabelle 8. Prophylaktisches Antibiotikaregime bei zahnärztlichen Eingriffen mit hohem Risiko [Delgado et al., 2023].			
Situation	**Antibiotikum**	**Einzelgabe 30–60 Minuten vor dem Eingriff**	
		Erwachsene	Kinder
Keine Allergie gegen Penicillin oder Ampicillin	Amoxicillin	2 g p.o.	50 mg/kg p.o.
	Ampicillin	2 g i.m. oder i.v.	50 mg/kg i.v. oder i.m.
	Cefazolin oder Ceftriaxon	1 g i.m. oder i.v.	50 mg/kg i.v. oder i.m.
Allergie gegen Penicillin oder Ampicillin	Cephalxein	2 g p.o.	50 mg/kg p.o.
	Azithromycin oder Clarithromycin	500 mg p.o.	15 mg/kg p.o.
	Doxycyclin	100 mg p.o.	a) <45 kg: 2,2 mg/kg p.o. b) >45 kg: 100 mg p.o.
	Cefazolin oder Ceftriaxon	1 g i.m. oder i.v.	50 mg/kg i.v. oder i.m.

Bestimmte Herzerkrankungen stellen jedoch ein hohes Risiko für eine IE dar (**Tabelle 7**), während andere Gruppen ein mäßiges (oder mittleres) Risiko aufweisen (**Tabelle 9**) [Thornhill et al., 2024c]. Eine ähnliche Studie an *Medicaid*-Patienten ergab allgemein höhere Werte, so dass es möglich ist, dass die angegebenen Werte für einige Patientengruppen unterschätzt werden. In diesem Zusammenhang wird folgend von Thornhill et al. darauf hingewiesen, dass bei Patienten mit kardiovaskulären Stents nicht regelmäßig eine Antibiotikaprophylaxe erfolgt und dennoch die Infektionsrate gering ist [2024c]. Die Ergebnisse von Patienten mit IE, die durch einen beliebigen Mikroorganismus verursacht wurde, werden unabhängig von der Grunderkrankung durch Komorbiditäten oder unzureichenden Zugang zu diagnostischer, medizinischer und chirurgischer Versorgung negativ beeinflusst [Thornhill et al., 2022]. Die veränderten klinischen Parameter, die Demographie der Patienten und die IE-Erreger erfordern möglicherweise ein Überdenken Antibiotikaprophylaxe-Empfehlungen. Nach sorgfältiger Prüfung der nach 2015 veröffentlichten neuen Studien beschloss die *Task Force*, die Risikokategorien für IE zu überarbeiten und zu aktualisieren, die Empfehlung für eine Antibiotikaprophylaxe zu verstärken, die Definition der Risikopopulation zu klären und die Fortschritte bei kathetergestützten Eingriffen zu berücksichtigen [Delgado et al., 2023].

Tabelle 9. Risikoanalyse verschiedener Patientengruppen, nach invasiven zahnärztlichen Eingriffen an einer IE zu erkranken. (modifiziert aus [Thornhill et al., 2024c])			
Risiko einer IE	**Dentale Prozedur**	**IE-Fälle/Million Eingriffe** [1]	**Ungefähres Risiko der Entwicklung einer IE**
Gering	Invasive dentale Prozedur	3/million	1 in 333.000
Moderat		23/million	1 in 50.000
Hoch		1.009/million	1 in 1.000
Hoch	Zahnextraktion	8.968/million	1 in 100
Hoch	Oral chirurgischer Eingriff	24.043/million	1 in 40

8.1.2 Literaturbewertung

Eine Reduzierung der Antibiotikaprophylaxe hat weder im Vereinigten Königreich [Thornhill et al., 2011; Jenkyn et al., 2021] noch in den USA [DeSimone et al., 2012; 2015] noch in Kanada [Luk et al., 2014] noch in Taiwan [Chen et al., 2015] zu einem Anstieg von IE-Fällen geführt. Diese Empfehlung wurde umfangreich diskutiert [Friedlander et al., 2015; Lockhart et al., 2015; Mougeot et al., 2015], zumal es gegenteilige Berichte aus England gab [Dayer et al., 2015; Thornhill et al., 2015b], deren methodische Qualität allerdings diskutiert wurde [Duval et Hoen, 2015] und auch die Einschlusskriterien wie auch die Wahl der statistischen Modelle einen Einfluss auf die Ergebnisse haben können [Quan et al., 2020]. Eine weitere Untersuchung von Daten der *Hospital Episode Statistics* (HES), welche Details zu stationären Patienten der NHS-Krankenhäuser in England beinhaltet, erfasste im Zeitraum von April 1998 und März 2017 die IE-Inzidenz [Quan et al., 2020]. Obgleich die Autoren keine Evidenz dafür fanden, dass das Zurückziehen der Antibiotikaprophylaxe 2008 zu einem Anstieg der Fälle mit IE geführt hatte, war dennoch ein rascher Anstieg der IE-Fälle zu finden, mit einer nahezu verdoppelten Inzidenz im untersuchten 20-Jahres-Zeitraum. Der Verzicht auf eine Antibiotikaprophylaxe vor zahnärztlichen Eingriffen, wie er in den NICE-Leitlinien empfohlen wird, erklärt sich vor allem aus dem Mangel an soliden Belegen aus den verfügbaren wissenschaftlichen Daten. Es gibt keine Daten aus randomisierten klinischen Studien zur Wirksamkeit der Antibiotikaprophylaxe. Da eine Änderung dieser teils widersprüchlichen Empfehlungssituation nicht absehbar ist, sollten sich die Kliniker mit der Entscheidung für eine Antibiotikaprophylaxe bei Patienten mit einem erhöhten IE-Risiko nicht nur nationale Leitlinien, sondern auch internationale Empfehlungen orientieren [Bumm et Folwaczny, 2021].

Die *number needed to prevent* (NNP, die Anzahl der invasiven dentalen Prozeduren, die durch eine korrekte Antibiotikaprophylaxe abgedeckt werden müssten, um einen IE-Fall zu verhindern) ist eine weitere Möglichkeit, den wahrscheinlichen Nutzen der Antibiotikaprophylaxe zu betrachten, die bei Diskussionen mit Hochrisikopatienten hilfreich sein kann. Je niedriger die NNP, desto wirksamer ist die Prävention. Für die invasiven dentalen Prozeduren insgesamt lag der NNP für diejenigen mit arbeitgeberfinanzierter Kranken-/Zahnversicherung und *Medicaid*-Versicherung in den Vereinigten Staaten bei 1.536 bzw. 244 (Extraktionen: 125 bzw. 143; Oralchirurgie: 45 bzw. 71) [Thornhill et al., 2024c]. Eine Antibiotikaprophylaxe im Rahmen zahnärztlicher Behandlungen zielt auf eine begrenzte Erregerspektrum der bakteriellen Endokarditis ab, insbesondere auf die *Streptokokken* der *Viridans*-Gruppe, bei Patienten mit dem höchsten Risiko eines negativen Ausgangs [Wilson et al., 2021]. Eine aktuelle Studie von Thornhill et al. analysierte die Datenbank des *Hospital Episode Statistics* in Großbritannien, in der sämtliche Krankenhauseinweisungen erfasst werden [2023]. Die spezifische Patientenanamnese eingeschlossener Patienten wurde nach Eingriffscodes für die bekannten Eintrittspforten einer IE-Entwicklung für jeden 30-Tage Zeitraum über 15 Monate vor der IE-bedingten stationären Aufnahme durchsucht. Die Analyse ergab eine signifikante IE-Assoziation nach der Implantation von Herzschrittmachern/Defibrillatoren (CIEDs) (OR: 1,54, 95% CI 1,27–1,85; $p < 0,001$), Extraktionen/chirurgischer Zahnentfernung (OR: 2,14, 95% CI 1,22–0,76; $p = 0,047$), endoskopischen Eingriffen am oberen (OR: 1,58, 95% CI 1,34–1,85; $p < 0,001$) und unteren Magen-Darm-Trakt (OR: 1,66, 95% CI 1,35–2,04; $p < 0,001$) sowie Knochenmarksbiopsien (OR: 1,76, 95% CI 1,16–2,69; $p = 0,039$). Das absolute Risiko bei Personen mit hohem IE-Risiko, die sich einer Zahnextraktion/einer chirurgischen Zahnentfernung unterzogen haben, war am höchsten (49,5 pro

100.000 Verfahren) [Thornhill et al., 2023]. Das Ergebnis betont die Relevanz und Notwendigkeit der Antibiotikaprophylaxe vor invasiven dentalen Prozeduren bei Patienten mit hohem IE-Risiko.

Es gibt nach wie vor keine eindeutigen Beweise dafür, ob eine Antibiotikaprophylaxe gegen bakterielle Endokarditis bei Risikopersonen, die sich einem invasiven zahnärztlichen Eingriff unterziehen müssen, wirksam oder unwirksam ist. Die Gesamtsicherheit der Nachweise ist sehr gering. Ein höheres Maß an Sicherheit in Bezug auf die Wirksamkeit der Antibiotikaprophylaxe von Endokarditis in der Zahnheilkunde wäre zwar wünschenswert, ist aber aufgrund der geringen Inzidenz von Endokarditis nicht realisierbar. Für eine randomisierte kontrollierte Studie über zwei Jahre wären etwa 60.000 Teilnehmer mit einem kardialen Risikofaktor für Endokarditis erforderlich (für eine Kohortenstudie über 10 Jahre wären etwa 18.000 Teilnehmer erforderlich). Eine solche Studie würde eine intensive internationale Anstrengung erfordern [Rutherford et al., 2022]. Eine randomisierte kontrollierte Studie zur Antibiotikaprophylaxe wird seit mehreren Jahrzehnten diskutiert, ist aber aus Gründen der Ethik, notwendigen Fallzahl (mehrere hunderttausend Teilnehmer bei IE als primäres Ergebnis), des organisatorischen Umfangs (lange Rekrutierungsdauer und Nachbeobachtungszeit, Selektionsbias) und der damit einhergehenden Kosten kaum realisierbar.

8.1.3 Ergebnis

Unter Berücksichtigung des kardialen Risikos des Patienten und der zunehmenden Entwicklung von Antibiotikaresistenzen in der Gesellschaft haben die regelmäßig aktualisierten AHA- und ESC-Leitlinien die Indikation für eine Antibiotikaprophylaxe in den letzten Jahren zunehmend verschärft. Da weder Amoxicillin, Clindamycin noch Chlorhexidin Bakteriämien nach Zahnextraktionen vollständig verhindern können [Maharaj et al., 2012], ist von einem Fortgang der Debatte um den Stellenwert der Antibiotikaprophylaxe in der vorliegenden Indikation auszugehen. Zudem gibt es Berichte über eine Ineffektivität der IE-Prophylaxe [Patel et al., 2019]. Vorerst bleibt nach den Ergebnissen eines systematischen Reviews Amoxicillin das Antibiotikum der Wahl, während Amoxicillin/Clavulansäure bei Hochrisikopatienten für IE und invasiven dentalen Prozeduren bei hochgradiger dentaler Infektion oder bei Behandlungen in allgemeiner Anästhesie angewendet werden könnten [Lafaurie et al., 2019]. Im Falle von Penicillinallergien zeigte das Antibiotikum Azithromycin eine höhere Effektivität in der Bakterienreduzierung, so dass die Anwendung von Clindamycin überdacht werden sollte [Lafaurie et al., 2019].

Eine aktuelle Meta-Analyse von Sperotto et al. zeigte mit Hilfe von Daten aus Fall-Kontroll/ Crossover-, Kohorten- und selbstkontrollierten Fallserienstudien, dass die Antibiotikaprophylaxe bei Personen mit hohem Risiko mit einem verringerten Risiko einer IE nach invasiven zahnärztlichen Prozeduren verbunden ist, während für Personen mit niedrigem/unbekanntem Risiko kein Zusammenhang nachgewiesen werden konnte, was die aktuellen Empfehlungen der AHA und ESC unterstützt [2024]. Derzeit liegen keine ausreichenden Daten vor, um einen Nutzen der Antibiotikaprophylaxe bei Personen mit mittlerem Risiko zu belegen. Dayer et al. stellten fest, dass trotz der Empfehlungen der AHA-Leitlinie, wonach Patienten mit hohem Risiko vor invasiven zahnärztlichen Eingriffen eine Antibiotikaprophylaxe erhalten sollten, nur in 33% der Fälle eine Antibiotikaprophylaxe vor invasiven dentalen Prozeduren nachgewiesen werden konnte [2023]. Auch in anderen Ländern, in denen die Antibiotikaprophylaxe empfohlen wird (wie z. B. in Frankreich) wurde

über eine geringe *Compliance* berichtet [Tubiana et al., 2017]. Die Raten der Einhaltung und/oder Befolgung unterscheiden sich erheblich von den Raten der Kenntnis und/oder des Bewusstseins, einschließlich relevanter geografischer Unterschiede [Diz Dios et al., 2023]. Die Studien unterstreichen die Notwendigkeit einer besseren Ausbildung der Zahnärzte, einer besseren Kommunikation zwischen Patienten, Zahnärzten, Kardiologen und Herz-Thorax-Chirurgen sowie die Notwendigkeit den interdisziplinären Pfad für die Behandlung dieser Patienten vor (insbesondere in Anbetracht des Zeitdrucks bei der Behandlung) stärker zu integrieren, wodurch sich primäre und sekundäre Ressourcen bündeln ließen [Jenkins et al., 2015].

8.1.4 Empfehlungen

Konsensbasierte Empfehlung 11 (neu 2025)	
Bei invasiven dentalen Prozeduren **sollte** und bei moderaten dentalen Prozeduren **kann** eine Antibiotikaprophylaxe erfolgen.	**starker Konsens**

Tabelle 10. Beispiele von invasiven dentalen Prozeduren, moderaten dentalen Prozeduren und nicht-invasiven dentalen Prozeduren (modifiziert nach [Wilson et al., 2021; Thornhill et al., 2022; Delgado et al., 2023]).

Invasive dentale Prozeduren	- Zahnextraktion (inkl. Osteotomie impaktierter Zähne und Entfernung von Wurzelresten) - Oralchirurgische Eingriffe (inkl. Biopsien, Implantatchirurgie, Parodontalchirurgie) - subgingivale Instrumentierung - Endodontische Behandlung
moderate dentale Prozeduren	- Restaurative zahnärztliche Eingriffe (Füllungen) - Sondierungstiefenerhebung
nicht-invasive dentale Prozeduren	- Klinische orale Untersuchungen ohne Affektion der Mundschleimhaut - Zahnärztliches Röntgen - Setzen und Entfernen von prothetischen oder kieferorthopädischen Apparaturen - Nahtentfernung
Expertenkonsens: 10/0/ 0 (ja/nein/Enthaltung)	

Konsensbasierte Empfehlung 12 (überarbeitet 2025)	
Die perioperative antibiotische Prophylaxe **soll** sich an den aktuellen Empfehlungen der kardiologischen Fachgesellschaften orientieren. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**starker Konsens**
Expertenkonsens	

Konsensbasierte Empfehlung 13 (neu 2025)	
Sind bei der Maßnahme Manipulationen an gingivalem Gewebe, der periapikalen Zahnregion oder Perforationen der oralen Mukosa involviert, **soll** eine Antibiotikaprophylaxe bei Hochrisikopatienten erfolgen. [Millot et al., 2017; Nishimura et al., 2017; Oliver et al., 2018; Thornhill et al., 2024c] Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**starker Konsens**
Expertenkonsens	

Konsensbasierte Empfehlung 14 (neu 2025)	
Clindamycin *kann* häufigere und schwerwiegendere Nebenwirkungen hervorrufen als andere Antibiotika, die für eine Antibiotikaprophylaxe verwendet werden. Bei einer Unverträglichkeit von Penicillin oder Ampicillin **sollte** somit Cephalexin, Azithromycin/Clarithromycin, Doxycyclin oder Cefazolin/Ceftriaxon verordnet werden. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**starker Konsens**
Expertenkonsens	

8.2 Analgesieverfahren

8.2.1 Einleitung

Patienten mit komplexen Begleiterkrankungen, die sich einem zahnärztlichen Eingriff unterziehen müssen, profitieren von einem interdisziplinären Ansatz. Die Entscheidung über die Art der Anästhesie bei zahnärztlichen Eingriffen, ob es sich um eine überwachte Anästhesie oder eine Vollnarkose handelt, sollte gemeinsam von dem behandelnden Zahnarzt, Oralchirurgen oder Mund-, Kiefer- und

Gesichtschirurgen, dem Anästhesisten und dem Patienten getroffen werden [Panchamia et Samuels, 2019]. In Anbetracht der Risiken und Komplikationen, die mit dem Einsatz von Vollnarkosen verbunden sind, wird den Großteil der Eingriffe in Lokalanästhesie bzw. in anästhesiologisch begleiteter Lokalanästhesie mit *stand-by* durchgeführt. Die Allgemeinanästhesie sollte streng auf bestimmte Patienten und klinische Situationen beschränkt, in denen eine lokale Anästhesie aufgrund des chirurgischen Aufwandes oder der allgemeinmedizinischen Situation nicht in Frage kommt. Die Anwendung lokaler Anästhesieverfahren ist Goldstandard im ambulanten Setting. Dennoch können unterschiedliche Nebenwirkungen auftreten, die von Ho et al. in einem *Review* analysiert und in zwölf Kategorien eingeteilt wurden zu denen unter anderem ophthalmologische Nebenwirkungen, neurologische Nebenwirkungen, Allergien, Blutungen/Hämatom, Nadelbruch, Gewebenekrose und isoliertes Vorhofflimmern zählten [Ho et al., 2021].

Bei allergischen Ereignissen reagiert das Immunsystem abnormal auf bestimmte Allergene oder Substanzen. Para-Aminobenzoesäure, ein Metabolit, ist ein bekanntes Allergen in Esteranästhetika und führt zu einem erhöhten Auftreten von allergischen Reaktionen [Eggleston et Lush, 1996; Bina et al., 2018]. Daher werden in der Zahnmedizin derzeit überwiegend Amid-Lokalanästhetika verwendet, die sicherer zu sein scheinen [Moore et Hersh, 2010]. Baikin et al. führten eine Studie durch, um die Sicherheit der zahnärztlichen Lokalanästhesie bei Patienten zu bewerten, die Antikoagulanzien einnehmen [2012]. Die Studiengruppe (n = 279) bestand aus Patienten mit einem therapeutischen internationalen normalisierten Verhältnis (INR) von 2–4, die Kontrollgruppe (n = 73) aus Patienten mit einem subtherapeutischen INR (<2). In der Studiengruppe wurden nur zwei kleinere Hämatome festgestellt, und es wurden keine anhaltenden Blutungen beobachtet.

Für spezifische Situationen (Co-Morbiditäten: z.B. durchgemachte Tumorerkrankung) verweisen wir auf die entsprechenden Leitlinien/Links.

Die simultane Sanierung während eines Herzklappenersatzes kann zum einen im Hinblick auf zunehmend knappere Ressourcen im Gesundheitssystem zukünftig relevant sein [Lam et al., 2013; Sakai et al., 2024]. Zum Reduzieren des Risikos einer schlechten Mundgesundheit nach einer Herzklappenoperation wäre dieser Ansatz für Patienten, die davon profitieren würden, dass eine zweite Vollnarkose und/oder eine Verzögerung der Herzoperation durch eine notwendige chirurgisch-operative Zahnsanierung vermieden werden kann, in Zukunft interessant [Lockhart et al., 2009a]. Zuletzt kann die perioperative Mundhygiene zur Senkung inflammatorischer Marker und zur Vorbeugung postoperativer Komplikationen nach Herzklappenoperation beitragen [Nishi et al., 2021; Motoi et al., 2022].

8.2.2 Literaturberwertung und Ergebnis

Die Datenlage ist aufgrund fehlender prospektiver, randomisierter Studien zum Thema Analgesieverfahren im Setting von invasiven dentalen Prozeduren vor Herzklappenersatz schlecht. Guimaraes et al. haben ein *Review* und Meta-Analyse zum Thema Lokalanästhetika in Kombination mit Vasokonstriktoren bei Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen, die sich einem zahnärztlichen Eingriff unterziehen durchgeführt [2021]. Im Allgemeinen wurde die Qualität der Evidenz für die bewerteten Ergebnisse als gering eingestuft, vor allem aufgrund des Risikos der Verzerrung. Dennoch

schlussfolgerte sie, dass Lokalanästhesie in Verbindung mit einem Vasokonstriktor für die zahnärztliche Behandlung von wesentlicher Bedeutung ist, da vasokonstriktorische Agenzien der gefäßerweiternden Wirkung des Lokalanästhetikums entgegenwirken, was die Anästhesiezeit verlängert, und die Blutung verringert.

St George et al. beschrieben in einem *Review* mit geringem LOE, dass 4% Articain mit 1:100.000 Epinephrin bei der Wurzelbehandlung von Seitenzähnen mit irreversibler Pulpitis 2% Lidocain mit 1:100.000 Epinephrin überlegen beim Erreichen einer suffizienten Schmerzfreiheit war. Zudem schien 2% Lidocain mit 1:100.000 Epinephrin bei chirurgischen Eingriffen/Parodontalbehandlung 4% Prilocain ohne Zusatz überlegen zu sein. Der Vergleich von 4%-igem Articain mit 1:100.000 Epinephrin und 2%-igem Lidocain mit 1:100.000 Epinephrin zeigte keinen Unterschied in Bezug auf die Schmerzen bei der Injektion, obwohl Lidocain zu etwas weniger Schmerzen nach der Injektion führte [St George et al., 2018].

Eine simultane Zahnsanierung zum Herzklappenersatz scheint nicht das Ergebnis negativ zu beeinflussen. Jedoch ist auch zu dieser Fragestellung die Datenlage sehr schlecht.

8.2.3 Empfehlungen

Konsensbasierte Empfehlung 15 (geprüft und belassen 2025)	
Ob eine Zahnsanierung vor Herzklappenersatz als ambulante Behandlung unter Lokalanästhesie oder unter stationären Bedingungen durchzuführen ist, **sollte** aufgrund der allgemeinmedizinischen Risiken entschieden werden. Der Einsatz weiterer Verfahren im Rahmen der Schmerzausschaltung (Analgosedierung/ Narkose) **soll** sich am Gesamtumfang der chirurgischen Maßnahmen, an der Mitarbeit des Patienten, an bekannten Risikofaktoren und nach Berücksichtigung dieser und allgemeinmedizinischer Kriterien an der Präferenz des Patienten orientieren. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**starker Konsens**
Expertenkonsens	

Konsensbasierte Empfehlung 16 (geprüft und belassen 2025)	
Das individuelle Risiko des Analgesieverfahrens für systemisch bedrohliche Zwischenfälle bei der Zahnsanierung **sollte** bei Patienten vor Herzklappenersatz möglichst genau abgeschätzt werden. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**starker Konsens**
Expertenkonsens	

8.3 Sonstiges

8.3.1 Adjuvante Therapie

Konsensbasierte Empfehlung 17 (geprüft und belassen 2025)	
Die Empfehlungen zu perioperativen Maßnahmen (Schmerztherapie/ perioperative antibiotische Behandlung/ Schleimhautdesinfektion) bei dentoalveolären Eingriffen **sollen** berücksichtigt werden, da sie auch bei der Zahnsanierung vor Herzklappenoperationen ihre Gültigkeit haben. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**starker Konsens**
Expertenkonsens	

Konsensbasiertes Statement 2 (neu 2025)	
Es gibt keinen Nachweis für den Einfluss spezifischer adjuvanter Behandlungsmethoden auf den Erfolg der kardiochirurgischen Maßnahmen. Abstimmung: 10/0/0 (ja, nein, Enthaltung)	**starker Konsens**
Expertenkonsens	

9 Wichtige Forschungsfragen

1. Der Einfluss und die damit einhergehenden Zusammenhänge zwischen schlechter Mundhygiene, Zahnerkrankungen und IE müssen weiterhin besser verstanden werden, da allein Tätigkeiten des Alltags wie Zähneputzen, Kauen kurzfristig zu einer Bakteriämie führen [Tubiana et al., 2017; Martins et al., 2024]. Der Schwerpunkt der klinischen Forschung zur erfolgreichen Prävention einer IE hat sich daher in den letzten Jahren vom Surrogatparameter der Bakteriämie zu Studien, die die Rolle von Entzündungen und Ulzerationen der Gingiva untersuchen, entwickelt und sollte weiterverfolgt werden.

2. Mit welchen Abständen sollen Herzklappen-ersetzte Patienten zahnärztlich kontrolliert werden und für welchen Zeitintervall? Bestehende Leitlinien befürworten auch individuelle Recall-Intervalle auf der Grundlage des Risikos eines Patienten, eine orale Erkrankung zu entwickeln. Die empfohlenen Intervalle zwischen Recall-Terminen reichen bei Erwachsenen von einem Minimum von drei bis zu einem maximalen Intervall von 24 Monaten für Patienten, die wiederholt bewiesen haben, dass sie in der Lage sind, ihre Mundgesundheit zu erhalten [Huysmans et al., 2024], wobei die Debatte über die Häufigkeit der zahnärztlichen Kontrolltermine und ihre Auswirkungen auf die Ergebnisse der Mundgesundheit anhält [Fee et al., 2020].

3. Differieren die postinterventionellen Ergebnisse von Patientengruppen mit und ohne Zahnsanierung vor Herzklappenersatz? In einer Meta-Analyse wurde gezeigt, dass es auf Basis der verfügbaren Evidenz unklar ist, ob die postoperativen Ergebnisse von Patientengruppen mit und ohne Zahnsanierung vor Herzklappenchirurgie hinsichtlich der Parameter Mortalität, PVE, postchirurgische Infektion und Länge der Hospitalisierung differieren [Lockhart et al., 2019]. Aufgrund der sehr heterogenen Datenlage und der Schwierigkeit eine notwendige Fallzahl zu erreichen bleibt die finale Beantwortung derweil offen. Die Analyse internationaler Register und Datenbanken unter Anwendung der künstlichen Intelligenz können aber in Zukunft ggf. Abhilfe leisten.

10 Informationen zu dieser Leitlinie

Für weiterführende Informationen zu dieser Leitlinie wird den Leitlinienreport zur Leitlinie verwiesen.

10.1 Zusammensetzung der Leitliniengruppe

10.1.1 Koordination und Kontaktadresse

Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Lucas Ritschl

Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
TUM Klinikum
Rechts der Isar
TUM School of Medicine and Health
Ismaninger Straße 22
81675 München

Tel.: +49 89 4140 2921
Fax: +49 89 4140 4993
Mail: lucas.ritschl@mri.tum.de
Web: www.mkg.med.tum.de

10.1.2 Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen

Tabelle 10: Mandatierte Mitglieder der Leitliniengruppe

Koordination, federführende Autoren/ Autorenteam	
Prof. Dr. Dr. Lucas Ritschl	
Prof. Dr. Dr. Klaus-Dietrich Wolff	
Prof. Dr. Herbert Deppe	
Beteiligte Fachgesellschaften und Organisation	**Mandatsträger**
Arbeitsgemeinschaft für Oral- und Kieferchirurgie in der DGZMK (AGOKi)	Prof. Dr. Christian Mertens
Deutsche Gesellschaft für Parodontologie (DG PARO)	Prof. Dr. Peter Eickholz
Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ)	Prof. Dr. Dirk Ziebolz
Berufsverband Deutscher Oralchirurgen (BDO)	Prof. Dr. Sameh Attia
Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)	Prof. Dr. med. Mahmoud Diab
	Prof. Sameh Attia (stellv. Mandatsträger)
Verband Deutscher Zertifizierter Endodontologen (VDZE)	Dr. Christian Patrosio
Deutsche Herzstiftung e.V.	Tatjana Kirchner

Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV)	Dr. Rugzan Jameel Hussein MPH
	Dr. Jörg Beck (stellv. Mandatsträger)
Zertifizierte Leitlinienberaterin der AWMF	Dr. Cathleen Muche-Borowski
Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)	Dr. Birgit Marré Dr. Anke Weber Leitlinienbeauftragte der DGZMK

Die folgenden Fachgesellschaften und Organisationen wurden nach Anmeldung zur Aktualisierung mehrfach per Mail kontaktiert, haben sich jedoch nicht zurückgemeldet und daher nicht an der Erarbeitung des Updates teilgenommen: DGKG, BDZ EDI, DGPZM sowie die BZÄK.

10.1.3 Patientenbeteiligung

Die Leitlinie wurde unter direkter Beteiligung von Patienten erstellt. Frau Tatjana Kirchner war als Mandatsträgerin der **Deutsche Herzstiftung e.V.** stimmberechtigt an der Konsensuskonferenz und der abschließenden Verabschiedung der Leitlinie und der dazugehörigen Unterlagen beteiligt.

10.1.4 Methodik

Dr. Cathleen Muche-Borowski (Zertifizierte Leitlinienberaterin der AWMF
Dr. Birgit Marré (Leitlinienbeauftragte der DGZMK)
Dr. Anke Weber (Leitlinienbeauftragte der DGZMK)

10.2 Methodische Grundlagen

Die Methodik zur Erstellung dieser Leitlinie richtet sich nach dem AWMF-Regelwerk (Version 2.1 vom 05.09.2023).
Quelle: Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) - Ständige Kommission Leitlinien. AWMF-Regelwerk „Leitlinien“. Version 2.1 vom 05.09.2023;https://www.awmf.org/regelwerk/)

10.3 Recherche, Auswahl und kritische Bewertung der Evidenz

Für die genauen Angaben zur methodolgischen Exaktheit und Recherche wird auf den Leitlinienreport verwiesen.

10.4 Strukturierte Konsensfindung

Die Empfehlungen wurden unter neutraler Moderation (Moderatorin war die zertifizierte Leitlinienberaterin der AWMF, Frau Dr. Muche-Borowski) am 22.01.2025 in einem Zoom-Meeting im Rahmen einer Konsensuskonferenz im NIH-Typ abgestimmt.
Es erfolgte eine Präsentation der abzustimmenden Empfehlungen und der Evidenzgrundlage sowie der Rationale im Plenum durch den federführenden Autor und die Koordinatoren. Für die Mitglieder der Leitlinien Gruppe bestand Gelegenheit für Rückfragen und das Einbringen von begründeten Änderungsanträgen. Alle Änderungsanträge wurden umfassend diskutiert, es erfolgte die Erarbeitung von Alternativvorschlägen und danach die endgültige Abstimmung.
Die initialen 21 Empfehlungen wurden in diesem Prozess durch Kürzungen, Zusammenfassung und in zwei Umwidmungen in Statements auf 17 Empfehlungen reduziert.
Der Text der Leitlinie und des Leitlinienreports, sowie die Kurzversion und die Patientenleitlinie wurden zur abschließenden Kommentierung und Konsentierung an alle Mitglieder der Leitliniengruppe zugesandt. Gewünschte redaktionelle Änderungen wurden in die Leitlinie eingefügt.
Die Mitglieder der Leitliniengruppe stimmten den Dokumenten im Zeitraum vom 16.04.25 bis zum12.05.25 zu.

10.5 Empfehlungsgraduierung und Feststellung der Konsensstärke

10.5.1 Festlegung des Empfehlungsgrades

In **Tabelle 11** ist die verwendete Empfehlungsgraduierung dargestellt.

Tabelle 11. Schema der Empfehlungsgraduierung

	Empfehlung	**Empfehlung gegen eine Intervention**	**Beschreibung**
A	soll	soll nicht	starke Empfehlung
B	sollte	sollte nicht	Empfehlung
0	kann erwogen werden	kann verzichtet werden	Empfehlung offen

10.5.2 Feststellung der Konsensstärke

Die Konsensstärke wurde gemäß **Tabelle 12** klassifiziert.

Tabelle 12. Klassifikation der AWMF zur Konsensstärke

Klassifikation der Konsensstärke	
Starker Konsens	Zustimmung von > 95% der Teilnehmer
Konsens	Zustimmung von > 75 bis 95% der Teilnehmer

Mehrheitliche Zustimmung	Zustimmung von > 50 bis 75% der Teilnehmer
Kein Konsens	Zustimmung von < 50% der Teilnehmer

10.6 Verabschiedung durch die Vorstände der herausgebenden Fachgesellschaften/ Organisationen

Die Vorstände der beteiligten Fachgesellschaften und Organisationen stimmten der Leitlinie in der vorliegenden Form vom 14.05.2025 bis 23.06.2025 zu. Gewünschte redaktionelle Änderungen wurden in die Leitlinie eingefügt. Anschließend stimmten die Vorstände der federführenden Fachgesellschaften der Leitlinie in der vorliegenden Form vom 16.07.2025 bis13.08.2025 zu.

11 Redaktionelle Unabhängigkeit

11.1 Finanzierung der Leitlinie

Alle Mitglieder der Leitliniengruppe arbeiteten ehrenamtlich und ohne Honorar. Bedingt durch die Durchführung der Konsensuskonferenzen via Zoom-Videokonferenz, fielen keine Reisekosten an. Die Kosten für die Moderation der Konsensuskonferenzen wurden von der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) getragen. Dabei hatte die finanzierenden Organisationen keinen über das nominale Abstimmungsrecht hinausgehenden inhaltlichen Einfluss auf die Leitlinienerstellung. Weitere Unterstützung finanzieller Art wurde nicht gewährt.

11.2 Darlegung und Umgang mit sekundären Interessen

Die Erfassung der Interessenerklärungen erfolgte über das Online-Portal der AWMF. Die Kategorisierung sekundärer Interessen in geringe/moderate/hohe Interessenkonflikte erfolgte im Vorfeld der Leitlinienarbeit und wurde folgendermaßen festgelegt:

Tabelle 13: Graduierung der Interessenkonflikte

Graduierung des Interessenkonflikts (IK)	Kriterium, unter der Voraussetzung der Themenrelevanz
geringer IK Folge: Einschränkung der Leitungsfunktionen	• Berater-/Gutachtertätigkeit für ein kommerzielles Journal mit erheblichen Einnahmen • Bezahlte Autoren-/oder Coautorenschaft mit geringen Einnahmen • Finanzielle Zuwendungen (Drittmittel) für Forschungsvorhaben oder klinischen Studien oder direkte Finanzierung von Mitarbeitern der Einrichtung aus öffentlichen Mitteln oder unterstützt durch eine wissenschaftliche Fachgesellschaft
moderater IK	• Berater-/Gutachtertätigkeit für Unternehmen der Gesundheitswirtschaft, industrielle Interessensverbände,

Folge: Stimmenthaltung bei einzelnen Abstimmungen	kommerziell orientierte Auftragsinstitute oder eine Versicherung) • Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board) eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft (z.B. Arzneimittelindustrie, Medizinproduktindustrie), eines kommerziell orientierten Auftragsinstituts oder einer Versicherung • Vortrags-/oder Schulungstätigkeit (im Auftrag eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft, industrieller Interessensverbände, kommerziell orientierter Auftragsinstitute oder einer Versicherung) • Bezahlte Autoren-/oder Coautorenschaft mit erheblichen Einnahmen im Auftrag eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft, eines kommerziell orientierten Auftragsinstituts oder einer Versicherung • Finanzielle Zuwendungen (Drittmittel) für Forschungsvorhaben oder klinische Studien oder direkte Finanzierung von Mitarbeitern der Einrichtung von Seiten eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft, eines kommerziell orientierten Auftragsinstituts oder einer Versicherung • Persönliche Beziehungen zu einem Vertretungsberechtigten eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft • Akademische (z. B. Zugehörigkeit zu bestimmten „Schulen“), wissenschaftliche oder persönliche Interessen, die mögliche Konflikte begründen konnten (z.B. „einseitige“ Forschung)
hoher IK Folge: keine Beteiligung am Abstimmungsprozess, nur schriftliche Stellungnahmen	• Eigentümerinteressen an Arzneimitteln/Medizinprodukten (z.B. Patent, Urheberrecht, Verkaufslizenz), Besitz von Geschäftsanteilen, Aktien mit Beteiligung von Unternehmen der Gesundheitswirtschaft. • Eigentümerinteressen an kommerziellen Fortbildungsinstituten mit themenrelevantem Fortbildungsangebot

Durch die Corona-bedingten Einschränkungen konnte kein persönliches Treffen im Vorfeld stattfinden und es wurde stattdessen die Leitliniengruppe per E-Mail informiert und zur Zustimmung bzw. möglichen Kommentierung sowohl der Graduierung der Interessenkonflikte als auch zum weiteren Vorgehen informiert. Die Sichtung und Bewertung der Interessenerklärungen erfolgte für den Koordinator durch Vertreter der federführenden Fachgesellschaften DGMKG (Prof. Max Heiland) und DGZMK (Prof. Peter Proff). Für die Sichtung und Bewertung von Interessenerklärungen der anderen Teilnehmenden der Leitliniengruppe wurden zwei Vertreter der Leitliniengruppe beauftragt (Herr Prof. Ritschl und Herr Prof. Deppe).

Die Bewertung verlief nach folgendem Procedere:

- Sichtung, ob Angaben gemacht wurden
- Einschätzung, ob relevante sekundäre Interessen (Einteilung siehe Tabelle 6) vorliegen
- Einschätzung des thematischen Bezugs zur Leitlinie insgesamt und/oder in Bezug auf spezifische Fragestellungen, die in der Leitlinie adressiert werden
- Einschätzung der Graduierung der sekundären Interessen (gering/moderat/hoch) unter Berücksichtigung von Kriterien zur Feststellung:
    - Ausprägung der Interessen und des Ausmaßes des daraus eventuell resultierenden Konflikts
        - Art der Zuwendung, Höhe der Zuwendung, Empfänger
        - Zeitraum, Frequenz, Kooperationspartner
        - Intensivität
    - Funktion der betroffenen Person innerhalb der Leitliniengruppe und ihres damit verbundenen Entscheidungs- und Ermessensspielraums

Bei Vorliegen von sekundären Interessen eines Mandatsträgers zu einer Thematik wurde dieser von der Abstimmung von Empfehlungen zu dem jeweiligen Thema ausgeschlossen („Enthaltung wegen IKs“). Die Autoren hatten grundsätzlich kein Stimmrecht.

Ergebnis

Eine tabellarische Übersicht über die Interessenerklärungen befindet sich in Anhang zum Leitlinienreport. Mögliche sekundäre Interessen und ggf. Konsequenzen sind dargelegt.

12 Verbreitung und Implementierung

12.1 Verwertungsrechte

Die Teilnehmenden der Leitliniengruppe als Urheber eines wissenschaftlichen Werkes wurden schriftlich über die Übertragung des Nutzungsrechts für die Publikation der Leitlinie auf den Internetseiten der AWMF, DGZMK und anderen Fachgesellschaften sowie die Publikation in wissenschaftlichen Zeitschriften der Fachgesellschaften, zm, Kammerzeitschriften etc. und ggf. in digitaler Form informiert. Die schriftlichen Zustimmungen aller Teilnehmenden liegen dem Leitlinienbüro der DGZMK vor. Die kostenlose Nutzung der Inhalte der Leitlinie seitens der Adressaten entspricht dem Satzungszweck der wissenschaftlichen Fachgesellschaften.

12.2 Konzept zur Verbreitung und Implementierung

Die Leitlinie sowie die Zusatzdokumente sind über die folgenden Quellen zugänglich:

- Publikation auf der Homepage der DGMKG und der DGZMK
- Publikation im Leitlinienregister der AWMF
- Publikation auf der Homepage der DGZ

Darüber hinaus wird eine Veröffentlichung der Empfehlungen in den „Zahnärztlichen Mitteilungen“ und weiteren nationalen bzw. internationalen Zeitschriften angestrebt. Eine Verbreitung soll ebenfalls durch die Präsentation im Rahmen von Kongressen und Fortbildungsveranstaltungen stattfinden.

12.3 Unterstützende Materialien für die Anwendung der Leitlinie

- Langversion
- Kurzversion
- Leitlinienreport
- Patienteninformation

13 Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren

Die Leitlinie ist ab 31.03.2025 bis zur nächsten Aktualisierung gültig, die Gültigkeitsdauer beträgt 5 Jahre. Vorgesehen sind regelmäßige Aktualisierungen; bei dringendem Änderungsbedarf werden diese gesondert publiziert.

Ansprechpartner für die Aktualisierung: Prof. Dr. Dr. Lucas Ritschl (lucas.ritschl@mri.tum.de)
Kommentierungen und Hinweise für den Aktualisierungsprozess aus der Praxis sind ausdrücklich erwünscht und können an den o.g. Ansprechpartner gerichtet werden.

13.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Kardiale und nicht-kardiale Risikofaktoren, die eine IE begünstigen [Delgado et al., 2023]..... 7
Tabelle 2. Einteilung dentaler Prozeduren gemäß ihrer Invasivität. (modifiziert nach [Thornhill et al., 2022; Thornhill et al., 2024c])..... 13
Tabelle 3. Darstellung Leitlinien-relevanter ICD-10 Codes. 16
Tabelle 4. Standardfragen, die der nicht-Facharzt Patienten mit Herzklappenerkrankungen stellen sollte (modifiziert nach [Millot et al., 2017]). 17
Tabelle 5. Risiko-Stratifizierung dentaler Befunde als potentielle orale Infektionsquellen (modifiziert aus [Fenske et al., 2023]). 37
Tabelle 6. Indikationen zur oralen Zahnsanierung vor Herzklappenersatz. 39
Tabelle 7. Herzerkrankungen, die Personen mit hohem, mittlerem oder geringem Risiko für die Entwicklung einer infektiösen Endokarditis identifizieren (modifiziert aus [Baddour et al., 2023] und [Thornhill et al., 2024a]). 43
Tabelle 8. Prophylaktisches Antibiotikaregime bei zahnärztlichen Eingriffen mit hohem Risiko [Delgado et al., 2023]. 45
Tabelle 9. Risikoanalyse verschiedener Patientengruppen, nach invasiven zahnärztlichen Eingriffen an einer IE zu erkranken. (modifiziert aus [Thornhill et al., 2024c]) 45
Tabelle 10. Beispiele von invasiven dentalen Prozeduren, moderaten dentalen Prozeduren und nicht-invasiven dentalen Prozeduren (modifiziert nach [Wilson et al., 2021; Thornhill et al., 2022; Delgado et al., 2023]). 48
Tabelle 11. Schema der Empfehlungsgraduierung 56
Tabelle 12. Klassifikation der AWMF zur Konsensstärke 56
Tabelle 13. Verwendete Abkürzungen 61

14 Verwendete Abkürzungen

Tabelle 13. Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung
AHA	American Heart Association
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
BCNIE	Blood culture negative infective endocarditis
BOP	Bleeding on probing
CAST	Caries Assessment Spectrum and Treatment
DVT	Digitale Volumentomographie
EACTS	European Association for Cardio-Thoracic Surgery
EFCD	European Federation of Conservative Dentistry
EK	Expertenkonsens
ESC	European Society of Cardiology
HES	Hospital Episode Statistics
ICCMS	International Caries Classification and Management System
ICDAS	International Caries Detection and Assessment System
IE	Infektiöse Endokarditis
KI	Künstliche Intelligenz
95%-KI	95% Konfidenzintervall
LL	Leitlinie
LOE	Level of evidence
MRT	Magnetresonanztomographie
MSCRAMMS	Microbial surface component reacting with adhesive matrix molecules
NICE	UK National Institute for Health and Clinical Excellence
NIS	Nationwide inpatient sample
NLR	Neutrophilen-Lymphozyten-Verhältnis
NNP	Number needed to prevent
NYHA	New York Heart Association
OPG	Orthopantomogramm
ORCA	European Organisation for Caries Research
PSI	Parodontale Screening-Index
PVE	prosthetic valve infective endocarditis
SAVR	Surgical aortic valve reconstruction
SRP	Scaling und root planning

ST	Sondierungstiefe
TAVI	Transcatheter aortic valve implantation
THVR	Transcatheter heart valve replacement
UniViSS	Universal Visual Scoring System

15 Literatur

1 Abdelaziz M. 2023. Detection, Diagnosis, and Monitoring of Early Caries: The Future of Individualized Dental Care. Diagnostics (Basel) 13: 10.3390/diagnostics13243649

2 Abranches J, Zeng L, Belanger M, Rodrigues PH, Simpson-Haidaris PJ, Akin D, Dunn WA, Jr., Progulske-Fox A, Burne RA. 2009. Invasion of human coronary artery endothelial cells by Streptococcus mutans OMZ175. Oral Microbiol Immunol 24: 141-145, 10.1111/j.1399-302X.2008.00487.x

3 Abranches J, Zeng L, Kajfasz JK, Palmer SR, Chakraborty B, Wen ZT, Richards VP, Brady LJ, Lemos JA. 2018. Biology of Oral Streptococci. Microbiol Spectr 6: 10.1128/microbiolspec.GPP3-0042-2018

4 Agrawal A, Arockiam AD, Jamil Y, El Dahdah J, Honnekeri B, Chedid El Helou M, Kassab J, Wang TKM. 2023. Contemporary risk models for infective endocarditis surgery: a narrative review. Ther Adv Cardiovasc Dis 17: 17539447231193291, 10.1177/17539447231193291

5 Akl S, Ranatunga M, Long S, Jennings E, Nimmo A. 2021. A systematic review investigating patient knowledge and awareness on the association between oral health and their systemic condition. BMC Public Health 21: 2077, 10.1186/s12889-021-12016-9

6 Alim BA, Canturk E, Koksal C. 2021. The effect of treated apical periodontitis before heart valve surgery on C-reactive protein levels. Oral Dis 27: 632-638, 10.1111/odi.13554

7 Alkhouli M, Alqahtani F, Alhajji M, Berzingi CO, Sohail MR. 2020. Clinical and Economic Burden of Hospitalizations for Infective Endocarditis in the United States. Mayo Clin Proc 95: 858-866, 10.1016/j.mayocp.2019.08.023

8 Arsiwala-Scheppach LT, Castner NJ, Rohrer C, Mertens S, Kasneci E, Cejudo Grano de Oro JE, Schwendicke F. 2024. Impact of artificial intelligence on dentists' gaze during caries detection: A randomized controlled trial. J Dent 140: 104793, 10.1016/j.jdent.2023.104793

9 Baddour LM, Janszky I, Thornhill MH, Esquer Garrigos Z, DeSimone DC, Welty-Wolf K, Baker AL, Jone PN, Prendergast B, Dayer MJ, American Heart Association Council on Lifelong Congenital Heart D, Heart Health in the Y, Council on C, Stroke N. 2023. Nondental Invasive Procedures and Risk of Infective Endocarditis: Time for a Revisit: A Science Advisory From the American Heart Association. Circulation 148: 1529-1541, 10.1161/CIR.0000000000001180

10 Bajkin BV, Todorovic LM. 2012. Safety of local anaesthesia in dental patients taking oral anticoagulants: is it still controversial? Br J Oral Maxillofac Surg 50: 65-68, 10.1016/j.bjoms.2010.11.002

11 Banerjee A, Splieth C, Breschi L, Fontana M, Paris S, Burrow M, Crombie F, Foster Page L, Gaton-Hernandez P, Giacaman RA, Gugnani N, Hickel R, R AJ, Leal S, Lo E, Tassery H, Thomson WM, Manton DJ, Schwendicke F. 2020. When to intervene in the caries process? A Delphi consensus statement. Br Dent J 229: 474-482, 10.1038/s41415-020-2220-4

12 Baruwa AO, Martins JNR, Meirinhos J, Pereira B, Gouveia J, Quaresma SA, Monroe A, Ginjeira A. 2020. The Influence of Missed Canals on the Prevalence of Periapical Lesions in Endodontically Treated Teeth: A Cross-sectional Study. J Endod 46: 34-39 e31, 10.1016/j.joen.2019.10.007

13 Bina B, Hersh EV, Hilario M, Alvarez K, McLaughlin B. 2018. True Allergy to Amide Local Anesthetics: A Review and Case Presentation. Anesth Prog 65: 119-123, 10.2344/anpr-65-03-06

14 Birlutiu V, Birlutiu RM, Costache VS. 2018. Viridans streptococcal infective endocarditis associated with fixed orthodontic appliance managed surgically by mitral valve plasty: A case report. Medicine (Baltimore) 97: e11260, 10.1097/MD.0000000000011260

15 Bloch S, Hager-Mair FF, Andrukhov O, Schaffer C. 2024. Oral streptococci: modulators of health and disease. Front Cell Infect Microbiol 14: 1357631, 10.3389/fcimb.2024.1357631

16 Bratel J, Kennergren C, Dernevik L, Hakeberg M. 2011. Treatment of oral infections prior to heart valve surgery does not improve long-term survival. Swed Dent J 35: 49-55,

17 Briguglio M, Wainwright TW, Latella M, Ninfa A, Cordani C, Colombo C, Banfi G, Francetti L, Corbella S. 2024. A Proposal for a Multidisciplinary Integrated Oral Health Network for Patients Undergoing Major Orthopaedic Surgery (IOHN-OS). Geriatrics (Basel) 9: 10.3390/geriatrics9020039

18 Bumm CV, Folwaczny M. 2021. Infective endocarditis and oral health-a Narrative Review. Cardiovasc Diagn Ther 11: 1403-1415, 10.21037/cdt-20-908

19 Cahill TJ, Harrison JL, Jewell P, Onakpoya I, Chambers JB, Dayer M, Lockhart P, Roberts N, Shanson D, Thornhill M, Heneghan CJ, Prendergast BD. 2017. Antibiotic prophylaxis for infective endocarditis: a systematic review and meta-analysis. Heart 103: 937-944, 10.1136/heartjnl-2015-309102

20 Cahill TJ, Jewell PD, Denne L, Franklin RC, Frigiola A, Orchard E, Prendergast BD. 2019. Contemporary epidemiology of infective endocarditis in patients with congenital heart disease: A UK prospective study. Am Heart J 215: 70-77, 10.1016/j.ahj.2019.05.014

21 Cahill TJ, Raby J, Jewell PD, Brennan PF, Banning AP, Byrne J, Kharbanda RK, MacCarthy PA, Thornhill MH, Sandoe JAT, Spence MS, Ludman P, Hildick-Smith DJR, Redwood SR, Prendergast BD. 2022. Risk of infective endocarditis after surgical and transcatheter aortic valve replacement. Heart 108: 639-647, 10.1136/heartjnl-2021-320080

22 Camus-Jansson F, Longueira-Diaz N, Salinas-Diaz B, Granic-Chinchon A, Cueto-Urbina W, Parra-Parra M, Lopez-de-Blanc SA. 2023. Preoperative oral practices and incidence of postoperative complications in hospital medical-surgical procedures: A meta-analysis. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 28: e217-e228, 10.4317/medoral.25580

23 Carasso S, Amy DPB, Kusniec F, Ghanim D, Sudarsky D, Kinany W, Shmuel C, Abu El-Naaj I, Kachel E, Amir O. 2019. Dental screening prior to valve interventions: Should we prepare transcatheter aortic valve replacement candidates for "surgery"? Int J Cardiol 294: 23-26, 10.1016/j.ijcard.2019.07.081

24 Carinci F, Martinelli M, Contaldo M, Santoro R, Pezzetti F, Lauritano D, Candotto V, Mucchi D, Palmieri A, Tagliabue A, Tettamanti L. 2018. Focus on periodontal disease and development of endocarditis. J Biol Regul Homeost Agents 32: 143-147,

25 Caton JG, Armitage G, Berglundh T, Chapple ILC, Jepsen S, Kornman KS, Mealey BL, Papapanou PN, Sanz M, Tonetti MS. 2018. A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions - Introduction and key changes from the 1999 classification. J Clin Periodontol 45 Suppl 20: S1-S8, 10.1111/jcpe.12935

26 Chalupova M, Skalova A, Hajek T, Geigerova L, Kralova D, Liska P, Hecova H, Molacek J, Hrabak J. 2018. Bacterial DNA detected on pathologically changed heart valves using 16S rRNA gene amplification. Folia Microbiol (Praha) 63: 707-711, 10.1007/s12223-018-0611-6

27 Chambers JB, Dayer M, Prendergast BD, Sandoe J, Westaby S, Thornhill M, British Heart Valve S. 2013. Beyond the antibiotic prophylaxis of infective endocarditis: the problem of dental surveillance. Heart 99: 363-364, 10.1136/heartjnl-2012-302965

28 Chen PC, Tung YC, Wu PW, Wu LS, Lin YS, Chang CJ, Kung S, Chu PH. 2015. Dental Procedures and the Risk of Infective Endocarditis. Medicine (Baltimore) 94: e1826, 10.1097/MD.0000000000001826

29 Chen S, Yang Y, Wu W, Wei R, Wang Z, Tay FR, Hu J, Ma J. 2024. Classification of Caries Based on CBCT: A Deep Learning Network Interpretability Study. J Imaging Inform Med: 10.1007/s10278-024-01143-5

30 Chen SJ, Liu CJ, Chao TF, Wang KL, Wang FD, Chen TJ, Chiang CE. 2013. Dental scaling and risk reduction in infective endocarditis: a nationwide population-based case-control study. Can J Cardiol 29: 429-433, 10.1016/j.cjca.2012.04.018

31 Cloitre A, Duval X, Tubiana S, Giraud P, Veyrac G, Nosbaum A, Gouraud A, Mahe J, Lesclous P. 2019. Antibiotic prophylaxis for the prevention of infective endocarditis for dental procedures is not associated with fatal adverse drug reactions in France. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 24: e296-e304, 10.4317/medoral.22818

32 Cloitre A, Hascoet E, Iung B, Duval X, Lesclous P. 2022. Impact of cone-beam computed tomography for the identification and management of an oral portal of entry in patients with infective endocarditis. A Delphi study. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 27: e42-e50, 10.4317/medoral.24885

33 Cueto Urbina A, Guzman Opazo J, Sagredo Ramirez K, Parra Parra M, Lopez De Blanc S. 2023. Association between periodontitis and postoperative complications in hospital medical surgical procedures: a systematic review. Rev Cient Odontol (Lima) 11: e177, 10.21142/2523-2754-1104-2023-177

34 Curtis MA, Diaz PI, Van Dyke TE. 2020. The role of the microbiota in periodontal disease. Periodontol 2000 83: 14-25, 10.1111/prd.12296

35 Dayer M, Thornhill M. 2018. Is antibiotic prophylaxis to prevent infective endocarditis worthwhile? J Infect Chemother 24: 18-24, 10.1016/j.jiac.2017.10.006

36 Dayer MJ, Jones S, Prendergast B, Baddour LM, Lockhart PB, Thornhill MH. 2015. Incidence of infective endocarditis in England, 2000-13: a secular trend, interrupted time-series analysis. Lancet 385: 1219-1228, 10.1016/S0140-6736(14)62007-9

37 Dayer MJ, Thornhill M, Baddour LM. 2023. Antibiotic prophylaxis for patients at risk of infective endocarditis: an increasing evidence base? Br J Cardiol 30: 6, 10.5837/bjc.2023.006

38 de Paula-Silva FW, Wu MK, Leonardo MR, da Silva LA, Wesselink PR. 2009. Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. J Endod 35: 1009-1012, 10.1016/j.joen.2009.04.006

39 de Souza AF, Rocha AL, Castro WH, Ferreira FM, Gelape CL, Travassos DV, da Silva TA. 2016. Dental care before cardiac valve surgery: Is it important to prevent infective endocarditis? Int J Cardiol Heart Vasc 12: 57-62, 10.1016/j.ijcha.2016.07.001

40 Del Val D, Panagides V, Mestres CA, Miro JM, Rodes-Cabau J. 2023. Infective Endocarditis After Transcatheter Aortic Valve Replacement: JACC State-of-the-Art Review. J Am Coll Cardiol 81: 394-412, 10.1016/j.jacc.2022.11.028

41 Delahaye F, M'Hammedi A, Guerpillon B, de Gevigney G, Boibieux A, Dauwalder O, Bouchiat C, Vandenesch F. 2016. Systematic Search for Present and Potential Portals of Entry for Infective Endocarditis. J Am Coll Cardiol 67: 151-158, 10.1016/j.jacc.2015.10.065

42 Delgado V, Ajmone Marsan N, de Waha S, Bonaros N, Brida M, Burri H, Caselli S, Doenst T, Ederhy S, Erba PA, Foldager D, Fosbol EL, Kovac J, Mestres CA, Miller OI, Miro JM, Pazdernik M, Pizzi

MN, Quintana E, Rasmussen TB, Ristic AD, Rodes-Cabau J, Sionis A, Zuhlke LJ, Borger MA, Group ESCSD. 2023. 2023 ESC Guidelines for the management of endocarditis. Eur Heart J 44: 3948-4042, 10.1093/eurheartj/ehad193

43 Deppe H, Auer-Bahrs J, Kolk A, Hall D, Wagenpfeil S. 2007. Need for dental treatment following cardiac valve surgery: a clinical study. J Craniomaxillofac Surg 35: 293-301, 10.1016/j.jcms.2007.07.002

44 Deppe H, Reitberger J, Behr AV, Vitanova K, Lange R, Wantia N, Wagenpfeil S, Sculean A, Ritschl LM. 2022. Oral bacteria in infective endocarditis requiring surgery: a retrospective analysis of 134 patients. Clin Oral Investig 26: 4977-4985, 10.1007/s00784-022-04465-2

45 DeSimone DC, Tleyjeh IM, Correa de Sa DD, Anavekar NS, Lahr BD, Sohail MR, Steckelberg JM, Wilson WR, Baddour LM, Mayo Cardiovascular Infections Study G. 2012. Incidence of infective endocarditis caused by viridans group streptococci before and after publication of the 2007 American Heart Association's endocarditis prevention guidelines. Circulation 126: 60-64, 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.095281

46 DeSimone DC, Tleyjeh IM, Correa de Sa DD, Anavekar NS, Lahr BD, Sohail MR, Steckelberg JM, Wilson WR, Baddour LM, Mayo Cardiovascular Infections Study G. 2015. Incidence of Infective Endocarditis Due to Viridans Group Streptococci Before and After the 2007 American Heart Association's Prevention Guidelines: An Extended Evaluation of the Olmsted County, Minnesota, Population and Nationwide Inpatient Sample. Mayo Clin Proc 90: 874-881, 10.1016/j.mayocp.2015.04.019

47 Dhotre S, Jahagirdar V, Suryawanshi N, Davane M, Patil R, Nagoba B. 2018. Assessment of periodontitis and its role in viridans streptococcal bacteremia and infective endocarditis. Indian Heart J 70: 225-232, 10.1016/j.ihj.2017.06.019

48 Diamanti-Kipioti A, Papapanou PN, Moraitaki-Tsami A, Lindhe J, Mitsis F. 1993. Comparative estimation of periodontal conditions by means of different index systems. J Clin Periodontol 20: 656-661, 10.1111/j.1600-051x.1993.tb00711.x

49 Diz Dios P, Monteiro L, Pimolbutr K, Gobbo M, France K, Bindakhil M, Holmes H, Sperotto F, Graham L, Turati F, Salvatori A, Hong C, Sollecito TP, Lodi G, Thornhill MH, Lockhart PB, Edefonti V. 2023. World Workshop on Oral Medicine VIII: Dentists' compliance with infective endocarditis prophylaxis guidelines for patients with high-risk cardiac conditions: a systematic review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 135: 757-771, 10.1016/j.oooo.2022.12.017

50 Duval X, Hoen B. 2015. Prophylaxis for infective endocarditis: let's end the debate. Lancet 385: 1164-1165, 10.1016/S0140-6736(14)62121-8

51 Duval X, Leport C. 2008. Prophylaxis of infective endocarditis: current tendencies, continuing controversies. Lancet Infect Dis 8: 225-232, 10.1016/S1473-3099(08)70064-1

52 Ebrahimi R, Khajeh S, Paik H, Moradi M, Rastegar Khosravi M. 2024. Prevalence of Untreated Canals and Their Association with Periapical Periodontitis Using Cone-beam Computed Tomography. Iran Endod J 19: 150-157, 10.22037/iej.v19i3.42440

53 Eggleston ST, Lush LW. 1996. Understanding allergic reactions to local anesthetics. Ann Pharmacother 30: 851-857, 10.1177/106002809603000724

54 Ekstrand KR, Gimenez T, Ferreira FR, Mendes FM, Braga MM. 2018. The International Caries Detection and Assessment System - ICDAS: A Systematic Review. Caries Res 52: 406-419, 10.1159/000486429

55 Ekstrand KR, Ricketts DN, Kidd EA. 1997. Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth of the occlusal surface: an in vitro examination. Caries Res 31: 224-231, 10.1159/000262404

56 Esmaeilyfard R, Bonyadifard H, Paknahad M. 2024. Dental Caries Detection and Classification in CBCT Images Using Deep Learning. Int Dent J 74: 328-334, 10.1016/j.identj.2023.10.003

57 Fauchier L, Bisson A, Herbert J, Lacour T, Bourguignon T, Etienne CS, Bernard A, Deharo P, Bernard L, Babuty D. 2020. Incidence and outcomes of infective endocarditis after transcatheter aortic valve implantation versus surgical aortic valve replacement. Clin Microbiol Infect 26: 1368-1374, 10.1016/j.cmi.2020.01.036

58 Fee PA, Riley P, Worthington HV, Clarkson JE, Boyers D, Beirne PV. 2020. Recall intervals for oral health in primary care patients. Cochrane Database Syst Rev 10: CD004346, 10.1002/14651858.CD004346.pub5

59 Fejerskov O. 2004. Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. Caries Res 38: 182-191, 10.1159/000077753

60 Fenske F, Krause L, Meyer S, Kujat B, Repmann J, Neuhaus M, Zimmerer R, Roth A, Lethaus B, Ziebolz D, Schmalz G. 2023. Oral Health Screening for Risk Reduction for Early Periprosthetic Joint Infections of Hip and Knee Endoprostheses-Results of a Prospective Cohort Study. J Clin Med 12: 10.3390/jcm12134451

61 Feuerriegel GC, Burian E, Sollmann N, Leonhardt Y, Burian G, Griesbauer M, Bumm C, Makowski MR, Probst M, Probst FA, Karampinos DC, Folwaczny M. 2023. Evaluation of 3D MRI for early detection of bone edema associated with apical periodontitis. Clin Oral Investig 27: 5403-5412, 10.1007/s00784-023-05159-z

62 Fleck E, Heinemann M, Meinertz T, Bestehorn K, Pott A, M. R. 2022. Deutscher Herzbericht 2022. Deutsche Herzstiftung e.V. 34:

63 Forner L, Larsen T, Kilian M, Holmstrup P. 2006. Incidence of bacteremia after chewing, tooth brushing and scaling in individuals with periodontal inflammation. J Clin Periodontol 33: 401-407, 10.1111/j.1600-051X.2006.00924.x

64 Foros P, Oikonomou E, Koletsi D, Rahiotis C. 2021. Detection Methods for Early Caries Diagnosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. Caries Res 55: 247-259, 10.1159/000516084

65 Forrest JK, Deeb GM, Yakubov SJ, Gada H, Mumtaz MA, Ramlawi B, Bajwa T, Teirstein PS, Tchetche D, Huang J, Reardon MJ, Evolut Low Risk Trial I. 2023. 4-Year Outcomes of Patients With Aortic Stenosis in the Evolut Low Risk Trial. J Am Coll Cardiol 82: 2163-2165, 10.1016/j.jacc.2023.09.813

66 Franklin M, Wailoo A, Dayer MJ, Jones S, Prendergast B, Baddour LM, Lockhart PB, Thornhill MH. 2016. The Cost-Effectiveness of Antibiotic Prophylaxis for Patients at Risk of Infective Endocarditis. Circulation 134: 1568-1578, 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.022047

67 Frencken JE, de Amorim RG, Faber J, Leal SC. 2011. The Caries Assessment Spectrum and Treatment (CAST) index: rational and development. Int Dent J 61: 117-123, 10.1111/j.1875-595X.2011.00022.x

68 Friedlander AH, Chang TI, Hazboun RC, Aghazadehsanai N. 2015. The effectiveness of antibiotic prophylaxis to prevent infectious endocarditis is not easily dismissed. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 120: 660, 10.1016/j.oooo.2015.05.104

69 Fukuda M, Nozawa M, Akiyama H, Ariji E, Ariji Y. 2024. Improved soft-tissue visibility on cone-beam computed tomography with an image-generating artificial intelligence model using a cyclic generative adversarial network. Oral Radiol 40: 508-519, 10.1007/s11282-024-00763-5

70 Gong CL, Duong A, Zangwill KM. 2023. Estimating the cost of inappropriate antibiotic prophylaxis prior to dental procedures. Infect Control Hosp Epidemiol 44: 1850-1853, 10.1017/ice.2023.126

71 Grassi M, Lang NP, Lehmann B, Mombelli A, Schmid J. 2005. Parodontologie: Qualitätsleitlinien in der Zahnmedizin. Schweiz Monatsschr Zahnmed 115: 107-118,

72 Green PT, Mol A, Moretti AJ, Tyndall DA, Kohltfarber HB. 2019. Comparing the diagnostic efficacy of intraoral radiography and cone beam computed tomography volume registration in the detection of mandibular alveolar bone defects. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 128: 176-185, 10.1016/j.oooo.2018.12.018

73 Guimaraes CC, Lopes LC, Bergamaschi CC, Ramacciato JC, Silva MT, Araujo JO, de Andrade NK, Motta RHL. 2021. Local anaesthetics combined with vasoconstrictors in patients with cardiovascular disease undergoing dental procedures: systematic review and meta-analysis. BMJ Open 11: e044357, 10.1136/bmjopen-2020-044357

74 Habib G, Erba PA, Iung B, Donal E, Cosyns B, Laroche C, Popescu BA, Prendergast B, Tornos P, Sadeghpour A, Oliver L, Vaskelyte JJ, Sow R, Axler O, Maggioni AP, Lancellotti P, Investigators E-E. 2019. Clinical presentation, aetiology and outcome of infective endocarditis. Results of the ESC-EORP EURO-ENDO (European infective endocarditis) registry: a prospective cohort study. Eur Heart J 40: 3222-3232, 10.1093/eurheartj/ehz620

75 Habib G, Lancellotti P, Antunes MJ, Bongiorni MG, Casalta JP, Del Zotti F, Dulgheru R, El Khoury G, Erba PA, Iung B, Miro JM, Mulder BJ, Plonska-Gosciniak E, Price S, Roos-Hesselink J, Snygg-Martin U, Thuny F, Tornos Mas P, Vilacosta I, Zamorano JL, Group ESCSD. 2015. 2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis: The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS), the European Association of Nuclear Medicine (EANM). Eur Heart J 36: 3075-3128, 10.1093/eurheartj/ehv319

76 Hakeberg M, Dernevik L, Gatzinsky P, Eklof C, Kennergren C, Jontell M. 1999. The significance of oral health and dental treatment for the postoperative outcome of heart valve surgery. Scand Cardiovasc J 33: 5-8, 10.1080/14017439950141966

77 Hassanin A, Afify H, Zook S, Frishman WH, Aronow WS. 2023. Infective Endocarditis After Transcatheter Aortic Valve Implantation: A Systematic Review. Cardiol Rev 31: 93-98, 10.1097/CRD.0000000000000460

78 Heredia-Rodriguez M, Hernandez A, Bustamante-Munguira J, Alvarez FJ, Eiros JM, Castrodeza J, Tamayo E. 2018. Evolution of the Incidence, Mortality, and Cost of Infective Endocarditis in Spain Between 1997 and 2014. J Gen Intern Med 33: 1610-1613, 10.1007/s11606-018-4514-7

79 Hilmi A, Patel S, Mirza K, Galicia JC. 2023. Efficacy of imaging techniques for the diagnosis of apical periodontitis: A systematic review. Int Endod J 56 Suppl 3: 326-339, 10.1111/iej.13921

80 Ho JTF, van Riet TCT, Afrian Y, Sem K, Spijker R, de Lange J, Lindeboom JA. 2021. Adverse effects following dental local anesthesia: a literature review. J Dent Anesth Pain Med 21: 507-525, 10.17245/jdapm.2021.21.6.507

81 Hollatz S, Wacker-Gussmann A, Wilberg S, Folwaczny M, Neidenbach R, Kaemmerer H, Ewert P, Oberhoffer R. 2019. Awareness of oral health in adults with congenital heart disease. Cardiovasc Diagn Ther 9: S281-S291, 10.21037/cdt.2019.01.01

82 Huysmans MC, Fontana M, Lussi A, Jablonski-Momeni A, Banerjee A, Ricketts D, Schwendicke F, Mendes FM, Douglas G, Schmalz G, Campus G, Aps J, Horner K, Neuhaus KW, van der Veen MH, Opdam N, Domejean S, Martignon S, Kühnisch J, Splieth CH. 2024. European Organisation

for Caries Research and the European Federation of Conservative Dentistry Consensus Report on Clinical Recommendations for Caries Diagnosis: Paper III - Caries Diagnosis at the Individual Level. Caries Res: 1, 10.1159/000539427

83 Ismail A, Yogarajah A, Falconer JL, Dworakowski R, Watson S, Breeze J, Gunning M, Khan H, Hussain A, Howard JP, Cheong P, Shah M, Nibali L, Sousa V. 2024. Insights into microorganisms, associated factors, and the oral microbiome in infective endocarditis patients. Front Oral Health 5: 1270492, 10.3389/froh.2024.1270492

84 Ismail AI, Sohn W, Tellez M, Amaya A, Sen A, Hasson H, Pitts NB. 2007. The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. Community Dent Oral Epidemiol 35: 170-178, 10.1111/j.1600-0528.2007.00347.x

85 Jenkins GW, Holmes A, Colman-Nally J, Mustafa S. 2015. What is the role of the oral and maxillofacial department in the preoperative management of patients awaiting cardiac operations? Br J Oral Maxillofac Surg 53: 442-445, 10.1016/j.bjoms.2015.02.013

86 Jenkyn I, Patel K, Jenkyn C, Basyuni S, Talukder S, Cameron M. 2021. Analysis of the frequency of bacteraemia of dental origin implicated in infective endocarditis in patients requiring valve surgery. Br J Oral Maxillofac Surg 59: 329-334, 10.1016/j.bjoms.2020.08.095

87 Johannsen KM, Fuglsig J, Matzen LH, Christensen J, Spin-Neto R. 2023. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of periodontal and periapical disease. Dentomaxillofac Radiol 52: 20230184, 10.1259/dmfr.20230184

88 Johnstone R, Khalil N, Shojaei E, Puka K, Bondy L, Koivu S, Silverman M. 2022. Different drugs, different sides: injection use of opioids alone, and not stimulants alone, predisposes to right-sided endocarditis. Open Heart 9: 10.1136/openhrt-2021-001930

89 Kanagasingam S, Lim CX, Yong CP, Mannocci F, Patel S. 2017. Diagnostic accuracy of periapical radiography and cone beam computed tomography in detecting apical periodontitis using histopathological findings as a reference standard. Int Endod J 50: 417-426, 10.1111/iej.12650

90 Kapor S, Rankovic MJ, Khazaei Y, Crispin A, Schuler I, Krause F, Lussi A, Neuhaus K, Eggmann F, Michou S, Ekstrand K, Huysmans MC, Kühnisch J. 2021. Systematic review and meta-analysis of diagnostic methods for occlusal surface caries. Clin Oral Investig 25: 4801-4815, 10.1007/s00784-021-04024-1

91 Kauffels A, Schmalz G, Kollmar O, Slotta JE, Weig M, Gross U, Bader O, Ziebolz D. 2017. Oral findings and dental behaviour before and after liver transplantation - a single-centre cross-sectional study. Int Dent J 67: 244-251, 10.1111/idj.12290

92 Kazarina A, Kuzmicka J, Bortkevica S, Zayakin P, Kimsis J, Igumnova V, Sadovska D, Freimane L, Kivrane A, Namina A, Capligina V, Poksane A, Ranka R. 2023. Oral microbiome variations related to ageing: possible implications beyond oral health. Arch Microbiol 205: 116, 10.1007/s00203-023-03464-5

93 Khan A, Aslam A, Satti KN, Ashiq S. 2020. Infective endocarditis post-transcatheter aortic valve implantation (TAVI), microbiological profile and clinical outcomes: A systematic review. PLoS One 15: e0225077, 10.1371/journal.pone.0225077

94 Kidd EA, Björndal L, Beighton D, Fejerskov O. 2008. Caries removal and the pulpo-dentinal complex. , John Wiley & Sons

95 Kirkevang LL, Orstavik D, Bahrami G, Wenzel A, Vaeth M. 2017. Prediction of periapical status and tooth extraction. Int Endod J 50: 5-14, 10.1111/iej.12581

96 Kirkevang LL, Orstavik D, Wenzel A, Vaeth M. 2015. Prognostic value of the full-scale Periapical Index. Int Endod J 48: 1051-1058, 10.1111/iej.12402

97 Kolk A, Pautke C, Hall D, Wagenpfeil S, Wolff KD, Deppe H. 2009. [The influence of surgical and restorative dental treatment prior to cardiac valve surgery on the long-term demand of dental treatment: a prospective clinical study]. Wien Med Wochenschr 159: 608-619, 10.1007/s10354-009-0694-4

98 Kolte D, Goldsweig A, Kennedy KF, Abbott JD, Gordon PC, Sellke FW, Ehsan A, Sodha N, Sharaf BL, Aronow HD. 2018. Comparison of Incidence, Predictors, and Outcomes of Early Infective Endocarditis after Transcatheter Aortic Valve Implantation Versus Surgical Aortic Valve Replacement in the United States. Am J Cardiol 122: 2112-2119, 10.1016/j.amjcard.2018.08.054

99 Krasniqi L, Schodt Riber LP, Nissen H, Terkelsen CJ, Andersen NH, Freeman P, Povlsen JA, Gerke O, Clavel MA, Dahl JS. 2024. Impact of mandatory preoperative dental screening on post-procedural risk of infective endocarditis in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation: a nationwide retrospective observational study. Lancet Reg Health Eur 36: 100789, 10.1016/j.lanepe.2023.100789

100 Kühnisch J. 2020. Discussion on the paper: "When to intervene in the caries process? An expert Delphi consensus statement". Clin Oral Investig 24: 1865-1867, 10.1007/s00784-020-03271-y

101 Kühnisch J, Aps JK, Splieth C, Lussi A, Jablonski-Momeni A, Mendes FM, Schmalz G, Fontana M, Banerjee A, Ricketts D, Schwendicke F, Douglas G, Campus G, van der Veen M, Opdam N, Domejean S, Martignon S, Neuhaus KW, Horner K, Huysmans MD. 2024. ORCA-EFCD consensus report on clinical recommendation for caries diagnosis. Paper I: caries lesion detection and depth assessment. Clin Oral Investig 28: 227, 10.1007/s00784-024-05597-3

102 Kühnisch J, Goddon I, Berger S, Senkel H, Bücher K, Oehme T, Hickel R, Heinrich-Weltzien R. 2009. Development, methodology and potential of the new Universal Visual Scoring System (UniViSS) for caries detection and diagnosis. Int J Environ Res Public Health 6: 2500-2509, 10.3390/ijerph6092500

103 Kumar PS. 2013. Oral microbiota and systemic disease. Anaerobe 24: 90-93, 10.1016/j.anaerobe.2013.09.010

104 Kvist T, Hofmann B. 2023. Clinical decision making of post-treatment disease. Int Endod J 56 Suppl 2: 154-168, 10.1111/iej.13806

105 Lafaurie GI, Noriega LA, Torres CC, Castillo Y, Moscoso SB, Mosquera S, Diaz-Baez D, Chambrone L. 2019. Impact of antibiotic prophylaxis on the incidence, nature, magnitude, and duration of bacteremia associated with dental procedures: A systematic review. J Am Dent Assoc 150: 948-959 e944, 10.1016/j.adaj.2019.06.017

106 Lalani T, Chu VH, Park LP, Cecchi E, Corey GR, Durante-Mangoni E, Fowler VG, Jr., Gordon D, Grossi P, Hannan M, Hoen B, Munoz P, Rizk H, Kanj SS, Selton-Suty C, Sexton DJ, Spelman D, Ravasio V, Tripodi MF, Wang A, International Collaboration on Endocarditis-Prospective Cohort Study I. 2013. In-hospital and 1-year mortality in patients undergoing early surgery for prosthetic valve endocarditis. JAMA Intern Med 173: 1495-1504, 10.1001/jamainternmed.2013.8203

107 Lam D, Wright K, Archer B. 2013. Is it safe to perform dental and cardiac valve surgeries concomitantly? J Oral Maxillofac Surg 71: 1000-1004, 10.1016/j.joms.2013.01.003

108 Lanz J, Reardon MJ, Pilgrim T, Stortecky S, Deeb GM, Chetcuti S, Yakubov SJ, Gleason TG, Huang J, Windecker S. 2021. Incidence and Outcomes of Infective Endocarditis After Transcatheter or Surgical Aortic Valve Replacement. J Am Heart Assoc 10: e020368, 10.1161/JAHA.120.020368

109 Lean SSH, Jou E, Ho JSY, Jou EGL. 2023. Prophylactic antibiotic use for infective endocarditis: a systematic review and meta-analysis. BMJ Open 13: e077026, 10.1136/bmjopen-2023-077026

110 Leonardi Dutra K, Haas L, Porporatti AL, Flores-Mir C, Nascimento Santos J, Mezzomo LA, Correa M, De Luca Canto G. 2016. Diagnostic Accuracy of Cone-beam Computed Tomography and Conventional Radiography on Apical Periodontitis: A Systematic Review and Meta-analysis. J Endod 42: 356-364, 10.1016/j.joen.2015.12.015

111 Liesman RM, Pritt BS, Maleszewski JJ, Patel R. 2017. Laboratory Diagnosis of Infective Endocarditis. J Clin Microbiol 55: 2599-2608, 10.1128/JCM.00635-17

112 Liljestrand JM, Salminen A, Lahdentausta L, Paju S, Mantyla P, Buhlin K, Tjaderhane L, Sinisalo J, Pussinen PJ. 2021. Association between dental factors and mortality. Int Endod J 54: 672-681, 10.1111/iej.13458

113 Limeres Posse J, Alvarez Fernandez M, Fernandez Feijoo J, Medina Henriquez J, Lockhart PB, Chu VH, Diz Dios P. 2016. Intravenous amoxicillin/clavulanate for the prevention of bacteraemia following dental procedures: a randomized clinical trial. J Antimicrob Chemother 71: 2022-2030, 10.1093/jac/dkw081

114 Lindfors N, Ekestubbe A, Frisk F, Lund H. 2024. Is cone-beam computed tomography (CBCT) an alternative to plain radiography in assessments of dental disease? A study of method agreement in a medically compromised patient population. Clin Oral Investig 28: 127, 10.1007/s00784-024-05527-3

115 Lockhart PB, Bahrani Mougeot FK, Saunders SE, Brennan MT. 2015. The effectiveness of antibiotic prophylaxis in preventing infective endocarditis is not easily dismissed. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 120: 661-662, 10.1016/j.oooo.2015.06.025

116 Lockhart PB, Brennan MT, Cook WH, Sasser H, Lovell RD, Skipper ER, Noll J, Cox TL, Aten DJ, Cook JW. 2009a. Concomitant surgical treatment of dental and valvular heart diseases. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 107: 71-76, 10.1016/j.tripleo.2008.09.014

117 Lockhart PB, Brennan MT, Sasser HC, Fox PC, Paster BJ, Bahrani-Mougeot FK. 2008. Bacteremia associated with toothbrushing and dental extraction. Circulation 117: 3118-3125, 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.758524

118 Lockhart PB, Brennan MT, Thornhill M, Michalowicz BS, Noll J, Bahrani-Mougeot FK, Sasser HC. 2009b. Poor oral hygiene as a risk factor for infective endocarditis-related bacteremia. J Am Dent Assoc 140: 1238-1244, 10.14219/jada.archive.2009.0046

119 Lockhart PB, Chu V, Zhao J, Gohs F, Thornhill MH, Pihlstrom B, Mougeot FB, Rose GA, Sun YP, Napenas J, Munz S, Farrehi PM, Sollecito T, Sankar V, O'Gara PT. 2023. Oral hygiene and infective endocarditis: a case control study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 136: 333-342, 10.1016/j.oooo.2023.02.020

120 Lockhart PB, DeLong HR, Lipman RD, Abt E, Baddour LM, Colvin M, Miller CS, Sollecito T, O'Brien K, Estrich CG, Araujo MWB, Carrasco-Labra A. 2019. Effect of dental treatment before cardiac valve surgery: Systematic review and meta-analysis. J Am Dent Assoc 150: 739-747 e739, 10.1016/j.adaj.2019.04.024

121 Ludlow JB, Timothy R, Walker C, Hunter R, Benavides E, Samuelson DB, Scheske MJ. 2015. Effective dose of dental CBCT-a meta analysis of published data and additional data for nine CBCT units. Dentomaxillofac Radiol 44: 20140197, 10.1259/dmfr.20140197

122 Luk A, Kim ML, Ross HJ, Rao V, David TE, Butany J. 2014. Native and prosthetic valve infective endocarditis: clinicopathologic correlation and review of the literature. Malays J Pathol 36: 71-81

123 Luthra S, Orlandi M, Leira Y, Bokre D, Marletta D, Rotundo R, Harden S, D'Aiuto F. 2022. Invasive dental treatment and acute vascular events: A systematic review and meta-analysis. J Clin Periodontol 49: 467-479, 10.1111/jcpe.13600

124 Machiulskiene V, Campus G, Carvalho JC, Dige I, Ekstrand KR, Jablonski-Momeni A, Maltz M, Manton DJ, Martignon S, Martinez-Mier EA, Pitts NB, Schulte AG, Splieth CH, Tenuta LMA, Ferreira Zandona A, Nyvad B. 2020. Terminology of Dental Caries and Dental Caries Management: Consensus Report of a Workshop Organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR. Caries Res 54: 7-14, 10.1159/000503309

125 Maeda K, Hirai Y, Nashi M, Yamamoto S, Taniike N, Takenobu T. 2022. Clinical features and antimicrobial susceptibility of oral bacteria isolated from the blood cultures of patients with infective endocarditis. J Dent Sci 17: 870-875, 10.1016/j.jds.2021.09.023

126 Maharaj B, Coovadia Y, Vayej AC. 2012. A comparative study of amoxicillin, clindamycin and chlorhexidine in the prevention of post-extraction bacteraemia. Cardiovasc J Afr 23: 491-494, 10.5830/CVJA-2012-049

127 Mangner N, del Val D, Abdel-Wahab M, Crusius L, Durand E, Ihlemann N, Urena M, Pellegrini C, Giannini F, Gasior T, Wojakowski W, Landt M, Auffret V, Sinning JM, Cheema AN, Nombela-Franco L, Chamandi C, Campelo-Parada F, Munoz-Garcia E, Herrmann HC, Testa L, Kim WK, Castillo JC, Alperi A, Tchetche D, Bartorelli AL, Kapadia S, Stortecky S, Amat-Santos I, Wijeysundera HC, Lisko J, Gutierrez-Ibanes E, Serra V, Salido L, Alkhodair A, Livi U, Chakravarty T, Lerakis S, Vilalta V, Regueiro A, Romaguera R, Kappert U, Barbanti M, Masson JB, Maes F, Fiorina C, Miceli A, Kodali S, Ribeiro HB, Mangione JA, Sandoli de Brito F, Jr., Actis Dato GM, Rosato F, Ferreira MC, Correia de Lima V, Colafranceschi AS, Abizaid A, Marino MA, Esteves V, Andrea J, Godinho RR, Alfonso F, Eltchaninoff H, Sondergaard L, Himbert D, Husser O, Latib A, Le Breton H, Servoz C, Pascual I, Siddiqui S, Olivares P, Hernandez-Antolin R, Webb JG, Sponga S, Makkar R, Kini AS, Boukhris M, Gervais P, Cote M, Holzhey D, Linke A, Rodes-Cabau J. 2022. Surgical Treatment of Patients With Infective Endocarditis After Transcatheter Aortic Valve Implantation. J Am Coll Cardiol 79: 772-785, 10.1016/j.jacc.2021.11.056

128 Martins CC, Lockhart PB, Firmino RT, Kilmartin C, Cahill TJ, Dayer M, Occhi-Alexandre IGP, Lai H, Ge L, Thornhill MH. 2024. Bacteremia following different oral procedures: Systematic review and meta-analysis. Oral Dis 30: 846-854, 10.1111/odi.14531

129 Marttila E, Gronholm L, Saloniemi M, Rautemaa-Richardson R. 2021. Prevalence of bacteraemia following dental extraction - efficacy of the prophylactic use of amoxicillin and clindamycin. Acta Odontol Scand 79: 25-30, 10.1080/00016357.2020.1768285

130 McDonald EG, Aggrey G, Tarik Aslan A, Casias M, Cortes-Penfield N, Dong MQD, Egbert S, Footer B, Isler B, King M, Maximos M, Wuerz TC, Azim AA, Alza-Arcila J, Bai AD, Blyth M, Boyles T, Caceres J, Clark D, Davar K, Denholm JT, Forrest G, Ghanem B, Hagel S, Hanretty A, Hamilton F, Jent P, Kang M, Kludjian G, Lahey T, Lapin J, Lee R, Li T, Mehta D, Moore J, Mowrer C, Ouellet G, Reece R, Ryder JH, Sanctuaire A, Sanders JM, Stoner BJ, So JM, Tessier JF, Tirupathi R, Tong SYC, Wald-Dickler N, Yassin A, Yen C, Spellberg B, Lee TC. 2023. Guidelines for Diagnosis and Management of Infective Endocarditis in Adults: A WikiGuidelines Group Consensus Statement. JAMA Netw Open 6: e2326366, 10.1001/jamanetworkopen.2023.26366

131 Mejáre I, Källestål C, Stenlund H. 1999. Incidence and progression of approximal caries from 11 to 22 years of age in Sweden: A prospective radiographic study. Caries Res 33: 93-100, 10.1159/000016502

132 Millot S, Lesclous P, Colombier ML, Radoi L, Messeca C, Ballanger M, Charrier JL, Tramba P, Simon S, Berrebi A, Doguet F, Lansac E, Tribouilloy C, Habib G, Duval X, Iung B. 2017. Position paper for the evaluation and management of oral status in patients with valvular disease: Groupe de Travail Valvulopathies de la Societe Francaise de Cardiologie, Societe Francaise de Chirurgie Orale, Societe Francaise de Parodontologie et d'Implantologie Orale, Societe Francaise d'Endodontie et Societe de Pathologie Infectieuse de Langue Francaise. Arch Cardiovasc Dis 110: 482-494, 10.1016/j.acvd.2017.01.012

133 Mohammad-Rahimi H, Motamedian SR, Rohban MH, Krois J, Uribe SE, Mahmoudinia E, Rokhshad R, Nadimi M, Schwendicke F. 2022. Deep learning for caries detection: A systematic review. J Dent 122: 104115, 10.1016/j.jdent.2022.104115

134 Moharrami M, Farmer J, Singhal S, Watson E, Glogauer M, Johnson AEW, Schwendicke F, Quinonez C. 2024. Detecting dental caries on oral photographs using artificial intelligence: A systematic review. Oral Dis 30: 1765-1783, 10.1111/odi.14659

135 Mombelli A, Schmid J, Walter C, Wetzel A. 2014. Parodontologie: Qualitätsleitlinien in der Zahnmedizin. Swiss Dent J 124: 261-267,

136 Monaci C, Nair AN, Gilukara SS, Tummala T, J S, Fatima S, Gupta R, Sabu N, Nagra HM, Colca Herrera AV, Al-Tawil M. 2024. Clinical Profiles and Outcomes of Prosthesis-Specific Infective Endocarditis Subsequent to Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement: A Systematic Review and Meta-Analysis. Cureus 16: e59398, 10.7759/cureus.59398

137 Montano TCP, Wanderley MIA, Sampaio RO, Alves CGB, Neves ILI, Lopes MA, Tarasoutchi F, Strabelli TMV, Neves RS, Grinberg M, Santos-Silva AR, Siciliano RF. 2021. Demographic, cardiological, microbiologic, and dental profiles of Brazilian patients who developed oral bacteria-related endocarditis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 132: 418-425, 10.1016/j.oooo.2021.07.007

138 Moore PA, Hersh EV. 2010. Local anesthetics: pharmacology and toxicity. Dent Clin North Am 54: 587-599, 10.1016/j.cden.2010.06.015

139 Moreillon P, Que YA. 2004. Infective endocarditis. Lancet 363: 139-149, 10.1016/S0140-6736(03)15266-X

140 Mosavat F, Ahmadi E, Amirfarhangi S, Rafeie N. 2023. Evaluation of diagnostic accuracy of CBCT and intraoral radiography for proximal caries detection in the presence of different dental restoration materials. BMC Oral Health 23: 419, 10.1186/s12903-023-02954-8

141 Motoi T, Matsumoto K, Imoto Y, Oho T. 2022. Perioperative Oral Management Prevents Complications of Heart Valve Surgery. Int Dent J 72: 819-824, 10.1016/j.identj.2022.04.002

142 Mougeot FK, Saunders SE, Brennan MT, Lockhart PB. 2015. Associations between bacteremia from oral sources and distant-site infections: tooth brushing versus single tooth extraction. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 119: 430-435, 10.1016/j.oooo.2015.01.009

143 Nakamura Y, Tagusari O, Seike Y, Ito Y, Saito K, Miyamoto R, Nakano K, Shikata F. 2011. Prevalence of periodontitis and optimal timing of dental treatment in patients undergoing heart valve surgery. Interact Cardiovasc Thorac Surg 12: 696-700, 10.1510/icvts.2010.255943

144 Neuhaus KW, Kühnisch J, Banerjee A, Martignon S, Ricketts D, Schwendicke F, van der Veen MH, Domejean S, Fontana M, Lussi A, Jablonski-Momeni A, Mendes FM, Douglas G, Schmalz G, Campus G, Aps J, Horner K, Opdam N, Huysmans MC, Splieth CH. 2024. Organization for Caries Research-European Federation of Conservative Dentistry Consensus Report on Clinical Recommendations for Caries Diagnosis Paper II: Caries Lesion Activity and Progression Assessment. Caries Res: 1, 10.1159/000538619

145 Ninomiya M, Hashimoto M, Yamanouchi K, Fukumura Y, Nagata T, Naruishi K. 2020. Relationship of oral conditions to the incidence of infective endocarditis in periodontitis patients with valvular heart disease: a cross-sectional study. Clin Oral Investig 24: 833-840, 10.1007/s00784-019-02973-2

146 Nishi H, Takahashi S, Ohta K, Takamoto M, Shigeishi H, Go S, Obayashi T, Yoshioka Y, Konishi M, Shimizu Y, Yano K, Miyagawa T, Kakimoto N, Ohge H, Kawaguchi H, Kurihara H. 2021. Effects of perioperative oral care on postoperative inflammation following heart valve surgery. Oral Dis 27: 1542-1550, 10.1111/odi.13682

147 Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, 3rd, Fleisher LA, Jneid H, Mack MJ, McLeod CJ, O'Gara PT, Rigolin VH, Sundt TM, 3rd, Thompson A. 2017. 2017 AHA/ACC Focused Update of the 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol 70: 252-289, 10.1016/j.jacc.2017.03.011

148 Nomura R, Otsugu M, Naka S, Teramoto N, Kojima A, Muranaka Y, Matsumoto-Nakano M, Ooshima T, Nakano K. 2014. Contribution of the interaction of Streptococcus mutans serotype k strains with fibrinogen to the pathogenicity of infective endocarditis. Infect Immun 82: 5223-5234, 10.1128/IAI.02164-14

149 Nyvad B, Machiulskiene V, Baelum V. 1999. Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. Caries Res 33: 252-260, 10.1159/000016526

150 Ogawa M, Satomi-Kobayashi S, Yoshida N, Tsuboi Y, Komaki K, Nanba N, Izawa KP, Inoue T, Sakai Y, Akashi M, Hirata KI, Okada K. 2021. Impact of Oral Health Status on Postoperative Complications and Functional Recovery After Cardiovascular Surgery. CJC Open 3: 276-284, 10.1016/j.cjco.2020.10.007

151 Oliver KJ, Casas MJ, Judd PL, Russell JL. 2017. Oral health assessment practices and perceptions of North American paediatric cardiologists. Paediatr Child Health 22: 312-316, 10.1093/pch/pxx093

152 Oliver KJ, Cheung M, Hallett K, Manton DJ. 2018. Caries experience of children with cardiac conditions attending the Royal Children's Hospital of Melbourne. Aust Dent J 63: 429-440, 10.1111/adj.12647

153 Olsson J, Mattsson U, Bultzingslowen IV, Pettersson B, Warfvinge G, Ljunggren A. 2022. Pre-medical dental evaluation and treatment of oral infection - a survey study among hospital-affiliated dentists in Sweden. Acta Odontol Scand 80: 29-37, 10.1080/00016357.2021.1934535

154 Østergaard L, Lauridsen TK, Iversen K, Bundgaard H, Sondergaard L, Ihlemann N, Moser C, Fosbol E. 2020. Infective endocarditis in patients who have undergone transcatheter aortic valve implantation: a review. Clin Microbiol Infect 26: 999-1007, 10.1016/j.cmi.2020.01.028

155 Østergaard L, Truong S, Petersen J, Havers-Borgersen E, Kober L, Fosbol EL. 2024. Temporal changes in the number of European and American guideline recommendations and underlying evidence base for the management of infective: An update of previous published data. Am Heart J 274: 115-118, 10.1016/j.ahj.2024.04.014

156 Panchamia RK, Samuels JD. 2019. High stakes anesthesia: Anesthetic considerations and implications for complete dental extraction in a patient with complex comorbidities. J Dent Anesth Pain Med 19: 167-173, 10.17245/jdapm.2019.19.3.167

157 Paris S, Banerjee A, Bottenberg P, Breschi L, Campus G, Domejean S, Ekstrand K, Giacaman RA, Haak R, Hannig M, Hickel R, Juric H, Lussi A, Machiulskiene V, Manton D, Jablonski-Momeni A,

Santamaria R, Schwendicke F, Splieth CH, Tassery H, Zandona A, Zero D, Zimmer S, Opdam N. 2020. How to Intervene in the Caries Process in Older Adults: A Joint ORCA and EFCD Expert Delphi Consensus Statement. Caries Res 54: 1-7, 10.1159/000510843

158 Patel H, Kumar S, Ko Ko NL, Catania J, Javaid A. 2019. Ineffective Antibiotic Prophylaxis: An Unusual Presentation of Infective Endocarditis with Insights into the Appropriateness of Prophylaxis. Cureus 11: e4860, 10.7759/cureus.4860

159 Patti JM, Allen BL, McGavin MJ, Hook M. 1994. MSCRAMM-mediated adherence of microorganisms to host tissues. Annu Rev Microbiol 48: 585-617, 10.1146/annurev.mi.48.100194.003101

160 Pitts NB, Banerjee A, Mazevet ME, Goffin G, Martignon S. 2021. From 'ICDAS' to 'CariesCare International': the 20-year journey building international consensus to take caries evidence into clinical practice. Br Dent J 231: 769-774, 10.1038/s41415-021-3732-2

161 Pretzl B, Kaltschmitt J, Kim TS, Reitmeir P, Eickholz P. 2008. Tooth loss after active periodontal therapy. 2: tooth-related factors. J Clin Periodontol 35: 175-182, 10.1111/j.1600-051X.2007.01182.x

162 Quan TP, Muller-Pebody B, Fawcett N, Young BC, Minaji M, Sandoe J, Hopkins S, Crook D, Peto T, Johnson AP, Walker AS. 2020. Investigation of the impact of the NICE guidelines regarding antibiotic prophylaxis during invasive dental procedures on the incidence of infective endocarditis in England: an electronic health records study. BMC Med 18: 84, 10.1186/s12916-020-01531-y

163 Ramadan M, Stewart V, Elsherif N, Milligan R, Beresford A, Marley J. 2023. Infective endocarditis and oral surgery input before cardiac surgery: time to prick the paradigm of pre-cardiac surgery assessments? Br Dent J 234: 678-681, 10.1038/s41415-023-5796-7

164 Rao NR, Treister N, Axtell A, Muhlbauer J, He P, Lau A, Icyda R, Heng E, Rinewalt D, McGurk S, Kennedy K, Kaneko T, Cameron D, Sroussi H. 2020. Preoperative dental screening prior to cardiac valve surgery and 90-day postoperative mortality. J Card Surg 35: 2995-3003, 10.1111/jocs.14957

165 Rasmussen M, Gilje P, Fagman E, Berge A. 2024. Bacteraemia with gram-positive bacteria-when and how do I need to look for endocarditis? Clin Microbiol Infect 30: 306-311, 10.1016/j.cmi.2023.08.027

166 Ried ID, Omran H, Potratz M, Rudolph TK, Scholtz S, Bleiziffer S, Piper C. 2024. Infective endocarditis after isolated aortic valve replacement: comparison between catheter-interventional and surgical valve replacement. Clin Res Cardiol 113: 336-352, 10.1007/s00392-023-02356-4

167 Rochlen GK, Keenan AV. 2014. Value of prophylactic antibiotics for invasive dental procedures unclear. Evid Based Dent 15: 12-13, 10.1038/sj.ebd.6400983

168 Roosens B, Cosyns B, Lancellotti P, Laroche C, Selton-Suty C, Pasquet A, De Sutter J, Unger P, Paelinck B, Vermeersch P, Motoc A, Galloo X, Iung B, Habib G, On Behalf Of The Euro-Endo Investigators G. 2024. Infective Endocarditis in Belgium: Prospective Data in Adults from the ESC EORP European Endocarditis Registry. J Clin Med 13: 10.3390/jcm13051371

169 Ruetters M, Juerchott A, El Sayed N, Heiland S, Bendszus M, Kim TS. 2019. Dental magnetic resonance imaging for periodontal indication - a new approach of imaging residual periodontal bone support. Acta Odontol Scand 77: 49-54, 10.1080/00016357.2018.1499959

170 Rustemeyer J, Bremerich A. 2007. Necessity of surgical dental foci treatment prior to organ transplantation and heart valve replacement. Clin Oral Investig 11: 171-174, 10.1007/s00784-007-0101-8

171 Rutherford SJ, Glenny AM, Roberts G, Hooper L, Worthington HV. 2022. Antibiotic prophylaxis for preventing bacterial endocarditis following dental procedures. Cochrane Database Syst Rev 5: CD003813, 10.1002/14651858.CD003813.pub5

172 Sakai H, Kurita H, Kondo E, Tanaka H, Shimane T, Hashidume M, Yamada SI. 2024. Dental and oral management in the perioperative period of surgery: A scoping review. Jpn Dent Sci Rev 60: 148-153, 10.1016/j.jdsr.2024.03.002

173 Sanz M, Del Castillo AM, Jepsen S, Gonzalez-Juanatey JR, D'Aiuto F, Bouchard P, Chapple I, Dietrich T, Gotsman I, Graziani F, Herrera D, Loos B, Madianos P, Michel JB, Perel P, Pieske B, Shapira L, Shechter M, Tonetti M, Vlachopoulos C, Wimmer G. 2020a. Periodontitis and Cardiovascular Diseases. Consensus Report. Glob Heart 15: 1, 10.5334/gh.400

174 Sanz M, Marco Del Castillo A, Jepsen S, Gonzalez-Juanatey JR, D'Aiuto F, Bouchard P, Chapple I, Dietrich T, Gotsman I, Graziani F, Herrera D, Loos B, Madianos P, Michel JB, Perel P, Pieske B, Shapira L, Shechter M, Tonetti M, Vlachopoulos C, Wimmer G. 2020b. Periodontitis and cardiovascular diseases: Consensus report. J Clin Periodontol 47: 268-288, 10.1111/jcpe.13189

175 Savarrio L, Mackenzie D, Riggio M, Saunders WP, Bagg J. 2005. Detection of bacteraemias during non-surgicalroot canal treatment. J Dent 33: 293-303, 10.1016/j.jdent.2004.09.008

176 Schmalz G, Lenzen C, Reuschel F, Fenske F, Haak R, Goralski S, Roth A, Ziebolz D. 2023. Lack of oral health awareness and interdisciplinary dental care: a survey in patients prior to endoprosthesis and orthopaedic centres in Germany. BMC Oral Health 23: 92, 10.1186/s12903-023-02793-7

177 Schmalz G, Reuschel F, Bartl M, Schmidt L, Runge J, Haak R, Goralski S, Roth A, Ziebolz D. 2022. One Third of Patients before Endoprosthesis Implantation Show an Oral Focus as Potential Source of Infectious Complication-The Value of Pre-Operative Dental Risk Stratification in a German Cohort. J Clin Med 11: 10.3390/jcm11133686

178 Schwendicke F, Cejudo Grano de Oro J, Garcia Cantu A, Meyer-Lueckel H, Chaurasia A, Krois J. 2022. Artificial Intelligence for Caries Detection: Value of Data and Information. J Dent Res 101: 1350-1356, 10.1177/00220345221113756

179 Schwendicke F, Splieth CH, Bottenberg P, Breschi L, Campus G, Domejean S, Ekstrand K, Giacaman RA, Haak R, Hannig M, Hickel R, Juric H, Lussi A, Machiulskiene V, Manton D, Jablonski-Momeni A, Opdam N, Paris S, Santamaria R, Tassery H, Zandona A, Zero D, Zimmer S, Banerjee A. 2020. How to intervene in the caries process in adults: proximal and secondary caries? An EFCD-ORCA-DGZ expert Delphi consensus statement. Clin Oral Investig 24: 3315-3321, 10.1007/s00784-020-03431-0

180 Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. 2007. Dental caries. Lancet 369: 51-59, 10.1016/S0140-6736(07)60031-2

181 Silvestre FJ, Gil-Raga I, Martinez-Herrera M, Lauritano D, Silvestre-Rangil J. 2017. Prior oral conditions in patients undergoing heart valve surgery. J Clin Exp Dent 9: e1287-e1291, 10.4317/jced.53902

182 Skallsjö K, Johansson JE, Jonasson P, Hasseus B. 2020. Apical periodontitis as potential source of infection in patients with lymphoma treated with chemotherapy. Clin Oral Investig 24: 133-140, 10.1007/s00784-019-02909-w

183 Smith MM, Barbara DW, Mauermann WJ, Viozzi CF, Dearani JA, Grim KJ. 2014. Morbidity and mortality associated with dental extraction before cardiac operation. Ann Thorac Surg 97: 838-844, 10.1016/j.athoracsur.2013.10.034

184 Souza AF, Rocha AL, Castro WH, Gelape CL, Nunes MCP, Oliveira SR, Travassos DV, Silva TA. 2017. Dental management for patients undergoing heart valve surgery. J Card Surg 32: 627-632, 10.1111/jocs.13211

185 Sperotto F, France K, Gobbo M, Bindakhil M, Pimolbutr K, Holmes H, Monteiro L, Graham L, Hong CHL, Sollecito TP, Lodi G, Lockhart PB, Thornhill M, Diz Dios P, Turati F, Edefonti V. 2024. Antibiotic Prophylaxis and Infective Endocarditis Incidence Following Invasive Dental Procedures: A Systematic Review and Meta-Analysis. JAMA Cardiol 9: 599-610, 10.1001/jamacardio.2024.0873

186 Spijkervet FKL, Schuurhuis JM, Stokman MA, Witjes MJH, Vissink A. 2021. Should oral foci of infection be removed before the onset of radiotherapy or chemotherapy? Oral Dis 27: 7-13, 10.1111/odi.13329

187 Splieth CH, Banerjee A, Bottenberg P, Breschi L, Campus G, Ekstrand KR, Giacaman RA, Haak R, Hannig M, Hickel R, Juric H, Lussi A, Machiulskiene V, Manton DJ, Jablonski-Momeni A, Opdam NJM, Paris S, Santamaria RM, Schwendicke F, Tassery H, Ferreira Zandona A, Zero DT, Zimmer S, Domejean S. 2020. How to Intervene in the Caries Process in Children: A Joint ORCA and EFCD Expert Delphi Consensus Statement. Caries Res 54: 297-305, 10.1159/000507692

188 St George G, Morgan A, Meechan J, Moles DR, Needleman I, Ng YL, Petrie A. 2018. Injectable local anaesthetic agents for dental anaesthesia. Cochrane Database Syst Rev 7: CD006487, 10.1002/14651858.CD006487.pub2

189 Stera G, Giusti M, Magnini A, Calistri L, Izzetti R, Nardi C. 2024. Diagnostic accuracy of periapical radiography and panoramic radiography in the detection of apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. Radiol Med: 10.1007/s11547-024-01882-z

190 Stortecky S, Heg D, Tueller D, Pilgrim T, Muller O, Noble S, Jeger R, Toggweiler S, Ferrari E, Taramasso M, Maisano F, Hoeller R, Wenaweser P, Nietlispach F, Widmer A, Huber C, Roffi M, Carrel T, Windecker S, Conen A. 2020. Infective Endocarditis After Transcatheter Aortic Valve Replacement. J Am Coll Cardiol 75: 3020-3030, 10.1016/j.jacc.2020.04.044

191 Strange JE, Østergaard L, Kober L, Bundgaard H, Iversen K, Voldstedlund M, Gislason GH, Olesen JB, Fosbol EL. 2023. Patient Characteristics, Microbiology, and Mortality of Infective Endocarditis After Transcatheter Aortic Valve Implantation. Clin Infect Dis 77: 1617-1625, 10.1093/cid/ciad431

192 Suda KJ, Calip GS, Zhou J, Rowan S, Gross AE, Hershow RC, Perez RI, McGregor JC, Evans CT. 2019. Assessment of the Appropriateness of Antibiotic Prescriptions for Infection Prophylaxis Before Dental Procedures, 2011 to 2015. JAMA Netw Open 2: e193909, 10.1001/jamanetworkopen.2019.3909

193 Šutej I, Peroš K, Trkulja V, Rudež I, Barić D, Alajbeg I, Pintarić H, Stevanović R, Lepur D. 2020. The epidemiological and clinical features of odontogenic infective endocarditis. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 39: 637-645, 10.1007/s10096-019-03766-x

194 Suzuki H, Matsuo K, Okamoto M, Nakata H, Sakamoto H, Fujita M. 2019. Preoperative periodontal treatment and its effects on postoperative infection in cardiac valve surgery. Clin Exp Dent Res 5: 485-490, 10.1002/cre2.212

195 Talha KM, Baddour LM, Thornhill MH, Arshad V, Tariq W, Tleyjeh IM, Scott CG, Hyun MC, Bailey KR, Anavekar NS, Palraj R, Sohail MR, DeSimone DC, Dayer MJ. 2021. Escalating incidence of

infective endocarditis in Europe in the 21st century. Open Heart 8: 10.1136/openhrt-2021-001846

196 Talha KM, DeSimone DC, Sohail MR, Baddour LM. 2020. Pathogen influence on epidemiology, diagnostic evaluation and management of infective endocarditis. Heart 106: 1878-1882, 10.1136/heartjnl-2020-317034

197 Tang K, Wu Y, Zheng Q, Chen X. 2023. Bibliometric research on analysis of links between periodontitis and cardiovascular diseases. Front Cardiovasc Med 10: 1255722, 10.3389/fcvm.2023.1255722

198 Terano K, Motoi T, Nagata E, Oho T. 2024. Association of remaining tooth number with postoperative respiratory complications in heart valve surgery patients. Int J Dent Hyg 22: 394-400, 10.1111/idh.12673

199 Thoresen T, Jordal S, Lie SA, Wunsche F, Jacobsen MR, Lund B. 2022. Infective endocarditis: association between origin of causing bacteria and findings during oral infection screening. BMC Oral Health 22: 491, 10.1186/s12903-022-02509-3

200 Thornhill M, Prendergast B, Dayer M, Frisby A, Baddour LM. 2024a. Endocarditis prevention: time for a review of NICE guidance. Lancet Reg Health Eur 39: 100876, 10.1016/j.lanepe.2024.100876

201 Thornhill M, Prendergast B, Dayer M, Frisby A, Lockhart P, Baddour LM. 2024b. New evidence calls into question NICE's endocarditis prevention guidance. Br Dent J 236: 702-708, 10.1038/s41415-024-7344-5

202 Thornhill M, Prendergast B, Dayer M, Frisby A, Lockhart P, Baddour LM. 2024c. Prevention of infective endocarditis in at-risk patients: how should dentists proceed in 2024? Br Dent J 236: 709-716, 10.1038/s41415-024-7355-2

203 Thornhill MH, Crum A, Campbell R, Stone T, Lee EC, Bradburn M, Fibisan V, Dayer M, Prendergast BD, Lockhart P, Baddour L, Nicoll J. 2023. Temporal association between invasive procedures and infective endocarditis. Heart 109: 223-231, 10.1136/heartjnl-2022-321519

204 Thornhill MH, Dayer MJ, Forde JM, Corey GR, Chu VH, Couper DJ, Lockhart PB. 2011. Impact of the NICE guideline recommending cessation of antibiotic prophylaxis for prevention of infective endocarditis: before and after study. BMJ 342: d2392, 10.1136/bmj.d2392

205 Thornhill MH, Dayer MJ, Prendergast B, Baddour LM, Jones S, Lockhart PB. 2015a. Incidence and nature of adverse reactions to antibiotics used as endocarditis prophylaxis. J Antimicrob Chemother 70: 2382-2388, 10.1093/jac/dkv115

206 Thornhill MH, Gibson TB, Yoon F, Dayer MJ, Prendergast BD, Lockhart PB, O'Gara PT, Baddour LM. 2022. Antibiotic Prophylaxis Against Infective Endocarditis Before Invasive Dental Procedures. J Am Coll Cardiol 80: 1029-1041, 10.1016/j.jacc.2022.06.030

207 Thornhill MH, Gibson TB, Yoon F, Dayer MJ, Prendergast BD, Lockhart PB, O'Gara PT, Baddour LM. 2024d. Endocarditis, invasive dental procedures, and antibiotic prophylaxis efficacy in US Medicaid patients. Oral Dis 30: 1591-1605, 10.1111/odi.14585

208 Thornhill MH, Lockhart PB, Prendergast B, Chambers JB, Shanson D. 2015b. NICE and antibiotic prophylaxis to prevent endocarditis. Br Dent J 218: 619-621, 10.1038/sj.bdj.2015.496

209 Thyregod HGH, Jorgensen TH, Ihlemann N, Steinbruchel DA, Nissen H, Kjeldsen BJ, Petursson P, De Backer O, Olsen PS, Sondergaard L. 2024. Transcatheter or surgical aortic valve implantation: 10-year outcomes of the NOTION trial. Eur Heart J 45: 1116-1124, 10.1093/eurheartj/ehae043

210 Tian H, Jiang X, Duan G, Chen J, Liu Q, Zhang Y, Li S, Bao X, Huang H. 2023. Preoperative inflammatory markers predict postoperative clinical outcomes in patients undergoing heart valve surgery: A large-sample retrospective study. Front Immunol 14: 1159089, 10.3389/fimmu.2023.1159089

211 Tinica G, Tarus A, Enache M, Artene B, Rotaru I, Bacusca A, Burlacu A. 2020. Infective endocarditis after TAVI: a meta-analysis and systematic review of epidemiology, risk factors and clinical consequences. Rev Cardiovasc Med 21: 263-274, 10.31083/j.rcm.2020.02.68

212 Tomas I, Diz P, Tobias A, Scully C, Donos N. 2012. Periodontal health status and bacteraemia from daily oral activities: systematic review/meta-analysis. J Clin Periodontol 39: 213-228, 10.1111/j.1600-051X.2011.01784.x

213 Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. 2018. Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition. J Periodontol 89 Suppl 1: S159-S172, 10.1002/JPER.18-0006

214 Tornos P, Iung B, Permanyer-Miralda G, Baron G, Delahaye F, Gohlke-Barwolf C, Butchart EG, Ravaud P, Vahanian A. 2005. Infective endocarditis in Europe: lessons from the Euro heart survey. Heart 91: 571-575, 10.1136/hrt.2003.032128

215 Tubiana S, Blotiere PO, Hoen B, Lesclous P, Millot S, Rudant J, Weill A, Coste J, Alla F, Duval X. 2017. Dental procedures, antibiotic prophylaxis, and endocarditis among people with prosthetic heart valves: nationwide population based cohort and a case crossover study. BMJ 358: j3776, 10.1136/bmj.j3776

216 Ueda K, Inokoshi M, Kubota K, Yamaga E, Minakuchi S. 2023. Factors influencing postoperative bleeding after dental extraction in older adult patients receiving anticoagulation therapy. Clin Oral Investig 28: 22, 10.1007/s00784-023-05424-1

217 Uh Y, Shin DH, Jang IH, Hwang GY, Lee MK, Yoon KJ, Kim HY. 2004. Antimicrobial susceptibility patterns and macrolide resistance genes of viridans group streptococci from blood cultures in Korea. J Antimicrob Chemother 53: 1095-1097, 10.1093/jac/dkh219

218 Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, Milojevic M, Baldus S, Bauersachs J, Capodanno D, Conradi L, De Bonis M, De Paulis R, Delgado V, Freemantle N, Gilard M, Haugaa KH, Jeppsson A, Juni P, Pierard L, Prendergast BD, Sadaba JR, Tribouilloy C, Wojakowski W, Group EESD. 2022. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J 43: 561-632, 10.1093/eurheartj/ehab395

219 Vedin O, Hagstrom E, Budaj A, Denchev S, Harrington RA, Koenig W, Soffer J, Sritara P, Stebbins A, Stewart RH, Swart HP, Viigimaa M, Vinereanu D, Wallentin L, White HD, Held C, Investigators S. 2016. Tooth loss is independently associated with poor outcomes in stable coronary heart disease. Eur J Prev Cardiol 23: 839-846, 10.1177/2047487315621978

220 Vogkou CT, Vlachogiannis NI, Palaiodimos L, Kousoulis AA. 2016. The causative agents in infective endocarditis: a systematic review comprising 33,214 cases. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 35: 1227-1245, 10.1007/s10096-016-2660-6

221 Walsh T, Macey R, Riley P, Glenny AM, Schwendicke F, Worthington HV, Clarkson JE, Ricketts D, Su TL, Sengupta A. 2021. Imaging modalities to inform the detection and diagnosis of early caries. Cochrane Database Syst Rev 3: CD014545, 10.1002/14651858.CD014545

222 Weber C, Hohmann C, Lindner O, Wahlers T, Jung N. 2023. Patients with Artificial Heart Valves. Dtsch Arztebl Int 120: 692-702, 10.3238/arztebl.m2023.0104

223 Weber C, Petrov G, Luehr M, Aubin H, Tugtekin SM, Borger MA, Akhyari P, Wahlers T, Hagl C, Matschke K, Misfeld M, study group Clinical MPoAoIEiG. 2021. Surgical results for prosthetic

versus native valve endocarditis: A multicenter analysis. J Thorac Cardiovasc Surg 161: 609-619 e610, 10.1016/j.jtcvs.2019.09.186

224 Westphal N, Plicht B, Naber C. 2009. Infective endocarditis--prophylaxis, diagnostic criteria, and treatment. Dtsch Arztebl Int 106: 481-489; quiz 490, 10.3238/arztebl.2009.0481

225 Widmer E, Que YA, Entenza JM, Moreillon P. 2006. New concepts in the pathophysiology of infective endocarditis. Curr Infect Dis Rep 8: 271-279, 10.1007/s11908-006-0071-z

226 Williams ML, Doyle MP, McNamara N, Tardo D, Mathew M, Robinson B. 2021. Epidemiology of infective endocarditis before versus after change of international guidelines: a systematic review. Ther Adv Cardiovasc Dis 15: 17539447211002687, 10.1177/17539447211002687

227 Wilson WR, Gewitz M, Lockhart PB, Bolger AF, DeSimone DC, Kazi DS, Couper DJ, Beaton A, Kilmartin C, Miro JM, Sable C, Jackson MA, Baddour LM, American Heart Association Young Hearts Rheumatic Fever E, Kawasaki Disease Committee of the Council on Lifelong Congenital Heart D, Heart Health in the Y, Council on C, Stroke N, the Council on Quality of C, Outcomes R. 2021. Prevention of Viridans Group Streptococcal Infective Endocarditis: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation 143: e963-e978, 10.1161/CIR.0000000000000969

228 Winning L, Lundy FT, Blackwood B, McAuley DF, El Karim I. 2021. Oral health care for the critically ill: a narrative review. Crit Care 25: 353, 10.1186/s13054-021-03765-5

229 Wisniewska-Spychala B, Sokalski J, Grajek S, Jemielity M, Trojnarska O, Choroszy-Krol I, Sojka A, Maksymiuk T. 2012. Dentigenous infectious foci - a risk factor of infective endocarditis. Med Sci Monit 18: CR93-104, 10.12659/msm.882464

230 Won KB, Lee SH, Chang HJ, Shim CY, Hong GR, Ha JW, Chung N. 2014. Safety and cost-effectiveness of bridge therapies for invasive dental procedures in patients with mechanical heart valves. Yonsei Med J 55: 937-943, 10.3349/ymj.2014.55.4.937

231 Wu GH, Manzon S, Badovinac R, Woo SB. 2008. Oral health, dental treatment, and cardiac valve surgery outcomes. Spec Care Dentist 28: 65-72, 10.1111/j.1754-4505.2008.00014.x

232 Ya'qoub L, Eng MH. 2020. Bioprosthetic valve infective endocarditis: why is it important? Heart 106: 1378-1379, 10.1136/heartjnl-2020-317141

233 Zargar N, Khosravi K, Zadsirjan S, Safi Y, Vatankhah M, Akbarzadeh Baghban A, Aghajani Varzaneh F. 2024. The association of endodontic prognostic factors with the presence of periapical lesion, its volume, and bone characteristics in endodontically treated molars: a cross-sectional study. BMC Oral Health 24: 28, 10.1186/s12903-023-03818-x

234 Zhang W, Daly CG, Mitchell D, Curtis B. 2013. Incidence and magnitude of bacteraemia caused by flossing and by scaling and root planing. J Clin Periodontol 40: 41-52, 10.1111/jcpe.12029

235 Zhou MX, Viozzi CF, Heneberk O, Lee SK, Klarich KW, Salinas TJ. 2024. Oral Health Clearance Outcomes for Cardiovascular Surgery. Mayo Clin Proc Innov Qual Outcomes 8: 121-130, 10.1016/j.mayocpiqo.2024.01.002

236 Ziebolz D, Friedrich S, Binner C, Rast J, Eisner M, Wagner J, Schmickler J, Kottmann T, Haak R, Borger MA, Lehmann S, Oberbach A, Garbade J, Schmalz G. 2020. Lack in Periodontal Care of Patients Suffering from Severe Heart Diseases-Results after 12 Months Follow-Up. J Clin Med 9: 10.3390/jcm9020352

237 Ziebolz D, Jahn C, Pegel J, Semper-Pinnecke E, Mausberg RF, Waldmann-Beushausen R, Schondube FA, Danner BC. 2018. Periodontal bacteria DNA findings in human cardiac tissue - Is there a link of periodontitis to heart valve disease? Int J Cardiol 251: 74-79, 10.1016/j.ijcard.2017.09.001

Versionsnummer: 3.0
Erstveröffentlichung: März 2012
Überarbeitung von: 2025/03/31
Nächste Überprüfung geplant: 2030/03/30

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**