

Zukünftige Entwicklungen und Trends in der Implantologie

A. Hartmann
Filderstadt

Die Implantologie hat sich wie kaum eine andere zahnmedizinische Fachdisziplin in den letzten Jahren und Jahrzehnten durch Forschungsaktivitäten ausgezeichnet und große Entwicklungen verzeichnen können. Kontinuierlich wurden in jeder beteiligten Disziplin Innovationen getätigt. Die klinischen Indikationen wurden weiterentwickelt und Behandlungsprotokolle chirurgisch und prothetisch modifiziert. Eine Osseointegration des Implantates wird heute als Grundvoraussetzung angenommen. Die Implantologie ist somit integraler Bestandteil eines zukunftsorientierten Portfolios an Behandlungsoptionen, die dem Patienten in der alltäglichen Praxis angeboten werden können. Eine immer stärkere Betonung von Ästhetik, kürzeren Einheilprotokollen und immer mehr allgemeinmedizinisch kompromittierte Patienten werfen neue Fragestellungen auf. Die Bewertung und Beschreibung der aktuellen Trends in der Implantologie erfolgte in vorliegender Arbeit durch Experten aus Klinik, Forschung und Praxis, um ein möglichst breites Spektrum an Meinungen zu zeigen.

„Den Fortschritt verdanken wir Menschen, die entweder gefragt haben: warum, oder: warum nicht?“

(Robert Lembke 1913–1989,
Journalist und Fernsehmoderator)

Implantate haben das zahnärztliche Therapie-spektrum in den letzten Jahrzehnten erweitert und den Patienten eine komfortable Versorgungsoption beschert. Die sichere Osseointegration ist mittlerweile Voraussetzung geworden und die Ästhetik tritt in den Vordergrund. Ein Langzeiterfolg der Implantate wurde durch die rasante technische Entwicklung möglich gemacht und die Erwartungshaltung auch auf Seiten der Patienten erscheint heute deutlich gestiegen. Worin sind die größten Innovationen der letzten Jahre zu sehen, welche Trends zeichnen sich auf dem Markt ab und welcher zukünftige Forschungsbedarf ist vorhanden?

Diese Fragen beantworten im Folgenden Spezialisten aus Klinik, Praxis und Forschung.

Klinik



Prof. Dr. Germán Gómez-Román (Pressesprecher der DGI, Tübingen):

Innovationen in der Implantologie seit dem Tübinger Sofortimplantat

„Vor dem Tübinger Sofortimplantat [1] war der zahnlose Kiefer die Hauptindikation für Implantate.

Erst Prof. Schulte entwickelte das Konzept, welches nach erfolgtem Zahnverlust nicht den Verlust des gesamten Knochens abwartete. Deshalb stellt für mich die Einführung der Sofortimplantation und die wissenschaftlichen Überlegungen hinsichtlich des Strukturverlustes der Gewebe bis heute eine der größten Innovationen in der Implantologie überhaupt dar. Heute geht der Trend zunehmend zu früheren Implantationszeitpunkten um eben beschriebenen Gewebsverlust weitestgehend zu vermeiden. Die ästhetische Zone stellt für die Sofortimplantation nach wie vor eine Problemzone dar, welche durch Spezialisten versorgt werden sollte, die suffiziente Erfahrung aufweisen. Sonst ist das Risiko eines ästhetischen Misserfolges viel zu groß.

Generell hat sich die Implantologie seit dem Tübinger Sofortimplantat sehr positiv entwickelt. Die Zukunft der Keramikimplantate ist noch nicht abschließend geklärt; möglicherweise entwickeln sie sich weiter. Bisher jedoch konnten leider noch nicht genügend wissenschaftlich untermauerte Daten gewonnen werden. Bei den Tübinger Keramikimplantaten hatten wir häufiger mit Frakturen Probleme. Die modernen Keramikimplantate scheinen dieses Problem nicht aufzuweisen, aber es stellt sich immer noch schwierig dar, eine Mikrostrukturierung der Oberfläche zu erreichen. Sie sind

deshalb meines Erachtens noch nicht reif für die alltägliche Routine.

Weitere bedeutsame Innovationen sind für mich die Entwicklung unterschiedlicher prothetischer Aufbauten für verschiedene Indikationen und die Modifikation der Implantatoberflächen zur Erzielung einer guten Osseointegration und Vermeidung periimplantärer Infektionen.

Wenn ich mir die Eigenschaften und Charakteristika eines „idealen Implantats der Zukunft“ vorstellen dürfte, so müsste es aus ästhetischer Sicht weiß sein; eine vorpräparierte, sehr gute Oberfläche besitzen, welche eine zuverlässige, schnelle Osseointegration durch spezielle Beschichtungen erlauben würde und alle Indikationen in der täglichen Praxis abdecken. Das Prinzip eines möglichen „one fits all“ wird hierbei bereits von vielen Systemen umgesetzt.

Das Implantat ist die Grundlage für die prothetische Lösung. Auch in diesem Bereich wurden viele Innovationen getätigt und zeigen sich sehr gute, wissenschaftlich bestätigte Erfolgsquoten. Zukünftig zu klärende Thematiken sind der Abbau der Spannungsweiterleitung durch die Prothetik in Implantat und Knochen. Mögliche Lösungsansätze wurden bereits mit der Funkenerosion und speziellen Klebetechniken andiskutiert. Essentiell ist ebenfalls die Langlebigkeit der Versorgungen. In der Zukunft werden wir sicher Verbesserungen sehen.“



**PD Dr. Florian Beuer
(München):**

Zukünftige Trends in der Implantologie und Implantatprothetik

„Aus meiner Sicht hat sich die Implantologie in den letzten 10 Jahren im Bereich Chirurgie sehr stark weiterentwickelt

und verbessert. Osseointegration wird heute als selbstverständlich angesehen, korrekte dreidimensionale Positionierung unserer Implantate und verschiedenste augmentative Maßnahmen sind Standard und werden täglich tausendfach durchgeführt. Ohne Zweifel hat die chirurgische Komponente der Implantologie ein sehr hohes Niveau erreicht. Die prothetischen Konzepte hinken hier etwas hinterher. Wenn wir uns auf den Einzelzahnersatz, der in meiner Praxis sicher 75% meiner Implantatfälle ausmacht, beschränken, so wird die Entscheidung: „zementiert oder verschraubt“, oder welches Material eingesetzt werden soll, viel zu oft „aus dem Bauch heraus“ getroffen. Ich favorisiere heute einteilige Hybridkronen, die auf einer Titanbasis befestigt werden und als verschraubte Restauration bedingt wieder abnehmbar sind. Hier sehe ich den

Trend in der Implantologie zur Vereinfachung der Konzepte. Diese Hybridkronen können aus keramischen Materialien (Lithiumdisilikat) im Pressverfahren (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent, Schaan, FL) oder im CAD/CAM-System (IPS e.max CAD) hergestellt werden. Weiterhin sind Hochleistungspolymere wie „Resin-Nano-Keramik“ (Lava Ultimate, 3M ESPE, Seefeld) oder die „Hybridkeramik“ (ENAMIC, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen) als Hybridkronenmaterialien denkbar. Der große Vorteil liegt in der sehr einfachen Herstellung, bei gleichzeitig befriedigender bis sehr guter Ästhetik. Kombiniert man diese Hybridkronen noch mit einem Intraoralscanner, wie z.B. beim Münchener Implantatkonzept MICTM, bekommt man die biologischen Vorteile des One-Abutment-One-Time-Konzeptes zusätzlich. Hier wird die Implantatposition direkt in der Insertionsitzung mit einem puderfreien Intraoralscanner erfasst, anschließend werden die Wundränder verschlossen. Nun kann während der Knochenheilung die Hybridkrone erstellt werden und dann zum Zeitpunkt der Wiedereröffnung bereits eingesetzt werden. So erhält der Patient seine Restauration deutlich schneller als im konventionellen Workflow bei gleichzeitigen biologischen Vorteilen durch die reduzierte Anzahl an Weichgewebemanipulationen (z.B. durch Sulkusformerwechsel). Mein Tipp an Implantologie-Einsteiger ist daher: Lernen Sie das chirurgische Handwerkszeug, das wird auch in Zukunft wichtig sein und denken Sie über die Grenzen der einzelnen zahnmedizinischen Fächer hinweg. Weniger ist oft mehr und die einfacheren Konzepte sind meistens die Besseren!“

Praxis



**Dr. Gerhard Iglhaut
(Präsident der DGI,
Memmingen):**

Implantologie: Wunsch und Wirklichkeit

„Die Wünsche von Patienten und auch von Kolleginnen und Kollegen sind verständlich: Der Eingriff bei einer Implantation soll so

schonend wie möglich sein, Augmentationen sollen vermieden werden und das Implantat soll schnellstmöglich einheilen.

Wir haben in den letzten Jahren viele Fortschritte verzeichnet, um diese Wünsche zu erfüllen. Der Trend geht beispielsweise bei den Eingriffen eindeutig zur Minimalinvasivität. Die Implantation wird schonender. Doch leider lassen sich nicht alle Wünsche komplett erfüllen. Insbesondere wenn es um die Einheilzeiten geht,

weiß jeder, dass wir die Biologie letztendlich nicht überlisten können. Die Knochenheilung dauert prinzipiell 4–6 Monate. Es wurde oft versucht, dies zu beschleunigen, geschafft haben wir das praktisch nicht.

Auch Augmentationen werden wir immer brauchen, so lange Zähne gezogen werden und keine Maßnahmen ergriffen werden, die zum Erhalt des Gewebes führen. Können wir aufgrund von Infektionen solche Maßnahmen nicht einsetzen, sind augmentative Verfahren meist erforderlich, um überhaupt Implantate setzen zu können. Ein bestimmtes Knochenvolumen scheint Voraussetzung für langzeitstabile Ergebnisse zu sein. Selbst wenn wir eine günstige Knochensituation vorfinden, müssen wir mitunter augmentieren, da das Knochenvolumen zwar für Zähne durchaus ausreichend ist, nicht aber langfristig für Implantate. Inzwischen wissen wir auch, dass das Weichgewebe eine wichtige Funktion für die Langzeitstabilität eines Implantates hat. Dies spiegelt sich im allgemeinen Trend, der dem Weichgewebs-Management eine zunehmend größere Bedeutung gibt. Man hat erkannt, dass ein ausreichend dickes und befestigtes Weichgewebe im Bereich des Abutments wichtig ist. Darum wird inzwischen auch verstärkt das Weichgewebe augmentiert. Dies macht deutlich, dass neue Erkenntnisse in den letzten Jahren uns wichtige Informationen für unsere praktische tägliche Arbeit geliefert haben. Diese haben dazu beitragen, dass Implantatbehandlungen heute mit größerem Erfolg und sicher durchführbar sind – wenn man die Grenzen unserer Möglichkeiten und die Grenzen der Biologie respektiert.“



**Dr. Marcus Seiler,
MSc. (Filderstadt):**

Das Einzelzahnimplantat sowie „Customized Products“ sind die Therapie der Zukunft!

„In der Implantologie sind die chirurgischen Verfahren in den letzten Jahren weiter ausgereift und die

Erfolgsraten wurden mit evidenzbasierten Studien ausreichend belegt. Die implantologische Forschung wird sich in der Zukunft mit der weiteren Vereinfachung der Methoden und besseren Handhabung der eingesetzten Hilfsmittel befassen müssen. Besonders die rasch fortschreitende Digitalisierung wird hier eine bedeutende Rolle spielen, um einerseits die Bildgebung (DVT) und andererseits die Herstellung von Sonderanfertigungen für den jeweiligen, individuellen Patientenbedarf („Customized Devices“) zu erleichtern. Besonderes Augenmerk wird man in diesem Zusammenhang auf die dreidimensionalen Rekon-

struktionsmethoden bei Knochendefekten und -defiziten, sowie das dazugehörige Weichgewebsmanagement legen.

Ziel sollte es sein, die geplanten augmentativen Maßnahmen im Vorfeld der Therapie exakt zu planen und basierend auf dem Prinzip des „backward plannings“ diese Therapien für den Implantologen in deren Umsetzung zu vereinfachen und somit einer größeren Anzahl an Behandlern zugänglich zu machen. Die große Herausforderung besteht heute darin, den gesamten Prozess von der initialen Untersuchung über die Herstellung der passgenauen, spezifischen Devices für die chirurgisch-prothetischen Verfahren bis hin zur Erfolgskontrolle möglichst in einem Prozess abzubilden. Wünschenswert für die schnellere Knochenregeneration wären BMPs (Bone morphogenetic proteins) und bioaktive Materialien. Jedoch bedarf es noch viel Forschungsarbeit und mehr Kosteneffizienz, um diese im klinischen Alltag regelmäßig einsetzen zu können.

Nehmen Sie das Beispiel des iPhones (Apple Inc. Cupertino, USA) mit dem heute praktisch jeder aus einer Hand die gesamte Kommunikation, die Informations- und Bilderwelt und vieles mehr problemlos nutzen kann. In der Zahnmedizin sind die dazu erforderlichen Schnittstellen noch nicht genügend ausgereift und bedürfen weiterer Entwicklung der Nutzbarkeit.

Für die jüngeren Kollegen wird es aufgrund der verbesserten zahnärztlichen Versorgung und Prophylaxe-Maßnahmen zunehmend darauf ankommen, sich dem Management der Einzelzahnlücke zu widmen. Bedingt durch die Entwicklung der Alterspyramide muss den allgemeinmedizinischen Begleiterscheinungen im Alter Rechnung getragen werden.“



**Dr. Dr. Anette
Strunz (Berlin):**

Zukünftige Entwicklungen und Trends in der Implantologie – Kleiner ist größer!

„Die Implantologie sollte wieder kleiner und demütiger, also auch minimalinvasiver werden. Durch ein langfristiges Planen der individuellen Therapieoptionen kann man in vielen Fällen aufwändige Augmentationen vermeiden oder zumindest im Ausmaß reduzieren. Dazu sollte schon bei der Zahntrennung der Knochen durch ein geeignetes Alveolenmanagement erhalten werden. Die Parodontologie ist hierbei ebenfalls ein wichtiger Teilaspekt. Das bedeutet, dass bei der Voruntersuchung die PA-Sonde auf dem Tray liegen und eine Parodontitis-Therapie VOR der Implantatinserterion erfolgen

muss. In der Konsequenz sollten die Kinder von PA-Patienten rechtzeitig in ein Recall eingebunden werden, um ihnen den Knochenabbau und den Zahnverlust der Eltern zu ersparen. Eine Rauchentwöhnung stellt ebenfalls einen essentiellen Therapiepunkt dar.

Für junge Kollegen sollte es selbstverständlich sein, dass die Implantologie nur ein Teilaspekt in einem zahnmedizinischen Gesamtkonzept sein kann und dass nicht der größere Implantologe der ist, der die komplizierteren Operationen durchführt und der noch mehr Zähne in noch kürzerer Zeit fertigt... – im Gegenteil, Demut und Respekt vor dem Gewebe und dem menschlichen Körper sind gefragt und immer mehr allgemeinmedizinische Kenntnisse! Für jeden Patienten muss ein individueller Behandlungsplan erstellt werden, der langfristig angelegt werden sollte und nicht nur für die nächsten 2 Jahre.

Nicht jeder Zahnarzt muss selbst Implantate setzen. Meiner Meinung nach haben hier auch die implantologischen Fachgesellschaften eine Verantwortung, genauer die Qualifikation des Einzelnen zu überprüfen. Es ist doch merkwürdig, wenn Kollegen den Patienten zur Zahnentfernung zum Chirurgen schicken, dann aber selbst die Implantate setzen möchten.

Für mich persönlich ist der größte Gewinn der letzten Zeit die dentale Volumetomografie kombiniert mit der Piezochirurgie: ich kann dadurch, dass ich die Strukturen des Patienten schon vorher dreidimensional kenne – in Kombination mit der Piezochirurgie – schonender und zeitsparender operieren. Auch die 3D-Implantat-Planung mittels DVT ist ein großer Fortschritt, der die Behandlungszeit weiter verkürzt. Für die Zukunft besteht in jedem Fall weiterhin Forschungsbedarf hinsichtlich der Periimplantitis: Präzisierung der Risikofaktoren, wie können wir sie besser vorher bestimmen und – wenn sie bekannt sind – wie können wir sie bei unseren Patienten positiv beeinflussen?“

Forschung



A. Wutzl

PD Dr. Dr. Arno Wutzl (Wien),

PD Dr. Dr. Rudolf Seemann, MBA (Wien):

Eine Zukunftsvision oder bereits Therapiestandard – Erläuterungen zu BMPs

„Bone morphogenetic proteins (BMPs) gehören zur TGF- β -Familie der Polypeptide, welche eine carboxyterminale Region mit 7 Zysteinwiederholungen zeigen [2]. BMPs zeichneten sich urspränglich durch ihr Vermögen der ekto-

schon Knochenneubildung aus [3]. Zunehmende Evidenz lässt darauf schließen, dass BMPs eine große Bedeutung für die Organogenese der Lunge, des Herzens, der Zähne, des Darms, der Haut, der Nieren, des Knochens und des Knorpels haben. Aus zellulärer Sicht fördern BMPs viele biologische Prozesse wie die Regulation der Zellproliferation, der Differenzierung und der Apoptose vieler Zellarten. Des Weiteren wurde die pathophysiologische Rolle der BMPs in der Skelettentwicklung und in der Frakturheilung erforscht [4]. BMPs induzieren die Differenzierung der mesenchymalen Stammzellen in Knochenzellen und fördern die Funktion der Osteoblasten [5]. In einem solchen BMP-induzierten enchondralen Knochenprozess differenzieren zuerst mesenchymale Stammzellen in Chondrozyten, die eine kartilaginäre Struktur schaffen. Danach wird diese Struktur von Chondroklasten oder Osteoklasten resorbiert und von Osteoblasten knöchern ersetzt. Unter Rücksichtnahme auf diese biologischen Abläufe wird spekuliert, dass BMPs sowohl auf die osteoklastäre Knochenresorption als auch auf die Knorpel- und Knochenformation Einfluss haben, da die Knochenresorption einen essentiellen Bestandteil für die Knochenneubildung und Knochenregeneration darstellt.

Neuerdings wurde BMP-2 auch in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie sowohl als Implantatbeschichtung [6] als auch zur Optimierung von Kieferaugmentationen eingesetzt [7]. Vielversprechend ist die Verwendung von BMPs auch im Tissue engineering. Ziel der Anwendung als Implantatbeschichtung ist es, die Einheilzeit zu beschleunigen und die Implantatdimensionen zu reduzieren. Vor allem in Längen- und Durchmesser-reduzierten Implantaten könnten neue Implantatbeschichtungen die Erfolgsrate sowie Einheilzeit verbessern. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind der Sinuslift [8] und die ridge preservation [9] sowie Kontinuitätsdefekte bei Tumorerkrankungen. Des Weiteren wurden BMPs in der Behandlung von Alveolardefekten bei Lippen-, Kiefer- und Gaumenspalten verwendet [10].

Die Zulassung zur Verwendung besteht für BMP-2 und BMP-7 in Kombination mit Kollagenschwämmen als Trägermaterial. Bis jetzt ist ungeklärt, ob eine gleichzeitige autologe Knochenaugmentation für den Erfolg der Therapie notwendig ist. Der Sinn der Knochenaugmentation besteht in einer Zufuhr von osteoblastären Zellen und Stammzellen, die durch die BMPs zur Knochenheilung beitragen. Die Applikation von BMPs mit Kollagenschwämmen und anderen Trägermaterialien gestaltet sich zurzeit noch schwierig. Dies führt zur Verwendung von hohen lokalen BMP-Dosen. Als Nebenwirkung der hohen Proteindosen ist eine „flu-like reaction“ postoperativ bei den behandelten Patienten beschrieben.

Aufgrund der Vielfalt der verschiedenen BMPs liegt der Schluss nahe, dass eine optimale Therapie mit BMPs bei Implantatbeschichtungen und Knochenaufbau-Therapien nur durch die Kombination der einzelnen BMPs möglich ist. Die Differenzierung der mesenchymalen Stammzellen in Richtung von osteoblastären Zellen mit dem Ziel des maximalen Knochenaufbaus ist sicher nur mithilfe mehrerer BMPs in optimaler Konzentration und richtigen Zeitpunkts der Wirkung möglich. Nur durch Optimierung des Eingriffs kann dieser zur effizienten Knochenneubildung ohne schwerwiegende Nebenwirkung führen. Weitere wissenschaftliche Beobachtungen und die Weiterentwicklung der BMP-Anwendung wird in Zukunft zu einer suffizienten Therapie in MKG-Chirurgie und -Orthopädie führen.“

Diskussion

Zukünftige Indikationen und Forschungsfelder zeigen sich auch in einer potentiellen Steigerung des Patientenkomforts. Die Wünsche der Patienten hinsichtlich einer Sofortversorgung und Sofortbelastung äußern sich in dem Bedarf an kürzeren Einheilprotokollen. Neue Untersuchungen hinsichtlich Oberflächengestaltung, Beschichtung und Bearbeitung zeigen Auswirkungen auf eine schnellere Osseointegration und ermöglichen gleichermaßen verbesserte biomechanische Fähigkeiten [11]. Neue Biomaterialien und Wachstumsfaktoren bestimmen die Forschungsaktivität bei den regenerativen Verfahren. Es ist abzusehen, dass zukünftig der gezielte Einsatz hochwirksamer Wachstumsproteine Eingang in die regenerativen Therapiekonzepte beim Knochenaufbau finden wird [9].

In der Chirurgie fokussiert man sich auf Patienten mit reduziertem Knochenangebot und allgemeinmedizinische Risikofaktoren sowie die Therapie periimplantärer Erkrankungen. Hinsichtlich des allgemeinmedizinisch komplexen, immer größer werdenden Patientenguts besteht Konsens zwischen den Experten:

Durch die zunehmende Alterung der Gesellschaft leiden immer mehr Menschen an chronischen Erkrankungen wie etwa Hypertonie, Arteriosklerose, Diabetes mellitus oder Osteoporose. Diese können je nach Schweregrad weitere Problematiken bei einer Implantation aufwerfen und teilweise einen minimalinvasiveren Eingriff erfordern. Kurze oder Durchmesser-reduzierte Implantate können aufwändige augmentative Prozeduren vermeiden helfen; vor allem im posterioren Bereich des Ober- und Unterkiefers. Bei strenger Indikationsbeachtung zeigen kurze Implantate ähnliche Erfolgsraten wie Standardimplantate [12], jedoch fehlen noch adäquate klinische Langzeitergebnisse. Bei einer Missachtung der biomechanischen Regeln [13] sind Misserfolge auch hier vorprogrammiert.

Eine weitere Problematik ist neben den Grunderkrankungen in der Polymedikation zu sehen. Medikamente können singular oder in Kombinationen Komplikationen bei chirurgischen Eingriffen hervorrufen. Zum Beispiel wurde der Zusammenhang mit Bisphosphonaten [14] hinlänglich untersucht und führte zu der Erstellung einer wissenschaftlichen S3-Leitlinie [15].

Absolute Kontraindikationen einer Implantation sollten selbsterklärend sein wie bei einem frisch erlittenen Apoplex oder einer palliativen Situation. Zu beachten ist somit der individuelle Allgemeinzustand wie gleichermaßen lokale Faktoren. Diese können auch in der Zukunft noch eine unbehandelte Parodontitis, Bruxismus oder Kiefergelenkserkrankungen sein.

Durch eine verbesserte Ernährung und zahnärztliche Prophylaxearbeit wird die implantologische Einzelzahnversorgung zum Standardprozedere, denn der zahnlose Kiefer findet sich immer seltener. Vor allem im anterioren Bereich steht dann hierbei die Ästhetik im Vordergrund. Eine adäquate dreidimensionale Positionierung des Implantates mit entsprechender Lage der Implantatschulter, ein geeignetes Hart- und Weichgewebsmanagement sowie eine exakte Gestaltung der Prothetik, werden auch in Zukunft Grundbedingungen für einen implantologischen Langzeiterfolg darstellen. Ein Schlüssel zum Erfolg mag der Gewebserhalt direkt nach der Extraktion durch geeignete Techniken sein, oder eine professionelle Beherrschung der regenerativen Techniken bei Verlust der umliegenden Gewebe. Ebenso spielt der Weichgewebekontakt zum Implantat als eine entscheidende Rolle für den Langzeiterfolg und ist Gegenstand aktueller kontroverser Diskussionen. Ziel ist es, am Übergang zum Abutment Mikropalte zu vermeiden oder zu reduzieren und Mikrobewegungen auszuschließen. Eine vollständige Bakterienabdichtung erscheint aktuell fraglich.

Durch die zunehmende Anzahl der Implantate in situ wird sich der Behandler mit periimplantären Problematiken auseinandersetzen haben. Dies zeigt sich auch auf wissenschaftlicher Ebene [16,17]. Es ist auf ein konsequentes Recall Wert zu legen und eine gute Compliance des Patienten einzufordern.

Digitale Errungenschaften wie die DVT-Diagnostik können individuelle Knochenaugmentationen bei Patienten mit reduziertem Knochenangebot unterstützen. Diese Zukunftsvisionen sind bereits Realität geworden und an ihnen wird weiterhin mit erhöhter Intensität geforscht. Gefordert sind hierbei der Weitblick und das Einschätzungsvermögen bezüglich der späteren prothetischen Konstruktion sowie profunde Kenntnisse bei der Knochenaugmentation. Das Einbringen des autologen Knochenimplantates aus einer Spender- in eine Empfängerregion stellt nach wie vor den Goldstandard im Bereich der Augmentation dar. Dass eine Versorgung von der geplanten prothetischen Suprastruktur und nicht primär von den lokalen anatomischen Gegebenheiten diktiert wird, ist bereits integraler Bestandteil eines Versorgungskonzeptes im Sinne des „backward planning“ geworden. Die navigierte Implantologie wie auch die Anwen-

dung eines Intraoralscanners im Sinne einer optischen Abformung sind ebenfalls Teil der digitalen Zukunft. CAD-CAM-basierte Restaurationen sind in der alltäglichen Praxis zu finden und werden weiterhin optimiert. Keramikimplantate hingegen müssen sich erst noch bewähren und klinisch stabile Langzeitergebnisse präsentieren können – trotz unbestreitbarer ästhetischer Vorzüge und gewebeinerter Biokompatibilität.

Es lässt sich feststellen, dass implantologische Misserfolge nach wie vor durch okklusale Fehlbelastungen, falsche Indikationsstellung vor einer Implantation und mangelhafte Knochenqualität mit konsekutiver fehlender Primärstabilität entstehen können.

Ein neues Einsatzgebiet für Implantate zeichnet sich beispielsweise im kieferorthopädischen Bereich nach abgeschlossenem Kieferwachstum ab: Hier können sie im Bereich des harten Gaumens mithilfe eines Bügels Zähne als Anker stabilisieren. Somit sind auch große Zahnbewegungen möglich, ohne dass extraorale Verankerungen getragen werden müssen [18].

Zusammenfassung

Gemäß der Einschätzung obiger Experten wird die implantologische Zukunft geprägt sein durch die Entwicklung risikoadaptierter Therapiekonzepte bei der Behandlung allgemeinmedizinisch kompromittierter Patienten, der Betreuung von Implantaten auch während periimplantärer Erkrankungen sowie dem Einsatz von Wachstumsfaktoren oder Biomaterialien im Praxisalltag. Auch in der Zahnmedizin wird ein kundenorientiertes Servicesystem, welches die Wünsche der Patienten nach einer optimalen Ästhetik, kurzen Einheilzeiten und komfortablen Eingriffen berücksichtigt, nicht mehr wegzudenken sein. Gleiches gilt bei der zunehmenden Begeisterung der Gesellschaft für eine digitale Welt, welche sich zahnmedizinisch bei den Intraoralscannern oder in der digitalen Bildgebung im Zuge einer weiteren Simplifizierung der Arbeitsprozesse widerspiegelt. Die Forschung arbeitet unter anderem weiterhin an der perfekten Implantatoberfläche, dem schlüssigsten Verbund zwischen Abutment und Implantat sowie einem idealen Weichgewebsmanagement. Basierend auf den bereits Alltag gewordenen Errungenschaften, erscheinen diese Wünsche und Ziele absolut realistisch.

Danksagung

Dank gilt allen Beteiligten für die motivierte und fachlich fundierte Mitarbeit, sowie Frau Dohlus und Frau Ritzert, ohne die dieser Beitrag niemals zustande gekommen wäre.

Interessenkonflikt

Kein Interessenkonflikt angegeben.

Literaturverzeichnis

- 1 Schulte WH, G. Das Tübinger Sofortimplantat. Quintessenz 1976; 27: 17–23
- 2 Massague J. TGFbeta signaling: receptors, transducers, and Mad proteins. Cell 1996; 85: 947–950
- 3 Reddi AH. Bone and cartilage differentiation. Current opinion in genetics & development 1994; 4: 737–744
- 4 Sasano Y, Ohtani E, Narita K et al. BMPs induce direct bone formation in ectopic sites independent of the endochondral ossification in vivo. The Anatomical record 1993; 236: 373–380
- 5 Luu HH, Song WX, Luo X et al. Distinct roles of bone morphogenetic proteins in osteogenic differentiation of mesenchymal stem cells. Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society 2007; 25: 665–677
- 6 Becker J, Kirsch A, Schwarz F et al. Bone apposition to titanium implants biocoated with recombinant human bone morphogenetic protein-2 (rhBMP-2). A pilot study in dogs. Clinical oral investigations 2006; 10: 217–224
- 7 Warnke PH, Springer IN, Wiltfang J et al. Growth and transplantation of a custom vascularised bone graft in a man. Lancet 2004; 364: 766–770
- 8 Jhin MJ, Kim KH, Kim SH et al. Ex vivo bone morphogenetic protein-2 gene delivery using bone marrow stem cells in rabbit maxillary sinus augmentation in conjunction with implant placement. Journal of periodontology 2013; 84: 985–994
- 9 Schmitt C, Lutz R, Doering H et al. Bio-Oss(R) blocks combined with BMP-2 and VEGF for the regeneration of bony defects and vertical augmentation. Clinical oral implants research 2013; 24: 450–460
- 10 Fallucco MA, Carstens MH. Primary reconstruction of alveolar clefts using recombinant human bone morphogenetic protein-2: clinical and radiographic outcomes. The Journal of craniofacial surgery 2009; 20 Suppl 2: 1759–1764
- 11 Guastaldi FP, Yoo D, Marin C et al. Plasma treatment maintains surface energy of the implant surface and enhances osseointegration. International journal of biomaterials 2013; 2013: 354125
- 12 Romeo E, Bivio A, Mosca D et al. The use of short dental implants in clinical practice: literature review. Minerva stomatologica 2010; 59: 23–31
- 13 Hasan I, Bourauel C, Mundt T et al. Biomechanics and load resistance of short dental implants: a review of the literature. ISRN dentistry 2013; 2013: 424592
- 14 Grötz KA, Al-Nawas B, Terheyden H. Implantate und Bisphosphonat-Therapie. Implantologie 2013; 21: 53–59
- 15 Leitlinie. Bisphosphonat-assoziierte Kiefernekrosen. 2012, abrufbar unter <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/007-091.html>. Stand: 13.09.2013
- 16 Schwarz F, Iglhaut G, Becker J. Quality assessment of reporting of animal studies on pathogenesis and treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis. A systematic review using the ARRIVE guidelines. Journal of clinical periodontology 2012; 39 Suppl 12: 63–72
- 17 Schwarz F, John G, Mainusch S et al. Combined surgical therapy of peri-implantitis evaluating two methods of surface debridement and decontamination. A two-year clinical follow up report. Journal of clinical periodontology 2012; 39: 789–797
- 18 D. Kloukos JZ, J. Grossen. Anwendungsmöglichkeiten von paramedian gesetzten Gaumenimplantaten in der kieferorthopädischen Behandlung. Inf Orthop Kieferorthop 2013; 45: 26–32

Korrespondenzadresse

Dr. Amely Hartmann
Praxis Dr. Seiler und Kollegen
Echterdinger Straße 7
70794 Filderstadt
E-Mail: amelyhartmann@web.de