

Implantate im Wachstumsalter

Darf man das? Soll man das? Muss man das?

Ein Beitrag von Dr. Jan Tetsch MSc, MSc, Münster

Zu dem umstrittenen Thema „Implantate im Wachstum“ wurde vor 15 Jahren ein interdisziplinäres Konzept entwickelt, das zu positiven funktionellen und ästhetischen Ergebnissen im Oberkieferfrontzahnbereich führen sollte. Das chirurgische Vorgehen und die Implantatpositionierung wurden in Abänderung der anerkannten Regeln für Erwachsene von Buser, Martin und Belser so modifiziert, dass die zu erwartende Kieferentwicklung berücksichtigt wurde. Im Adoleszentenalter wurden bei Nichtanlagen und nach traumatischem Zahnverlust über 200 Implantate inseriert. Halbjährliche Kontrolluntersuchungen erlaubten eine Beurteilung des Verlaufs. Bisher konnten bei 67 Implantaten die Untersuchungen bis zum Abschluss des Wachstums durchgeführt und ausgewertet werden. Die Ergebnisse zeigen, dass während der Wachstumsphase im Vergleich zu den korrespondierenden Zähnen gewisse ästhetische Kompromisse im Emergenzprofil eingegangen werden müssen, aber nach abgeschlossenem Kieferwachstum im Vergleich der weißen und roten Ästhetik keine signifikanten Unterschiede zu den korrespondierenden Zähnen bestehen. Bei umfangreicher Diagnostik wurden mit einer veränderbaren prothetischen Versorgung nach Behandlungsabschluss perfekte ästhetische Ergebnisse erzielt. Bei frühzeitiger Implantation werden die Implantatposition mit der ankylotischen Einheilung ohne weitere Wachstumstendenz festgelegt und die Veränderbarkeit der prothetischen Versorgung entsprechend dem weiteren Wachstum eingeplant. Besonders bei Implantationen vor dem pubertären Wachstumssprung sind hier mehrfache Änderungen oder Neuherstellungen erforderlich. Die bisherigen Ergebnisse sind ermutigend und sprechen für die Nachhaltigkeit des Konzepts.

Problemstellung

Ein traumatischer Zahnverlust und Nichtanlagen der seitlichen oberen Schneidezähne (**Abb. 1a und b**) sind bei Kindern und Jugendlichen die häufigsten Ursachen für Lücken im Oberkieferfrontzahnbereich [2]. Das Fehlen der Zähne hat vielfältige Folgen, die neben der eingeschränkten Funktion in Laut- und Sprachbildung vor allem die Entwicklung des Alveolarfortsatzes, die Ästhetik und die psychosoziale Entwicklung der jungen Patienten umfassen. Die verschiedenen konservativen Versorgungsmöglichkeiten wie herausnehmbarer Zahnersatz oder Adhäsivbrücken [15] ersetzen zwar die fehlenden Zähne, sind aber häufig unbefriedigend und können das Problem der fortschreitenden Atrophie durch Funktionslosigkeit in der betroffenen Region nicht immer verhindern [28]. Beide Versorgungsformen können zudem bei noch nicht abgeschlossenem Wachstum ebendieses hemmen.

Konventionelle und implantatprothetische Versorgungen vor Abschluss des Kieferwachstums bergen Risiken, da die betroffenen Kieferabschnitte den komplexen dreidimensionalen Kiefer- und Alveolarfortsatzentwicklungen nicht folgen [22,23,2]. Daraus können erhebliche funktionelle und ästhetische Nachteile entstehen. Westwood und Duncan [35] sowie Bernard et al. [7] konnten in retrospektiven Studien in einem mehrjährigen Beobachtungszeitraum eine Infraokklusion implantatgetragener Kronen beobachten. Das ankylotische Einwachsen von Implantaten führt im Wachstum nicht nur zu einer Infraokklusion, sondern auch zu einem Wachstumsstillstand in dem Kieferareal mit entsprechend negativer Auswirkung auf das Emergenzprofil des Implantats (**Abb. 2a**). Dies bringt negative ästhetische Auswirkungen mit sich, auch wenn die Funktion nicht zwingend nachteilig sein muss (**Abb. 2b**). Erschwerend kommt hinzu, dass das individuelle Wachstum nur schwer abzuschätzen ist. Diese Umstände haben zu der Empfehlung geführt, erst nach dem 18. Lebensjahr zu implantieren, nach einigen Lehrmeinungen sogar erst ab dem 27. Lebensjahr [24,22,19]. Demgegen-

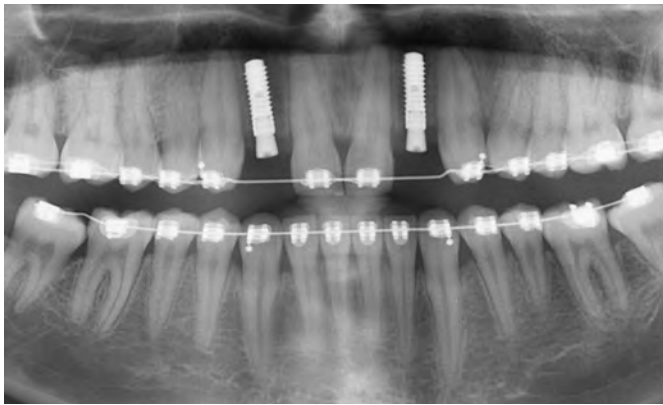


Abb. 1a Röntgenbild bei Nichtanlage der Zähne 12 und 22 nach Implantatinsertion



Abb. 1b Zustand nach interdisziplinärer Vorbehandlung und implantatprothetischer Versorgung



Abb. 2a

Recall 25 Jahre nach Implantation im Wachstum im Jahr 1994 ohne Kenntnis der Regeln nach Buser, Martin und Belser von 2005: Ankylose des Implantats und Wachstumsstillstand

Abb. 2b

Recall 16 Jahre nach Implantation im Jahr 2002 bei einem Zwölfjährigen alio loco: vertikaler Wachstumstyp und extreme vertikale Stufe des Emergenzprofils durch ankylotische Einheilung

über stehen positive morphologische und psychosoziale Aspekte einer frühzeitigen Implantation.

Nach Untersuchungen von Björk und Skieller [8] beginnt in der frühen Kindheit das transversale Wachstum des Oberkiefers mit der Verbreiterung der Schädelbasis und dem Wachstum im Bereich der Sutura medialis. Dieser Prozess ist mit der Pubertät weitgehend abgeschlossen. Implantationen vor dem neunten Lebensjahr können zu einem Diastema führen [9,18]. Das sagittale Wachstum führt zu einer Abwärts- und Vorwärtsentwicklung des Oberkiefers und kann Fehlpositionen bereits gesetzter Implantate zur Folge haben. Das vertikale Wachstum umfasst Veränderungen der Orbita sowie der Kiefer- und Nasenhöhle und ist als Letztes abgeschlossen [12]. Es wird durch den genetisch festgelegten Gesichtstyp (lang oder kurz) stark beeinflusst. Implantate, die vor dem Abschluss des vertikalen Wachstums inseriert werden, können sich später in der Kiefer- oder Nasenhöhle befinden [35].

Ein weiteres Problem besteht darin, dass das Wachstum in individuell sehr unterschiedlichen Phasen abläuft. Es kann durch eine kieferorthopädische Behandlung und Muskelaktivitäten (z. B. M. masseter) negativ beeinflusst werden. Während der Pubertät sind besonders starke Wachstumsschübe zu erwarten. Das Alter der Patienten sollte daher nicht als alleiniger Faktor zur Bestimmung des Implantationszeitpunkts herangezogen werden, sondern Teil einer individuellen Diagnostik sein, die auch die Körpergröße des Patienten und dessen Eltern und Geschwister, das Wachstumspotenzial sowie den Wachstumstyp und das Wachstumsmuster beinhaltet. Es bedarf also einer intensiven Planung und interdisziplinären Zusammenarbeit, um den richtigen Implantationszeitpunkt festzulegen [34,20]. Für die Planung und Erstellung des individuellen Behandlungskonzepts stehen Leitlinien zur Verfügung.

Die implantatprothetische Versorgung im Wachstum nach traumatischem Zahn-

verlust oder bei Aplasien ist wegen zahlreicher ästhetischer Misserfolge umstritten. Aufgrund langjähriger Unwissenheit, wie das Wachstum des Mittelgesichts abläuft und wie sich die desmale Ossifikation der Kieferbasis und das Wachstum des Alveolarfortsatzes auf ein gesetztes Implantat auswirken, kam es in der Vergangenheit in vielen Fällen zu unbefriedigenden Ergebnissen, die heute immer wieder als Negativbeispiele für eine frühzeitige Therapie dienen. Besonders bei traumatischem Zahnverlust wird die implantatprothetische Versorgung daher meist auf das Wachstumsende verschoben. Im ästhetisch sensiblen Bereich ergeben sich aber aus der oft zu langen unversorgten Zeit viele nachhaltige Probleme, die bei frühzeitiger Implantation und funktionaler Belastung eventuell verhindert werden könnten.

Die Atrophiestadien nach Cawood und Howell nach Zahnverlust zeigen den typischen Atrophieverlauf auf, der in den Stadien 1 bis 3 zunächst in der lateralen

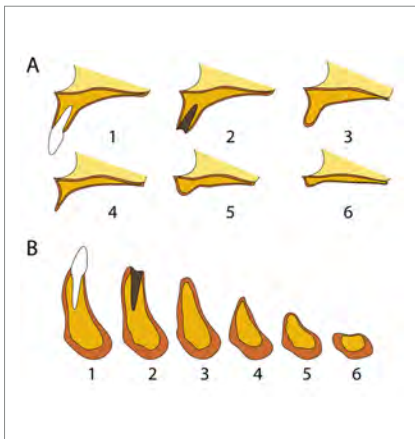


Abb. 3 Klassifikation der sechs Atrophiezustände im Oberkiefer (A) und Unterkiefer (B) nach Atwood (1963) sowie Cawood und Howell (1988): Zustand vor (1) und nach Extraktion (2), hoher, abgerundeter Kieferkamm (3), scharfer, messerförmiger Kieferkamm (4), flacher, abgerundeter Kieferkamm (5) und extrem atrophierter, flacher Kieferkamm (6) Abb. 4 Zustand nach traumatischem Zahnverlust im Alter von elf Jahren. 25 Jahre Therapievakuum mit Cawood-Klasse 5 bis 6 im Alter von 36 Jahren.

Inaktivitätsatrophie und dem Alveolenkollaps und anschließend in den Stadien 4 und 5 in der vertikalen Atrophie resultiert [11] (Abb. 3 und 4). Dies ist besonders dann ungünstig, wenn das Trauma in den Zeitpunkt des pubertären Wachstumssprungs fällt, in dem der Körper insgesamt durch hormonelle Umstellungen sowohl skelettal als auch im Bereich des Alveolarfortsatzes eine bis zu doppelte Wachstumstendenz aufweist. In dieser Phase kommt es bei Zahnverlust zunächst zu einer Wachstumsbremse, dann zu einem Wachstumsstillstand und schließlich zu einer Wachstumskehr in Form einer Inaktivitätsatrophie mit Verlust von Hart- und Weichgewebe. Bei langandauernder Funktionslosigkeit kann dies sogar zu einem Attachmentverlust an den angrenzenden Zähnen führen.

Diagnostik

Wie bereits erwähnt, sollten bei der Entscheidung für oder gegen eine implantatprothetische Versorgung im Wachstum und auch bei der gegebenenfalls anschließenden Implantatplanung verschiedene Faktoren berücksichtigt werden, die im Folgenden genauer ausgeführt werden:

Patientenalter

Bei dem Patientenalter wird zwischen dem chronologischen und dem biologischen Alter differenziert. Beide sind in verschie-

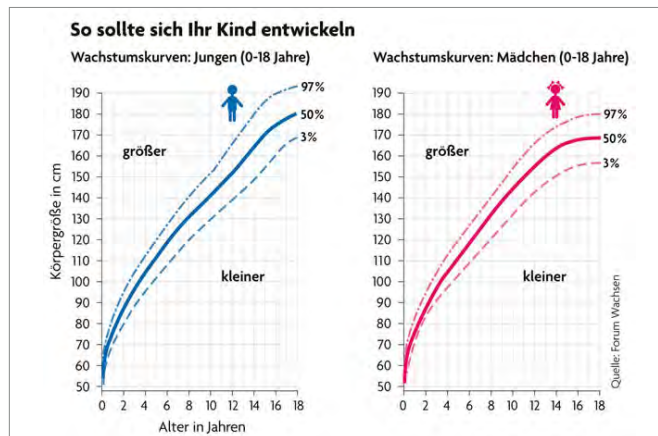


Abb. 5 Körperwachstumskurven nach WHO: pubertärer Wachstumsschub bei Mädchen zwischen 12 und 13 Jahren und bei Jungen zwischen 14 und 15,5 Jahren

denen Lebensphasen nicht kongruent zueinander. Bis zum 12. Lebensjahr gilt man nach chronologischem Alter als Kind, vom 12. bis zum 18. Lebensjahr als Adoleszent und vom 18. bis zum 31. Lebensjahr als junger Erwachsener. In der Adoleszenz ist das biologische Alter durch die immer früher einsetzende Pubertät dem chronologischen Alter oftmals voraus. Im Erwachsenenalter sind das chronologische und das biologische Alter in der Regel kongruent, können jedoch in Abhängigkeit von Genen, Gesundheit, Lebenswandel, Ernährung und sportlichen Aktivitäten auch in die eine oder andere Richtung differieren.

Für die Implantatplanung in der Adoleszenz sollte das biologische Alter ein wichtiges Entscheidungskriterium sein. Das heute häufig frühzeitige Einsetzen der Pubertät sorgt auch für einen früh-

zeitigen pubertären Wachstumsschub, der laut WHO bei Mädchen derzeit durchschnittlich zwischen 12 und 13 Jahren und bei Jungen zwischen 14 und 15,5 Jahren eintritt (Abb. 5). Die positiven Folgen sind ein danach nur noch geringes körperliches Wachstum und ein geringes Restwachstum im Alveolarfortsatz, das durchschnittlich 3 mm beträgt [27].

Ätiologie des Zahnverlusts

Auch die Ätiologie des Zahnverlusts spielt bei der Implantatplanung eine wichtige Rolle. Bei einem Frontzahntrauma ist der Alveolarfortsatz durch den bleibenden Zahn bis zu dessen traumatischem Verlust in seiner Morphologie regelrecht ausgebildet. Die Kortikalis, die Spongiosa und die Gefäßversorgungen entsprechen dem natürlichen Alveolarfortsatz.



Abb. 6 Multiple Nichtanlagen mit Cawood-Klasse 4

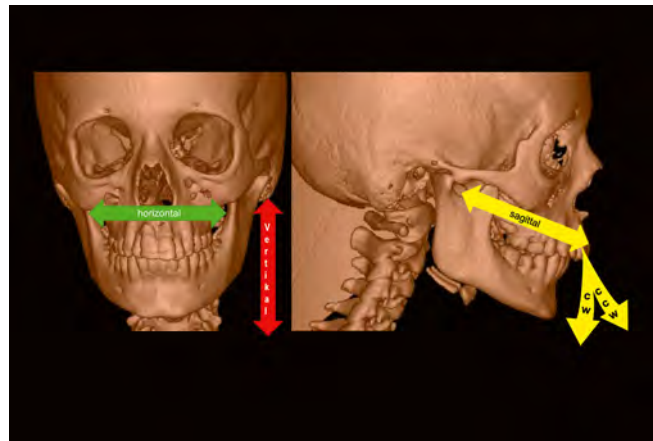


Abb. 7 Die Wachstumsrichtungen des Mittelgesichts mit möglichen Rotationen der Maxilla (cw – clockwise, im Uhrzeigersinn; ccw – counterclockwise, gegen den Uhrzeigersinn)

Bei Nichtanlagen unterscheidet man solitäre und multiple Nichtanlagen. Bei solitären Nichtanlagen in der Oberkieferfrontzahnregion ist der Alveolarfortsatz in der Höhe meistens regulär ausgebildet. Besonders bei seitlichen Schneidezähnen konnte dieses Phänomen fast gesetzmäßig beobachtet werden. Ursache scheint der geringe Abstand zwischen dem medialen Frontzahn und dem Eckzahn zu sein, die den dazwischenliegenden Alveolarfortsatz durch ihren interdentalen Papillenpeak entscheidend ausbilden. In der Breite liegt ohne weitere Therapie immer ein monokortikaler, wenig durchbluteter Alveolarfortsatz vor. Das fehlende Einschießen des bleibenden Zahns in den zahntragenden Kieferanteil führt dazu, dass er nicht in seiner regulären Dimension ausgebildet wird. Je größer die Anzahl der nebeneinanderliegenden fehlenden Zähne ist, desto geringer ist der Alveolarfortsatz in Höhe und Breite ausgebildet. Häufig findet man bei multiplen syndromalen Nichtanlagen nur die Ausbildung der Kieferbasis oder selten einen sehr schmalen zahnlosen Kieferkamm (Abb. 6).

Region des Zahnverlusts

Die Region des fehlenden Zahns hat ebenfalls eine große Bedeutung bei der Implantatplanung. Es wird zwischen der ästhetischen und der funktionellen Region unterschieden. Besonders in der ästhetischen Zone von regio 15 bis 25 ist

für ein perfektes Emergenzprofil entsprechend dem kontralateralen Zahn Sorge zu tragen.

Körpergröße und Wachstumspotenzial

Die zu erwartende Körpergröße und das ausstehende Wachstumspotenzial wurden lange Zeit mithilfe einer Handröntgenaufnahme eingeschätzt. Heute wird die Messung der Reife der Wirbelkörper im Fernröntgenseitenbild (FRS) favorisiert.

Wachstumsmuster und Wachstumstyp

Auch das Wachstumsmuster und der Wachstumstyp sind bei einer frühzeitigen Implantation sehr wichtig. Hauptschwierigkeit ist die Einschätzung des noch ausstehenden skelettalen Wachstums und des Wachstums des Alveolarfortsatzes. Das skelettale Wachstum ist genetisch festgelegt, kann aber durch frühzeitige funktionskieferorthopädische Maßnahmen beeinflusst werden. Es verläuft zwar unterhalb des Alveolarfortsatzes, beeinflusst diesen jedoch. Der Alveolarfortsatz selbst wird von dem Wachstum vitaler bleibender Zähne ausgeprägt. Bei Anodontie findet man keine Ausprägung des Alveolarfortsatzes.

Es existieren drei skelettale Wachstumsmuster – der vertikale oder dolichofaziale Typ, der horizontale oder brachiofaziale Typ und der mesiofaziale Typ als Mischform aus Typ 1 und 2. Der vertikale oder dolichofaziale Wachstumstyp ist für

eine frühzeitige Implantation weniger geeignet, während der horizontale oder brachiofaziale Typ günstige Voraussetzungen bietet. Beide Typen liegen bei je 12,5 Prozent der europäischen Bevölkerung vor, darunter bei je 2,5 Prozent in extremer Ausprägung. 75 Prozent der Bevölkerung zeigen mit dem mesiofazialen Wachstumstyp eine Mischung aus beiden Wachstumsmustern. Zusätzlich ist das sagittale Wachstum von Bedeutung für die vestibulo-orale Implantatpositionierung und den Implantatinsertionswinkel. Es ist selten non-syndromal als hervorstechender Typ, sondern ein Teil der beiden vorgenannten Wachstumstypen und weist auf eine ventro-dorsale Entwicklung hin.

Die Wachstumstypen spielen eine bedeutende Rolle bei der Modifizierung der Implantatposition im Raum. Neben den Wachstumsmustern ist auch die Rotation der Oberkieferfront von großer Bedeutung. Die Rotation im oder gegen den Uhrzeigersinn (clockwise – cw, counterclockwise – ccw) bestimmt ebenfalls die vestibulo-orale Position des Implantats sowie den Implantatinsertionswinkel. Clockwise bedingt eine palatinale, steile Stellung und counterclockwise eine vestibuläre, flache Position des Implantats (Abb. 7).

Nach einem traumatischen Zahnverlust kommt bei Erwachsenen im Vergleich zu adoleszenten Patienten in der Regel ein absolut konträres Behandlungsprozedere



Abb. 8 Inaktivitätsatrophie des Kieferkammes ein Jahr nach traumatischem Zahnverlust bei einem zwölfjährigen Mädchen



Abb. 9 Laterale und vertikale Inaktivitätsatrophie bei einem 17-jährigen Mädchen fünf Jahre nach irreversiblen Frontzahntrauma in regio 11 und 12

zur Anwendung. Frühzeitige Maßnahmen wie eine Socket Preservation mit autologem Knochen beziehungsweise Knochenersatzmaterialien oder ein Weichgewebemanagement mit freien oder gestielten Transplantaten sind ebenso Standard wie Sofortimplantationen. Alle Maßnahmen dienen dazu, die Atrophie des Hart- und Weichgewebes zu vermeiden, Strukturen zu erhalten oder nach Verlust schnell zu ersetzen. Bei der Sofortimplantation steht der Strukturerthalt im Vordergrund. Der Alveolenkollaps wird verhindert und die Papillen, die nach dem Zahnverlust noch vorhanden sind, werden über die Implantatschulter und eine intakte Knochenunterlage frühzeitig gestützt.

In derselben Indikation wird bei adoleszenten Patienten je nach Alter auf das Wachstumsende verwiesen. Ungünstige

Provisorien und der funktionell nicht belastete Knochen führen jedoch in kurzer Zeit zu einem Wachstumsstillstand und einer Inaktivitätsatrophie, die immer in analoger Weise abläuft. Nach dem Zahnverlust ohne weitere Therapie erfolgt zunächst ein Wachstumsstillstand, danach ein Alveolenkollaps (Abb. 8) in Form von lateraler Atrophie und zum Schluss eine vertikale Atrophie (Abb. 9) mit Verlust von Weichgewebe und Attachment an den benachbarten Zähnen. Unbehandelt kippen die Nachbarzähne in die Lücke, Antagonisten elongieren und je nach Alter oder Wachstumsschub der durchbrechenden bleibenden Zähne erfolgt ein Mesialschub der gesamten distalen Zähne. Hieraus entstehen Asymmetrien und eventuell später funktionelle Probleme. Besonders die Eckzähne haben in der Front-Eckzahn-

Führung eine besondere Position und Stellung und sollten ihre genetisch festgelegte Position nicht verlassen. Ästhetisch ist der Eckzahn an der Position des seitlichen Schneidezahns ebenfalls sehr unbefriedigend (Abb. 10).

Das Wachstum des Alveolarfortsatzes ist abhängig vom Wachstum vitaler bleibender Zähne. Im Oberkieferfrontbereich dirigiert der mittlere obere Inzisivus das Wachstum des entsprechenden Areals des Zwischenkiefers. Eine Devitalisierung durch Trauma oder Wurzelkanalbehandlung bedingt einen Wachstumsstillstand des Bereichs und beeinflusst ebenfalls den seitlichen Schneidezahn (Abb. 11a und b). Auch in diesem Fall führt ein Zahnverlust primär zu einem Wachstumsstillstand und sekundär zur Inaktivitätsatrophie mit den oben beschriebenen Folgen.



Abb. 10 Funktionell und ästhetisch ungünstige Therapie mit Lückenschluss der seitlichen Schneidezähne durch Eckzähne



Abb. 11a Wachstumsstillstand des Alveolarfortsatzes nach Trauma und Devitalisierung. Ein devitaler Zahn zeigt Ähnlichkeiten zu einem ankylotischen Implantat in Bezug auf die Entwicklung des Alveolarfortsatzes. Abb. 11b Entsprechendes Röntgenbild

Therapiekonzept für adolozente Patienten

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Faktoren und der für adulte Patienten geltenden Regeln nach Buser, Martin und Belser [10] wurde ein für adolozente Patienten modifiziertes Therapiekonzept entwickelt. Zur Überprüfung der Anwendbarkeit der sogenannten prospektiven Implantation bei dem jeweiligen Patienten eignet sich folgende Checkliste:

- Differenzierung zu Behandlungsbeginn – Kind/Adoleszent/Adult
- Alter (chronologisch, biologisch)
- Pubertät, Körpergröße, Wachstumspotenzial, Handwurzelaufnahme, Wirbelkörperanalyse
- dentale Entwicklung (Wechselgebiss, abgeschlossene Dentition)
- skelettales Wachstumsmuster des Viscerocraniums (FRS-Analyse)
 - vertikales Wachstumsmuster, dolichofazial
 - horizontales Wachstumsmuster, brachiofazial
 - Mischform, mesiofazial
 - sagittale Wachstumstendenz
- Wachstumstyp – Rotation des Oberkiefers
 - clockwise (cw)
 - counterclockwise (ccw)
- Wachstum des Alveolarfortsatzes
- phänotypischer Abgleich mit Eltern/ Geschwistern/Verwandten (Fotografie/ metrische Analyse der Körperlänge)

Operatives Vorgehen

Das Konzept der prospektiven Implantation wird wie folgt durchgeführt: Bei traumatischem Zahnverlust oder bei asymmetrischer Nichtanlage erfolgt frühzeitig eine kieferorthopädische Therapie zur Stabilisierung der Lücke und Harmonisierung des Zahnbogens. Bei einem irreversiblen Zahnverlust durch ein Trauma beginnt die Therapie direkt nach dem Zahnverlust, um Atrophien und unkontrollierte Zahnwanderungen zu vermeiden. Nach dem pubertären Wachstumsschub wird frühestens ab dem zwölften Lebensjahr nach individueller und interdisziplinärer Diagnostik modifiziert implantiert. Die Implantatposition wird bei Adolozenten anders diagnostiziert und bestimmt als bei Erwachsenen. Die ideale Implantatposition bei Erwachsenen haben Buser, Martin und Belser 2005 erstmals beschrieben und bis 2018 modifiziert. Sie gilt bis heute als Standard in dreidimensionaler Richtung. Beschrieben werden die mesio-distale, die vestibulo-orale und die apiko-koronare Positionierung sowie der Winkel des Frontzahnimplantats. Bei der Implantation im wachsenden Kiefer wurde in dem entwickelten Konzept versucht, die Regeln für die Implantatposition mit einigen Modifikationen auf adolozente Patienten zu übertragen.

Die Position der Implantate in mesio-distaler Ausrichtung entspricht der Positionierung der Implantate wie in der ersten Regel nach Buser, Martin und Belser. Die

vestibulo-orale Positionierung muss so verändert werden, dass das Wachstumsmuster des Mittelgesichts berücksichtigt wird. Bei einem Wachstum im Uhrzeigersinn muss die Implantatposition weiter palatinal gewählt werden, da sich das Mittelgesicht und die natürlichen Zähne im weiteren Wachstum nach palatinal entwickeln. Dies ist bei jedem Patienten individuell und kann bis zu 3 mm betragen. Eine reguläre Implantatpositionierung – wie von Buser, Martin und Belser beschrieben – würde nach Abschluss des Wachstums zu einer zu weit vestibulären Position des Implantats mit entsprechenden Problemen beim Emergenzprofil und der prothetischen Versorgung führen. Bei einem Wachstum gegen den Uhrzeigersinn entwickelt sich das Mittelgesicht nach vestibulär und die Implantatposition muss dementsprechend nach vestibulär modifiziert werden. Eine Palatinalstellung des Implantats kann interokklusal extreme Platzprobleme mit sich bringen. Dies macht eine prothetische Versorgung in einem Neutralgebiss unmöglich und würde dann zwangsläufig entweder zu einer Segmentosteotomie oder Explantation führen.

Die dritte Regel nach Buser, Martin und Belser betrifft die apiko-koronare Position. Auch diese Regel muss bei Adolozenten an das Wachstumsmuster angepasst werden. Das brachiofaziale Wachstumsmuster führt zu der Ausbildung eines breiten Gesichts und einer niedrigen Gesichtshöhe.

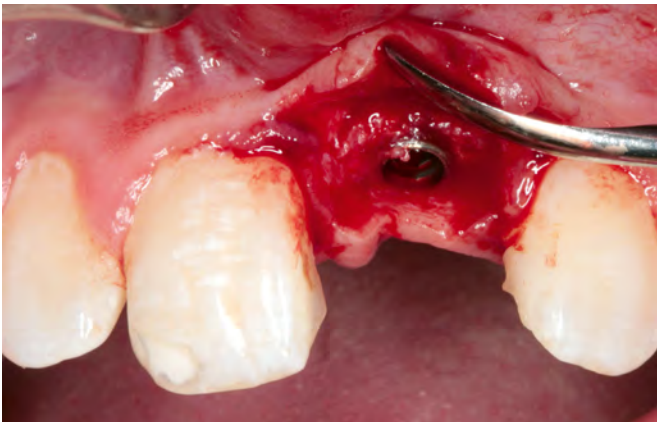


Abb. 12a Prospektive Implantation im Alter von 14 Jahren mit Modifizierung der Regeln 2 und 3 nach Buser, Martin und Belser nach traumatischem irreversiblen Verlust des Zahns 21 eines damals zwölfjährigen Jungen Abb. 12b Veränderbarer Zahnersatz im Alter von 14 Jahren



Abb. 12c Veränderbarer Zahnersatz im Alter von 16 Jahren

Abb. 12d Veränderbarer Zahnersatz im Alter von 20 Jahren

Das Wachstum ist hiermit in der vertikalen Position geringer und die Implantatpositionierung kann der bei Erwachsenen ähneln, wenn es sich nur in die Breite entwickelt.

Das dolichofaziale Wachstumsmuster bildet ein schmales Gesicht mit hoher Gesichtshöhe aus. Hier besteht die Gefahr einer vertikalen Fehlpositionierung, wenn die vertikale Mittelgesichtsentwicklung durch das Wachstum der vitalen bleibenden Zähne bedingt wird und dadurch ein – metrisch schwer vorhersagbares – überdimensionales vertikales Wachstum des Alveolarfortsatzes stattfindet. Das gesetzte Implantat hat keinen Einfluss auf das Wachstum des Alveolarfortsatzes und die Position verändert sich in diesem Kieferareal nicht. Mit der Insertion des Implantats ist die Position ohne chirurgische Therapien dauerhaft festgelegt.

Dieser Wachstumstyp und die persistierende vertikale Position des Implantats sind das größte Problem bei der Implantation im adoleszenten Kiefer. Die metrische Vorhersagbarkeit, wie viele Millimeter Wachstumspotenzial der Alveolarfortsatz in Kombination mit dem skelettalen Wachstum der Kieferbasis hat, ist bis heute nicht geklärt. Nach dem pubertären Wachstumsschub beträgt es nur noch wenige Millimeter, vor dem pubertären Wachstumsschub wurden bis zu 19 mm Wachstum beschrieben. Das Implantat sollte daher so weit kaudal gesetzt werden, wie es die augmentativen Verfahren zulassen.

Als Standardimplantat hat sich ein durchmesserreduziertes Implantat bewährt, das auch im Oberkieferfrontzahngelassen ist. Damit kann man das Durchtrittsprofil über individuelle Abut-

ments auch bei nicht mehr veränderlichen Implantaten steuern.

Mit den aus der interdisziplinären Zusammenarbeit gewonnenen Informationen werden für jeden Patienten eine individuelle Implantatposition und ein geeigneter Implantationszeitpunkt ermittelt. Die Implantatposition sollte in jedem Fall so gewählt werden, dass nach Abschluss des Wachstums Symmetrien des Emergenzprofils und der Zahnkronen bestehen (Abb. 12a bis 13d).

Während der Wachstumsphase werden bewusst Kompromisse eingegangen und Änderungen beziehungsweise Neuanfertigungen der Kronen eingepplant. Über 200 Patienten im Alter von 12 bis 18 Jahren wurden auf diese Weise in den letzten 15 Jahren implantologisch versorgt. Bisher konnten 67 Implantate

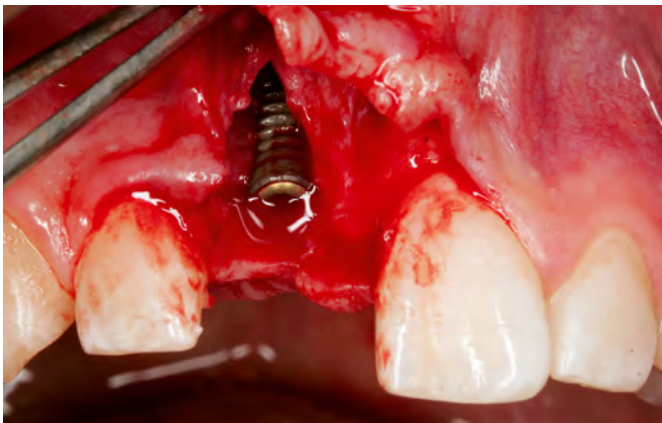


Abb. 13a Prospektive Implantation im Alter von zwölf Jahren mit Modifizierung der Regeln 2 und 3 nach Buser, Martin und Belser nach traumatischem irreversiblen Verlust des Zahns 11 eines damals zehnjährigen Mädchens Abb. 13b Veränderbarer Zahnersatz im Alter von zwölf Jahren



Abb. 13c Veränderbarer Zahnersatz im Alter von 18 Jahren

Abb. 13d Veränderbarer Zahnersatz im Alter von 24 Jahren

bei 46 Patienten bis zum Abschluss des Kieferwachstums untersucht und ausgewertet werden.

Untersuchungsergebnisse

Nach dem Eingliedern der Implantatkrone und bei der letzten Kontrolluntersuchung nach Abschluss des Kieferwachstums erfolgte jeweils eine fotometrische Analyse [30]. Die Patienten waren zum Zeitpunkt der Versorgung durchschnittlich 14,8 und bei der Abschlussuntersuchung 23,3 Jahre alt.

Die Implantatkrone und die Zahnkrone der korrespondierenden natürlichen Zähne nach traumatischem Verlust eines mittleren Schneidezahns wurden im goggiX-Programm vermessen (Abb. 14a und b). Bestimmt wurden Kronenlänge und -breite und daraus wurde das Breiten-Längen-Verhältnis errechnet. Bereits in früheren Untersuchungen hat sich auch die Kronenfläche zur Beurteilung der weißen

Ästhetik bewährt. **Abbildung 15** zeigt die Auswertung der Zahnkronenlänge, die auf der Ordinate in mm angegeben ist. Nach dem Eingliedern der Implantatkrone ist diese erheblich kürzer als die des korrespondierenden Zahns. Die Differenz der Länge erweist sich in der statistischen Analyse als hoch signifikant ($p = 0,004$). Bei der Abschlussuntersuchung sind nur noch geringe (nicht signifikante) Unterschiede zu erkennen.

Ähnliches gilt für das Breiten-Längen-Verhältnis. Während sich die Werte nach dem Eingliedern der Implantatkrone im Wachstum signifikant unterscheiden ($p = 0,006$), sind bei der Abschlussuntersuchung keine statistisch signifikanten Unterschiede mehr nachzuweisen ($p = 0,146$). Bei den Kronenflächen beträgt der Unterschied nach dem Eingliedern $6,2 \text{ mm}^2$ ($p = 0,003$) und liegt nach dem Abschluss des Kieferwachstums noch bei $0,8 \text{ mm}^2$ ($p = 0,573$). Aus den Abbildungen wird

deutlich, dass sich ähnlich positive Ergebnisse beim Verlauf des Marginalsaums ergeben. Nach dem Abschluss des Kieferwachstums resultieren auch bei der Beurteilung der roten Ästhetik eine Symmetrie und ein harmonisches Ergebnis.

Diskussion

Konventionelle Versorgungen bei Nichtanlagen oder nach traumatischem Zahnverlust bei Kindern und Jugendlichen im Oberkieferfrontzahnbereich haben zum Teil gravierende Nachteile und nicht selten negative Folgen für die dentale und psychosoziale Entwicklung der jungen Patienten [31–33,12,2]. Ein großes Problem ist der Knochenverlust in der betroffenen Region, der häufig nur mit aufwendigen und risikobehafteten augmentativen Maßnahmen behoben werden kann [25,26]. Mit einer frühzeitigen Implantation kann zwar der Knochen erhalten werden, es bestehen

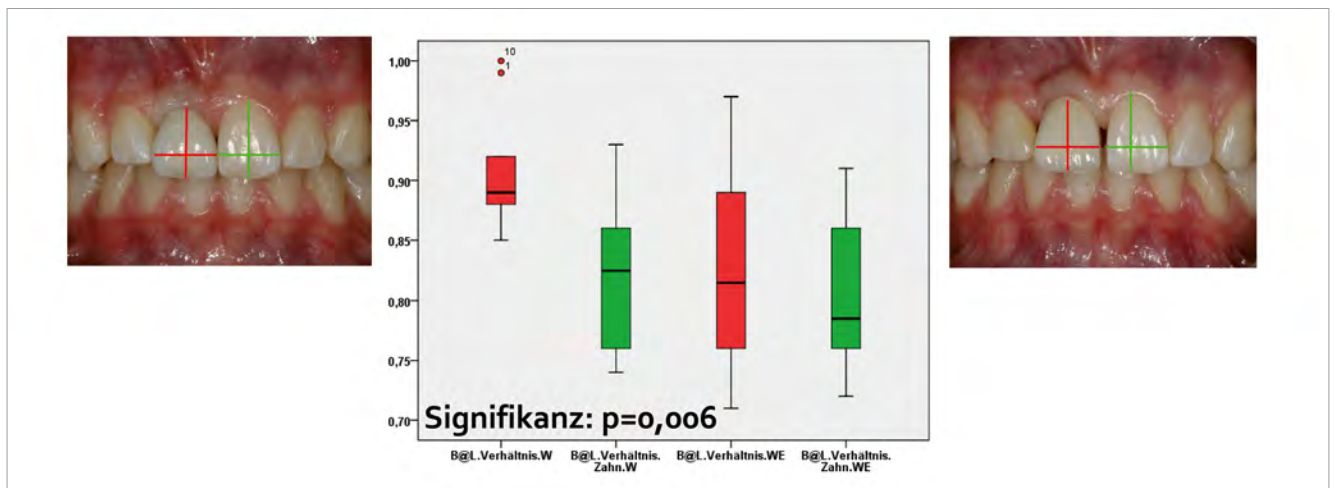


Abb. 14a Boxplots zur Darstellung des Breiten-Längen-Verhältnisses von Implantatkronen (rot) und korrespondierenden Zähnen (grün) zum Zeitpunkt der Eingliederung im Wachstum (links) und bei der Kontrolluntersuchung nach Abschluss des Kieferwachstums (rechts)

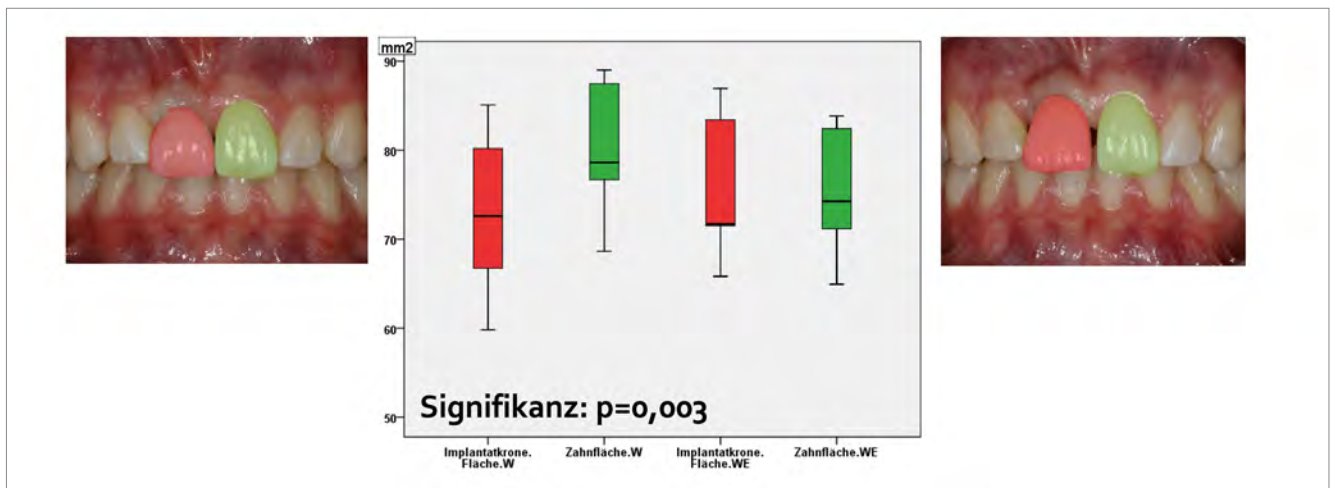


Abb. 14b Vergleich der Kronenflächen der Implantatkronen (rot) und der korrespondierenden natürlichen Zähne (grün) zum Zeitpunkt der Eingliederung im Wachstum (links) und nach Abschluss des Kieferwachstums (rechts)

aber auch Risiken, da die Implantate der komplexen dreidimensionalen Kiefer- und Alveolarfortsatzentwicklung nicht folgen [22,23]. Daraus können erhebliche funktionelle und ästhetische Nachteile entstehen.

Bernard et al. [7] konnten in einer retrospektiven Studie in einem vierjährigen Beobachtungszeitraum eine Infraokklusion implantatgetragener Frontzahnkronen beobachten. Die Überlebensrate von Implantaten, die vor dem 13. Lebensjahr inseriert wurden, lag in circa 20 Prozent unter derjenigen der älteren Patienten [2,3,28,29]. Erschwerend kommt hinzu, dass das individuelle Wachstum nur schwer abzuschätzen ist. So kann die Mesialwanderung der Zähne bis zu 5 mm

betragen [8]. Diese Risiken haben zu Empfehlungen geführt, erst nach dem 18. Lebensjahr zu implantieren [24,22,19].

Dem stehen allerdings positive morphologische und psychosoziale Aspekte einer frühzeitigen Implantation gegenüber. So finden sich in der Literatur zunehmend Berichte über implantatprothetische Versorgung im Wachstumsalter. Das gilt ganz überwiegend für Patienten mit einer Oligo- oder Anodontie bei Vorliegen einer ektodermalen Dysplasie oder anderen seltenen Krankheitsbildern mit vergleichbarer Problematik [1,5,14,13,3]. Hier ist die Datenlage aber noch unbefriedigend.

Nach Yap und Klineberg [36] ergab die Analyse von zwölf Studien mit 471 Patien-

ten (eine Cross-Sectional-Studie (n=52), drei prospektive Fallstudien (n=197), sechs retrospektive Fallstudien (n=104) und zwei gemischte Studien (n=118)) bei Patienten mit ektodermaler Dysplasie eine Überlebensrate zwischen 88,5 und 97,6 Prozent (drei Studien mit 71 Patienten) und bei Nichtanlagen anderen Ursprungs zwischen 90 und 100 Prozent (178 Patienten in fünf Studien). Dabei wurde in einer Studie (n=13) kein Unterschied hinsichtlich des Implantatüberlebens in drei Altersgruppen festgestellt (bis 11 Jahre, 11 bis 18 Jahre, über 18 Jahre). In einer anderen Studie (n=51 Patienten) fanden sich signifikant höhere Verlustraten, wenn die Patienten jünger

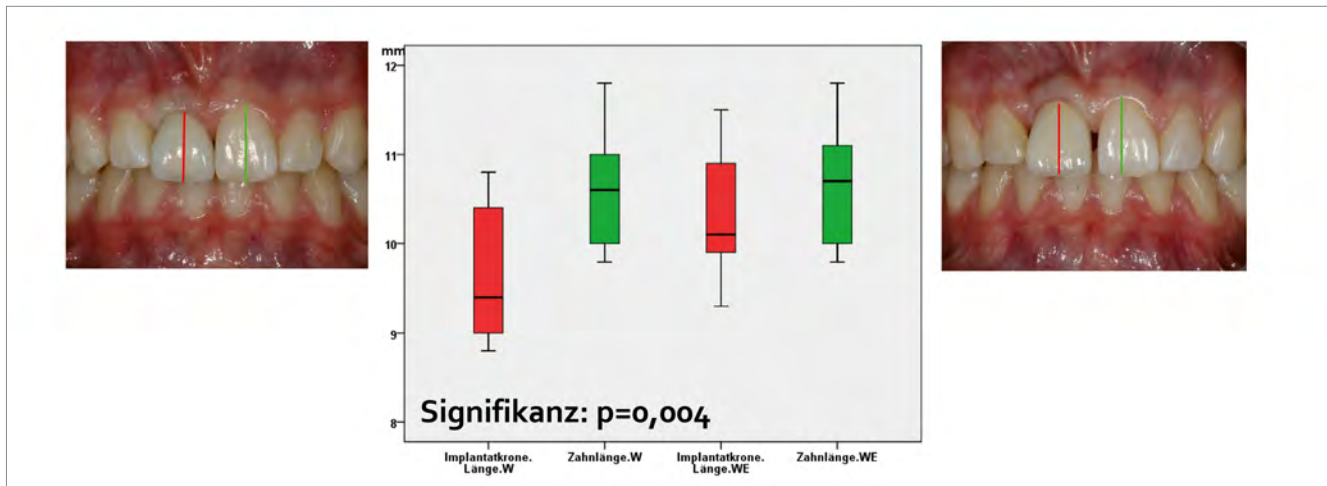


Abb. 15 Boxplots zur Darstellung der Zahnkronenlänge von Implantatkronen (rot) und korrespondierenden Zähnen (grün) zum Zeitpunkt der Eingliederung im Wachstum (links) und bei der Kontrolluntersuchung nach Abschluss des Kieferwachstums (rechts)

als 18 Jahre waren. Heuberger et al. [14] versorgten 18 Oligodontie-Patienten mit 71 Implantaten bei einem Durchschnittsalter von 12,5 Jahren. Sie ermittelten eine Überlebensrate von 89 Prozent bei einer durchschnittlichen Liegedauer von elf Jahren.

Klineberg et al. [16,17] versuchten, in einer internationalen Delphi-Studie mit elf internationalen, erfahrenen Teams einen Konsens für die Rehabilitation von Kindern mit einer ektodermalen Dysplasie zu finden. Die Behandlung mit Implantaten sollte unter ethischen Aspekten in bestem Interesse der Kinder gemäß der „United Nations Convention on the Rights of the Child“ durch speziell ausgebildete und erfahrene Zahnärzte aus einem multidisziplinären Team erfolgen, das die Fachrichtungen Kinderzahnheilkunde, Kieferorthopädie, Prothetik und Kieferchirurgie umfassen sollte. Ein Konsens zu dem optimalen Patientenalter für implantologische Maßnahmen konnte nicht erzielt werden.

Der Zeitpunkt der Implantation ist abhängig vom Wachstum des Patienten. Hierbei spielen das Körperwachstum und der Dentitionszustand eine wichtige Rolle. Die individuelle Betrachtung der Patienten ist entscheidend, eine Verallgemeinerung und ein Festlegen auf ein bestimmtes Alter sind nicht sinnvoll. Die Therapie hängt von dem Ausmaß der zu therapierenden Voraussetzungen, vom Zeitpunkt des Zahn-

verlusts und dem Ergebnis einer interdisziplinären Wachstumsanalyse ab.

Implantate im Wachstum müssen in Abweichung der bekannten Regeln für die Frontregion [4,7] in der Vertikalen so positioniert werden, dass das noch zu erwartende Kieferwachstum berücksichtigt wird. Auch die zu erwartende Rotation in vestibulo-oraler Richtung ist zu beachten. Mit zunehmendem Alter wird die Wachstumsanalyse einfacher und sicherer. Bei frühzeitiger Implantation sind in der Regel nur umschriebene augmentative Maßnahmen und ein kleiner chirurgischer Eingriff erforderlich, der auch bei dem speziellen jungen Klientel in Lokalanästhesie durchgeführt werden kann. Besonders hilfreich für die Positionsbestimmung sind die Untersuchung der Eltern und Geschwister und eine längere Beobachtung der betroffenen Patienten.

Nach der Implantation werden bis zum Abschluss des Kieferwachstums im marginalen Bereich zu kurze Kronen eingegliedert und damit bewusst ästhetische Kompromisse eingegangen. Die Kronen müssen in der weiteren Wachstumsphase unter Umständen mehrfach den veränderten Verhältnissen angepasst werden.

Nach eigener Erfahrung ist die komplette Einstellung der oberen Eckzähne ein günstiger Zeitpunkt für eine Implantation im Bereich der Inzisivi und damit ist zwölf Jahre der früheste Zeitpunkt einer Implan-

tation. Die bisherigen klinischen Erfahrungen in dieser Indikation haben gezeigt, dass mit diesem Vorgehen auch nach dem Verlust mehrerer Schneidezähne der Alveolarfortsatz erhalten und langfristig ein gutes ästhetisches Ergebnis erzielt werden kann.

Diskutiert wird häufig die Frage, ob einteilige Miniimplantate gegebenenfalls eine positive Auswirkung auf die Risikominimierung haben können. Diese Implantate werden dann nach Abschluss des Wachstums durch definitive Implantate ersetzt und erfordern einen zweiten chirurgischen Eingriff. Funktionell wirken die Miniimplantate ebenfalls einer Inaktivitätsatrophie entgegen, sind aber wegen des einteiligen Konzepts häufig unbefriedigend in der prothetischen Versorgung und zeigen eine erhöhte Bruchgefahr. Hilfreich können sie gerade beim dolichofazialen Wachstumsmuster sein, wenn noch viel Wachstumspotenzial zu erwarten ist.

Mit dem Konzept der prospektiven Implantation kann eine frühzeitige Wiederherstellung der Zahnsituation gelingen und damit auch entsprechend unbefangene die Gesamtentwicklung des Adoleszenten.

Korrespondenzadresse:
Dr. Jan Tetsch MSc, MSc
Scharnhorststraße 19, 48151 Münster
jantetsch@t-online.de

Literatur beim Verfasser