

# Kurz und gut?

## Minimalinvasive Chirurgie und kurze Implantate

Ein Beitrag von Dr. Marc Joos und Priv.-Doz. Dr. Sebastian Kühl, Basel/Schweiz

*In nahezu allen Bereichen der Medizin besteht ein Trend zu Behandlungen, die durch ihre geringe Invasivität und der damit verbundenen reduzierten Morbidität zu einer höheren Akzeptanz führen. In der zahnärztlichen Implantologie wird dieses durch den Einsatz von kurzen Implantaten realisiert, welche immer häufiger inseriert werden.*

### Grundsätzliche Überlegungen

Die Auswahl der Implantatlänge wurde in der Vergangenheit immer durch die Anatomie bestimmt – es galt, ein möglichst langes Implantat zu inserieren, welches dennoch einen Abstand von 2 mm zu wichtigen anatomischen Nachbarstrukturen gewährte (Abb. 1). Der Grund für dieses Dogma lag darin, dass in den Anfängen der Implantologie glattwandige Implantatoberflächen zum Einsatz kamen, die im Vergleich zu den mikro- und makrorauen Implantatoberflächen heutiger Implantate eine deutlich geringere Oberfläche aufweisen, was zu einer geringeren Osseointegration führt. Diese wurde folglich durch die Länge kompensiert. Lange Implantate erhöhen das Risiko von Hitze nekrosen bei der Implantatbettauflbereitung, da die Kühlflüssigkeit nicht in den apikalen Bereich gelangt. Darüber hinaus steigt mit zunehmender Länge auch das Risiko für Verletzungen benachbarter Strukturen. Schlussendlich ist die Entfernung von langen Implantaten, zum Beispiel aufgrund technischer Komplikationen bei Fraktur eines krestalen Implantatteils, nur mit invasiven und anspruchsvollen Osteotomien möglich. Hier können in allen genannten Aspekten kurze Implantate die Risiken reduzieren oder gar verhindern. Außerdem sind kurze Implantate in Relation zu aufwendigen vertikalen Knochenaufbauten eine geeignete Alternative, die die Behandlungszeit, die Morbidität und den finanziellen Aufwand reduzieren kann (Abb. 2 und 3).

### Was sind überhaupt kurze Implantate?

Durch die Einführung von 7 mm-Bränemark-Implantaten 1979 war die Stunde der kurzen Implantate eingeläutet. Vorerst aber konnten sich diese nicht durchsetzen, da sie im Vergleich zu den heutigen Implantaten mit deutlich erhöhten Verlustraten ins-

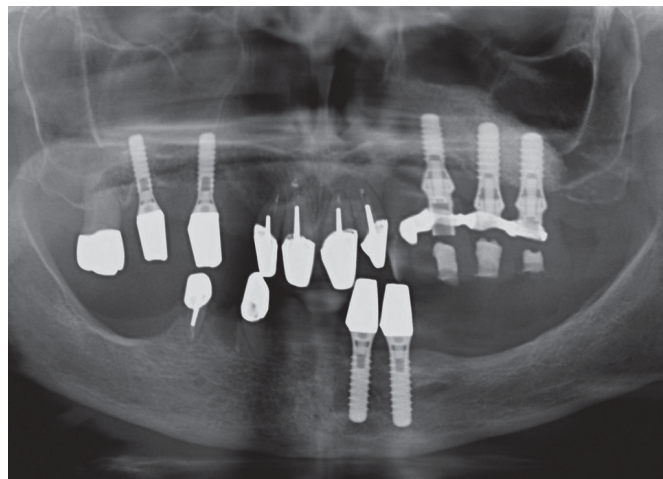


Abb. 1: Die Implantatlängen wurden so lang wie möglich ausgewählt.

besondere in der Maxilla assoziiert waren. So zeigte sich in einer prospektiven Multicenterstudie für 7 mm lange Implantate eine Misserfolgsquote von etwa 18 Prozent nach zehn Jahren für die Maxilla [1].

In der Literatur werden kurze und sehr kurze Implantate unterschiedlich definiert: Van Assche et al. [2] haben in einer Studie Implantate  $\leq 6$  mm als „extra short“ beschrieben, Srinivasan et al. bezeichneten diese im Gegensatz dazu in einer Übersichtsarbeit als „kurz“ [3]. Beide Arbeiten erwähnen, dass kurze Implantate  $\leq 10$  mm entsprechen. In einer Konsensuskonferenz der European Association of Osseointegration (EAO) wurden Implantate länger als 8 mm als regulär definiert, 8 mm oder weniger als kurz [4]. Sehr kurze Implantate würden demnach Längen  $\leq 6$  mm entsprechen.

Die oben genannte Publikation von Srinivasan et al. zeigt klare Verbesserungen der kurzen Implantate gegenüber früher. Die errechnete kumulative Überlebensrate der 6 mm-Implantate betrug 94,7 Prozent im Oberkiefer und 98,6 Prozent im Unterkiefer, wobei der Unterschied zwischen maxillären und mandibulären Implantaten statistisch signifikant war. Interessant ist wiederum der Aspekt der Oberflächenbeschaffenheit, welcher maßgeblich dazu beigetragen hat, dass sich die Erfolgsrate der kurzen Implantate deutlich verbessert hat.

Eine kürzlich publizierte Studie zu 4 mm langen mandibulären Implantaten konnte zeigen, dass

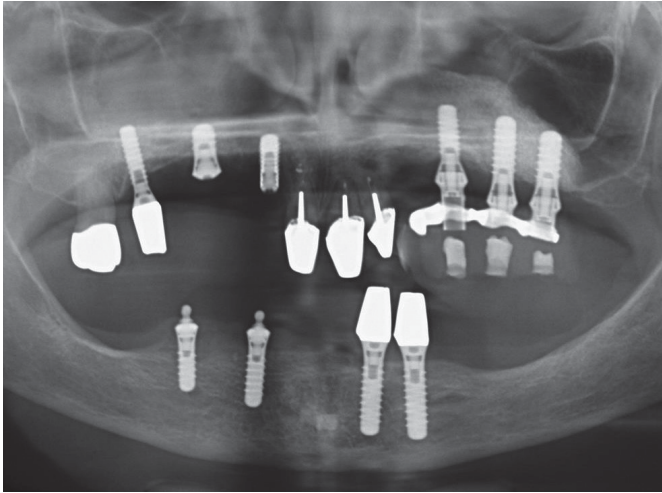


Abb. 2: Derselbe Patient wie in Abbildung 1: Durch kürzere Implantate konnte auf einen aufwendigen Knochenaufbau, wie im zweiten Quadranten zu sehen ist, verzichtet werden.

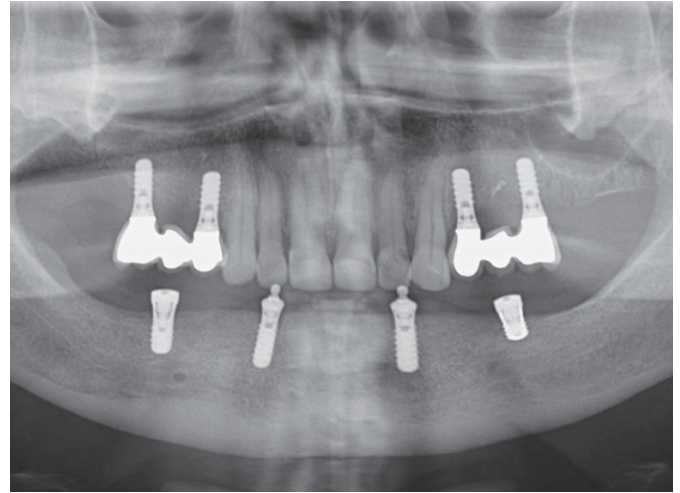


Abb. 3: Ein kurzes Implantat in regio 35: Durch ein Implantat reduzierter Länge konnte eine Pfeilervermehrung bei gleichzeitigem Einhalten eines korrekten Mindestabstands zum Nervus alveolaris inferior durchgeföhrt werden.

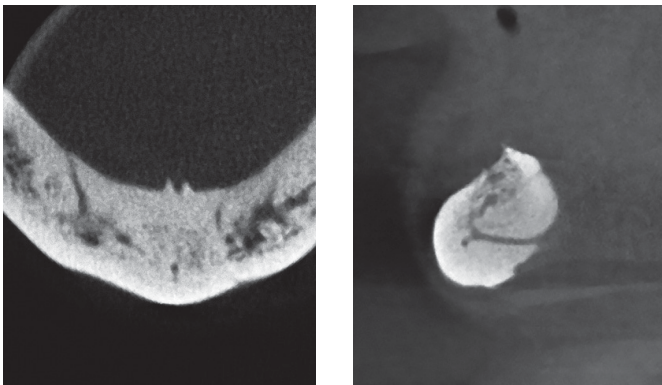


Abb. 4 und 5: Übersicht (DVT) im atrophierten Unterkiefer: Anastomosierende Gefäße können bei Perforation der linguale Kortikalis zu bedrohlichen Blutungen führen.

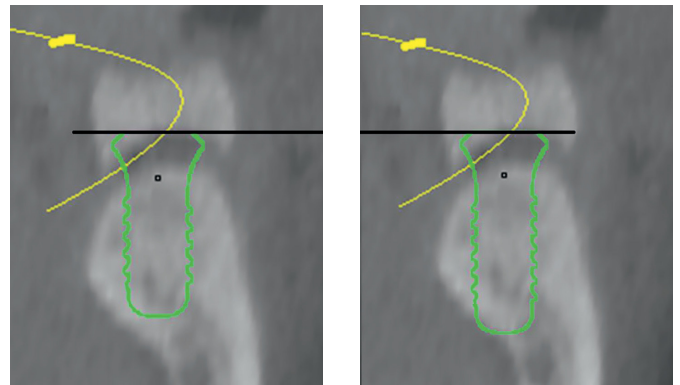


Abb. 6 und 7: Implantologische Planung im Unterkiefer: Gerade im seitlichen Unterkiefer besteht aufgrund des Unterschnitts die Gefahr, eine Perforation der linguale Kortikalis und eine Blutung zu verursachen.

auch sehr kurze Implantate gute Fünf-Jahres-Resultate erreichen können: Von 76 Implantaten bei 24 Patienten betrug die Überlebensrate 92,2 Prozent für die festsitzende Versorgung von Schallücken oder Freidücken unter Verblockung von mindestens zwei Kronen [5].

### Was spricht für kurze Implantate?

Das Aufbauen von vertikalen Knochendefekten – insbesondere im hoch atrophierten Unterkiefer – ist schwierig. Die Erfolgsraten werden in der Literatur sehr unterschiedlich angegeben, wobei neben den Verlustraten bei vertikalen Aufbauten auch häufig mit Komplikationen zu rechnen ist. Ein reduziertes Knochenangebot kann bis zu einem gewissen Grad durch ein kürzeres Implantat kompensiert werden. Somit entfallen aufwendige chirurgische Eingriffe zur vertikalen Augmentation.

Kürzere Implantate können auch bei nahegelegenen anatomischen Strukturen Vorteile bringen: Im

Unterkieferseitenzahngelbiet schränkt der Nervus alveolaris inferior die verfügbare Knochenhöhe ein. Kurze Implantate können hier in entsprechenden Fällen das Risiko betreffend Verletzungen des Mandibularkanals und somit des dritten Trigeminusastes reduzieren. Neben Nervverletzungen sind auch Verletzungen von Blutgefäßen mit konsekutiv teils lebensbedrohlichen Blutungen möglich (Abb. 4 und 5). Ein kürzlich erschienener Review hat sämtliche in der Literatur beschriebenen lebensbedrohlichen Blutungen im Zusammenhang mit implantologischen Eingriffen ausgewertet. Hierzu wurden 590 Studien herangezogen und 27 Fälle mit lebensbedrohlichen Blutungen während oder nach Implantation identifiziert. 21 Fälle betrafen die anteriore Mandibula, fünf Fälle die posteriore Mandibula und nur ein Fall die Maxilla. In der Mehrzahl der Fälle waren Implantate mit einer Länge von  $\leq 13$  mm eingesetzt worden, was das Risiko für lange Implantate gut dokumentiert (Abb. 6 und 7) [6].

### **Gibt es eine Mindestlänge?**

Wenn über die Implantatlänge diskutiert wird, sollte man sich auch Gedanken über das Kronen-Implantat-Längenverhältnis und die daraus resultierenden Hebelgesetze machen. Hier wird zwischen zwei Verhältnissen unterschieden: dem biologischen oder klinischen Kronen-Implantat-Verhältnis und dem technischen oder anatomischen Kronen-Implantat-Verhältnis. Ersteres wird definiert als ossärer Implantatanteil im Verhältnis zum extra-ossären Anteil unter Einbezug der Kronenhöhe, Letzteres als Implantatlänge bis zur Implantatschulter zur Kronenhöhe [7,8].

Da sich die Kronenlänge und somit das Kronen-Implantat-Verhältnis erhöhen kann, wenn ein kurzes Implantat zur Anwendung kommt, ist es relevant zu wissen, ob es dadurch zu belastungsbedingten erhöhten Implantatverlusten kommen kann. Dies wurde bei Implantaten im Seitenzahnbereich in einer retrospektiven Studie über fünf Jahre [7] sowie in einer prospektiven Studie über zehn Jahre [8] untersucht. Dabei konnte kein Zusammenhang zwischen erhöhtem Kronen-Implantat-Verhältnis und marginalem Knochenverlust festgestellt werden. Die Überlebensrate der Implantate war in allen Gruppen ähnlich und dies bei Kronen-Implantat-Verhältnissen von  $> 2$ . Statistisch signifikanter Risikofaktor für eine erhöhte Verlustrate war Nikotinabusus.

Entgegen den Erwartungen von Blanes et al. [8] konnte kein Zusammenhang zwischen vergrößerter marginaler Knochenresorption und großem Kronen-Implantat-Verhältnis nachgewiesen werden. Es bestand sogar eher eine inverse Relation: weniger Knochenresorption bei größerem Kronen-Implantat-Verhältnis. Diese Feststellung wurde damit erklärt, dass der physiologische Knochenumbau, der durch Belastung stimuliert wird, auch im Rahmen der Implantate stattfindet und somit einer krestalen Resorption entgegenwirkt.

Eine andere Arbeit von Himmlová et al. [9] untersuchte die Belastungsverteilung im Unterkieferknochen verschiedener Implantatlängen und -durchmesser im Rahmen einer Finite-Elemente-Analyse. Dabei wurde ein Unterkiefermodell mit inseriertem Implantat simuliert und ausgewertet. In diesem virtuellen Modell wurden 15 000 bis 20 000 Elemente in Abhängigkeit der Implantatlänge und des Implantatdurchmessers definiert. Zur Vereinfachung wurde angenommen, dass das Implantat zylindrisch sei und der Knochen kortikale Eigenschaften habe, da der periimplantäre, eigentlich

spongiose Knochen nach Umbauvorgängen am ehesten kortikale Eigenschaften aufweist. Ausgewertet wurden Implantatlängen von 8 bis 18 mm und Durchmesser von 2,9 bis 6,5 mm. Entsprechend der physiologischen Belastung im Unterkieferseitenzahnbereich wurden die Implantate im 3-D-Modell in axialer, disto-mesialer sowie lingualer Richtung belastet. Allgemein konnte gezeigt werden, dass die größten Belastungen im krestalen Bereich zu finden sind und dass die Implantatlänge per se einen relativ geringen Einfluss auf die Verteilung der Belastungsspitzen hat. Besonders im Hinblick auf den Durchmesser eines Implantats konnte die größte Reduktion der Belastung im krestalen Bereich bei Durchmessern von 3,6 bis 4,2 mm gefunden werden. Die Implantatlänge allein scheint also weniger wichtig als der Durchmesser zu sein, wenn es darum geht, krestale Kraftspitzen aufzunehmen und zu reduzieren.

### **Vergleich mit vertikaler Augmentation**

Chipasco et al. [10] untersuchten in einer prospektiven Studie den Erfolg von vertikalen Knochenaufbauten. Es wurde in einer ersten Gruppe Knochen mit autologen Knochenchips und einer mit Titan verstärkten Teflonmembran aufgebaut und abgedeckt. Eine Implantation wurde entweder direkt mit dem Knochenaufbau (Subgruppe 1A, 13 Implantate) oder nach sechs bis sieben Monaten im Rahmen der Entfernung der Membran durchgeführt (Subgruppe 1B, zwölf Implantate). In der zweiten Gruppe wurde eine vertikale Augmentation durch Distraktionsosteogenese realisiert und nach Entfernung des Distraktors wurden 34 Implantate inseriert. Die Ergebnisse zeigten nach zwei bis drei Jahren eine kumulative Überlebensrate von jeweils 100 Prozent und eine Erfolgsrate von 61,5 Prozent in der Gruppe mit Implantation und simultanem Knochenaufbau, 75 Prozent in der Gruppe mit Knochenaufbau und späterer Insertion der Implantate und 94,1 Prozent in der Gruppe, die mittels Distraktionsosteogenese und späterer Implantation behandelt wurde.

Interessant ist hierbei die Tatsache, dass die Erfolgs- und Überlebensraten der Implantate starke Unterschiede zeigten. Nach den Kriterien von Albrektsson et al. [11] liegt ein Misserfolg vor, wenn die krestale Knochenresorption im ersten Jahr nach Belastung  $> 1,5$  mm beträgt und/oder in den Folgejahren Resorptionen von  $> 0,2$  mm gemessen werden. Im Bezug auf diese Werte wurden in der ersten Gruppe signifikant mehr Implantate als Misserfolg gewertet



als in der zweiten Gruppe, was die hohen Komplikationsraten und Risiken der vertikalen Knochenaugmentation mittels Membranen belegt. Unabhängig von den großen Risiken und der Morbidität sowie dem finanziellen Aufwand sind vertikale Knochenaufbauten auch mit einem nicht unerheblichen Zeitaufwand mit teils stationären Aufenthalten vergesellschaftet.

Im Hinblick auf diese Ergebnisse und die teils aufwendigen Verfahren erscheinen kürzere Implantate als „schnellere“ und sicherere Alternative bei reduzierter Morbidität. Dabei sollte aber nicht vergessen werden, dass kurze Implantate bei reduzierter Kieferkammhöhe ästhetisch und eventuell prothetisch suboptimale Resultate ergeben und dass besonders im Oberkieferfrontzahnbereich ein solcher Kompromiss im Allgemeinen nicht empfohlen werden kann.

#### **Vergleich mit Sinuslift**

In einem Cochrane-Review [12] wurden 18 Studien hinsichtlich der Augmentationsverfahren in der posterioren Maxilla ausgewertet. Es wurden vier Studien analysiert, die kurze Implantate mit Längen von 5 bis 8,5 mm einer Sinusbodenelevation gegenüberstellten. Nach einem Jahr unter Belastung konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Alternativen festgestellt werden, sei es im Hinblick auf die Überlebensrate der Implantate oder bezüglich der prothetischen Komplikationen. 14 der 18 Studien untersuchten, ob ein Unterschied zwischen möglichen Augmentationsverfahren besteht. Dabei konnte keine Präferenz für eine bestimmte Technik aufgezeigt werden. Vom Knochenaufbau mit autologem Knochen über Knochenersatzmaterialien oder Platelet Rich Plasma bis hin zu Verfahren ohne jeglichen Aufbau – keines der beschriebenen Verfahren konnte sich bezüglich Implantatüberlebensrate oder prothetischen Komplikationen als überlegen erweisen. Alles in allem konkludierten die Autoren, dass es ungenügend Evidenz dafür gäbe, ein Augmentationverfahren kurzen Implantaten hinsichtlich Überlebensrate oder prothetischen Komplikationen vorzuziehen, aber dass es moderate Evidenz dafür gäbe, dass Augmentationsverfahren bei Restknochenhöhen von 4 bis 9 mm im posterioren Oberkiefer eher zu Komplikationen neigten als kurze Implantate.

#### **Kurze Implantate – ja oder nein?**

Kurze Implantate sind gut dokumentiert und zeigen heute ähnlich gute Ergebnisse wie lange

Implantate. Sogar 4-mm-Implantate ergeben zufriedenstellende Resultate, wobei diese wissenschaftlich weniger gut untersucht und Langzeitergebnisse nur spärlich vorhanden sind. Kurze Implantate sind im Vergleich zu aufwendigen Knochenaufbauten und bei enger Lagebeziehung zu anatomischen Strukturen eine mögliche Alternative. Eine generelle Empfehlung für kurze Implantate kann aber aus heutiger Sicht nicht gegeben werden, denn kurze Implantate können nur da verwendet werden, wo sie auch indiziert sind: in „Extremsituationen“, das heißt, im Verhältnis zu den Alternativen.

Eine Mindestlänge für Implantate ist bisher nicht definiert und wird in Zukunft auch kaum an Bedeutung gewinnen, denn sehr kurze und kurze Implantate stellen immer eine Kompromisslösung dar. Gerade, wenn man bedenkt, dass die Problematik der periimplantären Mukositis sowie der Periimplantitiden langfristig einen doch relativ hohen Prozentsatz der Implantate betrifft, ergeben sich unterschiedliche Sichtweisen. Bei jüngeren Patienten und Einzelzahnversorgungen kann es sich als einfach darstellen, ein sehr kurzes Implantat, welches durch eine Periimplantitis zusätzlich an Knochenhalt verloren hat, zu explantieren und eine Neuversorgung anzustreben. Im Gegenzug können lange Implantate gerade bei Prothesenträgern vorteilhaft sein. Gerade bei älteren Patienten, mit zum Beispiel zwei interforaminalen Implantaten und darauf eingegliedert Totalprothese, kann im Falle einer Periimplantitis mit assoziiertem Knochenverlust aufgrund der noch ausreichenden Verankerung des Implantats im Knochen durch eine resektive Periimplantitistherapie die Versorgung erhalten werden. Das kann sich hinsichtlich des Komforts und der Wirtschaftlichkeit für diese Patienten vorteilhaft auswirken. Die Entscheidung sollte unter Berücksichtigung der individuellen Situation und in Anbetracht der Alternativen nach eingehender Aufklärung und im Einklang mit dem Patienten getroffen werden.

Korrespondenzadresse:

Dr. Marc Joos  
Klinik für Zahnärztliche Chirurgie,  
Radiologie, Mund- und Kieferheilkunde  
Hebelstraße 3  
4056 Basel/Schweiz  
marc.joos@unibas.ch