



Rahmenbedingungen für die Alignertherapie

Die Alignertherapie ist heute in aller Munde. 24 Jahre nach der Markteinführung von Invisalign durch Align Technology (San Jose, USA) hat sich auf dem Gebiet der transparenten Zahnkorrekturschienen einiges getan: Die Materialentwicklung ist vorangeschritten und es gibt zahlreiche klinische Studien zur Behandlung mit Alignern, sodass sich auch ehemalige Kritiker zunehmend der Aligner-Technologie öffnen.

Anfangs konzentrierte sich die Bandbreite der Anwendungen lediglich auf kleinere Lücken und Engstände. In der heutigen Zeit werden jedoch immer anspruchsvollere Behandlungen an sowohl erwachsenen als auch jungen Patienten durchgeführt. Durch sorgfältige Planung, bei der die individuellen biologischen Gegebenheiten und die biomechanischen Prinzipien berücksichtigt werden, ist es möglich, Korrekturen in horizontaler, vertikaler und sagittaler Ausrichtung im Rahmen der kieferorthopädischen Therapie vorzunehmen¹⁻²¹. Auffällig ist auch: Nicht nur Kieferorthopäden verwenden diese Behandlungsmethode; sie findet auch immer mehr Beliebtheit im Behandlungsspektrum von allgemein-zahnärztlich tätigen Kollegen. Auch kommerzielle Anbieter und Start-ups sehen hier die Chance, über massenhaftes Verkaufen von Behandlungen ohne ärztliche Betreuung direkt an den Patienten („direct to consumer“) hohe Gewinne einzufahren, und ziehen mit kostspieligen Werbemaßnahmen z.B. über Social Media und Fernsehen potenzielle Neukunden an.

Beim Patienten, oder sagen wir besser beim Interessenten, und auch bei uns, den fachspezifischen Behand-

lern, sollte da die berechtigte Frage aufkommen:

- Ist jeder Patient und somit jede Zahn- oder Kieferfehlstellung mit Alignern behandelbar?
- Gibt es Grenzen der Behandlung?
- Und kann das auch ein kommerzieller Anbieter?

Fest steht, dass die Alignerbehandlung nach über 20 Jahren Erfahrung fester Bestandteil des kieferorthopädischen Behandlungsrepertoires geworden ist. Wie vor jeder kieferorthopädischen Behandlung, erfolgt auch hier eine ausführliche Anfangsdiagnostik, die die Grundlage für eine korrekt ausgeführte kieferorthopädische Behandlung darstellt. Diese kieferorthopädische Diagnostik beinhaltet verschiedene Punkte.

Kieferorthopädische Diagnostik

1. Anamnese²²

- Gibt es genetische Faktoren, die zur Entstehung der Dysgnathie/Malokklusion beitragen?
- Sind Allgemeinerkrankungen bekannt? Besteht eine spezielle Schmerzsymptomatik?
- Werden Medikamente eingenommen, die unter Umständen die Zahnbewegung beeinflussen können?

2. Extra- und intraoraler Befund^{1,23,24}

- biologische Analyse → Zustand von Parodont, Endodont sowie Zahnschmelz/Dentin,
- myofunktionelle Analyse → Habits, Auffälligkeiten im Sprach- bzw. Schluckmuster, Lippenschluss, Atmung,

- ästhetische Analyse → Ruheposition der Oberlippe im Verhältnis zu den Inzisivi, Bestimmung der dentalen und skelettalen Mittellinien, Sichtbarkeit des Zahnfleisches, Sichtbarkeit eines bukkalen Korridors, Verlauf der Lachlinie.

3. Funktionsdiagnostik

Short Screening (nach G. Meyer)²⁵⁻²⁸

Im „Short screening“ wird getestet, ob es Anzeichen für eine kranio-mandibuläre Dysfunktion (CMD) gibt. Bleibt diese unentdeckt bzw. wird nicht untersucht, kann es im Verlauf der kieferorthopädischen Behandlung und auch nach Abschluss letzterer zu Problemen bis hin zu einer Verstärkung der Dysfunktion kommen.

Sechs einzelne Untersuchungen werden hier verwendet, um die Möglichkeit einer vorliegenden CMD zu beurteilen. Ergeben 2 oder mehr der durchgeführten Tests einen positiven Befund, so ist eine CMD wahrscheinlich und eine weiterführende Diagnostik im Sinne einer Funktionsanalyse ist indiziert.

4. Modellbefund^{23,24}

Eine Modellanalyse gibt Aufschluss über die strukturellen Gegebenheiten. Beim Erwachsenen Patienten sollen hier neben der Fehlposition der Zähne auch fehlende Zähne sowie defekte Restaurationen mitberücksichtigt werden, um ggf. eine umfassende interdisziplinäre Behandlung zu avisieren.

5. Röntgenbefund²³

Eine Röntgenübersichtsaufnahme muss zur Abklärung der Zahnzahl und Lage, Mineralisation, Form und Größe von Zahnkeimen und Wurzeln, zur Feststellung von Veränderungen im Bereich der



Abb. 1a bis h Intraoraler, extraoraler und röntgenologischer Ausgangsbefund.

Zahnwurzeln, des Kieferknochens und des Parodontiums sowie zur Kariesdiagnostik vor jeder kieferorthopädischen Behandlung angefertigt werden.

Behandlungsplanung

Für jede kieferorthopädische Fragestellung gibt es Antworten, auf die hier im jedoch im Einzelnen nicht im Detail eingegangen werden kann. Für die Planung der Alignerbehandlung gibt es allerdings – wie bei anderen Behandlungstechniken auch – gewisse Grundregeln, die Beachtung finden sollten, um die Vorhersagbarkeit des Behandlungsergebnisses zu verbessern. Zu diesen Grundregeln gehören für die Autoren folgende:

- Ohne Verankerung ist keine korrekte Zahnbewegung möglich (Biomechanik beachten).

- Wenn ein Zahn nicht bewegt werden muss, bewege ihn auch nicht (Mikrobewegungen von Molaren vermeiden),
- Speziell im Unterkiefer sollte die Beibehaltung der intercaninen Distanz angestrebt werden (Stabilität des Behandlungsergebnisses).
- Ein „Round-tripping“¹ sollte vermieden werden (Reduktion des Risikos von gingivalen oder parodontalen Läsionen durch unnötige gegensätzliche Bewegungsmuster).

Klinisches Fallbeispiel

Das folgende Behandlungsbeispiel zeigt eine 46-jährige Patientin (Abb. 1a bis h), die sich im Dezember 2021 erstmalig mit dem Wunsch nach ästhetischer Verbesserung der Unterkieferfront in unserer

Praxis vorstellte. Die Patientin wurde bereits als Jugendliche mit Multibrackettechnik behandelt. Im Zuge der damaligen Behandlung wurde Zahn 24 extrahiert und die Lücke geschlossen.

Der „Short screening“-Test erwies sich als negativ. Klinisch imponierten Gingivarezessionen, insbesondere im Oberkiefer, die zum größten Teil bereits großflächig mit Zahnhalsfüllungen versorgt wurden. Neben dem moderaten frontalen Engstand im Unterkiefer zeigte sich kieferorthopädisch eine Kopfbissituation von 13 zu 43. Im Oberkiefer wich die dentale Mittellinie um 2 mm nach links ab.

Die Patientin wies umfangreiche konservierende und teilweise prothetische Versorgungen auf, die sich in der Panoramaschichtaufnahme als teilweise insuffizient darstellten. Zähne 44 und 45 zeigten einen noch nicht ausgeheilten

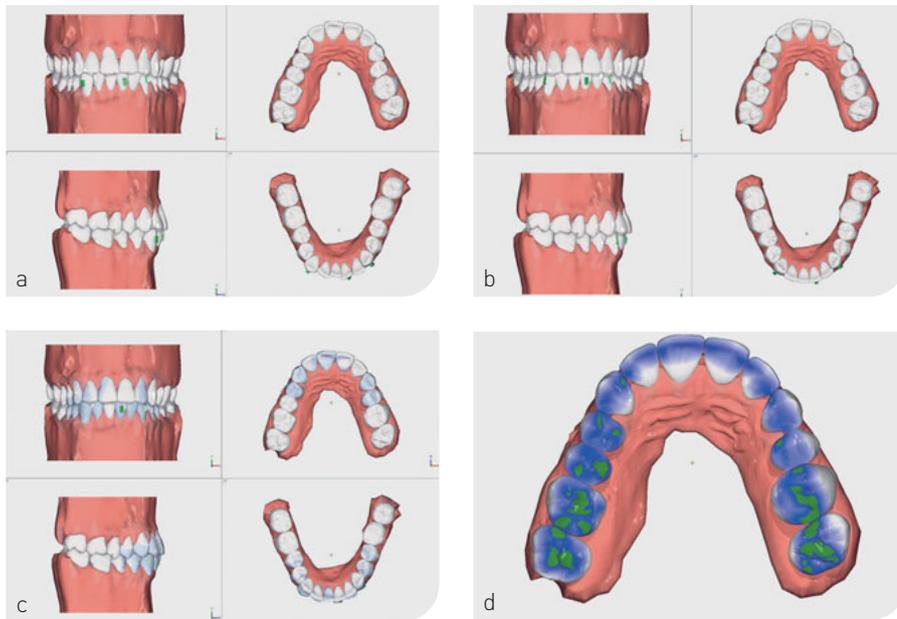


Abb. 2a bis e Virtuelle Behandlungsplanung im Modul Aligner 3D der Software OnyxCeph. Ausgangssituation mit bereits platzierten Attachments (a), final geplante Situation (b). Überlagerung von Anfangs- und Endsituation (c), finale okklusale Kontakte (d) und Überlagerung der Zwischenräume (e), welche klinisch die Notwendigkeit der approximalen Schmelzreduktion bedeuten.

Zähne	17 - 16	16 - 15	15 - 14	14 - 13	13 - 12	12 - 11	11 - 21	21 - 22	22 - 23	23 - 24	24 - 25	25 - 26		Summe
Strip-Werte [mm]	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00		
Summe [mm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
Distanz [mm]	0,00	0,00	-0,02	-0,13	0,00	-0,03	-0,03	0,00	-0,04	-0,14	-0,12	0,00		-0,51

Zähne	47 - 46	46 - 45	45 - 44	44 - 43	43 - 42	42 - 41	41 - 31	31 - 32	32 - 33	33 - 34	34 - 35	35 - 36	36 - 37	Summe
Strip-Werte [mm]	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	0,00 + 0,00	
Summe [mm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Distanz [mm]	0,00	-0,29	-0,31	-0,41	-0,34	-0,32	-0,35	-0,30	-0,27	-0,30	-0,33	-0,38	0,00	-3,60

e

Zustand nach Wurzelspitzenresektion auf, generell zeigte sich ein gering gradiger horizontaler Knochenabbau.

Nach Rücksprache mit der behandelnden Zahnärztin wurde geplant, die Erneuerung der insuffizienten Versorgung im Anschluss der kieferorthopädischen Behandlung durchzuführen. Vor und begleitend zur kieferorthopädischen Behandlung wurde eine Parodontalbehandlung durchgeführt, um im entzündungsfreien Halteapparat die Zahnbewegungen durchführen zu können.

Aufgrund der multiplen gingivalen Rezessionen erforderte die kieferorthopädische Planung die Vermeidung des Platzgewinns durch weitere Expansion oder Proklination, um einer Progression der Rezessionen vorzubeugen.

Eine aufwendige Mittellinienkorrektur im Oberkiefer wurde nicht mit ein geplant, da die Patientin sich zum einen nicht daran störte und zum anderen die stabilen Okklusionsverhältnisse im Seitenzahnbereich nicht aufgegeben werden sollten. Bei Überlegungen zur Mittellinie sollte immer in Betracht gezogen werden, dass dem Laien die Mitterverschiebung im Oberkiefer bis zu 4 mm gar nicht auffällt²⁹.

Anhand der virtuellen Planung in der OnyxCeph Software (Image Instruments, Chemnitz; Abb. 2a bis e) konnten sämtliche Bewegungsabläufe präzise geplant werden. Der Platzgewinn im Unterkiefer erfolgte durch approximale Schmelzreduktion. Diese wurde gleichmäßig mit je 0,3 mm vom Zahn 45 bis 35 eingepant.

Die Molaren wurden in der Behandlungsplanung fixiert. Hier sollte aus Verankerungsgründen und zum Erhalt der stabilen Verzahnung keine Bewegung stattfinden. Auf den Zähnen 33, 43 und 31 wurden rechteckige, vertikale Attachments geplant, um eine optimale Verankerung und Kraftübertragung auf die Zähne zu gewährleisten.

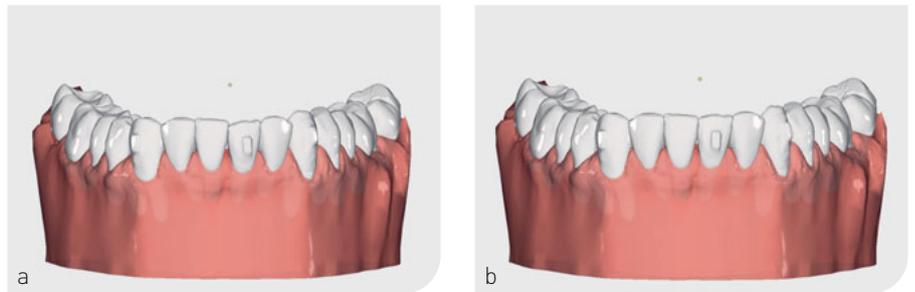
Das von uns angestrebte Okklusionskonzept sieht eine Abstützung auf allen Prämolaren und Molaren vor. Die Front steht außer Kontakt und die Eckzahnführung wird virtuell lediglich mit maximal geringen Kontaktpunkten eingestellt.

Basierend auf der gesamten Zahnbewegung wurden 12 Bewegungsschritte eingepant. Im In-Office-Herstellungsverfahren wurden sodann jeweils 2 Alig-



Abb. 3a bis f Intraorale Situation nach der ersten Behandlungsphase mit 12 Schritten.

Abb. 4a und b Planung einer zusätzlichen Phase des Unterkiefers in der OnyxCeph-Software. Es wurden ausschließlich die Zähne 31 und 33 zur finalen Optimierung mit 4 Schritten bewegt. Pro Schritt wurden erneut 2 Aligner hergestellt, sodass 8 weitere Aligner getragen wurden.



ner pro Schritt tiefgezogen. Es wurde das Multilayer-Material CA-Pro der Firma Scheu Dental (Iserlohn) in den Stärken 0,5 und 0,75 mm verwendet. Das „Attachment template“ wurde auf Bewegungsschritt 0, also auf der Ausgangssituation, tiefgezogen. Hier verwenden wir das „single-layer-Material Duran in der Stärke 0,4 mm mit Isolierfolie. Die Patientin wurde angewiesen, die Aligner wöchentlich zu wechseln mit einer Tragezeit von 22 Stunden täglich. Ungefähr alle 8 Wochen fand ein Kontrolltermin in der Praxis statt.

Nach der ersten Behandlungsphase (24 Wochen) waren die Zahnbögen weitgehend ausgeformt (Abb. 3a bis f). Zahn 31 zeigte nach der ersten Phase noch eine leichte Rotation und Fehlanguktion. Auf-

grund dessen wurde eine zusätzliche Alignerphase mit 4 weiteren Schritten (mit jeweils 2 Alignermaterialien analog der ersten Phase) im Unterkiefer eingepplant (Abb. 4a und b). Zur Retention des Ergebnisses im Oberkiefer trug die Patientin nachts eine Retentionsschiene.

Das kieferorthopädische Behandlungsende ist in den Abbildungen 5a bis h dargestellt, der Behandlungsvergleich der frontalen Situation in den Abbildungen 6a bis d. Die Retention erfolgte mit einer Retentionsschiene im Oberkiefer und einem Lingualretainer von 34 zu 44 im Unterkiefer.

Diskussion

Die Alignertherapie ist ein ästhetisches und für den Patienten komfortables kieferorthopädisches Behandlungsmittel, welches unter Voraussetzung der fachkundigen Anwendung sehr gute Ergebnisse für Patienten und Behandler erzielen kann.

Um unerwünschte Nebeneffekte zu vermeiden, ist eine ausreichende Diagnostik und Therapieplanung basierend auf biomechanischem Fachwissen notwendig.

Es gibt viele potenzielle Fehlerquellen, die es im Rahmen einer Alignertherapie zu vermeiden gilt. Daher sollte sich auch jeder spezialisierte Behandler bei jeder Behandlung immer wieder kritisch selbst hinterfragen, um Fehler zu ver-



Abb. 5a bis h Intraorale Situation bei Behandlungsende mit harmonisch ausgeformten Zahnbögen und Überstellung des Kopfbisses in Regio 13. Die bereits zu Beginn der Behandlung bestehenden Rezessionen zeigen keine Verschlechterung. Das OPG zeigt keine weiteren Auffälligkeiten. Die geplante interdisziplinäre zahnärztliche Weiterbehandlung konnte nun begonnen werden.



Abb. 6a bis d Vergleich vor und nach der kieferorthopädischen Behandlung mit In-office-Alignern und einer Behandlungszeit von 8 Monaten. Die vor Beginn der Behandlung bestehenden gingivalen Rezessionen im maxillären Frontzahnbereich sind stabil geblieben. Die Entzündungszeichen in Regio 11 stellen sich rückläufig dar.

meiden und ein bestmögliches Behandlungsergebnis mit der Alignertherapie zu erreichen.

Wie in jedem medizinischen Fachbereich ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit ein wichtiger Faktor für das umfassende Gelingen der Behandlung – ohne Teamwork funktioniert es nicht.

Literatur

- Schupp W, Haubrich J. Aligner orthodontics and orofacial orthopedics. Chicago: Quintessence Publishing 2023.
- Zhou N, Guo J. Efficiency of upper arch expansion with the Invisalign system. *Angle Orthod* 2020;90(1):23–30.
- Zheng M et al. Efficiency, effectiveness and treatment stability of clear aligners: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res* 2017;20(3):127–133.
- Zhang Z et al. Clear aligner treatment of an adult patient characterised by skeletal Class II malocclusion and deep vertical overlap with analysis of 3D superimposition of casts. *JAO* 2022;6(1):39–53.
- Weber S, Lapatki B, Elkholy F. Labiopalatal bodily movement and torque control of incisors with aligners: A systematic review. *JAO* 2023;7(1):13–23.
- Vidal-Bernárdez ML et al. Efficacy and predictability of maxillary and mandibular expansion with the Invisalign® system. *J Clin Exp Dent* 2021;13(7):e669–e677.
- Solano-Mendoza B et al. How effective is the Invisalign® system in expansion movement with Ex30® aligners? *Clin Oral Investig* 2017;21(5):1475–1484.
- Simon M et al. Treatment outcome and efficacy of an aligner technique – Regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization. *BMC Oral Health* 2014;14:68.
- Schupp W et al. Follow-up treatment after initial splint therapy. *JAO* 2019;3(2):147–164.
- Rossini G et al. Controlling orthodontic tooth movement with clear aligners. An updated systematic review regarding efficacy and efficiency. *JAO* 2017;1(1):7–20.
- Pavoni C, Lugli L, Lombardo E. Management of Class II open bite in a growing patient using the Invisalign Teen system: A case report. *JAO* 2022;6(1):31–37.
- Palikaraki G, Karameisinis K, Damanakis G. Orthodontic treatment in a periodontal patient with incisor extraction using Invisalign clear aligner system: A case report. *JAO* 2018;2(4):317–323.
- Ojima K. et al. The biomechanics of aligner orthodontics in open-bite cases. *J Clin Orthod* 2019;53(12):699–712.
- Malekian K et al. Mandibular molar distalization with clear aligners in Class III patients. *JAO* 201;3(1):7–14.
- Ma H et al. Angelalign treatment of an adult with excessive overjet and a missing mandibular premolar: A case report. *JAO* 2019;3(2):93–105.
- Lione R et al. Upper arch dimensional changes with clear aligners in the early mixed dentition : A prospective study. *J Orofac Orthop* 2023;84(1):33–40.
- La Valle M, Iaracitano B, Basilico M. Use of aligners to treat buccal bone loss. *JAO* 2020;4(4):311–330.
- Iaracitano B et al. Orthodontic aligners in oral rehabilitation. *JAO* 2020;4(2):143–152.
- Haubrich J, Schupp W. Invisalign treatment in early years to avoid potential extraction treatments – Case reports. *JAO* 2018;2(1):39–52.
- D'Anto V et al. The predictability of transverse changes in patients treated with clear aligners. *Materials (Basel)* 2023;16(5):1910.
- Couchat D. Traction of impacted teeth with the Invisalign System. *JAO* 2018;2(1):53–58.
- Halling F. Die Anamnese: Grundlage zahnärztlicher Tätigkeit. ZMK 2017: 120–128.
- Schopf F. Curriculum Kieferorthopädie. Band I. Berlin: Quintessence Publishing 2008.
- Proffit WR et al., Contemporary orthodontics. Philadelphia: Elsevier, 2019.
- Meyer G, Dal Ri H. Dreidimensionale elektronische Messung der Bewegung des Kondylus über die Scharnierachse des Unterkiefers. *DZZ* 1985;48:38–44.
- Meyer G, Bernhardt O, Küppers A. Der Kopfschmerz – ein interdisziplinäres Problem – Aspekte der zahnärztlichen Funktionsdiagnostik und -therapie. *Quintessenz Zahnmed* 2007;58(11):1211–1218.
- Meyer G, Asselmeyer T (Hrsg). ABC der Schienentherapie. Köln: DÄV, 2005.
- Meyer G. Short clinical screening procedure for initial diagnosis of temporomandibular disorders. *JAO* 2018;2(2):91–98.
- Kokich V et al. Comparing the perception of dentists and lay people to altered dental esthetics. *J Esthet Restor Dent* 1999;11(6):311–324.



Dr. Julia Funke

Fachzahnärztin für Kieferorthopädie
E-Mail: funke@schupp-ortho.de

Dr. Julia Haubrich

Fachzahnärztin für Kieferorthopädie

Dr. Werner Schupp

Facharzt für Kieferorthopädie

Alle: Fachpraxis für Kieferorthopädie,
Hauptstraße 50
50996 Köln

