

Verlust der vertikalen Dimension

ÄTIOLOGIE · PRÄVENTION · RESTAURATION



PD Dr. M. Oliver Ahlers, Hamburg

Prof. Dr. Thomas Attin, Zürich

Dr. Uwe Blunck, Berlin

Dr. Francesca Vailati M.Sc., Genf

Staatsgalerie Stuttgart

10.07.2015 - 11.07.2015

Bericht von:
Dr. Julia Glögger, Ulm

Inhaltsverzeichnis

1	Die Referenten	4
1.1	PD Dr. M. Oliver Ahlers, Hamburg.....	4
1.2	Prof. Dr. Thomas Attin, Zürich	4
1.3	Dr. Uwe Blunck, Berlin.....	5
1.4	Dr. Francesca Vailati M. Sc., Genf	5
2	Editorial	6
3	Bruxismus und CMD	7
3.1	Bruxismus = CMD?	7
3.2	Okklusion.....	7
3.3	Psychische Faktoren	8
3.4	Einfluss der Körperhaltung	8
4	Klinische Funktionsanalyse und Manuelle Strukturanalyse	9
4.1	CMD-Kurzbefund.....	9
4.2	Klinische Funktionsanalyse	9
4.3	Manuelle Strukturanalyse	11
4.4	Zusammenfassung	12
5	Instrumentelle Funktionsanalyse und Funktionstherapie	13
5.1	Modellherstellung, Bissnahme und Montage	13
5.2	Schientherapie.....	14
5.2.1	Aufbissbehelfe	14
5.2.2	Okklusionsschienen	14
6	Indikation für funktionswiederherstellende Restaurationen	17
7	Erosionen	20
7.1	Ätiologie, Erscheinungsformen & Folgen.....	20
7.1.1	Definition.....	20
7.1.2	Säureeinflüsse in der Mundhöhle.....	20
7.2	Präventive Ansätze.....	21
7.3	Therapiemöglichkeiten mit direkter Adhäsivtechnik.....	22
7.4	Mögliche Probleme.....	24
8	Nicht-kariöse Zahnhalsdefekte	25
8.1	Erscheinungsformen.....	25
8.2	Entstehung	25
8.3	Versorgung.....	26

8.4	Füllungstherapie	26
8.5	Prognose	28
8.6	Zusammenfassung	28
9	Adhäsive Befestigung am Zahn und an Restaurationen	29
9.1	Vorbehandlung der Substratoberflächen	29
9.2	Haftmechanismus am Schmelz	30
9.3	Haftmechanismus am Dentin	30
9.4	Haftmechanismus an der Keramik.....	31
9.4.1	Glaskeramik	31
9.4.2	Oxidkeramik	33
9.5	Haftmechanismus an Komposit	33
9.6	Haftmechanismus an Metall	34
9.7	Zusammenfassung	35
10	Adhäsivsysteme	36
10.1	Selektive Schmelzätzung	36
10.2	Etch&Rinse-Technik	36
10.3	Self-Etch-Technik	37
10.4	Übersicht über verschiedene Adhäsivsysteme	37
10.5	Vor- und Nachteile verschiedener Systeme	38
10.6	Verhalten bei Kontamination der Kavität	39
10.7	Verhalten an pulpanahen Bereichen	39
10.8	Indikationen für verschiedene Adhäsiv-Systeme	40
11	Zahnhartsubstanzverlust - Die additive Restauration	41
11.1	Allgemeines	41
11.2	Three-Step-Technik	42
11.2.1	Bilaminärer Ansatz: "Sandwichtchnik"	44
11.2.2	Zusammenfassung	44
11.3	Okklusionskontrolle	45
11.4	Materialauswahl im Front- und Seitenzahnbereich	45
11.5	Erfolgsfaktoren	46
11.6	Fazit	46
12	Literaturangaben	47

1 Die Referenten

1.1 PD Dr. M. Oliver Ahlers, Hamburg

- 1992 Promotion am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE)
- 1997 Oberarzt in der Poliklinik für Zahnerhaltung und Präventive Zahnheilkunde am UKE
- 2003 Lehrverantwortung und stellv. zahnärztliche Leitung der Poliklinik
- 2001 Generalsekretär der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT)
- 2004 Habilitation, Venia legendi und Ernennung zum PD
- 2005 Spezialist für Funktionsdiagnostik und -therapie der DGFDT
- 2005 Gründung und zahnärztliche Leitung des CMD-Centrums Hamburg-Eppendorf
- 2008 Editor des Journal of Craniomandibular Function (CMF)
- 2010 Erste postgraduierte Ausbildungsstätte zum Spezialisten für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT)

150 Publikationen, mehrere Lehrbücher (Funktionsdiagnostik und restaurative Zahnheilkunde) Entwicklung diagnostischer Software (u. a. *CMDcheck*, *CMDfact*, *CMDmanu*, *CMDtomo*) 5 Tagungsbestpreise der DGFDT (u. a. mit Prof. Dr. Jakstat)

1.2 Prof. Dr. Thomas Attin, Zürich

- 1989-1999 Angestellter an den Universitäten Heidelberg, Köln, Freiburg (jeweils Abteilung für Zahnerhaltung)
- 1999-2000 Kommissarischer Leiter der Abteilung für Zahnerhaltung und Parodontologie der Freien Universität Berlin
- 2000-2006 Direktor der Abteilung für Zahnerhaltung, Präventive Zahnheilkunde und Parodontologie der Georg-August-Universität Göttingen
- Seit 03/2006 Direktor der Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie an der Universität Zürich
- Seit 08/2013 Prodekan der Medizinischen Fakultät für das Zentrum für Zahnmedizin, Universität Zürich

Behandlung und Prävention von kariösen und erosiven Läsionen

Ästhetische Zahnmedizin (Bleaching, Veneers, Restaurationsmaterialien)

Methoden zur Verbesserung der endodontischen Behandlung

Autor bzw. Koautor von mehr als 350 in Peer Reviews geprüften Veröffentlichungen, 2 Büchern und 17 Buchkapiteln

19 Auszeichnungen in wissenschaftlichen Wettbewerben

1.3 Dr. Uwe Blunck, Berlin

- 1975 Approbation als Zahnarzt
- 1987 Promotion zum Dr. med. dent.
- 1975-1977 Tätigkeit als Assistent in zahnärztlicher Praxis
- 1977 Wissenschaftlicher Mitarbeiter Abt. Zahnerhaltung und Parodontologie
- 1984 Freie Universität Berlin, Leiter Prof. Harndt
- 1984 Ernennung zum Oberarzt in der Abteilung für Zahnerhaltung an der Zahnklinik Nord der Freien Universität Berlin, Leiter: Prof. Roulet
- 1990 9 Monate Forschungsaufenthalt an der University of Florida, Gainesville, USA
- ab 1994 Tätigkeit als Oberarzt an der Zahnklinik Nord des Universitätsklinikums Charité, Medizinische Fakultät der Humboldt-Universität in Berlin, in der Abteilung für Zahnerhaltung und Präventivzahnmedizin am Zentrum für Zahnmedizin unter Leitung von Prof. Roulet (bis 2003), Prof. Jahn (bis 2008) und Prof. Kielbassa (bis 2011)
- 07/2011 Kommissarischer Leiter der Abteilung für Zahnerhaltung und Präventivzahnmedizin an der Charité
- 06/2013 Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
- Seit 06/13 Oberarzt unter der Abteilungsleitung von Prof. Sebastian Paris
- Forschungsschwerpunkte: Adhäsivsysteme, Kompositmaterialien, Zahnhalsdefekte

1.4 Dr. Francesca Vailati M. Sc., Genf

- 1996 Abschluss des Medizinstudiums an der Universität Bari (Italien)
- 1996 USA-Aufenthalt, um die Kenntnisse in der Zahnmedizin zu vertiefen
- 2000 Zahnmedizinischer Abschluss an der University of Pennsylvania (USA)
- 2003 Master of Science in Dentistry (MSD): Abschluss der Fachausbildung in der Zahnärztlichen Prothetik an der University of Connecticut (USA)
- 2003 Abteilung für feste Prothetik an der Universität Genf (Schweiz) unter der Leitung von Professor Urs Belser; Teilzeit in einer Privatpraxis in Genf (ästhetische restaurative Zahnheilkunde und Prothetik)

Autorin zahlreicher Artikel über restaurative Zahnheilkunde und Implantologie

2 Editorial

(in Anlehnung an Alf-Henry Magnusson)

Ein Phänomen, welches wir in der letzten Zeit vermehrt beobachten können, ist der non-kariöse Verlust an Zahnhartsubstanz und damit schleichend, aber stetig einhergehend: der Verlust an vertikaler Dimension.

Anfänglich kaum zu bemerken, schon gar nicht restaurativ zu behandeln, kommt man über die Zeit an einen Punkt, an dem sich einerseits die Therapie nicht mehr umgehen lässt, sich andererseits der zu betreibende Aufwand aber immens erhöht. Natürlich interessieren an dieser Stelle die verschiedenen restaurativen Konzepte, sei es direkt mit Kompositen oder indirekt mit Keramik oder Gold, und selbstverständlich in gleichem Maße die Frage nach der Stabilität des erzielten Ergebnisses. Aber ist dieses Ergebnis nur von der Materialauswahl und dem therapeutischen Vorgehen abhängig?

Sicherlich nicht! Selbstverständlich benötigen wir ein profundes Wissen über die Ätiologie dieses Substanzverlustes, sei sie funktionell oder nutritiv bedingt. Und genauso selbstverständlich benötigen wir hierfür eine funktionelle Diagnostik, um eventuelle Schäden am Kauorgan, die über den reinen Substanzverlust hinausgehen, erkennen und auch therapieren zu können, bevor wir mit der Restaurierung beginnen. Wie erkennen wir, in welchem Ausmaß unsere Patienten an einem gestörten Kauorgan leiden, und wann ist – nach entsprechender Vorbehandlung – der geeignete Zeitpunkt gekommen, eine definitive Restauration einzugliedern?

Für diese komplexen Fragestellungen, hatte der GAK für sein 2-tägiges GAK Spezial 2015 ein Expertenteam eingeladen, welches jedes Problem und die entsprechenden Fragestellungen aus einem spezialisierten Blickwinkel betrachtete.

Mit Oliver Ahlers aus Hamburg durften wir einen Experten im Bereich der Diagnostik und Therapie funktionsgestörter Patienten anhören.

Für die Ätiologie von vertikalem Substanzverlust kam mit Thomas Attin ein Wissenschaftler und Kliniker aus Zürich zu uns, der auf diesem Gebiet zurecht als sehr erfahren gilt.

Uwe Blunck demonstrierte uns die Rezeptküche der Adhäsion verschiedener Materialien an die verschiedenen Oberflächen, die wir in der Mundhöhle vorfinden. Francesca Vailati aus der Genfer Schule um Prof. Belser zeigte uns umfassend ihr ausgeklügeltes restauratives Vorgehen, welches größtenteils auf noninvasivem additivem Keramikersatz beruht.

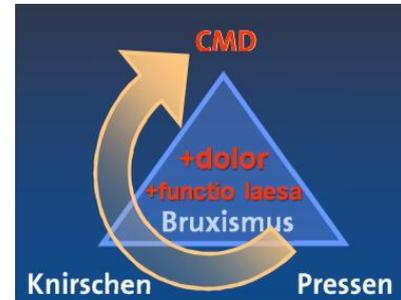
Auf den folgenden Seiten finden Sie die wichtigsten Fakten der Vorträge aller Referenten zusammenfassend dargestellt. Die Literaturangaben dienen als Anstoß für die weitere Vertiefung der jeweiligen Themeninhalte.

3 Bruxismus und CMD

(PD Dr. M. Oliver Ahlers)

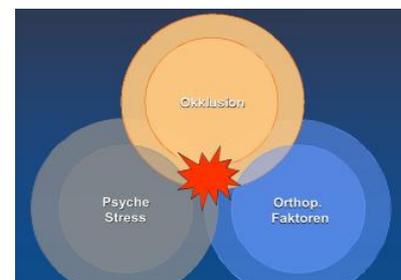
3.1 Bruxismus = CMD?

Bruxismus stellt eine Kombination aus Knirschen und Pressen dar. Diese Parafunktion ist nicht mit der Craniomandibulären Dysfunktion (CMD) gleichzusetzen. Die CMD schließt nämlich noch weitere Symptome wie Funktionseinschränkung und Schmerz (ausgehend von den Kau- oder Kopfhaltemuskeln, dem Kiefergelenk



oder überlasteten Zähnen) ein. Genauer genommen ist die Ätiologie von Bruxismus und CMD unterschiedlich: Bruxismus kann auch eine physiologische Komponente haben und ist nicht per se pathologisch. Studien belegen, dass durch Bruxismus Stressabbau und emotionale Entlastung erfolgen. Warum der Körper dieses Ventil wählt, ist jedoch nicht abschließend geklärt. Umgekehrt haben nicht alle Patienten mit CMD-Symptomen eine lange Bruxismus-Karriere hinter sich. Es stellt sich also die Frage, ob bei Patienten mit CMD-Problematiken möglicherweise eine genetische Disposition oder weitere Bio-Psycho-Soziale Ursachen zugrunde liegen.

Nach einer Modellvorstellung von Krogh-Poulsen's wirken verschiedene Faktoren auf die Entstehung einer CMD zusammen. Darunter sind die Okklusion, Psyche und Stress sowie orthopädische Faktoren zu nennen.



3.2 Okklusion

Rund zehn Prozent der Bevölkerung reagieren auf Veränderungen der Okklusion mit überproportional starken Symptomen. Eine Studie von Kobayashi et al., in der die Auswirkungen zu hoher Füllungen auf das Kausystem getestet wurden, musste abgebrochen werden, da zu viele Patienten starke Probleme entwickelt haben. Schaut man sich Patienten mit einer erzwungenen falschen Unterkieferposition (z.B. mit einer Retroposition) in einem fMRT an, so sieht man im Vergleich zur Kontrollgruppe eine veränderte Ansteuerung im Gehirn. Das Tragen von korrekt eingestellten Schienen bewirkt ebenfalls eine Veränderung in der motorischen

Ansteuerung. Dies zeigt, dass Schienen nicht symptomal, sondern kausal wirken können.

Fazit: Okklusale Faktoren (Vorkontakte, Infraokklusion) sind wesentlich an der Entstehung einer CMD beteiligt, stellen jedoch nicht die alleinige Ursache dar. Viele Patienten können jahrelang eine schlechte Okklusion ertragen, ohne von Anfang an Beschwerden zu haben. Wir als Zahnärzte müssen diese okklusalen Faktoren und ihre Auswirkungen erfassen.

3.3 Psychische Faktoren

Eine Studie von Schmitter et al. zeigt, dass Patienten mit einer CMD in erhöhter Stressbelastung stehen [1]. Yap et al. schlussfolgern, dass eine Korrelation zwischen der Depression/ Somatisierung und Muskel- oder Kiefergelenkschmerz sowie Funktionseinschränkungen besteht [2]. In einer Studie von Uhac et al. wurden Kriegsveterane mit posttraumatischer Belastungsstörung untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass diese ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung von CMD-Symptomen haben [3].

Fazit: Psychische Faktoren (Stress, Angst, depressive Verstimmung, PTSD) sind wesentlich an der Entstehung einer CMD beteiligt. Deshalb ist die Erfassung dieser Kofaktoren ein integraler Bestandteil für die Diagnostik einer CMD. Die Grundlage hierfür bieten verschiedene Fragebögen (Stressbelastung, Belastungsfaktoren/ DASS, Graded Chronic Pain Scale).

3.4 Einfluss der Körperhaltung

Patienten mit CMD weisen gehäuft Fehlhaltungen und Fehlfunktionen der Halswirbelsäule auf [4]. Umgekehrt zeigen Patienten mit orthopädischen Problemen an der Halswirbelsäule vermehrt Anzeichen einer CMD. Haltungsveränderungen können zu einer veränderten Kieferposition mit nachfolgenden muskulären Verspannungen oder einer Fehlpositionierung des Kondylus mit/ ohne Diskusverlagerung führen. Vor der Einstellung eines neuen Bisses sollte bei einer bestehenden Fehlhaltung zuerst die Haltung korrigiert werden, da bei einer späteren Haltungskorrektur der neu eingestellte Biss plötzlich nicht mehr passen kann.

Fazit: Orthopädische Faktoren (Fehlhaltung, Fehlfunktion der HWS) sind wesentlich an der Entstehung einer CMD beteiligt. Ein Zahnarzt muss auch diese erfassen.

4 Klinische Funktionsanalyse und Manuelle Strukturanalyse

(PD Dr. M. Oliver Ahlers)

4.1 CMD-Kurzbefund

Ungefähr 10% aller Patienten weisen eine behandlungsbedürftige CMD auf. Aus diesem Grund ist es wichtig, diese Patienten mit Hilfe eines Screenings zu erkennen. So hat sich zur initialen Abklärung kaufunktioneller Risikofaktoren der validierte klinische CMD-Kurzbefund nach Ahlers und Jakstat bewährt. Dieser besteht aus sechs schnell zu erhebenden Befunden und ist ohne spezielle technische Hilfsmittel in jeder Praxis durchführbar:

CMD-Kurzbefund
1. Mundöffnung asymmetrisch
2. Mundöffnung eingeschränkt
3. Gelenkgeräusche
4. okklusale Geräusche
5. Muskelpalpation schmerzhaft
6. Exzentrik traumatisch

Liegen zwei oder mehr auffällige Merkmale (= mit "ja" beantwortet) dar, so sollte die diagnostische Kaskade im Sinne einer klinischen Funktionsanalyse fortgesetzt werden.

Zur Dokumentation des CMD-Kurzbefundes stehen Aufkleber oder eine Gratis-Software *CMDcheck4* zur Verfügung (www.dentaconcept.de).

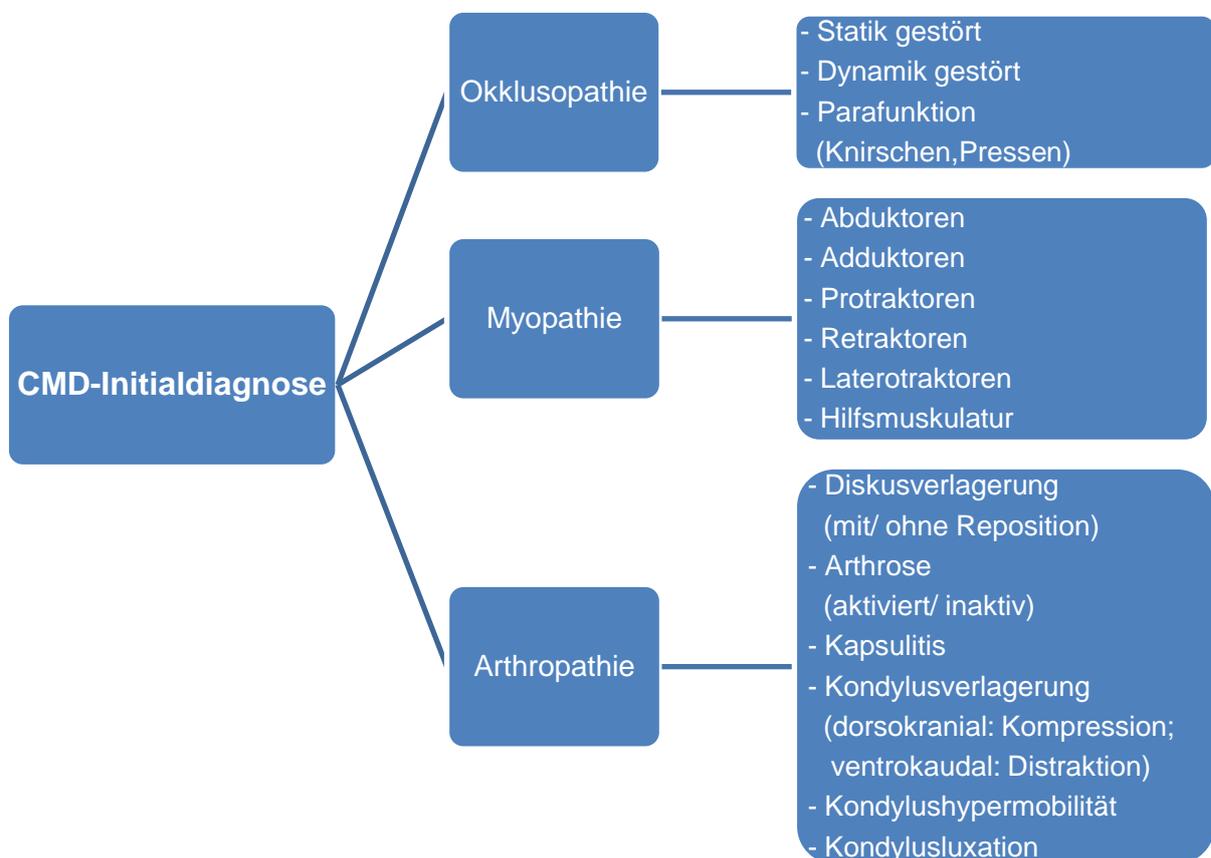
4.2 Klinische Funktionsanalyse

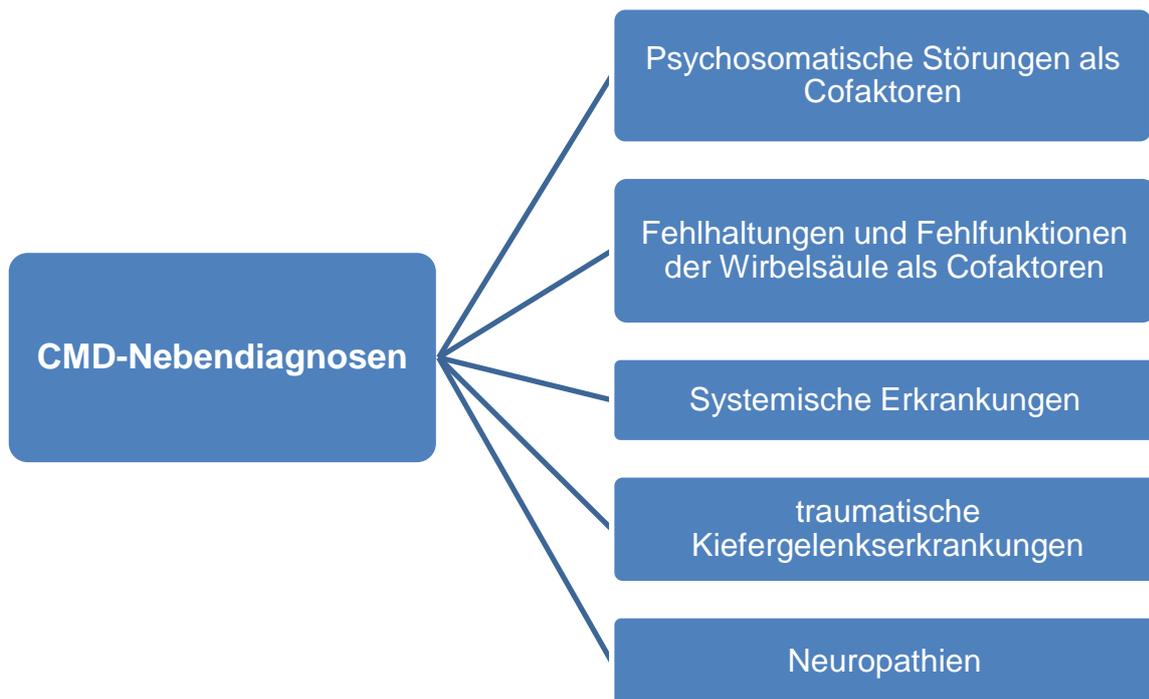
Die grundlegende Diagnostik bei Verdacht auf CMD ist die klinische Funktionsanalyse. Diese besteht aus der speziellen Anamnese (Fragebogen Funktionsstörungen: aktuelle Beschwerden, Vorgeschichte, Schmerzzustand, Lokalisation; Fragebogen zu Vorbehandlungen mit jeweiligem Abschlussergebnis) und mehreren diagnostischen Tests. Außerdem werden immer mehr psychosoziale (Fragebogen Stressbelastung) und orthopädische Faktoren miterfasst. Diese Fragebögen können auf der DGFDT-Seite heruntergeladen werden.

Die diagnostischen Tests umfassen die Palpation und Untersuchung sämtlicher ruhender Muskeln auf Schmerzen (M. masseter, M. temporalis, M. trapezius, M. sternocleidomastoideus, Nackenmuskulatur, infra- und suprahyoidale Muskulatur, M. pterygoideus, M. digastricus). Außerdem schließen sie die Palpation und Auskultation der Kiefergelenke mit ein (Knack-/ Reibegeräusche). Gelenkgeräusche, die in der frühen Mundöffnungsbewegung auftreten, sind meist durch kleine okklusionsverändernde Maßnahmen zu beeinflussen. Abschließend wird die Mobilität des Unterkiefers erfasst.

Um eine möglichst individuelle Diagnose zu erhalten (nicht nur die Globaldiagnose "Myoarthropathie") wurde ein Diagnoseschema entwickelt, dem die eingetragenen Befunde nach dem Karteikastenprinzip zugeordnet werden: Jeder Befund (= Karteikarte) wird allen hierzu passenden Diagnosen (= Karteikastenfach) systematisch zugeordnet. Sind genug Befunde vorhanden, wird die jeweilige Diagnose gestellt. Mit Hilfe der Software *CMDfact* ist diese Auswertung sogar digital möglich, sodass bereits nach der klinischen Funktionsanalyse eine exakte Diagnose gestellt werden kann.

Die CMD-Initial- und Nebendiagnosen sind auf den folgenden Graphiken dargestellt:





4.3 Manuelle Strukturanalyse

Die manuelle Strukturanalyse (auch "Orthopaedic Test" genannt) stellt eine weiterführende Diagnostik und Ergänzung zur klinischen Funktionsanalyse dar. Sie besteht aus einer Reihe diagnostischer Tests, die das Kauorgan im Gegensatz zur klinischen Funktionsanalyse unter Funktion untersuchen. Die Stärke der Manuellen Strukturanalyse liegt in der Bestätigung tatsächlich bestehende dysfunktioneller Zusammenhänge. Durch ihre hohe Spezifität können falsch-positive Zuordnungen vermieden werden, die Sensitivität ist dafür niedriger.

Im ersten Untersuchungsabschnitt wird die Muskulatur einer isometrischen Belastungsprüfung unterzogen. Hierzu ist die Untersuchung in fünf Belastungsrichtungen nötig. Schmerzt der M. pterygoides lateralis bei Protraktion, so deutet dies auf eine Überbelastung hin, die z.B. dadurch zustande kommt, dass der Muskel einen zu weit dorsal stehenden Kondylus zur Entlastung nach ventral zieht.

Im zweiten Untersuchungsabschnitt werden die Kiefergelenke in Funktion untersucht. Dazu umfasst der Behandler den horizontalen Ast der Mandibula und führt nacheinander die passive Kompression (Belastungsprüfung in die Fossa hinein), die

Translation (Belastungsprüfung in der Horizontalebene) sowie die Traktion (Belastungsprüfung aus der Fossa heraus) aus.

Auch diese Auswertung wird durch eine Software *CMDmanu* erleichtert.

4.4 Zusammenfassung

	Klinische FAL	Manuelle SAL
Psychische Faktoren	Stress-Erfassung	-
Orthopädische Faktoren	Ortho-Screening	-
Muskulatur	Palpation	Isometrische Belastung
Kiefergelenke	Palpation	Kompression aktiv
	Auskultation	Kompression passiv
	Beweglichkeit horizontal	Translation
	Beweglichkeit vertikal	Traktion
	Resilienztest (Gerber)	Dynamische Kompression Dynamische Translation
Okklusion	Kontrolle Statik & Dynamik	-

PD Dr. Ahlers bekräftigt, dass die Kombination beider Untersuchungstechniken (Klinische Funktionsanalyse und Manuelle Strukturanalyse) eine qualitativ bessere Erfassung der Patientensituation und so eine individuelle, ursachenbezogene Funktionstherapie ermöglicht.

5 Instrumentelle Funktionsanalyse und Funktionstherapie

(PD Dr. M. Oliver Ahlers)

5.1 Modellherstellung, Bissnahme und Montage

Als Abformmaterial für Präzisionsmodelle empfiehlt PD Dr. Ahlers ein A-Silikon (z.B. Silagum Putty). Alginat ist bei Patienten mit eingeschränkter Funktion nur unter gewissen Umständen einsetzbar (nach Löffelindividualisierung bei anschließend sofortigem Ausgießen).

Drei Modellpaare sind erforderlich:

1. Modell: Original/ Doku/ Reserve
2. Modell: Behandlung
3. Schienenherstellung

Den Gesichtsbogen greift PD Dr. Ahlers am liegenden Patienten ab, da ansonsten durch die Schwerkraft der Gesichtsbogen nach unten zieht und die Ohrlive nach oben gedrückt wird.

In einer zweiten Sitzung registriert PD Dr. Ahlers die gelenkbezügliche Zentrallage. Ziel ist es, die Unterkieferposition in der initialen Rotation ohne Translation zu erfassen. Deshalb muss die Zentrikplatte (Eppendorfer Registrat) so dünn wie möglich gestaltet werden. Diese lässt er im Artikulator (UK habituell eingesetzt) aus einem Autopolymerisat (GC Ostron) herstellen und trägt im Labor bereits einen anterioren Jig auf. Die Verwendung einer Lichthärteplatte empfiehlt er nicht, da sich diese beim Aushärten verbiegt. Chairside trägt er dann vier Punkte aus Aluxwachs auf (Regionen 3 und 6/7), hält die Platte mit 2 Fingern und führt den Unterkiefer drucklos.

Danach erfolgt die Kondylenpositionsanalyse. Dabei wird die Lage der Kiefer zueinander dreidimensional in mehreren Kiefer- bzw. Kondylenpositionen (habituelle Okklusion/ Zentrik/ therapeutische Position) vergleichend vermessen. Dies ermöglicht einen quantitativen Vergleich der Kondylenposition mit verschiedenen Registraten (ggf. auch zu unterschiedlichen Zeitpunkten erstellt) und ohne Registrat. Die Vermessung kann mittels stationären Messinstrumenten (unter Verwendung von Kiefermodellen und Registraten im Artikulator) oder direkt am Patient (unter Verwendung von Instrumenten zur instrumentellen Bewegungsaufzeichnung)

erfolgen. Mittlerweile stehen auch stationäre Kondylenpositionsmessinstrumente zur Verfügung, die anstatt über eine Papieretikette elektronisch aufzeichnen (Reference E-CPM).

5.2 Schienentherapie

5.2.1 Aufbissbehelfe

Lotzmann teilte die Schienen in Aufbissbehelfe und Okklusionsschienen ein. Aufbissbehelfe sollen primär eine muskuläre Relaxation und eine Verbesserung der neuromuskulären Koordination bewirken. Ein Beispiel hierfür stellt die "Reflexschiene" mit anteriorem Aufbiss dar. Beim Anheben des Unterkiefers treffen nur die Unterkieferfrontzähne auf die plateauartige Aufbissfläche. PD Dr. Ahlers warnt vor diesen Schienen mit anterioren Jigs, da sie bei Patienten, die weiter pressen, eine starke Überbelastung der Frontzähne (Lockerung, Schmerzen) hervorrufen können. Außerdem ist die Entstehung eines frontal offenen Bisses möglich und der Aufbissbehelf kann verschluckt oder aspiriert werden.

Aqualizer rufen durch das Aufheben der Okklusion einen Entspannungseffekt hervor.

5.2.2 Okklusionsschienen

Okklusionsschienen sind Schienen mit gleichmäßiger Abstützung aller Zähne in zentrischer Kieferrelation (ersatzweise IKP) und (Front-) Eckzahnführung. Sie wirken als Äquilibrierungs-/ Stabilisierungsschienen in veränderter Kieferposition.

Die wissenschaftlich am besten untersuchte Okklusionsschiene stellt die Michiganschiene nach Ramfjord dar. Sie besteht aus einem planen Plateau im Seitenzahnbereich. Modifiziert wurde diese Schiene nach Ash, der weiche Mulden im Seitenzahnbereich einbrachte, wodurch die Schiene in diesem Bereich dünner gestaltet werden kann und eine "Freedom In Centric"-Okklusion möglich wird. Durch die Eckzahnführung geht die muskuläre Aktivierung im Seitenzahnbereich zurück, was eine gesteigerte Relaxation bedingt. Bei falscher Herstellung funktioniert die Modifikation allerdings nicht so gut wie das Original nach Ramfjord. Ein Nachteil der Michiganschiene stellt die gestörte Sprachfunktion durch die Bedeckung der Oberkieferfront dar.

Eine Alternative im Unterkiefer stellt die Tanner-Schiene dar. Sie ermöglicht ein reflektorisches Loslassen bei äquilibrierter Okklusion. Zahnbewegungen im Unterkiefer sind unmöglich. Als Nachteile sind jedoch zu nennen, dass bei Tragen der Schiene die Sprachfunktion ebenfalls beeinträchtigt ist, bei planer Kaufläche die Kieferposition instabil ist und keine Änderung der dentalen Führung möglich ist.

Die zweigeteilte Unterkieferschiene nach Freesmeyer mit Aussparung der Unterkieferfront erleichtert zwar die Phonetik, jedoch bringt sie das Risiko der Zahnwanderung (z.B. Elongation der Front) mit sich. Dies geschieht typischerweise bei Patienten mit Tendenz zum Engstand oder wenn Patienten weiterhin mit großen Kräften parafunktionieren.

Eine weitere Reduktion der Schiene um die Eckzahnfassung ("DIR-Schiene") empfiehlt PD Dr. Ahlers nicht, da die Okklusion aufgrund der fehlenden Pro- und Laterotrusion über die Eckzähne instabil wird. Der Patient rutscht in der Regel nach dorsal, da die Propriozeption der Frontzähne fehlt.

Insgesamt sollten die Schienen nur so kurz wie möglich zum Einsatz kommen. In der Initialen Funktionstherapie kommen Relaxierungsschienen zum Einsatz, in der fortgesetzten Funktionstherapie Positionierungsschienen.

Die folgenden Tabellen zeigen die Indikationen der unterschiedlichen Schienen:

Auswahl nach Tragezeit					
1. Tragezeit	Nur nachts		Nachts + tagsüber (außer beim Essen)		
2. TYP	Aqualizer	Michigan (Ramfjord)	Michigan (Ash)	Tanner (UK)	Freesmeyer (UK)

Auswahl nach Tragezeit					
1. Tragezeit	Nur nachts		Nachts + tagsüber (außer beim Essen)		
2. TYP	Aqualizer	Michigan (Ramfjord)	Michigan (Ash)	Tanner (UK)	Freesmeyer (UK)

Auswahl nach Therapieziel					
1. Ziel	Nur Detonisierung		Detonisierung + Äquilibration		
2. TYP	Aqualizer	Michigan (Ramfjord)	Michigan (Ash)	Tanner (UK)	Freesmeyer (UK)
3. Gestaltung der Kaufläche	Relaxierung plan	Positionierung mit Freiraum		Positionierung ohne Freiraum	
4. FZ-Führung	Eckzahnführung			Freedom in Centric	
5. Position	IK	HO	Z1	ZP	

Auswahl nach Therapieziel					
1. Tragezeit	Nur Detonisierung		Detonisierung + Äquilibration		
2. TYP	Aqualizer	Michigan (Ramfjord)	Michigan (Ash)	Tanner (UK)	Freesmeyer (UK)
3. Gestaltung der Kaufläche	Relaxierung plan	Positionierung mit Freiraum		Positionierung ohne Freiraum	
4. FZ-Führung	Eckzahnführung			Freedom in Centric	
5. Position	IK	HO	Z1	ZP	

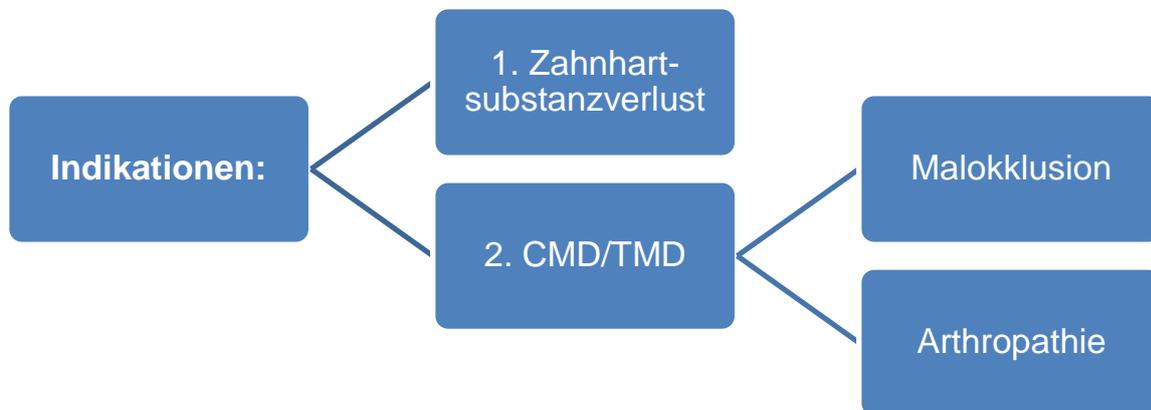
Auswahl nach Therapieziel					
1. Tragezeit	Nur Detonisierung		Detonisierung + Äquilibration + Stabilisierung der Position		
2. TYP	Aqualizer	Michigan (Ramfjord)	Michigan (Ash)	Tanner (UK)	Freesmeyer (UK)
3. Gestaltung der Kaufläche	Relaxierung plan	Positionierung mit Freiraum		Positionierung ohne Freiraum	
4. FZ-Führung	Eckzahnführung			Freedom in Centric	
5. Position	IK	HO	Z1	ZP	

6 Indikation für funktionswiederherstellende Restaurationen

(PD Dr. M. Oliver Ahlers)

In Einzelfällen (ca. 10%) kann es im Anschluss an funktionstherapeutische Behandlungen notwendig werden, die neu eingestellte Kieferposition mittels definitiven Restaurationen zu stabilisieren. Ziel ist es aber, durch die vorausgehenden Behandlungsschritte die irreversible restaurative Therapie möglichst vermeiden zu können.

In den folgenden Fällen ist eine Indikation für eine restaurative Rehabilitation gegeben:



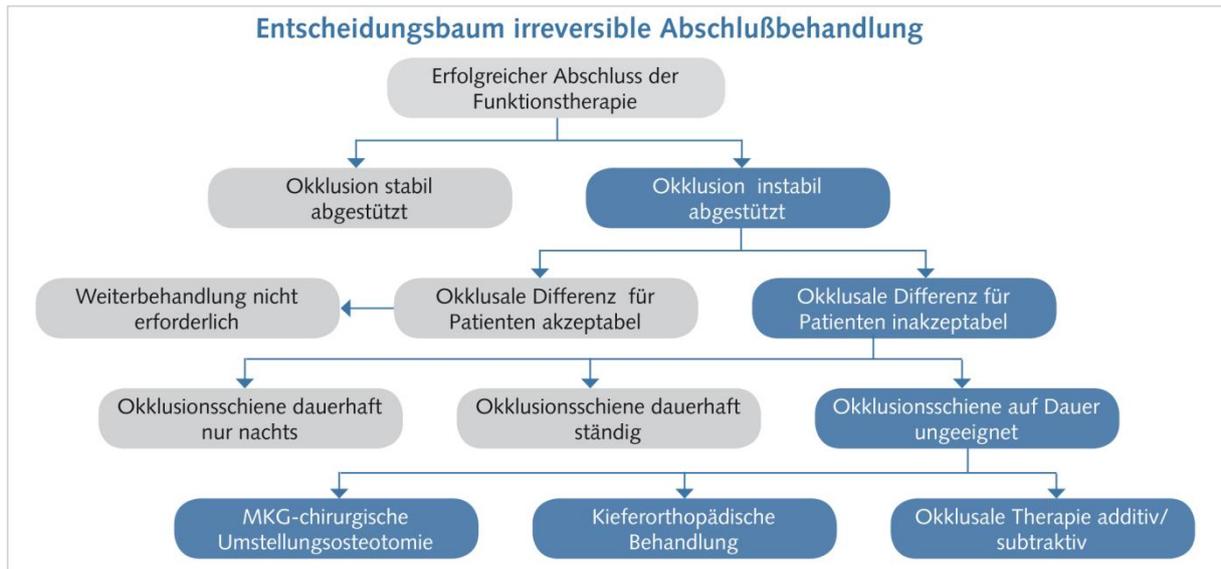
Beim Zahnhartsubstanzenverlust wird durch die Restauration der vertikalen Dimension ein Pulpa-Schutz aufgebaut und die Kaufunktion wieder hergestellt.

Ein Patient mit Myopathie braucht im Gegensatz zu CMD-Patienten mit Malokklusion oder Arthropathie nicht unbedingt einen Eingriff in die Vertikale.

Bei beiden Indikationsgruppen (Zahnhartsubstanzenverlust/ CMD) stellt die Durchführung der Funktionsdiagnostik eine wichtige Voraussetzung für die Behandlung dar. Patienten mit einer CMD müssen sich in jedem Fall vor der Restauration einer Funktionstherapie unterziehen. Bei Patienten mit Zahnhartsubstanzenverlust ist dies vom Ergebnis des Funktionsbefunds abhängig.

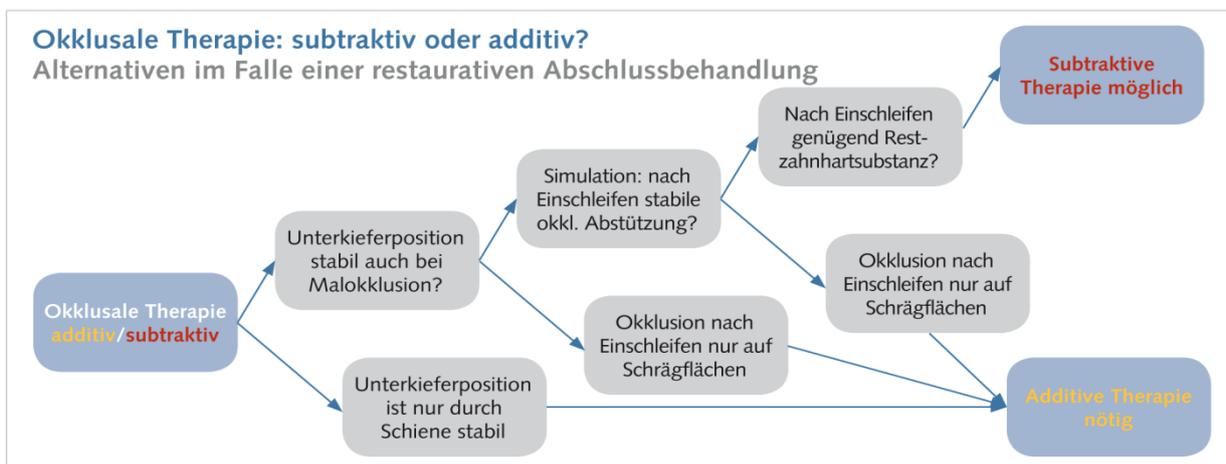
PD Dr. Ahlers plädiert bei der restaurativen Umsetzung für die indirekte Technik, sodass Patienten mit einer Funktionsstörung den Mund nicht so lange offen halten müssen.

Die folgende Abbildung von PD Dr. Ahlers zeigt einen Entscheidungsbaum mit der Indikation für eine Abschlussbehandlung mit irreversiblen Behandlungsverfahren:



Eine irreversible Abschlussbehandlung wird dann erforderlich, wenn die nach der Funktionstherapie eingestellte Kieferposition keine gleichmäßige okklusale Abstützung zeigt und eine Dauertherapie mittels einer Schiene keine Option darstellt.

Folgende Graphik gibt eine Entscheidungshilfe, ob eine okklusale Anpassung mittels restaurativer subtraktiver oder additiver Therapieverfahren indiziert ist:



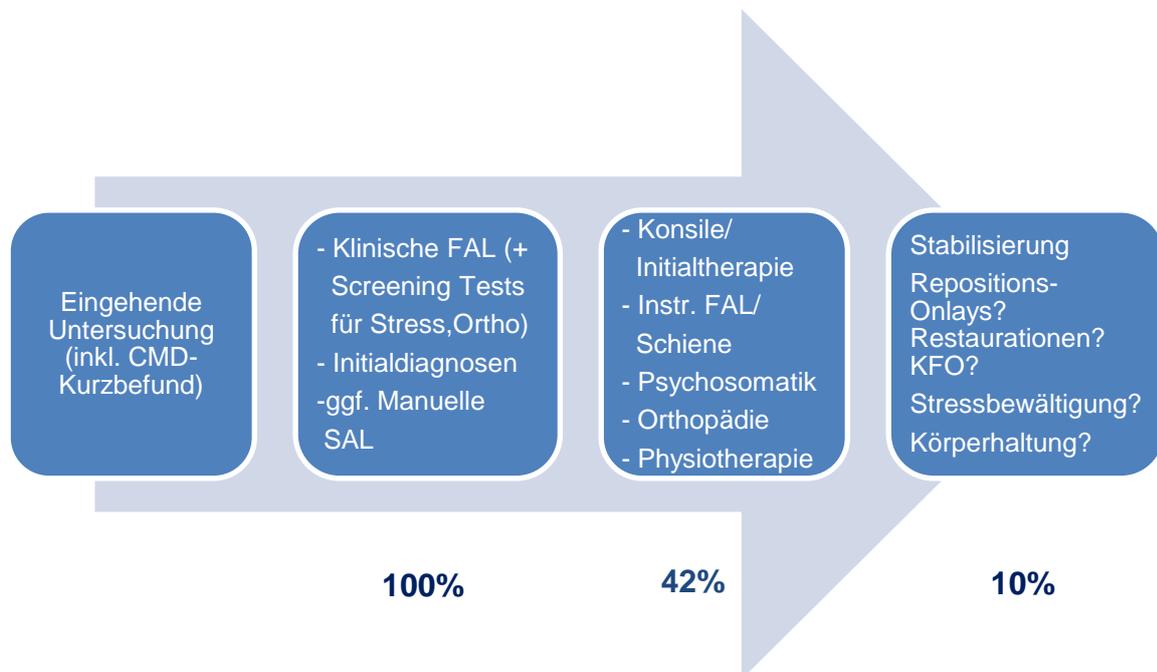
Bei der Zahnpräparation besteht ein zehnprozentiges Risiko, eine irreversible Pulpitis auszulösen. Pulpitische Beschwerden führen durch die Schmerzsensation dazu, dass das muskuläre Gleichgewicht ins Wanken kommt. Dies möchte man gerade bei Patienten mit Funktionsproblematiken vermeiden.

PD Dr. Ahlers demonstrierte uns als klinische Fallbeispiele Patienten mit vorliegender CMD, bei denen er nach einer initialen Funktionstherapie mit Physiotherapie und

Positionierungsschiene über ein Wax-Up und semipermanente Repositions-Onlays und -Veneers (PMMA) schließlich eine definitive Versorgung aus Keramik (Lithiumdisilikat) oder Metallkeramik (VMKs) herstellte. Er demonstrierte uns anhand einer Studie, dass semipermanente Versorgungen aus PMMA durchschnittlich 66 Tage halten, definitive Versorgungen aus Keramik innerhalb von fünf Jahren praktisch nicht verloren gehen. Für eine semipermanente Versorgung ist diese geringe Haltbarkeit laut PD Dr. Ahlers jedoch ausreichend.

Zusammenfassung:

Die Diagnostik- und Therapiekaskade nach Ahlers und Jakstat umfasst folgende Schritte:



Ziel ist es, den Patient nicht mit Hilfe von irreversible Restaurationen sanieren zu müssen.

7 Erosionen

(Prof. Dr. Thomas Attin)

7.1 Ätiologie, Erscheinungsformen & Folgen

7.1.1 Definition

Die Ursache von Erosionen sind chemischer Natur. Sie entstehen durch Säuren ohne die Beteiligung von Mikroorganismen [5]. Ab einem pH-Wert < 5-5,5 beginnt sich der Zahnschmelz aufzulösen, der kritische pH-Wert für Dentin liegt bereits bei 6-6,8. Kleine pH-Wert-Verschiebungen haben große Auswirkungen. Dabei korreliert der Zahnhartsubstanzverlust nicht 1:1 mit einem niedrigen pH-Wert: Eine Studie von Aykut-Yetkiner et al. zeigt, dass zähere Lösungen bei gleichem pH-Wert mit weniger Zahnhartsubstanzverlust vergesellschaftet sind. Dies liegt daran, dass der Ionenaustausch an der Nernst'schen Grenzschicht schlechter ist [6]. Das Beimengen von Calcium oder Phosphat macht Säuren außerdem unschädlich. Speichelersatzlösungen lösen demnach Zahnschmelz auf, da sie durch Konservierungsmittel schwach sauer sind und außerdem an Calcium und Phosphat untersättigt sind. Je visköser diese Lösungen deshalb sind, desto besser sind sie für den Erhalt des Zahnschmelzes [7].

7.1.2 Säureeinflüsse in der Mundhöhle

Getränke/Nahrung	Medikamente	Endogene Faktoren	Sonstige Exposition
Erfrischungsgetränke	Vitamin C	Reflux (Risiko, an Ösophaguskarzinom zu erkranken!)	Beruflich (Arbeiten in Batterie- oder Galvanowerken)
Früchte, Säfte	Acetylsalicylsäure	Regurgitation	Freizeit (Chlorschicht an der Wasseroberfläche im Schwimmbad bei tägl. Expositionszeit von 3-4h)
Essig	Eisenpräparate	Rumination	
Wein, Sekt	Asthmaspray	Chron. Erbrechen (Alkoholiker, Bulimie)	



Die Prävalenz schwerer Erosionen liegt bei 3% der unter 20-jährigen und 17% der unter 70-jährigen [8]. Auch bei Kindern treten bereits Erosionen auf [9].

Einen Risikofaktor stellt der Konsum saurer Getränke mehr als dreimal pro Tag dar. Im Durchschnitt konsumiert jeder Deutsche pro Jahr 120 Liter Erfrischungsgetränke, in den USA sind dies sogar 545 Liter pro Jahr [10].

Besondere Trinkgewohnheiten wie Gurgeln machen die Flüssigkeit durch den besseren Ionenaustausch an der Oberfläche noch erosiver.

Erosionen endogener Ursache sind meist im Oberkiefer okklusal und palatinal, im Unterkiefer okklusal und bukkal lokalisiert, wohingegen Erosionen exogener Ursache im Oberkiefer meist okklusal und bukkal, im Unterkiefer nur okklusal zu finden sind.

Eine Initialkaries stellt auch eine Form der Demineralisation dar, hat aber im Gegensatz zur Erosion eine intakte Oberfläche. Bei erosiven Veränderungen sind die Oberflächen defekt und somit exponiert. Eine Remineralisation ist deshalb im Gegensatz zur Initialkaries schwierig. Das Kollagen schützt das Dentin, da es nicht durch Säure aufzulösen ist, nutzt sich jedoch durch das Bürsten ab. Eine Studie von Bartlett et al. zeigt, dass ein Patient mit Erosionen innerhalb von sechs Monaten durchschnittlich 36,5 µm Zahnhartsubstanz abnutzt im Vergleich zu 3,7 µm in der Vergleichsgruppe [11]. Dies kann schließlich zu einer Pulpabeteiligung führen.

7.2 Präventive Ansätze

Folgende Ansätze dienen der Prävention von Erosionen:

- Verringerung der Frequenz von Säureangriffen
- Änderung der Ernährungsgewohnheiten
- Modifikation saurer Noxen
- Umstellung der Zahnputzgewohnheiten
- Stabilisierung der Speichelpellikel
- Intensiv-Fluoridierung, Schutz der Oberfläche, Remineralisation

Die Fluoridpräparate zur Intensivfluoridierung sollten entweder leicht sauer (z.B. Elmex Gelee, Elmex Fluid), guthaftend (z.B. Duraphat) oder hochkonzentriert sein. Eine Studie von Attin et al. zeigt, dass die Behandlung von Schmelzerosionen mit einem sauren Fluorid-Gel (z.B. Elmex Gelee, pH-Wert = 4,5) in der Herstellung eines höheren Abrasionswiderstands am Zahn resultiert im Vergleich zur Behandlung mit einem neutralen, fluoridhaltigen Gel [12]. Bei erniedrigtem pH-Wert der Fluoridlösung konnten Saxegaard und Rolla nämlich eine Steigerung der CaF_2 -Bildung feststellen [13]. Einen guten Erosionsschutz bietet die Elmex Mundspülung "Erosionsschutz" durch die Einlagerung von Zinn in den Schmelz [14-16]. Tooth Mousse schützt dagegen im Vergleich zu einem Fluorid-Gel weniger effektiv vor Erosionen [17]. In einer Studie von Aykut-Yetkiner et al. wurden verschiedene Zahnpasten mit antierosiven Formeln (*Apacare*: NaF/ 1% nHAP; *Biorepair*: ZnCO_3 -HAP; *Chitodent*: Chitosan; *Elmex Erosionsschutz*: NaF/AmF/SnCl₂/Chitosan; *Mirasensitive hap*: NaF/ 30% HAP; *Sensodyne Proschmelz*: NaF/KNO₃) untersucht. Das Fazit war, dass diese Zahnpasten zwar Dentinerosionen reduzieren, aber konventionellen fluoridhaltigen Zahnpasten (*Elmex*: AmF) nicht überlegen sind [18]. Oberflächenversiegler wie *Seal & Protect* schützen den Zahn bis zu acht Monate lang effektiv vor Erosionen. Sowohl vor der ersten Versiegelung als auch vor der Wiederversiegelung ist eine Reinigung mit einer Paste ausreichend. Selbst bei der Schnellpolymerisation sind sowohl die Dichtigkeit als auch die Biokompatibilität des Versieglers ausreichend [19].

7.3 Therapiemöglichkeiten mit direkter Adhäsivtechnik

Erosionen/ Abrasionen führen zu einer Veränderung der vertikalen Dimension. Tritt dabei eine Kondylusverlagerung auf, so verlagert sich der Kondylus meist nach hinten oben. Hauptsächlich kommt es jedoch zu einer Senkung der Bisslage mit "reiner" Rotation im Kiefergelenk. Diese Senkung kann durch die Bisshebung wieder aufrotiert werden. Bei einer Bisshebung um bis zu 4mm (gemessen an den Inzisalkanten) ist dazu ein arbiträrer Gesichtsbogentransfer ausreichend [20]. Im Allgemeinen wird eine Erhöhung der Vertikalen von den Patienten gut toleriert [21].

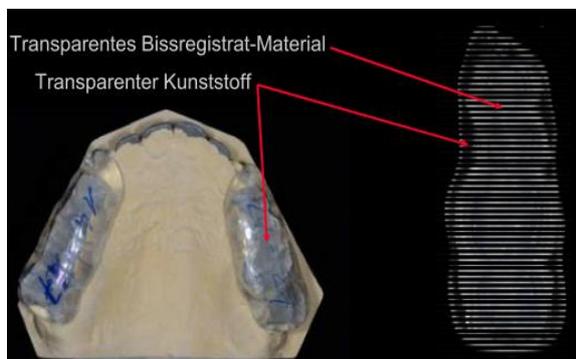
Es werden verschiedene Strategien zur Bisshebung im Abrasionsgebiss verfolgt:

- Schienenvorbehandlung
- Prinzip nach Dahl (der Biss wird durch einen Aufbiss in der OK-Front gesperrt)

-> Seitenzähne elongieren -> bei 80% wird eine komplette posteriore Okklusion wieder erlangt) [22-24]

- Direkte Adhäsivtechnik
- Indirekte Versorgungen

Prof. Attin ging näher auf Kompositrestaurationen zur Versorgung komplexer Zahndefekte ein. Ein Review zeigt, dass nach 22 Jahren noch durchschnittlich 60% der Restaurationen in Situ sind [25]. Eine Studie von Frese et al. zeigt nach fünf Jahren eine Gesamtüberlebensrate von knapp 85%, sodass die direkte Kompositrestauration in Fällen, in denen ein non- oder minimalinvasives Vorgehen indiziert ist, als gute Therapiealternative zu laborgefertigten Restaurationen gesehen werden kann [26]. Komposit-Restaurationen können auch als Vorbereitung für spätere indirekte Restaurationen dienen. In diesem Fall kann der Komposit-Aufbau durchgehend ohne Approximalkontakte gestaltet werden. Mit Hilfe einer Miniplast-Schiene, die über einem aufgewachsenen Modell tiefgezogen wird, wird die Bisserrhöhung in den Mund übertragen. Distal und in der Front wird die Schiene an unaufgebauten



Zähnen abgestützt [27]. Alternativ stellte uns Prof. Attin zur Übertragung der Bisserrhöhung vom Modell in den Mund eine Weich-Harte-Doppelschiene vor, die außen aus Palapress und innen aus einem transparenten A-Silikon (Transparent Elite) besteht.

Kann aufgrund zu starker Erosion zum Zahnaufbau kein Kofferdam angelegt werden, so baut Prof. Attin die Zähne von Hand auf supragingivales Niveau auf, strahlt das Komposit mit Aluminiumoxid ab und baut den restlichen Zahn mit Kofferdam auf. Zaruba et al. zeigen, dass es für die eingebrachte Restauration keinen Unterschied darstellt, ob die Stufe vorher durch Komposit angehoben wird oder ob im Dentin geklebt wird [28]. Nachbarzähne, die nicht durch Komposit bedeckt werden sollten, können mit einem Teflonband abgedeckt werden. Das Low-Flow Material wird auf die Zahnstümpfe aufgetragen, visköseres erwärmtes Komposit in die Schiene appliziert.

Der vorgewärmte Kunststoff kann bei der Applikation leichter abfließen. Durch die Schiene hindurch wird das Material kurz angehärtet, sodass Überreste gut entfernt werden können. Danach erfolgt die vollständige Aushärtung. Proxoshape Flexible Feilen eignen sich sehr gut zum approximalen Ausarbeiten der Restaurationen. Studien zeigen, dass die Qualität der Restaurationen auch nach 5,5 Jahren immer noch gut ist. Randverfärbungen können nachpoliert werden [29, 30].

7.4 Mögliche Probleme

Mögliche Probleme durch die Erhöhung der Vertikalen stellen die Myoarthropathie, der Adhäsionsverlust, Frakturen, unzureichende Compliance sowie die Abrasion der Restaurationen dar.

In einem Review von Abduo et al. konnte nach Erhöhung der vertikalen Dimension kein negativer Einfluss auf das Kiefergelenk festgestellt werden, die muskuläre Adaptation an die neue Situation fand nach wenigen Tagen/Wochen statt. Eine Schienenvorbehandlung wird bei Kiefergelenksbeschwerden bzw. CMD oder bei einer vertikalen Erhöhung, die über die Ruheschwabe oder fünf Millimeter hinaus geht, empfohlen. Bei der Schienentherapie treten im Vergleich zur Therapie mit festsitzenden Restaurationen häufiger Beschwerden auf, da die Schienentherapie stark von der Compliance der Patienten abhängt [31].

Gründe für den Adhäsionsverlust von Restaurationen können sklerosiertes oder hypermineralisiertes Dentin, MMP-Aktivierung oder Kontamination bei der Anwendung der Adhäsivtechnik sein. Sowohl mit Hybrid- als auch mit Nanokompositen fährt man bezüglich der Abrasionsgefahr nicht schlecht. Zu Beginn sind die Abrasionen am stärksten und schwächen über die Monate ab [32, 33].

Sollte man aufgrund dieser Problematiken doch besser Keramik verwenden?

Sieht man sich hierzu Studien mit Keramiken an, so waren bei einer Studie von Peumans et al. über zehn Jahre zwar nur vier Prozent Erneuerungen nötig, jedoch mussten 28% korrigiert werden [34]. Was Frakturen angeht, so hat Komposit bei dünnen Schichten sogar eine bessere Biegefestigkeit als Keramik.

Prof. Attin bekräftigt deshalb, kein schlechter Zahnarzt zu sein, nur weil man mit Komposit restauriert anstatt mit einer vom Techniker gelieferten Keramik.

8 Nicht-kariöse Zahnhalsdefekte

(Dr. Uwe Blunck, Prof. Dr. Thomas Attin)

8.1 Erscheinungsformen

Die Erscheinungsformen nicht-kariöser Zahnhalsdefekte sind vielfältig: Sie können als Mulden, Keile, Kerben oder Spalten imponieren. Die Prävalenz beträgt 30-35%, wobei bei den 35-44-jährigen im Durchschnitt 0,5 Zähne, bei den 65-74-jährigen 1,2 Zähne betroffen sind.



Unter nicht-kariesbedingten Zahnhalsdefekten sind die Abrasion, die Attrition, die Erosion, sowie die Abfraktion zu nennen. Als Abrasion wird ein Zahnhartsubstanzverlust durch mechanische Ursachen (Reibung) bezeichnet. Bei der Attrition



tritt dieser Zahnhartsubstanzverlust durch Zahn-zu-Zahn-Kontakt auf. Abfraktionen sind Defekte, bei denen exzentrische biomechanische Kräfte als Ursache angenommen werden, die zu Aussprengungen von Zahnfragmenten führen [35].

8.2 Entstehung

Die Ätiologie der nicht-kariösen Zahnhalsläsionen ist unklar und multifaktoriell bedingt [36-38]. Als mögliche Auslöser sind Zahnstress (piezoelektrische Phänomene, geringe Zugfestigkeit des Schmelzes, okklusale Überbelastung, Parafunktionen, Gruppenführung, falsche Zahnputztechnik) oder Säuren zu nennen. Eine Studie von Bartlett et al. zeigt, dass nicht-kariöse Zahnhalsdefekte eine starke Assoziation zu erosivem Verhalten zeigen [39]. Die Resultate aus zwei unterschiedlichen Studien von Brandini et al. lassen einmal schlussfolgern, dass eine starke Assoziation zu okklusaler Überbelastung besteht, wohingegen nach einer zweiten Studie Parafunktionen keine Grundbedingung für nicht-kariöse Zahnhalsdefekte darstellen sollen [40, 41]. Diese Schwankungen zeigen, dass nicht-kariöse Zahnhalsdefekte häufig zusammen mit Parafunktionen einhergehen, jedoch Parafunktionen kein Muss für die Entstehung dieser Defekte sind.

In einer Studie von Heasman et al. korrelierte die Frequenz des Zähneputzens (> 2x am Tag) sowie die Putztechnik (horizontales Schrubben) mit gingivalen Rezessionen und nicht-kariösen Läsionen. Die Auswirkungen der Härte oder der Beschaffenheit der Zahnbürste (elektrische Zahnbürste vs. Handzahnbürste) sind noch unklar [42].

8.3 Versorgung

Zur Therapie von Hypersensibilitäten liegt derzeit kein Goldstandard vor [43]. Deshalb gibt es viele verschiedene Ansätze auf dem Markt. Folgende Produkte können empfohlen werden:

Häusliche Anwendung	Professionelle Anwendung
Zinn-Fluorid (Oral-B Pro-Expert)	Resin-basierte Versiegler (Seal & Protect, Gluma)
Arginin (Elmex Sensitive Professional)	Lacke (Duraphat, Bifluorid)
Ca-Na-Phosphosilikat (Novamin)	
Strontium-Chlorid (Sensodyne)	

Als Therapiemaßnahmen stehen die Erhaltungstherapie (Versiegelung, Instruktion) oder die restaurative Therapie (Füllung mit plastischen Materialien) zur Verfügung. Oberflächenversiegler wie zum Beispiel "Seal & Protect" können intermediär eingesetzt werden und verhindern den weiteren Substanzverlust durch Erosion um bis zu acht Monate [44].

8.4 Füllungstherapie

Die Restaurative Therapie ist dann gefragt, wenn die Pulpa durch starken Substanzverlust gefährdet ist, die Läsion Progredienz zeigt, die Hygienefähigkeit oder Ästhetik eingeschränkt sind, sowie bei Hypersensibilität.

Als Mittel der Wahl gelten Komposite [45]. Durch die Möglichkeit einer substanzschonenden Präparation bei guten ästhetischen Ergebnissen sind sie alternativen Füllstoffen wie Glasionomern oder Kompomeren überlegen. Dabei bieten besonders Flowables aufgrund ihres geringeren E-Moduls Vorteile.

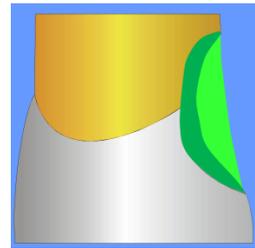
Das Dentin sollte mit einem Rosenbohrer angefrischt werden, da sklerosiertes oder hypermineralisiertes Dentin eine geringere Hybridschicht bildet [46, 47]. Außerdem

sollte z.B. mit einem Kugeldiamant eine definierte Präparationsgrenze angelegt werden. Der Schmelz sollte angeschrägt werden.

Ist der zervikale Kavitätenrand nicht kontrollierbar, sodass die Gefahr einer Blutung besteht, empfiehlt Dr. Blunck zu gingivektomieren. Eine Kontaminationskontrolle kann dann mittels Fäden, Zervikalmatrizenbändern oder Kofferdam (eine Cervikalklammer, z.B. 214 von Hager und Werken verdrängt die Gingiva nach zervikal; ggf. kann der Kofferdam mit Histoacryl abgeklebt werden) erreicht werden.

Unterfüllungen oder Liner empfiehlt Dr. Blunck nicht, da sich die Haftfläche dadurch verkleinert. Die selektive Phosphorsäureätzung stellt das Vorgehen der Wahl dar. Bei der Auswahl des Adhäsivsystems sollte derzeit noch Systemen mit längerer klinischer Erfahrung (Optibond FL, Syntac,...) Vorzug gegeben werden. Von den Universaladhäsiven genießt das Scotchbond bereits eine vier-jährige Anwendungsphase.

Der kleine C-Faktor (= Verhältnis von ungebundenen zu gebundenen Flächen) ist bei Zahnhalskavitäten günstig. Ziel ist es, durch die korrekte Komposit-Applikation die Schrumpfkraft zu reduzieren. Dazu sollte zuerst der Kavitätenboden gefüllt werden, danach die Oberfläche.



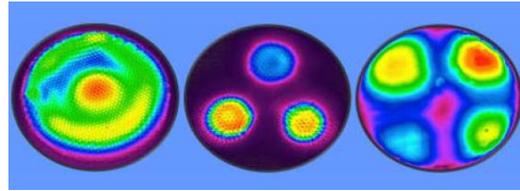
Die korrekte Lichthärtung beeinflusst außerdem die Qualität einer Kompositrestauration wesentlich.

Total-Energy-Concept:

$$\begin{aligned} \text{Belichtungs-dosis} &= \text{Bestrahlungsintensität} \times \text{Belichtungszeit} \\ &= 16\,000 \text{ mWs/cm}^2 \end{aligned}$$

Die Lichtintensität beeinflusst den Schrumpfstress und das Randverhalten. Studien zeigen, dass ein besseres Verhalten bei der "Soft-Start-Polymerisation" erfolgt [48-50]. In Vivo konnte eine Überlegenheit jedoch noch nicht gezeigt werden. Wichtig ist, die Lichtintensität der Polymerisationslampen in der Praxis regelmäßig zu überprüfen und diese ggf. zu warten.

Bei der Auswahl des Lichtgeräts ist das Profil der Lichtintensität essentiell. Die maximale Lichtenergie sollte nicht nur punktuell auf den Lichtleiter verteilt sein, sondern flächig.



Die Hitzeentwicklung während der Lichthärtung ist vor allem am Zahnfleisch nicht unwesentlich. Dies liegt daran, dass die Farbe "Rot" das blaue Licht am stärksten absorbiert.

Nach Ausarbeiten der Restauration (z.B. mit Soflexscheiben) und Politur (Cell-Brush ist besser als Okklubrush) ist das Auftragen neutraler Fluoridpräparate (z.B. Duraphat) für die Kompositoberfläche besser als von sauren Präparaten (z.B. Elmex Fluid) [51].

8.5 Prognose

Ein systematischer Review von Peumanns et al. zur Untersuchung verschiedener Adhäsivtechniken und Materialien zeigt, dass auf kurze Sicht sämtliche Verfahren zu funktionieren scheinen. Nach über fünf Jahren Beobachtungszeitraum schneidet jedoch die klassische 3-Schritt Etch&Rinse-Technik gegenüber selbstätzender Produkte und dem Glasionomierzement am besten ab. Allerdings ist die Streuung zwischen den einzelnen Studien stark [52].

Bezüglich der Beschaffenheit des Komposits (Flowable vs. stopfbares Komposit) gibt es keine Präferenz nach Studienlage. Beide Varianten funktionieren.

8.6 Zusammenfassung

Die Ätiologie nicht-kariöser Zahnhalsdefekte ist oft unklar. Für die Therapie von Hypersensibilitäten gibt es keinen Goldstandard. Intermediär kann ein Versiegler eingesetzt werden. Als definitive Restauration gilt das Komposit als Material erster Wahl.

9 Adhäsive Befestigung am Zahn und an Restaurationen

(Dr. Uwe Blunck)

Der adhäsive Verbund zwischen zwei Substratoberflächen besteht primär aus einer mikromechanischen Retention. Hierfür müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein: Die Oberfläche muss rau und gut benetzbar sein. Außerdem wird eine möglichst niedrig visköse Flüssigkeit benötigt, die in die raue Oberfläche eindringen kann.

9.1 Vorbehandlung der Substratoberflächen

Zur Erzielung einer rauen Oberfläche sollten die Substrate wie folgt vorbehandelt werden:

	Substrat	Vorbehandlung
chemisch	Schmelz/ Dentin	Phosphorsäure/ saure Monomere
	Glasbasierte Keramik	Flussäure
mechanisch	Komposit	Präparierdiamant
	Oxidkeramik Metall Komposit	Pulverstrahlen Al ₂ O ₃ -Pulver CoJet SiJet

Zur Erzielung einer besseren Benetzbarkeit sollten die Substrate wie folgt vorbehandelt werden:

	Substrat	Vorbehandlung
chemisch	Schmelz	Bereits durch Anätzen mit Phosphorsäure erfolgt
	Glasbasierte Keramik	Silane
	Oxidkeramik Metall Komposit Schmelz & Dentin	Primer

Oxidkeramiken (bei nachfolgender adhäsiver Befestigung) und Metall sollten nicht mit Phosphorsäure vorbehandelt werden. Ursache ist ein Andocken der Phosphorsäure an die Keramikoberfläche mit Blockade der Bindungsstellen für den späteren adhäsiven Vorgang.

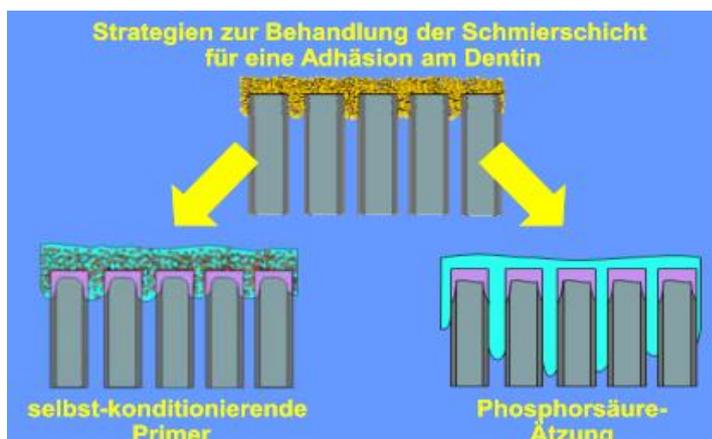
9.2 Haftmechanismus am Schmelz

Ziel ist es, durch Herauslösen von Hydroxylapatit mit einer Säure (Phosphorsäure, saure Monomere) ein retentives Ätzmuster zu erhalten. Die Konzentration der Phosphorsäure sollte 35-40% betragen. Auf dem präparierten Schmelz sollte sie 30 Sekunden, auf dem unbehandelten Schmelz (z.B. bei der Fissurenversiegelung) 60 Sekunden einwirken. Nachfolgend sollte sie für mindestens 15 Sekunden abgespült werden, um die durch den Ätz-Vorgang entstehenden Präzipitate zu entfernen (= Etch&Rinse-Technik). Es entsteht eine milchig-trübe, opake Oberfläche.

Saure Monomerlösungen haben eine geringere Säurekapazität. Sie werden appliziert und nicht abgespült.

Die Ätzung führt zu hoher Oberflächenenergie mit der Gefahr der Kontamination durch Benetzung mit Speichel, Blut und Sulkusfluid.

9.3 Haftmechanismus am Dentin



Um einen stabilen Verbund zwischen Dentin und Komposit zu erreichen, muss die Schmierschicht entfernt (Phosphorsäure) oder modifiziert (saure Monomere) und gleichzeitig das oberflächliche Dentin demineralisiert werden.

Das lockere Kollagenfasergeflecht kann durch zu starke Austrocknung leicht kollabieren. Die Demineralisationstiefe ist abhängig von der Ätzzeit und Applikationsart. Die empfohlene Ätzzeit im Dentin beträgt 15-30 Sekunden. Dies resultiert in einer ausreichend tiefen demineralisierten Dentinschicht, aber ermöglicht dem Primer noch, in diese Tiefe zu infiltrieren. Diffundiert der Primer nämlich nicht komplett bis in die angeätzte Tiefe, so entstehen an diesem Übergang Sollbruchstellen. Die aufgetragene Lösung sollte zur besseren Wirksamkeit in

Bewegung gehalten werden (ca. 30 Sekunden). Aktives Reiben des Microbrush auf dem Ätzmuster sollte bei der Etch&Rinse-Technik vermieden werden. Bei der Self-Etch-Technik führt dagegen aktives Einreiben des Primers zu höheren Haftwerten.

Wird der Ätzzvorgang mit sauren Monomeren durchgeführt, so werden diese aufgetragen und nur verblasen. Für das Dentin ist die Anwendung von sauren Monomeren schonender. Eine Beendigung der Säurewirkung tritt durch den Verbrauch der Säure (durch das Herauslösen von Hydroxylapatit) und nach Verdunsten des Lösungsmittels (Wasser) ein.

Das Dentinadhäsiv stellt nachfolgend die Verbindung zwischen dem Hydrophilen Dentin und dem hydrophoben Komposit her. Es muss der Polymerisationsschrumpfung entgegen halten können. Aufgrund von fehlenden Langzeitergebnissen empfiehlt Dr. Blunck deshalb, mit Universaladhäsiven noch vorsichtig umzugehen.

Beim Klebevorgang einer Keramik-/ Komposit-Restauration sollte das Adhäsiv vor Applikation des Befestigungskomposits ausgehärtet werden, da dadurch eine höhere Haftung und bessere Randdichtigkeit erreicht wird. Obwohl die Schichtstärke des ausgehärteten Adhäsivs 8-20 µm beträgt, zeigt die praktische Erfahrung keine Platzprobleme. Dieser Platz für das Adhäsiv könnte durch den Abtrag der Keramik, des Schmelzs und des Dentins durch den Ätzzvorgang, sowie durch das Ausblocken der Modelle geschaffen werden.

Durch einen eugenolhaltigen Provisorien-Zement wird die Haftung einer adhäsiven Restauration am Zahn zwar reduziert, jedoch nicht eliminiert. Dr. Blunck empfiehlt, die Kavität vor dem adhäsiven Einsetzvorgang mit *Clinpro* zu reinigen (nicht mit Al_2O_3 , da dies zu abrasiv ist und dadurch die Kavität weiter präpariert werden kann).

9.4 Haftmechanismus an der Keramik

9.4.1 Glaskeramik

Beim Anätzen von Glas-basierter Keramik mit Flusssäure muss beachtet werden, dass die Restauration penibel bis an die Restaurationsgrenzen angeätzt wird. Lithiumdisilikatkeramiken sollten maximal für 20 Sekunden angeätzt werden, da sie ansonsten in ihrer Struktur geschwächt werden. Ziel ist es, bei Glaskeramiken durch

selektive Ätzung der Glasphase mit Flusssäure eine retentive Oberfläche zu schaffen.

Die Flusssäure ist ein starkes Kontaktgift. Die Gefährlichkeit wird dadurch noch erhöht, dass es sofort von der Haut resorbiert wird. Dadurch ist eine Verletzung tieferer Gewebeschichten und sogar des Knochens möglich, ohne dass die Haut äußerlich sichtbar verletzt ist. Eine Handteller große Verletzung kann durch resorptive Giftwirkung sogar tödlich wirken. Eine warnende Schmerzwirkung tritt oft erst verzögert nach Stunden auf. Selbst Betäubungsmittel sind dann zur Schmerzstillung fast wirkungslos. Allein die gepufferte Flusssäure (Porcelain Etch von Ultradent) ist für den intraoralen Gebrauch zugelassen. Sie sollte jedoch aufgrund zu starker Präzipitatbildung nicht auf Schmelz und Dentin aufgetragen werden, da der weitere Klebevorgang dadurch behindert wird [53]. Bei einer Keramikfraktur mit nachfolgender Reparaturfüllung sollte deshalb idealerweise das Dentin zuerst mit einem Flowable vorbehandelt werden und nachfolgend mit CoJet abgestrahlt werden. Dann kann ein selektives Anätzen der Keramik mit Flusssäure erfolgen.

Eine Alternative zur Flusssäure stellt das *Monobond Etch&Prime* von Ivoclar dar. Die Ätzung (durch Ammoniumpolyfluorid, APF) und Bildung von hochwirksamen Silanolen erfolgt in einem Arbeitsschritt. Dazu wird die Flüssigkeit zur Reinigung der Keramikoberfläche für 20 Sekunden aktiv eingerieben und für weitere 40 Sekunden zur Ätzung der Keramikoberfläche belassen. Das nachfolgende Absprühen mit Wasser entfernt das APF und führt beim Trocknen der Oberfläche zu einer Reaktion der Silanole. Für die intraorale Anwendung ist diese Flüssigkeit jedoch ebenfalls nicht zugelassen. Langezeitergebnisse hierzu fehlen ebenfalls. Bislang zeigen die Ergebnisse der Anwendung von *Monobond Etch&Prime* noch eine große Streubreite, sodass Dr. Blunck zunächst weiterhin die Anwendung von *HF + Monobond Plus* empfiehlt.

Die nachfolgende Silanisierung der Glaskeramik dient der chemischen Verbindung mit der Oberfläche des Werkstücks und erhöht die Benetzbarkeit. Bei Einkomponenten-Silanen (*Espe Sil, Monobond Plus, Nexus Silane, Silicer*) wird durch Feuchtigkeit die Hydrolyse initiiert. Zweikomponenten-Silane (*Hoggmann's Silan*) sind diesbezüglich nicht anfällig.

9.4.2 Oxidkeramik

Oxidkeramiken sind nicht ätzbar. Die Rissbildung in Oxidkeramiken wird durch Umwandlung der tetragonalen Phase (Korngröße < 0,5 µm) in die größere monokline Phase unterdrückt. Man dachte deshalb, dass sich die Körnchen durch das Abstrahlen im Randbereich bereits in eine monokline Phase umwandeln und der "Airbag" im Fall einer Rissbildung somit bereits verbraucht ist. Studien zeigen jedoch, dass Oxidkeramiken als Vorbehandlung abgestrahlt werden sollten, vor allem dann, wenn adhäsiv eingesetzt wird. Die Vorbehandlung von Zirkonoxidkeramik mit Al₂O₃ sollte dabei mit reduziertem Druck erfolgen, auch wenn kein signifikanter Unterschied bezüglich einer Rissbildung bei starkem oder leichtem Druck nachgewiesen werden konnte [54].

Studien belegen höhere Haftwerte nach Einsatz von CoJet an nicht glasbasierten Keramiken [55, 56]. Dieses Pulver besteht aus SiO₂-Sand (= Silikat-beschichtetes Al₂O₃-Pulver; 30 µm-Partikel) und erzeugt eine silikatisierte mikroretentive Oberfläche, die mit Silanen weiterbehandelt werden kann.

Cave: CoJet bewirkt eine signifikante Reduktion der Haftwirkung im Dentin [57]!

Nachfolgend wird ein Phosphat- oder Phosphonat-Monomer-Primer (*Clearfil Ceramic Primer/ Zirconia Primer*) aufgetragen. Primer sind oberflächenaktive Substanzen, die die Benetzbarkeit von Substratoberflächen erhöhen. Der *Clearfil Ceramic Primer* enthält neben dem bewährten Haftmonomer MDP für die Bindung an die Zahnhartsubstanz den Silanhaftvermittler MPS, der eine starke Haftung an die Keramik vermittelt.

9.5 Haftmechanismus an Komposit

Die Herstellung einer rauen Oberfläche kann durch Aufrauen mit einem Karborund-Schleifer oder Präparierdiamant erfolgen [58]. Außerdem kann eine mikroretentive Oberfläche durch Abstrahlen mit Al₂O₃-Partikel, Rocatec Pre und Rocatec Plus oder CoJet-/ SilJet-Sand erfolgen. Eine Vorbehandlung mit Phosphorsäure reinigt die Kompositoberfläche.

Strahlgut wie Natriumbikarbonat, Kalziumkarbonat, Glycin oder Aluminiumhydroxid dienen nur der Reinigung von Verfärbungen.

Cave: Bicarbonat beeinträchtigt sogar die Haftung am Dentin!

Deshalb sollte vor einem Klebevorgang nicht damit gereinigt werden.

9.6 Haftmechanismus an Metall

Metall wird mit Al_2O_3 abgestrahlt und zur Erhöhung der Benetzbarkeit mit einem Metall-Primer vorbehandelt. Hierbei können der *Alloy-Primer* und das *Monobond Plus* äquivalent eingesetzt werden. Azimian et al. untersuchten die Haftung von Befestigungskomposit an verschiedenen Substratoberflächen nach Vorbehandlung mit unterschiedlichen Primern (Silikatkeramik: *Monobond S* (veraltet, reines Silan); Oxidkeramik: *Clearfil Ceramic Primer*; Metall: *Alloy Primer*) im Vergleich zum Universal-Primer (*Monobond Plus*). Statistische Analysen zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen den Kontroll- und Testgruppen, sodass der Universal-Primer *Monobond Plus* eine vielversprechende Alternative für diese Materialien darstellt [59].

9.7 Zusammenfassung

Substrat	Vorbehandlung zur adhäsiven Befestigung <u>von</u> Restaurationen
Keramik (glasbasiert)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reinigung mit Phosphorsäure besser als Aceton; Nicht bei Oxidkeramiken! 2. Flusssäure (Porcelain Etch, nur 20s) 3. Silan (z.B. Hoffmanns Silan) oder Universal-Primer (z.B. Monobond Plus)
Keramik (Oxidkeramiken)	<ol style="list-style-type: none"> 1. CoJet (3M Espe)/ SilJet (Danville); ZrO₂: Al₂O₃ (50 µm, 0,5-1 bar) 2. Universal-Primer
Metall	<ol style="list-style-type: none"> 1. CoJet (3M Espe)/ SilJet (Danville)/ Al₂O₃ (50 µm, 2,5 bar) 2. Universal-Primer
Komposit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Al₂O₃ (50 µm) 2. Silan oder Universal-Primer

Substrat	Vorbehandlung zur adhäsiven Befestigung <u>an</u> Restaurationen
Keramik (glasbasiert)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reinigung mit Phosphorsäure besser als Aceton; Nicht bei Oxidkeramiken! 2. Flusssäure / Al₂O₃ 3. Silan oder Universal-Primer 4. Adhäsivsystem (z.B. Optibond FL, Syntac Classic)
Keramik (Oxidkeramiken)	<ol style="list-style-type: none"> 1. CoJet / SilJet; ZrO₂: Al₂O₃ 2. Universal-Primer 3. Adhäsivsystem
Metall	<ol style="list-style-type: none"> 1. CoJet / SilJet / Al₂O₃ 2. Universal-Primer 3. Adhäsivsystem
Komposit	<ol style="list-style-type: none"> 1. CoJet / SilJet / Al₂O₃ /Präparierdiamant 2. Reinigung mit Phosphorsäure (keine Ätz-Wirkung!) 3. Silan oder Universal-Primer 4. Adhäsivsystem (2-Flaschen E&R/Universaladhäsiv)

10 Adhäsivsysteme

(Dr. Uwe Blunck)

10.1 Selektive Schmelzätzung

Bei dieser Ätztechnik wird nur der Schmelz angeätzt und das Dentin nachfolgend mit einem sauren Primer konditioniert. Da der Abspülvorgang auf dem Dentin fehlt, bleibt die Schmierschicht vorhanden und wird nachfolgend modifiziert. Diese Technik kommt neuerdings wieder verstärkt mit selbstätzenden Adhäsiven und den neuen Universal-Adhäsiven zum Einsatz. Universal-Adhäsive dienen als Primer für sandgestrahlte Metalle/ Zirkonoxid/ Oxidkeramik und flusssäuregeätzte Glaskeramik. Sie sind neben der selektiven Schmelzätzung auch anzuwenden im Etch&Rinse-System oder einfach nur als selbstätzendes Adhäsiv. Universaladhäsive haben einen pH-Wert > 2,5 und sind freigegeben für den Einsatz in Kombination mit licht-, dunkel- und dualhärtenden Kompositen und für indirekte oder direkte Restaurationen geeignet. Es liegen jedoch noch keine Ergebnisse unabhängiger Studien vor.

10.2 Etch&Rinse-Technik

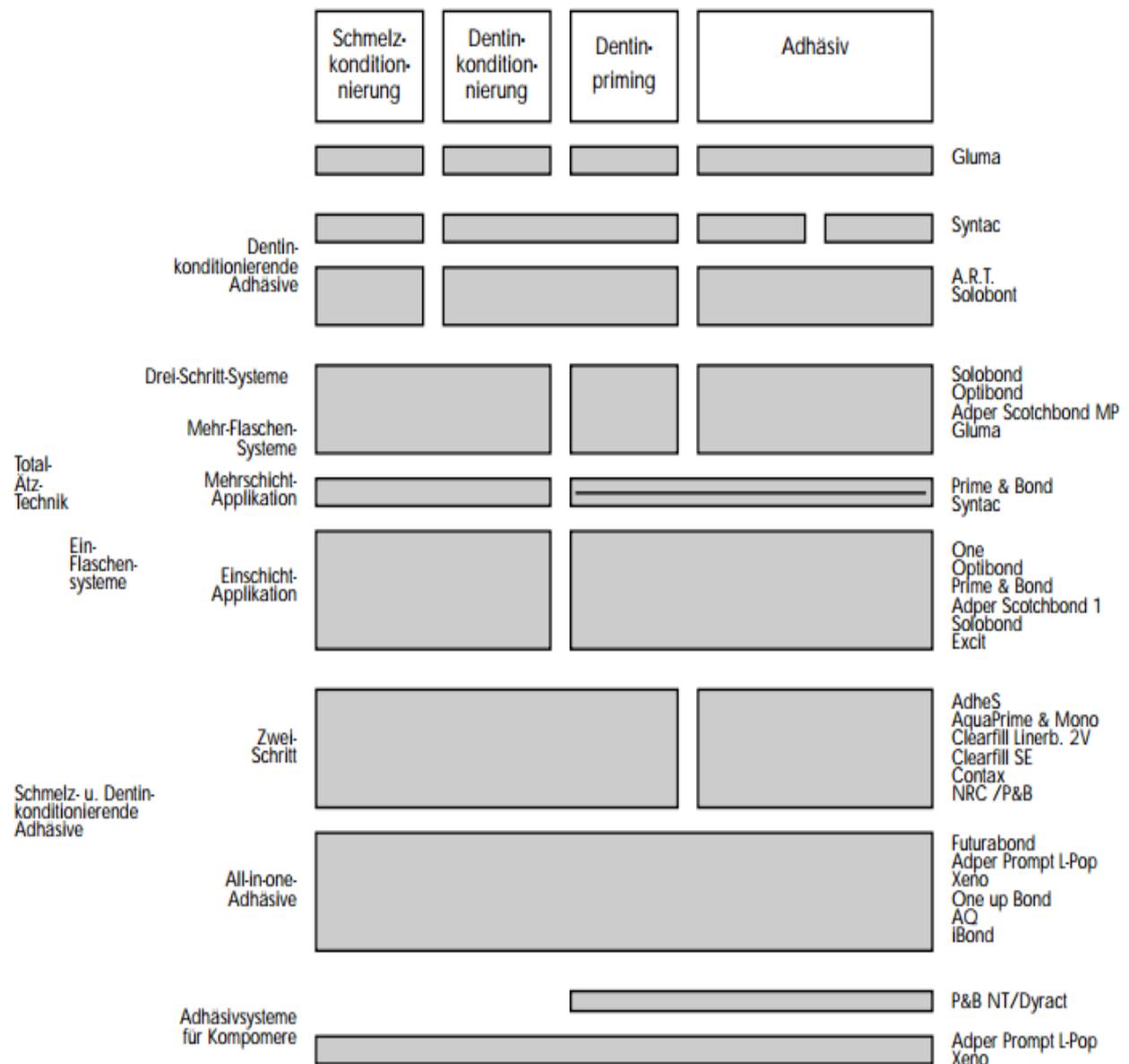
Unter der Etch&Rinse-Technik versteht man ein Vorgehen, bei dem sowohl der Schmelz als auch das Dentin vor der Applikation von Adhäsiv angeätzt werden. Die Schmierschicht wird entfernt und die gesamte Kavität konditioniert. Nach Abspülen der Schmierschicht und der Säure mit Wasser wird die Kavität getrocknet, was zu einem Kollaps der Kollagenstruktur im Dentin führen kann. In diesem Fall könnte der Primer nicht in das Kollagennetzwerk eindringen. Deshalb sollte ein Re-Wetting durch eine längere Einwirkzeit des Primers oder alternativ mit einer reinen 2%igen CHX-Lösung stattfinden, bis das Dentin ein leicht glänzendes Aussehen hat [60]. Das Re-Wetting mit CHX bringt gleichzeitig den Vorteil, dass durch das CHX eine Inaktivierung der MMPs stattfindet, die durch die Säure aktiviert werden und zu einer Degradation des Dentins führen [61]. Der Einsatz von CHX hat bei der Anwendung des Etch&Rinse-Systems keine negative Auswirkung auf die Wirksamkeit des Adhäsivsystems [62].

10.3 Self-Etch-Technik

Bei dieser Technik enthalten die Adhäsive saure Monomere, die sowohl den Schmelz als auch das Dentin anätzen. Dieser Vorgang ist für das Dentin schonender, da der pH-Wert dieser Adhäsive milder ist als der pH-Wert konventioneller Säuren.

10.4 Übersicht über verschiedene Adhäsivsysteme

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die verschiedenen Systeme:



10.5 Vor- und Nachteile verschiedener Systeme

Die Vor- und Nachteile der beiden Methoden finden Sie in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

	Etch&Rinse-Technik	Self-Etch-Technik
Ätzmuster	Sicheres Ätzmuster	Widersprüchliche Haftwerte am unbearbeiteten Schmelz
Schmierschicht	Wird aufgelöst	Unsichere Durchdringung
Sklerosiertes Dentin	Sichere Auflösung	Unsichere Auflösung
Dentin in Pulpennähe	Hypersensibilität möglich	Schonendes Ätzen
Risiko der Dentinaustrocknung	hoch	gering
Penetration des Primers	Unterschiedlich tiefe Ätzzonen -> Diffusion in tiefe Schichten unsicher	Durch gleichzeitige Ätzung und Penetration des sauren Primers relativ sicher
Durchführung	Techniksensibel	Weniger techniksensibel
Zeitaufwand	hoch	geringer
Kompatibilität mit Pasten-Pasten-Kompositen	gegeben	fehlt

Ein Problem bei selbstätzenden Adhäsivsystemen stellt die Schichtstärke der Schmierschicht dar. Diese ist abhängig von der Körnung des Präparierdiamants, der Schärfe des Rosenbohrers sowie des Anpressdrucks der rotierenden Instrumente. Je feiner der Diamant ist, desto höher sind die Haftwerte am Dentin. Eine sichere Ätzung erfolgt bei dünner Schmierschicht und/ oder langer Einwirkzeit. Ein weiteres Problem stellt die Anwendung mit Pasten-Pasten-Kompositen dar. Säurehaltige Primer-Adhäsive können das Initiatorsystem dieser Komposite hemmen [63].

Bei selbst-ätzenden Adhäsivsystemen wirkt die Adhäsivschicht von All-in-One-Adhäsiven als semipermeable Membran, was zur Diffusion von Dentinliquor auf die Kontaktfläche zum hydrophoben Kunststoff führt.

Dr. Blunck stellte uns eine Studie von Frankenberger et al. vor. Dieser untersuchte die Randqualität von Kompositrestaurationen unterschiedlicher Adhäsiv-Systeme. Initial war der Randschluss bei allen untersuchten Adhäsivsystemen vergleichbar gut. Nach der thermomechanischen Belastung waren die Schmelzränder, die mittels der Etch&Rinse-Technik verarbeitet wurden konstant besser als die Schmelzränder, die mit der Zweischnitt-Self-Etch-Technik bearbeitet wurden. An den Dentinrändern wurde kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der Etch&Rinse- und der Self-Etch-Technik gefunden. Wurden selbstätzende Adhäsive jedoch unter der Etch&Rinse-Technik benutzt, sank die Randqualität im Dentin stark ab. Diese Resultate lassen schlussfolgern, dass das Schmelzbonding unter der Etch&Rinse-Technik effektiver ist und die Zweischnitt-Self-Etch-Technik verbessert werden kann, wenn zuvor eine selektive Schmelzätzung mit Phosphorsäure erfolgt [64].

10.6 Verhalten bei Kontamination der Kavität

Tritt nach dem Ätzen mit Phosphorsäure eine Kontamination auf, so sollte mit kürzerer Ätzzeit erneut angeätzt werden [65]. Sind bereits der Primer und oder das Adhäsiv aufgetragen, so sollte (mit oder ohne vorherigem Absprühen) getrocknet werden und der Primer bzw. die Kombination Primer/Adhäsiv noch einmal aufgetragen werden [66].

10.7 Verhalten an pulpanahen Bereichen

Postoperative Hypersensibilitäten kommen durch den Verlust der Haftung am Dentin zustande. Durch den Flüssigkeitsstrom in den Dentintubuli werden die A-Delta-Fasern aktiviert. Mögliche Ursachen können zu lange Ätzzeiten im Dentin, Wet-Bonding, Speichelkontamination, mangelnde Lichthärtung, zu kurze Applikation des Primers und zu große Polymerisationsschrumpfungen durch zu große Volumina sein. Ab einer Restdentinstärke von $< 200 \mu\text{m}$ sollte der pulpanahe Bereich von der Phosphorsäure ausgespart bleiben. Außerdem können durch diese dünne Dentinbrücken verstärkt Monomere in die Pulpa diffundieren.

So stellt sich die Frage, ob Dentin überhaupt angeätzt werden darf? Die Phosphorsäure dringt ca. $30 \mu\text{m}$ ins Dentin ein. Das Hydroxylapatit wirkt dabei als Puffer und der Ausstrom des Dentinliquors verdünnt die Säure. Durch die Tubuli-Eröffnung wird für die Mikroorganismen ein direkter Zugang zur Pulpa geschaffen.

Dennoch ist bei randdichten Füllungen keine Veränderung der Pulpa zu erwarten [67].

Indirekte Überkappungen mit Hilfe einer Unterfüllung empfiehlt Dr. Blunck nicht, da der adhäsive Verbund an dieser Stelle schlechter ist. Durch die Polymerisationsschrumpfung können Überempfindlichkeiten dann genau dort entstehen, wo die Überkappung Überempfindlichkeiten verhindern sollte.

10.8 Indikationen für verschiedene Adhäsiv-Systeme

In der folgenden Tabelle sind beispielhaft Empfehlungen von Dr. Blunck angegeben:

	Schmelz- begrenzt	Zahn- hals- defekt	Wurzel- dentin	Milch- zahn	Füllungs- korrektur	Indirekte Restauration
3-Schritt- Etch&Rinse- System	X				X	
2-Schritt- Etch&Rinse- System	X		X			X
1-Schritt- Etch&Rinse- System		X (mit selektiver Schmelzätzung)				
Universal- adhäsiv als E&R-System	X	X (mit selektiver Schmelzätzung)				X
Universal- adhäsiv als SE-System			X	X		
2-Schritt-Self- Etch-System			X	X		X
1-Schritt-Self- Etch-System			X	X		

11 Zahnhartsubstanzverlust - Die additive Restauration

(Dr. Francesca Vailati M.Sc.)

11.1 Allgemeines

In den letzten 20 Jahren hat der Konsum von Soft Drinks in den USA um 300% zugenommen. [68] Dies stellt neben weiteren ex- und intrinsischen Faktoren einen Hauptrisikofaktor für erosionsbedingte Zahnschäden dar.

Die Rehabilitation der durch Erosion geschädigten Zähne stellt sowohl den Zahnarzt als auch den Zahntechniker vor Herausforderungen. Die Therapie erfordert ein strukturiertes Vorgehen mit Gesamtkonzept. Dr. Vailati warnt vor partiellen Behandlungen wie z.B. nur der ästhetischen Verbesserung der Front, weswegen diese Patienten den Zahnarzt häufig aufsuchen. Werden in diesen Fällen nämlich nur Frontzahn-Veneers zur Verbesserung der Ästhetik gemacht, so bleibt das ursächliche Problem bestehen und die Veneers sind stark frakturgefährdet. Neben dem Anliegen, die durchsichtigen, abgebrochenen Schneidekanten wieder aufzubauen, können auch Schmerzen durch das freiliegende Dentin Grund für Handlungsbedarf bieten. Die konventionelle Behandlung solcher Zähne mit Kronen und ggf. einer chirurgischen Kronenverlängerung würde aufgrund des starken Substanzverlusts oft eine elektive Wurzelkanalbehandlung mit sich bringen. Um das freiliegende Dentin einfach abdecken zu können, müsste man meist noch mehr Substanz abtragen. So stellt sich die Frage, ab wann freiliegendes Dentin überhaupt eine Pathologie darstellt? Was tun mit diesen Patienten? Weiter abwarten, bis der Schaden noch größer wird oder Geld für die Behandlung vorhanden ist? Oder doch sofort handeln?

"The only source of knowledge is experience" (Albert Einstein)

Dr. Vailatis Ziel ist es, das beste Material, was wir bereits im Mund haben (=Schmelz, Dentin, vitale Pulpa), zu schützen. Deshalb behandelt sie Patienten mit dentalen Erosionen sobald Dentin freiliegt. Ein Eingreifen in einem frühen Stadium, wenn die palatinalen Schmelzschichten dünner werden, wäre ideal. Mit zunehmendem Substanzverlust gestaltet sich die dentale Rehabilitierung nämlich immer schwieriger. Als Schutzmantel für das Zahnmaterial dient ihrer Meinung nach eine Überkronung nicht (= substrative Zahnmedizin). "Preservodontics" bezeichnet Dr. Vailati die

gesunde Mischung aus konservativer und restaurativer Zahnheilkunde und beschreibt sich aufgrund ihrer zahnschutzschonenden additiven Behandlungsweise als "Biozahnarzt".

11.2 Three-Step-Technik

Zur Verlaufsdokumentation fertigt Dr. Vailati vor Beginn jeder Behandlung Röntgenbilder, Modelle, sowie einen Fotostatus an.

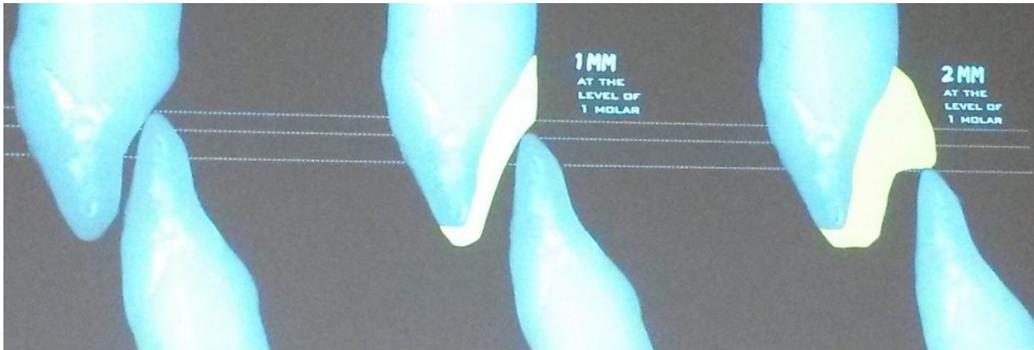
Sie warnt davor, Zahnhartsubstanzverluste nur zu reparieren, ohne die Vertikale zu erhöhen: Dieses Vorgehen wird immer wieder zu Frakturen führen.

"The secret - Create the space by ADDING on the posterior teeth"

Ziel von Dr. Vailati ist es, den Patient in fünf bis sechs Terminen in seiner neuen Vertikalen zu stabilisieren. Um das Vorgehen bei einer Totalsanierung zu vereinfachen, hat Dr. Vailati eine Three-Step-Technik entwickelt und geht dabei segmentiert vor (Quadrant nach Quadrant). Da stets eine Abstützung der kontralateralen Seite vorliegt, saniert sie meist in der maximalen Interkuspitation und versucht nicht zwanghaft, jeden Patienten während der Gesamtsanierung in die zentrische Position zu bringen. Die Genfer Erosionsstudie konnte zeigen, dass dieses Vorgehen bei den untersuchten Patienten keine Nachteile mit sich brachte.

Zuerst erstellt Dr. Vailati ein vestibuläres Wax-Up, um die Schneidekantenlänge sowie die Okklusalebene intraoral anzupassen. Mit Hilfe eines Silikonschlüssels und provisorischem Komposit (erwärmtes Hybridkomposit) überträgt sie die Situation in den Mund. Dabei sollte das Mock-up bilateral mindestens bis zu den Prämolaren reichen, da ansonsten das Mock-Up im Vergleich zu den stark abradierten Seitenzähnen viel zu lang wirkt. Der nächste Schritt liegt in der Erhöhung der Vertikalen sowie im Erstellen eines Wax-ups der Prämolaren und des ersten Molaren in einem Kiefer oder beider Kiefer. Erfolgt die posteriore Raumverteilung auf beide Zahnbögen, so muss ggf. die Vertikale stärker erhöht werden, da beide Kiefer Platz für die Restaurationen benötigen. Die Okklusionsebene kann in diesem Fall dafür flexibel verändert werden. Dieses Vorgehen ist jedoch teurer und nimmt mehr Sitzungen in Anspruch (ca. acht Termine). Bei der Aufteilung auf nur einen Zahnbogen ist die Okklusionsebene fest vorgegeben. Die Vertikale sollte im Idealfall so erhöht werden, dass im Seitenzahnbereich genügend Platz für die nötigen

Restaurationen vorhanden ist, die Frontzähne dabei aber so gestaltet werden können, dass sich ein stabiler Interinzisalwinkel ergibt.



Eine geringe Erhöhung der Vertikalen ergibt zwar gute Frontzahnverhältnisse, jedoch unter Umständen fragile posteriore Restaurationen. Eine Spee-Kurve oder ein Tiefbiss können in diesem Fall nur wenig verändert werden. Eine maximale Erhöhung der Vertikalen kann dagegen zu einem frontal offenen Biss führen.

Die dauerhafte Erhöhung der Vertikalen kann als sicheres und vorhersagbares Vorgehen angesehen werden [69]. Jedoch muss laut Dr. Vailati die Situation bei jedem Patient klinisch individuell beurteilt werden:

"The VDO increase is related to reconstructive and biological needs. It should be then clinically validated for each single patient."

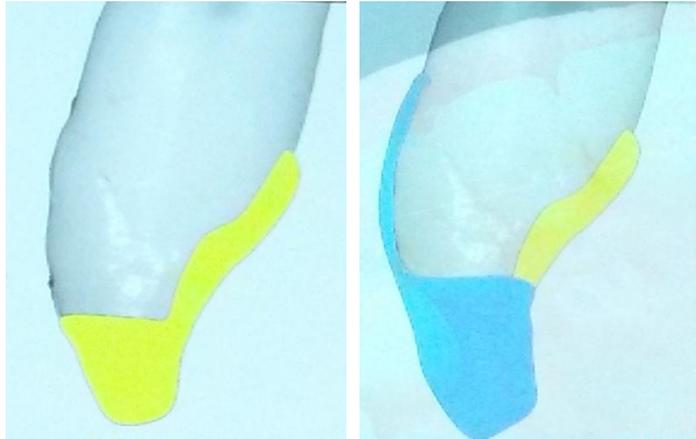
Mit Hilfe von vier transparenten Silikonschlüsseln (Elite Transparent) überträgt Dr. Vailati die Situation des Wax-ups in den Mund (= zweiter klinischer Behandlungsschritt). Die Okklusion wird eingeschliffen, die weitere Feinadjustierung erfolgt nach einer Woche.

Die Vertikale stabilisiert Dr. Vailati im nachfolgenden Schritt zuerst mit palatinalen Veneers der Oberkieferfront. Diese Herstellung der Kontaktpunkte im Frontzahnbereich erfolgt meist ungefähr vier Wochen nach der Erhöhung der Vertikalen (= dritter klinischer Behandlungsschritt). Die Three-Step-Technik ist mit einer stabilisierten Okklusion in einer erhöhten Vertikalen abgeschlossen.

Im Anschluss daran kann eine definitive Gesamtsanierung (labiale Keramik-Veneers in der Oberkieferfront und indirekte Restaurationen im Seitenzahnbereich) erfolgen. Zuletzt erhalten die zweite Molaren eine Versorgung (ggf. auch nur eine direkte Kompositrestauration).

11.2.1 Bilaminärer Ansatz: "Sandwichtechnik"

Das Prinzip der Sandwichtechnik beschreibt eine Vorgehensweise, bei der zunächst palatinale Composite-Veneers aufgebaut werden (CAD/CAM-Technik) und anschließend die bukkalen Flächen mit Keramik-Veneers (Feldspatkeramik) versorgt werden.



11.2.2 Zusammenfassung

Three-Step-Technik	
1.	Alginatabdrücke, Gesichtsbogen, Fotos
2.	Vestibuläres Mock-up OK
3.	Provisorischer Aufbau Prämolaren + 1. Molar (OK/ UK/ OK+UK)
4.	Kontrolle
5.	Vorbereitung von 6 palatinalen Veneers im OK + Abdrücke + Gesichtsbogen + Bissregistrierung
6.	Eingliedern der 6 palatinalen Veneers
The Steps after	
7.	Labiale Veneers OK ("Sandwich-Technik")
8.	Indirekte Restaurationen posterior (zuletzt 2. Molar)

"The Three-Step is not God Law, it can be modified, but not complicated."

11.3 Okklusionskontrolle

Dadurch, dass Dr. Vailati additiv arbeitet, kommt sie ohne Betäubung aus, sodass der Patient bei der Okklusionsüberprüfung optimal mitarbeiten kann. Dr. Vailati findet, dass die Patienten selbst die besten Artikulatoren sind. Zum Abschluss prüft sie die Okklusion beim Kaugummi-Kauen und findet auf diese Weise Störkontakte, die ansonsten unbemerkt bleiben würden. Den besten Schutz für eine Restauration bietet eine perfekt eingeschliffene Okklusion. Bei Patienten mit Funktionsstörungen führt sie eine Schienentherapie durch.

11.4 Materialauswahl im Front- und Seitenzahnbereich

Dr. Vailati arbeitet bei der dentalen Rehabilitation viel mit Komposit (CAD CAM-Technik) und Lithiumdisilikatkeramik (Presskeramik). Ein Problem bei der Nutzung von Keramik sieht Dr. Vailati im stärkeren Abrieb der Gegenbezahnung. Um außerdem die Stabilität der Keramikrestorationen nicht zu gefährden, empfiehlt sie, keine zu tiefen Fissuren in die Keramik zu gestalten. Insgesamt sollten nicht zu viele unterschiedliche Materialien nebeneinander platziert werden. Sie demonstrierte uns ein Patientenbeispiel mit einer einzelnen VMK im Seitenzahnbereich neben Kompositrestorationen. Die Kompositrestorationen wurden im Laufe der Zeit durch Attrition abgenutzt, sodass schließlich die Verblendung der VMK abgeplatzt ist, da durch geringere Abnutzung die Okklusion auf dieser Krone zu stark wurde.

Im Frontzahnbereich verwendet Dr. Vailati Feldspatkeramik. In der Genfer Studie wurde selbst bei Bruxern kein mechanisches Versagen beobachtet. Eine Abplatzung repariert Dr. Vailati wenn möglich mit Komposit, anstatt sofort ein neues Veneer zu präparieren.

Den Klebevorgang von Restaurationen macht Dr. Vailati nach dem Protokoll von Pascal Magne. Sie verwendet dazu konsequent Kofferdam. Ein Problem beim Klebevorgang sieht sie im überätzten Dentin von Bulimikern oder in Sklerosierungen.

11.5 Erfolgsfaktoren

1. Erhöhung der Vertikalen!

2. flachere Frontzahnführung
3. dickere Restaurationen
4. Kontaktpunkte nicht öffnen
5. flachere Okklusion/ Gruppenführung
6. stabile Unterstützung im posterioren Bereich
7. Rehabilitation quadrantenweise, nie alle Quadranten auf einmal!
8. Okklusales Einschleifen ohne Anästhesie
9. Die Frontzähne sollten nicht zu stark verlängert werden -> Frakturgefahr
10. Patienten für jede Reparatur bezahlen lassen -> Patienten tragen dadurch nachts ihre Schiene regelmäßiger

11.6 Fazit

Ein maximal minimalinvasives Vorgehen sollte immer das Ziel einer dentalen Gesamtanierung erosiv vorgeschädigter Patienten sein, zumal diese Patienten bereits an einer starken Reduktion ihrer Zahnhartsubstanz leiden. Die Verbesserung der Ästhetik sollte auf keinen Fall auf Kosten der Funktion erfolgen.

**"My job should not be, to protect my restorations,
my job should be to protect their teeth"**



12 Literaturangaben

1. Schmitter, M., et al., *Chronic stress in myofascial pain patients*. Clin Oral Investig, 2010. **14**(5): p. 593-7.
2. Yap, A.U., et al., *Relationships between depression/somatization and self-reports of pain and disability*. J Orofac Pain, 2004. **18**(3): p. 220-5.
3. Uhac, I., et al., *The prevalence of temporomandibular disorders in war veterans with post-traumatic stress disorder*. Mil Med, 2006. **171**(11): p. 1147-9.
4. Clark, G.T., et al., *Craniocervical dysfunction levels in a patient sample from a temporomandibular joint clinic*. J Am Dent Assoc, 1987. **115**(2): p. 251-6.
5. Imfeld, T., *Dental erosion. Definition, classification and links*. Eur J Oral Sci, 1996. **104**(2 (Pt 2)): p. 151-5.
6. Aykut-Yetkiner, A., et al., *Effect of acidic solution viscosity on enamel erosion*. J Dent Res, 2013. **92**(3): p. 289-94.
7. Aykut-Yetkiner, A., A. Wiegand, and T. Attin, *The effect of saliva substitutes on enamel erosion in vitro*. J Dent, 2014. **42**(6): p. 720-5.
8. Van't Spijker, A., et al., *Prevalence of tooth wear in adults*. Int J Prosthodont, 2009. **22**(1): p. 35-42.
9. Wiegand, A., et al., *Prevalence of erosive tooth wear and associated risk factors in 2-7-year-old German kindergarten children*. Oral Dis, 2006. **12**(2): p. 117-24.
10. Cavadini, C., A.M. Siega-Riz, and B.M. Popkin, *US adolescent food intake trends from 1965 to 1996*. Arch Dis Child, 2000. **83**(1): p. 18-24.
11. Bartlett, D.W., L. Blunt, and B.G. Smith, *Measurement of tooth wear in patients with palatal erosion*. Br Dent J, 1997. **182**(5): p. 179-84.
12. Attin, T., H. Deifuss, and E. Hellwig, *Influence of acidified fluoride gel on abrasion resistance of eroded enamel*. Caries Res, 1999. **33**(2): p. 135-9.
13. Saxegaard, E. and G. Rolla, *Fluoride acquisition on and in human enamel during topical application in vitro*. Scand J Dent Res, 1988. **96**(6): p. 523-35.
14. Schlueter, N., et al., *Tin-containing fluoride solutions as anti-erosive agents in enamel: an in vitro tin-uptake, tissue-loss, and scanning electron micrograph study*. Eur J Oral Sci, 2009. **117**(4): p. 427-34.
15. Ganss, C., et al., *Efficacy of a tin/fluoride rinse: a randomized in situ trial on erosion*. J Dent Res, 2010. **89**(11): p. 1214-8.
16. Wiegand, A., et al., *Impact of fluoride, milk and water rinsing on surface rehardening of acid softened enamel. An in situ study*. Am J Dent, 2008. **21**(2): p. 113-8.
17. Wegehaupt, F.J. and T. Attin, *The role of fluoride and casein phosphopeptide/amorphous calcium phosphate in the prevention of erosive/abrasive wear in an in vitro model using hydrochloric acid*. Caries Res, 2010. **44**(4): p. 358-63.
18. Aykut-Yetkiner, A., T. Attin, and A. Wiegand, *Prevention of dentine erosion by brushing with anti-erosive toothpastes*. J Dent, 2014. **42**(7): p. 856-61.
19. Wegehaupt, F.J., et al., *Influence of light-curing mode on the erosion preventive effect of three different resin-based surface sealants*. Int J Dent, 2012. **2012**: p. 874359.
20. Morneburg, T.R. and P.A. Proschel, *Impact of arbitrary and mean transfer of dental casts to the articulator on centric occlusal errors*. Clin Oral Investig, 2011. **15**(3): p. 427-34.

21. Carlsson, G.E., B. Ingervall, and G. Kocak, *Effect of increasing vertical dimension on the masticatory system in subjects with natural teeth*. J Prosthet Dent, 1979. **41**(3): p. 284-9.
22. Dahl, B.L., O. Krogstad, and K. Karlsen, *An alternative treatment in cases with advanced localized attrition*. J Oral Rehabil, 1975. **2**(3): p. 209-14.
23. Poyser, N.J., et al., *The Dahl Concept: past, present and future*. Br Dent J, 2005. **198**(11): p. 669-76; quiz 720.
24. Gulamali, A.B., et al., *Survival analysis of composite Dahl restorations provided to manage localised anterior tooth wear (ten year follow-up)*. Br Dent J, 2011. **211**(4): p. E9.
25. Da Rosa Rodolpho, P.A., et al., *22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics*. Dent Mater, 2011. **27**(10): p. 955-63.
26. Frese, C., et al., *Recontouring teeth and closing diastemas with direct composite buildups: a 5-year follow-up*. J Dent, 2013. **41**(11): p. 979-85.
27. Taubock, T.T., T. Attin, and P.R. Schmidlin, *Implementation and experience of a new method for posterior vertical bite reconstruction using direct resin composite restorations in the private practice--a survey*. Acta Odontol Scand, 2012. **70**(4): p. 309-17.
28. Zaruba, M., et al., *Influence of a proximal margin elevation technique on marginal adaptation of ceramic inlays*. Acta Odontol Scand, 2013. **71**(2): p. 317-24.
29. Schmidlin, P.R., et al., *Three-year evaluation of posterior vertical bite reconstruction using direct resin composite--a case series*. Oper Dent, 2009. **34**(1): p. 102-8.
30. Attin, T., et al., *Composite vertical bite reconstructions in eroded dentitions after 5.5 years: a case series*. J Oral Rehabil, 2012. **39**(1): p. 73-9.
31. Abduo, J. and K. Lyons, *Clinical considerations for increasing occlusal vertical dimension: a review*. Aust Dent J, 2012. **57**(1): p. 2-10.
32. Palaniappan, S., et al., *Nanofilled and microhybrid composite restorations: Five-year clinical wear performances*. Dent Mater, 2011. **27**(7): p. 692-700.
33. Lambrechts, P., et al., *Quantitative in vivo wear of human enamel*. J Dent Res, 1989. **68**(12): p. 1752-4.
34. Peumans, M., et al., *A prospective ten-year clinical trial of porcelain veneers*. J Adhes Dent, 2004. **6**(1): p. 65-76.
35. Grippo, J.O., *Abfractions: a new classification of hard tissue lesions of teeth*. J Esthet Dent, 1991. **3**(1): p. 14-9.
36. Shellis, R.P. and M. Addy, *The interactions between attrition, abrasion and erosion in tooth wear*. Monogr Oral Sci, 2014. **25**: p. 32-45.
37. Michael, J.A., et al., *Abfraction: separating fact from fiction*. Aust Dent J, 2009. **54**(1): p. 2-8.
38. Bartlett, D.W. and P. Shah, *A critical review of non-carious cervical (wear) lesions and the role of abfraction, erosion, and abrasion*. J Dent Res, 2006. **85**(4): p. 306-12.
39. Bartlett, D.W., et al., *Prevalence of tooth wear on buccal and lingual surfaces and possible risk factors in young European adults*. J Dent, 2013. **41**(11): p. 1007-13.
40. Brandini, D.A., et al., *Clinical evaluation of the association between noncarious cervical lesions and occlusal forces*. J Prosthet Dent, 2012. **108**(5): p. 298-303.

41. Brandini, D.A., et al., *Clinical evaluation of the association of noncarious cervical lesions, parafunctional habits, and TMD diagnosis*. Quintessence Int, 2012. **43**(3): p. 255-62.
42. Heasman, P.A., et al., *Evidence for the occurrence of gingival recession and non-carious cervical lesions as a consequence of traumatic toothbrushing*. J Clin Periodontol, 2015. **42 Suppl 16**: p. S237-55.
43. West, N.X., J. Seong, and M. Davies, *Management of dentine hypersensitivity: efficacy of professionally and self-administered agents*. J Clin Periodontol, 2015. **42 Suppl 16**: p. S256-302.
44. Wegehaupt, F.J., T.T. Taubock, and T. Attin, *Durability of the anti-erosive effect of surfaces sealants under erosive abrasive conditions*. Acta Odontol Scand, 2013. **71**(5): p. 1188-94.
45. Pecie, R., et al., *Noncarious cervical lesions (NCCL)--a clinical concept based on the literature review. Part 2: restoration*. Am J Dent, 2011. **24**(3): p. 183-92.
46. Gwinnett, A.J. and J. Kanca, 3rd, *Interfacial morphology of resin composite and shiny erosion lesions*. Am J Dent, 1992. **5**(6): p. 315-7.
47. Tay, F.R., et al., *Bonding of a self-etching primer to non-carious cervical sclerotic dentin: interfacial ultrastructure and microtensile bond strength evaluation*. J Adhes Dent, 2000. **2**(1): p. 9-28.
48. Koran, P. and R. Kurschner, *Effect of sequential versus continuous irradiation of a light-cured resin composite on shrinkage, viscosity, adhesion, and degree of polymerization*. Am J Dent, 1998. **11**(1): p. 17-22.
49. Mehl, A., R. Hickel, and K.H. Kunzelmann, *Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without 'softstart-polymerization'*. J Dent, 1997. **25**(3-4): p. 321-30.
50. Yoshikawa, T., M.F. Burrow, and J. Tagami, *The effects of bonding system and light curing method on reducing stress of different C-factor cavities*. J Adhes Dent, 2001. **3**(2): p. 177-83.
51. Attin, T., W. Buchalla, and E. Hellwig, *Effect of topical fluoride application on toothbrushing abrasion of resin composites*. Dent Mater, 2006. **22**(4): p. 308-13.
52. Peumans, M., et al., *Clinical effectiveness of contemporary adhesives for the restoration of non-carious cervical lesions. A systematic review*. Dent Mater, 2014. **30**(10): p. 1089-103.
53. Loomans, B.A., et al., *Hydrofluoric acid on dentin should be avoided*. Dent Mater, 2010. **26**(7): p. 643-9.
54. Kern, M., *Bonding to oxide ceramics-laboratory testing versus clinical outcome*. Dent Mater, 2015. **31**(1): p. 8-14.
55. Valandro, L.F., et al., *Bonding to densely sintered alumina- and glass infiltrated aluminum / zirconium-based ceramics*. J Appl Oral Sci, 2005. **13**(1): p. 47-52.
56. Valandro, L.F., et al., *Effect of ceramic surface treatment on the microtensile bond strength between a resin cement and an alumina-based ceramic*. J Adhes Dent, 2004. **6**(4): p. 327-32.
57. Onisor, I., S. Bouillaguet, and I. Krejci, *Influence of different surface treatments on marginal adaptation in enamel and dentin*. J Adhes Dent, 2007. **9**(3): p. 297-303.
58. Bouschlicher, M.R., J.W. Reinhardt, and M.A. Vargas, *Surface treatment techniques for resin composite repair*. Am J Dent, 1997. **10**(6): p. 279-83.
59. Azimian, F., K. Klosa, and M. Kern, *Evaluation of a new universal primer for ceramics and alloys*. J Adhes Dent, 2012. **14**(3): p. 275-82.

60. Loguercio, A.D., et al., *Influence of chlorhexidine digluconate concentration and application time on resin-dentin bond strength durability*. Eur J Oral Sci, 2009. **117**(5): p. 587-96.
61. Chaussain-Miller, C., et al., *The role of matrix metalloproteinases (MMPs) in human caries*. J Dent Res, 2006. **85**(1): p. 22-32.
62. Ercan, E., et al., *Effect of different cavity disinfectants on shear bond strength of composite resin to dentin*. J Adhes Dent, 2009. **11**(5): p. 343-6.
63. Sanares, A.M., et al., *Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites*. Dent Mater, 2001. **17**(6): p. 542-56.
64. Frankenberger, R., et al., *Selective enamel etching reconsidered: better than etch-and-rinse and self-etch?* J Adhes Dent, 2008. **10**(5): p. 339-44.
65. Duarte, S.J., et al., *SEM analysis of internal adaptation of adhesive restorations after contamination with saliva*. J Adhes Dent, 2005. **7**(1): p. 51-6.
66. Yoo, H.M., T.S. Oh, and P.N. Pereira, *Effect of saliva contamination on the microshear bond strength of one-step self-etching adhesive systems to dentin*. Oper Dent, 2006. **31**(1): p. 127-34.
67. Torstenson, B., K.J. Nordenvall, and M. Brannstrom, *Pulpal reaction and microorganisms under Clearfil Composite Resin in deep cavities with acid etched dentin*. Swed Dent J, 1982. **6**(4): p. 167-76.
68. Cavadini, C., A.M. Siega-Riz, and B.M. Popkin, *US adolescent food intake trends from 1965 to 1996*. West J Med, 2000. **173**(6): p. 378-83.
69. Abduo, J., *Safety of increasing vertical dimension of occlusion: a systematic review*. Quintessence Int, 2012. **43**(5): p. 369-80.