Krestales Hart- und Weichgewebsmanagement aktueller Implantatsysteme

Ein Beitrag von Prof. Dr. Jörg Neugebauer, Dr. Steffen Kistler, Dr. Frank Kistler und Prof. Günter Dhom

Die Entwicklung des periimplantären Knochenniveaus hängt von zahlreichen Parametern ab. Der innovative Ansatz der subkrestalen Implantatpositionierung erfordert schmale Abutments mit einer konkaven Gestaltung, um die Sicherstellung eines ausreichenden Weichgewebevolumens zu ermöglichen. Ein mangelnder Weichgeweberaum begünstigt Weichgewebenekrose, erhöht das Entzündungsrisiko und führt unweigerlich zu marginalem Knochenabbau, was den langfristigen Implantaterfolg kompromittiert.

Die Erhaltung und Entwicklung des periimplantären Knochenniveaus gilt als ein wesentlicher Indikator für den langfristigen Erfolg dentaler Implantate. Insbesondere das Abutmentdesign, als Verbindungselement zwischen Implantatkörper und prothetischer Versorgung, hat sich als zentraler Einflussfaktor herauskristallisiert.

Frühe Implantatsysteme wiesen häufig eine Steckverbindung mit einem planen Anschluss von Implantat zu Aufbauteil auf und zeigten gerade im sensiblen Übergangsbereich von Knochen zu Weichgewebe eine Ausdehung zur Gestaltung des Emergenzprofils.[25] Dies führt zu einer Extension und Verdrängung des Weichgewebes am Übergang Implantat–Abutment, welche als Ursache für die Ausbildung periimplantärer Entzündungen und Knochenresorptionen diskutiert wird.[6] Die Entwicklung konischer Verbindungen ermöglicht eine höhere mechanische Stabilität mit dem sogenannten Platform-Switch durch einen geringeren Abutmentdurchmesser als der des Implantates, was in zahlreichen Studien mit einer geringeren periimplantären Knochenresorption assoziiert wurde.[16,25]

Parallel hierzu wurde die Bedeutung der Oberflächenbeschaffenheit des Implantathalses für die Gewebeadaption erkannt.[17,27] Während glatte Oberflächen traditionell als vorteilhaft für die Weichgewebeadaptation gelten, zeigte sich in neueren Untersuchungen, dass mikrostrukturierte und bioaktive Oberflächen eine verbesserte Knochenanlagerung und somit eine stabilere periimplantäre Knochenarchitektur fördern können.[18] Da der Übergangsbereich von Weichgewebe zu Knochen selten plan gestaltet ist, erfordert dieser Bereich eine Anlagerungssoption von Knochen und Bindgewebe, die durch eine moderate Mikrostrukturierung erreicht werden kann.[4] Die Kombination von mikrostrukturierten Implantathalsoberflächen mit optimierten Abutmentdesigns trägt so zur Reduktion von marginalem Knochenverlust bei.

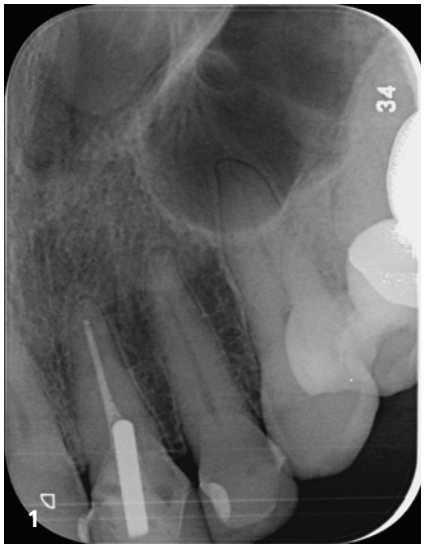
Zur Beurteilung der Stabilität des periimplantären Knochenniveaus zeigt sich, dass ein multifaktorielles Zusammenspiel von interner Rotationssicherung, Verbindungssystem, Implantathalsoberfläche und Design des transgingivalen Durchtrittsbereiches des Abutments die Entwicklung des periimplantären Knochenniveaus maßgeblich steuert.[3,21]

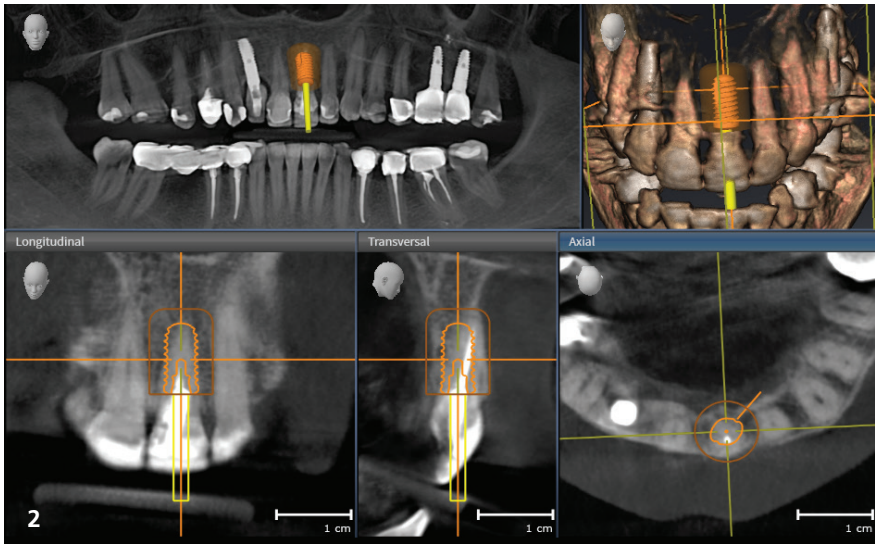
Das Konzept des Backtaper bei der Implantation

Das Backtaper-Design beschreibt eine spezifische Formgebung des Implantathalses, bei der der Implantatkörper im koronalen Bereich eine konische Verjüngung aufweist.[14] Durch die Verjüngung des Implantathalses – dem sogenannten Backtaper – wird die Kontaktfläche zwischen Implantat und Knochen im koronalen Bereich reduziert, wodurch die Druckbelastung auf das periimplantäre Gewebe gezielt moduliert wird.[11,12] Dies führt zu einer verminderten Kompression des marginalen Knochens und kann somit Knochenresorption vorbeugen. Gleichzeitig unterstützt die konische Form die Auflagerung von neu gebildetem Knochen auf der Implantatoberseite und die Ausbildung einer stabilen Weichgewebedichtung, welche als Barriere gegen bakterielle Infiltration wirkt und die entzündungsfreie periimplantäre Umgebung fördert.[11]

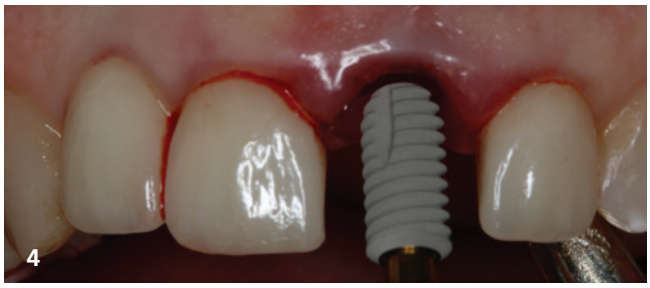
Das Backtaper-Prinzip ist zudem bedeutsam für die mechanische Stabilität der Implantataufbauverbindung. Die Formgebung trägt zur Minimierung von Mikrobewegungen an der Implantat-Abutment-Schnittstelle bei, was in zahlreichen Studien mit einem geringeren marginalen Knochenabbau in Verbindung gebracht wurde.[24] Darüber hinaus erleichtert das Backtaper-Design die prothetische Versorgung durch eine harmonische Formanpassung zwischen Implantat und Abutment.[24]

Neben dem Design des verwendeten Implantates spielt die korrekte vertikale Positionierung eine zentrale Rolle für den









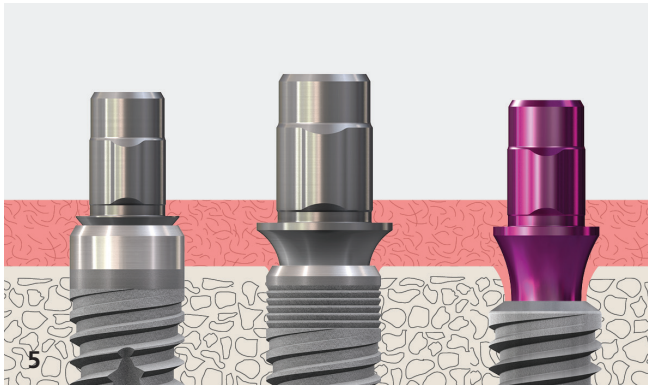


Abb. 1: *Nicht erhaltungswürdiger Zahn 21 bei epigingivaler Fraktur.* – ***Abb. 2:*** *Planung der Sofortimplantation mittels DVT und Simulation der Implantatposition (SICAT, SICAT).* – ***Abb. 3:*** *Schonende Zahnentfernung ohne Lappenbildung.* – ***Abb. 4:*** *Transgingivale Implantatinsertion mit subkrestaler Positionierung (copaSKY, bredent medical).* – ***Abb. 5:*** *Vertikale Implantatpositionierung je nach Implantatdesign.*

langfristigen Erhalt des periimplantären Knochenniveaus.[17] Je nach Implantatsystem ist dabei entweder die epi-, supra- oder subkrestale Position zu wählen, da diese unterschiedliche biologische und biomechanische Konsequenzen mit sich bringt und eng mit dem jeweiligen Implantatdesign verknüpft ist (Abb. 1–5).[21]

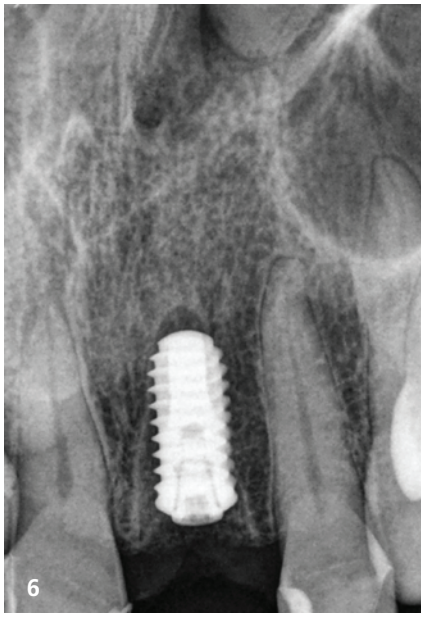
Die suprakrestale Positionierung oder auch transgingivale Position beschreibt die Lage der Implantatanschlussgeometrie oberhalb des Knochenniveaus. Diese Vorgehensweise hat heute eine Renaissance für Implantate mit einem maschinierten Rand von 1,5–2 mm, da die Grenze der Implantataufbauverbindung im nicht ästhetischen Bereich auf Schleimhautniveau platziert wird.[1,6] Bei der suprakrestalen Positionierung ist aber darauf zu achten, dass nicht die für die Osseointegration konzipierte raue Oberfläche in die Mundhöhle exponiert wird, da dies potenziell das Risiko von Weichgeweberezession und bakterieller Kontamination erhöht.[21] Auch bei suprakrestalen Implantaten ist es wichtig, dass ausreichend Platz für das Weichgewebe vorhanden ist.

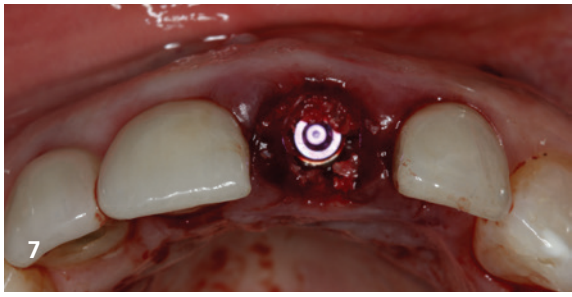
Epikrestale Positionierung bezeichnet die Implantatlage, bei der der Implantathals auf Höhe des Knochens sitzt. Diese Positionierung ist bei klassischen Implantatdesigns mit einem schmalen, glatten Implantathals verbreitet. Die epikrestale Lage zielt darauf ab, eine klare Trennung zwischen Hart- und Weichgewebe zu schaffen und eine stabile Weichgewebsbarriere zu etablieren.[20,28] Sie kann jedoch anfälliger für marginalen Knochenabbau sein, insbesondere wenn mikrobielle Infiltration an der Implantat-Abutment-Schnittstelle auftritt.

Die subkrestale Positionierung, bei der die Implantatanschlussgeometrie unterhalb des Knochenniveaus liegt, gewinnt in der modernen Implantologie zunehmend an

Bedeutung.[16,24] Insbesondere bei Implantatsystemen mit konischer Verbindung und rauer, mikrostrukturierter Implantathalsoberfläche kann die subkrestale Lage zur Förderung der Knochenstabilität beitragen.[25] Die Überdeckung des Implantathalses mit Knochen unterstützt das biologische Konzept des „Bone-to-Implant Contact" (BIC) und reduziert die Belastung durch mikrobiellen Biofilm an der Schnittstelle (Abb. 6–8).

Im Zusammenhang mit der Positionierung hat sich das Zero-Bone-Loss-Konzept etabliert, das das Ziel verfolgt, den marginalen Knochenverlust nach Implantation auf ein Minimum zu reduzieren oder ganz zu verhindern.[10] Dieses Konzept basiert auf einer Kombination aus optimiertem Implantatdesign (konische Verbindungen, mikrostrukturierte Oberflächen, Backtaper-Design), präziser subkrestaler Platzierung und biologischer Weichgewebsführung. Studien zeigen, dass gerade bei subkrestal platzierten Implantaten mit konischer Verbindung und schmalen und konkav gestalteten Abutments minimale oder keine marginalen Knochenverluste auftreten (Abb. 9–13).[9]





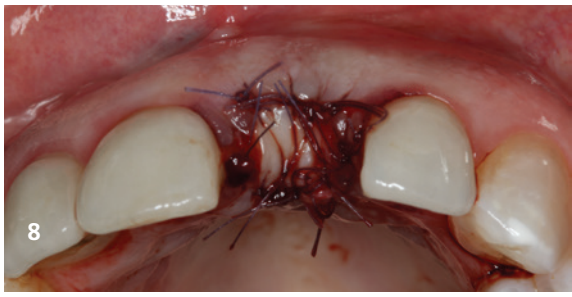
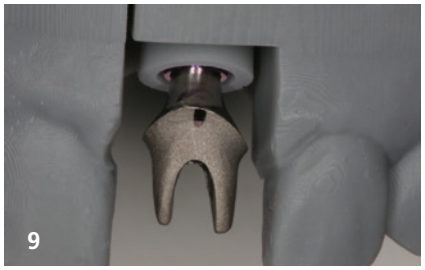
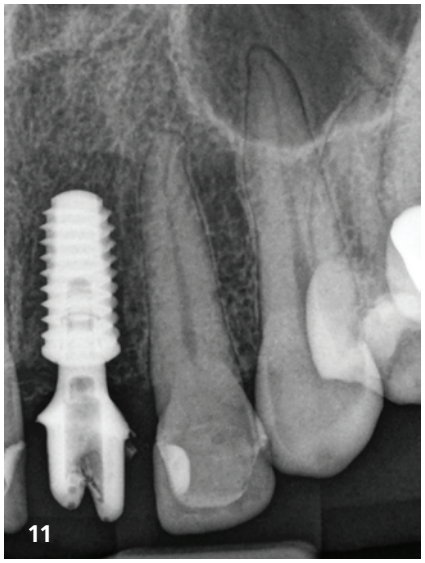


Abb. 6: *Röntgenkontrolle der suprestalen Implantatpositionierung.* – ***Abb. 7:*** *Augmentation vestibulär und auf der Implantatschulter mit gesammelten Knochenspänen.* – ***Abb. 8:*** *Verstärkung des dünnen Weichgewebeprofils mit autologem Bindegewebetransplantat.*









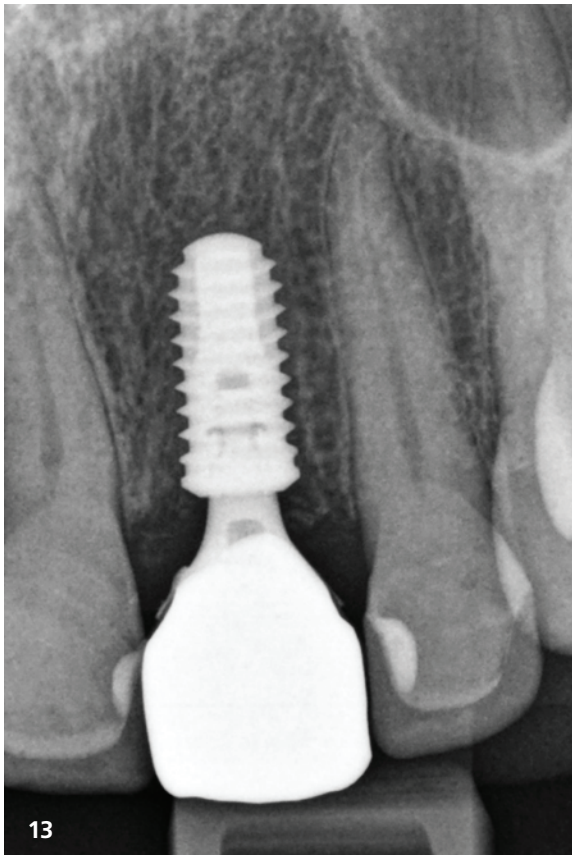
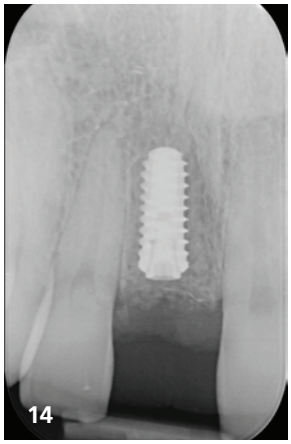
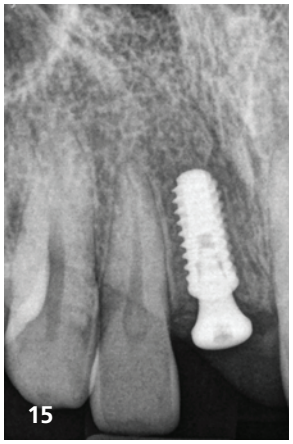
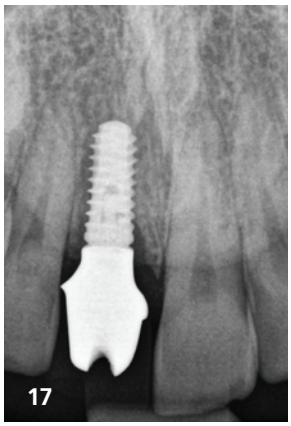


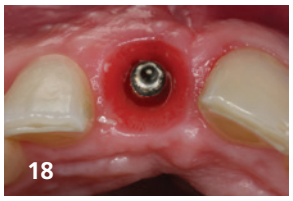
Abb. 9: *Individuelle Gestalung des Abutments im CAD/CAM-Verfahren (prefab-Rohling, bredent medical).* – ***Abb. 10:*** *Einprobe des individuell hergestellten Abutments zur Überprüfung der Weichgewebekontur.* – ***Abb. 11:*** *Radiologische Kontrolle des periimplantären Raums mit Darstellung der Knochenanlagerung auf der Implantatschulter.* – ***Abb. 12:*** *Eingliederung der Keramikkrone.* – ***Abb. 13:*** *Kontrolle der Krone vor der vollständigen Entfernung der Zementreste.*

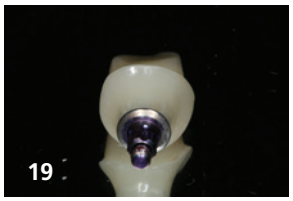












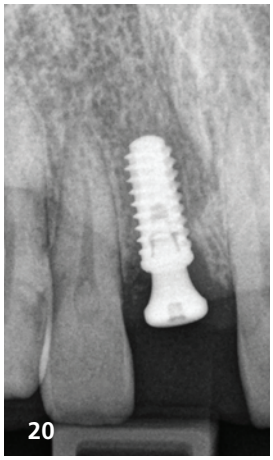


Abb. 14: *Subkrestale Implantatinsertion nach Kieferkammrekonstruktion 11.* – ***Abb. 15:*** *Aktive Knochenbildung auf Implantatschulter bei Röntgenkontrolle nach Freilegung.* – ***Abb. 16:*** *Periimplantäre Entzündung mit Fistelgang nach provisorischer Versorgung und Druckschmerzsymptomatik.* – ***Abb. 17:*** *Röntgenkontrolle des Hybridabutments mit Gingivalhöhe 0 mm.* – ***Abb. 18:*** *Entzündliche Gingiva nach Abnahme der Versorgung.* – ***Abb. 19:*** *Breites Design des Abutments mit Kompression des Knochens.* – ***Abb. 20:*** *Verlust des marginalen Knochenniveaus drei Monate nach Freilegung durch Kompression des periimplantären Knochens.*

Risiken der subkrestalen Implantatpositionierung

Die subkrestale Positionierung dentaler Implantate bietet zahlreiche Vorteile hinsichtlich der marginalen Knochenstabilität.

Voraussetzung für den langfristigen Erfolg ist jedoch die ausreichende Berücksichtigung des periimplantären Weichgewebes, insbesondere in Bezug auf das Volumen und die Raumaufteilung zwischen Implantat, Abutment und umgebendem Gewebe.[8,26]

Ein zentrales Risiko entsteht, wenn das verwendete Abutmentdesign zu wenig Raum für das Weichgewebe lässt und dadurch das Weichgewebe komprimiert oder verdrängt wird.[23] Diese verminderte Weichgewebeschicht kann die vaskuläre Versorgung beeinträchtigen, was zu einer Ischämie und in Folge zu Weichgewebenekrose und einer Druckschmerzsymptomatik für den Patienten führen kann.[8] Eine Nekrose des Weichgewebes öffnet die biologische Barriere gegen bakterielle Infiltration und begünstigt die Ansiedlung von pathogenen Mikroorganismen (Abb. 14–20). Die daraus resultierende Entzündungsreaktion führt häufig zu einem periimplantären Knochenabbau, der besonders im Bereich der Implantat-Abutment-Schnittstelle ausgeprägt sein kann.[6] Studien belegen, dass ein zu geringer Abstand zwischen Knochen und Abutment oder eine fehlende Weichgewebezone mit ausreichender Dicke (idealerweise mindestens 2–3 mm) das Risiko für marginalen Knochenverlust signifikant erhöht.[15,22]

Empfehlungen für einen stabilen marginalen Knochenabbau bei subkrestaler Implantatpositionierung

Um die Risiken einer Weichgewebenekrose und des damit verbundenen marginalen Knochenabbaus bei subkrestal positionierten Implantaten zu minimieren, sollten folgende Maßnahmen berücksichtigt werden:

Vor Implantatinsertion sollte das Weichgewebe klinisch beurteilt werden. Ist das vorhandene Weichgewebe zu dünn (< 2–3 mm), empfiehlt sich eine augmentative Weichgewebeaugmentation (z. B. Bindegewebetransplantate), um eine stabile, vaskularisierte Weichgewebeschicht besonders im anterioren Oberkiefer zu gewährleisten.[23]

Bei der Auswahl der richtigen Abutmenthöhe und der Gestaltung der individuellen Abutments ist darauf zu achten, dass ausreichend Raum für das Weichgewebe vorgesehen ist, um Kompression zu vermeiden. Konkav geformte Abutments mit ausreichender Höhe schaffen mehr Raum für Weichgewebe und unterstützen eine gesunde Gewebeanlagerung.[5]

Parameter für langzeitstabiles Weichgewebe an Backtaper-Implantaten
1. Ausreichendes Weichgewebevolumen
2. Konkaves Abutmentdesign mit biologischem Raum
3. Verwendung von konischen Implantat-Abutment-Verbindungen
4. Präzise subkrestale Platzierung
5. Schonende chirurgische Technik
6. Regelmäßige postoperative Kontrolle und Pflege

Konische Verbindungen reduzieren Mikrobewegungen und mikrobielle Spalte an der Schnittstelle, was Entzündungen vorbeugt und die Weichgewebestabilität unterstützt.[16,24] Dadurch ensteht systemimmanent ein Platform-Switch, sodass sich das Weichgewebe nicht nur lateral, sondern auch auf der Oberkante anlagern kann. Durch kaufunktionelle Belastungen beim Kauvorgang kann es dann nicht zu Scherkräften an der Implantatoberfläche mit einem Lösen des Weichgewebes kommen.

Die vertikale Implantatposition sollte so gewählt werden, dass trotz subkrestaler Lage genügend biologischer Raum für Weichgewebe verbleibt. Eine zu tiefe Platzierung ohne ausreichenden Weichgeweberaum erhöht das Risiko von Nekrose und Knochenverlust.[8]

Minimalinvasive und atraumatische Operationsmethoden fördern die Erhaltung der Gefäßversorgung des Weichgewebes und unterstützen die Heilung. Bei systembedingt vorgesehenen Krestalbohrern sollten diese auch verwendet werden, um eine formschlüssige Implantatbettaufbereitung sicherzustellen.[13]

Frühzeitiges Erkennen von Weichgewebeproblemen durch regelmäßige Kontrolluntersuchungen ermöglicht zeitnahes Eingreifen und verhindert das Fortschreiten von Entzündungen.[7]

Durch die konsequente Beachtung dieser Empfehlungen lässt sich das Risiko einer Weichgewebeschädigung und der damit verbundenen marginalen Knochenresorption bei subkrestal platzierten Implantaten deutlich reduzieren, was entscheidend zum langfristigen Erfolg implantatprothetischer Versorgungen beiträgt.

Diskussion

Ein historischer Rückblick zeigt, dass das Verständnis der Implantatgeometrie und ihre Wirkung auf die Belastungsverteilung im periimplantären Knochen bereits seit den frühen Studien kontinuierlich gewachsen ist.[6] Dieses Wissen bildet die Grundlage für die heutige Entwicklung und Optimierung von Implantatdesigns und Positionierungskonzepten, die den Schutz und Erhalt des periimplantären Knochens fördern.

Das Backtaper-Konzept stellt eine bedeutende Innovation in der Gestaltung dentaler Implantatgeometrie dar, die sowohl biomechanische als auch biologische Vorteile vereint. Durch die konische Verjüngung des Implantathalses wird die Druckverteilung im periimplantären Knochen optimiert, wodurch eine Reduktion der Knochenresorption gefördert wird.[4] Gleichzeitig unterstützt dieses Design die Ausbildung einer stabilen Weichgewebedichtung, welche als Barriere gegen bakterielle Infiltration wirkt und somit zur Erhaltung eines entzündungsfreien periimplantären Knochenniveaus beiträgt.[2]

Die Wahl der vertikalen Implantatpositionierung ist dabei eng mit dem Implantatdesign und dessen Gingivahöhe sowie den zugrundeliegenden biologischen Prinzipien verknüpft. Insbesondere die subkrestale Positionierung hat sich in Kombination mit innovativen Implantatmerkmalen, wie konischen Verbindungen und mikrostrukturierten Oberflächen, als vielversprechende Strategie im Rahmen des Zero-Bone-Loss-Konzepts etabliert.[10] Diese Vorgehensweise ermöglicht eine nachhaltige Stabilität des periimplantären Knochens und minimiert marginale Knochenverluste.[19]

Insgesamt verdeutlichen die vorliegenden Erkenntnisse, wie essenziell die integrative Betrachtung von Implantatgeometrie, Positionierung und biologischen Gewebereaktionen für den langfristigen klinischen Erfolg dentaler Implantate ist. Die Weiterentwicklung und Anwendung solcher innovativen Konzepte wie dem Backtaper-Design und der subkrestalen Implantatpositionierung im Sinne eines Zero-Bone-Loss-Ansatzes bieten vielversprechende Perspektiven für die Implantologie der Zukunft.

Prof. Dr. Jörg Neugebauer

Literatur

Kontakt

Prof. Dr. Jörg Neugebauer
Praxis Dr. Bayer und Kollegen
Landsberg am Lech

Steinbeis-Hochschule, Berlin,
Transfer-Institut Management of
Dental and Oral Medicine, Ludwigshafen/Rhein

Dr. Frank Kistler
Praxis Dr. Bayer und Kollegen
Landsberg am Lech

Prof. Günter Dhom
Praxis Prof. Dhom und Kollegen
Ludwigshafen/Rhein

Steinbeis-Hochschule, Berlin,
Transfer-Institut Management of
Dental and Oral Medicine, Ludwigshafen/Rhein