

Mauro Merli



IMPLANTATTHERAPIE

DER INTEGRIERTE BEHANDLUNGSPLAN

Band 1: Diagnostik und chirurgische Behandlung



Berlin, Chicago, Tokio, Barcelona, Istanbul, London, Mailand, Moskau, Neu-Delhi, Paris, Peking,
Prag, São Paulo, Seoul, Singapur und Warschau



Inhaltsverzeichnis

Zur Benutzung des Buches	XIX
Einführung	XXV

1 DER INTEGRIERTE BEHANDLUNGSPLAN 1

Historischer Überblick	2
Der integrierte Behandlungsplan	5
Ein komplexer klinischer Fall	9
Datenerhebung und Diagnose	9
Die Phase der Infektionskontrolle	12
Die erste Qualitätskontrolle	15
Die therapeutischen Optionen	19
Die korrektive Phase	21
Die virtuelle Planung	23
Die schablonengeführte Chirurgie	25
Die Phase der implantatgetragenen provisorischen Versorgung	25
Die zweite Qualitätskontrolle	27
Die Phase der definitiven prothetischen Versorgung	29
Die Erhaltungsphase	30
Fazit	32
Literatur	33

2 SYSTEMISCHE RISKOFAKTOREN 35

Informationen zum körperlichen Zustand	36
ASA-Klassifikation	37
Systemische Risikozustände bei der Implantattherapie	43
Spezielle systemische Risikozustände	48
Psychologische Analyse	66
Sozioökonomische Aspekte	67
Literatur	68



3 LOKALE RISIKOFAKTOREN

Ästhetische Risikofaktoren	75
Die extraorale Beurteilung	76
Die intraorale Beurteilung	82
Subjektive ästhetische Beurteilung durch den Patienten	87
Infektions- und Entzündungsrisiken	88
Risikofaktoren zahnloser Abschnitte	94
Knochendichte/Knochenqualität	94
Die Knochenquantität	100
Biomechanische Risikofaktoren	111
Literatur	113

4 DIE INTEGRIERTE DIAGNOSE 119

Die Patientenakte für die integrierte Diagnose	120
Die persönlichen Daten des Patienten und seine Wünsche	121
Die allgemeinmedizinische Anamnese	122
Die zahnmedizinische Anamnese	123
Die Beurteilung des Fotostatus	125
Die extraorale Untersuchung	129
Die intraorale dentale Untersuchung	131
Die radiologische Untersuchung	133
Die intraorale Parodontaluntersuchung	133
Funktionsanalyse	138
Zusammenfassung des individuellen Risikoprofils des Patienten, der sich einer implantatprothetischen Rehabilitation unterziehen möchte	138
Die digitale Volumetomografie	143
Dosimetrie	146
Die Einführung des Flachbilddetektors	148
Die Bildqualität	150
Die klinischen Anwendungen	153
Die Beurteilung der Knochendichte	156
Fazit	157
Die speziellen Softwaresysteme für Computergestützte Implantatchirurgie	158
Die Procera-Software	160
Simplant Pro	169
Literatur	178

5 DIE OP-VORBEREITUNG 183

Aufklärung und Einwilligungserklärung	184
Merkmale der informierten Einwilligung	184
Formulare	185



Qualitätskontrolle der Sterilisation	188
Die zehn Schritte des Sterilisationsprotokolls	189
Schutz des Patienten und des OP-Teams	192
Infektionsquelle	193
Die „Saubere OP-Technik“	193
Die Vorbereitung des Instrumententisches	195
Die Prämedikation	198
Die Sedierung bei erhaltenem Bewusstsein in der Zahnheilkunde	199
Grundlegende Überlegungen	199
Erste Erfahrungen	200
Das heutige Protokoll	201
Ergebnisse	202
Postoperative Medikation und Verhaltensregeln	203
Postoperative Medikation	203
Postoperative Verhaltensregeln	205
Implantatkarte und Implantatpass	205
Die erste implantatchirurgische Phase	205
Die zweite implantatchirurgische Phase	210
Die prothetische Phase	210
Empfohlene Instrumente und Medikamente für einen ambulanten Eingriff	212
ASA-I- und -II-Patienten	212
ASA-III-Patienten	213
Literatur	214

XIV

6 IMPLANTATINSERTION IN EXTRAKTIONSALVEOLEN UND WAHL DES ZEITPUNKTES	217
Der Heilungsprozess der Extraktionsalveole	218
Einleitung	218
Heilung der Extraktionsalveole	219
Implantatinsertion in Einzelzahn-Extraktionsalveolen: Entscheidungskriterien	226
Anatomische Faktoren	227
Chirurgische Faktoren	232
Implantatinsertion in Einzelzahn-Extraktionsalveolen: Zeitpunkt und chirurgische Optionen	239
Die spontane Heilung	241
Die Sofortimplantation	242
Erhalt der Extraktionsalveole	247
Die Zahnextraktion	247
Füllmaterialien für das Alveoleninnere	250
Die <i>Socket-Preservation</i> -Technik	253
Präventive Maßnahmen gegen den Kollaps der Weichgewebe mit gleichzeitiger Implantation	254



Die Frühimplantation	256
Die Spätimplantation	259
Implantatinsertion in Mehrfachzahnlücken: Entscheidungskriterien	261
Die Positionierung des Implantats	262
Anzahl und Verteilung der Implantate	272
Entscheidungsprozess für das <i>Timing</i> der Implantation im Frontzahn- und Prämolarenbereich	275
Entscheidungsprozess für das <i>Timing</i> der Implantation im Molarenbereich	276
Literatur	280
7 ALTERNATIVE CHIRURGISCHE TECHNIKEN ZU KNOCHENAUFBAUVERFAHREN	283
Kurzimplantate	283
Schräg inserierte Implantate	293
Implantatgetragene Teilprothesen mit Freidendgliedern	305
Implantation mit Flapless-Technik	310
Die computergestützte und schablonengeführte Chirurgie	316
Literatur	333
8 REKONSTRUKTION VON KNOCHENDEFEKTEN: AUTOLOGER KNOCHEN UND KNOCHENERSATZMATERIALIEN	341
Gesteuerte Knochenregeneration (GBR)	345
Einführung	345
Studien am Tiermodell	352
Klinische Studien am Menschen	354
Resorbierbare und nichtresorbierbare Membranen	357
Indikationen und Grenzen von Barrieremembranen	359
Autologe Knochentransplantate und Techniken zu ihrer Entnahme	362
Wahl der Spenderregion	362
Intraorale Knochenentnahme	364
Faktoren für den Erfolg autologer Knochentransplantate	378
Biologische Prozesse bei der Einheilung autologer Knochentransplantate	380
Knochentransplantation mit simultaner Implantation vs. zweizeitiges Vorgehen	383
Extraorale Knochenentnahme	386
Augmentation mit Knochenersatzmaterialien	390
Allogene Ersatzmaterialien für autologen Knochen	390
Xenogene Ersatzmaterialien für autologen Knochen	392
Alloplastische Ersatzmaterialien für autologen Knochen	393
Literatur	395



9	SINUSBODENAUGMENTATION	401
	Anatomische Grundlagen	402
	Allgemeine Indikationen und Kontraindikationen	411
	Medizinische Kontraindikationen	412
	Intraorale Kontraindikationen	412
	Sinusbodenaugmentation mit transkrestaler Technik	413
	Einführung	413
	Indikationen und Kontraindikationen	415
	Chirurgische Techniken	417
	Sinusbodenaugmentation mit lateraler Technik	421
	Einführung	421
	Indikationen und Kontraindikationen	429
	Chirurgische Techniken	430
	Management intraoperativer Komplikationen	447
	Schlussfolgerungen	455
	Entscheidungsprozess für die Behandlung von Atrophien im Oberkiefer-Seitenzahnbereich	456
	Literatur	459
10	DIE REKONSTRUKTION VON HORIZONTALEN, VERTIKALEN UND KOMBINIERTEN KNOCHENDEFEKTEN	465
	Horizontale Knochendefekte	466
	Einführung	466
	Die horizontale gesteuerte Knochenregeneration	475
	Die Technik der Knochenkammexpansion	489
	Das Knochenblocktransplantat	497
	Vertikale Knochendefekte	502
	Einführung	502
	Die gesteuerte vertikale Knochenregeneration mit <i>One-Stage</i> -Technik	505
	Die gesteuerte vertikale Knochenregeneration mit <i>Two-Stage</i> -Technik	516
	Das <i>Onlay</i> -Transplantat unter Verwendung der <i>Two-Stage</i> -Technik	522
	Die Distractionsosteogenese	527
	Das interpositionale <i>Inlay</i> -Transplantat	533
	Kombinierte Knochendefekte	536
	Einführung	536
	Das einzeitige Vorgehen	537
	Das zweizeitige Vorgehen	546
	Die Fence-Technik	550
	Entscheidungsprozesse bei der Behandlung von horizontalen Knochendefekten	556
	Entscheidungsprozess bei der Behandlung von vertikalen Knochendefekten	557
	Literatur	562



11 PERIIMPLANTÄRES WEICHGEWEBSMANAGEMENT 567

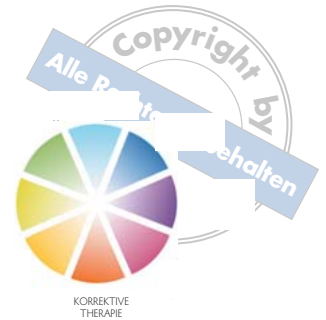
Einführung	569
<i>Socket Preservation</i> -Technik	576
Weichgewebsmanagement bei transmukosaler Implantateinheilung	579
Lappen mit linearer, horizontaler krestaler Primärinzision	579
Resektion keratinisierter marginaler Mukosa	581
Marginaler Stiellappen	582
Lateraler Verschiebelappen	584
Vertikal (koronal) verschobener palatinaler Lappen	587
Rollappentechnik	594
Horizontal (lateral) verschobener palatinaler Bindegewebslappen	600
Autologes subepitheliales Bindegewebsstransplantat	603
Weichgewebsmanagement bei geschlossener Implantateinheilung	605
Trapezförmiger intrasulkulärer Lappen	609
Paramarginaler Lappen mit kurvenförmigen Inzisionen	611
Halbmondförmiger bukkaler Lappen	612
Horizontal (lateral) verschobener palatinaler Periost-Bindegewebslappen	613
Autologes subepitheliales Bindegewebsstransplantat	618
Techniken zur Lappenverlängerung	620
Periostschlitzung	620
Technik der Muskeldissektion	621
Technik der Periostplastik	623
Inzisionen des Typs „cutback reverse“	634
Vestibulär verlagertes gestielter palatinaler Periost-Bindegewebslappen	636
Horizontal (lateral) verschobener palatinaler Periost-Bindegewebslappen	638
Lappenwahl bei vollständiger Zahnlosigkeit	639
Vollständig zahnloser Oberkiefer	639
Vollständig zahnloser Unterkiefer	642
Nahttechniken	647
Entscheidungsprozess für das Weichgewebsmanagement in der Implantatchirurgie	651
Literatur	661

12 PERIIMPLANTÄRE PLASTISCHE CHIRURGIE 665

Einführung	667
Studien am Tiermodell	673
Klinische Studien am Menschen	678
Techniken zur Augmentation der Breite und Dicke des periimplantären keratinisierten Gewebes	684
Freie Transplantate	685
Gestielter Lappen	707

Techniken zur Augmentation des Weichgewebevolumens bei atrophierten Knochenkämmen	714
Freie autologe Transplantate	717
Gestielte Lappen	726
Techniken zur Papillenrekonstruktion	729
Einführung	729
Nicht chirurgische Techniken	736
Chirurgische Techniken	740
Entscheidungsprozess für die Verwendung von Techniken zur Augmentation der Breite und Dicke der periimplantären keratinisierten Mukosa	745
Entscheidungsprozess für die Verwendung von Techniken zur Augmentation des Weichgewebevolumens an atrophierten Kieferkämmen	745
Entscheidungsprozess für die Verwendung von Techniken zur Papillenrekonstruktion	746
Literatur	750
SACHREGISTER	755

ALTERNATIVE CHIRURGISCHE TECHNIKEN ZU KNOCHEN- AUFBAUVERFAHREN



Durch die Einführung neuer Techniken und Technologien bietet sich dem Zahnmediziner nun eine größere Bandbreite an Möglichkeiten, um mehr oder weniger komplexe Fälle zu lösen. Zu den neuesten zur Verfügung stehenden Therapiealternativen gehören die minimal-invasiven chirurgischen Verfahren, denen Forscher und Zahnmediziner in den letzten Jahren immer mehr Beachtung schenken. Denn diese Alternativen ermöglichen es, im Rahmen eines integrierten Behandlungsplans, bei dem das Augenmerk auf die Eigenschaften des Patienten und die Befriedigung seiner Bedürfnisse gerichtet ist, Zeit und Kosten zu reduzieren. Im Übrigen haben auch die gestiegenen Anforderungen seitens des Patienten die Forschung dazu angeregt, Methoden zu entwickeln, mit denen in jeder Hinsicht adäquate Ergebnisse erzielt, Risiken minimiert und Beschwerden reduziert werden können.

Von den zahlreichen derzeit zur Verfügung stehenden Vorschlägen werden hier folgende erläutert:

- Kurzimplantate;
- schräg inserierte Implantate;
- implantatgetragene Teilprothesen mit Freienten;
Implantation mit *Flapless*-Technik;
- computergestützte und schablonengeführte Chirurgie.

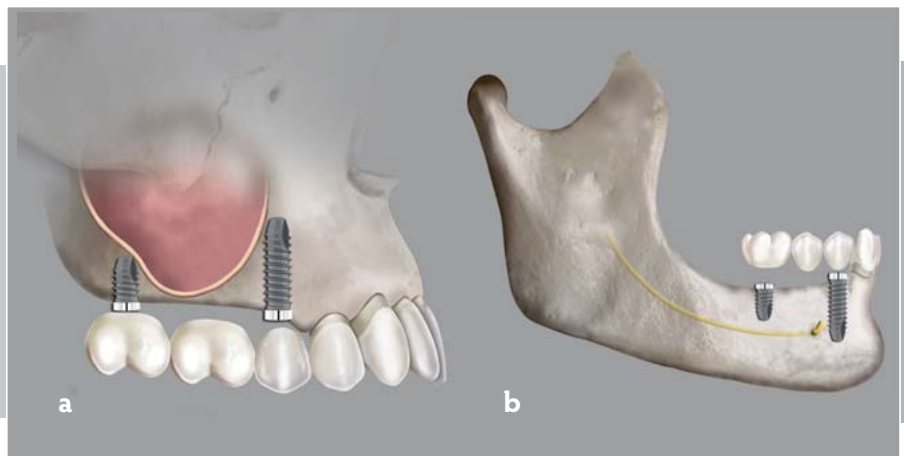
Kurzimplantate

Die Möglichkeit der Verwendung von Kurzimplantaten (Abb. 7-1) ist bei einer nicht idealen Höhe der verbliebenen Knochenmenge eine klinische Lösung, die als minimalinvasiv bezeichnet werden kann. Diese Therapiealternative kann einen unbestrittenen Vorteil in puncto Kosten, Zeit und geringerer Morbidität darstellen.

Bis heute gibt es jedoch in der Wissenschaft keine allseitig geteilte Anschauung darüber, wie viel ein Implantat in der Höhe messen muss, damit es als „kurz“ bezeichnet werden kann. Nach Ansicht einiger Autoren (Tawil et al. 2006 ▲, Fugazzotto 2008 ▲) ist das Implantat dann als kurz anzusehen, wenn es weniger als 10 mm misst. Andere Autoren (Rokni et al. 2005 ▲, Corrente et al. 2009 ▲) haben dagegen 5 und 7 mm lange Implantate als kurz bewertet. Und für wieder andere Autoren gelten Implantate mit Längen zwischen 6 und 8,5 mm als „kurz“ (Renouard und Nisand 2005 ▲, 2006 ▲).

Bis heute gibt es keine Evidenz für einen statistisch signifikanten Unterschied bei den Langzeitergebnissen zwischen sogenannten „kurzen“ und „langen“ Implantaten. Daher können nur einige unter Zahnmedizinern und Forschern verbreitete Überzeugungen hinsichtlich der Vor- und Nachteile im Zusammenhang mit der Verwendung dieser Implantate angeführt werden, die jedoch noch nicht durch wissenschaftliche Beweise gestützt sind und in naher Zukunft einer Untersuchung mit methodologisch streng durchgeführten Studien bedürfen.

Abb. 7-1a, b Lange und kurze Implantate in unmittelbarer Nähe von limitierenden anatomischen Strukturen. a) Längenreduziertes Implantat, das an die schräge distale Wand des Sinus maxillaris angrenzt. b) Kurzimplantat koronal zum Verlauf des Nerven.



Vorteile

Durch Kurzimplantate ist es möglich:

- Maßnahmen zur Rekonstruktion, Regeneration und Augmentation des Knochenvolumens in atrophierten Bereichen zu vermeiden;
- anatomische Strukturen wie das untere alveoläre Gefäß-Nerven-Bündel oder die Kieferhöhlen zu schonen;
- die Kosten des gesamten Verfahrens zu reduzieren;
- die Zeiten bis zur Ausheilung, Belastung und Anfertigung der definitiven prothetischen Versorgung im Verhältnis zur Zeit, die notwendig ist, um die Heilung nach einem rekonstruktiven chirurgischen Eingriff abzuwarten, zu verkürzen;
- die Explantation zu erleichtern, wenn man zu der Einschätzung kommt, dass sie aufgrund biologischer oder biomechanischer Komplikationen erforderlich ist.

Nachteile

Gewöhnlich gehen Kurzimplantate mit einer größeren vertikalen Dimension der prothetischen Krone einher. Dies ist die Ursache für:

- eine nicht optimale Ästhetik, vor allem, wenn die anterioren Bereiche betroffen sind;
- Schwierigkeiten bei der Hygienefähigkeit;
- einen vorzeitigen Misserfolg im Vergleich zu einem längeren Implantat im Falle einer Periimplantitis, mit möglichem Verlust der gesamten implantatprothetischen Versorgung (Abb. 7-2).

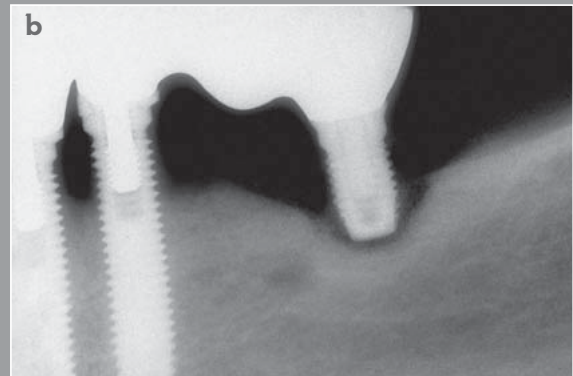
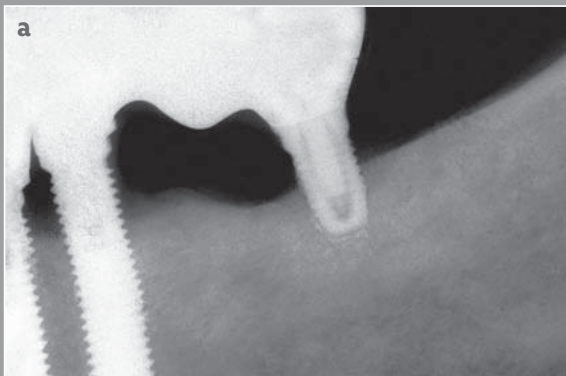


Abb. 7-2a, b Röntgenbilder eines klinischen Falls mit langen und kurzen Implantaten bei bestehender Periimplantitis. a) Kraterförmige Knochenresorption, radiologischer Ausdruck der periimplantären biologischen Komplikation. b) Röntgenbild nach weiteren 3 Jahren, auf dem der Misserfolg des Kurzimplantats und demzufolge eines Teils der prothetischen Rekonstruktion zu sehen ist.

285

Die vertikale Dimension der prothetischen Krone eines Kurzimplantats ist oftmals länger als das Implantat selbst. Anfangs dachte man, dass sich eine vertikale Dimension der implantatgetragenen prothetischen Krone, die größer ist als die vertikale Dimension des Implantats selbst, analog zu den Literaturangaben in Bezug auf die Längenrelation zwischen Kronenlänge und Wurzellänge bei natürlichen Zähnen zuungunsten der Implantatbiomechanik und des periimplantären biologischen Milieus auswirkt. Dagegen haben kürzlich durchgeführte Untersuchungen gezeigt, dass eine implantatgetragene Krone, die länger ist als das Implantat selbst, anscheinend:

- keine Auswirkungen auf die langfristige Leistung von Kurzimplantaten hat (Tawil et al. 2006 ▲);
- nicht mit dem marginalen Knochenverlust in Zusammenhang steht (Rokni et al. 2005 ▲).



In einer retrospektiven Kohortenstudie mit einem durchschnittlichen ^{Follow-up} von 2,3 Jahren (0,1 bis 7,4 Jahren) haben Schulte et al. (2007 ▲) an 294 Patienten die Leistung von 889 implantatgetragenen prothetischen Einzelkronen mit einer Kronen-Implantat-Längenrelation zwischen < 1 und > 2 evaluiert. Während die Längenrelation zwischen Kronenlänge und Wurzellänge der natürlichen Zähne gewöhnlich bei ca. 0,6 bei den Zähnen des Oberkiefers und bei ca. 0,55 bei den Zähnen des Unterkiefers liegt (Ash 1993), variierte die Längenrelation zwischen Kronenlänge und Implantatlänge in der Studie von Schulte et al. (2007 ▲) zwischen 0,5 (0,5 : 1) und 3 (3 : 1).

Als „Implantatmisserfolg“ definierten die Autoren den Fall, wenn aus irgendeinem Grund das Implantat selbst aus dem Knochen entfernt worden war. Es wurden 16 Implantatmisserfolge mit einer Überlebensrate der Implantate von 98,2 % verzeichnet. Die Kronen-Implantat-Relationen der 16 Misserfolge wiesen ähnliche Mittelwerte auf wie die erfolgreichen Implantate (1,3 : 1 bzw. 1,4 : 1). Die Autoren folgerten daraus, dass die klinischen Empfehlungen in Bezug auf die Kronen-Wurzel-Relation nicht auf implantatprothetische Rehabilitationen mit Einzelkronen übertragen werden können.

In einer Kohortenstudie haben Tawil et al. (2006 ▲) 262 enossale Implantate bei 109 Patienten inseriert. Die Autoren berichteten über die prozentualen Kronen-Implantat-Relationen von 234 implantatgetragenen Kronen (sowohl Einzelkronen als auch größeren Brücken). Obgleich bei 57 % der beurteilten implantatgetragenen Kronen die Kronen-Implantat-Längen-Relation größer oder gleich 1,21 war, haben die Autoren nach einer mittleren Beobachtungszeit von 53 Monaten (Range zwischen 12 und 108 Monaten) keine statistisch signifikanten Unterschiede beim krestalen Knochenverlust zwischen den verschiedenen Kategorien der Kronen-Implantat-Relation prothetischer Versorgungen gefunden (Tab. 7-1).

Tabelle 7-1 Durchschnittlicher Verlust von periimplantärem krestalem Knochen je nach Kronen-Implantat-Relation nach einem mittleren Follow-up von 53 Monaten (Tawil et al. 2006 ▲) (Abdruck der Daten mit freundlicher Genehmigung).

Relation zwischen Länge der prothetischen Krone und Implantatlänge	Anzahl Implantate	Prozentsatz Implantate	Durchschnittlicher mesio-distaler Verlust von periimplantärem krestalem Knochen (mm)
< 1,00	30	12,8 %	0,88 (0,74)
1,00–1,20	70	29,9 %	0,75 (0,71)
1,21–1,40	58	24,8 %	0,73 (0,58)
1,41–1,60	29	12,4 %	0,77 (0,71)
1,61–2,00	39	16,7 %	0,66 (0,54)
> 2,00	8	3,4 %	0,62 (0,76)
Insgesamt	234	100 %	0,74 (0,65)

In Klammern sind die Standardabweichungen angegeben. Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen in Bezug auf die Kronen-Implantat-Relation gefunden ($p = 0,290$).

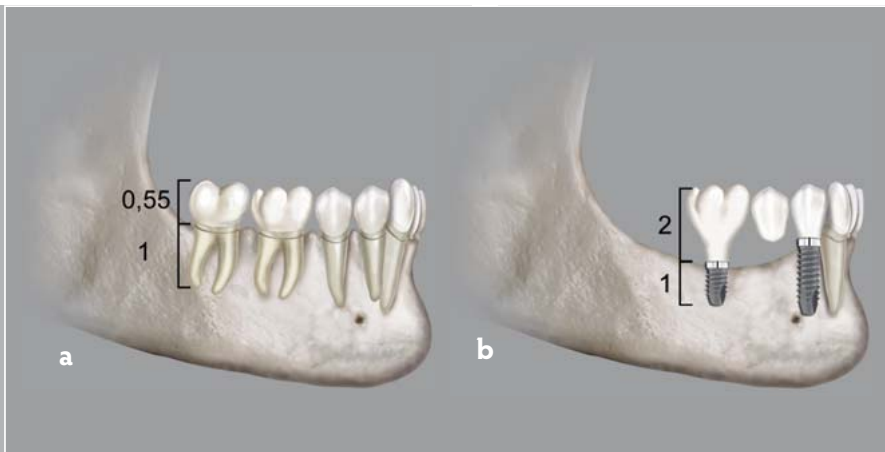


Abb. 7-3a, b Grafische Darstellung der Relation zwischen Krone und natürlicher Wurzel oder Implantat. a) Beispiel für die physiologische Relation zwischen Krone und natürlicher Wurzel bei den unteren Molaren. b) Beispiel für die umgekehrte Relation zwischen Krone und Kurzimplantat bei den Unterkiefermolaren.

In einem neueren systematischen Review, das mit prospektiven Kohortenstudien mit einem Nachuntersuchungszeitraum von mindestens 4 Jahren durchgeführt wurde, konnte Blanes (2009 ▲) nur zwei Artikel auswählen, die den Eingangskriterien der Studie entsprachen, und kam zu dem Schluss, dass eine über die Implantatlänge hinausgehende Länge der prothetischen Versorgung keinen Einfluss auf den marginalen Knochenverlust hat.

In einer von Rokni et al. (2005 ▲) durchgeführten retrospektiven Studie wurden die Daten von zwei prospektiven Studien verglichen und 199 Implantate bei 74 partiell zahnlosen Patienten analysiert; dabei ergaben sich Hinweise darauf, dass der marginale Knochenverlust von der Implantatlänge und einer eventuell bestehenden Verblockung der prothetischen Rekonstruktion abhängen kann. Die längeren Implantate zeigten in der Tat einen statistisch signifikant größeren durchschnittlichen Knochenverlust (0,2 mm oder mehr) im Vergleich zu den kurzen Implantaten. Ebenso zeigten verblockte Implantate eine statistisch signifikant größere krestale Resorption (0,2 mm oder mehr) im Vergleich zu nicht verblockten Implantaten. Allerdings haben die Autoren ihre Beobachtungen auf Messungen gestützt, die an intraoralen Röntgenaufnahmen durchgeführt wurden, ohne Informationen anzuführen, die von grundlegendem Interesse sind, um den Verlauf der marginalen Knochenhöhen zu beurteilen, wie z. B. Daten in Bezug auf eine eventuell bestehende Erhaltungstherapie und die Qualität der Mundhygiene der 74 Patienten.

Ein nicht systematischer Literaturreview von Renouard und Nisand (2006 ▲) (Tab. 7-2) hat gezeigt, dass die in den letzten Jahren verwendeten Kurzimplantate ähnliche Ergebnisse erzielt haben wie die als lang geltenden Implantate, und zwar dank:

- besserer chirurgischer Präparationstechniken;
- verbesserter makro- und mikrostruktureller Eigenschaften der Implantatoberfläche, die eine frühere Osseointegration sicherstellen.



Die Autoren konnten nur sehr heterogene Studien auswählen, weshalb keine Metaanalyse möglich war. Jedenfalls haben sie, ausgehend von den Ergebnissen der untersuchten Studien, in der Literatur vier verschiedene Beurteilungen gefunden, die in Tabelle 7-3 schematisch dargestellt sind.

Tabelle 7-3 Beurteilungen der Kurzimplantate in der Literatur nach dem Review von Renouard und Nisand (2006 ▲)

Nr.	Beurteilung	Literatur
1	Einige Untersuchungen haben klar gezeigt, dass bei Kurzimplantaten häufiger Misserfolge auftreten als bei langen Implantaten.	Bahat 1993 ▲ Jemt und Lekholm 1995 ▲ Wyatt und Zarb 1998 ▲ Bahat 2000 ▲ Winkler et al. 2000 ▲ Naert et al. 2002 ▲ Weng et al. 2003 ▲ Herrmann et al. 2005 ▲
2	Eine zweite Gruppe von Untersuchungen ergab eine ausreichende Überlebensrate der Kurzimplantate, obgleich sich ein Anstieg der Misserfolge herausgestellt hatte.	van Steenberghe et al. 1990 ▲ Friberg et al. 1991 ▲ Jemt 1991 ▲ Lekholm et al. 1999 ▲
3	Eine dritte Studienreihe fand keine Korrelation zwischen Misserfolg und Implantatlänge.	Buser et al. 1997 ▲ Ellegaard et al. 1997 ▲ Gunne et al. 1999 ▲ Brocard et al. 2000 ▲ Testori et al. 2001 ▲ Stellingsma et al. 2003 ▲ Feldman et al. 2004 ▲ Romeo et al. 2004 ▲ Lemmerman und Lemmerman 2005 ▲
4	Eine vierte Gruppe von Untersuchungen ergab, dass Kurzimplantate mit langen Implantaten vergleichbar sind und eine Überlebensrate zwischen 88 und 100 % aufweisen.	Bernard et al. 1995 ▲ Teixeira et al. 1997 ▲ Ten Bruggenkate et al. 1998 ▲ Deporter et al. 2000 ▲ Friberg et al. 2000 ▲ Stellingsma et al. 2000 ▲ Deporter et al. 2001 ▲ Tawill und Younan 2003 ▲ Fugazzotto et al. 2004 ▲ Griffin und Cheung 2004 ▲ Nedir et al. 2004 ▲ Goené et al. 2005 ▲ Renouard und Nisand 2005 ▲



Hervorzuheben ist, dass sich die meisten Studien der ersten Gruppe mit Implantaten mit glatter (oder maschinierter) Oberfläche befasst haben und für alle Regionen gleiche Implantationstechniken evaluiert wurden. Kurzimplantate mit rauer Oberfläche gewährleisteten hingegen bessere und mit längeren Implantaten vergleichbare Ergebnisse.

Wenn der chirurgische Ansatz je nach OP-Situs und Knochenqualität differenzierter erfolgt und die klinischen Fälle korrekt ausgewählt werden, können ermutigende Ergebnisse erzielt werden, bei denen die Überlebensraten der Kurzimplantate mit denen der längeren Implantate vergleichbar sind.

Tabelle 7-3 Die im Literaturreview von Renouard und Nisand (2006 ▲) ausgewählten Studien zu Kurzimplantaten.

Autoren (Jahr)	Art der Studie	Patienten	Implantate	Follow-up in Monaten (durchschnittlich)	Durchschnittliche Länge (mm)	Überlebensrate insgesamt (%)
Bernard et al. (1995 ▲)	prospektiv	48	100	(36)	9,1	99
Texeira et al. (1997 ▲)	retrospektiv	26	67	(60)	8,31	94
Ten Bruggenkate et al. (1998 ▲)	retrospektiv	126	253	12–84	6	94
Stellingsma (2000 ▲)	retrospektiv	17	68	60–97 (77)	8,25	88
Friberg (2000 ▲)	retrospektiv	49	260	12–168 (96)	6,95	95,5 nach 5 Jahren/92,3 nach 10 Jahren
Deporter et al. (2000 ▲)	prospektiv	16	26	6–36 (11,1)	6,9	100
Deporter et al. (2001 ▲)	prospektiv	24	48	8,2–50,3 (32,6)	7,66	100
Tawill und Younan (2003 ▲)	retrospektiv	111	269	12–92	9	95,5
Nedir et al. (2004 ▲)	prospektiv	236	528	12–84	10,26	99,4
Griffin und Cheung (2004 ▲)	retrospektiv	167	168	9–68 (34,9)	6	100
Fugazzotto et al. (2004 ▲)	retrospektiv	979	979	0–84	8,1	95,1
Goenè et al. (2005 ▲)	retrospektiv	188	311	(39,1)	8,42	95,8
Renouard und Nisand (2005 ▲)	retrospektiv	85	96	24–48 (37,6)	7,9	94,6

289

Die Autoren haben zuletzt darauf hingewiesen, dass die Misserfolgsraten von Kurzimplantaten mit denen von in Kombination mit rekonstruktiven chirurgischen Verfahren inserierten Implantaten verglichen werden müssten.

Auf das Risiko biomechanischer Komplikationen bei Kurzimplantaten wird im zweiten Band dieses Werks näher eingegangen.

Abbildung 7-4 dokumentiert den klinischen Fall eines Patienten mit großen beidseitigen Zahnlücken in den unteren posterioren Sextanten, der mit einer von langen und kurzen Implantaten getragenen Prothese versorgt wurde, mit einem *Follow-up* von 18 Jah-

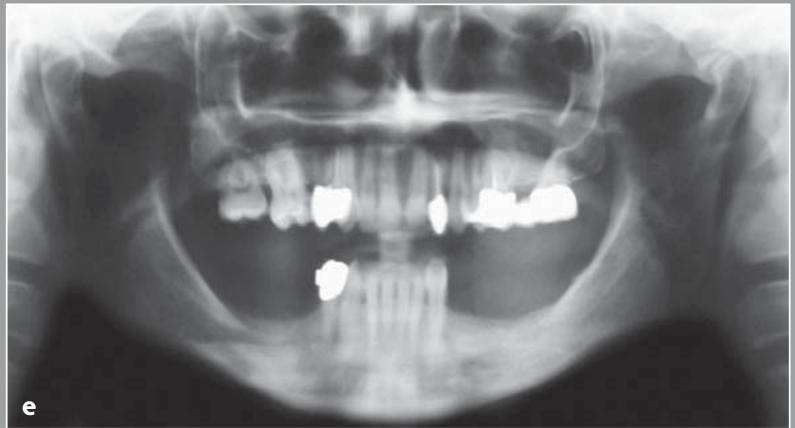


ren. Die Aufnahmen 7-4f und 7-4g der Bildfolge zeigen die Qualität der Gewebeheilung nach der Insertion von zwei maschinerten Implantaten (10 mm) rechts und drei maschinerten Implantaten links, von denen eines lang (15 mm) und zwei kurz (7 mm) sind. Die Aufnahmen 7-4h und 7-4i dokumentieren die Mundhöhle zum Zeitpunkt der definitiven implantatgetragenen prothetischen Versorgung.



Abb. 7-4a-o Klinisches Beispiel für bilaterale distale Zahnlücken im unteren Zahnbogen. a) Intraorale rechte Lateralansicht in habitueller Okklusion. b) Intraorale Frontalansicht in habitueller Okklusion. c) Intraorale linke Lateralansicht in habitueller Okklusion. d) Initiale Taschentiefenmessung. e) Röntgenbild des Patienten mit evidenter partieller Atrophie der zahnlosen Unterkiefersättel. f) Klinisches Bild der Implantate in regio 45, 46. g) Klinisches Bild der Implantate in regio 34, 35, 36.

Lockerung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gingiva																
Plaque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Furkation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Attachmentverlust	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sondierungstiefe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rezession																
Blutung																
	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27		
	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37		
Blutung																
Rezession																
Sondierungstiefe																
Attachmentverlust																
Furkation																
Plaque																
Gingiva																
Lockerung																



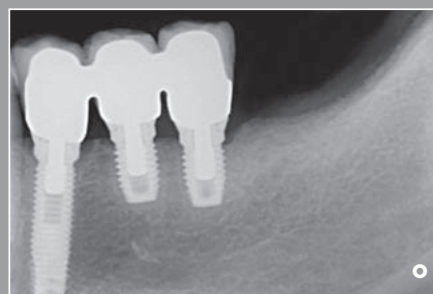
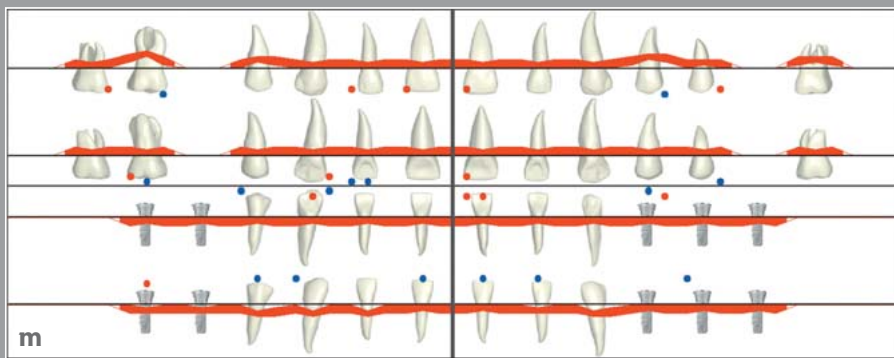
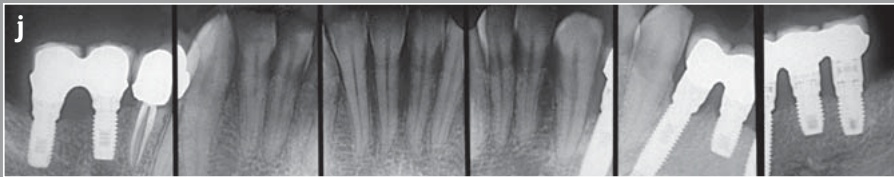


Abb. 7-4a-o (Fortsetzung)
Klinisches Beispiel für bilaterale distale Zahnlücken im unteren Zahnbogen. *h*) Intraorale Frontalansicht der definitiven prothetischen Versorgung zum Zeitpunkt der Eingliederung. *i*) Intraorale Okklusalanalysen der definitiven Versorgung des Patienten. *j*) Röntgenbilder beim Abschluss der implantatprothetischen Rehabilitation des Patienten. *k, l*) Intraorale frontale und okklusale Aufnahme der implantatprothetischen Rehabilitation nach 18 Jahren Follow-up. *m*) Taschentiefenmessung 18 Jahre nach der Rehabilitation. *n, o*) Röntgenbild der posterioren Bereiche des Unterkiefers nach 18 Jahren Follow-up. Aufgetretene biomechanische Komplikationen, die durch das Design der prothetischen Versorgung bedingt waren, machten den Ersatz der unteren linken Brücke erforderlich.



Die Aufnahme 7-4j zeigt den Osseointegrationsgrad der Implantate zum Zeitpunkt der definitiven Versorgung sowie die periimplantären Knochenkammhöhen. Die Aufnahmen 7-4k und 7-4l dokumentieren den klinischen Fall nach 18 Jahren *Follow-up*, jeweils in intraoraler Frontal- bzw. Okklusalansicht. Die Aufnahme 7-4n zeigt die Stabilität der periimplantären Knochenhöhen im posterioren Bereich des Unterkiefers 18 Jahre nach der Rehabilitation.

Abbildung 7-5 beschreibt einen weiteren klinischen Fall eines über 60-jährigen Patienten mit systemischem Risikoprofil ASA III (Owens et al. 1978) und der Anamnese eines zurückliegenden kompensierten Infarkts sowie einer teilweise kontrollierten arteriellen Hypertonie. Der Patient wurde zudem mit Antikoagulanzen behandelt. In diesem Fall hielt man einen minimalinvasiven Therapieansatz für sinnvoll.

Der Patient wies gravierende dentale und parodontale Beeinträchtigungen in regio 23 und 24 auf. Deshalb erschien es unter dem Aspekt des Kosten-Nutzen-Verhältnisses nicht sinnvoll, eine therapeutische Intervention zum Erhalt dieser Zähne durchzuführen, deren Prognose letztlich ungewiss gewesen wäre. Man entschied sich für die Extraktion der Zähne 23 und 24 mit gleichzeitiger Implantation. In derselben Sitzung wurde auch ein Kurzimplantat (6 mm lang, maschinert) in regio 25 (Abb. 7-5d, 7-5e) inseriert.

Abb. 7-5a-e Klinisches Beispiel für den Einsatz eines Kurzimplantats in regio 25 und den gleichzeitigen Ersatz parodontal kompromittierter Zähne mit Sofortimplantaten in regio 23 und 24. a) Lateralansicht mit mesial am Zahn 23 eingebrachter Sonde. b) Initiale Taschentiefenmessung der betroffenen Bereiche. c) Röntgenbild des betroffenen Bereichs. d) Lateralansicht der implantatgetragenen prothetischen Versorgung zum Zeitpunkt der Eingliederung. e) Röntgenbild nach 5 Jahren Follow-up.



Lockerung	1	1
Gingiva		
Plaques		
Furkation		3 3
Attachementverlust	17 9 10 13 6 8 17 10 11 14 5 9	
Sondierungstiefe	18 9 8 11 10 9	
Rezession	2 3 2 2 2 2	
Blutung	• • • • • •	
	23	24



Diese Therapieentscheidung erlaubte es, die chirurgische Invasivität (durch Vermeidung eines Sinuslifts) und die Rehabilitationszeiten bei einem Patienten mit systemischem Risiko erheblich zu reduzieren.

Schräg inserierte Implantate

Der Platz, der dem Chirurgen für die Positionierung der Implantate zur Verfügung steht, kann durch anatomische Gegebenheiten wie einen stark pneumatisierten Sinus maxillaris oder einen eher koronalen Verlauf des Canalis mandibularis eingeschränkt werden. Wenn dies eventuell in Kombination mit einem in vertikaler und horizontaler Ebene reduzierten krestalen Knochenvolumen und/oder einer schlechten Knochenqualität auftritt, kann sich der Therapieansatz weiter verkomplizieren, vor allem im Bereich der Prämolaren und Molaren (Lekholm et al. 1985). Ein unzureichendes Knochenvolumen stellt an und für sich jedoch keine absolute Indikation für einen Eingriff zur Knochenrekonstruktion dar. Der Zahnmediziner sollte bei gleicher Wirksamkeit des Ergebnisses immer den Therapieansatz in Betracht ziehen, der den geringsten Invasivitätsgrad (Aparicio et al. 2001 ▲, Calandriello und Tomatis 2005 ▲) erlaubt. Bei atrophierten zahnlosen Bereichen, die implantatprothetisch versorgt werden sollen, ist das Ziel die Wiederherstellung einer optimalen Kaufunktion, Ästhetik, Phonation und Stützung der Lippe durch den Einsatz eines implantatgetragenen festsitzenden Zahnersatzes. Dieser ist so anzufertigen, dass eine korrekte häusliche Mundhygiene erleichtert wird und nicht zwangsweise komplexe und kostspielige chirurgische Eingriffe erforderlich sind. Werden diese Ziele erreicht, trägt dies entscheidend dazu bei, den Patienten voll zufriedenzustellen.

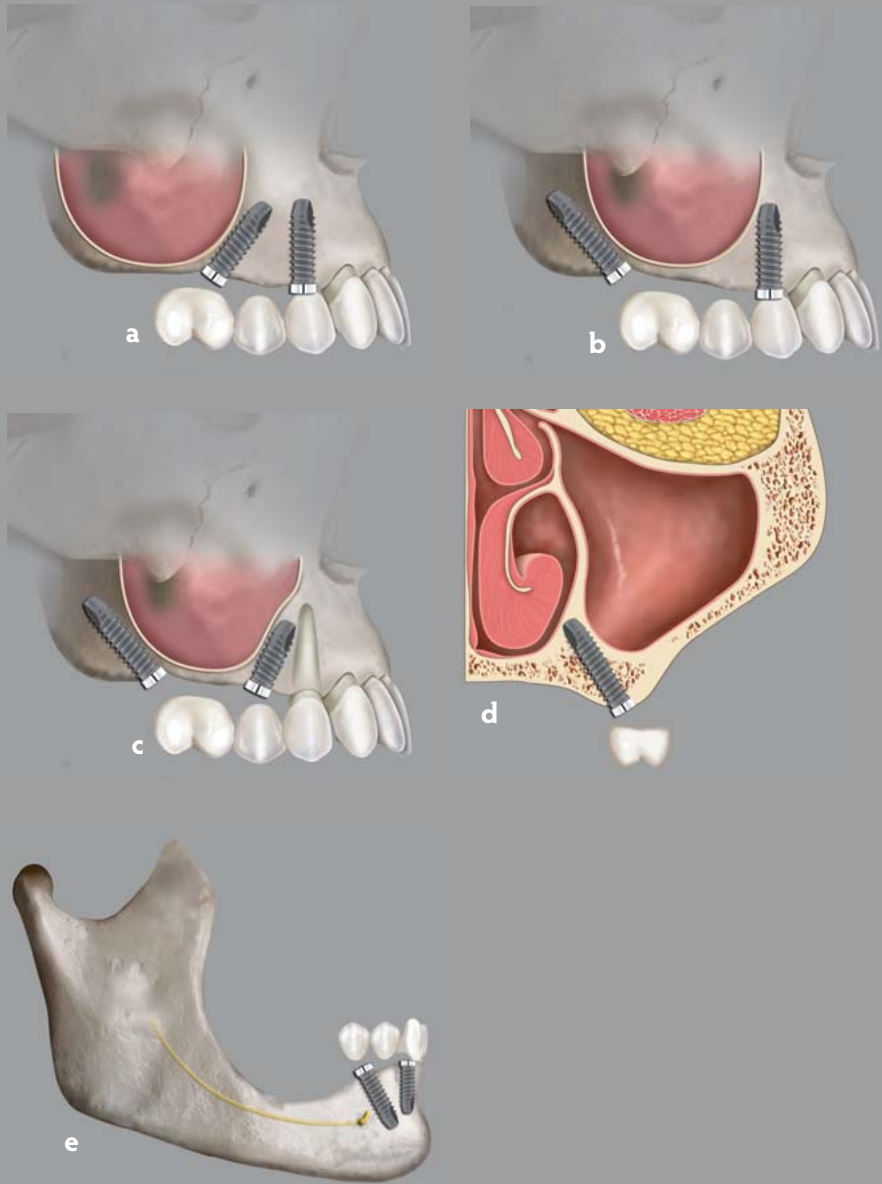
Zur Erzielung dieser Ergebnisse können auch die Methoden beitragen, die sich sogenannter schräg inserierter Implantate bedienen.

Unter einem schräg inserierten Implantat versteht man ein Implantat, das nicht senkrecht zum Knochenkamm positioniert ist. In der Literatur herrscht jedoch keine einheitliche Auffassung darüber, wie der ideale Neigungsgrad auszusehen hat. Aus einer Analyse der verfügbaren Studien zur Versorgung von atrophierten Kiefern mit schräg inserierten Implantaten geht hervor, dass diese eine variable Angulation zwischen 15 und 45° oder mehr zur Okklusalebene haben können und dass der Angulationsgrad letztlich von anatomischen Einschränkungen abhängig ist: Ausdehnung und Morphologie des Sinus maxillaris, Verlauf des N. mandibularis und nicht zuletzt Position der vorhandenen Zähne im antagonistischen Zahnbogen.

Schräg inserierte Implantate ermöglichen im Falle von Knochenatrophien bei partiell oder vollständig zahnlosen Patienten in den posterioren Bereichen des Ober- und Unterkiefers im Wesentlichen folgende therapeutischen Optionen (Abb. 7-6):

- Implantate, die mesial zum Sinus maxillaris geneigt sind (Abb. 7-6a);
- Implantate, die distal zum Sinus maxillaris (Tuber maxillae, Processus pterygoideus) geneigt sind (Abb. 7-6b);

Abb. 7-6a-e Die häufigsten therapeutischen Optionen, die durch schräg inserierte Implantate bei partiell zahnlosen Patienten ermöglicht werden. a) Mesial zum Sinus maxillaris geneigtes Implantat. b) Distal zum Sinus maxillaris geneigtes Implantat. c) Kombination aus beiden. d) Medial geneigtes Implantat. e) Distal geneigtes Implantat vor dem Foramen mentale.



- Kombination aus beiden (mesial und distal geneigt) (Abb. 7-6c);
- in medialer Richtung (vestibulooral) geneigte Implantate (Abb. 7-6d);
- Implantate, die distal geneigt sind, vor dem Foramen mentale (Abb. 7-6e).

Theoretisch wird bei schräg inserierten Implantaten, die im verbliebenen Knochenkamm positioniert werden (Krekmanov 2000a ▲, Aparicio et al. 2002 ▲), auch das Komplikationsrisiko erheblich reduziert. Denn sie ermöglichen es, komplexe chirurgische Eingriffe

zu vermeiden, sodass das Risiko aller bei invasiveren Ansätzen möglichen Komplikationen, wie zum Beispiel Sinusitis, Infektionsprozesse, Verlust des Transplantats, Osteomyelitis und Morbidität der Donorstelle (Regev et al. 1995 ▲), geringer ist.

Außerdem können durch die Neigung der Insertionsachse längere Implantate verwendet werden. Damit vergrößert sich die Kontaktfläche zwischen Knochen und Implantat (BIC) und infolgedessen die Primärstabilität (Krekmanov 2000b ▲).

Mit schräg inserierten Implantaten können deshalb komplexe rekonstruktive Verfahren im Falle von anatomischen Einschränkungen (wie Sinus maxillaris im oberen Zahnbogen sowie Foramen mentale und Verlauf des Canalis mandibularis im unteren Zahnbogen) sowie im Falle von schweren Knochenatrophien vermieden werden.

Mit dieser Methode kann das verbleibende Knochenvolumen bei partieller oder vollständiger Zahnlosigkeit optimal genutzt werden.

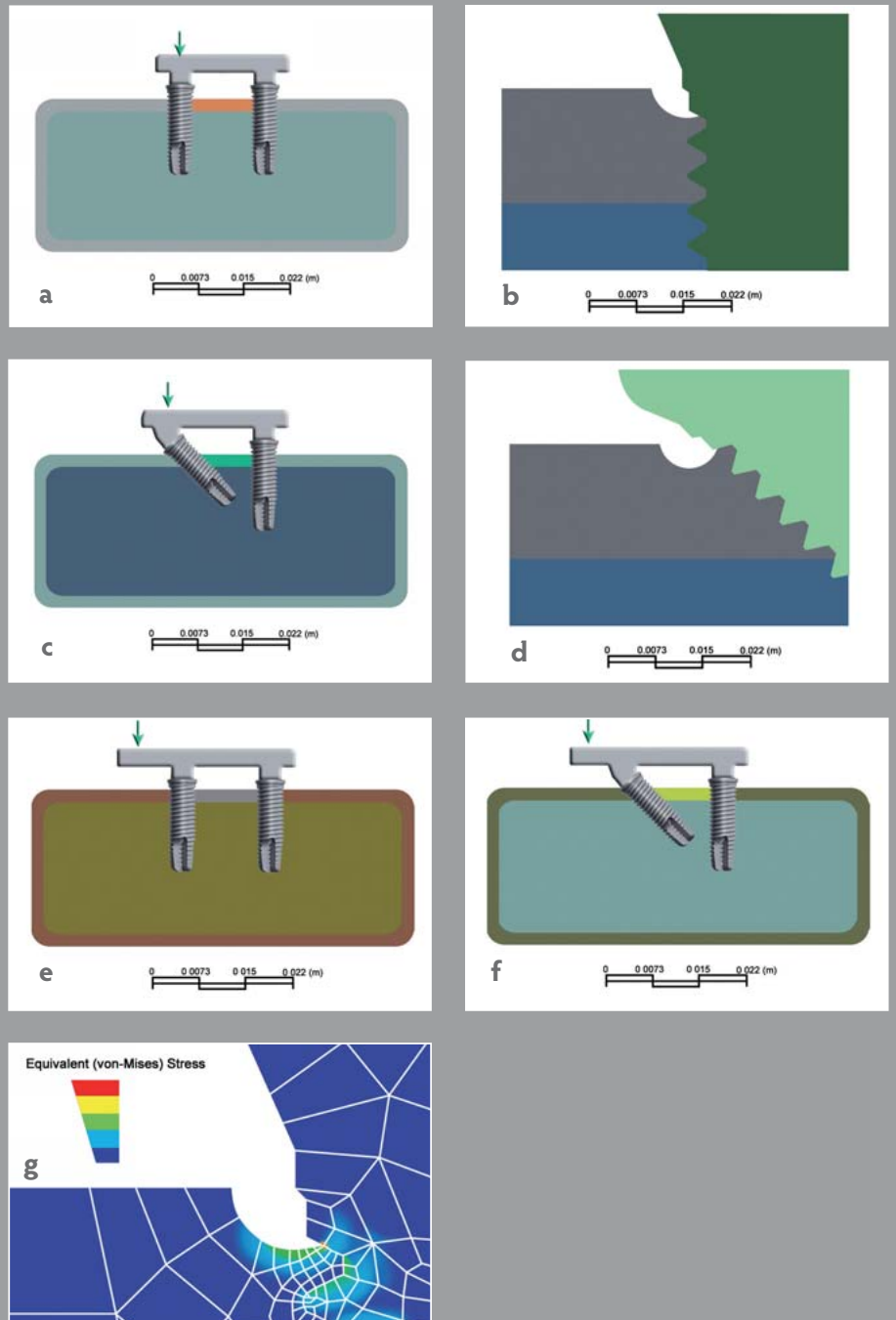
Eine von Zampelis et al. durchgeführte In-vitro-Studie (2007 ▲) hat die Effizienz der Verwendung von schräg inserierten Implantaten als Pfeiler für eine adäquate Abstützung des Zahnersatzes untersucht.

Zweck der Studie war es:

- zu untersuchen, ob die schräge Insertion von verblockten Implantaten die Belastungsverteilung im Knochen, der rings um den zervikalen Bereich des Implantats liegt, verändern kann;
- zu prüfen, ob die Verwendung von schräg inserierten Implantaten als distale Pfeiler in biomechanischer Hinsicht sinnvoller ist als die Verwendung von distalen Extensionen.

Durchgeführt wurde die Untersuchung anhand eines zweidimensionalen Finite-Elemente-Modells (Abb. 7-7). Es wurden zwei 13 mm lange und mit einer 16 x 3 mm großen Titanschiene verblockte Implantate verwendet. Die Implantate wurden in Knochenblöcke eingesetzt, die Knochen unterschiedlicher Qualität simulierten. Es wurde ein kleiner Krater rings um das schräg inserierte Implantat gebildet, um die physiologische Resorption auf Höhe des marginalen Knochenkamms zu simulieren. Die Autoren haben vier verschiedene Modelle konstruiert, die dreigliedrige implantatprothetische Versorgung simulierten. Von den zwei Modellen, die keine distalen Extensionen vorsahen, war ein Modell von parallelen, vertikal positionierten Implantaten getragen, bei dem anderen war das distale Implantat im 45°-Winkel schräg inseriert. Genauso waren von den zwei Modellen mit distaler Extension (Länge 7 mm) das eine von parallelen, vertikal positionierten Implantaten getragen, während bei dem anderen das distale Implantat im 45°-Winkel schräg inseriert war. Zur Beurteilung der Belastungsfolgen auf Höhe des Knochenkamms wurde auf die Titanschiene eine Kraft von 50 N ausgeübt.

Abb. 7-7a-g Finite-Elemente-Modell der Belastungsstudie auf Höhe des marginalen Knochenkams bei schräg inserierten Implantaten. *a, b*) Simulation des physiologischen Resorptionsprozesses am marginalen Knochenkamm bei parallelen, vertikalen Implantaten ohne distale Extension. *c, d*) Modell mit schräg inseriertem distalem Implantat, bei dem das Ausmaß der Knochenresorption auf Höhe des marginalen Knochenkams ersichtlich ist. *e*) Modell mit distaler Extension und parallelen, vertikalen Implantaten. *f*) Modell mit distaler Extension und schräg inseriertem distalem Implantat. *g*) Belastungsverteilung im Bereich des Widerstandszentrums des Implantats.



Die Studie bewies, dass die Belastung im koronalsten Bereich des Kontaktes zwischen Implantat und Knochen, im Widerstandszentrum des Implantats, bei parallelen und schräg inserierten Implantaten identisch war. Damit wurde die Tatsache bekräftigt, dass eine schräge Insertion von verblockten Implantaten nicht zu einer größeren Belastung führt. Die Modelle mit distaler Extension haben gezeigt, dass bei dieser Methode die Belastung, die sich auf den Knochen verteilt, größer war. Diese Belastung wurde normalisiert, wenn das Freiglied entfernt und das distale Implantat schräg geneigt wurde. Auf diese Weise wurde der distale Teil der Extension vom Implantatkopf selbst getragen. Durch den Einsatz von längeren Implantaten konnte letztlich nur die Belastung auf den marginalen Knochenkamm reduziert werden.

Schlussendlich zeigt sich bei Teilprothesen, dass die Verwendung von festsitzenden Prothesen auf schräg inserierten, verblockten distalen Implantaten im Vergleich zur Verwendung von festsitzenden Prothesen, die von parallelen, vertikal positionierten Implantaten getragen werden, letztlich keine Zunahme der Knochenbelastung bedeutet. Dabei ist zu bedenken, dass eine In-vitro-Studie nur begrenzt Hinweise liefern kann. Es ist daher von Vorteil, bevorzugt distal geneigte, schräg inserierte Implantate zu verwenden, anstelle dreigliedriger implantatprothetischer Versorgungen, die von zwei parallelen Implantaten getragen werden und ein distales Freiglied haben.

Die Möglichkeit, lange, schräg inserierte Implantate zu verwenden, die leichter eine hohe Primärstabilität gewährleisten, kann auch mit einem chirurgischen Eingriff im *Flapless*-Verfahren (d. h. ohne chirurgische Lappenbildung für den Zugang) verbunden werden (Maló et al. 2007 ▲). Damit kann das Einsetzen einer prothetischen Versorgung unmittelbar nach dem chirurgischen Eingriff (Sofortbelastung) (Capelli et al. 2007 ▲, Testori et al. 2008 ▲, Francetti et al. 2008 ▲) begünstigt und erleichtert werden. Mit dieser Methode können Zeitaufwand, Beschwerden und Kosten für den Patienten reduziert werden.

Versorgungen mit schräg inserierten Implantaten können bei folgenden Fällen von Zahnlücken zum Einsatz kommen:

- vollständige Zahnlosigkeit des Ober- und Unterkiefers;
- partielle Zahnlosigkeit in beiden Kiefern.

Für die Versorgung des vollständig zahnlosen Oberkiefers gibt es im Wesentlichen zwei Ansätze (Abb. 7-8), welche die Verwendung von schräg inserierten Implantaten vorsehen:

- die *Marius-Bridge*-Methode;
- die sogenannte *All-on-Four*-Methode.

Die *Marius-Bridge*-Methode sieht die Insertion von sechs Implantaten in die Prämaxilla vor: vier werden axial und zwei schräg in distaler Richtung vor der mesialen Wand des rechten und linken Sinus maxillaris positioniert (Abb. 7-8). Die von Fortin et al. in einer retrospektiven Studie (2002 ▲) genannte Überlebensrate der Implantate nach einem *Follow-up* von 5 Jahren beträgt 97 %, und die Überlebensrate nach 1 Jahr lag bei diesem Versorgungstyp in einer Studie von Calandriello und Tomatis (2005 ▲) bei 100 %.

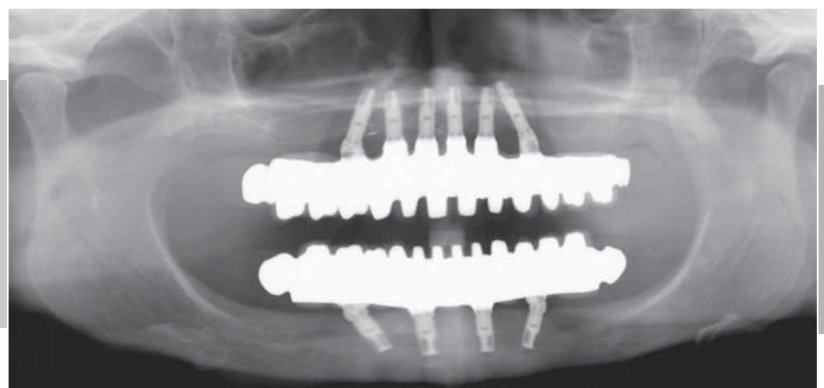
Die *All-on-Four*-Methode (Abb. 7-9), die 2003 von Maló et al. veröffentlicht wurde (▲), kann für beide Kiefer verwendet werden und sieht die Insertion von nur vier Implantaten vor: zwei mesiale, axial positionierte (Implantate) und zwei distale, schräg inserierte Implantate, die in einem Winkel zwischen 30° und 45° zur Knochenebene geneigt sind (Abb. 7-8). Die Urheber der Methode haben von einer Überlebensrate von 97,6 % bei 128 Implantaten 1 Jahr nach der Belastung berichtet, während die Überlebensrate der prothetischen Versorgung 100 % betragen hatte (Maló et al. 2003 s, 2005 s).

Ausgehend von diesen Daten kann man vernünftigerweise annehmen, dass mit diesem Ansatz Überlebensraten bei den Implantaten und den prothetischen Versorgungen erzielt werden können, die mit denen der *Toronto-Bridge*-Versorgungen vergleichbar sind; Letztere werden von vier bis sechs Implantaten nach der Brånemark-Methode – d. h. im interforaminalen Bereich inseriert – getragen, mit distalen Freidendgliedern, die oft länger als 15 mm sind. Es ist jedoch zu erwähnen, dass der Nachuntersuchungszeitraum bei den Untersuchungen von Maló et al. (2003 ▲, 2005 ▲) kurz ist. Hierzu haben Lindquist et al. (1996 ▲) in einer prospektiven Studie mit einem Nachuntersuchungszeitraum von 15 Jahren für die Implantate eine Erfolgsrate von 98,9 % und für die prothetischen Versorgungen eine Erfolgsrate von 100 % genannt.

Ein weiterer Vorteil der Verwendung von schräg inserierten Implantaten gegenüber dem herkömmlichen Ansatz ist die Möglichkeit, das Freidendglied der Prothese zu reduzieren oder zu eliminieren.

In der Fachliteratur besteht keine einhellig Meinung darüber, was eine akzeptable Länge des Freidendglieds sein könnte. Einigen Autoren zufolge (Rangert et al. 1997 ▲)

Abb. 7-8 Radiologisches Beispiel für die *Marius-Bridge*- und die *All-on-Four*-Methode.



sollte sie zwischen 15 und 20 mm liegen. Andere Autoren (Adell et al. 1981 ▲, Taylor 1991 ▲) vertreten die Meinung, dass auch größere Freieinglieder akzeptabel wären.

Wieder andere Autoren stimmen jedoch darin überein, dass mit Freieingliedern unter 15 mm folgende Aspekte verbunden sind:

- höhere Überlebensraten der prothetischen Versorgung (Shackleton et al. 1994 ▲, Bevilacqua et al. 2008 ▲) im Vergleich zu längeren Extensionen, welche die Ursache für erhebliche Belastungen der Implantate im Bereich der Verbindung zwischen Krone und Implantat sowie des periimplantären Knochens wären;
- weniger biomechanische Komplikationen wie Lockerung und/oder Fraktur der Schrauben, Fraktur des Implantats, Knochenresorptionen und Verlust der Osseointegration (Lindquist et al. 1988 ▲, Balshi 1989 ▲, Naert et al. 1992 ▲).

Die Annahme, dass es bei angulierten Implantaten aufgrund ihrer Neigung zum Knochenkamm und zur Okklusalebene häufiger zu Misserfolgen und aufgrund der nicht axialen funktionellen Belastung in stärkerem Maße zu einer marginalen Knochenresorption kommt, scheint von den Informationen, die in der Literatur zu finden sind, widerlegt zu werden. Die verfügbaren Daten aus klinischen Studien bestätigen, dass es möglich ist, diese Technik für die Versorgung zahnloser Kiefer mit einer implantatgetragenen festsitzenden Prothese einzusetzen und dass dafür positive Langzeitergebnisse gut vorhersehbar sind (Krekmanov et al. 2000a ▲, Fortin et al. 2002 ▲, Maló et al. 2005 ▲, Capelli et al. 2007 ▲, Testori et al. 2008 ▲).

In der Zeit unmittelbar nach Abschluss der implantatprothetischen Behandlung ist die periimplantäre Knochenresorption ein Prozess, den man, wenn er innerhalb der in den Erfolgskriterien (Albrektsson et al. 1986 ▲) angegebenen Grenzen auftritt, als physiologisch bezeichnen kann. Dieser Prozess nimmt im Laufe der Zeit tendenziell ab und ist eher von der individuellen Reaktion des Organismus und dem Niveau der Mundhygiene als von der Angulation des Implantats abhängig. Im Übrigen ist auch festzuhalten, dass durch die Implantatneigung eine geringere Anzahl von Implantaten für die prothetische Versor-

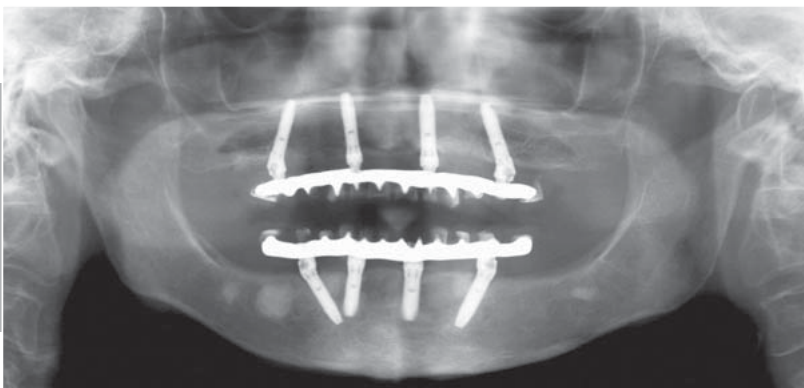


Abb. 7-9 Radiologisches Beispiel für die in beiden Kiefern angewandte All-on-Four-Methode.

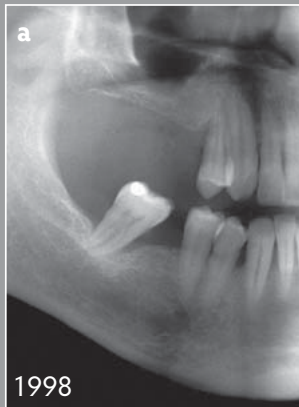


gung verwendet werden kann. Aus diesem Grund können diese recht weit auseinander liegend positioniert werden, sodass für den Patienten die Mundhygiene erleichtert wird (Silverstein und Kurtzman 2006 ▲).

In prothetischer Hinsicht ist es letztlich auf einer geringeren Anzahl von Implantaten einfacher, eine spannungsfreie Passung der Stege (*passive fit*) zu erreichen. Unerlässliche Voraussetzung hierfür ist natürlich die Kompensation der Angulation der Implantatachse durch Verwendung von angulierten oder konischen Pfeilern, die vom Hersteller geliefert werden (Clelland et al. 1993 ▲, Celletti et al. 1995 ▲, Wee et al. 1999 ▲).

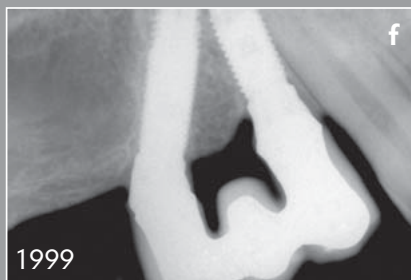
Abbildung 7-10 zeigt einen klinischen Fall, der mit dieser Methode behandelt wurde. Der Patient, der ein niedriges systemisches Risikoprofil aufwies (ASA I), wünschte eine Verbesserung seiner als ungenügend empfundenen Kaufunktion, wobei jedoch seine begrenzten wirtschaftlichen Möglichkeiten berücksichtigt werden sollten.

Bei der Reevaluation hielt man es für sinnvoll, den parodontal geschädigten und strategisch nicht wichtigen Zahn 14 zu extrahieren, um einen weniger invasiven, kostengünstigeren Ansatz zu ermöglichen, der auch hinsichtlich der Zeiten für die Durchführung und der Anzahl der notwendigen Sitzungen günstig war. Etwa 6 Wochen nach der Extraktion des Zahnes 14 wurden zwei Implantate inseriert. Eines der beiden Implantate wurde vertikal in regio 14, das andere in regio 16, distal um ca. 30° geneigt, inseriert, wodurch eine dentale prothetische Versorgung realisiert werden konnte.



Attachement-verlust	10	5	4	3	4	3	3	3
Sondierungstiefe	9	6	4	3	4	3	4	4
Rezession	1	1	0	1	0	0	1	0
Blutung	+	+	+	+	+	+	+	+
	14	13	12					

Abb. 7-10a-h Klinisches Beispiel für eine dreigliedrige implantatprothetische Versorgung auf einem senkrecht zur Okklusalebene inserierten mesialen und einem angulierten distalen Implantat. a) Partielle Panoramaansicht rechts. b) Intraorale Röntgenbilder der Zähne 14, 13, 12. c) Ausgangssituation Taschentiefenmessung. d) Lateralansicht der rechten oberen implantatprothetischen Versorgung bei Eingliederung. e) Okklusalan-sicht der implantatprothetischen Rehabilitation. f) Röntgenbild des rechten Oberkiefers zum Zeitpunkt der Eingliederung. g) Klinisches Bild: Lateralansicht nach 11 Jahren. h) Röntgenbild des rechten Oberkiefers nach 11 Jahren Follow-up.



Der in Abbildung 7-11 dargestellte klinische Fall bezieht sich auf einen 50-jährigen Patienten mit niedrigem systemischem Risikoprofil (ASA I). Die zahnmedizinische Anamnese ergab, dass die schwere Atrophie auf den Misserfolg eines Implantats zurückzuführen war.

Es erschien sinnvoll, unter den verschiedenen therapeutischen Optionen (vgl. Kap. 10) die am wenigsten invasive Lösung zu wählen, um den Wünschen des Patienten und der



Abb. 7-11a-i Klinisches Beispiel einer distalen Zahnücke oben links in Verbindung mit einer gravierenden horizontalen und vertikalen Atrophie infolge eines Implantatmisserfolgs. a) Klinisches Bild: Frontalansicht der Ausgangssituation. b) Okklusallansicht. c) Lateralansicht. d) Okklusale Detailansicht des linken Oberkiefers.



psychischen Verfassung nach dem vorangegangenen Misserfolg Rechnung zu tragen. In einer einzigen Sitzung wurden zwei Implantate (eines senkrecht zur Okklusalebene in regio 24, das andere distal geneigt in regio 26) inseriert und das Provisorium eingegliedert. Die definitive dreigliedrige implantatprothetische Versorgung vom orthopädischen Typ (mit Zahnfleichersatz), um die schwere horizontale und vertikale Atrophie der Hart- und Weichgewebe ausgleichen zu können.

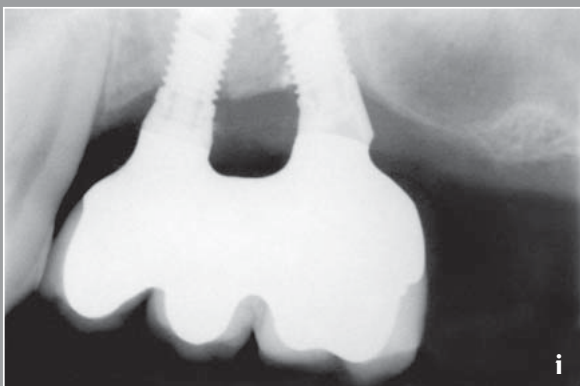


Abb. 7-11a-i (Fortsetzung) Klinisches Beispiel einer distalen Zahnücke oben links in Verbindung mit einer gravierenden horizontalen und vertikalen Atrophie infolge eines Implantatmisserfolgs. e) Prächirurgisches Röntgenbild. f) Okklusalansicht mit inserierten Implantaten. g) Okklusalansicht mit eingesetzter Implantatversorgung. h) Lateralansicht der implantatprothetischen Versorgung. i) Röntgenbild nach 2 Jahren Follow-up.



Abbildung 7-12 zeigt den klinischen Fall eines 60-jährigen Patienten mit hohem systemischem Risikoprofil (ASA III), da an einer partiell kompensierten Herzerkrankung leidend, der mit einem implantatgetragenen festsitzenden Zahnersatz durch ein minimalinvasives Verfahren funktionell rehabilitiert wurde.

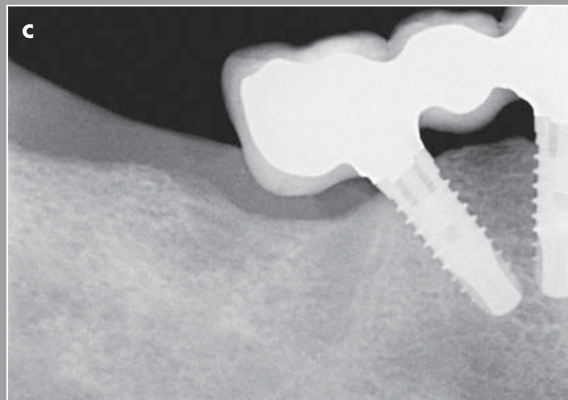


Abb. 7-12a-c Klinisches Beispiel einer Zahnücke im posterioren Bereich des rechten Unterkiefers in Verbindung mit einer gravierenden horizontalen und vertikalen Atrophie, die durch Insertion zweier Implantate, von denen eines distal zum Foramen mentale geneigt inseriert wurde, gelöst wurde. a) Lateralansicht der implantatprothetischen Rehabilitation in regio 44-46 mit kleiner distaler Extension. b) Okklusalan-sicht. c) Röntgenbild der implantatprothetischen Versorgung.

In Tabelle 7-4 sind die Hauptmerkmale der Vorgehensweise bei der implantatprothetischen Rehabilitation mit schräg inserierten Implantaten zusammengefasst.

Tabelle 7-4 Vor- und Nachteile der Verwendung von schräg inserierten Implantaten.	
Vorteile	
Geringere Invasivität des chirurgischen Eingriffs	
Kürzere Einheilzeiten	
Geringere Morbidität	
Geringeres Risiko chirurgischer Komplikationen	
Geringere Anzahl von Implantaten	
Möglichkeit, längere Implantate zu verwenden (größerer Bone-Implant-Contact, BIC)	
Möglichkeit, leichter einen passiven Sitz der Stege zu erzielen	
Möglichkeit, längere prothetische Zahnbögen mit kürzeren Extensionen oder völlig ohne Extensionen zu erhalten	
Geringere Kosten	
Nachteile	
Größere technische Schwierigkeiten beim chirurgischen Eingriff (außer bei computergestützter und schablonengeführter Chirurgie)	
Erschwerter Erhalt der Mundhygiene (bei kieferorthopädischen Prothesen)	

Wenngleich die Verwendung von schräg inserierten Implantaten einer weiteren Validierung durch gut durchgeführte randomisierte Studien bedarf, kann angesichts der aktuell vorliegenden Daten behauptet werden, dass diese implantatprothetische Rehabilitationsmethode eine echte Alternative zu komplexeren Rekonstruktionstechniken, die nicht ohne Komplikationen sind, zu sein scheint (Wallace und Froum 2003 ▲, Del Fabbro et al. 2004 ▲).

Implantatgetragene Teilprothesen mit Freidgliedern

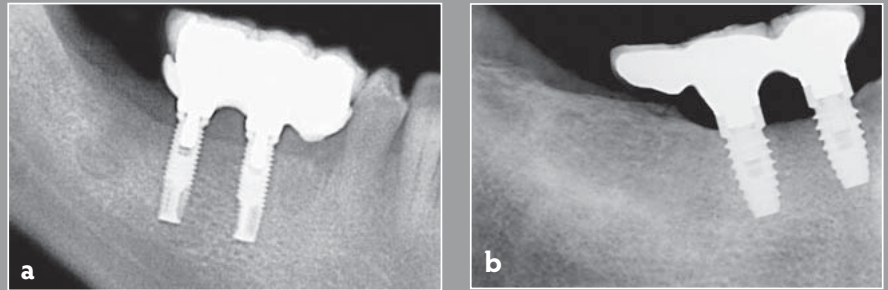
Eine Teilprothese mit einem kürzeren mesialen oder distalen Freidglied kann bei Patienten mit niedrigem biomechanischem Risikoprofil in verschiedenen Situationen eine gangbare therapeutische Alternative darstellen. Bei bestehenden systemischen Risikofaktoren (z. B. bei ASA-II- oder ASA-III-Patienten) und/oder lokale Risikofaktoren in Bezug auf die betreffende Stelle können Freidglieder eine gute Lösung bieten.

Mögliche typische Beispiele sind:

- eine gravierende Atrophie des verbleibenden Knochenkamms (Abb. 7-13);
- mesiodistale Dimensionen, die für die Insertion zweier benachbarter Implantate ungeeignet sind, sodass es von vorneherein unmöglich ist, eines der beiden Implantate zu inserieren (Abb. 7-14).

Im Fall der Abbildung 7-13a konnte durch die getroffene klinische Entscheidung ein rekonstruktives chirurgisches Verfahren in regio 44, einem Bereich mit einer Atrophie des Typs IV nach der Klassifikation von Cawood und Howell (1988), vermieden werden. Die prothetische Lösung, die auf dem Röntgenbild 7-13b zu sehen ist, bezieht sich hingegen auf einen Patienten mit niedrigem biomechanischem Risikoprofil.

Abb. 7-13a, b Röntgenbild einer dreigliedrigen implantatprothetischen Versorgung auf zwei Implantaten. a) Prothetische Versorgung mit mesialem Freieglied. b) Prothese mit distalem Freieglied.



Der erwachsene Patient des in Abbildung 7-14 dokumentierten klinischen Falles hatte die Zähne 31 und 41 verloren und war nicht bereit, sich einer kieferorthopädischen Behandlung zu unterziehen, um die mesiodistalen Dimensionen des betroffenen Bereiches zu verbessern. Die Lösung, die gewählt wurde, sah die Insertion eines einzigen Implantats in regio 31 vor, das eine zweigliedrige Versorgung trug. Damit konnte auch den Wünschen des Patienten entsprochen werden (zu den Aspekten der chirurgischen Behandlung des Falles: vgl. S. 478 – 479).



Abb. 7-14a, b Klinisches Beispiel für eine mesiodistale Dimension im ästhetisch relevanten Bereich, die für die Insertion zweier benachbarter Implantate unzureichend war; die Lösung erfolgte durch eine zweigliedrige prothetische Versorgung, die von nur einem Implantat getragen wurde. a) Frontalansicht der Zahnücke in regio 31 und 41 und Insertion eines einzigen Implantats in regio 31. b) Zweigliedrige implantatgetragene prothetische Versorgung in regio 31.

Dieser Therapievorschlag ist deshalb in Fällen indiziert, in denen es vorzuziehen ist, keine zu invasiven rekonstruktiven Maßnahmen durchzuführen, oder in solchen, in denen die Patienten keine anspruchsvollen chirurgischen Eingriffe und/oder kieferorthopädischen Behandlungsmaßnahmen wünschen (Zurdo et al. 2009 ▲, Aglietta et al. 2009 ▲).

Es ist jedoch zu beachten, dass eine Freidendglied das Risiko biomechanischer Komplikationen erhöht, welche die Prognose für die Rehabilitation beeinträchtigen können. Außerdem bestehen große biomechanische Unterschiede zwischen der implantatprothetischen Behandlung von vollständig zahnlosen Zahnbögen und der von partiell zahnlosen posterioren Bereichen. Implantatgetragene, festsitzende Teilprothesen sind in der Tat anfälliger gegen Biegekräfte im Vergleich zu Rekonstruktionen des gesamten Zahnbogens mit distalen Extensionen auf beiden Seiten, bei denen die Kräfte dadurch ausgeglichen werden, dass die Implantate geometrisch in einem Kreisbogen angeordnet sind (Shackleton et al. 1994 ▲, Rangert et al. 1995 ▲, 1997 ▲).

Zahlreiche Studien haben aufgezeigt, dass die Häufigkeit von biomechanischen Komplikationen bei implantatgetragenen, festsitzenden Teilprothesen signifikant höher ist als bei zahngetragenen, festsitzenden Teilprothesen (Lindquist et al. 1997 ▲, Lang et al. 2004 ▲, Pjetursson et al. 2004a ▲, Pjetursson et al. 2004b ▲, Tan et al. 2004 ▲, Pjetursson et al. 2007 ▲, Pjetursson und Lang 2008 ▲) und dass bei Letzteren die größten Probleme bei vorhandenen Freidendgliedern auftreten (Pjetursson et al. 2004b s). Im systematischen Review von Pjetursson et al. (2004b ▲), das ausschließlich festsitzende Teilprothesen analysiert, wird allerdings nicht die Länge des Freidendgliedes untersucht, die jedoch Einfluss auf die Überlebensrate der prothetischen Versorgung oder die Komplikationsrate haben kann.

Dieser Aspekt wurde dagegen von einem kürzlich von Zurdo et al. (2009 ▲) durchgeführten systematischen Review genau beleuchtet. Die Autoren haben randomisierte Studien (RCTs), kontrollierte klinische Trials und prospektive Kohortenstudien ausgesucht, die Daten bezüglich der Überlebensraten von implantatgetragenen Teilprothesen mit Freidendgliedern über einen Nachuntersuchungszeitraum von mindestens 5 Jahren liefern sollten. Obwohl über MEDLINE 103 Artikel gefunden worden waren, konnten die Autoren nur 3 Studien auswählen, bei denen die Einschlusskriterien erfüllt waren. Auf diese Weise sind 216 Prothesen (74 mit, 142 ohne Freidendglieder) untersucht worden. Die Länge der Extension entsprach der Breite eines Zahnes (durchschnittlich 9 mm). Die Autoren haben bei beiden Gruppen von einer hohen Überlebensrate der Implantate berichtet: 91,9 % bei Teilprothesen mit und 95,8 % bei Teilprothesen ohne Freidendglieder. Hauptursache für einen Misserfolg war die Fraktur des Implantats. Technische Komplikationen in Verbindung mit der prothetischen Suprastruktur traten durchschnittlich in 20,3 % der Fälle von Freidendbrücken und in 9,7 % der Fälle von Zahnersatz ohne Freidendglieder auf. Die Überlebensrate ohne jegliche Komplikation nach 5 Jahren betrug bei den Prothesen mit Freidendglied 71,7 %, gegenüber 85,9 % bei Prothesen ohne ein solches. Hauptursache für einen Misserfolg der prothetischen Versorgung bei der Gruppe mit Freidendgliedern

war die Fraktur des Implantats. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass in der Gruppe mit Freigliedern vier frakturierte Implantate einen reduzierten Durchmesser (3,3 bis 3,5 mm) hatten und ein anderes bei einem Knirscher eingesetzt worden war.

In Bezug auf den periimplantären marginalen Knochenverlust gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

Natürlich ist bei diesen Ergebnissen aufgrund der geringen Anzahl von Studien, die die Autoren evaluieren konnten, und auch weil in der Literatur wissenschaftliche Beweise aus bedeutenden (RCT und systematische Reviews von RCT) und methodologisch gut durchgeführten Studien fehlen, Vorsicht geboten.

Ein relevantes Ergebnis, das aus dem Review von Zurdo et al. (2009 ▲) hervorgeht, ist die höhere Rate technischer Komplikationen bei Prothesen mit Freigliedern. Des Weiteren hat sich herausgestellt, dass auch bei implantatgetragenen Prothesen ohne Freiglieder die Komplikationsraten höher sind als bei gleichartigen, von natürlichen Zähnen getragenen Versorgungen (Pjetursson et al. 2004a ▲, 2004b ▲).

Pjetursson et al. (2004a ▲) klassifizieren die technischen Komplikationen wie folgt:

- größere Komplikationen (Implantatfrakturen, Verlust des Überbaus);
- mittlere Komplikationen (Frakturen des prothetischen Abutments, der Verblendung oder der Stege);
- kleinere Komplikationen (Lockerung der Schraube, Retentionsverlust, Verlust der Füllung des Zugangslochs für die prothetische Retentionsschraube, Fraktur des Porzellans).

Die Fraktur des Porzellans und die Lockerung der Retentionsschraube der Brücke sind die häufigsten technischen Komplikationen (Zurdo et al. 2009 ▲, Wennström et al. 2004 ▲, Kreissl et al. 2007 ▲, Halg et al. 2008 ▲).

Ein anderer systematischer Review (Aglietta et al. 2009 ▲) hatte das Ziel, die Überlebensraten und den Anteil von technischen und biologischen Komplikationen bei kurzen implantatgetragenen Brücken mit Freiglied (*Implant-supported Cantilever Fixed Dental Protheses*, ICFDPs) nach einem Beobachtungszeitraum von mindestens 5 Jahren festzulegen. Dazu wurde eine elektronische Suche auf MEDLINE und eine manuelle Suche durchgeführt, um prospektive und retrospektive Kohortenstudien ausfindig zu machen.

Eine Metaanalyse an fünf ausgewählten Studien (Tab. 7-5 und 7-6) ergab eine Überlebensrate nach 5 und 10 Jahren bei ICFDPs von 94,3 % (95%-Konfidenzintervall [95%-CI]: 84,1–98 %) bzw. 88,9 % (95%-CI: 70,8–96,1 %). Die häufigsten Komplikationen waren Fraktur der Keramikverblendung (Schätzwert nach 5 Jahren: 10,3 %; 95%-CI: 3,9–16,5 %) und Verlust der Befestigungsschraube (Schätzwert nach 5 Jahren: 8,2 %; 95%-CI: 3,9–17 %), gefolgt von Retentionsverlust (Schätzwert nach 5 Jahren 5,7 %; 95%-CI: 1,9–16,5 %) und Fraktur der Abutmentschraube (Schätzwert nach 5 Jahren: 2,1 %; 95%-CI: 0,2–8,3 %). In den ausgewählten Studien wurde kein Fall einer Fraktur der Innenstruktur erwähnt. In radiologischer Hinsicht wurden keine statistisch signifikanten Veränderungen

der Knochenhöhe – sowohl auf Höhe des Implantats als auch auf Höhe der Prothese – bei ICFDPs gegenüber kleineren implantatgetragenen festsitzenden Prothesen ohne Freidbrücke festgestellt. Auch diese Autoren haben die Effektivität und Effizienz von kleineren implantatgetragenen Freidbrücken bestätigt.

Tabelle 7-5 Daten zu den Implantaten, die in den im systematischen Review von Aglietta et al. 2009 ▲ ausgewählten Studien angeführt werden.

Autoren (Jahr)	Patienten	Inserierte Implantate	Für die Analyse zur Verfügung stehende Implantate	Durchschnittlicher Follow-up (Jahre)	Misserfolge	Geschätzte Misserfolgsrate (für 100 Implantate/Jahr)	Geschätzte Überlebensrate nach 5 Jahren (%)	Geschätzte Überlebensrate nach 10 Jahren (%)
Wennström et al. (2004 ▲)	28	71	66	5	2	0,61	97	94,1
Bragger et al. (2005 ▲)	14	33	33	9,4	1	0,32	98,4	96,8
Eliasson et al. (2006 ▲)	k.A.	209	148	10,5	2	0,13	99,4	98,7
Kreissl et al. (2007 ▲)	20	61	61	5	1	0,33	98,4	96,8
Halg et al. (2008 ▲)	27	46	46	5	2	0,87	95,7	91,7
Schätzwert insgesamt*						0,29 (0,15–0,59)	98,5 (97,1–99,3)	97,1 (94,3–98,5)

*95%-Konfidenzintervall; k. A.: keine Angaben

309

Tabelle 7-6 Daten zu den ICFDP-Versorgungen, die in den im systematischen Review von Aglietta et al. 2009 ▲ ausgewählten Studien angeführt werden.

Autoren (Jahr)	Patienten	Eingegliederte Freidbrücken	Analysierbare Freidbrücken	Durchschnittlicher Follow-up (Jahre)	Misserfolge	Geschätzte Misserfolgsrate (für 100 ICF-DPs/Jahr)	Geschätzte Überlebensrate nach 5 Jahren (%)	Geschätzte Überlebensrate nach 10 Jahren (%)
Wennström et al. (2004 ▲)	28	28	26	5	2	1,54	92,6	85,7
Bragger et al. (2005 ▲)	14	18	18	9,4	3	1,77	91,5	83,8
Eliasson et al. (2006 ▲)	k.A.	84	61	10,5	0	0	100	100
Kreiss et al. (2007 ▲)	20	23	23	5	1	0,87	95,7	91,7
Halg et al. (2008 ▲)	27	27	27	5	3	2,22	89,5	80,1
Schätzwert insgesamt*		1				1,18 (0,4–3,45)	94,3 (84,1–98)	88,9 (70,8–96,1)

* 95%-Konfidenzintervall; k. A.: keine Angaben



Tabelle 7-7 fasst die Hauptmerkmale der implantatprothetischen Versorgung mit implantatgetragenen Freidendbrücken zusammen.

Tabelle 7-7 Vor- und Nachteile implantatgetragener Freidendbrücken.	
Vorteile	
Geringere Morbidität durch Ausschluss komplexer chirurgischer Verfahren	
Geringere wirtschaftliche Kosten	
Geringerer Zeitaufwand für die Realisierung der definitiven Versorgung	
Nachteile	
Geringeres Implantatüberleben im Vergleich zu festsitzenden Versorgungen ohne Freidendglieder	
Höherer Anteil biomechanischer Komplikationen	

Implantation mit *Flapless*-Technik

Die Präparation eines Mukoperiostlappens gewährleistet einige unbestreitbare Vorteile, wie zum Beispiel eine bessere Sicht auf den Knochenbereich, in den das Implantat inseriert werden soll, oder die Möglichkeit, anatomische Strukturen zu erkennen und gegebenenfalls zu schützen (z. B. Bereich des *Foramen mentale*). Außerdem wird die Implantatinsertion dank der direkten Sicht erleichtert, da der Knochenkontakt optimiert und das Risiko intraoperativer Komplikationen (wie z. B. Fenestration des bukkalen Knochens) minimiert werden können. Diesen Vorteilen stehen jedoch auch einige Nachteile gegenüber, wie zum Beispiel größere postoperative Beschwerden, eine längere Dauer des chirurgischen Eingriffs und höhere Kosten.

Um die Präparation eines Lappens für die Implantation zu vermeiden, ist eine chirurgische Technik – die sogenannte *Flapless*-Technik – entwickelt worden, die keine Lappenhebung vorsieht. Die *Flapless*-Technik kann in vielen Fällen zum Einsatz kommen, die vom Ersatz eines einzelnen Zahnes bis hin zur Versorgung beider zahnloser Zahnbögen reichen. Diese Methode ist dann indiziert, wenn bei einem Patienten systemische Risikofaktoren vorliegen, die es notwendig machen, das intra- und postoperative Trauma zu minimieren.

Grundlegende Voraussetzung für die Durchführung der lappenlosen Technik ist, dass der zu behandelnde Bereich keine horizontalen und/oder vertikalen Defizite aufweist, die einen umfangreichen Knochenaufbau erforderlich machen.

Für die spätere prothetische Durchführung (prothetisch bestimmte Implantatposition) und zur Vermeidung von Verletzungen an wichtigen angrenzenden anatomischen Strukturen ist demzufolge die Verwendung einer Operationsschablone vorteilhaft und empfehlenswert, zumal eine genaue Kenntnis der bestehenden Hart- und Weichgewebesituation des Patienten unerlässlich ist.

Die chirurgische Führung (oder Operationsschablone) kann sowohl an Gipsmodellen als auch mit einem CAD/CAM-System auf der Grundlage von 3-D-Informationen aus einer Computertomografie entwickelt werden.

Einige retrospektive (Campelo und Camara 2002 ▲, Rocci et al. 2003 ▲) und eine prospektive Studien (Oh et al. 2006 ▲, Cannizzaro et al. 2007 ▲) weisen darauf hin, dass Zahnimplantate in vielen Fällen ohne Lappenpräparation inseriert werden können und dass dabei Erfolgsraten erzielt werden, die mit konventionellen Verfahren vergleichbar sind. Diese Methode hat den Vorteil, dass die Beschwerden und der postoperative Schmerz des Patienten reduziert werden.

Aus der Fachliteratur geht hervor, dass der postoperative Schmerz bei Patienten, bei denen die Implantate ohne Lappenpräparation inseriert wurden, signifikant geringer ist als bei der konventionellen Therapie (Nkenke et al. 2007 ▲).

Fortin et al. (2006 ▲) haben angeführt, dass in der Gruppe der mit *Flapless*-Implantaten behandelten Patienten die Verwendung und Anwendungsdauer von Schmerzmitteln signifikant geringer waren.

Auch Cannizzaro et al. (2008 ▲) haben in einer randomisierten kontrollierten Studie mit einem Follow-up von 3 Jahren dieses neue Verfahren mit dem herkömmlichen Verfahren mit chirurgischer Lappenhebung verglichen und sind zu dem Schluss gekommen, dass die Patienten, die einer lappenlosen Implantation unterzogen wurden, weniger starke und weniger lang andauernde Schmerzen hatten.

Der Einsatz einer *Flapless*-Technik für Implantatinsertionen mit Sofortbelastung in korrekt (nach vorgegebenen Evaluationskriterien) ausgewählten Fällen kann hervorragende klinische Resultate liefern. In einer randomisierten kontrollierten Studie (Merli et al. 2008b ▲) wurde die Sofortbelastung ohne Okklusionskontakt gegenüber einer Frühbelastung (6 Wochen nach der Insertion) (Abb. 7-15) bei mit *Flapless*-Technik inserierten Implantaten untersucht.

Dazu wurden 60 Patienten (Tab. 7-8) randomisiert ausgewählt: 30 wurden der Gruppe mit Sofortbelastung und 30 der Gruppe mit Frühbelastung zugewiesen. Um eine Sofortbelastung der Implantate zu ermöglichen, sah das Protokoll eine Insertion mit einem Drehmoment von mindestens 40 Ncm vor. Die vollständige Belastung war 6 Monate nach der Positionierung erreicht. Für die Beurteilung des implantatprothetischen Erfolgs wurden folgende Parameter ausgewählt:

- Misserfolg des Implantats;
- Misserfolg der prothetischen Versorgung;
- biologische Komplikationen;
- biomechanische Komplikationen.



Tabelle 7-8 Daten zur randomisierten klinischen Studie von Merli et al. (2008b ▲), in der Sofortbelastung und Frühbelastung bei mit *Flapless*-Technik inserierten Implantaten verglichen werden.

	Sofortbelastung (30 Patienten)	Frühbelastung (30 Patienten)
Frauen	20	18
Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Implantation (Range)	50,3 (28 bis 72)	48,7 (19 bis 68)
Raucher	2 stark + 1 leicht	2 stark + 2 leicht
Gesamtanzahl inserierter Implantate	35	34
Im Unterkiefer inserierte Implantate	12	13
Im anterioren Bereich (intercanin) inserierte Implantate	2	5
In Extraktionsalveole inserierte Implantate	13	16
Mit DBBM behandelte Extraktionsalveole	8	7
Anzahl genähter Bereiche	8	9
Anzahl Patienten, bei denen ein Einzelimplantat inseriert wurde	26	26
Anzahl Patienten, bei denen 2 Implantate inseriert wurden	3	4
Anzahl Patienten, bei denen 3 Implantate inseriert wurden	1	0
Überlebensrate (%)	100	100

DBBM: deproteinisiertes bovines Knochenmineral

Die Autoren haben darauf hingewiesen, dass die Anwendung einer *Flapless*-Technik für die Implantatpositionierung in Verbindung mit Sofortbelastung ohne Okklusionskontakt oder Frühbelastung bei ausgewählten Patienten hervorragende klinische Resultate liefern kann. Nach einem Follow-up von 1 Jahr wurden keine Unterschiede zwischen sofort belasteten und frühzeitig belasteten Implantaten festgestellt. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass eine Sofortbelastung der Implantate ohne Einfluss auf die Überlebensrate der Implantate möglich ist, wenn eine hohe Primärstabilität der Implantate erzielt wird.

In einem von Brodala 2009 durchgeführten Literaturreview (▲) wird darauf hingewiesen, dass die Überlebensrate von Implantaten, die mit *Flapless*-Technik inseriert wurden, in prospektiven Kohortenstudien 98,6 % (95%-CI: 97,7–99,6) erreicht hat. Der Autor hat außerdem die Auswirkung der *Flapless*-Technik auf Veränderungen des periimplantären Weichgewebes und auf den marginalen Knochenverlust sowie die intraoperativen Komplikationen evaluiert und kam zu dem Schluss, dass keine Evidenz für einen Unterschied zwischen der herkömmlichen Implantationstechnik und der *Flapless*-Technik besteht.

Bei geeigneten Patienten empfiehlt es sich daher, diese Technik in Verbindung mit der Sofortbelastung einzusetzen (Fortin et al. 2006 ▲, Cannizzaro et al. 2008 ▲, Merli et al. 2008b ▲).

Tabelle 7-9 zeigt die Resultate einiger wissenschaftlicher Studien, bei denen die *Flapless*-Technik eingesetzt wurde, hinsichtlich der Überlebensrate.

Tabelle 7-10 fasst die Hauptmerkmale der *Flapless*-Implantationsmethode zusammen.



Tabelle 7-9 Merkmale der Studien zur *Flapless*-Implantationstechnik und die jeweilige Implantatüberlebensrate.

Autoren	Studientyp	Patienten	Follow-up	Überlebensrate (%)
Campelo und Camara (2002 ▲)	retrospektiv	377	60 Monate	95,2
Rocci und Martignoni (2003 ▲)	prospektiv	46	36 Monate	91
Becker et al. (2005 ▲)	prospektiv	57	24 Monate	98,7
van Steenberghe et al. (2005 ▲)	prospektiv	27	12 Monate	100
Fortin et al. (2006 ▲)	prospektiv	60	6 Tage	100
Wittwer et al. (2006 ▲)	prospektiv	20	4 Monate	k.A.
Oh et al. (2006 ▲)	prospektiv	24	6 Monate	87,5
Cannizzaro et al. (2007 ▲)	prospektiv	35	12 Monate	94
Maló et al. (2007 ▲)	prospektiv	23	21 Monate	98
Nkenke et al. (2007 ▲)	prospektiv	10	7 Tage	k.A.
Ozan et al. (2007 ▲)	prospektiv	5	14 Monate	100
Sanna et al. (2007 ▲)	retrospektiv	30	26,4 Monate	91,5
Wittwer et al. (2007a ▲)	prospektiv	20	0 Monate	k.A.
Wittwer et al. (2007b ▲)	prospektiv	25	25 Monate	97,7
Rao und Benzi (2008 ▲)	prospektiv	46	12 Monate	100
Sennerby et al. (2008 ▲)	retrospektiv	43	18 Monate	94,9
Merli et al. (2008b ▲)	prospektiv	60	12 Monate	100

k. A.: keine Angaben

Tabelle 7-10 Vor- und Nachteile der Implantation mit *Flapless*-Technik.

Vorteile

Reduzierung der Symptomatik und der vom behandelten Patienten wahrgenommenen postoperativen Beschwerden

Geringere intraoperative Blutung

Geringerer Zeitaufwand und niedrigere Kosten des chirurgischen Eingriffs

Nähen nicht notwendig

Erhalt der Weich- und Hartgewebe

Erhalt einer besseren Blutversorgung des Implantationsbereichs

Geringere potenzielle Resorption des marginalen Knochens

Nachteile

Blinde Technik: Der Chirurg kann die Knochenoberfläche und etwaige limitierende anatomische Strukturen nicht sehen

Verlust eines Anteils des periimplantären keratinisierten Gewebes

Mögliche Knochenüberhitzung durch geringere Menge an Wasserkühlung

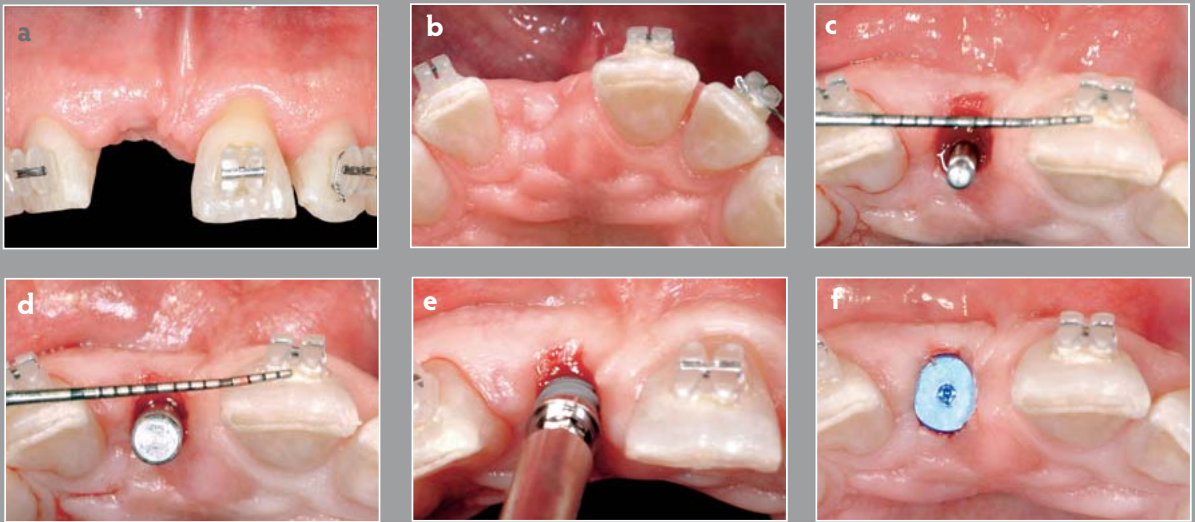


Abb. 7-15a-f Klinisches Beispiel für die Anwendung der *Flapless*-Technik im ästhetisch relevanten Bereich in regio 11. a) Prä-chirurgische Frontalansicht. b) Okklusalan­sicht. c) Operkularisierung und Insertion des Richtungsindikators. d) Überprüfung der Knochenbett­tiefe mittels Positionsindikators. e) Implantation. f) Befestigtes Heilungsabutment.

Der klinische Fall in Abbildung 7-15 bezieht sich auf einen 30-jährigen Mann mit gutem allgemeinem Gesundheitszustand (ASA I), der den Zahn 11 aufgrund von Rhizolyse an diesem replantierten Zahn verloren hatte.

Der in Abbildung 7-16 beschriebene klinische Fall bezieht sich auf eine 40-jährige Frau mit niedrigem systemischem Risikoprofil (ASA I), deren spezieller Wunsch die Lösung der funktionellen und ästhetischen Probleme war.

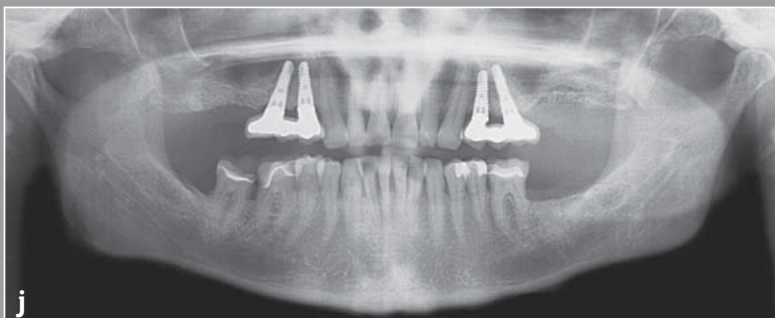
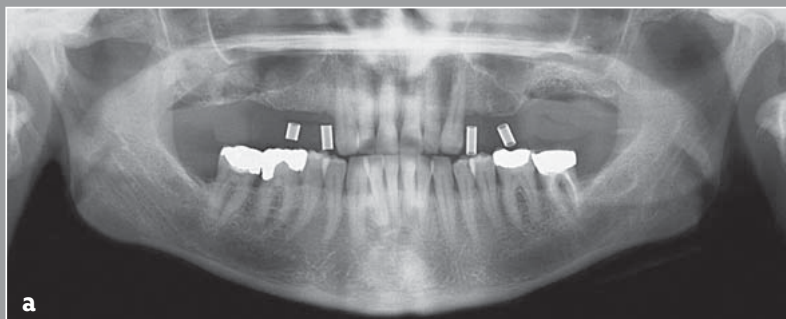


Abb. 7-16a-j Implantation von axial und geneigt inserierten Implantaten mit *Flapless*-Technik bei einem Patienten mit beidseitigen distalen Zahnlücken im Oberkiefer. a) Präoperatives Röntgenbild mit Schablone. b) Präoperative Okklusalansicht. c) Präoperative Okklusalansicht mit Operationschablone. d) Okklusalansicht nach Operkularisierung der keratinisierten Mukosa. e) Lateralansicht mit Positionsindikatoren. f) Lateralansicht während der Insertion des distal geneigten Implantats. g) Lateralansicht der Implantation in regio 24 und des bereits inserierten Implantats in regio 26. h) Okklusalansicht der inserierten Implantate in regio 24 und 26 (geneigt). i) Okklusalansicht der festsitzenden Provisorien mit Sofortbelastung. j) Röntgenbild des Falles nach 5 Jahren.



Die computergestützte und schablonengeführte Chirurgie

Die computergestützten Technologien in der Implantologie haben in den letzten Jahren in verschiedener Hinsicht immer mehr an Bedeutung gewonnen:

- **diagnostisch:** durch Verwendung spezifischer Software (s. Kap. 4), mit der die sogenannte virtuelle Planung durchgeführt werden kann;
- **chirurgisch:** durch Verwendung von stereolithografischen Operationsschablonen bei partiell oder vollständig zahnlosen Patienten;
- **prothetisch:** durch Favorisierung, falls indiziert, der Sofortbelastung auf der Grundlage der in der prächirurgischen Phase mit oder ohne Hilfe von CAD/CAM-Verfahren erfassten Informationen.

Vollständigkeitshalber sei darauf hingewiesen, dass es zwei computergestützte und schablonengeführte Chirurgietechniken gibt, die sich wesentlich voneinander unterscheiden.

Computergestützte Chirurgie (statisch): sieht die Verwendung einer Operationsschablone vor, die die virtuelle Implantatposition reproduziert und keine intraoperativen Änderungen (an der Position) zulässt.

Computernavigierte Chirurgie (dynamisch): sieht die Verwendung von Systemen vor, welche die virtuelle Implantatposition reproduzieren und während des OP-Verlaufs Änderungen der vorgesehenen Planung zulassen. Den wenigen aktuell vorliegenden Daten zufolge ist der Präzisionsgrad des dynamischen Verfahrens angeblich höher als bei den statischen Techniken.

In Anbetracht der besonders hohen Kosten des dynamischen Verfahrens wird hier nur die statische computergestützte und schablonengeführte Chirurgie in Betracht gezogen.

Die computergestützte und schablonengeführte Chirurgie sieht die Möglichkeit vor, eine spezielle Software zu verwenden, durch die prächirurgisch die für das Behandlungsprojekt als am günstigsten angesehene Implantatposition ausgewählt werden kann (s. Kap. 4).

Beschrieben werden insbesondere die NobelGuideTM-Technik, bei der die ProceraTM-Software angewandt wird, und das Verfahren, das die Verwendung der SimplantTM-Software vorsieht. Die NobelGuideTM-Technik sieht vor, dass bei dem für die Implantattherapie in Betracht gezogenen Patienten eine Computertomografie (CT) durchgeführt wird, wobei man ihm hierfür eine Röntgenschablone einsetzt, in der sich radiopake Bezugspunkte befinden.

Diese Röntgenschablone wird nachträglich einzeln gescannt. Die Daten der CT-Aufnahmen werden dann auf einem digitalen Datenträger gesichert und anschließend mithilfe einer speziellen Software bearbeitet, die das zweite CT der Schablone mit den radiopaken Bezugspunkten über den ersten, am Patienten durchgeführten Scan legt.

Die computergestützte und schablonengeführte Chirurgie ist in drei Abschnitte in der Reihenfolge des operativen Ablaufs unterteilt:

Diagnose

Nach Abschluss der Datenverarbeitungsphase kann eine richtiggehende virtuelle Planung – Voraussetzung für die schablonengeführte Chirurgie – durchgeführt werden, bei der die Implantate in der Position inseriert werden, die als am geeignetsten betrachtet wird. Falls sich die bestehenden anatomischen Gegebenheiten als nicht geeignet erweisen sollten, um die schablonengeführte Chirurgie durchzuführen, wird das Verfahren an diesem Punkt gestoppt. Dennoch wurden damit nützliche Informationen gewonnen, mit deren Hilfe bewusste Therapieentscheidungen getroffen werden können.

Chirurgie

Am Ende der virtuellen Planung kann eine Operationsschablone angefordert werden, die mit Metallzylindern versehen ist, die in der Lage sind, die Implantation in der festgelegten Position zu führen. Die Operationsschablone wird positioniert und kann am Patienten fixiert werden. Über diese Schablone werden die Implantationsstellen präpariert und die Implantate inseriert.

Die Operationsführung kann schleimhautgetragen mit *Flapless*-Verfahren, knochengetragen nach vorheriger Hebung eines Mukoperiostlappens oder bei partiell zahnlosen Patienten zahngetragen und *flapless* oder nach Freilegung des Implantatbereichs konzipiert werden.

Prothetische Versorgung

Wenn eine adäquate Primärstabilität der Implantate erreicht wird, kann ein Provisorium eingegliedert werden, das vor dem chirurgischen Eingriff anhand von im Artikulator montierten und auf der Basis der Operationsschablone hergestellten Modellen angefertigt wurde. Diese Möglichkeit stellt für den Patienten einen unbestrittenen Vorteil dar, insbesondere bei vollständiger Zahnlosigkeit, die mit einer festsitzenden Prothese versorgt werden soll.



Zahlreiche klinische Studien (van Steenberghe et al. 2005 ▲, Sanna et al. 2007 ▲, Yong und Moy 2008 ▲, Merli et al. 2008a ▲, Valente et al. 2009 ▲) haben die Verwendung von Software für die schablonengeführte Implantologie beurteilt. Hieraus können einige Überlegungen zu den Vorteilen und Grenzen dieser neuen Techniken entnommen werden.

Vorteile

- Limitierende anatomische Strukturen können erkannt und damit das Risiko von Läsionen reduziert werden;
- das gesamte verbleibende Knochenvolumen kann bestimmt werden, wodurch es möglich wird, die für die spätere prothetische Rekonstruktion vorteilhafteste und günstigste Implantatposition dreidimensional zu planen;
- komplexe Knochenaufbauverfahren sind weniger häufig nötig;
- die Operationszeiten werden deutlich reduziert;
- eine prothetisch bestimmte Implantatposition kann leicht erreicht werden;
- der Zeitaufwand für die prothetische Versorgung wird reduziert.

Nachteile

- Diskrepanz zwischen virtueller Planung und tatsächlicher Implantatposition (nur teilweise zufriedenstellende Genauigkeit) (Vercruyssen et al. 2008 ▲, Jung et al. 2009 ▲, Schneider et al. 2009 ▲);
- Risiko biologischer Schäden bei Unerfahrenheit des Operateurs und Ungenauigkeit des Verfahrens (Yong und Moy 2008 ▲, Merli et al. 2008b ▲, Komiyama et al. 2008 ▲);
- Verlust von periimplantärem keratinisiertem Gewebe, insbesondere beim Verfahren mit *Flapless*-Technik (Merli et al. 2008a ▲);
- ästhetische Risiken bei einer anderen Implantatposition als geplant (Yong und Moy 2008 ▲, Merli et al. 2008a ▲, Komiyama et al. 2008 ▲), Folge der Ungenauigkeit des angewandten Verfahrens.

Fehlende Genauigkeit eines computergestützten Verfahrens kann als Abweichung der Position oder der finalen Implantatangulation von der geplanten Position oder Angulation definiert werden (Widmann und Bale 2006 ▲).

Es handelt sich dabei um eine kumulative Abweichung, und die möglichen Fehlerquellen sind auf unerwünschte Ereignisse verschiedener Art zurückzuführen:

- Bewegung des Patienten während des Scans (Marmulla et al. 2006);
- falsche Positionierung der Scanprothese und des Röntgenindex;
- Ungenauigkeit im Herstellungsprozess der Operationsschablone, typischerweise um 0,1 bis 0,2 mm (van Steenberghe et al. 2002 ▲) bei der Verwendung von CAD/CAM-Verfahren;
- ungenaue Position und geringe Stabilität der Operationsschablone während der Operation;
- Resilienz des Weichgewebes;
- menschlicher Fehler (Valente et al. 2009 ▲).

Ein kürzlich durchgeführter Literaturreview (Vercruyssen et al. 2008 ▲) hat die Genauigkeit und die Überlebensrate der Implantate nach schablonengeführter Chirurgie evaluiert. Die darin genannte Überlebensrate der Implantate schwankt zwischen 91 und 100 % nach einer Beobachtungszeit von 1 bis 5 Jahren. Diese Werte gleichen im Wesentlichen den Werten, die mit konventionellen Vorgehensweisen erzielt werden.

Die beobachteten Komplikationen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- chirurgische Komplikationen: 9,1 %;
- prothetische Frühkomplikationen: 18,8 %;
- prothetische Spätkomplikationen: 12 %.

Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass bei den besten verfügbaren Daten die durchschnittliche horizontale Abweichung der finalen Implantatposition von der geplanten Position zwischen 1 und 1,5 mm liegt, weisen jedoch darauf hin, dass in der Literatur auch von erheblich größeren Abweichungen berichtet wird.

Ein neuerer systematischer Review (Jung et al. 2009 ▲) hat die Genauigkeit und die klinische Leistung verschiedener Vorgehensweisen für die schablonengeführte Implantatchirurgie analysiert.

Für die Analyse der Genauigkeit der Implantationssysteme wurden folgende Parameter ausgewählt:

- durchschnittliche horizontale Abweichung im koronalen Bereich des Implantats (Abb. 7-17: Pfeil 1);
- durchschnittliche horizontale Abweichung der Implantatspitze (Abb. 7-17: Pfeil 2);
- Höhenabweichung (vertikal) der Implantatschulter (Abb. 7-17: Pfeil 3);
- Abweichung der Implantatachse (Abb. 7-17: Pfeil 4).

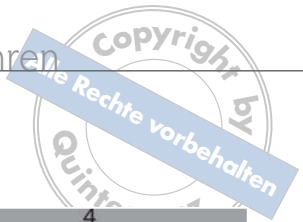
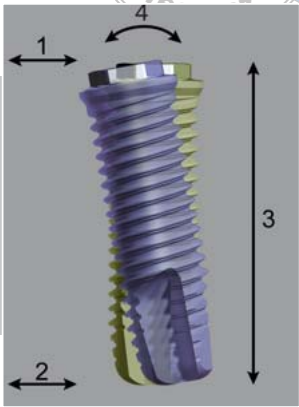


Abb. 7-17 Grafische Darstellung der möglichen Diskrepanzen der Implantatposition gegenüber der virtuellen Planung, die bei der computergestützten und schablonengeführten Chirurgie auftreten können.



Für die ersten beiden Parameter war anhand der verfügbaren Daten eine Metaanalyse möglich, bei den anderen beiden Parametern war hingegen die Menge der verfügbaren Daten nicht ausreichend.

Die durchschnittliche horizontale Verschiebung des Implantats im koronalen Bereich betrug 0,74 mm, mit einem maximalen Wert von 4,5 mm; die mittlere horizontale Verschiebung der Implantatspitze betrug dagegen 0,85 mm, mit einem maximalen Wert von 7,1 mm (Abb. 7-17: Pfeil 2 und Abb. 7-18) (Jung et al. 2009 ▲).

320

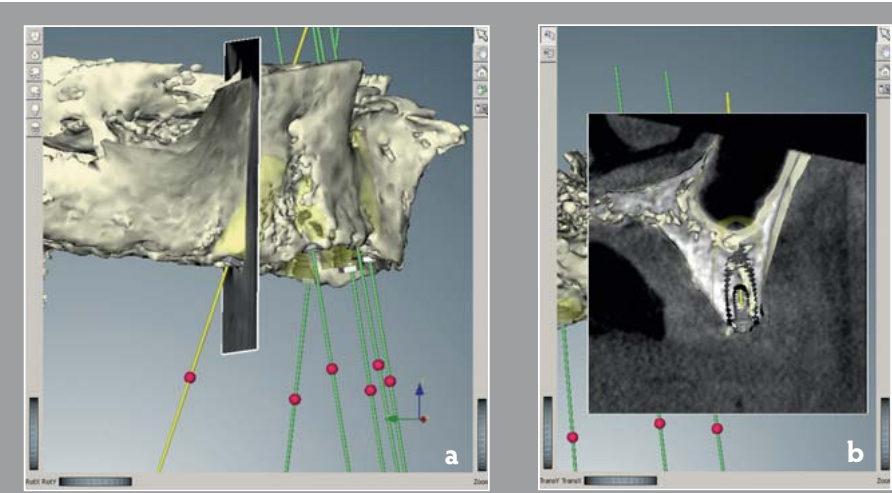


Abb. 7-18a–e Klinisches Beispiel für eine apikale horizontale Verschiebung des Implantats in regio 15, die anhand einer DVT festgestellt wurde, die direkt nach dem computergestützten und schablonengeführten chirurgischen Eingriff mit Flapless-Technik durchgeführt worden war. a) Lateralsicht der virtuellen Planung. b) Sagittaler Querschnitt des Bereichs 15, der die virtuelle Insertion des Implantats innerhalb der Kortikalis zeigt.

Bei der Verwendung von statischen schablonengeführten chirurgischen Verfahren wurde ein durchschnittlicher Fehler von 1,12 mm am Eintrittspunkt (maximal 4,5 mm) und von 1,2 mm an der Spitze (maximal 7,1 mm) festgestellt.

Bei den dynamischen intraoperativen Systemen zeigte sich hingegen ein durchschnittlicher Fehler von 0,62 mm (maximal 3,4 mm) am Eintrittspunkt und von 0,68 mm (maximal 3,5 mm) an der Spitze. Für die dynamischen Systeme ergab sich zudem eine statistisch signifikant höhere durchschnittliche Genauigkeit (Jung et al. 2009 ▲).

Nachfolgend werden einige klinische Fallbeispiele für die Verwendung von mit NobelGuide™- und Simplant™-Verfahren hergestellten schleimhaut- und knochengetragenen Operationsschablonen bei vollständig zahnlosen Patienten beschrieben.

Der erste Fall (Abb. 7-19) betrifft einen 50-jährigen Patienten mit niedrigem systemischem Risikoprofil (ASA I), dessen vollständig zahnlose Ober- und Unterkiefer mit Vollprothesen versorgt waren. Aus der objektiven klinischen Untersuchung und der Röntgenuntersuchung ergab sich, dass die anatomischen Bedingungen für ein minimal-invasives chirurgisches Verfahren günstig waren. Die weitergehende Diagnostik mithilfe des NobelGuide™-Verfahrens bestätigte die Möglichkeit, eine implantatprothetische Rehabilitation mit wahrscheinlich sofortiger Belastung bei beiden Kiefern durchzuführen. Geplant wurde die Insertion von acht Implantaten im Oberkiefer und von fünf Implantaten im Unterkiefer.

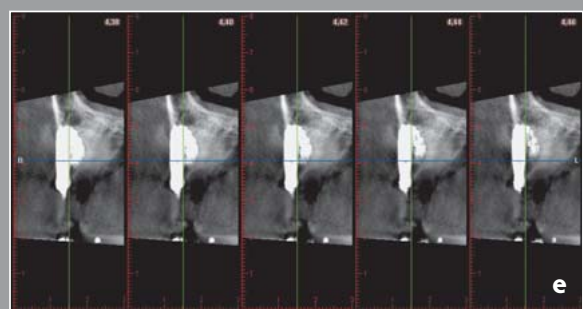
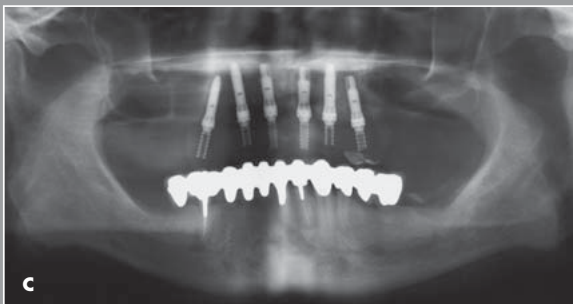


Abb. 7-18a-e (Fortsetzung) Klinisches Beispiel für eine apikale horizontale Verschiebung des Implantats in regio 15, die anhand einer DVT festgestellt wurde, die direkt nach dem computergestützten und schablonengeführten chirurgischen Eingriff mit Flapless-Technik durchgeführt worden war. c) Panoramaschichtaufnahme, die unmittelbar nach der schablonengeführten Chirurgie hergestellt wurde. d) DVT: schräg sagittale Rekonstruktion im Bereich des Implantats in regio 15. e) Detailsicht des Implantats in regio 15, auf der das Ausmaß der apikalen horizontalen Verschiebung zu erkennen ist.



322

Abb. 7-19a-p Klinisches Beispiel für virtuelle Planung, schablonengeführten Flapless-Eingriff und Sofortbelastung; dazu wurde das NobelGuide™-Verfahren angewandt und bei beiden Zahnbögen gleichzeitig durchgeführt. a) Frontalansicht des Gesichts. b) Lateralansicht des Gesichts. c) Detailsicht des Lächelns: erkennbare Diskrepanz der Position der Okklusalebene. d) Panoramaschichtaufnahme der Ausgangssituation. e) Modifizierte Vollprothese mit Bezugspunkten. f) Montage der Meistermodelle im Artikulator mittels der mit stereolithografischer Technik hergestellten Prothesenduplikate. g) Erstellung des Okklusalindex für die Positionierung und Stabilisierung der oberen Operationsschablone zum Zeitpunkt des Eingriffs. h-j) Herstellung der Provisorien mithilfe der expandierbaren Abutments: rechte Lateralansicht, Frontalansicht und linke Lateralansicht.

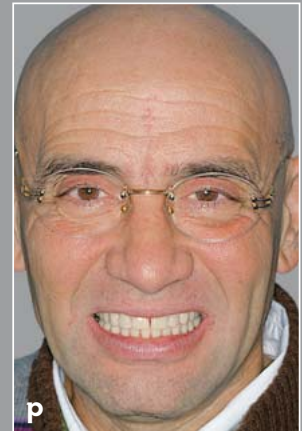
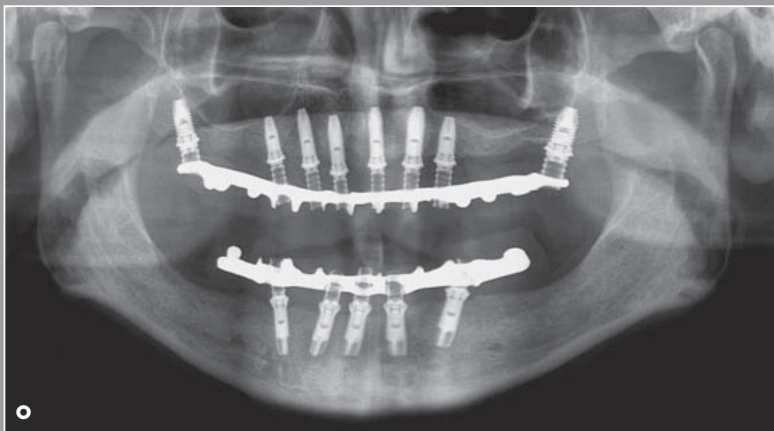
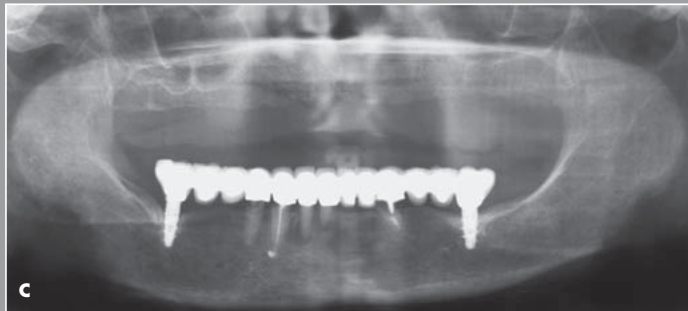


Abb. 7-19a-p (Fortsetzung) Klinisches Beispiel für virtuelle Planung, schablonengeführten Flapless-Eingriff und Sofortbelastung; dazu wurde das NobelGuide™-Verfahren angewandt und bei beiden Zahnbögen gleichzeitig durchgeführt. k) Rechte Lateralansicht der definitiven Versorgung. l) Frontalansicht der definitiven Versorgung. m) Linke Lateralansicht der definitiven Versorgung. n) Klinisches Bild nach 2 Jahren Follow-up. o) Abschließende Panoramaschichtaufnahme nach 2 Jahren Follow-up. p) Klinisches Bild des Lächelns.

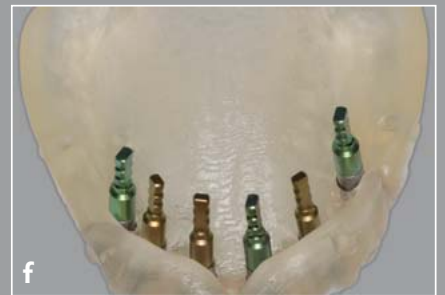


Der zweite klinische Fall (Abb. 7-20) betrifft eine 80-jährige Frau mit hohem systemischem Risikoprofil (ASA III) aufgrund eines zurückliegenden Schlaganfalls, partiell kontrollierter arterieller Hypertonie und gerinnungshemmender Therapie. Der Wunsch der Patientin war, die obere Vollprothese durch einen implantatgetragenen festsitzenden Zahnersatz zu ersetzen.



324

Abb. 7-20a–o Klinisches Beispiel eines computergestützten und schablonengeführten Flapless-Eingriffs bei einem Patienten mit vollständig zahnlosem Oberkiefer unter Verwendung einer im Simplant™-Verfahren hergestellten schleimhautgetragenen Operationsschablone. a) Frontalansicht des Lächelns. b) Intraorale Frontalansicht. c) Panoramaschichtaufnahme der Ausgangssituation. d) Okklusalan­sicht des zahnlosen oberen Zahn­bogens. e) Mit CAD/CAM-Verfahren hergestellte Operationsschablone. f) Eingesetzte und an der Operationsschablone fixierte Implantatanalogue. g) Meistermodell. h) Im Artikulator montiertes Modell.



Die weiterführende Diagnostik mittels DVT ergab, dass ein implantatchirurgischer Eingriff mit einem minimalinvasiven Verfahren und unter unveränderter Beibehaltung der gerinnungshemmenden Therapie (INR-Wert von ca. 2,3) möglich war. Die abschließende Röntgenaufnahme nach 1 Jahr Follow-up dokumentiert die marginale Knochenstabilität rings um die sechs im Oberkiefer inserierten Implantate.

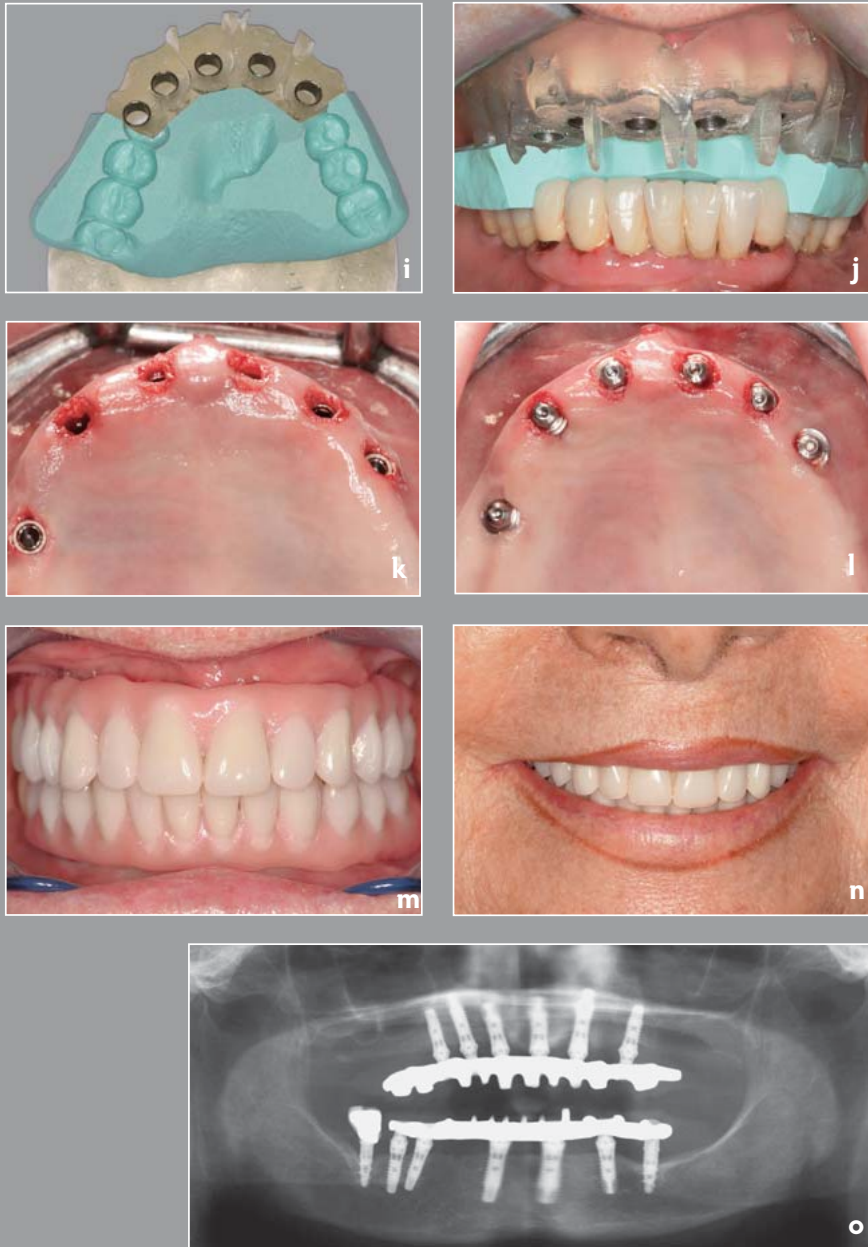


Abb. 7-20a-o (Fortsetzung) Klinisches Beispiel eines computergestützten und schablonengeführten Flapless-Eingriffs bei einem Patienten mit vollständig zahnlosem Oberkiefer unter Verwendung einer im Simplant™-Verfahren hergestellten, schleimhautgetragenen Operationsschablone. *j*) Okklusallindex für die Positionierung und Stabilisierung der Operationsschablone zum Zeitpunkt des Eingriffs. *j*) Durch die Bisschablone stabilisierte Operationsschablone. *k*) Okklusallansicht der im Flapless-Verfahren inserierten Implantate. *l*) Okklusallansicht der Implantate mit den definitiven konischen Abutments. *m*) Intraorale Ansicht der definitiven Versorgung. *n*) Extraorale Ansicht der definitiven prothetischen Versorgung. *o*) Abschließende Panoramiaschichtaufnahme nach 12 Monaten.



Der folgende klinische Fall (Abb. 7-21) bezieht sich auf eine in psychologischer Hinsicht besonders anspruchsvolle junge 45-jährige Frau mit systemischem Risikoprofil ASA I. Aus der Anamnese ging hervor, dass die Zahnlosigkeit seit 20 Jahren bestand und die Patientin als Jugendliche an einer schweren Ernährungsstörung gelitten hatte.

Abb. 7-21a–m Klinisches Fallbeispiel vollständiger Zahnlosigkeit, die im Unterkiefer unter Verwendung virtueller Planung, schablonengeführter Chirurgie und Sofortbelastung nach dem modifizierten NobelGuide™-Vorgehensprotokoll rehabilitiert wurde. *a)* Detailansicht des Lächelns der jungen Patientin mit den zuvor angefertigten herausnehmbaren Prothesen. *b)* Frontalansicht beider Zahnbögen. *c)* Rechte Lateralansicht. *d)* Linke Lateralansicht. *e)* Frontalansicht der zahnlosen Zahnbögen. *f)* Okklusalanansicht des vollständig zahnlosen Unterkiefers. *g)* Virtuelle Planung mit ProCera Software™.

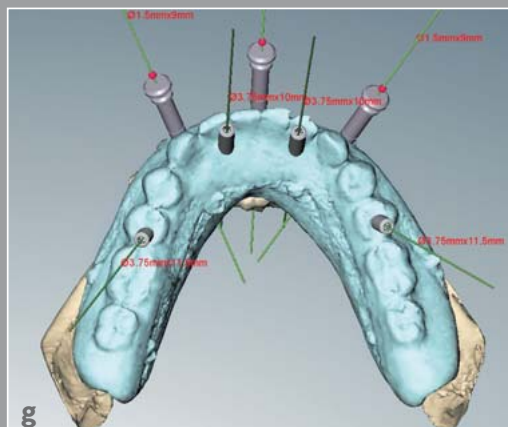
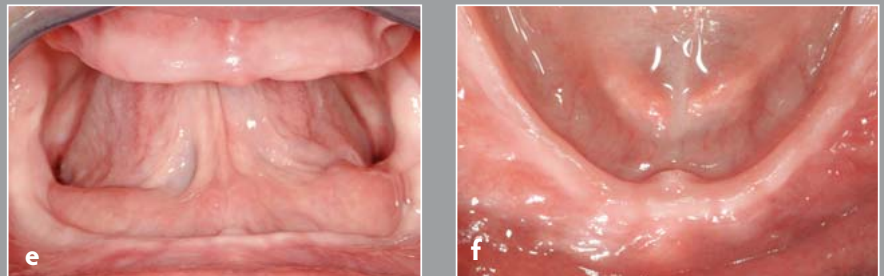
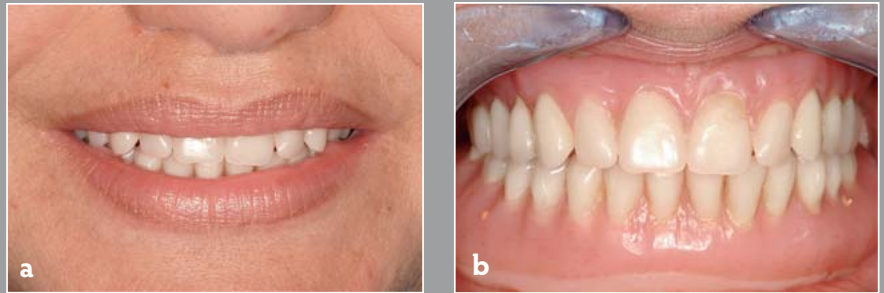


Abbildung 7-22 zeigt einen anderen klinischen Fall einer 50-jährigen Patientin mit niedrigem systemischem Risikoprofil (ASA I), die seit vielen Jahren vollständig zahnlos war und die ästhetische und funktionelle Rehabilitation mit einer implantatgetragenen festsitzenden Versorgung wünschte. Die weiterführende Diagnostik mit DVT ermöglichte

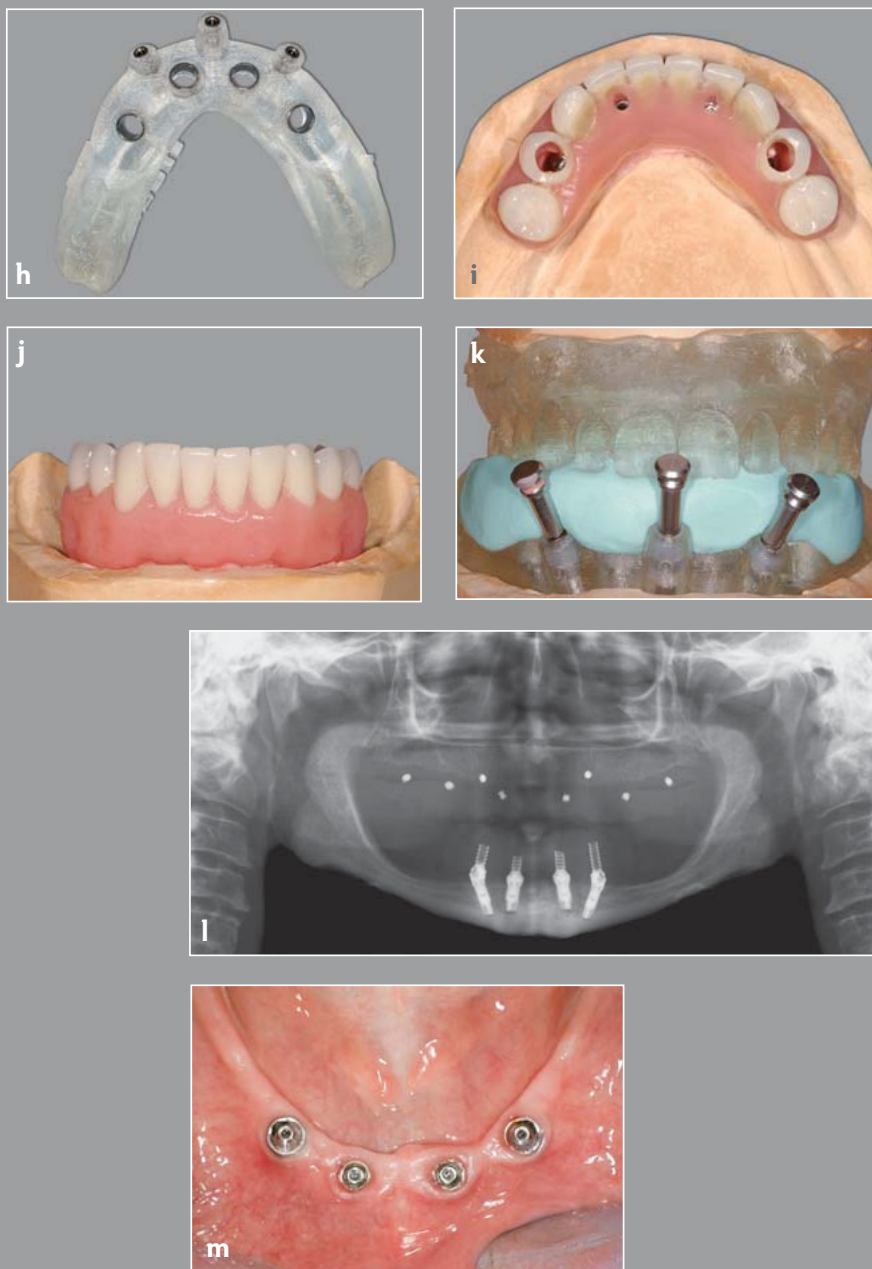
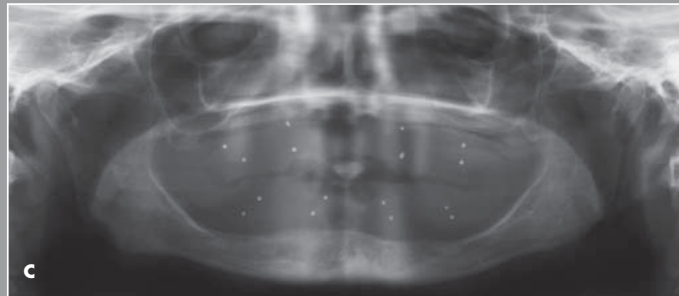


Abb. 7-21a-m (Fortsetzung) Klinisches Fallbeispiel vollständiger Zahnlosigkeit, die im Unterkiefer unter Verwendung virtueller Planung, schablonengeführter Chirurgie und Sofortbelastung nach dem modifizierten NobelGuide™-Vorgehensprotokoll rehabilitiert wurde. h) Mit stereolithografischer Technik hergestellte Operationsschablone. i) Okklusalanzeige des vor dem Eingriff angefertigten und am Meistermodell montierten Provisoriums. Die okklusalen Öffnungen im Bereich der distalen Implantate für die intraorale Rebasierung. j) Frontalansicht des Provisoriums. k) Anfertigung des Okklusalanzeige zwischen dem Replikat der Vollprothese und der Operationsschablone. l) Panoramaschichtaufnahme der provisorischen implantatprothetischen Versorgung nach 6 Monaten. m) Okklusalanzeige der Weichgewebeheilung nach 6 Monaten.

die Durchführung einer virtuellen Planung, aus der hervorging, dass es die verbleibende Knochenquantität nicht erlaubt, alle Implantate in das Knochengefüge einzusetzen.

Das Auftreten eventueller Knochendefekte bei der Implantation in Form einer Dehiszenz und/oder Fenestration an einer oder zwei Wänden war bereits vorhersehbar. Aus diesen Gründen war die *Flapless*-Technik kontraindiziert und es erschien sinnvoll, eine knochengetragene Schablone anzufordern, nach Hebung eines Mukoperiostlappens zur

Abb. 7-22a–n Klinisches Beispiel für computergestützte und schablonengeführte Chirurgie bei einem oben und unten vollständig zahnlosen Patienten mittels knochengetragener und mit Simplant™-Systematik angefertigter Operationsschablone. a) Frontalansicht der Ausgangssituation. b) Detailansicht des Lächelns. c) Panoramaschichtaufnahme der Ausgangssituation. d) Intraorale Ansicht der modifizierten Vollprothesen mit den aufgebrachtten radiopaken Bezugspunkten. e) Intraorale Frontalansicht der zahnlosen Kiefer. f, g) Mit CAD/CAM-Technik hergestellte Operationsschablonen.



Regenerierung der vorhergesehenen Knochendefekte. Das abschließende Röntgenbild zeigt die auf der Grundlage der virtuellen Planung eingesetzten Implantate.

Ein weiteres Beispiel dafür, dass die schablonengeführte Chirurgie eine sich kontinuierlich weiterentwickelnde Technik ist, liefert der in Abbildung 7-23 beschriebene klinische Fall. Der Patient hatte eine extreme Knochenatrophie in beiden Kiefern, die der Klasse V. von Cawood und Howell (1988) (vgl. Kap. 3) entsprach. Das auf der Grundlage



Abb. 7-22a–n (Fortsetzung) Klinisches Beispiel für computergestützte und schablonengeführte Chirurgie bei einem oben und unten vollständig zahnlosen Patienten mittels knochengetragener und mit Simplant™-Systematik angefertigter Operationsschablone. h) Okklusalan­sicht der ersten, im Oberkiefer eingesetzten Bohrschablone (Spiralfräse mit 2 mm Durchmesser). i) Okklusalan­sicht der im Oberkiefer inserierten Implantate. j) Frontalan­sicht der eingesetzten implantatverankerten Prothesen. k) Intraorale Frontalan­sicht der provisorischen Versorgung. l, m) Klinisches Bild des Gesichts nach der Therapie. n) Abschließende Panoramaschichtaufnahme.

der 3-D-Röntgenuntersuchung realisierte Behandlungsprojekt sah die Rekonstruktion des Oberkiefers in einem zweiphasigen Verfahren (vgl. Kap. 10) mit intraoraler Entnahme von autologem Knochen im Unterkiefer vor. Die virtuelle Planung mit der ProCera-Software™ sah eine Implantation im interforaminalen Bereich (*All-on-Four*) vor. Nach Positionierung der *Anchor Pins* wurde die Operationsschablone entfernt, ein Mukoperiostlappen wurde präpariert und die *Foramina mentalia* wurden freigelegt, die Krestalagen. Sodann wurde piezochirurgisch die Osteotomie im frontalen Bereich durchgeführt. Hauptziel war es, eine adäquate Knochenplattform zu bilden, dabei die Höhenunterschiede der Knochenhöhen

330

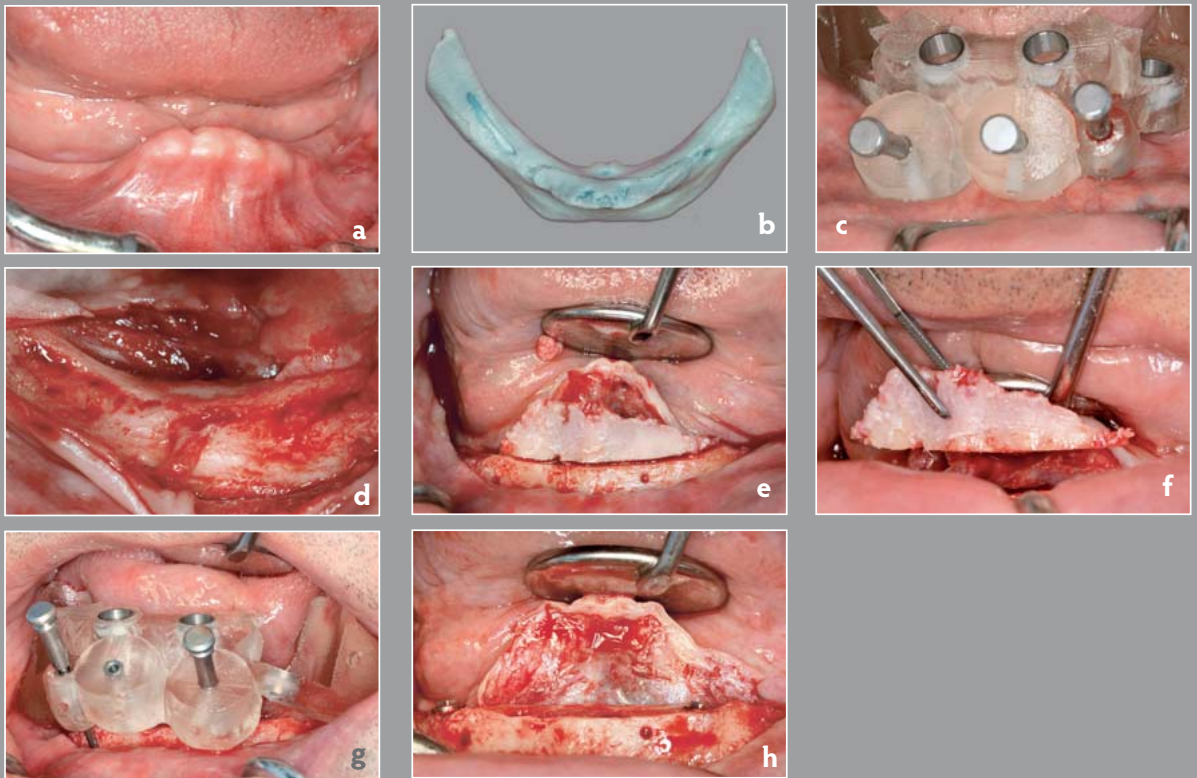


Abb. 7-23a-p Klinisches Beispiel einer Implantation mit schablonengeführtem Verfahren mit NobelGuide™-Technik, Bildung eines Mukoperiostlappens, Osteotomie des frontalen koronalen Anteils des Unterkiefers und Sofortbelastung. a) Klinische Frontalansicht des Unterkiefers. b) Stereolithografisches anatomisches Modell auf der Grundlage der DICOM3-Daten. c) Einsetzen und Fixierung der Operationsschablone mit Verankerungsbolzen. d) Detailansicht des Foramen mentale rechts nach Hebung des Mukoperiostlappens. e) Horizontale Osteotomie des frontalen koronalen Anteils des Unterkiefers. f) Entnahme im anterioren Bereich des Unterkiefers. g) Fixierung der Operationsschablone mit den Verankerungsbolzen in den zuvor angebrachten Löchern. h) Abgeschlossene schablonengeführte Implantation.

Sachregister

(Hinweis: Der Buchstabe A nach Seitenzahlen verweist auf Abbildungen, der Buchstabe T auf Tabellen).

A

Adrenalinzusatz 61–62
 Agger nasi 408, 409A
 Aggregationshemmer 48–49
 AIDS s. *HIV-Infektion*
 ALARA 146
 All-on-Four-Methode 167, 168A, 175–176, 175A–177A, 298–299, 298A–299A
 Alveolarfortsatz, Resorption 218–226, 236, 247
 Alveolarknochenkamm
 interproximaler Bereich 230, 231A
 vestibulärer Bereich 321
 Alveole, Entstehung und Morphologie 218–219
 Analgetika 201–202, 202T, 203–204, 204T
 Anamnese
 allgemeinmedizinische 122–123, 123A
 zahnmedizinische 123–125, 126A–128A
 Ante, Gesetz nach 2
 Antibiotikagabe, postoperative 202, 203–204, 204T
 Antibiotikaphylaxe 198
 Antifibrinolytika 52
 Antikoagulanzen 48, 50–54, 53T, 54A
 Antiphlogistika 201–202, 202T, 203–204, 204T
 Antithrombose-therapie 48–54
 Antrostomie (laterale Sinusbodenaugmentation) 430–431
 anatomische Begrenzungen 431
 Methoden 431
 ASA Klassifikation 37–42
 ASA I, Klassifikation und Fallbeispiele 10, 37, 212, 248–249, 248A–249A, 254, 255A, 300, 302, 302A, 314, 314A, 321, 326, 326A, 327, 327A, 691, 691A, 692, 692A, 703, 704A
 ASA II, Klassifikation und Fallbeispiele 37–39, 60, 212, 265, 266A, 305, 492, 494A, 692, 693A, 711, 711A
 ASA III, Klassifikation und Fallbeispiele 39–40, 213, 292, 292A, 304, 304A, 305, 324, 324A, 723, 725A
 ASA IV 41–42
 Assistenten, während der OP 194, 195A
 Ästhetik
 Frontzahnbereich 264–265, 265A, 720A, 721A, 724A
 Misserfolg 264, 264A, 285
 Papille 261A, 265, 265A, 266A, 272, 272T, 273, 729–744, 749
 rote 82–85, 83T–85T
 Wiederherstellung im zahnlosen Bereich 293
 Ästhetik-Linie 129, 130A

Ästhetische Zone 666, 680, 681, 719, 720, 720A, 721A, 722A, 724A, 725A, 745, 747
 Atrophien, Augmentation des Weichgewebevolumens 714–728
 Atropin 200, 201, 202T, 212, 213
 Attachment
 parodontales 571A
 periimplantäres 570–572, 571A
 autologe Knochentransplantate 362–389
 bei der Sinusbodenaugmentation 439, 442T, 443, 444–445A
 Einheilung 380–382
 extraorale Entnahme 386–387
 extraorale Spenderregionen 363
 Faktoren für den Erfolg 378–379
 intraorale Spenderregionen 362
 Wahl der Spenderregion 362–364

B

Barrieremembranen
 Indikationen und Grenzen 359–361
 nichtresorbierbare 357–358, 359T, 360A
 resorbierbare 358–359, 359T, 361A
 Basalzellen 405
 Becherzellen 405
 Behandlungsplan
 idealer XXV
 integrierter XXVI, 5–9
 Benzodiazepin 198, 200, 201, 202
 Bildgebungsverfahren, 3-D- 149–153
 Bindegewebslappen, horizontal (lateral) verschobener
 palatinaler 600–602, 601A, 602A
 Bindegewebs-
 transplantat
 autologes subepitheliales 603–604, 605A, 618–619
 wissenschaftliche Evidenz 618–619, 619T, 619A
 biologische Breite, periimplantäre 570
 Heilungsmechanismen 675–676, 675A
 Bipupillarlinie 76–80, 129, 139A
 Bisphosphonate 55–59
 Blutdruck, erhöhter s. *Hypertonie*
 Blutung
 auf Sondieren 134–135
 Ursachen 54A

Bohrschablone 25, 25A, 165, 166, 166A, 168, 169A, 173, 177A
Bone Morphogenetic Proteins (BMPs) 392
 BRONJ s. *Kieferosteonekrose, bisphosphonatinduzierte*
 Bruxismus 111
 Bukkalkorridor 78–79, 80A, 129, 130A
 Bulla ethmoidalis 408, 409A

C

CAD/CAM 160, 311, 316, 319, 324A
 Canalis mandibularis 155A, 156, 174A, 176, 176A, 293, 295
 Chirurgie, computergestützte und schablonengeführte 316–332
 Chirurgischen Verfahren, minimalinvasive 283
Clearence, mukoziliare 406–409, 409A
 Bridging 407
 Compliance 124, 140, 141, 143A
 Computergestützte Chirurgie 316–332
 Computernavigierte Chirurgie 25–26, 25A–26A, 316
 Conscious sedation s. *Sedierung bei erhaltenem Bewusstsein*
creeping substitution 381
 Crista iliaca 386
 CT
 Aufnahme, Ermittlung der Knochendicke 231, 232A
 Diagnose 133, 143–158
 für computergestützte Chirurgie 158–177, 316, 317
Cutback-reverse-Inzisionen 634–636, 635A, 636A
 Cyclosporine 46

D

Dampfsterilisation 191–192
 Dehiszenz 328, 468, 469–486, 516, 544A, 556
 Delorazepam 201, 202T, 203, 212, 213
 demineralisierte bovine Knochenmatrix (DBBM) 392
 als Inlay-Transplantat 533
 bei der Sinusbodenaugmentation 429, 439, 442T, 443 446A
Demineralized Bovine Bone Matrix (DBBM) 392
Demineralized Freeze-Dried Bone (DFDB) 390–391
 Desinfektion, Instrumente 189–190
 Diabetes 47,
 Diagnose 1–4
 Diastema 739, 739A
 Diazepam 198, 200
disease centered medicine XXV
 Distraktionsosteogenese
 biologische Grundlagen 527–528
 chirurgische Technik 528–529
 Prinzip 527A
 Vorteile/Nachteile 531
 vs. *Onlay*-Transplantat 522–524
 wissenschaftliche Evidenz 529–531, 530T
 Drehwiderstand 97–98
 Drop-out-Rate XXIII

DVT 143–177, 320, 321A, 325, 327
 Beurteilung der Knochendichte 156–157
 Fallbeispiele 320–331
 Geräte 145A
 klinische Anwendung 153–156
 Technik 143–145

E

Einwilligungserklärung, informierte 184–188
 Einzelknopfnah 648, 649A
 Einzelzahnimplantat
 Frontzahn, Ästhetik 83, 84A–85A
 in Extraktionsalveole 226–240
 Ektodermale Dysplasie 44–45
 Entlastungsinzisionen, kurvenförmige 608–609
 Vorteile 608
 Entzündung
 parodontale vs. periimplantäre 572–573, 573A
 periimplantäre 574
 Entzündungshemmende Mittel 201–202, 203–204, 204T
 Entzündungsrisiken 88–93
 Epithel, respiratorisches 404
 Epithel-Bindegewebstransplantat 687, 688A
 Essstörungen, Schädigung der Zähne durch 488, 488A, 546, 547A, 719, 720A
 Evidenzebenen XXT
 Evidenzpyramide XXA
 Expertenmeinung XXI
 Extraktionsalveole
 Erhalt 247–256
 Socket-preservation-Technik 253, 254A
 Füllmaterialien 250–252, 250T
 Heilungsprozess 218–226
 Implantation in 217–282
 Therapieansätze 239–240, 240A

F

Fallbeispiel, schwere parodontale Infektion 9–31, 16A
 Fallbericht XXI
 Fallserie XXI
Fence-Technik 550–555, 554–555A
 chirurgische Technik 550–553, 551A
 Fenestration 328, 468–473, 471, 477, 481, 682
 Klassifizierung 469–471, 471A
 Fibroplasie 221, 222
 Finite-Elemente-Modell 296A
 Fistel, extraorale 58
 Flachbilddetektor 148–149
Flapless-Technik 160, 297, 310–315
 Foramen mentale 294, 294A, 295, 304A, 310, 330A
 Fotostatus 125, 126A–127A

Freeze-Dried Bone (FDB) 390
 Freidendglieder 298–299, 305–310
 Frontzähne
 Ästhetik 83–88
 Atrophie des Kieferkammes 720A–721A, 722A, 724A, 725A
 Erhalt der Alveole 247, 249A
 Frühimplantation 256–259
 Implantatposition 234–235, 234A–235A, 237A, 238, 242A, 549, 549A
 Mehrfachzahnücken 261, 261A, 264, 264A, 265A, 266A, 267A, 270, 270A, 271A, 273A, 549, 546A
 Sofortimplantation 243, 235A
 Transplantate im Bereich der 666, 680, 720A–721A, 722A, 724A, 725A, 745, 745
 Unterkiefer, Distractionsosteogenese 558
 Frühimplantation 239, 240A, 241T, 246, 247, 249T, 256–259
 Füllmaterialien, Extraktionsalveole 250–252

G
 Gaumenmukosa, Transplantat aus der 686–687, 691, 694–696, 696A–697A 700, 702, 705, 716, 720, 741, 746
 GBR *s. gesteuerte Knochenregeneration*
 Gel-Schicht 406
 Gesichtsmittellinie 76–80
 Gesichtssymmetrie 76, 76A
 gesteuerte Knochenregeneration (GBR) 240A, 276, 277–279, 345–361, 475–499, 692
 horizontale 475–501
 Knochenblocktransplantat 497–501
 Knochenkammexpansion 489–496
 one-stage 475–486
 two-stage 487–499
 wissenschaftliche Evidenz 466–474
 Membranen 357–361
 vertikale 505–522
 chirurgische Technik 505–506
 one-stage 505–514, 507A, 508A, 514A, 515A
 two-stage 516–522, 517A, 518–519A
 wissenschaftliche Evidenz 345–357
 Gesundheit (Definition) XXV
 Gingiva
 biologische Breite 227, 228A, 234
 Biotyp 82, 228, 229A
 Gewebe 82
 Gingivalinie 80–81
 Gingivarand, vestibulärer 228, 229A
 Gingivatransplantat *s. Transplantat*
 Gingivektomie 581, 581A
 Glukoseintoleranz 47
 Goblet cells 404
 Grading System XIX–XX, XXA, XXT
 Grünholzfraktur 417–418, 474, 489, 492
 Gummy Smile 77, 78A, 80A

H
 Hautmatrix, azelluläre 702
 Herz- und Kreislauferkrankungen 46–47
 Historische Übersicht 2–4
 HIV-Infektion 46
 Hydroxylapatit (HA) 252, 393
 Hyperplasie
 Interdentalspapille 732, 732A
 Maxilla 78, 78A
 Hypertonie 55, 55A, 292, 324
 Hypoplasie, Maxilla 78, 79A
 Hyposialie 45

I
 Immunsuppressiva 46
 Implantat(e)
 dreidimensionale Positionierung 233–238
 schräg inserierte 293–305
 Vergleich mit natürlichem Zahn 233, 233A
 Implantatchirurgische Phase
 1. 206–207
 2. 210, 211A
 Implantateinheilung
 geschlossene 569
 transmukosale 569
 Implantaterfolg, Kriterien XXVII–XXIX
 Implantation
 Analyse des Knochens 206–207, 208A–209A
 dreidimensionale 262–268
 Einfluss des gingivalen Biotyps/Gingivarandes auf 228, 229A
 in Einzelzahn-Extraktionsalveole 226–240
 in Extraktionsalveole 217–282
 Insertionswinkel 268–269, 269A
 Positionierung bei Mehrfachzahnücken 262–275
 posteriorer Bereich 276–277
 Risiken bei zahnlosen Bereichen 94–110
 Wahl des Zeitpunktes 232
 Zeitpunkt 275–279
 Implantatkarte und -pass 205–206, 208A–211A, 468
 Implantatmisserfolg
 durch falsche Positionierung 263, 264, 264A, 267, 267A
 durch Parodontitis 88
 durch Rauchen 62–63
 Implantatstabilität
 biomechanische Risikofaktoren 111–112
 Knochenqualität und 96–100
 radiologische Untersuchung 97
 Implantattherapie
 ästhetische Risikofaktoren 75–88
 Kontraindikationen 43–48
 nach schwerer parodontaler Infektion 9–31
 Implantattyp, Auswahl 238

- Implantatüberleben
 bei der lateralen Sinusbodenaugmentation 426
 Rate bei teilbezahnten Patienten XXVIA
- Infektion
 klinische Studien 89–91, 92–93T
 Prävention 192–194
 Quellen 193–194
 Risiken 88–93
 Schutz des OP-Bereichs 194, 195A
 Transplantate und 688
 Verlust der Papille durch 729
- Infektionskrankheiten, Übertragungsrisiko bei Transplantaten 702
- Infundibulum maxillare 409, 409A
- Inlay-Transplantat, interpositionales 533–535
 chirurgische Technik 533A
 Vorteile/Nachteile 535
 wissenschaftliche Evidenz 534–535, 534T
- INR-Wert 50–52, 53T
- Instrumentarium 195–196, 197A
- Instrumente
 für implantatchirurgischen Eingriff 196, 197A, 212–213
 piezochirurgische 489, 492, 525, 528
 Sterilisation 188–192
- Interdentalpapille
 Ausbildung nach Exzision 230, 236
 bei Mehrfachzahnlücken 261A, 265, 265A, 266A, 272–274
 hyperplastische 732, 732A
 Klassifikation der Morphologie 730, 730A, 731–733, 732A, 736, 749
 prothetisch-kieferorthopädische Konditionierung 739, 739A
 reduzierte Höhe 237A, 246, 729–744
 Regeneration durch nicht chirurgische Techniken 736–739
 Rekonstruktion durch Lappen 741–742, 740A–743A
 Rekonstruktionstechniken 729–746, 749
 spontane Regeneration 736, 737A, 738A
 Verlust durch Infektion 729
 Verlust durch Mundhygienegewohnheiten 738
- International Sensitivity Index (ISI) 51
- Interproximaler Abstand 236, 236A
- Inzisallinie 79–81
- Inzision
 Cutback reverse 710
 halbmondförmige 741, 741A, 743A
 Verwendung einer Schablone 687, 688A
 zur Entnahme eines Bindegewebstransplantates 687, 688A, 705, 709, 710, 710A
- K**
- Kephalometrische Untersuchung 80–81, 130, 158
- Kieferhöhle 284A, 293, 294A, 295, 298
 Entwicklung 403–404
 Gefäßversorgung 409–410, 410A
 Größe 402–403
 mikrobiologische Flora 408
 Morphologie 402–403, 404A
 Sekretstau 409
 Septen 423, 423A
 Sterilität 408
- Kieferhöhlenschleimhaut
 Dicke 405, 424, 424–425A
 Epithelzellen 405
 mukoziliärer Transport 406–409, 409A
 Schichten 404, 404A, 406A
 Schleimfilm 406
 Schleimzusammensetzung 405
- Kieferkammatarophien, Augmentation des Weichgewebevolumens 714–728
- Kieferosteonekrose, bisphosphonatinduzierte (BRONJ) 56–59
- Knochen
 Analyse bei Implantation 206–207, 208A–209A
 Fraktur 58
 nekrotischer 56–59
- Knochenatrophie 219–226, 284, 290A, 293, 295, 302306, 329, 332
 extreme 329–331, 330A–331A
 Weichgewebeaugmentation nach 666, 667, 678–681, 706–748
- Knochenaufbauverfahren, Alternativen zu 283–332
- Knochenblockentnahme 497
- Knochenblocktransplantat 497–499
- Knochendefekte
 Eintragung im Implantatpass 206, 208A–209A
 horizontale 465–501
 GBR 475–488
 Knochenblocktransplantat 497
 Knochenkammexpansion 489–496
 Lappenpräparationstechniken 491
 Membranabdeckung 497–502
 Rekonstruktionstechniken 466A
 Transplantate 466, 475–499
- Klassifikation 102–105, 103A–109A, 466–474
- kombinierte 536
 Rekonstruktionstechniken 536–555, 536A
- vertikale 502
 Rekonstruktionstechniken 502–535, 502A
- Knochenichte/-qualität 94–100
- Knochenichtemessung 156–158
- Knochenentnahme
 am Ramus/Corpus mandibulae 369–371, 370A, 372–373A
 aus der Symphysis mentalis 365–369, 368A, 369A
 intraorale 364–365
 Knochenschaber 377, 377A
 Komplikationen 374T
 verfügbares Knochenvolumen an verschiedenen Spenderstellen 364T
- Knochenersatzmaterial 466, 466A, 473, 481, 504, 505
- Knochenhöhe, interproximale 269–270, 270A
- Knochenkammexpansion 489–496
- Knochenkollagen 220

knochenmorphogenetische Proteine (BMPs) 392
 Knochenquantität 100–110
 Knochenregeneration
 erforderliches Knochenvolumen für verschiedene Arten der 364T
 gesteuerte (GBR) 342, 345–361
 primäre Einflussfaktoren 343, 343A
 Knochenrekonstruktion
 Alternativen 283–332
 horizontale Knochendefekte 466–501
 kombinierte Knochendefekte 536–555
 einzeitiges Vorgehen 537–545, 538–540A, 542–543A, 544–545A
 zweizeitiges Vorgehen 546–549, 547A, 548–549A
 mit Beckenkamtransplantat 388–389A
 vertikale Knochendefekte 502–535
 Knochenresorption
 horizontale 223, 224, 226T, 234, 241, 242A, 246, 247, 252, 260, 262
 vertikale 222–226, 234, 236, 237A, 242A, 246, 252, 260, 262, 268
 vestibulärer Bereich 235, 235A, 242A, 246, 247
 Knochentransplantat(e) 250–252, 312T, 466
 allogene 390–391
 alloplastische 393–395
 autologe 362–389
 xenogene 392
 Knochenverlust, periimplantärer 285–287, 286T
 Kollagen, resorbierbares 251, 252, 254
 Kollagenfasern 221, 227, 233, 234
 Kollagenmatrix 250, 253, 667, 684, 702–706
 Kolorimetrie 250
 Komplikationsmanagement, Sinusbodenaugmentation 447–454
 Kopf-Hals-Bestrahlung 47–48
 Kurzimplantate 283–293

L

Lachlinie 77–80, 77A, 129, 130A
 Lappen
 gestielter 726–728, 740, 740A
 halbmondförmiger bukkaler 612, 613A
 horizontal (lateral) verschobener palatinaler Bindegewebslappen 600–602, 601A, 602A
 horizontal (lateral) verschobener palatinaler Periost-Bindegewebslappen 613–616, 614–615A, 617A
 im zahnlosen Oberkiefer 642–646, 644A
 im zahnlosen Unterkiefer 639–642, 640A
 lateral verschobener 584–586, 585A, 586A, 592–593A
 marginaler gestielter 582–584, 583A, 584A
 mit linearer, horizontaler krestaler Primärinzision 579–580, 580A
 modifizierter Rollappen 595–599, 596A, 597A, 598A, 599A, 600A
 paramarginaler, mit kurvenförmigen Inzisionen 611, 611A, 612A

Rollappen 594, 595A
 trapezförmiger intrasulkulärer 609–610, 610A
 U-förmig gefalteter palatinaler 726, 727A
 Verschiebe- 667, 670, 671A, 683, 684, 694, 704–705, 731, 745
 lateral 707–713
 vertikal (koronal) verschobener palatinaler 587–593, 588–589A, 590A, 591A, 592–593A
 vestibulär verlagertes gestielter palatinaler Periost-Bindegewebslappen 636–638, 637A, 638A
 Lappenbildung, Zugang zum Knochenkamm 491
 Lappendesign bei der lateralen Sinusbodenaugmentation 430
 Lappenlose Implantation s. *Flapless-Technik*
 Lappenpräparation, Vermeidung 23, 25
 Lappenverlängerung 620–638
 Lappenwahl bei zahnlosem Kiefer 639–646
 Lichen ruber planus 44
 Lippenschlusslinie 129, 130A
 Löschpapiereffekt 482

M

Marius-Bridge-Methode 298, 298A
 Maryland-Brücke 249A
 Matratzennaht
 gekreuzte 647–648, 649A
 modifizierte horizontale interne 648, 649A
 U-förmige, horizontale interne 647, 649A
 Matrix, azelluläre dermale 683T, 683, 683T, 684, 684T
 Medikation
 implantatchirurgischer Eingriff 212–213
 postoperative 203–205
 präoperative 198, 206
 Mehrfachzahnlücke, Implantation 261–275
 Membranen
 nichtresorbierbare 357–358, 359T, 360A, 472T, 477–481, 507
 resorbierbare 358–359, 359T, 361A, 472T, 481–486, 505
 Voraussetzungen für die Barrierefunktion 357
 Membranexposition XXVIIA, 606
 Midazolam 201, 202T, 203, 212, 213
 Mikro-DVT 154A, 155, 155A, 156, 275
 Milchzähne 736, 737A
 Morbus Crohn 46
 Morbus Parkinson 45
 Mukoperiost 405
 Mukoperiostlappen
 Fallbeispiele 329, 330, 330A–331A
 Vermeidung 23, 25, 247, 260, 310–315
 Vorteile 310, 313T
 Mukosarand, periimplantärer, Klassifikation der Rezession 669–670, 670A–672A
 Multislice-CT 152, 153, 158
 Multizentrität XXII
 Muskeldissektion 621–622, 622A

N

Nahttechniken 647–649
 Neoangiogenese 221, 222
 Neuropsychiatrische Störungen 45
 Neurosensorische Untersuchungen 374–375
 nichtautologe Knochentransplantate 390–395
 Vorteile/Nachteile 390
 NobleGuide-Verfahren 316, 321, 322A–322A–323A, 326A

O

Oberkiefer
 Frontzahnbereich
 Bindegewebsstransplantat 719–720, 720A–721A, 723, 724A–725A
 Implantatposition 273, 273A
 zahnloser 544, 544A–545A, 551A–552A, 553, 711, 711A
 Onlay-Transplantat 522–527
 Indikation 522
 Technik 524–525A
 vs. Distractionsosteogenese 522–524
 Operationsschablone 120, 159, 160, 165–177, 310, 311, 315–319, 316–321, 315A, 322A, 324A, 325A, 327A, 328A, 329A, 330, 330A, 331
 760 Operationstrakt 198A
 OP-Technik, saubere 194, 195A
 Osseointegration
 biomechanische Risikofaktoren 111–112
 erfolgreiche 238, 287
 Ossifikation
 chondrale 363
 desmale 363
 Osteodistraction 342
 Osteogenese 342
 Osteoinduktion 342
 Osteokonduktion 342
 osteomeatale Einheit 403–404, 404A, 408, 409A
 Osteoporose 48
 Osteosyntheseplatten 476, 484–487, 505–507, 507A
 Osteotomie 247, 249, 330, 330A, 331A, 474, 484, 489, 490A, 492, 494A–495A, 525A, 527, 528, 531–533
 Osteotomietechnik (Sinusbodenaugmentation) 413A, 417–420, 418A, 420A
 Ostium maxillare 407
 Durchgängigkeit 408
 Morphologie 409

P

Papille *s. Interdentalspapille*
 Papillenregenerationstechnik 582–584, 583A, 584A
 Parodontalchirurgie, plastische 667–668
 Parodontale Infektion und Implantation, Fallbeispiel 9–31, 9–31A
 Parodontaluntersuchung 133–137

Parodontitis 11, 88, 478, 479A, 485, 503, 513, 525, 542, 719–720, 720A
 PATH-Test 375
patient centered medicine XXV–XXVI
 Patienten
 Allergiker 60
 Ängste, Panik 199–200, 203
 Ästhetikfragebogen 87, 87A
 Aufklärung 184–188
 Bisphosphonattherapie 55–59
 Erwartungen 67
 gleichgültige 67
 Hypertonie 55
 informierte Einwilligung 184–188
 Kommunikation mit 4–6
 mit Systemerkrankungen 60–61
 Mundhygiene 738, 746, 749
 nach Transplantation 46
 neurotische 66–67
 persönliche Daten und Wünsche 121, 122 A
 postoperative Verhaltensregeln 203–205, 205T, 510, 689
 psychologische Analyse 10, 66–67
 Raucher 62–63, 64A
 Strahlenbelastung 160
 Stress 64–66
 wirtschaftliche Verhältnisse 67
 Periimplantitis 285, 285A, 503, 679
 Periostplastik 623–634, 625A, 626–627A, 628–629A, 631–632A
 Periostschlitzung 620, 621A
 Periotest 98
 Poly-D-L-Milchsäure (PDLLA) 394–395
 Polylaktid-Polyglykolid (PLA-PGA) 394
 Poncho-Technik 601A
 Pouch-Technik (Sinusbodenaugmentation) 450
 Prämedikation 198
 Primärinzision 607–608
 Einfluss auf die Wundheilung 608
 im zahnlosen Oberkiefer 639–640, 640A
 im zahnlosen Unterkiefer 643–644, 644A
 Procera-Software 160–110, 316, 326A, 330
 Processus uncinatus 408, 409A
 Prothese
 definitive, Fallbeispiel 29, 28A–31A
 provisorische, schleimhautgetragene 21–22, 22A, 27A
 Prothetische Phase 210, 211A
 Prothrombinzeit 50–51, 54A
 Pulsoximeter 200, 212, 212A
 Purpura 54A

Q

Qualitätskontrolle
 Sterilisation 188, 189A
 vor-, während und nach der Operation 217

R

- Radiologische Untersuchung 133
- Ramus mandibularis 331
- Rauchen 62–64, 10
 - Entwöhnung 64 A
 - Spätfolgen 62–63
- Resonanz-Frequenz-Analyse 98–99, 99A
- Resorptionsprozess, nach Extraktion 219–226
- Risikofaktoren
 - ästhetische 75–88
 - lokale 75–112
 - systemische 35–68
- Rollappentechnik 594, 595A
 - modifizierte 595–599, 596A, 597A, 598A, 599A, 600A
- Röntgenschablone 23, 24A, 161, 162A, 165, 316–317
- Röntgenuntersuchung, 3-D- 330

S

- Schablone
 - knochengetragene 328, 328A–329A
 - stereolithografische 159, 160
- Schablonengeführte Chirurgie 316–332
- Schleim (Kieferhöhle)
 - Schichten 406
 - Stau 409
 - Transport 406–409, 409A
 - Zusammensetzung 405
- Schneidermembran *s. Kieferhöhlenschleimhaut*
- Schnittführung
 - Einfluss auf die Wundheilung 607–608
 - Knochenentnahme am Ramus/Corpus mandibulae 369
 - Knochenentnahme aus der Symphyse 366–368, 366A
- Sedierung bei erhaltenem Bewusstsein 199–203, 202T
- Sensitivitätsindex (ISI) 51
- Simplant 168–177, 321, 324A–325A, 328A–329A
- Sinus maxillaris *s. Kieferhöhle*
- Sinusbodenaugmentation
 - anatomische Grundlagen 402–411
 - Indikationen und Kontraindikationen 411–412, 415–417, 429–430
 - Komplikationsmanagement 447–454
 - laterale 402A, 421–446
 - anatomische Einflussfaktoren 422–425
 - chirurgische Techniken 430–437
 - Entwicklung 421–422
 - ohne Knochenaufbaumaterial 433–437, 434A
 - postoperative Beschwerden 441–443, 442T, 442A
 - wissenschaftliche Evidenz 426–429, 427T, 437–443
 - transkrestale 402A, 413–421
 - chirurgische Technik 413A, 417–421, 418A, 420A
 - Indikationen/Kontraindikationen 415–417, 416A
 - wissenschaftliche Evidenz 413–414, 415T

- Sinusitis 411
 - Symptome 411
- Sinuslift, Vermeidung 293
- Sinusmembran *s. Kieferhöhlenschleimhaut*
- Sinusmembranperforation 432
 - intraoperatives Management 449–450, 450A
 - Klassifikation 447, 448A, 448T
 - Risikofaktoren 432, 451A
 - wissenschaftliche Evidenz 451–453, 454T
- Sjogren-Syndrom 45
- Sklerodermie 44
- Socket Preservation 576–577, 577A, 578A
- Sofortbelastung 160, 297, 311, 312, 312T, 315A, 316, 322A–323A, 326A–327A, 330A, 331, 522, 546, 645
- Sofortimplantation 218, 219, 227, 228, 230, 239, 240A, 241T, 242–246, 249, 255A, 256A, 258T, 275, 277, 278–279, 292A, 496T, 495A, 522, 530T, 680
 - Fallbeispiel 243–244, 245A
- Software
 - computergestützte Implantatchirurgie 160–177
 - Procera 161–168
 - Simplant Pro 168–177
- Sol-Schicht 406
- Spätimplantation 218, 239, 240A, 241T, 246, 255A, 259–260, 277, 279
- Spenderregionen (autologer Knochen)
 - Beckenkamm 386
 - extraorale 363
 - intraorale 362
 - Ramus/Corpus mandibulae 369–371
 - Spina nasalis 376
 - Symphysis mentalis 365–368
 - vs. Ramus mandibulae 372–374, 374T
 - Tuber maxillae 375
 - verfügbares Knochenvolumen 364T
- Spiral-CT 147–151, 160–161
- Spitz-Stumpf-Diskriminierung 375
- Split-mouth-Design 676, 703
- Staphylococcus aureus 193
- Sterilisation 188–192
 - Instrumente, Ablaufprotokoll 189–192
- Sterilisationsraum 188, 189A
- Stiellappen, marginaler 582–584, 583A, 584A
- Strahlentherapie 47–48
- Studien
 - experimentelle XXIII
 - Kohortenstudien XXII
 - kontrollierte prospektive XXI–XXII
 - kontrollierte retrospektive XXI
 - randomisierte XXII

T

- Technik nach Arnett 130, 131A
- Teilprothese, implantatgetragen, mit Freundgliedern 305–310

Therapie, mukogingivale 668

Transplantat(e)

allogene dermale 702

autologe Epithel-Bindegewebs- 685–693

autologe subepitheliale Bindegewebs- 694–702

autologe 682T, 683, 684

freie 667, 674, 682T, 683, 683T, 684–706, 717–726, 741

Schmerzen 683

Inlay- 667, 717–719, 745, 746, 748

kombinierte *Inlay-Onlay-* 723

Onlay- 667, 716, 723, 724A, 725A, 726, 746, 748

Vaskularisierung 666, 674–676

xenogene 667, 683, 684, 702–706, 704A, 745–748

Transplantattechnik 688–696

Trikalziumphosphat 393–394

Tumor

multiples Myelom 54A, 55, 57, 59

Pharmaka 55

U

Überbiss

Fotostatus 125, 127

Korrektur, Fallbeispiel 18A, 19–20, 21A

Ultraschallreinigung, Instrumente 191

Underwood-Septen 423, 423A

Unterkiefer

partiell zahnloser 516, 517A

vollständige Zahnlosigkeit 326–327, 326A–327A

Zahnlosigkeit im Frontzahnbereich 479A, 487A, 691A, 692

V

Vasokonstriktoren 61–62, 253

Verankerungsnah 647, 649A

Verblindung XXII

Verschiebelappen *s. Lappen*

Vestibulumplastik 682T

Vitalitätstest 375

W

Waschen, Instrumente 190–191

Weichgewebe

Augmentation, wissenschaftliche Evidenz 667–684

Kollaps, Prävention 254–256

periimplantäres 233–235, 567–660, 665–749

Augmentation der Breite und Dicke 684–713

Augmentation des Volumens 714–728

Augmentationstechniken 683–749

Rezession 235, 235A

spontane Regeneration 736, 737A, 738A

Weichgewebekonditionierung, Einheilphase 22–23, 22A–23A, 26A

Weichgewebsmanagement

bei geschlossener Implantateinheilung 605–619

bei transmukosaler Implantateinheilung 579–604

Zeitpunkt 569

Wunddehiszenz 605–607

Einflussfaktoren 606–607

Wurzelfraktur, Fallbeispiel 243–244, 245A

X

Xenograft *s. Transplantat(e)*, *xenogene*

Xerostomie 46, 47

Z

Zahnextraktion

Erhalt der Alveole 247–253, 254A

spontane Heilung 241

Zahnlose Bereiche, Risiko bei Implantation 94–110

Zahnlosigkeit, vollständige 295, 297, 317, 322A–323A, 324–325, 324A–325A, 326, 326A, 327, 327A, 537, 550, 554A–555A, 558

Zahnsymmetrie 77

Zahnverlust

ästhetische Folgen 341A

Auswirkung auf Hart- und Weichgewebe 100–102, 100A–102A, 218–226

Zilien 405

Zilienaktivität, Einflussfaktoren 407

Zilienschlag 406–407

Zweipunktdiskriminierung 375

zweizeitiges Vorgehen

Vorteile 385

vs. simultane Implantation 383–385

Zylinderzellen 405

zilentragende 405

Zyste 93T, 154, 154A, 155