

Kevyan Sagheb, Kawe Sagheb, Eik Schiegnitz, Robert Nölken, Stefan Wentaschek, Christian Walter

Leitlinie „Implantationszeitpunkte“

Neue S2k-Leitlinie



Indizes: Implantation, Implantationszeitpunkt, Sofortimplantation

Zielsetzung und Fragestellung: Das Ziel dieser neu erstellten S2k-Leitlinie (AWMF-Registernummer: 083-040, gültig bis 01. Dezember 2027) ist es, den Anwendenden bei geplanter Zahnextraktion mit anschließender implantologischer Rehabilitation eine Entscheidungshilfe für den geeigneten Implantationszeitpunkt zu geben. Hierzu ist es entscheidend, die möglichen Risiken und Komplikationen zu kennen, um den Patienten eine nachhaltige und sichere Versorgung empfehlen zu können. Somit ist das übergeordnete Ziel dieser Leitlinie die Verbesserung der Versorgungsqualität für die betroffenen Patienten. Hierfür wird der aktuelle wissenschaftliche Kenntnisstand zur Auswahl des Implantationszeitpunkts systematisch aufbereitet.

EINLEITUNG

Die kaufunktionelle Rehabilitation mit Zahnimplantaten stellt ein Standardverfahren dar und findet in der Bevölkerung eine breite Anwendung und Zustimmung (Zembic, Kimetal 2014; Moraschini, Poubel et al. 2015). Neben der sicheren und nachhaltigen Wiederherstellung der Funktion und Ästhetik durch den implantatgetragenen Zahnersatz spielen für den Patienten behandlungsspezifische Modalitäten eine zentrale Rolle. So soll die Behandlungsmethode nicht nur möglichst schmerzfrei und mit einer möglichst geringen Zahl an Eingriffen stattfinden, sondern auch mit einer geringen Morbidität und schnellen Heilung assoziiert sein. Behandlerseitig spielen eine prädiktive Behandlungsmethode sowie ein einfaches und standardisiertes Behandlungsverfahren mit wenigen Komplikationen eine zentrale Rolle. Die Wahl des Implantationszeitpunktes hat einen direkten Einfluss auf die oben erwähnten Wünsche und kann je nach gewählter Behandlungsmethode im direkten Widerspruch zu diesen stehen (Hammerle, Chen et al. 2004).

Die Entscheidung zum Insertionszeitpunkt eines Implantats nach einer Zahnextraktion ist multifaktoriell. Sie wird bestimmt durch die jeweiligen weichgeweblichen- und hartgeweblichen Eigenschaften der sich in Heilung befindlichen Alveole. Dabei ist der physiologische Heilungsprozess der Alveole gekennzeichnet durch eine zeitlich variable, jedoch kontinuierliche Hart- und Weichgewebsveränderung. Die Entfernung eines Zahns führt in der Regel zu einem gewissen Verlust im Bereich des Alveolarkamms, der sowohl aus horizontalen als auch vertikalen Dimensionsänderungen im Hartgewebe und Weichgewebe resultiert. Dieser kontinuierliche Ab- und Umbauprozess weist eine

individuelle Dynamik auf, die von einer Vielzahl von internen und externen Faktoren beeinflusst wird. Dabei ist der horizontale Knochenverlust mit 29–63 % (2,46–4,56 mm) stärker ausgeprägt als der vertikale Knochenverlust mit 11–22 % (0,8–1,5 mm) (Chen, Wilson et al. 2004; Van der Weijden, Dell'Acqua et al. 2009; Tan, Wong et al. 2012).

Traditionelle Protokolle empfehlen die Insertion von Implantaten nach Abschluss einer vollständigen weich- und hartgeweblichen Abheilung der Extraktionsregion (> 16 Wochen, i. d. R. 6 Monate) und werden als Spätimplantation (Typ IV) bezeichnet. Durch den natürlichen Um- und Abbauprozess des Alveolarkamms nach der vorangegangenen Zahnextraktion können jedoch zum Zeitpunkt der Implantation augmentative Maßnahmen notwendig werden. In der Folge wurden neue klinische Protokolle etabliert, die darauf abzielen, die gesamte Behandlungsdauer zu verkürzen und die Anzahl der chirurgischen Eingriffe zu reduzieren. Diese Protokolle sind gekennzeichnet durch eine verkürzte Zeitspanne zwischen Zahnentfernung und anschließender Implantatinsertion. Hierbei wird zwischen der Frühimplantation (Typ II/III) und der Sofortimplantation (Typ I) unterschieden. Letztere ist gekennzeichnet durch eine Implantatinsertion unmittelbar nach einer Zahnextraktion. In der Regel findet diese in derselben chirurgischen Sitzung statt. Bei der Frühimplantation wird dagegen eine vollständige weichgewebliche Abheilung bzw. fortgeschrittene Knochenheilung abgewartet (Hammerle, Chen et al. 2004; Mello, Lemos et al. 2017; Gallucci, Hamilton et al. 2018; Tonetti, Jung et al. 2019). Tabelle 1 gibt die Einteilung der Implantationszeitpunkte nach der ITI-Konsensuskonferenz von 2004 wieder und stellt sie den jeweiligen physiologischen Heilungsphasen der Extraktionsregion gegenüber.

Tabelle 1: Gegenüberstellung Implantationszeitpunkte und Heilungsverlauf der Extraktionsalveole

Implantationszeitpunkt	Einteilung nach ITI - Konsensuskonferenz 2004 (Hammerle, Chen et al. 2004)	Zeitfenster	Physiologische Heilungsphasen nach Zahnextraktion (Chen, Wilson et al. 2004)
Sofortimplantation	Typ I	< 1 Tag	Blutkoagel
Frühimplantation	Typ II	4–8 Wochen	Weichgewebliche Abheilung abgeschlossen
	Typ III	12–16 Wochen	Partielle knöchernen Ausheilung (circa 2/3 der Alveole)
Spätimplantation	Typ IV	> 16 Wochen	Knöchernen Ausheilung der Alveole abgeschlossen

Jeder Implantationszeitpunkt weist allein schon durch seine zeitliche Einordnung in die jeweilige explizite Heilungsphase der Extraktionsalveole typische klinische Rahmenbedingungen auf. Hieraus ergeben sich für jedes Protokoll spezifische Vor- und Nachteile. Eine generelle Empfehlung zu einem Implantationszeitpunkt kann somit nicht gegeben werden. Vielmehr richtet sich die Auswahl des Zeitpunktes nach patientenspezifischen Faktoren, die individuell für jeden Fall bewertet werden müssen. Der gewählte Implantationszeitpunkt kann sich somit negativ auf das Therapieergebnis auswirken, wenn die jeweiligen notwendigen spezifischen Voraussetzungen nicht erfüllt werden.

Ziel der Leitlinie ist es, das Implantatüberleben in Abhängigkeit zum Implantationszeitpunkt zu bewerten. Dabei werden die in der Literatur als relevant gewerteten patientenspezifischen Faktoren für den Erfolg des jeweiligen Implantationszeitpunktes hinsichtlich ihrer Evidenz bewertet.

Fragestellung

Somit ergeben sich folgende Fragestellungen:

1. Hat die Auswahl des Implantationszeitpunktes einen Einfluss auf das Implantatüberleben?
2. Welche systemischen Faktoren sind bei der Auswahl des Implantationszeitpunktes zu beachten?
3. Welche lokalen Faktoren sind bei der Auswahl des Implantationszeitpunktes zu beachten?
4. Welche zusätzlichen Maßnahmen sind bei der Auswahl des Implantationszeitpunktes zu beachten?

THERAPIEPLANUNG

Dezidierte Studien, die die Therapieplanung als Einflussfaktor für das Implantatüberleben bzw. den -erfolg hinsichtlich des Implantationszeitpunktes untersuchen, sind nicht vorhanden. Die meisten Studien weisen zusätzlich enge Einschlusskriterien auf und exkludieren Patienten mit lokalen oder systemischen Risikofaktoren. Daher handelt es sich bei den folgenden Empfehlungen um Expertenmeinungen, die im Rahmen einer allgemeinen Implantattherapie zu beachten sind.

Konsensbasierte Empfehlung 1 (neu)

Die Planung für eine Implantattherapie **sollte** beginnen, sobald die Indikation für eine Zahnextraktion mit anschließender implantologischer Versorgung besteht. Hierbei **soll** der Patient über die relevanten Therapiealternativen aufgeklärt werden. **starker Konsens**

Literatur: GCP, G. Heydecke 2012

Abstimmung: 41/0/2

Konsensbasierte Empfehlung 2 (neu)

Für die Planung der Implantat-Behandlung **soll** eine patientenindividuelle Risikoevaluation durchgeführt werden. Diese wird anhand der Anamnese, der klinischen und radiologischen Befunde erhoben. **starker Konsens**

Literatur: GCP

Abstimmung: 41/0/2

DIAGNOSTIK

Notwendige Untersuchungen zur Therapieentscheidung

Die für die individuelle Therapieplanung und Aufklärung notwendige Diagnostik basiert auf den allgemeinen Erfordernissen implantologischer Versorgung im ZMK- und MKG-Bereich. Sie dient der Identifizierung und Bewertung von systemischen und lokalen Risikofaktoren und konsekutiv zur Erstellung eines individuellen Risikoprofils. Die systematische Diagnostik erfolgt bei allen Implantationsplanungen unabhängig vom geplanten Implantationszeitpunkt.

Die nachfolgenden Empfehlungen basieren auf allgemeingültigen und in der Literatur beschriebenen notwendigen Untersuchungen, die bei der Therapieentscheidung für eine Implantatinsertion herangezogen werden. Die notwendigen Untersuchungen zur Therapieentscheidung umfassen:

1. Anamnese
2. Klinische Untersuchung
3. Radiologische Bildgebung

Neben dem allgemeinmedizinischen Risikoprofil muss eine Beurteilung der lokalen Ausgangssituation vor der geplanten Implantattherapie vorgenommen werden (Kan, Rungcharassaeng et al. 2018). Hierzu zählen:

1. Qualität, Quantität und Morphologie des Hartgewebes
2. Qualität, Quantität und Morphologie des Weichgewebes
3. Vorhandensein von lokalen Pathologien
4. Zustand der Nachbarzähne

In Einzelfällen hilfreiche weiterführende Untersuchungen

Bei Risikopatienten (z.B. Patienten nach Radiatio im Kopf-Hals-Bereich, Diabetikern, Patienten mit Immundefizienz oder Patienten unter anti-resorptiver Therapie) sind ggf. zusätzliche Untersuchungen (Blutentnahme, weiterführende Bildgebung) für eine Risikobewertung notwendig. Hierbei wird auf die jeweiligen aktuellen Leitlinien verwiesen.

IMPLANTATIONSZEITPUNKTE

Die potenziell zur Wahl stehenden Implantationszeitpunkte weisen jeweils unterschiedliche klinische Schwierigkeiten und Behandlungsrisiken auf. Die Auswahl des Implantationszeitpunktes wird bestimmt durch die individuellen patientenseitigen systemischen und lokalen Faktoren. Der gewählte Implantationszeitpunkt kann sich negativ auf das Überleben und den Erfolg auswirken, wenn die jeweiligen notwendigen spezifischen Auswahlkriterien nicht erfüllt werden und/oder die Durchführung des klinischen Verfahrens von unzureichender Qualität ist. Die Vorteile der verschiedenen Implantatinsertionsprotokolle und die damit verbundenen Risiken sollten für jeden Fall sorgfältig abgewogen werden.

Spätimplantation

Konsensbasiertes Statement 1 (neu)	
In der Literatur ist die Spätimplantation auch bei Vorliegen von lokalen und systemischen Risikofaktoren zum Zeitpunkt der Zahnextraktion mit hohen Implantatüberlebensraten beschrieben.	starker Konsens
Literatur: Moraschini, Poubel et al. 2015; E. Schiegnitz 2015; Beckmann 2019; Cosyn, De Lat et al. 2019; Wiegner 2021	
Abstimmung: 41/0/2	
Konsensbasierte Empfehlung 3 (neu)	
Für die Spätimplantation ist von Bedeutung, dass es nach der Zahnextraktion zu Resorptionsvorgängen im Bereich der Alveole kommt, die patientenindividuell zu vertikalem und horizontalem Knochenverlust führen können. Wenn eine Spätimplantation aus patientenspezifischen Gründen indiziert ist, sollte ein Verfahren zur Erhaltung des Alveolarkamms (ARP = Alveolar Ridge Preservation) nach der Zahnextraktion empfohlen werden.	Konsens
Literatur: Tröltzsch M 07/2020; Chen, Wilson et al. 2004; Van der Weijden, Dell'Acqua et al. 2009; Tan, Wong et al. 2012; Buser, Chappuis et al. 2017; Avila-Ortiz, Chambrone et al. 2019; Atieh, Alsabeeha et al. 2021	
Abstimmung: 37/6/3	

Bei der Spätimplantation erfolgt die Implantation nach frühestens 4–6 Monaten, um eine vollständige weich- und hartgewebliche Abheilung der Extraktionsalveole abzuwarten (Hammerle, Chen et al. 2004). Sie weist exzellente Überlebensraten auf und ist in der Literatur mit den längsten Nachbeobachtungszeiträumen dokumentiert (G. Heydecke 2012, Moraschini, Poubel et al. 2015). Durch die extraktionsbedingten Umbauprozesse im Bereich des Alveolarkamms kann es jedoch in dieser Zeit zu deutlichen Atrophiephänomenen kommen, die eine Augmentation zum Zeitpunkt der Implantatinsertion zwingend erforderlich machen. Dieser physiologische Abbauprozess im Bereich der Extraktionsregion ist in den ersten 3 bis 6 Monaten am stärksten ausgeprägt, und der Knochenverlust kann in der horizontalen Dimension bis zu 29–63% und in der vertikalen bis zu 11–22% betragen (Chen, Wilson et al. 2004; Van der Weijden, Dell'Acqua et al. 2009; Tan, Wong et al. 2012).

Eine Vielzahl von Erkrankungen bzw. Therapien führt zu einer verzögerten Knochenumbau- und Knochenneubildungsrate. In diesen Fällen wird eine Spätimplantation präferiert, insbesondere um durch die Beobachtung des Heilungsprozesses nach der Zahnextraktion eine klinische Aussage über das Regenerationspotenzial der geplanten Implantatregion treffen zu können (Ullner 2016).

Maßnahmen zum Erhalt des Alveolarkamms (ARP = Alveolar Ridge Preservation) nach der Zahnextraktion erweisen sich als effektiv hinsichtlich der Vermeidung von Augmentationen bei Spätimplantationen. In der Literatur werden hierfür verschiedene Techniken und Materialien erfolgreich beschrieben (Tröltzsch M07/2020; Avila-Ortiz, Chambrone et al. 2019). In einem aktuellen systematischen Review mit Metaanalyse (7 RCT und 3 CCT) zeigte sich hinsichtlich des Implantat-erfolges kein Unterschied zwischen einer Sofortimplantation und einer Spätimplantation nach ARP, jedoch ein signifikant besseres Implantat-überleben (98% vs. 93%) für Spätimplantationen (Mareque, Castelo-Baz et al. 2021).

Frühimplantation

Konsensbasierte Empfehlung 4 (neu)	
Wenn aufgrund von akuten entzündlichen Prozessen oder anatomischer Kompromittierung eine Sofortimplantation nicht indiziert ist, kann die Frühimplantation empfohlen werden. Die zu diesem Zeitpunkt abgeschlossene weichgewebliche Abheilung ermöglicht die Implantatinsertion sowie augmentative Maßnahmen bei geringerem Resorptionsgrad im Vergleich zur Spätimplantation.	starker Konsens
Literatur: Sanz, Garcia-Gargallo et al. 2012; Buser, Chappuis et al. 2017; Bassir, El Kholy et al. 2019; Graziani, Chappuis et al. 2019	
Abstimmung: 50/0/2	

Die Frühimplantation hat zum Ziel, die Behandlungsdauer einer Spätimplantation zu verkürzen und gleichzeitig einige Nachteile der

Sofortimplantation durch eine partielle Ausheilung der Alveole zu umgehen. Einer der wichtigsten Vorteile ist die abgeschlossene Weichgewebsheilung. Hierdurch kann bei der Frühimplantation unkritischer ein Mukoperiostlappen gebildet werden, wenn augmentative Maßnahmen erforderlich werden. Insbesondere bei akut infizierten Alveolen und ausgeprägten lokalen Pathologien kann durch die Verschiebung des Implantationszeitpunktes das Risiko für eine Wundinfektion bzw. bakterielle Kontamination minimiert werden (Buser, Chappuis et al. 2017; Graziani, Chappuis et al. 2019).

In einem systematischen Review von 2011 zeigten Frühimplantationen eine sehr gute Überlebensrate der Implantate von 91–100 % (Sanz, Garcia-Gargallo et al. 2012). Vergleichende prospektive Studien zu anderen Implantationszeitpunkten sind jedoch nur in sehr geringer Zahl vorhanden (Chen and Buser 2014; Graziani, Chappuis et al. 2019). In einem aktuellen systematischen Review von 2019 unter Einbeziehung von insgesamt 12 Studien zeigt sich kein signifikanter Unterschied im Implantatüberleben in Abhängigkeit vom Implantationszeitpunkt (Sofort- vs. Frühimplantation: 94 % vs. 96 %; Spät- vs. Frühimplantation 97 % vs. 98 %) (Bassir, El Kholy et al. 2019). Durch augmentative Maßnahmen im Rahmen der Frühimplantation können langfristig stabile periimplantäre Verhältnisse erreicht werden (Buser, Chappuis et al. 2013; Chen and Buser 2014).

Sofortimplantation

Konsensbasiertes Statement 2 (neu)	
Die Sofortimplantationen zum Ersatz einzelner Zähne weisen im Vergleich zu Früh- bzw. Spätimplantationen eine reduzierte Überlebensrate auf.	starker Konsens
Literatur: Chrcanovic, Albrektsson et al. 2015; Mello, Lemos et al. 2017; Cosyn, De Lat et al. 2019	
Abstimmung: 49/0/3	

Die klinische Datenlage für Sofortimplantationen ist bereits durch die starke Variabilität in der operativen Technik (wie z. B. Wahl des Zugangs, Implantatregion, Implantatposition oder der Augmentationstechnik bzw. des Augmentationsmaterials) sehr heterogen. Hinzu kommen eine große Anzahl von möglichen lokalen Einflussfaktoren wie beispielsweise die Beschaffenheit der Hart- und Weichgewebe oder die Entzündungssituation der Alveole. Das erklärt die teilweise weite Spannbreite der Studienergebnisse hinsichtlich Implantatüberleben bzw. Implantaterfolg für die Sofortimplantation. Studien mit sehr guten Ergebnissen zeichnen sich in der Regel durch eine strenge Patientenselektion aus und kommen aus Zentren mit einer sehr hohen klinischen Expertise im Bereich der Sofortimplantation. Ein weiterer erschwerender Faktor bei der Bewertung von RCT sind die unterschiedlichen Ein- und Ausschlusskriterien beim Vergleich der Sofortimplantation

zu anderen Implantationszeitpunkten, die sich bereits durch die veränderte Ausgangssituation hinsichtlich der frischen Extraktionsalveole und der ausgeheilten Alveole ergeben.

In einem systematischen Review von 2011, das nur prospektive Studien mit einem Follow-up von mindestens 12 Monaten einschloss, zeigte sich eine sehr hohe 2-Jahres-Überlebensrate von 98 % für Sofortimplantationen (46 Studien mit 2.908 Implantaten und 58 Verlusten) (Lang, Pun et al. 2012). Slagter wies in seinem systematischen Review mit insgesamt 34 Studien (956 Implantate und 29 Verluste) eine 1-Jahres-Überlebensrate für singuläre Sofortimplantationen in der ästhetischen Zone von 97 % nach (Slagter, den Hartog et al. 2014). Diese sehr hohen Überlebensraten basieren in der Regel auf einer strengen Patientenselektion und der großen klinischen Erfahrung im Bereich der Sofortimplantation der teilnehmenden Studienzentren.

Aktuelle Metaanalysen von RCTs zeigen jedoch eine signifikant schlechtere Überlebensrate für Sofortimplantationen in der Einzelzahnregion im Vergleich zu einer Früh- bzw. Spätimplantation. In Abhängigkeit von den Einschlusskriterien für die klinischen Studien variiert die Differenz bei den Analysen zwischen 3–4 % (98 % vs. 95 % (Mello, Lemos et al. 2017); 99 % vs. 95 % (Cosyn, De Lat et al. 2019), 93 % vs. 97 % (Chrcanovic, Albrektsson et al. 2015)).

Konsensbasierte Empfehlung 5 (neu)

Die Sofortimplantation ist ein komplexes chirurgisches Verfahren und erfordert entsprechende klinische Expertise. Da ihr Erfolg zusätzlich von einer Vielzahl von patientenseitigen systemischen und lokalen Faktoren abhängig ist, **soll** die Indikation für jeden Fall nach sorgfältiger Abwägung individuell getroffen werden.

starker Konsens

Literatur: Chen and Buser 2009; Kan, Rungcharassaeng et al. 2018; Cosyn, De Lat et al. 2019; Gamborena, Sasaki et al. 2021

Abstimmung: 50/0/2

Es gibt nur sehr wenige Studien, die die Erfahrung des Behandlers als Einflussfaktor für das Implantatüberleben untersuchten (Jemt, Olsson et al. 2016; Chrcanovic, Kisch et al. 2017). Hinsichtlich Sofortimplantationen gibt es keine klinischen Studien mit dieser Fragestellung. Sicherlich ist die Implantatinsertion in die frische Extraktionsalveole technisch deutlich anspruchsvoller als in einer ausgeheilten Situation mit ausreichendem Knochenangebot. Einerseits ist das Erreichen einer guten Primärstabilität deutlich schwerer und stark abhängig vom Restknochen apikal der Extraktionsalveole bzw. von der Breite des interradikulären Septums bei mehrwurzeligen Zähnen. Andererseits wird bei der Sofortimplantation häufig bewusst auf die Bildung eines Mukoperiostlappens verzichtet, um das Trauma auf das Gewebe zu reduzieren, was jedoch die Übersicht deutlich eingeschränkt. Zusätzlich sind ggf. additive weich- und /oder hartgewebliche Augmentationen in gleicher Sitzung notwendig, welche die Komplexität des chirurgischen Eingriffs erhöhen.

Neben den technischen Aspekten spielen die patientenseitigen systemischen und lokalen Faktoren eine zentrale Rolle. Besonderer Beachtung bedürfen die allgemeinmedizinischen Risikofaktoren, die zu einer reduzierten Knochenaufbau- und -umbaurate führen. Hier ist in der Regel die Indikation für eine Sofortimplantation sehr viel zurückhaltender zu stellen. Eine ausführliche Besprechung dieser Patientengruppen erfolgt im Kapitel 6.4 Die lokalen Faktoren werden in den Kapiteln 6.5 und 6.6 besprochen.

Implantationszeitpunkt und Patienten mit reduzierter Knochenaufbau- und Knochenneubildungsrate

Eine Vielzahl von Erkrankungen bzw. Therapien führt zu einer verzögerten Osseointegration bzw. ist im Vergleich zum gesunden Patienten mit einer erhöhten Verlustrate für Implantate assoziiert. Dies ist auf eine reduzierte Knochenaufbau- und Knochenneubildungsrate zurückzuführen. Vergleichende prospektive klinische Studien zur Beurteilung des Implantationszeitpunktes als Einflussfaktor für das Implantatüberleben bei diesen Patientenkollektiven sind nicht vorhanden. Die klinischen Implikationen für die Auswahl des Implantationszeitpunktes basieren auf pathophysiologischen Beobachtungen aus Zell- und Tierversuchen bzw. aus klinischen Beobachtungen. Im Folgenden werden Empfehlungen zum Implantationszeitpunkt bei Patienten mit Diabetes mellitus, mit Immundefizienz, nach Bestrahlung in der Kopf-/Halsregion sowie bei Patienten unter medikamentöser Behandlung mit Knochenantiresorptiva in der Zusammenschau mit den aktuellen AWMF-Leitlinien ausgesprochen.

Dafür verweisen wir auf die aktuelle S3-Leitlinie „Dentale Implantate bei Patienten mit Immundefizienz“ (AWMF-Registernummer: 083-034). Bei Patienten mit Immundefizienz handelt es sich um eine sehr heterogene Patientengruppe, weshalb das Risiko einer Implantation für jeden Fall individuell abgewogen werden muss. Gemeinsam ist allen, dass sie eine reduzierte Knochenaufbau- und Knochenneubildungsrate aufweisen, die abhängig ist von der Grunderkrankung bzw. der Art und Dosis der immunsupprimierenden Medikation. Diese gestörte Knochenphysiologie sollte bei der Festlegung des Implantationszeitpunktes durch den Behandler berücksichtigt werden.

Dafür verweisen wir auf die aktuelle S3-Leitlinie „Zahnimplantate bei Diabetes mellitus“ (AWMF-Registernummer: 083-025). Patienten mit einem schlecht eingestellten Diabetes mellitus ($HbA_{1c} \geq 10\%$) weisen eine geringere Stabilität der Implantate in den ersten zwei bis sechs Wochen auf. Hinzu kommt das erhöhte Risiko für Wundheilungsstörungen und Wundinfektion nach operativen Eingriffen in dieser Gruppe (Sabado-Bundo, Sanchez-Garces et al. 2019). Die verzögerte Osseointegration und das erhöhte Risiko für Wundheilungsstörungen bzw. -infektionen in der Anfangsphase der Behandlung sollte sowohl bei der Festlegung des Belastungsprotokolls als auch des Implantationszeitpunktes durch den Behandler berücksichtigt werden.

Konsensbasierte Empfehlung 6 (neu)

Bei Patienten, die aufgrund systemischer Risikofaktoren eine reduzierte Knochenaufbau- und Knochenneubildungsrate aufweisen, **soll** die Indikation für eine Sofortimplantation kritisch gestellt werden. **starker Konsens**

Literatur: GCP, Jiang, Zhu et al. 2021; Wiegner 2021

Abstimmung: 50/0/2

Implantationszeitpunkt und Patienten mit Kopf-Hals-Bestrahlung und Patienten unter medikamentöser Behandlung mit Knochenantiresorptiva

Konsensbasierte Empfehlung 7 (neu)

Patienten unter medikamentöser Behandlung mit Knochenantiresorptiva bzw. mit Radiatio im Kopf-Hals-Bereich weisen eine reduzierte Knochenaufbau- und Knochenneubildungsrate auf. Daher **sollte** die Indikation für eine Sofortimplantation und Frühimplantation nicht gestellt werden. **starker Konsens**

Literatur: E. Schiegnitz 2015

Abstimmung: 50/0/2

Dazu verweisen wir auf die aktuelle S3-Leitlinie „Implantat-Versorgung zur oralen Rehabilitation im Zusammenhang mit Kopf-Hals-Bestrahlung“ (AWMF-Registernummer: 007-089). Die Bestrahlung im Kopf-Hals-Bereich hat dosisabhängig einen reduzierten Knochenaufbau- und eine reduzierte Knochenneubildungsrate zur Folge. Diese gestörte Knochenphysiologie sollte bei der Festlegung des Implantationszeitpunktes durch den Behandler berücksichtigt werden.

Dafür verweisen wir auf die aktuelle S3-Leitlinie „Zahnimplantate bei medikamentöser Behandlung mit Knochenantiresorptiva (inkl. Bisphosphonate)“ (AWMF-Registernummer: 083-026). Die Therapie mit Knochenantiresorptiva verringert die Knochenaufbau- und Knochenneubildungsrate. Dabei ist dieser Effekt insbesondere durch die Dauer und die Auswahl des Medikaments beeinflusst. Diese gestörte Knochenphysiologie sollte bei der Festlegung des Implantationszeitpunktes durch den Behandler berücksichtigt werden. Hinzu kommt, dass die radiologische Verlaufskontrolle der Knochenheilung nach Exzision (i. d. R.: nach 4–6 Monaten) einen wichtigen Stellenwert zur Beurteilung des prospektiven Implantationsrisikos bei dieser Patientengruppe einnimmt.

Konsensbasierte Empfehlung 8 (neu)

Unabhängig vom Implantationszeitpunkt stellt das unbehandelte parodontal infizierte Restgebiss ein Risiko für den Implantaterfolg dar und **soll** daher vor der Implantation therapiert werden. Bei Vorliegen einer parodontalen Erkrankung soll eine adäquate Parodontaltherapie entsprechend der Leitlinie „Die Behandlung von Parodontitis Stadium I bis III“ erfolgen. **starker Konsens**

Literatur: Kepschull et al. 2021

Abstimmung: 49/0/3

Sofortimplantation und dreidimensionale Röntgendiagnostik

Konsensbasiertes Statement 3 (neu)

Die Anfertigung eines dreidimensionalen Röntgenbildes kann über die genaue Darstellung der Knochendimension und mögliche lokale Pathologien hinaus wertvolle Hinweise zur lokalen Situation liefern und somit für die Entscheidungsfindung zur Sofortimplantation hilfreich sein.

starker Konsens

Hierfür verweisen wir auch auf die aktuellen S2k-Leitlinien „Dentale digitale Volumentomographie“ (AWMF-Registernummer: 083-005) und „Indikationen zur implantologischen 3D-Röntgendiagnostik und navigationsgestützte Implantologie“ (AWMF-Registernummer: 083-011).

Literatur: T. Nitsche 2011; R. Schulze 2013; Kan, Rungcharassaeng et al. 2018

Abstimmung: 50/0/2

Jede Implantatplanung erfordert eine präoperative röntgenologische Diagnostik. Sie dient der qualitativen und quantitativen Beurteilung des Knochenangebots sowie der Darstellung der relevanten angrenzenden anatomischen Strukturen in der geplanten Implantatregion. Die 3D-Röntgendiagnostik bietet eine detaillierte räumliche Beurteilung der anatomischen Strukturen und der pathologischen Veränderungen. Dieser Vorteil ist insbesondere bei einer geplanten Sofortimplantation von großem klinischem Nutzen und ermöglicht bereits präoperativ eine Risikoabschätzung hinsichtlich der lokalen Ausgangssituation (Kan, Rungcharassaeng et al. 2018). Es existieren derzeit jedoch keine randomisierten oder kontrollierten Studien, die in Abhängigkeit zum Implantationszeitpunkt den Nutzen einer dreidimensionalen Diagnostik belegen. Die durch die dreidimensionale Bildgebung gewonnene Mehrinformation ist im klinischen Alltag häufig von Relevanz, jedoch muss ihr Zusatznutzen immer im Hinblick auf die erhöhte Strahlenbelastung im Vergleich zur konventionellen zweidimensionalen Bildgebung abgewogen werden. Die Volumentomographie ist der Computertomographie bei der Darstellung der relevanten anatomischen Strukturen in implantologischen Fragestellungen nicht unterlegen, weist jedoch i. d. R. eine geringere Strahlenbelastung auf. Daher sollte bei der Diagnostik in der Implantologie der Volumentomographie der Vorzug gegeben werden. Hierfür verweisen wir auch auf die aktuellen S2k-Leitlinien „Dentale digitale Volumentomographie“ (AWMF-Registernummer: 083-005) und „Indikationen zur implantologischen 3D-Röntgendiagnostik und navigationsgestützte Implantologie“ (AWMF-Registernummer: 083-011).

Sofortimplantation: technisches Vorgehen und lokale Faktoren

Konsensbasierte Empfehlung 9 (neu)

Bei geplanter Sofortimplantation **soll** die Zahnextraktion chirurgisch so atraumatisch wie möglich erfolgen. Nach der Extraktion **soll** eine sorgfältige Entfernung des Granulationsgewebes in der Alveole und eine Kürettage des Alveolarknochens vorgenommen werden.

starker Konsens

Literatur: Hammerle, Chen et al. 2004; Raes, Cosyn et al. 2011; Iyer and Haribabu 2013; Kan, Rungcharassaeng et al. 2018; Zhuang, Zhao et al. 2018; Tonetti, Jung et al. 2019

Abstimmung: 50/0/2

Die Vorhersagbarkeit des Implantaterfolgs bei der Sofortimplantation ist abhängig von der lokalen Ausgangssituation. Dabei ist die Qualität und Quantität der Hart- und Weichgewebe von zentraler Bedeutung. So ist es klinisch plausibel, bei der Zahnextraktion das Trauma auf das Weich- und Hartgewebe so gering wie möglich zu halten (Gamborena, Sasaki et al. 2021). Ein operativer Zugang ohne Bildung eines Mukoperiostlappens („Flapless“) scheint einen positiven Effekt auf die Knochenstabilität zu zeigen (Lin, Chan et al. 2014; Zhuang, Zhao et al. 2018). Der Verzicht auf die Bildung eines Mukoperiostlappens erschwert jedoch gleichzeitig die lokale Beurteilbarkeit der knöchernen Situation. Inwieweit ein invasiverer Zugang bei der Sofortimplantation gewählt werden sollte, ist im Einzelfall zu diskutieren. Neben den lokalen Faktoren ist entscheidend, ob und welche augmentativen Maßnahmen simultan bei der Implantatinsertion geplant sind.

Konsensbasierte Empfehlung 10 (neu)

Bei ausgedehnten knöchernen Defekten, die eine Primärstabilität des Implantates verhindern, **soll** keine Sofortimplantation durchgeführt werden.

starker Konsens

Literatur: GCP, Hammerle, Chen et al. 2004; Chrcanovic, Albrektsson et al. 2017; Cosyn, De Lat et al. 2019; Tonetti, Jung et al. 2019

Abstimmung: 50/0/2

Konsensbasierte Empfehlung 11 (neu)

Die Sofortimplantation stellt hinsichtlich der korrekten dreidimensionalen Position und Stabilisierung in der Extraktionsalveole eine besondere Herausforderung dar. In der Oberkieferfront **sollte** die achsengerechte und positionsgerechte Implantatinsertion palatinal orientiert sein.

starker Konsens

Literatur: Hammerle, Araujo et al. 2012; Kan, Rungcharassaeng et al. 2018

Abstimmung: 50/0/2

Die Primärstabilität ist ein entscheidender Faktor für die Osseointegration des Implantats (Meredith 1998). Ist durch lokale Pathologien oder anatomische Gegebenheiten nicht ausreichend Restknochen nach der Zahnextraktion vorhanden, um das Implantat in der korrekten 3D-Ausrichtung primärstabil inserieren zu können, sollte von einer

Sofortimplantation abgesehen werden (Hammerle, Chen et al. 2004; Chrcanovic, Albrektsson et al. 2017; Cosyn, De Lat et al. 2019; Tonetti, Jung et al. 2019). In einer Metaanalyse konnte die Implantatposition als eigenständiger Risikofaktor für die Entstehung von vestibulären Rezessionen bestätigt werden (Hammerle, Araujo et al. 2012). In der Oberkieferfront wird eine palatinale Implantatposition angestrebt (Kan, Rungcharassaeng et al. 2018).

Konsensbasierte Empfehlung 12 (neu)

Bei Patienten mit einem dicken Gingivatyp, dicker und intakter vestibulärer Knochenlamelle (> 1 mm) und einem geringen horizontalen Spalt zwischen dem Implantat und der vestibulären Knochenlamelle (< 2 mm) **kann** auf eine simultane Augmentation bei der Sofortimplantation verzichtet werden.

**starker
Konsens**

Literatur: Hammerle, Chen et al. 2004; Chen and Buser 2014; Morton, Chen et al. 2014

Abstimmung: 50/0/2

Bei der Sofortimplantation sind die lokalen Faktoren von entscheidender Bedeutung für die Therapieplanung und Abschätzung des Therapieerfolgs (Buser, Chappuis et al. 2017). In einem Konsensuspapier der ITI aus 2014 wird bei Nichterfüllung der oben erwähnten lokalen Kriterien sogar von einer Sofortimplantation abgeraten (Morton, Chen et al. 2014).

Konsensbasierte Empfehlung 13 (neu)

Bei dünnem Gingivatyp bzw. dünner vestibulärer Knochenlamelle und vertikalem Gewebedefizit in der ästhetischen Zone **sollte** eine simultane weichgewebliche- und/oder hartgewebliche Augmentation/Optimierung des Implantatlagers im Rahmen der Sofortimplantation durchgeführt werden.

**starker
Konsens**

Literatur: Clementini, Tiravia et al. 2015; Kan, Rungcharassaeng et al. 2018; Cosyn, De Lat et al. 2019

Abstimmung: 50/0/2

Patienten mit einem dünnen Gingivaphänotyp bzw. dünner vestibulärer Knochenlamelle weisen deutlichere Resorptionsphänomene nach der Zahnextraktion auf (Chen and Buser 2009; Tan, Wong et al. 2012). Dies wird durch eine reine Sofortimplantation nicht verhindert und die Gefahr für vestibuläre Rezessionen ist bei dieser Ausgangssituation deutlich erhöht (Chen, Wilson et al. 2004). Insbesondere Patienten mit einem sehr dünnen und hochskalloppierend verlaufenden Gingivatyp weisen ein hohes Risiko für vestibuläre Resorptionsprozesse und hieraus resultierende marginalen Rezessionen nach einer Sofortimplantation auf (Chen and Buser 2009). Die Gefahr für vestibuläre Rezessionen ist auch bei einer sehr dünnen Knochenlamelle (< 1 mm) oder knöchernen Defekten im Bereich der vestibulären Knochenlamelle größer. Knochendefekte im Bereich der vestibulären Lamelle sind daher in vielen klinischen Studien Ausschlusskriterien (Cosyn, De Lat et al. 2019). Es existieren keine vergleichenden prospektiven klinischen Studien, die

den Einfluss der knöchernen Defektgröße auf den Implantaterfolg bzw. das Überleben in Abhängigkeit vom Implantationszeitpunkt untersuchen. Die Vorhersagbarkeit des Therapieerfolgs ist in diesen Fällen deutlich kritischer und muss bei der Therapieplanung berücksichtigt werden. Das erklärt, warum bei gleichzeitig qualitativen und quantitativen weich- und hartgeweblichen Defiziten eine Sofortimplantation insbesondere in der Frontzahnregion aufgrund des hohen ästhetischen Risikos von vielen Autoren abgelehnt wird (Buser, Chappuis et al. 2017).

Durch eine gleichzeitige hart- und/oder weichgewebliche Augmentationsmaßnahme bei der Implantatinsertion kann versucht werden, dem entgegenzuwirken (Lin, Chanetal. 2014; Cosyn, De Lat et al. 2019). In einer retrospektiven Analyse konnte gezeigt werden, dass durch simultane hart- und weichgewebliche Augmentation auch bei bestehenden Rezessionen suffiziente Langzeiterfolge bei der Sofortimplantation erzielt werden können (Noelken, Moergel et al. 2018). Eine Aussage zur Wahl der Augmentationstechnik bzw. zum Material kann aktuell aufgrund der reduzierten und inhomogenen Datenlage nicht getroffen werden.

In der Literatur gibt es eine Vielzahl von Studien, die sich mit verschiedenen Ansätzen zum Umgang mit dem Restraum zwischen der Implantatoberfläche und der vestibulären Alveolarwand bei der Sofortimplantation beschäftigen. Dabei handelt es sich bei den prospektiven Studien häufig um Tierstudien. Klinisch zeigt sich eine spontane und suffiziente Knochenbildung erst nach 4 Monaten und wenn ein maximaler Abstand zwischen der Implantatoberfläche und dem bukkalen Knochen von 1–2 mm (jumping distance) nicht überschritten wird. Bei einem Abstand von über 2 mm wird eine Augmentation empfohlen, wobei in Ermangelung vergleichender klinischer Studien keine Aussage zur Überlegenheit eines bestimmten Augmentationsmaterials getroffen werden kann (Kan, Rungcharassaeng et al. 2018). Sowohl autologes als auch xenogenes und alloplastisches Material wurde in klinischen Studien erfolgreich verwendet (Ortega-Martinez, Perez-Pascual et al. 2012). Eine aktuelle randomisierte klinische Studie konnte einen positiven Effekt für die Knochenstabilität durch das Auffüllen des vestibulären Spalts (> 2 mm) ohne Bildung eines Lappens nachweisen (Naji, Abdelsameaa et al. 2021).

Zur simultanen weichgeweblichen Augmentation werden hauptsächlich autologe Transplantate verwendet (Cosyn, De Lat et al. 2019). Langzeitdaten zum Erfolg bei simultaner Sofortimplantation sind leider noch wenig vorhanden (Noelken, Moergel et al. 2018).

Konsensbasierte Empfehlung 14 (neu)

Eine Sofortimplantation **kann** unter sorgfältiger Abwägung der Indikationen in einer chronisch infizierten Alveole ohne akute klinische Symptomatik durchgeführt werden.

**starker
Konsens**

Literatur: Lang, Pun et al. 2012; Sajjeva and Juodzbalys 2020

Abstimmung: 48/1/3

Konsensbasierte Empfehlung 15 (neu)	
Dabei soll vor der Implantatinsertion das infizierte Gewebe vollständig entfernt werden.	starker Konsens
Literatur: GCP, Lang, Pun et al. 2012; Saijeva and Juodzbaly 2020	
Abstimmung: 48/0/4	
Konsensbasierte Empfehlung 16 (neu)	
Dabei sollte eine perioperative systemische Antibiotikaapplikation durchgeführt werden.	starker Konsens
Literatur: GCP, Lang, Pun et al. 2012; Saijeva and Juodzbaly 2020	
Abstimmung: 47/2/3	

In einem aktuellen systematischen Review (Saijeva and Juodzbaly 2020) konnte kein negativer Einfluss auf die Implantatverlustrate bzw. -überlebensrate bei der Sofortimplantation in einer infizierten Extraktionsalveole im Vergleich zu einer nicht infizierten Extraktionsalveole nachgewiesen werden. In der Mehrzahl der Studien wurde die Sofortimplantation von einer präoperativen bzw. postoperativen Antibiose begleitet. Bei keiner der insgesamt 9 Studien, die in dieser Metaanalyse bewertet wurden, handelt es sich um eine randomisierte kontrollierte Studie. Anhand der Studienlage kann keine Aussage über das Ausmaß der Infektion getroffen werden, die noch für eine Sofortimplantation akzeptabel erscheint. Jedoch ist es aus klinischer Sicht sicherlich sehr kritisch, in eine akut infizierte und putride Alveole zu implantieren.

Konsensbasierte Empfehlung 17 (neu)	
Zur Vermeidung von biologischen und technischen Komplikationen in der Einheilphase soll bei einer Sofortimplantation, insbesondere in Kombination mit einer Sofortversorgung, eine engmaschige klinische Nachsorge erfolgen.	starker Konsens
Literatur: GCP	
Abstimmung: 50/0/2	

Die Sofortimplantation ist eine techniksensitive Behandlungsmethode und somit mit einem relevanten Komplikationsrisiko behaftet. Dieses Risiko kann durch additive Maßnahmen wie Augmentation oder Sofortversorgungen im Rahmen der Sofortimplantation erhöht werden. Eine engmaschige Nachsorge in der Anfangsphase erlaubt es, biologische und technische Komplikationen zeitnah zu erkennen und diesen entgegenzuwirken.

WICHTIGE FORSCHUNGSFRAGEN

- Analysen zu Langzeitdaten(> 10 y)
- RCT mit klar definierten Ein- und Ausschlusskriterien sowie Endpunkten
- RCT mit Frage nach dem weichgeweblichen Augmentationsmaterial
- RCT mit der Frage nach dem hartgeweblichen Augmentationsmaterial
- Studien zu „patient-related outcomes“ in Abhängigkeit vom Implantationszeitpunkt

ZUSAMMENFASSUNG

Die Behandlungsplanung für eine Implantattherapie sollte beginnen, sobald die Indikation für eine Zahnextraktion mit anschließender implantologischer Versorgung besteht. Hierbei weisen die zur Möglichkeit stehenden Implantationszeitpunkte differenzierte Indikationsbereiche mit unterschiedlichen klinischen Schwierigkeiten und Behandlungsrisiken auf. Dabei wird die Auswahl des Implantationszeitpunktes durch die individuellen patientenseitigen systemischen und lokalen Faktoren bestimmt. Hinsichtlich der systemischen Risikofaktoren ist zu beachten, dass eine Vielzahl von Erkrankungen bzw. Therapien in einer kompromittierten Knochenumbau- und -neubildungsrate resultieren. Diese gestörte Knochenphysiologie sollte bei der Festlegung des Implantatzeitpunktes durch den Behandler berücksichtigt werden. Der gewählte Implantationszeitpunkt kann sich negativ auf das Überleben und den Erfolg auswirken, wenn die jeweiligen notwendigen spezifischen Voraussetzungen nicht oder nur teilweise erfüllt werden. Weiterhin wird die Entscheidung zum Insertionszeitpunkt von einer Vielzahl von lokalen Faktoren beeinflusst und ist direkt abhängig von den jeweiligen weichgeweblichen- und hartgeweblichen Eigenschaften der in Heilung befindlichen Alveole. Die Vorhersagbarkeit des Implantaterfolgs wird maßgeblich von diesen lokalen Faktoren bestimmt, wobei die lokale Ausgangssituation durch augmentative Maßnahmen modifiziert werden kann. Die Implantatinsertion ist eine techniksensitive chirurgische Intervention, die in Abhängigkeit vom Implantationszeitpunkt in ihrer Komplexität variiert und somit unterschiedliche Anforderungen an die klinische Expertise des Behandlers stellt. Letztlich müssen die Vor- und Nachteile der verschiedenen Implantatinsertionsprotokolle patientenindividuell analysiert werden und für jeden Fall sorgfältig abgewogen werden.

INTERESSENKONFLIKTE

Ausführliche Erklärungen zu Interessenkonflikten können der Langfassung der Leitlinie entnommen werden: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/083-040>

LITERATUR

1. Atieh MA, AlSabeeha NH, Payne AG, Ali S, Faggion CMJ, Esposito M (2021): Interventions for replacing missing teeth: alveolar ridge preservation techniques for dental implant site development. *Cochrane Database Syst Rev* 4: CD010176
2. Avila-Ortiz G, Chambrone L, Vignoletti F (2019): Effect of alveolar ridge preservation interventions following tooth extraction: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 46 Suppl 21: 195–223
3. Bassiri SH, El Kholy K, Chen CY, Lee KH, Intini G (2019): Outcome of early dental implant placement versus other dental implant placement protocols: A systematic review and meta-analysis. *J Periodontol* 90(5): 493–506
4. Grötz KA, Schiegnitz E (2019): S3-Leitlinie Dentale Implantate bei Patienten mit Immundefizienz. From <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/083-034.html>
5. Benic GI, Mir-Mari J, CH Hammerle (2014): Loading protocols for single-implant crowns: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 29 Suppl: 222–238
6. Buser D, Chappuis V, Belsler UC, Chen S (2017): Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? *Periodontol* 2000 73(1): 84–102
7. Buser D, Chappuis V, Bornstein MM, Wittneben JG, Frei M, Belsler UC (2013): Long-term stability of contour augmentation with early implant placement following single tooth extraction in the esthetic zone: a prospective, cross-sectional study in 41 patients with a 5- to 9-year follow-up. *J Periodontol* 84(11): 1517–1527
8. Chen ST, Buser D (2009): Clinical and esthetic outcomes of implants placed in postextraction sites. *Int J Oral Maxillofac Implants* 24 Suppl: 186–217
9. Chen ST, Buser D (2014): Esthetic outcomes following immediate and early implant placement in the anterior maxilla—a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 29 Suppl: 186–215
10. Chen ST, Wilson TG Jr., Hammerle CH (2004): Immediate or early placement of implants following tooth extraction: review of biologic basis, clinical procedures, and outcomes. *Int J Oral Maxillofac Implants* 19 Suppl: 12–25
11. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A (2015): Dental implants inserted in fresh extraction sockets versus healed sites: a systematic review and meta-analysis. *J Dent* 43(1): 16–41
12. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A (2017): Bone quality and quantity and dental implant failure: a systematic review and meta-analysis. *Int J Prosthodont* 30(3): 219–237
13. Chrcanovic BR, Kisch J, Albrektsson T, Wennerberg A (2017): Impact of different surgeons on dental implant failure. *Int J Prosthodont* 30(5): 445–454
14. Clementini M, Tiravia L, De Risi V, Vittorini Orgeas G, Mannocci A, de Sanctis M (2015): Dimensional changes after immediate implant placement with or without simultaneous regenerative procedures: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 42(7): 666–677
15. Cosyn J, De Lat L, Seyssens L, Doornwaard R, Deschepper E, Vervaeke S (2019): The effectiveness of immediate implant placement for single tooth replacement compared to delayed implant placement: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 46 Suppl 21: 224–241
16. Grötz KA, Schiegnitz E (2022): S3-Leitlinie Implantat-Versorgung zur oralen Rehabilitation im Zusammenhang mit Kopf-Hals-Bestrahlung. From <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/007-089>
17. Eini E, Yousefimanesh H, Ashtiani AH, Saki-Malehi A, Olapour A, Rahim F (2021): Comparing success of immediate versus delay loading of implants in fresh sockets: a systematic review and meta-analysis. *Oral Maxillofac Surg*
18. Heydecke G, Kern M, Edelhoff D, Yildirim M (2012) AWMF-S1-Leitlinie: Festsitzender Zahnersatz für zahnbegrenzte Lücken
19. Gallucci GO, Hamilton A, Zhou W, Buser D, Chen S (2018): Implant placement and loading protocols in partially edentulous patients: A systematic review. *Clin Oral Implants Res* 29 Suppl 16: 106–134
20. Gamborena I, Sasaki Y, Blatz MB (2021): Predictable immediate implant placement and restoration in the esthetic zone. *J Esthet Restor Dent* 33(1): 158–172
21. Graziani F, Chappuis V, Molina A, Lazarin R, Schmid E, Chen S, Salvi GE (2019): Effectiveness and clinical performance of early implant placement for the replacement of single teeth in anterior areas: A systematic review. *J Clin Periodontol* 46 Suppl 21: 242–256
22. Hammerle CH, Araujo MG, Simion M, Osteology Consensus Group (2012): Evidence-based knowledge on the biology and treatment of extraction sockets. *Clin Oral Implants Res* 23 Suppl 5: 80–82
23. Hammerle CH, Chen ST, Wilson TG Jr. (2004): Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets. *Int J Oral Maxillofac Implants* 19 Suppl: 26–28
24. Iyer SS, Haribabu PK (2013): Minimizing alveolar bone loss during and after extractions (Part I)—review of techniques: atraumatic extraction, root retention. *Alpha Omega* 106(3–4): 67–72
25. Jemt T, Olsson M, Renouard F, Stenport V, Friberg B (2016): Early Implant Failures Related to Individual Surgeons: An Analysis Covering 11,074 Operations Performed during 28 Years. *Clin Implant Dent Relat Res* 18(5): 861–872
26. Jiang X, Zhu Y, Liu Z, Tian Z, Zhu S (2021): Association between diabetes and dental implant complications: a systematic review and meta-analysis. *Acta Odontol Scand* 79(1): 9–18
27. Kan JYK, Rungcharassaeng K, Deflorian M, Weinstein T, Wang HL, Testori T (2018): Immediate implant placement and provisionalization of maxillary anterior single implants. *Periodontol* 2000 77(1): 197–212
28. Lang NP, Pun L, Lau KY, Li KY, Wong MC (2012): A systematic review on survival and success rates of implants placed immediately into fresh extraction sockets after at least 1 year. *Clin Oral Implants Res* 23 Suppl 5: 39–66
29. Lin GH, Chan HL, Wang HL (2014): Effects of currently available surgical and restorative interventions on reducing midfacial mucosal recession of immediately placed single-tooth implants: a systematic review. *J Periodontol* 85(1): 92–102
30. Mareque S, Castelo-Baz P, Lopez-Malla J, Blanco J, Nart J, Valles C (2021): Clinical and esthetic outcomes of immediate implant placement compared to alveolar ridge preservation: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Invest* 25(8): 4735–4748
31. Mello CC, Lemos CAA, Verri FR, Dos Santos DM, Goiato MC, Pellizzer EP (2017): Immediate implant placement into fresh extraction sockets versus delayed implants into healed sockets: A systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 46(9): 1162–1177
32. Meredith N (1998): Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont* 11(5): 491–501
33. Moraschini V, Poubel LA da C, Ferreira VF, Barboza E dos S (2015): Evaluation of survival and success rates of dental implants reported in longitudinal studies with a follow-up period of at least 10 years: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 44(3): 377–388
34. Morton D, Chen ST, Martin WC, Levine RA, Buser D (2014): Consensus statements and recommended clinical procedures regarding optimizing esthetic outcomes in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 29 Suppl: 216–220
35. Naji BM, Abdelsameea SS, Alqutaibi AY, Said Ahmed WM (2021): Immediate dental implant placement with a horizontal gap more than two millimetres: a randomized clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Surg* 50(5): 683–690
36. Noelken R, Moergel M, Pausch T, Kunkel M, Wagner W (2018): Clinical and esthetic outcome with immediate insertion and provisionalization with or without connective tissue grafting in presence of mucogingival recessions: A retrospective analysis with follow-up between 1 and 8 years. *Clin Implant Dent Relat Res* 20(3): 285–293
37. Ortega-Martinez J, Perez-Pascual T, Mareque-Bueno S, Hernandez-Alfaro F, Ferrer-Padro E (2012): Immediate implants following tooth extraction. A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 17(2): e251–261
38. Schulze R, Terheyden H et al. (2013): AWMF-Leitlinie-S2k Dentale digitale Volumentomographie
39. Raes F, Cosyn J, Crommelinck E, Coessens P, De Bruyn H (2011): Immediate and conventional single implant treatment in the anterior maxilla: 1-year results of a case series on hard and soft tissue response and aesthetics. *J Clin Periodontol* 38(4): 385–394
40. Sabado-Bundo H, Sanchez-Garces MA, Gay-Escoda C (2019): Bone regeneration in diabetic patients. A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 24(4): e425–e432
41. Saijeva A, Juodzbalsys G (2020): Immediate implant placement in non-infected sockets versus infected sockets: a systematic review and meta-analysis. *J Oral Maxillofac Res* 11(2): e1
42. Sanz I, Garcia-Gargallo M, Herrera D, Martin C, Figuero E, Sanz M (2012): Surgical protocols for early implant placement in post-extraction sockets: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 23 Suppl 5: 67–79

43. Slagter KW, den Hartog L, Bakker NA, Vissink A, Meijer HJ, Raghoobar GM (2014): Immediate placement of dental implants in the esthetic zone: a systematic review and pooled analysis. *J Periodontol* 85(7): e241–250
44. Nitsche T, Menzebach M, Wiltfang J (2011): AWMF-Leitlinie-S2k Indikationen zur implantologischen 3D-Röntgendiagnostik und navigationsgestützten Implantologie
45. Tan WL, Wong TL, Wong MC, Lang NP (2012): A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res* 23 Suppl 5: 1–21
46. Tonetti MS, Jung RE, Avila-Ortiz G, Blanco J, Cosyn J, Fickl S, Figuero E, Goldstein M, Graziani F, Madianos P, Molina A, Nart J, Salvi GE, Sanz-Martin I, Thoma D, Van Assche N, Vignoletti F (2019): Management of the extraction socket and timing of implant placement: Consensus report and clinical recommendations of group 3 of the XV European Workshop in Periodontology. *J Clin Periodontol* 46 Suppl 21: 183–194
47. Tröltzsch M, Kämmerer PW, Pabst A, Tröltzsch M, Kauffmann P, Schiegnitz E, Brockmeyer P, Al-Nawas B (2020): S2k-Leitlinie: Implantologische Indikationen für die Anwendung von Knochenersatzmaterialien. AWMF Registernummer: 083 009
48. Grötz KA, Walter C, Bilal Al-Nawas B, Haßfeld S, Sader R, Ullner M (2016): AWMF-Leitlinie-S3 Zahnimplantate bei medikamentöser Behandlung mit Knochenantiresorptiva (inkl. Bisphosphonate)
49. Van der Weijden F, Dell'Acqua F, Slot DE (2009): Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans: a systematic review. *J Clin Periodontol* 36(12): 1048–1058
50. Weigl P, Strangio A (2016): The impact of immediately placed and restored single-tooth implants on hard and soft tissues in the anterior maxilla. *Eur J Oral Implantol* 9 Suppl 1: S89–106
51. Wiltfang J, Naujokat H, Bormann K-H, Jakobs W, Wiegner J-U (2021): AWMF-Leitlinie-S3 Zahnimplantate bei Diabetes mellitus
52. Zembic A, Kim S, Zwahlen M, Kelly JR (2014): Systematic review of the survival rate and incidence of biologic, technical, and esthetic complications of single implant abutments supporting fixed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 29 Suppl: 99–116
53. Zhuang J, Zhao D, Wu Y, Xu C (2018): Evaluation of outcomes of dental implants inserted by flapless or flapped procedure: a meta-analysis. *Implant Dent* 27(5): 588–598.



Keyvan Sagheb

PD Dr. Dr. Keyvan Sagheb MSc Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Universitätsmedizin Mainz

Dr. Kawe Sagheb Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, Universitätsklinikum Universitätsmedizin Mainz

PD Dr. Dr. Eik Schiegnitz Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Universitätsmedizin Mainz

Professor Dr. Robert Nölken Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Universitätsmedizin Mainz

PD Dr. Stefan Wentaschek Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, Universitätsklinikum Universitätsmedizin Mainz

Professor Dr. Dr. Christian Walter Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Universitätsmedizin Mainz

Kontakt: PD Dr. Dr. Keyvan Sagheb MSc, Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Universitätsmedizin Mainz, Augustusplatz 2, 55131 Mainz, Mail: keyvan.sagheb@unimedizin-mainz.de.

Porträtfoto: K. Sagheb