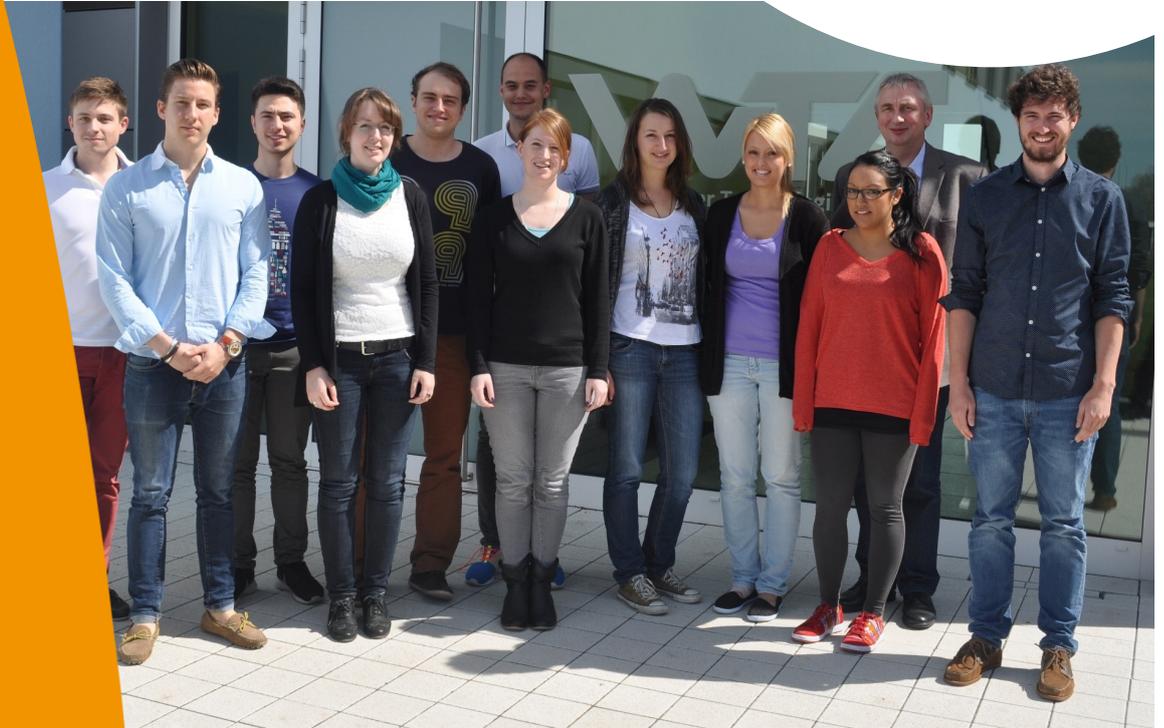


Institut für Medizintechnik

Kongress Dentaltechnik



Ostbayerische Technische Hochschule
Amberg-Weiden



Tagungsband
zum Kongress vom 12.6.2015

Masters der Dentaltechnik Weiden

Sehr geehrte Studierende, liebe Kolleginnen und Kollegen,

sehr geehrte Kongressteilnehmerinnen und -teilnehmer!

Im Namen der **Master der Dentaltechnik Weiden** darf ich mich für Ihr Interesse an der Dentaltechnik der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden bedanken.

Wir haben am 12. Juni den ersten Kongress der **Master der Dentaltechnik Weiden** an unserer Hochschule durchgeführt und damit didaktische, öffentliche und kooperative Zielsetzungen erfolgreich verfolgt.

Das **didaktische Ziel** bestand in der Vorbereitung der Studierenden auf das Umfeld der Medizintechnik. Im Bachelor- und Master-Studium erwerben sie technisches Wissen und in diesem Projekt sollten sie ihre Kenntnisse darstellen und mit den Erfahrungen der zukünftigen Partner ihres Berufslebens austauschen.

Das Ergebnis des Austausches zeigt deutlich: die technologische Sicht muss sich im Berufsleben noch deutlich stärker an der Berufspraxis der Partner ausrichten. Die OTH Amberg Weiden pflegt als Hochschule der angewandten Forschung und Entwicklung Praxis-Partnerschaften und garantiert damit den direkten Wissens- und Erfahrungstransfer zwischen Lehre und Praxis, Wissenschaft und Wirtschaft.

Das **öffentliche Ziel** war und ist es sichtbar zu werden in der Region – sowohl in der Wahrnehmung der Fachgruppen, als auch in der Bevölkerung. Die Bevölkerung stellt das Patientenkontinuum der Dentalberufe dar und soll deshalb über die Dentaltechnik in der Region informiert werden und sie möglichst positiv sehen.

Das **kooperative Ziel** besteht im Aufbau eines Netzwerkes in unserer Region. Wir möchten für Zahnärzte, Dentallabore und Unternehmen der Region als Partner der angewandten Forschung bekannt und präferiert werden.

Angewandte Forschung bedeutet:

- Studierende an die Praxis heranzuführen, ihnen Prozesse, Produkte und Leistungen in Zahnarztpraxen, in Dentallaboren und Medizintechnikunternehmen nahe zu bringen
- Bachelor- und Masterarbeiten durchzuführen, bei denen unsere Studierenden ein für sich und die Wirtschaftspartner wichtiges Thema erarbeiten
- Mitarbeiter für die Belange der Dentaltechnik auszubilden
- Eine Austauschplattform in der Region zwischen den Akteuren der Dentaltechnik anzubieten
- Technologische Entwicklungen aufzuzeigen, die zum Teil heute schon, aber auch in der Zukunft das Arbeitsfeld der Dentaltechnik berühren
- Bei Bedarf Projektarbeiten mit Ihnen und für die Region durchzuführen
- Und über die Möglichkeit von Förderungen im Gesundheitswesen auch zu helfen, die Zukunft Ihres Unternehmens technologisch mit zu gestalten

Zum Tagungsband

Dieser erste Kongress wurde durch die 12 Studierenden des Master-Studiengangs Medizintechnik organisiert. Sie haben den Kongress projektiert, angefangen bei der Terminplanung und der Inhaltsgestaltung, über die Information der Medien, die Flyergestaltung und Einladung an Sie. In der Vorarbeit dürfen wir uns auch bei Frau Wiesel, Herrn Seidl, Herrn Bühner und Kollegen Hartleben bedanken, sie haben die Master bei der Außendarstellung tatkräftig unterstützt.

Bitte erkennen Sie die Leistungen der Studierenden an, sie haben, ohne wissenschaftliche Projektierung und ohne berufliche Erfahrung, Themen der Dentaltechnik eigenmotiviert ausgewählt und sich über die Partnerschaften zu Ihnen, über Besuche in Zahnarztpraxen und Dentallaboren, über Literaturrecherche, Nutzerbefragungen und Telefonaten erarbeitet. Learning-by-doing also.

Vielleicht auch für die Wirtschaft und Partner, denn der Blickwinkel der Master bringt der anwendungsorientierten Praxis die Perspektiven der Technik und Techniker näher und sorgt so für ein gesamtheitliches Verständnis der Themen. Dies verdeutlicht den Nutzen von Partnerschaften für beide Seiten bereits in der Ausbildung.

Danke für Ihr sehr geschätztes Interesse am **Master der Dentaltechnik Weiden**

Prof. Dr.-Ing. Michael Wehmöller

Produktentwicklung in der Medizintechnik



Einleitung

Im Rahmen des Master-Studiengangs Medizintechnik wurde am 12. Juni 2015 an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Weiden ein Dentaltechnik-Kongress veranstaltet.

Zahlreiche aktuelle Themenstellungen aus der Dentaltechnik und Zahnheilkunde wurden ausgearbeitet und anschließend Zahnärzten bzw. Mitarbeitern dieser Branche in der Region vorgestellt. Der Hauptfokus der Fachvorträge lag im Bereich innovativer Neuerungen und Trends im Dentalmarkt.

Abgerundet wurde der Tag mit einer Diskussionsrunde, an der Studierende der Fachhochschule und die Kongress-Teilnehmer partizipierten. Hier bestand die Möglichkeit offene Fragen zu expliziten Themen zu stellen/klären und kritisch zu diskutieren.

Bei einem „Get together“ konnten die Teilnehmer des Kongresses nachfolgend mit den Master-Studenten ins Gespräch kommen. Hier wurden erste Kontakte mit potentiellen späteren Arbeitgebern geknüpft.

Masters der Dentaltechnik Weiden

Inhaltsverzeichnis

Digitale Fertigungsverfahren in der Dentaltechnik.....	3
Fertigung in der Dentaltechnik	12
Datenschutz in der digitalen Dentaltechnik	16
Förderung in der Dentaltechnik.....	21
Entwicklungsverlauf der Zahnarztpraxisausstattung.....	26
Innovation im Bereich der Dentaltechnik	30
Bioaktive Glasbeschichtungen in der Implantologie	38
Hochpräzise Lingualretainer	42
Arbeitshaltung und Ergonomie in der zahnärztlichen Praxis	47
Die Rolle der Nuklearmedizin in der Zahnheilkundes	51
Hygiene in der Zahnarztpraxis	61
Zähne beeinflussen den gesamten Körper	68

Digitale Fertigungsverfahren in der Dentaltechnik

- Eine umfassende Analyse verschiedener Methoden -

Manuel Stich
Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden

ZUSAMMENFASSUNG

Die Herstellung von Zahnrestorationen hat sich über die letzten Jahre mit dem technologischen Fortschritt stark verändert. Moderne Modellierungs (CAD)- und Fertigungstechniken (CAM) sind heutzutage in vielen Dentallaboren etablierter Standard. In dieser Arbeit wird ein umfassender Vergleich dreier unterschiedlicher Herstellungskonzepte (konventionelle Fertigung, Labside,- und Chairsidefertigung), basierend auf deren Prozessabläufe angestellt. Neben den Prozessbarrieren spielt die Fertigungsgenauigkeit und -dauer, die Möglichkeit der Qualitätssicherung, sowie Abrechnungsvorteile und der „digitale Patient“ eine entscheidende Bewertungsgrundlage. Da bei den digitalen Fertigungsprozessen verschiedene Scanverfahren (extraoral bzw. intraoral) zum Einsatz kommen, wird auf deren Vor- und Nachteile sowie auf deren Einfluss auf die Prozesskette detaillierter eingegangen. Die Genauigkeit intraoraler Scanner ist mit der der konventionellen Abformung vergleichbar bzw. liefert derzeit bei einem Scan über einen Quadranten bessere Ergebnisse. Aus der Analyse ergibt sich zudem eine starke Reduzierung der Fertigungszeit um ca. 60%. Darüber hinaus sind bei der digitalen Fertigung Vorteile im Bereich der Qualitätssicherung und Datenarchivierung vorhanden.

Des Weiteren wird in dieser Arbeit der voranschreitende Wandel der Dentaltechnik vom „Handwerk“ zur „digitalen Informationstechno-

logie“ thematisiert und die Auswirkungen auf die Ausbildung zum Zahntechniker analysiert.

SUMMARY

The Manufacturing of tooth restorations has been changed due to progresses in technology, since the last few years. Modern modeling (CAD)- and manufacturing technologies are an established standard in most dental laboratories. This paper compares three different manufacturing processes (Conventional, Labside and Chairside manufacturing), based on their workflow processes. Besides process barriers, manufacturing accuracy and period, quality control possibilities, advantages due to the “digital patient“ are an important evaluation basis.

Due to the fact that diverse scanning modalities are used in digital manufacturing processes, their advantages, disadvantages and effect on process chains are considered. The analysis shows that the accuracy of intraoral scans is comparable to that of the conventional manufacturing. Scans over one quadrant provide the result that the intraoral scanning accuracy is even better. Furthermore, the manufacturing time is reduced by about 60% in comparison to conventional manufacturing. Moreover, the paper's subject of discussion is the proceeding change in dentistry from a handcraft industry to a digital information industry. With respect to that fact the consequences on training as a dental technician are analyzed.

I. EINLEITUNG

Digitale Modellierungs- und Fertigungstechnologien sind seit einigen Jahren etablierter Standard bei vielen Zahnärzten und Dentallaboren. Eine Zahnmedizin ohne Digitaltechnik und CAD/CAM-Verfahren ist für viele Anwender nicht vorstellbar. Intra- und extraorale Messaufnahmen des Patientenmundraums bzw. manuell erstellter Abformungen, sowie das Scannen von Antagonisten und Registraten und das dreidimensionale Konstruieren, Modellieren und Einartikulieren des virtuellen Kiefermodells auf dem Bildschirm unter Heranziehung unzähliger Zahnformen aus der Zahndatenbank, wäre ohne modernsten Computereinsatz nicht möglich.

Neben diesem digitalen Fortschritt ist die konventionelle, „drucklose“ Abformung und auch der konventionelle Abdruck in der Korrekturtechnik immer noch alltägliche Praxis in der Prozesskette der restaurativen Patientenversorgung.

Trotz des Erfolgs der Metallkeramik mit gegossenem Gerüst, wurde bereits vor 40 Jahren die ersten CAD/CAM-Systemen entwickelt. Eines der ersten CAD/CAM-Systeme im zahntechnischen Bereich geht auf das Jahr 1971 zurück, in dem *Francois Duret* mit der Planung eines solchen Systems begann und 1985 mit diesem die erste Krone gefräst wurde. Die Zielsetzung der CAD/CAM-Forschung und Entwicklung, war den aufwendigen, händischen Produktionsprozess der Gusstechnik zu automatisieren [1].

Zudem leidet die konventionelle Gusstechnik immer noch unter Präzisions- und Fertigungsproblemen, auf die im weiteren Verlauf dieser Arbeit näher eingegangen wird und die eine maschinelle Überführung der Fertigung nötig macht [1][2].

Mit der Weiterentwicklung innovativer optischer und taktile Vermessungstechniken, war es seit Mitte der 90er-Jahre möglich Scans mit akzeptabler Passgenauigkeit zu akquirieren [1].

Neben dem Scan des Gipsmodells bzw. der eigentlichen Abformung über einen extraoralen Laborscanner, kamen im Jahr 2009 die ersten

Intraoralscanner auf den Markt, die eine digitale Abformung des Patientenmundraumes ohne Anfertigen eines Abdrucks bzw. Gipsmodells ermöglichten [3]. Dadurch konnten die Zahnlabore direkt in den digitalen Workflow einbezogen werden, ohne die Fehler, die bereits bei der konventionellen Abformung aufgetreten sind, zu übernehmen. Derzeit halten intraorale Scans auch Einzug in der Implantologie und der Mund-Kiefer-Chirurgie. Aktuelle Matching- und Registrierungsalgorithmen machen es möglich Oberflächendaten und 3D-Dichteinformationen, welche durch das DVT gewonnen wurden, zu überlagern und so die Implantatplanung zu optimieren [4].

Neben der Labside-Fertigung, bei der die digitale Prozesskette komplett im Labor des Zahntechnikers durchlaufen wird, begannen *Mörmann und Brandestini* bereits 1980 mit der Konzeption des Chairside-Prinzips [1]. Mit diesem ist es seit Einführung des Cerec-Systems möglich, die Schritte der CAD/CAM-Technik: intraorale Datenerfassung, CAD-Modellierung und die CAM-Fertigung der Restauration in der Praxis des Zahnarztes, noch während der Zeit, in der der Patient auf dem Behandlungstuhl sitzt, durchzuführen.

Im Bereich der CAD/CAM-Fertigung hat sich unter anderem im Hinblick auf die Technologien bisweilen die Spreu vom Weizen getrennt und sich bewährte Systeme durchgesetzt.

Ein umfassender Vergleich verschiedener Fertigungskonzepte und Technologien, bis auf die Prozessebene hinab, auch in Verbindung mit der, bei vielen Anwendern immer noch beliebten konventionellen Restauration, ist demnach unerlässlich.

Demnach ist hierbei nicht nur das Ziel, die Passgenauigkeiten zu analysieren, sondern die komplette Prozesskette aufzuzeigen und zu bewerten. Mit dem Umbruch der Fertigung geht auch der Wandel des Berufsbildes des Zahntechnikers und dessen Arbeitsplatzes einher. Ein Umdenken in

der Ausbildung und die einerschreitende Akademisierung werden in Abschnitt III.4 diskutiert.

II. METHODEN

Ein umfassender Vergleich der Fertigungsmöglichkeiten: konventionelle Zahnrestauration, Labside-Prinzip bzw. extraoraler Gipsmodellscan) und Chairside-Prinzip bzw. intraoraler Scanvorgang, kann nur unter Heranziehung der dabei ablaufenden Prozesse analysiert werden.

Nur ein vollständiges Prozessverständnis gibt einen eindeutigen Aufschluss über Prozessbarrieren, d.h. auftretende Probleme hinsichtlich Organisation, Prozessverantwortlichkeit, Technik usw. Darüberhinaus ist das Prozessverständnis wichtig, um die Dauer einzelner Arbeitsschritte im gesamten Fertigungsprozess und damit die Fertigungsdauer der einzelnen Restaurationen zu bestimmen.

Die Modellierung der Prozesse erfolgt mit der Software Enterprise Architect (EA) der Firma SparxSystems Ltd [5]. Dieses Modellierungswerkzeug wird hauptsächlich zur Entwicklung im Softwarebereich eingesetzt. Die Kernfunktionalität liegt dabei in der UML-Modellierung, sowie im Requirement Engineering – allgemein im Model Driven Architecture. Enterprise Architect kann, wie im vorliegenden Fall auch außerhalb des Software-Designs eingesetzt werden, um Prozesse verschiedenster Art zu visualisieren. Um einen Einblick in die einzelnen Arbeitsabläufe zu bekommen, wurden diese beim Zahntechniker durch Beobachtung und Befragung analysiert. Die Ergebnisse wurden anschließend in Enterprise Architect in einer Prozessdarstellung mit verschiedenen Hierarchieebenen verarbeitet (s. **Abbildung 1**). Zudem wurde mit Microsoft Excel eine tabellarische Prozessbeschreibung erstellt, die Auskunft über:

- Prozessverantwortlichkeiten,
- beteiligte Personen,
- zur Umsetzung nötige Geräte/Werkzeuge,
- Prozessdauer,
- potentielle Barrieren und Fehler

gibt. Die Analyse der Fertigungsmöglichkeiten: konventionelle Zahnrestauration, Labside-Prinzip und Chairside-Prinzip, beziehen sich auf die Herstellung einer einzelnen Zahnkrone. Die Daten der Prozessanalyse stammen von Beobachtungen der Arbeitsschritte eines Zahnlabors, das Zahnrestaurationen konventionell herstellt und eines Zahnlabors, welches CAD/CAM-Verfahren nutzt und nach dem Labside-Prinzip arbeitet. Außerdem wurden mehrere Zahntechniker zu den Arbeitsschritten und den auftretenden Barrieren und Fehlern befragt. Die Ergebnisse der Befragungen wurden in die Prozessanalyse aufgenommen.

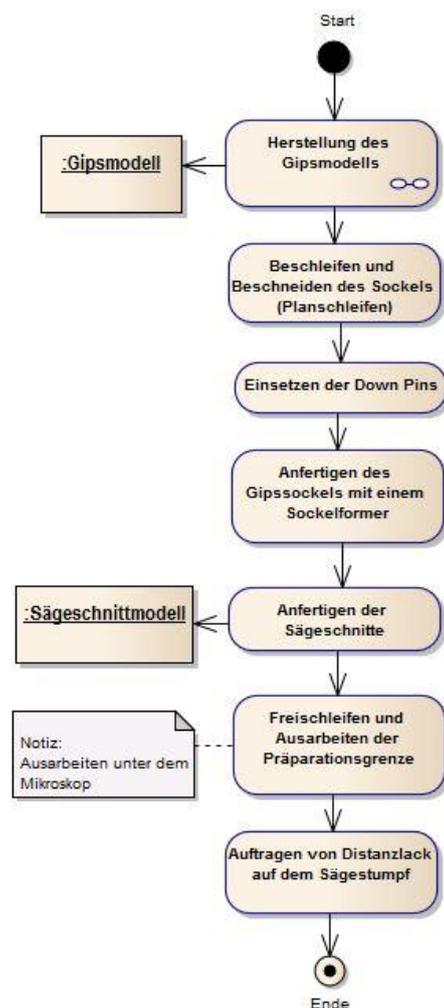


Abbildung 1: Exemplarische Prozessdarstellung der Anfertigung des Sägeschnittmodells bei der konventionellen Zahnherstellung (erstellt mit Enterprise Architect).

Die resultierenden Probleme bzw. Barrieren und die Dauer der Arbeitsabläufe gingen in den Vergleich der Fertigungsverfahren ein.

Weitere essentielle Vergleichsgrößen, wie z.B. die Fertigungsgenauigkeit, besonders im Bereich der konventionellen Abformung und Modellherstellung bzw. die Scangenauigkeit der digitalen extra- und intraoralen Abformung wurden aus bereits bestehenden Veröffentlichungen repräsentativer Studien ermittelt und zusammengefasst. Als weitere Vergleichsgröße ist z.B. die Möglichkeit der Qualitätssicherung zu nennen.

III. RESULTATE

1. Vergleich der Passgenauigkeit

a) Konventionelle Zahnherstellung

Die Analyse der Passgenauigkeit bei den Fertigungsgenauigkeit basiert auf zahlreichen einschlägigen in-vitro und in-vivo Studien und wissenschaftlichen Veröffentlichungen.

Die Passgenauigkeit von Kronen nach dem konventionellen Verfahren ist stark von der Genauigkeit der Abformung und der Gipsmodellherstellung abhängig [6][7]. In der Literatur finden sich einige Arbeiten, die sich mit der Untersuchung der Abformgenauigkeit beschäftigten und zu folgenden Ergebnissen kamen:

- $55 \pm 21,8\mu\text{m}$ (in-vitro) [8],
- $69 \pm 25\mu\text{m}$ (in-vitro) [9].

Nach [9] wurden auch ähnliche Ergebnisse in-vivo ermittelt. Das Abformverfahren hat nach einer klinischen Studie (in-vivo) von *Reichardt* [10] und *Lee et al* [7] keinen signifikanten Einfluss auf die Genauigkeit.

Die Detailwiedergabe bei der Gipsmodellherstellung ist auf Grund ihrer Kristallgröße auf ca. 15-25 μm beschränkt, daher können nicht alle Strukturen detailgetreu nachgebildet werden. Gips zeigt starke Schrumpfungseigenschaften, die sich auf die Genauigkeit auswirken [6].

Nach *Luthardt et al.* [11] sind durchschnittliche Genauigkeiten von 50 μm realistisch.

Abschließend ergibt sich bei der konventionellen Kronenfertigung unter Einbeziehung des Gußprozesses eine Passgenauigkeit von 114 μm (in-vitro) [9] bzw. nach *Blößner* $\sim 50 \mu\text{m}$ (in-vitro) und 400 μm (in-vivo) [12].

b) Labside-Prinzip (extraoraler Scan)

Beim Labside-Prinzip wird die Abformung entweder direkt optisch eingelesen oder nach der Überführung durch den Zahntechniker in ein Gipsmodell digitalisiert. D.h. die Abweichung des extraoralen Scanvorgangs addiert sich zur Abweichung beim Abform- bzw. Modellierungsprozess. Nach *Hollenbeck et al.* [13] sind Passgenauigkeiten von ca. 3 (an Implantatstangen als Referenzobjekte) bis 20 μm (in-vivo) möglich. Rundungen an den Scanobjekten erzeugen dabei schlechtere Genauigkeitsraten.

c) Chairside-Prinzip (intraoraler Scan)

Beim Chairside-Prinzip wird der Mundraum des Patienten digital erfasst und an einen Verarbeitungsrechner zur Modellierung übertragen. Intraoralscanner sind ungenauer als Extraoralscanner. **Abbildung 2** zeigt die Abweichung intraoral digitalisierter Zähne im Vergleich zu extraoral digitalisierter Zähne (Goldstandard im Referenzmodell).

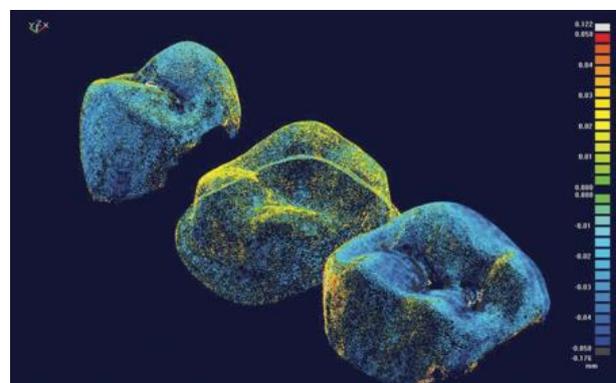


Abbildung 2: Abweichung im Vergleich. Negative Abweichungen sind hellblau bis blau visualisiert und positive Abweichungen sind gelb bis rot [14].

In der Literatur finden sich Genauigkeitsanalysen verschiedenster Scanner mit unterschiedlichen Funktionsprinzipien (z.B. Triangulation, Active Wavefront-Sampling usw.).

Genauigkeitsanalyse nach *Luthardt et al.* [15]:

- Intraoral: +18/-17 μm (Cerec 3D, in-vitro),
- Intraoral: 26 - 81 μm (Cerec 3D, in-vivo, ein Quadrant).

Genauigkeitsanalyse (in-vivo) für eine ZrO_2 -Krone nach Syrek et al. [23] mit einem Lava™ C.O.S. Scanner (s. **Abbildung 3**):

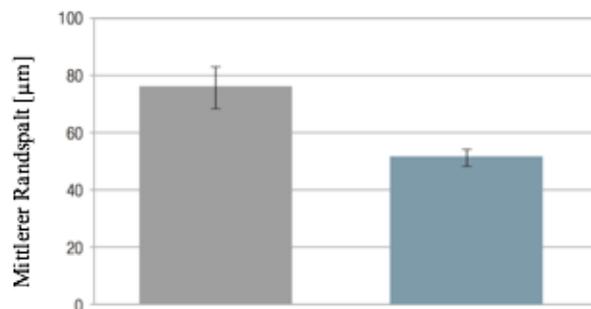


Abbildung 3: Genauigkeitsanalyse (in-vivo) für eine ZrO_2 -Krone nach Syrek et al. mit einem Lava™ C.O.S. Scanner (rechts) im Vergleich mit der konventionellen Abformung (links).

Weitere Genauigkeitsanalysen die die Passgenauigkeit der Abformverfahren vermittelten, wurden von Ender et al. 2011, Ender et al. 2013, Flügge et al. 2013, Gimenez et al. 2013 und Scotti et al. 2011 erstellt.

d) Schlussfolgerungen aus der Genauigkeitsanalyse

Abschließend kommt man zum Schluss, dass die digitale Abformtechnik unter klinischen Bedingungen heutzutage bessere Ergebnisse hinsichtlich der Genauigkeit liefert, als die konventionelle Abformtechnik [9]. An die Genauigkeit der Extraoralscanner reichen Intraoralscanner jedoch noch nicht heran. Grund hierfür sind klinische Randbedingungen wie z.B. Blut- und Speichelfluss, sowie Patienten- und Anwenderbewegungen, die die Zeit für die optische Datenerfassung

auf 128 ms reduziert [14]. Die Scangenaugkeit nimmt mit der Anzahl an Quadranten ab und die Fehlereinflüsse durch Reflexionen müssen bei vielen Scannern durch Bepuderung unterbunden werden [14]. Dennoch können bei einem Intraoralscan auftretende Fehler z.B. am Präparationsrand sofort am Monitor erkannt und korrigiert werden [3]. Die Konventionelle Fertigungstechnologie wird durch zahlreiche Fehlereinflussmöglichkeiten beim Abformprozess, bei der Modellherstellung und beim Gußprozess beeinträchtigt [6][10][16]. Das bestätigen auch die Ergebnisse die aus der Prozessanalyse gewonnen wurden. Als Prozessbarrieren und Fehler ergaben sich beim konventionellen Arbeitsworkflow Fehlereinflüsse wie z.B.:

- Stauchungen bei der Entnahme der Abformung,
- Materialimmanente Materialungenauigkeiten der Abformung z.B. durch Kontraktion,
- Patientenbewegungen, Blut- und Speichelfluss,
- Aushärtezeiten werden nicht eingehalten,
- falsches Mischungsverhältnis des Gipses
- zu frühes Ausgießen des Modells,
- Lufteinschlüsse, Poren, Perlen usw.,
- Fehler beim Anfertigen der Sockel und beim Sägen, sowie beim händischen Freilegen der Präparationsgrenzen.

Hinsichtlich der Gesamtgenauigkeit der Fertigungsprozesse zeigt sich nach *Brückel*, dass intraoralgescannte Kronen vergleichbare Genauigkeitswerte wie konventionell gefertigte Kronen aufweisen [8].

2. Vergleich der Fertigungszeit für eine Krone

Hinsichtlich der gesamten Fertigungszeit von der Aufnahme der Ist-Situation beim Patienten bis zum Einsetzen und Aufpassen der Krone, lieferte die Prozessanalyse bei einem idealisierten Prozessablauf, d.h. ohne aufwendige Korrekturen o.ä., folgende Ergebnisse:

Die konventionelle Fertigung beansprucht mit ca. 8-10 h (ohne Wartezeiten für Trocknungs- und #

Aushärtevorgängen, sowie den Transport) die meiste Arbeitszeit. Wird die Wartezeit mit einbezogen benötigt ein Zahntechniker für die Gußkronenherstellung ca. 1,5-2 Arbeitstage. Wird das Labside-Prinzip genutzt und die Krone beim Zahntechniker gefräst kann die Fertigungszeit (ohne Wartezeit) auf ca. 5 h reduziert werden. D.h. die Krone könnte theoretisch am selben Tag eingesetzt werden.

Unter Verwendung einer intraoralen Vermessung ist es zudem möglich, die Fertigungszeit zusätzlich zu reduzieren, da die Daten online an den Zahntechniker übertragen werden können und das Anfertigen eines Gipsmodells unnötig ist. Des Weiteren ist der Transport der Abformung zum Zahntechniker nicht mehr nötig; dies ist gerade im ländlichen Raum von Vorteil ist [16].

Beim Chairside-Konzept wird die Fertigungszeit auf ein Minimum reduziert. Bei der Prozessanalyse zeigt sich eine resultierende Fertigungszeit von ca. 3-4 h, d.h. es ist demnach möglich, dem Patienten während einer Behandlungssitzung einen Zahnersatz einzusetzen. Letztendlich kann geschlussfolgert werden, dass sich CAD/CAM-Technologien positiv auf die Fertigungszeit auswirken und diese maßgeblich verkürzen. Zu diesem Schluss kommen auch *Meißner et al.* [16] und *Reich* [3], die darauf hinweisen, dass durch diese Verfahren Korrekturen sofort durchgeführt werden können, ohne z.B. eine erneute Abformung anfertigen zu müssen. Dies spart nicht nur die Zeit der Anwender, sondern erhöht zudem die Patientenzufriedenheit.

3. Qualitätssicherung und „digitaler Patient“

Nach § 135 a SGB V ist seit Januar 2011 jeder Vertragsarzt verpflichtet, ein einrichtungsinternes Qualitätsmanagement (z.B. nach DIN EN ISO-, EQFM- oder dem DAZ-Modell) einzuführen und nach dem PDCA-Zyklus weiterzuentwickeln [17]. Ebenso steht es um die Dentallabore, obwohl bei diesen noch kein Qualitäts-

managementsystem gesetzlich vorgeschrieben ist, wird ein QMS nach DIN EN ISO 9001 bzw. DIN EN ISO 13485 empfohlen [18].

Wichtige Bausteine aller QMS-Modelle sind die Überwachung der Infrastruktur, die Transparenz aller Arbeitsprozesse hinsichtlich Analyse, Überwachung und Dokumentation sowie die Rückverfolgbarkeit der Auftrags- und Produktdaten.

Durch die digitale Erfassung der Daten z.B. Intraoralaufnahmen, können diese automatisch digital und patientenbezogen zu dokumentations- und qualitätssicherungszwecken archiviert werden. Damit besteht die Möglichkeit, im Anschluss an die Behandlung den verantwortlichen Behandlungs- bzw. Arbeitsschritt festzustellen, in dem der Fehler verursacht wurde. Damit ist z.B. nachzuweisen ob der Fehler in der Passgenauigkeit einer unpassenden Krone beim Abformen bzw. Scannen, d.h. durch den Zahnarzt verursacht wurde, oder in der Weiterverarbeitung, d.h. durch den Zahntechniker.

Durch die digitale Fertigung wird nicht nur die Qualitätssicherung der Arbeitsprozesse und Verantwortlichkeiten verbessert, sondern auch die Aufbewahrungspflicht der Modelle vereinfacht. Die „analoge“ Aufbewahrung von Abformungen oder Modellen entfällt, was einerseits Platz spart, andererseits, digitale Daten zu jeder Zeit verfügbar macht. Das Konzept der digitalen Archivierung fügt sich damit in das Prinzip der digitalen Praxis ein (s. **Abbildung 4**). Diese geht mit der seit Januar 2012 bestehenden Forderung der Kassenzärztlichen Vereinigung auf digitale Abrechnungszwecke umzusteigen, einher [19].

Der „digitale Patient“ führt aber auch zu Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Datenschutz - gerade wenn es um den Austausch von Patientendaten zwischen Praxis und Labor geht. In dieser Beziehung sind mindestens spezielle Verschlüsselungsmechanismen anzuwenden [16][19]

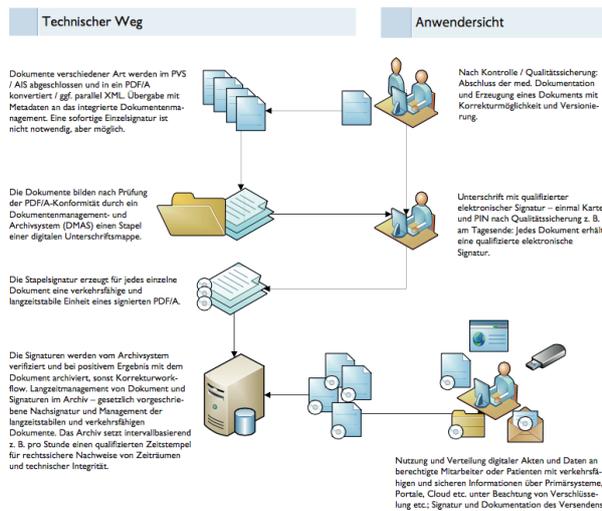


Abbildung 4: Archivierung digital erzeugter Dokumente und der medizinischen Dokumentation.

4. Auswirkung auf die Ausbildung

Mit dem Einzug der Digitaltechnik in den zahn-technischen Bereich, hat sich auch das Tätigkeitsfeld vieler Zahnärzte und Zahntechniker gewandelt. Anstatt sich mit konventionellen Gußverfahren zu beschäftigen, arbeiten viele mit modernen Scannern und CAD/CAM-Programmen. Gerade die Zahntechnik bewegt sich nach *Kugies* [20] von einem Handwerk in die Informationstechnologie. Dennoch wird dieser Wandel in der Ausbildung, d.h. in den Prüfungsordnungen für Gesellen und Meister nicht berücksichtigt [20][21]. Damit wird nicht vorgeschrieben, sich in der Ausbildung mit diesen neuen Technologien auseinanderzusetzen. Auf der anderen Seite folgt die Dentaltechnik dem Trend vieler Berufe im Gesundheitswesen – der Akademisierung, wie *Rebmann Research*, im Dezember 2014 berichtete. Es existiert bereits der Studiengang *Digitale Dentale Technologie (Bachelor of Engineering)* an der Praxishochschule Köln, mit dem Schwerpunkt digitale Dentaltechnik.

Aber nicht nur Dentaltechniker im beruflichen Alltag kommen vermehrt in Kontakt mit CAD/CAM-System - auch Zahnärzte, die nach dem Chairside-System bzw. mit Scannern

arbeiten, müssen selbst mit der Erstellung der Restauration am Computer vertraut sein. Dafür gibt es wie bei der Dentaltechnik, die Möglichkeit Fort- und Weiterbildungskurse oder Aufbaustudiengänge (z.B. *Clinical Dental CAD/CAM*, Uni Greifswald) zu dieser Thematik zu besuchen.

Um eine zunehmende Akademisierung der Dentaltechnik zu verhindern, darf sie zukünftig nicht länger in ihrer alten Innungshierarchien verbleiben und muss die Auszubildenden in aktuellen CAD/CAM-Verfahren anwendungsorientiert unterrichten. Stellvertretend für die Vereinigung der klassischen, handwerklichen Zahntechnik und moderner Planung- und Herstellungsprozesse in der Ausbildung, ist z.B. die Albrecht-Dürer Berufsschule in Düsseldorf zu nennen [22].

IV. FAZIT/RESÜMEE

Letztendlich ergeben sich für die drei Herstellungsverfahren folgende Vor- und Nachteile (s. **Tabellen 1, 2 und 3**).

Konventionelle Fertigung

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der konventionellen Fertigung.

<i>Vorteile:</i>
(1) Abformmassen sind verdrängend und können bei der Abbindung Feuchtigkeit aufnehmen.
(2) Spezielle Funktions- und Überabformungen, etwa für Teleskopprothesen möglich.
(3) Geringe/keine Neuinvestitionskosten.
<i>Nachteile:</i>
(1) Verformung des Weichgewebes durch den Druck der Abformmasse.
(2) Fehler bei der Materialwahl bzw. -verarbeitung.
(3) Verformung des Materials während/nach der Abbindung.
(4) Aufwendige dynamische Einartikulation.
(5) Hohe Prozessdurchlaufzeiten. Bei Kronenfertigung ca. 8-10 h (ohne Wartezeiten).
(6) Hoher Archivierungsaufwand.
(7) Unkomfortabel für den Patienten (Würge-reiz usw.)

Labside-Fertigung (Extraoraler Scan)

Tabelle 2: Vor- und Nachteile der Labside-Fertigung.

<i>Vorteile:</i>
(1) Abformmassen sind verdrängend und können bei der Abbindung Feuchtigkeit aufnehmen.
(2) Digitale Einartikulation (statisch + dynamisch) über CAD-Software.
(3) Höhere Standardisierung der Prozesse führt zu besserer Qualitätssicherung.
(4) Prozessdurchlaufzeit reduziert sich auf ca. 6 h (ohne Wartezeiten).
<i>Nachteile:</i>
(1) Nachteile der Abformung werden von der konventionellen Herstellung übernommen.
(2) Hohe Investitionskosten: Laborscanner, CAD-Software, (CAM-Fräsmaschine).
(3) Abweichungen verbessern sich zur konventionellen Fertigung nicht bzw. unmerklich.
(4) Know-How erforderlich.
(5) Rechtliche Fragestellungen hinsichtlich des Datenschutzes.

Chairside-Fertigung (Intraoraler Scan)

Tabelle 3: Vor- und Nachteile der Chairside-Fertigung.

<i>Vorteile:</i>
(1) Durch die kontaktlose Aufnahme werden orale Weichgewebe nicht verformt.
(2) Digitale Einartikulation (statisch + dynamisch) über CAD-Software.
(3) Höchste Standardisierung des Fertigungsprozesses führt zu besserer Qualitätssicherung.
(4) Prozessdurchlaufzeit reduziert sich auf ca. 3-4 h (ohne Wartezeiten).
(5) Keine Archivierung von Gipsmodellen nötig.
(6) Hoher Patientenkomfort.
<i>Nachteile</i>
(1) Fortpflanzungsfehler beim Scannen mehrerer Quadranten.
(2) Hohe Investitionskosten: Intraoralscanner Laborscanner, CAD-Software, (CAM-Fräsmaschine).
(3) Know-How hinsichtlich CAD/CAM und der Aufnahme intraoraler Scannst ist erforderlich.
(4) Rechtliche Fragestellungen hinsichtlich des Datenschutzes.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass digitale Herstellungsmethoden viele Vorteile gegenüber konventionelle Fertigungstechnologien haben. Dennoch sind z.B. spezielle Funktions- und Überabformung, etwa für Teleskopprothesen nur mit der konventionellen Abformung möglich. Eine umfassende Kostengegenüberstellung wurde in dieser Arbeit nicht dargestellt, da diese nicht verallgemeinernd auf alle Situationen abgebildet werden kann. Eine Befragung von Zahnärzten und Zahntechnikern zu diesem Thema brachte viele unterschiedliche Meinungen und Ansichten hervor. Oftmals wurden die hohen Investitionskosten angebracht, die sich nicht vollständig amortisieren. Dies gelte z.B. auch für Intraoralscanner nach der neuen GOZ (0065). Darüber hinaus wurden geschlossene Systemlösungen bemängelt. Durch den Zwang in eine herstellerseitige Abhängigkeitsbeziehung hinsichtlich der angebotenen Dienstleistungen ist ein solches System für viele Praxen ausgeschlossen. Letztendlich wird die digitale Fertigungstechnik auch in dieser Branche konventionelle Arbeitsmethoden verdrängen und sich als neuer Standard platzieren.

Eine exemplarische kostenspezifische Untersuchung der konventionellen Fertigung bzw. des Labside-Chairside-Prinzips könnte für Folgearbeiten angedacht werden. Zudem könnte das Thema Qualitätssicherung im Dentallabor weiter ausgearbeitet werden. Mit der Qualitätssicherungspflicht in den Arztpraxen, wird dieses Thema in der Zukunft auch für Dentallabore relevant werden [18]. Rund um den „digitalen Patienten“ steht der Schutz der Patientendaten im Vordergrund. Eine umfassende Bestandsaufnahme der derzeitigen Situation und einen Ausblick auf kommende gesetzliche Änderungen ist ebenso ein ausbaufähiges, wie wichtiges Thema, das es nötig macht in weiteren Arbeiten, genauer untersucht zu werden.

LITERATUR

- [1] M. Rudolph: Randspaltmessung und Festigkeitsprüfung von Metallkeramikronen mit lasergeschmolzenem Gerüst. Dissertationsschrift, Halle, 2006.
- [2] T. Flügge: Digitale intraorale Abformungen im Vergleich zur konventionellen Abformtechnik. Freiburg, Dissertationsschrift, 2013.
- [3] S. Reich: Konventionelle versus digitale Abformung. ZMK-Magazin, 11/ 2014.
- [4] M. Kern: Digital Dentistry bald Standard? Jahrbuch Digitale Dentale Technologien, oemus-Verlag, 2015.
- [5] sparxsystems.com.
- [6] H. Salem: Vergleich von Digitalisierungssystemen zur Herstellung von festsitzendem Zahnersatz im Rahmen einer CAD/CAM-Prozesskette, Dissertationsschrift, Ulm, 2011.
- [7] I. Lee, R. DeLong, M. Pintado, R. Malik: Evaluation of factors affecting the accuracy of impressions using quantitative surface analysis. Oper Dent 20, 1995.
- [8] C. Brückel: Passgenauigkeit von Kronen nach optischer Abformung im Vergleich mit konventionellen Verfahren, Dissertationsschrift, Gießen, 2012.
- [9] M. Kern: Ist die digitale Abformung wirklich präzise?, Jahrbuch digitale dentale Technologien, oemus-Verlag, 2015.
- [10] B. Reicherdt, Klinische Abformgenauigkeit unter Praxisbedingungen eine quantitative und qualitative Modellanalyse, Dissertationsschrift, Ulm, 2013.
- [11] R. Luthardt, P. Kühmstedt, M. Walte: A new method for the computer aided evaluation of three-dimensional changes in gypsum materials. Dent Mater 19, 2003.
- [12] T. Blößner: Die unterschiedliche Gestaltung der Präparationsgrenze und deren Einfluss auf die Randschlussgenauigkeit von hochgoldhaltigen Vollgussrestorationen, Dissertationsschrift, Gießen, 2000.
- [13] K. Hollenbeck, T. Allin, M. Poel: Streifenlicht oder Laser – Dentale 2D-Laborscanner – Wie sie funktionieren und was funktioniert am besten, 3DShape Technology Research, Kopenhagen, 2012.
- [14] H. Rudolph, S. Quaas, CAD/CAM-gefertigte Restaurationen: Grundlagen und Technologien für die zahnärztliche Praxis, Spitta-Verlag, 2009.
- [15] R. Luthardt, R. Loos, S. Quaas: Accuracy of Intraoral Data Acquisition in Comparison to the Conventional Impression, Int J Comp Dent, 2005, 8:283-94.
- [16] C. Meißner, I. Meißner: Von der digitalen Abformung zur prothetischen Restauration, ZMK-Magazin, 11/ 2014.
- [17] IDZ-Information, Institut der deutschen Zahnärzte: Qualitätsmanagementsysteme für die Zahnärzte, Köln, 05.2005.
- [18] A. Pindur-Nakamura, A. Forster, N. Muhle: Qualitätsmanagement für zahntechnische Labore, Spitta-Verlag, 2012.
- [19] G. Heigis, H. Kuhleemann: Digitaler Workflow in der Zahnarztpraxis – Anforderungen und Lösungen heute, Möglichkeiten morgen, Digital-Dental-News, 04/2012.
- [20] H. Kugies: Die Zukunft der Zahntechnik, ZWL, 02/2011.
- [21] Verordnung über die Berufsausbildung zum Zahntechniker/zur Zahntechnikerin, 12/1997.
- [22] M. Lensing: Digital ... ist die Welt ... wird die Zahntechnik ... muss die Ausbildung sein!, Das internationale Zahntechnik Magazin, 04/2012.
- [23] A. Syrek, G. Reich, D. Ranftl, C. Klein, B. Cerny, J. Brodesser: Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. J Dent, 7/2010: 55

Fertigung in der Dentaltechnik

CAD / CAM

Rapid Prototyping

Carina Wemer

OTH Amberg-Weiden

Zusammenfassung:

CAD / CAM basierte Methoden in der Zahnarztpraxis und dem Zahntechniklabor bieten vielfältige Möglichkeiten und Vorteile. Der 3D-Scan der Ist-Situation des Patienten, die Daten aus der CAD-Konstruktion und der CAM-Fertigung können digital gespeichert und wiederverwendet werden, sowie einfach per Internet weiterverschickt. Die Arbeitsabläufe sind vermehrt automatisiert und bieten daher weniger Fehlerquellen und sind leicht reproduzierbar. Am Ende steht nur die Frage, ob die Neuerungen nur Vorteile, oder eventuell auch Nachteile mit sich bringen.

Einleitung:

Die moderne Zahnarztpraxis wird immer mehr vom Digital Dental Workflow bestimmt. Dies beginnt beim klassischen Abdruck, der nicht mehr mit Löffel und Abformmasse sondern mit einem Mundscanner aufgenommen wird. Die anschließende Erstellung der Konstruktion erfolgt dann mittels CAD-Programmen und die Vorbereitung der Fertigung durch CAM-Tools. Anschließend können die Rekonstruktionen, Brücken, Kronen, Schienen etc. entweder durch klassische subtraktive oder durch additive Verfahren (Rapid Prototyping) erstellt werden.

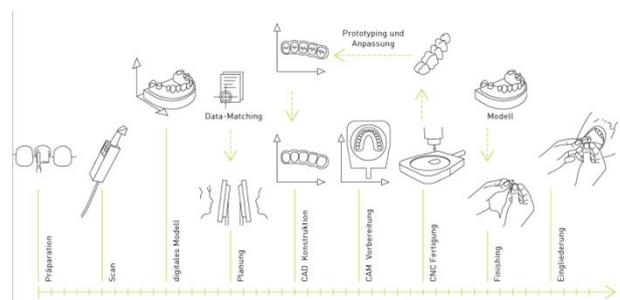


Bild 1: Übersicht über den Digital Dental Workflow

(<https://www.yodewo.com/academy/ddw>)

Digitale Erfassung der Situation:

Um die orale Situation des Patienten umfassend und möglichst angenehm für ihn erfassen zu können, werden digitale Mundscanner eingesetzt. Diese nehmen die Daten mit hoher Präzision und Genauigkeit auf, was auch durch die kurzen Aufnahmezeiten der Scanner unterstützt wird, da dann die Wahrscheinlichkeit von Verwacklungen reduziert wird. Neben der Schnelligkeit der Aufnahme, die natürlich eine Zeitersparnis darstellt, ist die Prozedur auch für den Patienten angenehmer da der Abdruck nicht mehr mit Löffel und Abdruckmasse erstellt werden muss. Dieses Vorgehen führt oft zu Würgereizen und nimmt auch mehr Zeit in Anspruch. Dagegen kann während der Aufnahme mit dem Intraoralscanner der Mund auch zwischenzeitlich kurz geschlossen

werden. Die Gefahr, dass Abformlöffel und Material nicht komplett verbunden sind, eine Luftblase oder ein Fehler im Gipsmodell entsteht, entfällt hier.

Die 3D-Aufnahme kann anschließend sofort angesehen werden und, falls gewünscht, auch noch während der Sitzung mit dem Patienten an den Zahntechniker übermittelt und mit ihm besprochen werden.



Bild 2: Mundscanner mit übermitteltem 3D-Bild

(<http://www.wallossek-dentaltechnik.de/index.php?id=4228&L=0%22>)

CAD / CAM:

Nach der optoelektronischen Erfassung der Daten werden diese übereinandergelegt und miteinander verrechnet. Im CAD / CAM Prozess werden diese Modelle dann als Grundlage verwendet, um die anschließende Konstruktion am Bildschirm durchzuführen. Diese Konstruktionen sind später einwandfrei reproduzierbar.

Für die Konstruktionen der Restaurationen, Brücken, usw. wird auch das Wissen über Werkstoffeigenschaften des jeweilig verwendeten Materials benötigt. Ist dieses „Wissen“ in der CAD-Software bereits implementiert, kann diese bestimmte Mindestanforderungen an Dicken und Querschnitte automatisch ermitteln und berücksichtigen. Auch die Abstände zu Nachbarzähnen, Antagonisten und anderen beteiligten Strukturen werden direkt miteinbezogen. Damit wird auch das Risiko von Spannungen, Rissen und Frakturen sowohl

in der Restauration selbst als auch bei deren Verblendung vermindert.

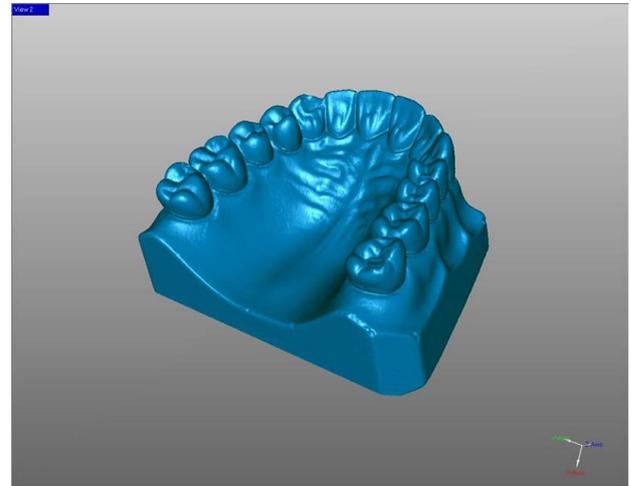


Bild 3: 3D-Bild Gebiss

(http://www.dentalscanner.com/images/dentalArch2_b.jpg)

Durch die Verwendung von CAD / CAM basierten Systemen ist die hochpräzise Fertigung von, z.B. Keramikgerüsten und Verblendungen aus Zirkonoxid möglich. Die Vorteile dieser Systeme sind beispielsweise verbesserte Hygiene (durch die maschinelle Abwicklung der Fertigung können Kontaminationen weitgehend vermieden werden), die Zeitersparnis durch standardisierte und automatisierte Abläufe sowie die genau reproduzierbaren Ergebnisse.

Fertigungsverfahren:

Zu Beginn des Einsatzes von CAD/CAM-unterstützten Verfahren wurde die Fertigung hauptsächlich subtraktiv vorgenommen. Das heißt, aus vorgefertigten Blöcken wurden die benötigten Teile herausgefräst, geschliffen oder gedreht.

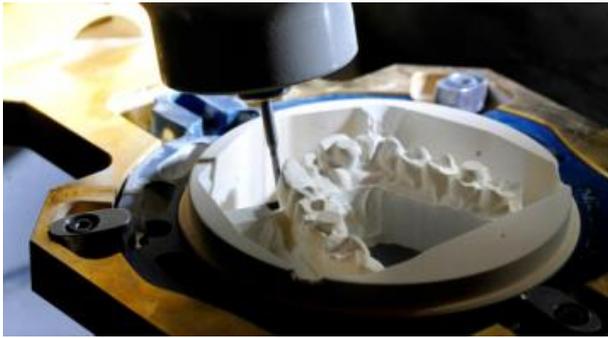


Bild 4: Subtraktives Fertigungsverfahren
(© Rapid.Tech Messe Erfurt GmbH;
http://www.zwp-online.info/sites/default/files/imagecache/scale_x_404/teaserbild/rapid-tech-erfurt.png)

Seit einigen Jahren wird vermehrt auf Rapid-Prototyping-Verfahren zurückgegriffen. Dies sind aufbauende, also additive Verfahren. Beispiele dafür sind das Lasersintern und die Stereolithographie.

Bei der Stereolithographie werden lichtaushärtende Kunststoffe (Photopolymere) als Material verwendet. Diese befinden sich in flüssigem Zustand in einem Becken und werden von oben mit einem Laser beleuchtet. Die Stärke des Lasers bestimmt dabei die Schichtdicke (1 - 250µm). Ist die erste Schicht ausgehärtet, wird das Objekt im Becken und somit im flüssigen Kunststoff um die definierte Tiefe abgesenkt, sodass der Kunststoff wieder darüber fließt und eine neue Schicht erstellt werden kann.

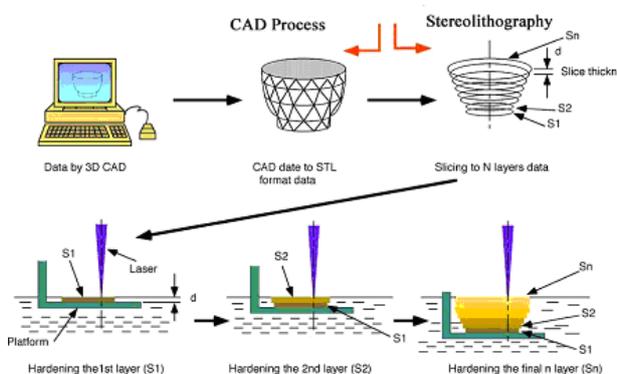


Bild 5: Stereolithographie
(<http://www.h2o-clock.didi80.ch/images/stereo.gif>)

Beim Lasersintern werden dünne Schichten (1 - 200 µm) eines Metall-, Kunststoff-, oder Keramikpulvers aufgebracht und dann durch das Sintern durch einen Laserstrahl geschmolzen. Anschließend wird eine neue Schicht des Pulvers aufgetragen und wiederum an den definierten Stellen aufgeschmolzen.

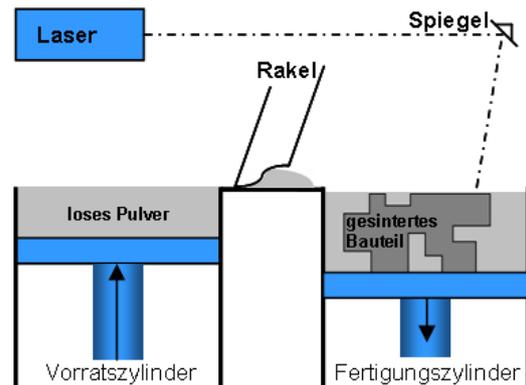


Bild 6: Lasersintern
(<https://www.ghi.rwth-aachen.de/www/pages/keramik/lasersintern.png>)

Die jeweiligen Schichtdicken der Verfahren bestimmen dabei die Genauigkeit und Präzision der Konstruktion und somit die Qualität der Umsetzung.

Materialien des Rapid Prototyping:

Für die Fertigung in der Dentaltechnik, und speziell für das Rapid Prototyping, können verschiedene Materialien verwendet werden. Eine Auswahl davon sind Zirkoniumdioxid, PEEK und Promysan.

Zirkoniumdioxid ist eine Hochleistungskeramik, die auch für vollkeramische Restaurationen geeignet ist. Es können damit Kronen und Brücken auch im Frontzahnbereich gefertigt werden, da es eine natürliche Farbgebung ermöglicht. Neben der Ästhetik verfügt Zirkoniumdioxid über eine hohe Lebensdauer, Abriebfestigkeit, gute Verträglichkeit und Geschmacksneutralität.

Zusätzlicher Vorteil von vollkeramischen Restaurationen ist, dass man keine metallischen Kronenränder ab-/ bzw. verdecken braucht, sowie der Patient nicht mehr über metallischen Geschmack klagen muss.

Ein geeignetes Verfahren zur Fertigung mit Zirkoniumdioxid ist das Lasersintern.

PEEK (Polyetheretherketon) ist ein Polymer das auch für Hüft-, Knie- und Bandscheibenimplantate Verwendung findet. In der Zahnmedizin und –technik wird es hauptsächlich als Verblendung von Zirkonoxidkronen eingesetzt.

Vorteile dieses Materials sind die gute Verträglichkeit, eine hohe Beständigkeit gegen Abnutzung und Korrosion, die knochenähnliche Härte und eine geringe Verfärbungswahrscheinlichkeit.

Auch für diesen PEEK bietet sich das Lasersintern als Rapid Prototyping Verfahren an.

Promysan ist vor allem für die Herstellung von Prototypen geeignet, da es nach der Fertigung noch gut nachbearbeitet werden kann. Hat man also einen Prototypen fertig, kann der Patient diesen anprobieren und die nötigen Veränderungen und Verbesserungen können vorgenommen werden. Anschließend wird das gesamte Modell nochmals gescannt und dann aus einem anderen Material, z.B. Zirkoniumdioxid, endgefertigt. Der ursprüngliche Prototyp aus Promysan kann z.B. als Ersatz-Prothese weiterverwendet werden. Die Vorteile des Materials sind die gute Verträglichkeit sowie die chemische Beständigkeit.

Diskussion:

Die einfache Datenübertragung der 3D-, CAD- und CAM- Daten ermöglicht es, und bringt damit einen gewissen Trend mit sich, diese nicht nur einem Zahntechniker in der näheren

Umgebung zu übermitteln. Man kann sie quer durchs Land oder auch in Billiglohnländer senden, um dort die Restaurationen fertigen zu lassen. Dies kann den Vorteil bringen, einen günstigeren Partner zu finden, vor allem im Ausland. Doch trifft dies auch nur auf die konventionellen Herstellungsmethoden zu. Für das Rapid Prototyping werden, egal in welchem Land, die zugehörigen Maschinen benötigt. Noch dazu kommt, dass Zahnarzt und -techniker auch direkt, das heißt am besten in der gleichen Sprache, kommunizieren können sollten. Dies ist spätestens in weit entfernten Ländern nicht mehr ohne Probleme möglich. Im Weiteren sollten sich diese beiden Partner auch auf einem gleichen Qualitätsniveau befinden. Jedem Arzt und auch Patienten ist daher zu empfehlen sich gut zu überlegen, welches Dentallabor, und damit welcher Zahntechniker, beauftragt wird. In diesem Sinne bietet das Rapid Prototyping auch eine günstige Alternative zu den herkömmlichen Fertigungsverfahren.

Referenzen:

- [1] Basu/Katti/Kumar: Advanced Biomaterials. Fundamentals, Processing, and Applications. Canada: Wiley, 2009.
- [2] A.Hohmann/W.Hielscher: Lehrbuch der Zahntechnik. Band 3. 5., aktualisierte Auflage. Berlin: Quintessenz Verlag, 2012.
- [3] Andreas Gebhardt: Generative Fertigungsverfahren. Rapid Prototyping – Rapid Tooling – Rapid Manufacturing. 3. Auflage. München: Carl Hanser Verlag, 2007.
- [4] Prof.Dr.med.dent.Klaus M. Lehmann: In qualifizierter Partnerschaft. In: Zahntechnik Teleskop 06-2006, Seiten 10-14.
- [5] <http://www.ww-dental.de/> [Stand: 29.05.2015]
- [6] <http://promysan.com/index.html> [Stand: 29.05.2015]
- [7] <http://www.zwp-online.info/de/> [Stand: 29.05.2015]

Datenschutz in der digitalen Gesundheitsversorgung

Julius Prüfling

OTH Amberg – Weiden, Abt. Weiden

1. KURZFASSUNG

In der rasant wachsenden Gesundheitsversorgung nimmt die Digitalisierung der medizintechnischen Geräte einen immer größeren Platz in der Produktwelt ein. Die dadurch begünstigte Vernetzung der Geräte ist ein grundsätzlich positiver Nebenaspekt der Digitalisierung. Allerdings gehen aus diesem Nebenaspekt auch verschiedene negative Potentiale aus. Eines der bedeutendsten negativen Aspekte ist die Gewährleistung des Datenschutzes in der digitalen Welt aber auch in der digitalen Gesundheitsversorgung.

Als Treiber der digitalen Gesundheitsversorgung gelten die digitalisierte Gesellschaft, der Fachkräftemangel und viele weitere Einflüsse. Allerdings ist die Entwicklung der Datenschutzmaßnahmen ebenso wichtig wie die wachsende Digitalisierung. Es wird also angestrebt, mit Hilfe der ISO 27001 und der IEC 80001 einen Prozess zu schaffen, der die kontinuierliche Weiterentwicklung und Verbesserung der Sicherheit und des Schutzes von

Medizinprodukten, sowohl auf Hersteller- als auch auf Betreiberseite gewährleistet.

Die ISO 27001 ist die Datenschutznorm auf internationaler Ebene die das Management aller vernetzbaren IT – Geräte und deren IT – Sicherheit beschreibt sowie mögliche Maßnahmen definiert. Es wird in dieser Norm nicht explizit auf Medizinprodukte eingegangen. Der Datenschutz auf Medizintechnikenebene beschreibt die IEC 80001 und beschäftigt sich mit der Datensicherheit (fälschungssicher), mit dem Datenschutz (Sicherungen) aber auch mit der Schutz vor Eingriffen Dritter (Schutz vor Hackangriffe).

Die Sicherheitsthematik muss durch die übergreifende Prozessgestaltung von Hersteller und Betreiber strategisch gut geplant sein, damit bereits bei der Medizintechnikplanung die auf Betreiberseite bereits vorhandenen Gateway-, Virenschutz- und Patchmanagement- Lösungen mit implementiert werden können.

2. EINLEITUNG

Die Thematik der digitalen Gesundheitsversorgung hat in Europa aber auch speziell in Deutschland eine immer größere Bedeutung. Als Treiber dieser „neuen“ Gesundheitsversorgung

gelten die digitalisierte Gesellschaft, der demographische Wandel, speziell auch der Fachkräftemangel. Aber auch die Bundesregierung fördert die digitale Gesundheitsversorgung.



Verbesserungspotentiale gibt es in diversen Bereichen. Durch die Verbesserung der Patientenversorgung versucht man den Auswirkungen des demographischen Wandels entgegenzuwirken. Ein weiterer Ansatz wäre, die Medizintechnikbranche zu einem Job-Motor zu entwickeln, mit der Absicht, so den Fachkräftemangel zu bekämpfen und Innovation voranzutreiben. Mit Hilfe von öffentlichen Schnittstellen soll die Leistungsfähigkeit des Gesundheitssystems verbessert werden. Die Forschung und Entwicklung von Medizintechnik versucht Probleme zu beheben und sie sollten sich somit an der medizinischen Versorgung orientieren. Durch den forcierten Austausch zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Anwendern versucht man, die relevanten Akteure zu vernetzen. Zu guter Letzt wird versucht, Deutschland, wie in anderen Branchen auch, in der Medizintechnik als Innovationsstandort zu entwickeln, um

auch das prognostizierte Wachstumspotential nutzen zu können.

Das Potential der digitalen Gesundheitsversorgung, speziell auf die Dentaltechnik bezogen, beginnt bei der Prävention, über die Diagnostik bis hin zur Therapie. Wobei der Grad der Digitalisierung bei der Prävention langsam und ab der Diagnose rasant steigt, bei der Schnittstelle Diagnostik und Therapie ihr Maximum erreicht und danach wieder sinkt. Beispiele der Prävention wären ein E – Coaching Programm für sämtliche Bereiche, für die Diagnostik der Intra-Oral-Scanner und für die Therapie die navigierte Chirurgie. Ihre Verknüpfung kann zum Beispiel mit der digitalen Prothetik abgedeckt werden.

Ein Beispiel für innovative Projekte ist der Aufbau einer digitalen Versorgungskette, die die zuvor genannten drei Hauptpunkte verbindet, um medizinische Bilddaten und Dokumente zwischen den behandelnden Ärzten austauschen zu können. Die digitale Fertigungskette umfasst nur die Diagnostik und die Therapie. Dabei werden individuelle Prothesen durch einen Datensatz, der in der Diagnostik gewonnen wird, gefertigt und später der Patient mit diesen versorgt.

All diese genannten Themen führen zu einem großen Stichwort: Datenschutz!

3. ZIELSETZUNG

Die Vernetzung medizintechnischer Geräte mit dem Internet und anderen Netzwerken bedeutet, dass zur Außenwelt Gefahren beziehungsweise Gefährdungen für Patienten und/oder Anwender entstehen. Ziel ist es, einen Prozess zu schaffen, der die kontinuierliche Verbesserung der Sicherheit und der Schutz von Medizinprodukten, sowohl auf Hersteller- als auch auf Betreiberseite

gewährleistet. Der optimale Prozess würde den Informationsaustausch zwischen Hersteller und Betreiber beinhalten, um alle Sicherheits- und Schutzbedürfnisse beider Seiten sicherstellen zu können. Die Gestaltung des Prozesses wird iterativ aufgebaut. So wird versucht, sich an das Optimum anzunähern.

4. DATENSCHUTZ

Auch für die Medizintechnik gelten die allgemein greifenden Datenschutzregularien, welche durch die ISO 27001 genormt werden. Speziell für

medizintechnische Produkte wurde die IEC 80001 entwickelt, um die Datenschutz – Thematik im medizintechnischen Umfeld zu konkretisieren.

a. ISO 27001

Die ISO 27001 soll für verschiedene Bereiche anwendbar sein. Man versucht damit die Formulierung von Anforderungen und Zielsetzungen zur Informationssicherheit zu standardisieren. Dabei wird auf ein kosteneffizientes Management von Sicherheitsrisiken Wert gelegt. Die ISO 27001 stellt auch eine Konformität zu den geltenden Gesetzen und Regularien her. Es versucht desweiteren, spezifische Ziele zur

Informationssicherheit sicherzustellen, um so Prozessrahmen für die Implementierung und das Management von Maßnahmen zu gewährleisten.

Diese international greifende Norm ist sehr allgemein geschrieben und bietet noch viel Handlungsspielraum zur Umsetzung.

Für diesen Handlungsspielraum wurde speziell für die Medizintechnik die IEC 80001 entwickelt.

b. IEC 80001

Die IEC 80001 definiert einen (Risikomanagement-) Prozess, mit dem der Anwender seine Sorgfaltspflichten beim Betrieb vernetzter Medizinprodukte in einem IT – Netzwerk gemäß Medizinproduktegesetz (MPG) und Medizinproduktebetrieberverordnung (MPBetreibV) bezüglich der Sicherheit, des Schutzes und der Effektivität von Patienten, Anwendern und Dritter nachkommen und belegen kann. Der Betreiber benötigt entsprechende

Informationen des Herstellers über das zu integrierende Medizinprodukt, um diese Aufgabe wahrnehmen zu können.

Die Norm IEC 80001 wird als reine Prozessnorm angesehen, das heißt, dass sie sich weitestgehend an den Betreiber der vernetzten Medizinprodukte richtet. Das bedeutet, dass der Betreiber aktiv werden muss, die Normenanforderungen umzusetzen. Die Norm lässt die Hersteller allerdings nicht

komplett außen vor, indem sie dem Hersteller vorgibt, dem Betreiber Informationen zur Verfügung zu stellen, die benötigt werden, um die vernetzbaren

Medizinprodukte sicher in einem medizinischen Netzwerk betreiben zu können.

c. INFORMATIONSNOTWENDIGKEIT DES HERSTELLERS

Für die sichere und geschützte IT – Integration benötigt der Hersteller Informationen zu IT – Sicherheitskonzepten wie Firewall, Gateway – Lösungen sowie Angaben zum

Virenschutz und Patchmanagement, damit ein Medizinprodukt im Netzwerk des Betreibers bestimmungsgemäß arbeiten kann.

d. ZUSTÄNDIGKEITS-VERANTWORTUNGSVEREINBARUNG

Die Zuständigkeits- bzw. Verantwortungsvereinbarung wird zwischen dem Hersteller und dem Betreiber getroffen, um die Verantwortlichkeit für alle Aspekte des Lebenszyklus des Medizinproduktes in einem medizinischen Netzwerk, sowie die Aufgaben und die Schutzziele des Netzwerks zu erreichen.

Es werden dabei die

- verantwortlichen Ansprechpartner,

- die laufenden Sicherheitsinformationen des Herstellers an den Betreiber,
- die Gewährleistung eines aktuellen Patchmanagements auf der Betriebssystemebene,
- Informationen über Verbesserungen von sonstigen IT – Sicherheitskonzepten und
- Schnittstellenkonfigurationen durch den Hersteller

festgelegt.

e. AUFGABEN DES BETREIBERS

Der Betreiber sollte seine Informationsbedürfnisse spezifizieren, indem er seine Strategie und die daraus resultierenden Anforderungen an die Sicherheit, den Schutz und die Effizienz eines medizinischen Netzwerks klärt. Dies ist eine Gemeinschaftsaufgabe der Organisationsstrukturen von Medizintechnik, IT und auch des Einkaufs. So muss der Betreiber z.B. sein Patchmanagement für die verschiedenen

IT – Produkte und Medizinprodukte definieren, um damit Zielklarheit für die Diskussion und den Informationsaustausch mit Herstellern zu gewinnen.

Die pauschale Forderung nach Informationen gemäß IEC 80001 hilft dem Betreiber wenig, wenn dieser noch keine Zielklarheit darüber hat, wie er seine medizinischen Netzwerke betreiben will.

5. FAZIT

Mit der Norm ist die Sicherheit der medizinischen Netzwerke und der damit verbundenen Aufgaben für Betreiber (und für Hersteller) klar in den Fokus des Interesses getreten. Die IEC 80001 stellt also eine Möglichkeit dar, mit der der Betreiber seine Sorgfaltspflichten bzw. Obliegenheitspflichten beim Betrieb von vernetzten Medizinprodukten erfüllen und nachweisen kann

Die dazu notwendigen Prozesse des Informationsaustausches zwischen Herstellern und Betreibern werden sich mit Implementation der Norm deutlich entwickeln. Die noch zu spürende

Verunsicherung auf beiden Seiten wird sich im Laufe der Zeit legen, wenn beide Partner die Norm als Chance sehen, voneinander zu lernen, wie die Sicherheit und der Schutz medizinischer Netzwerke aufgebaut und weiterentwickelt werden können. Dieser beiderseitige Lernprozess ist durchaus als Chance zu sehen. Die Frage, wer welche Hol- und Bringschuld übernimmt, wird sich klären, vor allem, wenn die Betreiber ihre Sicherheitsstrategie bei der Integration von Medizinprodukten in Medizinische IT-Netzwerke und die daraus resultierenden Konsequenzen definiert haben.

6. QUELLEN

[1] <http://previews.123rf.com/images/ra2studio/ra2studio1104/ra2studio110400149/9289249-woman-doctor-pressing-digital-button-Medical-theme--Stock-Photo.jpg>

[2] Gärtner, A.; Medizinproduktesicherheit Band 5: Medizinische Netzwerke und Software als Medizinprodukt, TÜV Media GmbH Köln 2009, ISBN 978-3-8249- 1167-7

[3] http://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Fachverbaende/Elektromedizinische_Technik/FAQs_zur_IEC_80001-Rev_2_1____Stand_15_07_2010-m.pdf

Förderung in der Dentaltechnik

Förderprogramme und Finanzhilfen in der Medizintechnik

Michael Ojciec

Ostbayerische Technische Hochschule - Weiden

Zusammenfassung

Durch das Auslösen der vierten industriellen Revolution, fusioniert endgültig die IT mit der Fertigung. Um frühzeitig diesen Meilenstein einzuleiten, wird auch von der Seite des Bundes Fördermassnahmen angeboten. Durch diese Förderprogramme wird es Unternehmen ermöglicht in Forschung & Entwicklung, Technologie und Optimierungspunkten sich weiterzuentwickeln.

Warum wird Gefördert? - Industrie 4.0

„Industrie 4.0“ ist seit geraumer Zeit in aller Munde. Sie soll eine vierte industrielle Revolution auslösen, indem sie die Fertigung nun endgültig mit der IT fusioniert und dadurch nicht nur weitere Automatisierungspotenziale verspricht, sondern auch neue Flexibilitätspotenziale für die Produktion, Produkte und ebenso für die Mitarbeiter. Auch soll die dauerhafte Spitzenposition Deutschlands im internationalen Wettbewerb damit gesichert werden. Dass zum Beispiel auch das wichtige Qualitätssiegel: Made in Germany in Zukunft gilt, wird angestrebt die Möglichkeiten der Industrie 4.0 frühzeitig zu erschließen. Wichtige Gründe für die Industrie 4.0.



Hohe Wettbewerbsstärke:

Durch die derzeitige führende Position von Deutschland als Fabrikausrüster und in den eingebetteten Systemen, im internationalen Markt. Ermöglicht es sich den Industrie 4.0 Wandel aktiv zu begleiten und damit die Stellung als Leitanbieter weiter auszubauen. Desweiteren steigert es die stärkere Vernetzung von Produkten und Maschinen und dessen Effizienz. Was einen Erfolg im globalen Wettbewerb mit sich bringen wird.

Flexible Fertigung:

Durch die Flexible Fertigung besteht es die Möglichkeit schneller auf Veränderungen im Internationalem Wettbewerb zu reagieren. Auch durch transparenten Abläufe, besteht für Unternehmen die Chance flexibel auf Probleme zu agieren, sodass Bsp. Liefermengen oder Ausfall kompensiert werden können.

individuelle Produktion:

Durch die künftige IT und modernen Modulen, besteht eine schnell Reaktion auf sich ändernde Anforderung. Umständliches Umprogrammieren oder Aufbau eines totalen Systems ist nicht mehr nötig. So lässt sich schnell auf individuelle kundenspezifische Wünsche vereinfacht umschalten.

Neues Arbeiten:

Es ermöglicht sich damit Arbeiten künftig auch in der Industrie flexibler zu gestalten. Intelligente Assistenzsysteme eröffnen der Beschäftigten neue Spielräume und Potenziale. Zum Beispiel: Beruf und Familie besser in Einklang zu bringen.

innovative Geschäftsmodelle:

Im Zuge der vierten industriellen Revolution bieten sich zahlreiche Anknüpfungspunkte für neue Geschäftsmodelle und Dienstleistungen. Gerade Start-UPs sowie kleine und mittlere Unternehmen mit Ideen können von Big Data profitieren und sich mit Business-to-Business-Dienstleistungen am Markt etablieren.

Durch Industrie 4.0 ist eine große Chance vorhanden sich weiterhin zu Beweisen und in internationalen Markt eine führende Position einzunehmen. Deswegen werden intensiv innovative und kreative Unternehmen von Bund gefördert, um des Zeitalter der vierten Revolution heran zutreiben. [1]

Auch profitiert dadurch die Medizintechnik Branche und die Patientenversorgung. Durch Förderungsgeldern wird ermöglicht Entwicklungen, Prozesse und Optimierung voranzutreiben und den Wettbewerb zu stärken. Ein Förderprogramm wäre:

Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung

Die zunehmende Digitalisierung des gesellschaftlichen Lebens verändert die Anforderungen an eine moderne Gesundheitsversorgung und bietet zugleich Chancen für ein effizienteres Gesundheitssystem. Eine durchgängig digitale gestützte, patientenorientierte Versorgungskette soll eine erhebliche Verbesserung der Patientenversorgung

erreichen. Die Medizintechnik birgt in diesem Zusammenhang weitreichende Möglichkeiten für die Etablierung und Optimierung neuer digitaler medizinischer Verfahren und Dienstleistungen.



Immer häufiger werden Patienten mit Hilfe von Bits und Bytes geheilt. Das Spektrum reicht dabei von der Online-Therapie bei Depressionen über den Einsatz von Computerspielen in der Rehabilitation bis zum digital gestützten Verhaltenstraining. Darüber hinaus bergen digitale Systeme ein großes Potenzial für die Vernetzung von Medizinprodukten im Versorgungsumfeld und bei deren digitaler Fertigung. Die Fördermaßnahme des BMBF zielt auf digitale Therapien, digitale Therapieunterstützungssysteme, digitale Versorgungsketten sowie digitale Fertigungsketten. Um eine anwendungsnahe und am Bedarf ausgerichtete Forschung und Entwicklung zu unterstützen.

Digitale Therapien:

stellen ein neues Konzept zur Behandlung von Patienten durch gezielte Nutzung therapeutisch wirksamer Softwareprodukte.

Digitale Unterstützungssysteme:

stellen ein weiteres Zukunftsfeld auf der Systemebene dar, das Patienten wie Leistungserbringer zunehmend umgibt. Hier sollen medizinisch relevante Daten erzeugt und nutzbar gemacht werden.

Digitale Versorgungsketten:

verbinden digitale Therapien und Therapieunterstützungssysteme. Dadurch sollen die bereits stärker digitalisierten Versorgungsstufen Diagnostik, Nachsorge und Rehabilitation zu durchgängigen digitalen Versorgungsketten verknüpft werden.

Digitale Fertigungsketten:

schließen sich produktionsseitig nahtlos an digitale Versorgungsketten an und unterstützen den Trend zu individualisierten Therapien

Förderungsmöglichkeiten

Gegenstand der Förderung können neben technologischen Fragen auch präklinische Untersuchungen sowie frühe klinische Machbarkeitsstudien sein. Letztere sollen dazu geeignet sein, das Designkonzept eines in Entwicklung befindlichen Medizinprodukts zu evaluieren, mit dem Ziel, das Protokoll für eine nachfolgende klinische Prüfung des Medizinprodukts im Rahmen des Konformitätsbewertungsverfahrens zu entwickeln. Sie sollen außerdem ermöglichen, die notwendigen Prozesse für das Medizinprodukt anzupassen oder notwendige Änderungen des Medizinprodukts zu ermöglichen.

Fördergelder

Bemessungsgrundlage für Zuwendungen an Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft

sind die zuwendungsfähigen projektbezogenen Kosten, die in der Regel – je nach Anwendungsnähe des Vorhabens – bis zu 50 % anteilfinanziert sind und bei Hochschulen, Forschungs- und Wissenschaftseinrichtungen individuell bis zu 100 % gefördert werden können. [2],[3]

Ein weiter Förderprogramm wäre die Fördermaßnahme.

„KMU-innovativ: Medizintechnik“

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sind in der Medizintechnik in vielen Bereichen Vorreiter des technologischen Fortschritts. Die mit Forschung und Entwicklung verbundenen Risiken sind allerdings für KMU gerade in der Medizintechnik zunehmend schwerer zu schultern. deshalb gestaltet das Bundesministerium für Bildung und Forschung(BMBF) mit KMU-innovativ den Zugang zur Forschungsförderung spürbar einfacher und fördert zugleich anwendungsorientierte Forschung in KMU der Medizintechnik und angrenzenden Zukunftsbereichen. Damit deutsche Unternehmen ihrem Ruf als Innovationsführer auf dem Weltmarkt auch weiterhin gerecht werden können, hat sich die Bundesregierung in der Hightech-Strategie das Ziel gesetzt, die mittelständisch geprägte Medizintechnik-Branche in Deutschland zu stärken und neue Wachstumspotenziale zu erschließen.

Gegenstand der Förderung

Gegenstand der Förderung sind risikoreiche industrielle Forschungs- und vorwettbewerbliche Entwicklungsvorhaben mit starkem Anwendungsbezug in Form von einzelbetrieblichen Vorhaben oder Kooperationsprojekten zwischen Unternehmen oder Unternehmen und Forschungseinrichtungen (Verbundprojekte) zur Entwicklung neuer Produkte und

Verfahren. Diese FuE-Vorhaben müssen der Medizintechnik zugeordnet und für die Positionierung des Unternehmens am Markt von Bedeutung sein. Wesentliches Ziel der BMBF-Förderung (Bundesministerium für Bildung und Forschung) ist die Stärkung der KMU-Position bei dem beschleunigten Technologietransfer aus dem vorwettbewerblichen Bereich in die praktische Anwendung in der Gesundheitswirtschaft.

Fördergelder

Bemessungsgrundlage für Zuwendungen an Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft sind die zuwendungsfähigen projektbezogenen Kosten, die in der Regel – je nach Anwendungsnähe des Vorhabens – bis zu 50% anteilfinanziert sind und bei Hochschulen, Forschungs- und Wissenschaftseinrichtungen individuell bis zu 100 % gefördert werden können. Diese werden nach den Kriterien der Richtlinie [5] und individuell nach Projekt vergeben. Ein Beispiel für eine Förderung direkt für den Bereich Dentaltechnik ist das KMU- Rahmenprogramm Dynabite.

Dynabite

Ziel des Verbundprojektes DynaBite ist es, ein weltweit neuartiges Diagnose- und Therapiewerkzeug zu realisieren, das gleichzeitig die Topologie der Zahnoberflächen und die Bewegungen des Ober- und Unterkiefers zueinander ermitteln kann. Durch die Aufzeichnung der Kiefergelenkbahnen in Verbindung mit einem speziellen, optischen Intraoral-Scansystem kann der Bisschluss dynamisch simuliert und durch Analysealgorithmen wertvolle Erkenntnisse für die Herstellung von hochpräzisem Zahnersatz gewonnen werden.

Für „KMU-innovativ: Medizintechnik“ stellt das BMBF eine Fördersumme von 20 Millionen Euro pro Jahr zur Verfügung und wünscht sich

aus einen Projekterfolg eine deutlich verbesserte Patientenversorgung im Bereich des Zahnersatzes. [4]. Eine weitere Förderungsmöglichkeit ist direkt für den Unternehmer.

Optimierung durch Praxisberatung

Zahnarztpraxen befinden sich wie alle anderen Unternehmen im Wettbewerb. Ein Unternehmen zu führen bedeutet Kompetenz in vielen Bereichen zu besitzen. Noch vor einigen Jahren reichte es aus einfach ein guter Zahnarzt zu sein. Heute jedoch muss sich der Zahnarzt und Unternehmer außer in seinem medizinischen Fachbereich um Dinge wie Marketing, Personalführung, Strategie, BWL, Abrechnung, Einkauf, QM, Organisation und vieles mehr kümmern. Wird der Job des Unternehmers nur nebenher ausgeführt, kann das im schlimmsten Fall existenzbedrohend sein. Ob ein Zahnarzt eine Beratung in Anspruch nimmt ist selbstverständlich ihm selbst überlassen. Fakt ist jedoch das sich erfolgreiche Zahnärzte und Unternehmer regelmäßig externe Hilfe nehmen um an Wissen von außen zu gelangen und einen Tunnelblick zu vermeiden. Nicht umsonst wird die Beratung von staatlicher Stelle gefördert. Eine Beratung hilft, der Konkurrenz eine Nasenlänge voraus zu sein.

Was wird Gefördert?

- Praxiskonzept
- Marketing
- Personalwesen
- Kostenoptimierung
- Finanzierung
- Expansion
- QM/Organisation
- allgemeine Wettbewerbsfähigkeit

Die Zuschüsse zu den oben genannten Themen liegt in Höhe von 50% der Beratungskosten, höchstens jedoch 1.500 €. Darüber hinaus werden auch Informations- und Schulungsveranstaltungen

für Unternehmer, Führungs- und Fachkräfte sowie Existenzgründer sowie Workshops gefördert.

Der Zuschuss beträgt 50,00 Euro pro Stunde (max. 1.200,00 Euro für 24 Stunden).

Die Richtlinie sowie weitere Informationen können Sie unter **www.leitstelle.org** abrufen [6]

Referenzen

[1]

<http://www.plattform40.de/hintergrund/potenzia>

[2]

<http://www.strategieprozess-medizintechnik.de/digitale-gesundheitsversorgung>

[3]

<http://www.bmbf.de/foerderungen/25233.php>

[4]

https://www.medizintechnologie.de/fileadmin/pdfs/projektsteckbriefe/13GW0016_DynaBite-Projektsteckbrief.pdf

[5]

<http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/inhaltsverzeichnis.html?get=7a6b548633cb6b0dfdca1ae42e231a8;views;document&doc=11459&typ=RL>

[6]

<http://www.peb-praxisberatung.de/staatliche-f%C3%B6rderungen/>

Entwicklungsverlauf der Zahnarztpraxis- ausstattungen

Ismail Öztürk

OTH-Amberg-Weiden
Masterstudiengang Medizintechnik

1. Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird ein kleiner Einblick in den Entwicklungsverlauf der Zahnarztpraxen in den letzten Jahrhunderten verschaffen. Wichtige Bestandteile der Praxisausstattungen und innovative Entwicklungen werden hier aufgelistet und mit aktuellen Geräten verglichen. Diese Arbeit betrachtet die Zeitspanne zwischen dem 19. Jahrhundert und der heutigen Zeit. Im Anschluss werden aktuelle Prognosen für die zukünftige Weiterentwicklung beschrieben.

2. Einleitung und Motivation

In vielen Geschichtsbüchern und von der älteren Generation wird der Zahnarzt oder der Zahnarztbesuch als sehr furchterregend bezeichnet. Der Zahnarztstuhl wird sogar mit einem Folterstuhl verglichen. Diese Sichtweise ist bis heute in der Gesellschaft weitverbreitet. Durch die Furcht vor dem Zahnarzt werden Zahnarztbesuche bei Beschwerden oder notwendige Präventionsuntersuchungen verzichtet. Dies führt dazu, dass sich Erkrankungen an den Zähnen vermehren und für den Patienten unangenehme Folgen mit sich bringt. Daher ist es Ziel dieser Arbeit heraus zu finden warum die Zahnarztpraxis und die Zahnärzte die Menschen vor Behandlungen sehr abgeschreckt haben. In diese Arbeit werden ebenso aktuelle innovative Behandlungsgeräte beschrieben und aktuelle Prognosen für die Zukunft

untersucht. Somit möchte man die Angst vor dem Zahnarzt, aufheben.

3. Entwicklungsverlauf

19. Jahrhundert

In diesem Jahrhundert wurde ein Zahnarztbesuch hauptsächlich veranlasst, wenn unerträgliche Zahnschmerzen vorahnden waren. Die Folge daraus war, dass dieser Besuch, fasst immer mit schmerzhaften Zahnverlusten endete. Selbstverständlich wussten das die Zahnärzte und richteten ihre Praxis dem entsprechen ein.

Einer der wichtigsten Bestandteile einer Zahnarztpraxis ist der Patientenstuhl. Die Hauptaufgabe des Stuhles ist es die Kraft des Patienten das beim Zähne ziehen durch abdrücken verursacht stand zu halten. Hierfür wurden schwere und feste Beine angebracht, die dafür sorgen, dass der Stuhl sich nicht bewegt oder sogar umkippt. Eine senkrechte Sitzhaltung und Fuß-stützen sind notwendig, damit der Patient sich abstützen kann. Löwenköpfe an den Armlehnen sollen die Patienten ermutigen.[1]



Abb1 historischer Zahnarztstuhl

Schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts verstand man, dass es notwendig ist Zahnstein zu entfernen. Hierfür wurden spezielle Reinigungsinstrumente entwickelt, die mit scharfen Kanten harte Ablagerungen an den Zähnen entfernen sollen. Hierfür wurden Instrumente aus polierter Stahl gefertigt, da man mit Stahl die beste Klingenschärfe erreicht hat als andere Materialien. Für einen angenehme Haltung wurden die Griffe aus Elfenbein, Perlmutter, Silber oder Edelholz angefertigt. Fünf bis zwölf verschiedene Arten von Instrumente reichten aus um den Zahnstein zu entfernen. Im Vergleich hierzu wird heute hauptsächlich Zahnstein mit Ultraschall gereinigt. Die Funktionsweise des Ultraschallgerätes ist, dass mit sehr kleinen Vibrationen die Ablagerungen entfernt werden. Bildlich kann man das Ultraschallgerät mit einem kleinen Presslufthammer vergleichen. Das heutige Verfahren hat den großen Vorteil, dass die Behandlung deutlich schneller, effektiver und schmerzfrei erfolgt. [3]



Abb2
Tretbohrer 19. Jh

Durch die Entwicklung des "Dental Engine" Tretbohrers hat die Zahnmedizin einen gewaltigen Fortschritt gemacht. Mit dieser Innovation wurden neue Möglichkeiten geschaffen Zähne einfach und schmerzlos von Karies zu befreien und dauerhaft zu

erhalten. Der Tretbohrer ist für eine einfache Handhabung mit einem biegsamen Kabel ausgestattet und schafft Umdrehungen bis zu 1.600 innerhalb einer Minute.[1] Die heutigen Turbinen-Bohrer drehen sich mit Hilfe einer Motorunterstützungen 320 000 bis 420 000 Umdrehungen pro Minute und durchdringen somit den harten Zahnschmelz.

Die Bohrer sind zusätzlich mit einer Wasserkühlung ausgestattet, damit der Zahn während der Behandlung nicht warm wird. Der Bohrer ist in Größenordnungen eines Stiftes und ist zusätzlich mit einer Lampe ausgestattet, damit das zahnärztliche Behandlungsgebiet beleuchtet ist.[5]

20. Jahrhundert

Die Medizintechnik macht einen gewaltigen Fortschritt durch die verbreitete Anwendung der Elektrizität. Viele mechanische Elemente wurden durch elektrische ersetzt. Dadurch werden Behandlungen schneller und effektiver durchgeführt.

Eine wichtige Entwicklung des 20. Jahrhunderts ist der Analog Röntgen. Mit Hilfe von Röntgenstrahlen können äußerlich nicht sichtbare Strukturen, Erkrankungen oder für bestimmte Eingriffe problematische Wurzelverläufe sichtbar gemacht werden. Mit Unwissenheit hat man lange Aufnahmezeiten und hohe Dosis Einstellungen ausgewählt, da diese qualitativ gute Bilder erzeugten, hatten aber im nachhinein erhebliche gesundheitliche Folgen für den Patienten. Die Strahlenexposition mit einem Analogröntgen einer Panorama-Schicht-Aufnahme liegt bei 7-10 μ Sv. Hierzu eine Gegenstellung mit den heutigen digitalen Röntgengeräten, die mit Hilfe von Sensoren und digitaler Speicherung eine Strahlenexposition der selben Aufnahme von unter 0,002 μ Sv verursachen. [6] [7]



Abb3 Narkosegerät

Die Entwicklung des Narkosegerätes ist eine revolutionäre Unterstützung der Chirurgie. Unter Vollnarkose zappeln oder schreien die Patienten nicht oder, somit kann der Arzt die Behandlung angenehmer und schneller durchführen. Mit Hilfe von mechanischen Stellschrauben wird eine definierte Dosis eingestellt. Heutige Narkose-Systeme regulieren computerunterstützt die Dosis je nach Patienten individuell ein. [8]

Heute

In der heutigen Zeit sind sehr viel für die Prävention von Erkrankungen investiert. Somit möchte man Erkrankungen frühzeitig erkennen und therapieren. Zu dem sind in den Zahnarztpraxen nicht nur viele Geräte kleiner geworden, sondern auch mit miteinander Verknüpft. Beispielsweise werden zu erleichtern der Arbeitsweise Terminals aufgebaut, an dem viele Komponente angeschlossen werden. Somit wir viel Platz gespart und der Behandelnde kann schnell auf alle benötigten Komponente zugreifen. Weitere Features, wie elektrisch einstellbare Zahnarztstühle sowie ergonomische Stühle für Ärzte sind Standard jeder Praxisausstattung geworden. Mittlerweile hat man festgestellt, dass die Hygiene eine wichtige Rolle in der Medizin spielt. Um die Sauberkeit gewährleisten zu können werden bevorzugt glatte und ebene Oberflächen angefertigt um die Reinigung zu erleichtern.



Abb4 Intraoral-Scanner

Ein Highlight in der Abformung ist der Intraoral-Scanner, der eine 3 Dimensionale Abformung des Oberkiefer, Unterkiefer und Gebiss in kurzer Zeit erstellt. Die eingescannten Daten werden abgespeichert und in Echtzeit am Display angezeigt. Somit können die Ergebnisse sofort korrigiert werden. Einer der Hauteinsatzgebiete dieses Verfahrens ist die Zahnimplantologie. Der Intraoral-Scanner ersetzt die herkömmliche Gipsabformung, die bisher für die Patienten sehr unangenehm waren.[9]



Abb5 Intraoral-Kamera

Die Intraoral-Kamera ist ebenso ein innovatives Gerät, dass den herkömmlichen Mundspiegel ersetzt. Die Intraoral-Kamera besteht aus einer HD-Kamera, dass sich auf einem Handstück, dass etwas größer ist als ein Stift befindet. Mit dieser Kamera werden Hochauflösende Auf-nahmen aufgezeichnet und direkt auf dem Monitor angezeigt. Somit können verborgene Details offengelegt werden, die für den bloßen Auge nicht oder schwer sichtbar sind. Ein weiteres Einsatzgebiet dieses Gerätes ist Aufzeichnung und Dokumentation von Behandlungserfolgen.[10]



Abb6 CarieScan

Um Karies frühzeitig nach zu weisen wird das CarieScan Gerät verwendet. Die Funktionsweise des Gerätes ist, dass mit Wechselstrom die Zahn-dichte gemessen wird. Somit wird nicht nur die Zahnoberfläche sondern der ganze Zahn diagnostiziert. Primäre Läsionen können somit am Anfangsstadium diagnostiziert werden um frühzeitige Maßnahmen zu ergreifen. Die Messung wird laut dem Hersteller mit über 92% Genauigkeit durchgeführt.[11]

Zukunft.

Für den Trend in der Zukunft gibt es derzeit einige Prognosen. Der Haupttrend in den Zahnarztpraxen geht in die IT-Behandlung oder auch computerunterstützte Behandlung genannt. IT-Behandlung bedeutet, dass alle Komponente in der Praxis durch Computer gesteuert werden. Alle Parameter, die nötig sind werden für alle Patienten oder Eingriffe individuell berechnet und angepasst. Ziel hierbei ist es eine Personalisierte Medizin zu verschaffen und somit den Erfolg der Therapie stetig zu erhöhen.

Ein Weiterer Trend ist die Miniaturisierung der Geräte. Durch Mikrocontroller möchte man Medizintechnische Geräte immer kleiner und präziser entwickeln. Ziel hierbei ist gewichtsarme und ergonomische Geräte zu entwickeln.

4. Schlussfolgerung

Die Zahnarztpraxen in den letzten Jahrhunderten haben sich sehr stark weiterentwickelt. In dieser Entwicklungsphase wurden mechanische Bauelemente durch elektrische und anschließend durch Computer ersetzt. Eine weitere Entwicklung gab es im Bereich Diagnose- und Therapie-verfahren, bei der die Behandlung viel präziser, schneller und schmerzfrei durchgeführt werden. Die immer weiterentwickelnde Technologie bringt neue Möglichkeiten, Geräte immer kleiner und ergonomischer zu gestalten. Der aktuelle Trend im Bereich Dentaltechnik geht in die Miniaturisierung der Geräte und Elemente, sowie eine immer stärker Computerunterstützung der Behandlungen.

Referenzen

- [1] http://www.dr-liethen.info/Geschichte/Neuzeit/19_und_20_Jahrhundert/19_und_20_jahrhundert.html
- [2] http://www.zene-artzney.de/image/images/Album_Dental_hygiene/page/image4.html
- [3] <http://www.zahnreinigung.net/professionelle/ultraschall/>
- [5] <http://www.aubacke.de/geraeusch.htm>
- [6] <http://www.dr-hipp.de/roentgenstrahlen.htm>
- [7] <http://www.dr-michael-doerner.de/CMS/?Informatives:R%C3%B6ntgen>
- [8] http://www.draeger.com/sites/assets/PublishingImages/Segments/Krankenhause/NIV/9097410_Fibel_Die.pdf
- [9] <http://www.feilerdental.com/html/technology.php#intra>
- [10] http://easyzahn.de/cont/04/dental-hightech_intraorale_kamera.html
- [11] <http://michellebedardpatterson.typepad.com/blog/2011/09/tech-tuesday-cariescan-pro.html>

Innovationen im Bereich der Dentaltechnik

Daniela Gilch

Ostbayerische Technische Hochschule Weiden

1. Executive Summary

Das Themengebiet Dentaltechnik, kann in viele Gebiete eingeteilt werden.

Zuerst ist der Bereich der Zahnpflege zu nennen, welcher mit einer Innovation der Firma Philips und dem Produkt Sonicare AirFloss Ultra hervorgegangen ist. Die Zahnzwischenraumpflege soll somit für Patienten erleichtert und zeitaufwändiges Reinigen mit herkömmlicher Zahnseide vermieden werden. Dadurch kann laut aktueller Studien die Zahnfleischgesundheit deutlich erhöht werden.

Innovationen im Bereich Röntgen stellen unter anderem neuartige Technologien und Software-Features dar. Der Röntgenscanner ORHTOPHOS SL der Firma Sirona, setzt hier neue Maßstäbe durch Verwendung zweier Technologien. Direkte Umwandlung der Röntgenstrahlung in elektrische Signale und das rekonstruktive Sharp Layer-Verfahren für automatisch fokussierte Panorama-Aufnahmen, gewährleisten optimale Bildqualität in Verbindung mit weniger Dosis die dem Patienten appliziert werden muss.

Ebenso kann sich die Firma Sirona im Bereich der Chirurgie durch Neuentwicklungen hervorheben. Der SIROLaser Blue emittiert zusätzlich zu dem bisher üblichen infraroten Licht auch blaues Laserlicht mit einer Wellenlänge von 445 Nanometern. Hiermit lassen sich ausreichend tiefe Schnitte setzen. Anwendern werden chirurgische Eingriffe erleichtert und Skalpelle können komplett vermieden werden.

Im Bereich der Implantate stellt die Firma BEGO ihre, zum patent angemeldeten Semandos RS und RSX Implantate, vor. Die Neuentwicklung sind sogenannten Mikrorillen im Implantatschulterbereich, die beim Patienten eine Reduktion der Spannungsspitzen im Implantat selbst erzielen. Dadurch kann eine reduzierte Gefahr einer unphysiologischen Überbeanspruchung sichergestellt werden.

Zuletzt stellt der Bereich der Füllungsmaterialien ebenso einen wichtigen Themenblock der Dentaltechnik dar. Auch hier werden Innovationen, wie das Universal-Material Admira Fusion der Firma VOCO, vorangetrieben. Das Material zeichnet sich durch die eingesetzten ORMOCERe aus, sogenannte Organically Modified Ceramics. Es sind keine klassischen Monomere enthalten und können nach der Polymerisation auch nicht wieder freigesetzt werden. Resultat ist eine erhöhte Biokompatibilität. Das Produkt hebt sich außerdem durch seine extrem hohe Oberflächenhärte hervor. Dadurch bieten glatte Oberflächen besten Widerstand gegen tägliche Kaubelastungen.

2. Einleitung

Innovationen im Bereich der Dentaltechnik sind die treibende Kraft der Gesundheitswirtschaft. Aufgrund der demografischen Entwicklung besitzt sie einen hohen Stellenwert bei der Sicherung der Lebensqualität der Menschen bis ins hohe Alter. Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit gewinnen immer mehr an Bedeutung und stehen nach den Kundenbedürfnissen ebenso im Mittelpunkt der Entwicklung und Forschung. Auf Fachmessen, wie der IDS (Internationale Dental-Schau), werden regelmäßig die neuesten Innovationen dieser Branche vorgestellt, von denen einige im Folgenden aufgegriffen wurden.

3. Zielsetzung

Innovationen im Dentalmarkt sollen dem Anwender den Arbeitsalltag erleichtern und helfen den Patienten effektiver und schneller zu therapieren.

Somit können Nachbehandlungen und Schmerzen durch stetige Weiterentwicklung der Technologien und Behandlungsmethoden reduziert werden. Die Genauigkeit verschiedenster Verfahren zur Erstellung von beispielsweise Implantaten, kann durch stetige Weiterentwicklung gesteigert werden und führt zu weniger Nacharbeit. Dies wiederum hat Vorteil für Hersteller und zugleich den Patienten selbst, da er erneute Arztbesuche umgehen und mögliche Komplikationen vermeiden kann.

4. Innovationen im Dentalmarkt

4.1 Innovation im Bereich Zahnpflege – Sonicare AirFloss Ultra

Die Reinigung der Zahnzwischenräume mit Hilfe von Zahnseide ist vielen Deutschen laut Zahnärzten viel zu aufwändig und zeitintensiv. Erwachsene sowie auch Kinder lehnen diese Form der Zahnzwischenraumreinigung deshalb ab und jeder Vierte benutzt nur regelmäßig Zahnseide. [1]

Einfache aber gleichzeitig genauso effektive Art der Zahnzwischenraumreinigung bietet der neue Philips Sonicare AirFloss Ultra, der erstmals auf der IDS 2015 vorgestellt wurde. Durch einen simplen Knopfdruck und zusätzlich neuem Dreifach-Sprühstoß entfernt das Produkt 99,9 Prozent mehr Plaque-Biofilm zwischen den Zähnen als eine gewöhnliche Handzahnbürste und ersetzt somit das Benutzen von Zahnseide. Studien belegen, dass sich die Zahnfleischgesundheit deutlich erhöht und Blutungsstellen durchschnittlich um 73 Prozent reduziert werden. [2]



Abbildung 1: Philips Sonicare AirFloss Ultra [1]

4.2 Innovation im Bereich Röntgen - Sirona ORTHOPHOS SL

Das neuartige Röntgengerät ORHTOPHOS SL setzt zwei neue Technologien ein, um durch eine noch bessere Röntgenbildqualität bei geringer Dosis die Diagnose zu erleichtern. Die direkte Umwandlung der Röntgenstrahlung in elektrische Signale – mit Hilfe des Direct-Conversion-Sensors - und das rekonstruktive Sharp Layer-Verfahren für automatisch fokussierte Panorama-Aufnahmen, zeichnen das System innovativ aus und heben es von Konkurrenten ab. Die direkte Umwandlung der Röntgenstrahlen führt zu einer maximalen Ausbeutung der Röntgeninformation. Zugehörige Software namens SIDEXIS 4 unterstützt den Anwender deutlich im Workflow. Somit wird dem Behandler ein schneller Zugriff auf die Patientenhistorie und allen relevanten Bilddaten gewährleistet. Zusätzlich ermöglicht sie die gleichzeitige Betrachtung von 2D-Aufnahmen und 3D-Scans. [3]

Die integrierte Metallartefaktreduktionssoftware MARS, erkennt und reduziert automatisch röntgendichte Objekte (z.B. Metalle). (vgl. Abbildung 2) Sie unterstützt dabei die Diagnose und vermeidet Zweitaufnahmen. [4]



Abbildung 2: Metallartefaktsreduktionssoftware [2]

4.3 Innovationen im Bereich Chirurgie - Sirona SIROLaser Blue

Der SIROLaser Blue, ebenfalls Produkt der Firma Sirona, emittiert zusätzlich zu dem bisher üblichen infraroten Licht in einer Wellenlänge von etwa 970 Nanometern auch blaues Laserlicht mit einer Wellenlänge von 445 Nanometern. Ausreichend tiefe Schnitte lassen sich dadurch deutlich schneller und sauberer setzen, ohne dabei das Gewebe zu berühren.

Vorteile hierbei weist die höhere Absorption des blauen Laserlichts im Weichgewebe auf. Dadurch dringt der Laserstrahl weniger tief ins Gewebe und reduziert die Gefahr unbeabsichtigter Verletzungen. Hitzeentwicklung im umliegenden Gewebe ist ebenfalls niedriger durch die geringe Absorption im Wasser. [3]

Der SIROLaser Blue verhilft folglich dem Anwender zu besseren chirurgischen Eingriffen, ohne ein Skalpell einsetzen zu müssen, Fäden zu verwenden und er kann direkt das Blut stillen. [5]

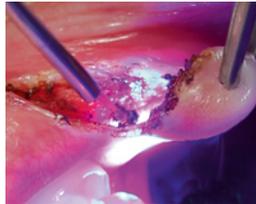


Abbildung 3 Anwendung des SIROLaser Blue [3]

4.4 Innovation im Bereich Implantate - BEGO Semados RS/RSX

BEGO Semados RS und RSX Implantat überzeugen durch ihr wurzelförmiges, selbstschneidendes Gewinde. Ebenfalls zeichnen die Implantate ihre einzigartigen, zum Patent angemeldeten Mikrorillen (vgl. Abbildung 4) im Implantatschulterbereich aus. Sie reduzieren die Spannungsspitzen im Implantat durch einen Einzug an der Implantat-Schulterfläche (sog. Platform Switch). Die Rillen weisen eine Mikrorauigkeit vergleichbar mit der des natürlichen Zahnschmelzes auf. Die strukturierte Schulter berücksichtigt auch individuelle Anforderungen der Patientenbehandlung und Präferenzen des Behandlers. [6]



Bionische Mikrorillen

Abbildung 4: Selbstschneidende Mikrorillen zur Reduzierung der Spannungsspitzen [4]

Ein neues Design der Mikrorillen am Implantat-Kopf reduziert darüber hinaus Spannungsspitzen im Knochen wodurch eine reduzierte Gefahr einer unphysiologischen Überbeanspruchung besteht. In der Biomechanik geht man davon aus, dass Überbeanspruchung dieser Art zum Knochenverlust führen können. [6]

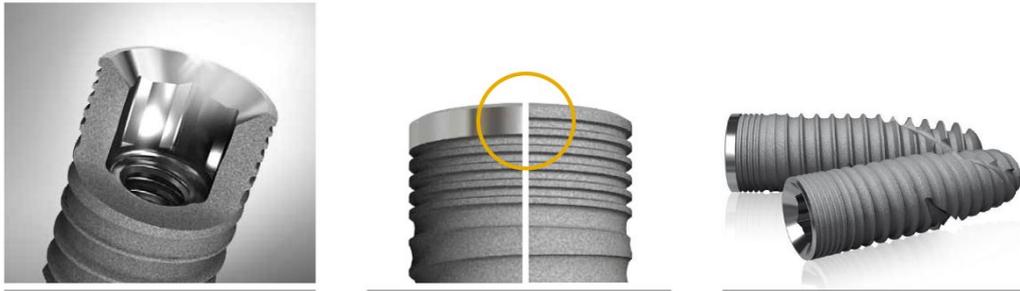


Abbildung 5: BEGO Semados Implantat inklusive Platform Switch (Bildmitte) [4]

4.5 Admira Fusion: Universal-Füllungsmaterial

Admira Fusion der Firma VOCO weist die mit Abstand niedrigste Polymerisationsschrumpfung von 1,25 Vol.-% und einen damit verbundenen extrem niedrigen Schrumpfungstress im Vergleich zu allen herkömmlichen Füllungsmaterialien auf. Durch die eingesetzten ORMOCERe („Organically Modified Ceramics“) ist Admira Fusion hoch biokompatibel. Klassische Monomere sind somit nicht enthalten und können dadurch nach der Polymerisation auch nicht wieder freigesetzt werden. Das lichthärtende, röntgenopake Füllungsmaterial deckt ein breites Indikationsspektrum ab. Dazu gehören vor allem Füllungen der Klassen I bis V, Rekonstruktionen von traumatisch beschädigten Frontzähnen, die Verblockung oder Schienung gelockerter Zähne, Stumpfaufbauten und die Anfertigung von Komposit-Inlays. [7]

Admira Fusion weist auch eine hohe Farbstabilität auf und bietet ein optimales Handling. Die Oberflächenhärte des neuen Füllungsmaterials weist eine Härte von 141 MHV auf und ist gleichzeitig einfach und gut zu polieren. Im Vergleich zu anderen Materialien schneidet das Produkt in Bezug auf Oberflächenhärte am Besten ab (vgl. Abbildung 6). Glatte Füllungen bieten dadurch den besten Widerstand gegen tägliche Kaubelastungen und erschweren das Anhaften von Mikroorganismen. [8]

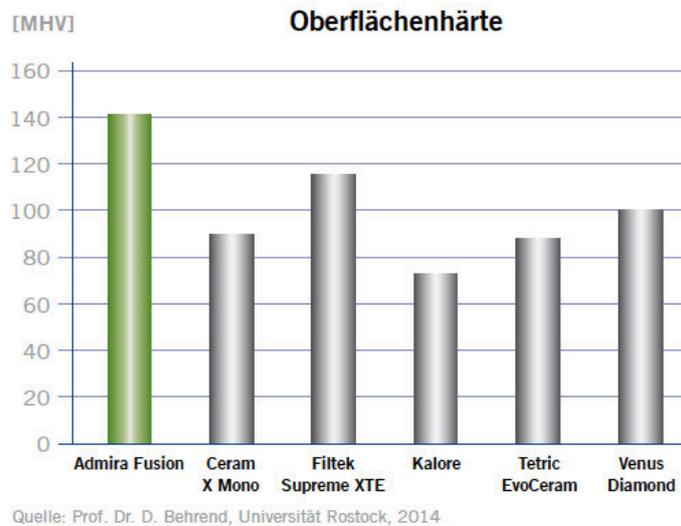


Abbildung 6 Vergleich verschiedener Füllungsmaterialien [5]

Vorteile im Überblick: [8]

1. Füllstoffe und Harzmatrix rein auf Siliziumoxid-Basis – keine klassischen Monomere enthalten
→ Vorteil: Höchste Biokompatibilität und minimiertes Allergierisiko
2. niedrigste Polymerisationsschrumpfung und besonders niedriger Schrumpfstress
→ Vorteil: Gute Randschlussqualität für langfristig intakte Füllungen (vgl. Abbildung 7)

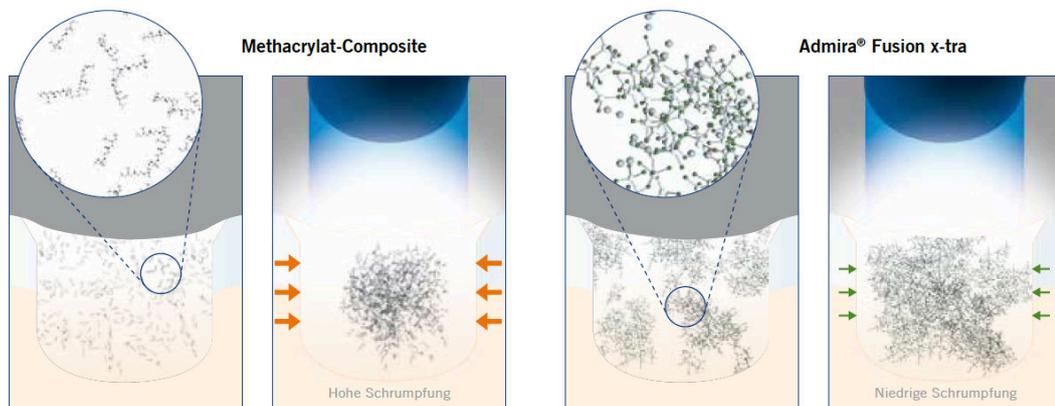


Abbildung 7 Links: Niedrigere Schrumpfung im Vergleich zu herkömmlichen Materialien

3. Farbstabil auch unter extremen Bedingungen
→ Vorteil: Dauerhaft ästhetische Restaurationen sorgen für Zufriedenheit der Patienten universell einsetzbar – für höchste Ansprüche im Front- und Seitenzahnbereich
4. hohe Oberflächenhärte
→ Vorteil: Langzeit-Resultate die besten Widerstand gegen tägliche Kaubelastungen bieten

5. Fazit

Innovationen im Bereich der Dentaltechnik waren und sind stetig von großer Bedeutung um die Weiterentwicklung sowie Verbesserung verschiedenster Herstelltechnologien oder Dentalprodukten zu gewährleisten. Um dem Anwender den Arbeitsalltag zu erleichtern oder auch dem Patienten mögliche Schmerzen und Zusatzbehandlungen zu ersparen, ist es wichtig immer nach neuen Lösungen aktueller Problemstellungen zu generieren. Fachmessen wie die IDS (Internationale Dental-Schau), tragen dazu bei, um neue Trends und Entwicklungen zu erkennen sowie die neuesten Innovationen im Bereich der Zahnheilkunde und Dentaltechnik zu präsentieren und möglichen Interessenten näher zu bringen. Dadurch kann ein Konkurrenzkampf zwischen Wettbewerbern aufgebaut werden, was die Verbesserung der Produkte fördert und Innovationen vorantreibt.

Quellen:

- [1] http://www.zm-online.de/markt/philips/berichte/Philips-Innovationen-fuer-ein-gesundes-Laecheln_269229.html
- [2] http://www.zm-online.de/markt/philips/produkte/Der-neue-Philips-Sonicare-AirFloss-Ultra_277433.html
- [3] http://www.zm-online.de/markt/sirona/berichte/Sirona-Spektakulaere-Innovationen-auf-der-IDS-2015_280369.html
- [4] <http://www.sirona.com/de/produkte/bildgebende-systeme/orthophos-sl-3d/?tab=3591>
- [5] <http://www.sirona.com/de/produkte/instrumente/sirolaser-blue/?tab=3608>
- [6] http://www.zm-online.de/markt/bego/produkte/BEGO-Semados-RS-RSX-3-0-auf-der-IDS-praesentiert_280497.html
- [7] <http://www.zmk-aktuell.de/dentalindustrie/produkte/product/admira-fusion-das-weltweit-erste-nanohybrid-ormocerR-fuellungsmaterial.html>
- [8] <http://www.voco.de/de/product/Admira-Fusion/index.html>

Bildquellen:

- [1] http://www.philips.de/c-p/HX8331_51/sonicare-airfloss-pro-airfloss-ultra-geraet-zur-zahnzwischenraumreinigung/ubersicht
- [2] <http://www.sirona.com/de/produkte/bildgebende-systeme/orthophos-sl-3d/?tab=3591>
- [3] <http://www.sirona.com/de/produkte/instrumente/sirolaser-blue/?tab=3608>

[4] http://www.bego.com/fileadmin/user_downloads/Mediathek/Implants/Produkte/RS-RSX-Line/Produktflyer_RS_RSX.pdf

[5] <http://www.voco.de/de/product/Admira-Fusion/index.html>

Bioaktive Glasbeschichtungen in der Implantologie

Bestandsaufnahme und zukünftige Entwicklungen

Richard Bloch

Ostbayerische Technische Hochschule - Weiden

Summary

The aim of this text was to examine the current state of research and the already given applicability of bioactive glasses in regards of their latest use as dental implants coating.

Current dental implants, either made from titanium or titanium alloy, all suffer the same problem. A stable bone healing may fail due to insufficient biocompatibility.

Up until now, a hydroxyapatite coating was applied to titanium implants to achieve an acceptable biocompatibility. However, a higher probability of bone-bonding whilst obtaining an antibacterial effect is possible when using bioactive glass coating.

Composite materials made of bioactive glass and polyester are delivering promising results through quick bone-buildup.

And a tailored substitution of Bioglass 58S may provide both bioactive and thermally compatibility which wasn't available before in the field of zirconia implants. Additional research is required though.

Zusammenfassung:

Dieser Text betrachtet den aktuellen Forschungs- und Anwendungsstand bioaktiver Gläser, die seit kurzem als Beschichtung von Dentalimplantaten eingesetzt werden. Die bisher in der Dentaltechnik gängigen Implantate aus Titan oder Titanlegierungen weisen Probleme auf. Ein korrektes Einwachsen des Implantates in den Knochen ist aufgrund mangelhafter Biokompatibilität nicht immer gegeben.

Um Biokompatibilität auf Titanimplantaten zu erzeugen wurde bisher eine

Hydroxylapatitbeschichtung aufgetragen. Beschichtungen aus bioaktive Gläser erhöhen jedoch die Wahrscheinlichkeit des Einwachsens in den Knochen bei gleichzeitig antimikrobieller Wirkung.

Composite-Materialien aus bioaktivem Glas und Polyester liefern vielversprechende Ergebnisse durch sehr schnellen Knochenaufbau.

Im Bereich der Zirkondioxidimplantate bringt eine Abwandlung des Bioglas 58S bisher nicht vorhandene Biokompatibilität und thermale Beständigkeit. Hier ist jedoch noch weitere Forschung nötig.

Einleitung:

Zahnimplantate bestehen aus einer Art Schraube die in den Kiefer gebohrt wird und der aufsitzenden Krone, die den eigentlich sichtbaren Zahn darstellt. Ziel der Schraube ist ein perfektes Einwachsen in den Knochen um so Kräfte, die beim Kauen entstehen, richtig in den Kiefer abzuleiten. Hierfür werden bei der Gestaltung drei Hauptaspekte betrachtet. Das Design des Schraubenkörpers, wie Größe und Form, die Steigung des Gewindegangs und das Material beziehungsweise die Materialbeschichtung die mit dem Gewebe in Kontakt kommt. [1]

Diese Abhandlung betrachtet den aktuellen Stand der Materialbeschichtung von Zahnimplantaten und zeigt überzeugende neue Forschungsergebnisse im Bereich der bioaktiven Glasbeschichtungen.

Methoden:

Zur Gewinnung aussagekräftiger Ergebnisse über Neuerungen im Bereich der Beschichtungen wurden die wissenschaftlichen Datenbanken PubMed [2], PubMedCentral [3] und Wiley Online [4] nach entsprechenden Artikeln und Publikationen durchsucht. Es wurde auf Aktualität geachtet.

Zur Informationsgewinnung über die Wirkweise von bioaktiven Keramiken wie Bioglass oder Hydroxylapatit wurden wissenschaftliche Bücher genutzt.

Resultate:

Bioaktive Gläser wurden in den späten 1960er Jahren an der University of Florida entwickelt und unter dem Markennamen Bioglass veröffentlicht. Sie bestehen immer aus SiO_2 und CaO und können weitere Stoffe wie Na_2O oder P_2O_5 enthalten. Diese Zusätze bestimmen das Anwendungsgebiet des Glases.

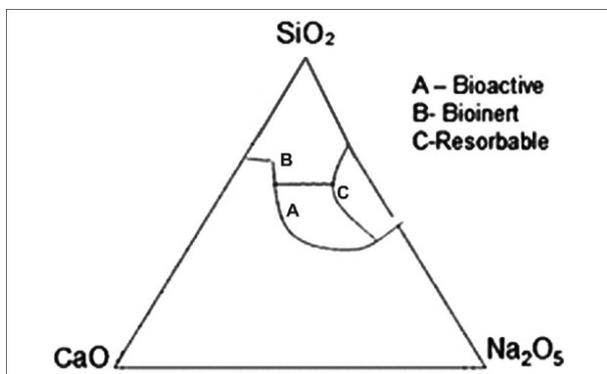


Bild 1: Property changes of bioglass materials.

Aufgrund seiner Struktur, die Knochen nachahmt, sich mit diesem bindet und neues Knochenwachstum stimuliert [5], sowie seiner Antimikrobiellen Wirkung [6] werden bioaktive Gläser schon seit über 20 Jahren in der Zahnmedizin genutzt. Immer dann, wenn Knochen aufgebaut werden muss. So zum Beispiel bei der Behandlung von Parodontitis, dem schließen der Lücken nach Zahnextraktionen oder bei Zahnwurzelbehandlungen.

Grundlage seiner Bioaktivität ist eine chemische Reaktivität zu Körperflüssigkeiten. Hierbei wird zuerst umliegendes Material in die poröse Glasstruktur absorbiert, in der sich dann aus Stammzellen eine Knochenmatrix ausbildet die abschließend mineralisiert. Nach etwa einem Monat ist eine feste, durchgehende Knochenschicht vorhanden. [7]

In der Implantologie hingegen wurde lange auf bioinerte Stoffe gesetzt. So waren die ersten Implantate aus Titan oder Titanlegierungen (z.B. Ti-6Al-4V) das heute auch noch das am meist benutzte Material ist. Titan bildet bei Kontakt mit Luft eine bioinerte Oxidschicht aus, die als Grundlage für das Ansiedeln einer Knochenmatrix dient. [8]

Da das Ansiedeln der Knochenmatrix jedoch etwa 3 – 6 Monate dauert ist Bioaktivität wünschenswert. Diese erreichte man bisher durch Auftragen einer dünnen Kalzium-Phosphat-Keramik Schicht auf das Titanimplantat.

Diese bioaktive, sogenannte Hydroxylapatit-Schicht (HA) birgt jedoch einige Probleme. So kann sich die Schicht teilweise oder komplett vom Implantat lösen. Dies geschieht aufgrund von Fehlern in der Kohäsion bzw. Adhäsion.

Weiterhin kommt es vor, dass Teile der Schicht abbrechen und als HA-Partikel in das Gewebe eindringen. Diese Partikel aktivieren Osteoklasten, die wiederum Knochen auflösen. Diese Fehler können zum Versagen des Implantats führen. [9]

Aus diesen Fehlern ergibt sich ein umfangreiches Forschungsgebiet. Die Eingangs beschriebenen bioaktiven Gläser sind ein Teilbereich dieser Forschungsarbeit und bieten bereits vielversprechende Ergebnisse die zum Teil bereits in Anwendung sind.

So wurden 2011 bei 31 Patienten je 2 unterschiedlich beschichtete Implantate eingesetzt und der Prozess des Einwachsens beobachtet. Die Implantate wurden aus der gleichen Titanlegierung gefertigt. Pro Patient wurde je eines mit bioaktivem Glas (BG) und eines konventionell mit HA beschichtet.

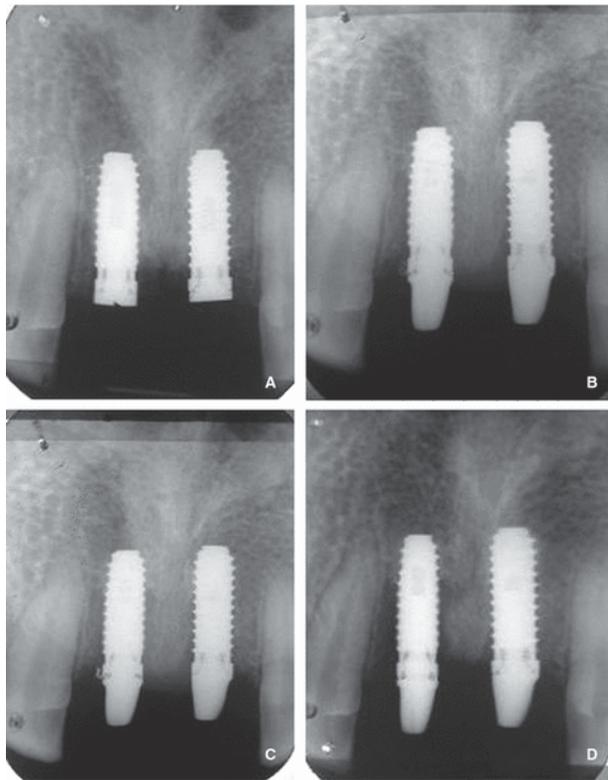


Bild 2: IOPA x-ray at immediate postoperative period (A), baseline (B), six months (C) and 12 months (D) after permanent prosthetic attachment.

Die Erfolgsquote der eingewachsenen Implantate war bei BG und HA beschichteten Implantaten etwa gleich. Jedoch wurde bei Versagen von HA beschichteten Implantaten fast die gesamte Beschichtung resorbiert was zu Eiterbildung geführt hat. Bei BG-beschichtete Implantate war die Beschichtung nach Implantatversagen intakt. Eine Eiterbildung war nicht vorhanden. [10]

Die wohl vielversprechendste Forschungsrichtung momentan dürfte jedoch Composite Materialien aus bioaktiven Gläsern und Zusatzstoffen sein. So hat eine Studie

2015 zwei Beschichtungen aus Composite-Materialien mit konventioneller HA Beschichtung verglichen. Die erste Beschichtung war PBGHA, ein Composite aus Polyester (lactide-co-glycolide), bioaktiven Glas (Bioglas 58S) und Hydroxylapatit. Die zweite Beschichtung, PBG, ein Composite aus Polyester (lactide-co-glycolide) und bioaktivem Glas (Bioglas 58S).

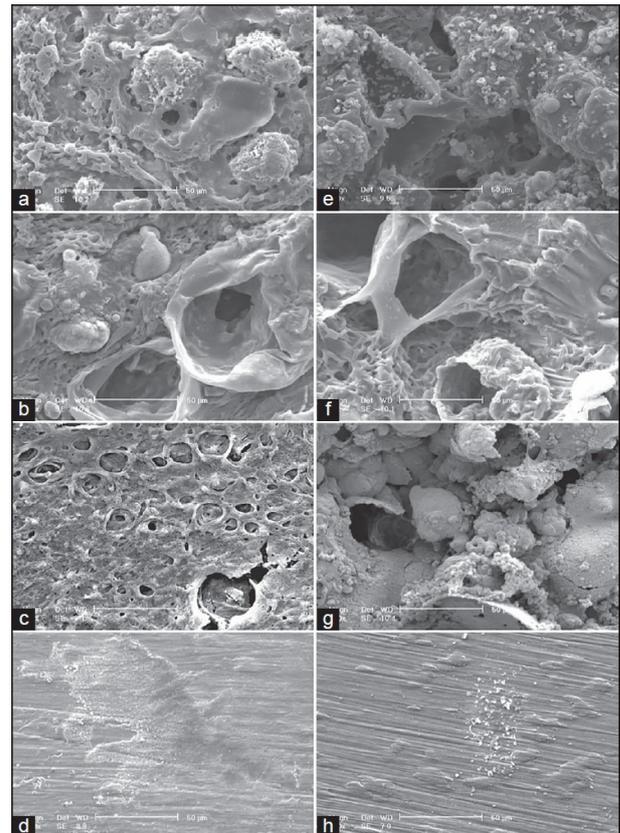


Bild 3: Scanning electron microscopy micrographs of the poly (lactide-co-glycolide)/bioactive glass/hydroxyapatite nanocomposite coatings (10 wt% nanoparticles) (a, b, c and d) and poly (lactide-co-glycolide)/bioactive glass nanocomposite coating (e, f, g and h) after degradation for 7 days (a, e), 14 days (b, f), 30 days (c, g) and 60 days (d, h), bar = 50 µm

Hierbei haben beide Composites zu mehr Knochenwachstum geführt als bei der reinen HA Beschichtungen. In PBG war das Knochenwachstum am schnellsten und die Studie rät dieses Material weiter als Kandidat

für Beschichtungen von Titanimplantaten in der Dentaltechnik zu verfolgen. [11]

Für Implantate aus Zirkondioxid gibt es bisher keine passenden bioaktiven Glasbeschichtungen, da diese für die Anwendung auf diesem Stoff bisher nicht temperaturbeständig genug waren oder, falls doch, die Bioaktivität nicht hoch genug war. Die RWTH Aachen jedoch betreibt im Moment Grundlagenforschung an einer Abwandlung des originalen Bioglasses 45S5 das Bioaktivität bei thermaler Kompatibilität verspricht. Erste Ergebnisse sind erfolversprechend. [12]

Diskussion:

Bioaktive Gläser sind eine vielversprechende Möglichkeit die Implantologie der Dentaltechnik voran zu treiben. Neue Composite Materialien ermöglichen ein schnelleres Knochenwachstum und somit, bei gleichem Halt, eine höhere Erfolgsquote. Bei schnellerem Einwachsen ist zu prüfen ob die Infektionsrate ebenfalls zurückgeht. Dadurch können Patienten geschont und Krankenkassen entlastet werden.

Referezen:

[1] Gaviria L, Salcido JP, Guda T, Ong JL.: Current trends in dental implants. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2014;40(2):50-60. doi:10.5125/jkaoms.2014.40.2.50.

[2] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

[3] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>

[4] <http://onlinelibrary.wiley.com/>

[5] Donglu Shi: *Biomaterials and tissue engineering* p. 27, Springer, 2004 ISBN 3-540-22203-0

[6] Stoor P, Söderling E, Salonen JI: Antibacterial effects of a bioactive glass paste on oral microorganisms 1998, Vol. 56, No. 3 , Pages 161-165 doi:10.1080/000163598422901

[7] Nicholson JW: *The chemistry of medical and dental materials*, 2002, p. 92, Royal Society of Chemistry, ISBN 0-85404-572-4

[8] Gaviria L, Salcido JP, Guda T, Ong JL.: Current trends in dental implants. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2014;40(2):50-60. doi:10.5125/jkaoms.2014.40.2.50.

[9] In-Sung Y, Seung-Ki M, Youngbai A: *Influence of Bioactive Material Coating of Ti Dental Implant Surfaces on Early Healing and Osseointegration of Bone* 2010, J. Korean Phys.Soc. 57,1717 doi: 10.3938/jkps.57.1717

[10] Mistry S, Kundu D, Datta S and Basu D: Comparison of bioactive glass coated and hydroxyapatite coated titanium dental implants in the human jaw bone. *Australian Dental Journal*, 56: 68–75. doi: 10.1111/j.1834-7819.2010.01305.x

[11] Mehdikhani-Nahrkhalaji M, Fathi MH, Mortazavi V, et al.: *Biodegradable nanocomposite coatings accelerate bone healing: In vivo evaluation*. *Dental Research Journal*. 2015;12(1):89-99.

[12] Kirsten A, Hausmann A, Weber M, Fischer J, Fischer H: *Bioactive and thermally compatible glass coating on zirconia dental implants*. *Journal of Dental Research*. 2015;94(2):297-303. DOI: 10.1177/0022034514559250

Abbildungsverzeichnis:

[Abbildung 1] J Adv Pharm Technol Res. 2013 Apr-Jun; 4(2): 78–83. doi: 10.4103/2231-4040.111523

[Abbildung 2] Mistry S, Kundu D, Datta S and Basu, *Comparison of bioactive glass coated and hydroxyapatite coated titanium dental implants in the human jaw bone*. *Australian Dental Journal*, 56: 68–75. doi: 10.1111/j.1834-7819.2010.01305.x

[Abbildung 3] Mehdikhani-Nahrkhalaji M, Fathi MH, Mortazavi V, et al. *Biodegradable nanocomposite coatings accelerate bone healing: In vivo evaluation*. *Dental Research Journal*. 2015;12(1):89-99.

Hochpräzise Lingualretainer

Rudolf Speth
Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden

ZUSAMMENFASSUNG

Um nach einer Multibandbehandlung eine Rückstellung der Zähne zu vermeiden, werden immer häufiger sogenannte Linguale Permanent Retainer (LPR) eingesetzt. Bei den LPR handelt es sich um einen handgebogenen Stahldraht der auf der Rückseite der Frontzähne verklebt wird. Jedoch stellt sich mittlerweile die Frage, ob diese Art der Retainer-technik noch zeitgemäß ist. In der heutigen Zeit ist nicht nur in der Automobilindustrie, der Mikrobautechnik oder der Elektronik eine Entwicklung zu immer mehr Präzision, Komfort und Stabilität zu beobachten; auch in der Medizintechnik, hier speziell der Retainer-technik, wird verstärkt ein Trend zu hoher Präzision, genauer Positionierung und mehr Patientenkomfort sichtbar. Durch innovative Prozesse können nun hochpräzise Lingualretainer, die individuell auf den Patienten angepasst sind, erstellt werden. Mittels eines Intraoralen Scans, einer 3D Modeling Software (CAD/CAM), hochpräzisen Herstellungsverfahren und innovativen Werkstoffen, können nun diese Trends verfolgt werden. Neben zahlreichen Verbesserungen ist der Einsatz hochpräziser Lingualretainer jedoch auch mit Nachteilen behaftet, wie beispielsweise hohem Schulungsaufwand und deutlichen Mehrkosten.

Der Weg zu hochpräzisen Lingualretainern

Statistiken zu Folge unterziehen sich mittlerweile mehr als die Hälfte

aller Jugendlichen einer kieferorthopädischen Behandlung, denn

Rund 60 Prozent aller Kinder und Jugendlichen leiden unter Zahnfehlstellungen. Um diese Zahnfehlstellungen schon in frühen Jahren korrigieren zu können, werden vermehrt festsitzende Apparaturen, wie Multibandapparaturen oder herausnehmbare Zahnspangen verwendet. Um nach einer Richtigestellung der Zähne ein dauerhaftes Behandlungsergebnis beibehalten zu können, werden in der Praxis Lingualretainer verwendet. Durch die Verwendung unsichtbarer Retentionsbögen, die auf der Rückseite der Frontzähne verklebt werden, kann eine kieferorthopädische Langzeitstabilisierung erfolgen. Als Goldstandard in der Retainer-technik zählt der sogenannte „6-Punkt-Twist-Flex-Retainer“. Bei diesem Produkt handelt es sich um einen per Hand gebogenen, mehrfach verseilten Edelstahldraht, der an den vier Frontzähnen, sowie den zwei Eckzähnen des Patienten verklebt wird.



Abb. 1: 6-Punkt-Twist-Flex-Retainer mit sechs Klebstellen

Dieses Verfahren hat sich jedoch seit über 40 Jahren nicht geändert. Dies wirft die Frage auf, ob diese Art der Retainer noch zeitgemäß ist und den Präzisionsanforderungen der heutigen Zeit entspricht.

Durch Zahnärzte und Dentalhygieniker konnten unter anderem die Beobachtungen gemacht werden, dass durch die Verwendung dieser Retainer, die Mundhygienefähigkeit, sowie der Patientenkomfort signifikant beeinträchtigt wird. Des Weiteren werden Patienten durch Retainerbrüche oder defekte Klebstellen zu erneuten Nachbehandlungen gezwungen.

Durch den Einsatz hochpräziser CAD/CAM Retainer und dem Gebrauch von pseudoelastischen Werkstoffen kann diesen Beeinträchtigungen jedoch weitgehend Abhilfe geschaffen werden. Durch CAD/CAM Retainer kann ein Trend in der Dentaltechnik verfolgt werden, der zu immer höhere Qualität, mehr Präzision und Stabilität, erhöhter Kundenzufriedenheit, sowie mehr Komfort und verminderten Nachbehandlungen führt.

Neben zahlreichen Verbesserungen ist der Einsatz hochpräziser Lingualretainer jedoch auch mit Nachteilen behaftet. Eine Gegenüberstellung hat gezeigt, dass beispielsweise mit Mehrkosten, höherem Aufwand und eine Inakzeptanz der Kunden, sowie Anwendern gerechnet werden muss.

Der Verfahrensprozess

Sich nach einer kieferorthopädischen Behandlung einen Überblick über die Ist-Situation der Zahnstellung verschaffen zu können, kann grundsätzlich auf zwei Wege passieren. Zum einen kann über einen herkömmlichen Gipsabdruck die Kieferanatomie des Patienten abgeformt werden, zum anderen kann ein direktes 3D-Modell über einen intraoralen Scanner erstellt werden. Um später jedoch einen passgenauen Lingualretainer anfertigen zu können, wird in jedem Fall ein digitales Modell des Kiefers benötigt. Entscheidet man sich also für die herkömmliche Art, muss der manuelle Gipsabdruck zusätzlich digitalisiert werden. Diesen Arbeitsschritt kann man jedoch durch die Verwendung eines intraoralen Scans vermeiden. Nachdem ein 3 dimensionales Modell des Kiefers erstellt wor-

den ist, fertigt ein Zahntechniker über eine 3-D-Modelingsoftware ein passgenaues, individuell auf den Patienten angepasstes Entwurfsmodell des Retainers an.

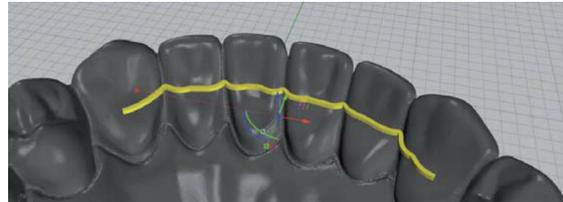


Abb. 2: Digitaler Entwurf des Lingualretainer auf ein digitales 3D Modell des Kiefers

Bei der Positionierung des Retainers muss darauf geachtet werden, dass durch keine Bewegung, beispielsweise einer Okklusion, der Antagonist mit dem Lingualretainer in Kontakt tritt oder ganze Bewegungsschritte beeinträchtigt werden können. Durch die 3D-Modelingsoftware ist es möglich, diese Randbedingungen zu berücksichtigen und den Retainer an einer optimalen Stelle zu platzieren.

Nachdem eine Modellierung des Retainers stattgefunden hat, wird das Werkstück mittels Bildsubtraktion freigestellt, sodass die benötigten CAD-Daten zu einer computergestützten Laserschneidanlage übermittelt werden können.

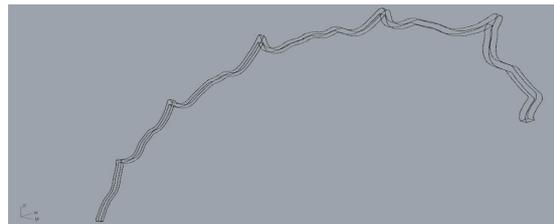


Abb. 3: Freigestelltes Werkstück

Beim Laserschneiden handelt es sich um ein thermisches Trennverfahren, durch welches 3 dimensionale Körper mittels eines Laserstrahls hochpräzise aus einem Materialblock geschnitten werden können. In unserem Fall wird ein passgenauer Retainer aus einem Nitinolblock herausgeschnitten.

Im Gegensatz zum 6-Punkt-Twist-Flex-Retainer, der durch Biegung an die Zahnform des Patienten angepasst wird, erfolgt bei der Herstellung des CAD/CAM Retainers keine mechanische

Positioniergenauigkeit

Beanspruchung, sodass unerwünschte Sollbruchstellen vermieden werden können und Genauigkeit von bis zu $0,1 \mu$ erreichen zu können.

Anschließend wird das Werkstück elektrolytisch um eine geeignete Oberflächengüte zu erreichen und vorhandene Kanten abzurunden.

Dadurch erhält der Retainer eine keimabweisende Oberfläche, die eine Plaque-Akkumulation verhindert und eine verbesserte Hygienefähigkeit mit sich bringt.

Die intraorale Positionierung des Retainers beim Patienten erfolgt meist problemlos. Durch die exakte Anpassung der 3D-Modelingsoftware, lässt sich die geplante Retainerposition durch ein Schlüssel-Schloss-Prinzip einfach identifizieren. Als Übertragungshilfe wird zusätzlich ein sogenanntes Transfer-Jig angefertigt. Hierbei handelt es sich um ein aus Silikon gefertigtes Übertragungskäppchen, das den Anwender unterstützt, das Bauteil exakt positionieren zu können.



Abb. 4: Silikonübertragungskäppchen für eine exakte Positionierung des Retainers

Nach einer gelungenen Positionierung, wird der CAD/CAM Retainer an den vier Frontzähnen, wie den zwei Eckzähnen verklebt. Aufgrund der exakten Passgenauigkeit, können die Klebstellen flacher und weniger auftragend gestaltet werden.



Abb. 5: Verfahrensprozess für CAD/CAM Retainer

Um quantifizieren zu können, in wie weit sich die berechnete Position des Retainers am 3D-Modell von der intraoralen Position des Retainers im Patienten unterscheidet, wurde im März 2015 im „Journal of Orofacial Orthopedics“ eine Studie publiziert, das sich mit dieser Fragestellung beschäftigt hatte.

In dieser Studie wurden intraorale Situationsabdrücke eingesetzter CAD/CAM Retainer digitalisiert und mit den Datensätzen aus den digitalen Entwürfen verglichen. Es wurden Positionsabweichungen in Relation zu der geplanten Situation in X-, Y- und Z-Richtung untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigt eine deutliche Korrelation der geplanten und der tatsächlichen Retainerposition. Es waren Abweichungen im Bereich von $0,5 \text{ mm}$ vorhanden.

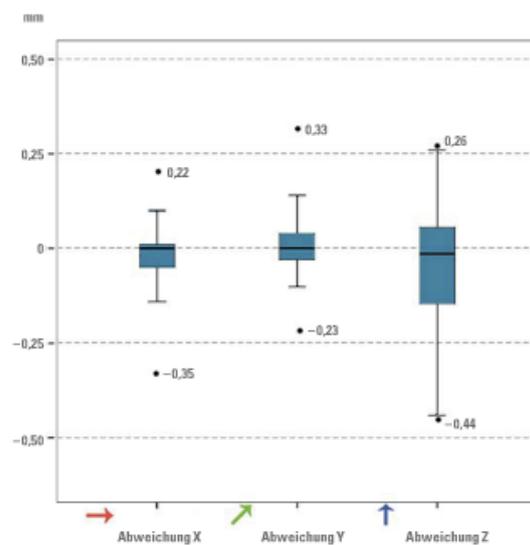


Abb. 6: Positionsgenauigkeit in Box-Plotdarstellung

Die Vorteile von CAD/CAM Retainern

Durch das innovative Herstellungsverfahren von CAD/CAM Retainern konnten viele Vorteile beobachtet werden. Einige von ihnen wurden in diesem Text bereits benannt. Ein großer Vorteil zu herkömmlichen Lingualretainern jedoch ist die hohe *Passgenauigkeit*. Mit einem exakten

Anpassen durch eine 3D- Modelingsoftware und durch computergestützte Herstellungsverfahren kann eine *hohe Präzision* erzielt werden. Je präziser ein Retainer an die Zahnformen angepasst ist, desto passgenauer kann dieser positioniert werden. Es kann *exakte Positionierung des Werkstücks* durch den Entwurf an einem 3D-Modell stattfinden. Diese wird unterstützt durch ein Silikonübertragungskäppchen, das zusätzlich ein *einfaches Einsetzen* erlaubt. Ein weiterer Vorteil ergibt sich durch den Werkstoff Nitinol. Hierbei handelt es sich um eine Formgedächtnislegierung (Nickel-Titan-Legierung), mit welcher ein Verbiegen oder Brechen des Retainers ausgeschlossen werden kann. Durch die Verbindung aus Nickel und Titan ist dieses Werkstück allem *Biokompatibel* und sehr *korrosionsbeständig*. Durch die pseudoelastische Eigenschaft von Nitinol wird außerdem die *Eigenbewegung der Zähne* so wenig wie möglich beeinträchtigt, was positive Auswirkung auf die Aufrechterhaltung des Alveolarknochens hat. Neben der *keimabweisenden Oberfläche* durch eine Elektropolitur und der damit einhergehenden Verbesserung der Mundhygienefähigkeit, legt sich der Retainer durch die hohe Präzision dicht an die Zähne an, sodass eine deutliche Verbesserung des Tragekomforts für den Patienten erzielt werden kann.

Fazit

Nach einer Gegenüberstellung des Standardverfahrens und den hochpräzisen Retainern, ist der CAD/CAM Retainer dem herkömmlichen 6-Punkt-Twist-Flex-Retainer überlegen. Beachtet man jedoch die Hintergrundprozesse, wie beispielsweise die aufwändige Prozessumstellung zu hochpräzisen Lingualretainern in der Praxis, sollten sich Zahnärzte und Kieferorthopäden den Schritt zu CAD/CAM Retainern gut überlegen. Neben hohem Schulungsaufwand für das Personal, sowie für den Anwender, entstehen an mehreren Stellen im Prozess deutliche Mehrkosten. Entscheidet man sich für eine Integration von CAD/CAM Retainern, ist mit hohen Anschaf-

fungs- und Fertigungskosten zu rechnen. Des Weiteren wird durch die Verwendung des intraoralen Scans der Patientenkomfort während der Behandlung deutlich eingeschränkt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Abdruckverfahren ist der intraorale Scan sehr zeitintensiv. Zudem muss die Zahnoberfläche mit einem Puder vorbehandelt werden um eine mattierte, kontrastreiche Oberfläche zu erhalten.

In dieser Zeit sind noch viele Anwender und Patienten von der alten Vorgehensweise überzeugt. Bis sich die Anwendung hochpräziser Lingualretainer und deren innovative Prozesse etabliert haben, wird noch ein wenig Zeit vergehen.

Quellen

- Kieferorthopädie Nachrichten- Nr. 5, Mai 2015, 13. Jahrgang, ISSN:1612-2577
- <http://Memotain.de> (Mai 2015)
- ZA Felix Birk, Weiterbildungsassistent für Kieferorthopädie in Würzburg bei Dr. Franz Richter und Dr. Uta Richter, (Mai 2015)
- www.di-magazin-aktuell.de/industrie-report/story/intraoralscanner-im-ueberblick.html(Juni 2015)
- Laser Magazin, SSAB, Ausgabe 01/2015, Düsseldorf
- Medizintechnik, Wintermantel/Erich, Springer, Berlin 2009
- Deutsche Gesellschaft für prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien e.V. (Studie zur Positionierungsgenauigkeit von CAD/CAM gefertigten Lingualretainern aus Nitinol, DGPro 2014)
- <http://www.springermedizin.de/neuer-cadcam-gefertigter-lingualretainer/5624040.html> (Juni 2015)

- <http://www.zahnspange-kieferorthopaedie.de/NachaktiverKFO/Retainer/Lingualretainer/lingualretainer.html>
- (Mai 2015)
- <http://www.rofin.com/en/applications/laser-cutting/> (Juni 2015)
- <http://www.google.com/patents/US5780807> (Juni 2015)
- <http://www.admedes.com/laser-cutting> (Mai 2015)
- http://nitinoluniversity.com/wp-content/uploads/2010/05/2003_Stoeckel_Self_Expanding_Nitinol_Stents.pdf (Mai 2015)
- http://www-2.unipv.it/compmech/publications/2009_9p.pdf (Mai 2015)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Nitinol> (Juni 2015)
- <http://www.spektrum.de/quiz/was-ist-nitinol/575718> (Juni 2015)
- http://www.wielandental.de/uploads/tx_pxwdownloads/Ablauf_Modellherstellung.pdf (Mai 2015)

Arbeitshaltung und Ergonomie in der zahnärztlichen Praxis

Thomas Gassner

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden

1. Executive Summary

Zahnärzte/innen, Dentalhygieniker/-innen (DH) und zahnmedizinische Assistent/Innen (ZMA) sind in der Ausübung ihres Berufes großen körperlichen Belastungen ausgesetzt. Dies und Fehlbeanspruchungen führen vielfach zu Krankheitszuständen und körperlichen, sowie seelischen Beschwerden. Fehlbeanspruchungen können im in fortgeschrittenem Stadium zu irreversiblen Störungen und Schäden am Körper führen. Durch einfache Schritte und Änderungen an der Art, wie der Arzt Patienten behandelt, können diese massiv abgemildert, oder sogar ganz verhindert werden. Eine Möglichkeit zur Prävention dieser Schäden ist das Behandlungskonzept nach Dr. Daryl Beach, das sich bereits in den 1950er Jahren in Japan erfolgreich etabliert hat. [1]

2. Einleitung/ Problemstellung

Schmerzen sind häufig die Ursache für Krankheitszustände und berufliche Ausfallzeiten, sowie seelische Beschwerden. [2]

Personen, die im dentalen Bereich tätig sind, sind von solchen Krankheitsbildern besonders betroffen. Dies bestätigt auch die Analyse der Schweizerische Zahnärzte-Gesellschaft (SSO), die im Jahr 2008 unter 2025 Zahnärzten eine Umfrage durchgeführt hat, mit dem Ergebnis, dass zwischen 20% und 36% der Befragten unter Schmerzen im Nacken- und Rückenbereich leiden, die sie bei Aktivitäten im Alltag beeinträchtigen. [3]

Als Hauptursache für die beschriebenen Probleme und muskuloskelettalen Beschwerden ist die überwiegend sitzende Arbeitshaltung mit einer Fokussierung auf ein sehr kleines Arbeitsfeld zu nennen. Darüber hinaus wirken sich die Torsion und Rotation im Bereich des Oberkörpers, sowie konzentrationsbedingte Fehlhaltungen ohne Abstützung negativ auf den Körper aus. (Abb1) [4] [5]

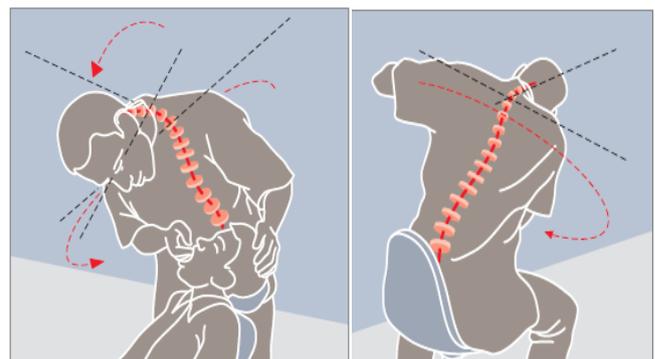


Abbildung 1: Unnatürliche Rotation des Oberkörpers und verharren in dieser Position während der Behandlung [1]

3. Zielsetzung

Zielsetzung ist es, dass Arbeiten für die Zahnmediziner und Mitarbeiter im dentalen Bereich zu erleichtern. Dabei sollen die arbeitstechnischen und haltungsbedingten Schäden am Körper vermindert oder ganz entfernt werden. Dies soll zu einer gesünderen Haltung und einer längeren Belastbarkeit der Menschen beitragen. Grundlage der Verbesserung soll eine Umstrukturierung der Arbeitshaltung, sowie einiger Prozesse sein.

4. Thema

Die grundsätzliche Idee des vorgestellten ergonomischen Konzeptes nach Dr. Daryl Beach ist die intelligente Positionierung des Patientenkopfes, um unnatürliche Haltungen des Zahnarztes und der zahnmedizinischen Assistent/-Innen zu vermeiden. Für die Haltung hat Beach Untersuchungen durchgeführt und auf Basis der Resultate Referenzhaltungen erarbeitet. (Abb. 2)

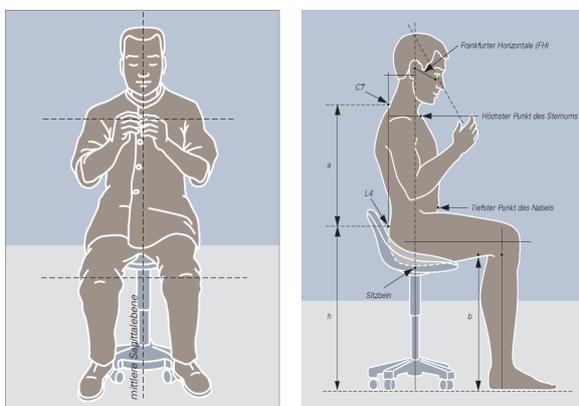


Abbildung 2: Referenzhaltungen [1]

Bei dieser Position wird auf die Einbeziehung aller Sinne geachtet, also dass alle Sinne bei der Arbeit optimal eingesetzt werden können.

Zentraler Punkt ist die Festlegung eines Ausgangspunktes, also der Behandlungspunkt. Dieser liegt etwa auf Höhe des Herzens und zwei Faustbreit vor dem Körper. Eine optimale Kontrolle über die Finger (in Zusammenspiel mit den Augen) wird dann erreicht, wenn sich die Fingerspitzen in der mittleren sagittalen Ebene vor der Person treffen.

Wichtig ist es vor allem, dass sich die das Arbeitsfeld des Arztes sehr dicht am Körper befindet, sodass die Oberarme angenehm, von den Schultern hängend, ruhen können.

Die ideale Positionierung der Beine wird sowohl durch die richtige Sitzgelegenheit, als auch durch das richtige Sitzen erreicht. Dabei ist darauf zu achten, dass nur 2/3 der Oberschenkel auf der Sitzfläche liegen. Der Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel soll etwa 100° betragen. Ebenso sollen sich die Füße immer flach auf dem Boden befinden.

Schritte zum Erhalten der Referenzlage

Um die vorgeschlagene Referenzlage einzuhalten, gibt es fünf einfache Schritte.

Grundlage für das Gelingen ist die Veränderung der Position des Zahnarztes von einer Position seitlich des Patienten, zu einer Position über dem Patienten, auch 12 Uhr Position genannt. (Abb. 3)

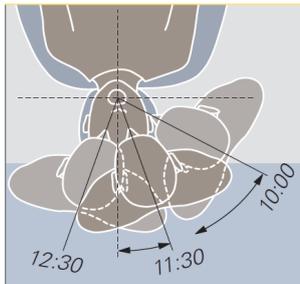


Abbildung 3: Änderung der Position des Zahnarztes [1]

Als nächsten Schritt wird die Drehung des Patientenkopfes vorgeschlagen. Auf diesem Weg kann man, auch von der 12 Uhr Position aus, 60% der Zahnflächen direkt sehen, die anderen 40% [6] sind durch dezidierte Mundspiegel erschlossen. (Abb. 4)

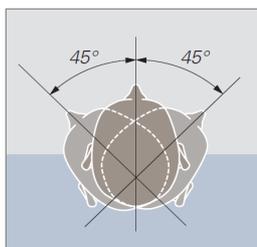


Abbildung 4: Kopfdrehung des Patienten [1]

Für Behandlungen im Oberkiefer des Patienten erhält der Behandelnde eine besonders gute Sicht, wenn der Kopf des Patienten überstreckt wird. (Abb. 5)

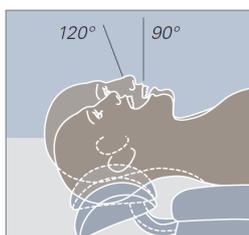


Abbildung 5: Kopf überstrecken bei OK Behandlungen [1]

Für Behandlungen im Unterkiefer erreicht der Arzt durch eine weitere Öffnung des Patientenmundes eine gute Sicht. (Abb. 6)

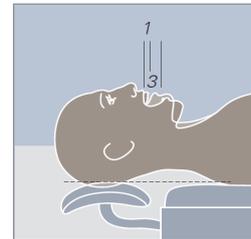


Abbildung 6: Öffnung des Patientenmundes [1]

Um die Armhaltung für den Arzt so angenehm wie möglich zu halten (vgl. Oberarmhaltung) ist es unabdingbar den Patiententisch in der Höhe an die Größe des Arztes anzupassen. (Abb. 7)

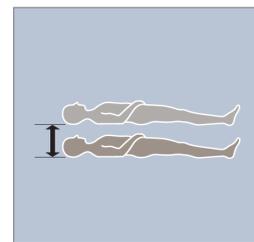


Abbildung 7: Verstellen der Patiententischhöhe [1]

Ein mögliches Raumdesign könnte dabei folgendermaßen aussehen. Hier wurde mit zwei Assistent/Innen geplant. Der Arzt kann alle nötigen Bereiche leicht erreichen und arbeitet ergonomisch. (Abb 8)

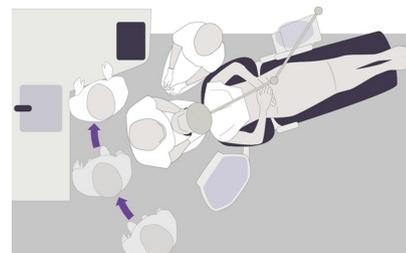


Abbildung 8: Ergonomisch optimierter Raumplan [6]

Ähnlich wird dies durch die FDI und EGZE beschrieben.

- der Rumpf soll aufrecht, nicht verdreht und ohne Seitwärtsinklination gehalten werden;
- die Schultern sollten entspannt ungerade gehalten werden;
- die Armhaltung soll locker, hängend und dicht am Körper sein;
- der Winkel zwischen Humerus und Ulna variiert je nach Bewegung;
- die Handgelenke sollten nicht angespannt sein; die Hände und nicht arbeitenden Finger sollen abgestützt sein;
- die Füße sollen flach auf dem Boden stehen;
- eine korrekte Augen-Objekt-Entfernung muss beibehalten werden;
- das Behandlungsfeld sollte mit der vertikalen Medianebene übereinstimmen;
- die Instrumente sollten in bequemer Reichweite des Zahnarztes und der Helferin liegen. [4] [7]

Beach vereinigt in seinem Konzept diese Vorschläge und gibt auch Möglichkeiten an, diese in praktischer Art und Weise am Arbeitsplatz umzusetzen.

5. Fazit

Durch Änderungen an der Behandlungsart und das Einhalten einfacher Regeln ist es für Zahnmediziner/Innen und deren Angestellte relativ einfach ein ergonomisches Arbeiten durchzuführen.

Das Erlernen des neuen Konzeptes dauert laut dem Erfinder nur wenige Stunden und kann somit das Arbeiten schnell und nachhaltig verbessern.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Morita, „Das ergonomische Konzept von Dr. Beach,“ Justus-von-Liebig-Straße 27a, 63128 Dietzenbach.
- [2] J. W. van Doorn, „Low back disability among selfemployed dentists, veterinarians, physicians and physical therapists in the Netherlands[...],“ Acta Orthop Scand Suppl, 1995, pp. 1-64.
- [3] Z. Nicola Ursula, „Häufigkeit und Auswirkungen von Rückenbeschwerden im zahnärztlichen Beruf,“ Schweiz Monatschr Zahnmed Vol. 118 7/2008, Basel, 2008.
- [4] R. Bernd, A. Michael, S. Klaus und P. Günther, „Arbeitshaltung des Zahnarztes,“ Thieme Verlag, 2012.
- [5] J. Mainzer und W. Z. P. Neuhauser, „Untersuchung der Ursachen und Auswirkungen von Körperhaltungen bei zahnärztlicher Tätigkeit,“ Berlin, 1985.
- [6] Morita GmbH.
- [7] B. Wagner, „Die Arbeitshaltung am zahnärztlichen Behandlungsplatz,“ EGZE (Hrsg).Technische Berichte der Europäischen Gesellschaft für Zahnärztliche Ergonomie, Weißenstadt, 1998.

Die Rolle der Nuklearmedizin in der Zahnheilkunde

K. Schuller

Ostbayerische Technische Hochschule (OTH) Amberg Weiden

1. Executive Summary

Die Nuklearmedizin etabliert sich zunehmend in den verschiedensten Fachdisziplinen mit diversen Diagnostik- und Therapieverfahren.

In den aktuellen Leitfäden in der Zahnheilkunde für verschiedene Erkrankungen im Zahn-Kiefer-Bereich sowie bei Komplikationen von Zahnimplantaten werden nuklearmedizinische Diagnostikverfahren aufgeführt, die jedoch durch die weit verbreiteten Röntgenverfahren kaum zur Anwendung kommen. [3, 4]

Die Nuklearmedizin bietet eine funktionelle Darstellung eines Organs oder eines Organsystems. Das heißt, dass Informationen über die funktionellen Eigenschaften und somit nicht über morphologische Strukturen, auf der Basis der Dichteunterschiede (z. B. Röntgen) oder der Konzentration der Wasserstoffkerne (z. B. Magnetresonanz) im Gewebe, generiert werden können.

Die Nuklearmedizin bietet zahlreiche Untersuchungsverfahren und Tracer, die sich aus der klinischen Fragestellung erschließen. Zu den häufigsten Untersuchungsverfahren zählen die Knochenszintigraphie (3-phasig) und die Leukozytenszintigraphie an der Gammakamera sowie die FDG-18-Untersuchung am Positronen-Emissions-Tomograph (PET).

Vergleicht man die effektive Dosis verschiedenster nuklearmedizinischer und röntgenologischer, bildgebender Verfahren im Hals-Kiefer-Bereich, lässt sich eine geringfügige Mehrbelastung durch die skelettszintigraphische Untersuchung gegenüber der Computertomographie feststellen. [5, 12]

Die Thematik, dass die Nuklearmedizin auch in der Zahnheilkunde verstärkt eingesetzt werden sollte, wird in zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten der letzten Jahre aufgegriffen. Die Ergebnisse der Veröffentlichungen und der Mehrwehrt durch die Funktionsdiagnostik für die Beurteilung von Vorgängen im menschlichen Körper sowie die begrenzte Strahlenbelastung für den Patienten lassen darauf schließen, dass die nuklearmedizinische Bildgebung auch in der Zahnheilkunde, vor allem bei komplizierten Krankheitsbildern, verstärkt zum Einsatz kommen sollte.

2. Einleitung / Problemstellung

Die Nuklearmedizin dient der Funktionsdiagnostik mittels verschiedenster Radionuklide und Trägerstoffe, die zusammen den Tracer bilden. Durch die ionisierende Strahlung wird die Bildgebung an der Gammakamera oder am PET realisiert. An den Trägerstoffen haftet das, für den Anwendungsfall entwickelte, Radionuklid und wird gemeinsam mit Hilfe der pharmakokinetischen Wirkung des Tracers an spezifische Orte des menschlichen Körpers transportiert.

Die resultierende diagnostische Bildgebung enthält Informationen über die Funktionen eines Organs oder Organsystems. Zu diesem Diagnostikverfahren sind weitere bildgebende Maßnahmen heranzuziehen, die zusätzlich zur funktionellen Bildgebung die morphologischen Strukturen wiedergeben.

3. Zielsetzung

Die Szintigraphie bietet eine detaillierte Funktionsdiagnostik und wird den herkömmlichen Röntgenverfahren gegenüber gestellt. Unter anderem werden die jeweiligen Vor- und Nachteile sowie die Strahlenbelastung der einzelnen Verfahren untersucht.

4. Thema

Diagnostischer Prozessablauf

Der diagnostische Prozessablauf bei Implantatbeschwerden kann auf verschiedenste Arten durchgeführt werden (Bild 1). Zunächst erfolgen die Anamnese und die klinische Untersuchung durch den behandelnden Arzt. Gegebenenfalls entscheidet sich der behandelnde Arzt für eine oder mehrere diagnostische Maßnahmen, um den Verdacht zu be- bzw. widerlegen.

Herkömmliches Röntgen (z. B. DVT) und die In-vitro Diagnostik erfolgt meist in der Praxis bzw. kann in der Praxis vorbereitet werden. In komplizierteren Fällen kann die 3D-Bildgebung (z. B. CT) aufschlussreichere Bilddatensätze produzieren. Diese Gerätschaften sind nicht in allen herkömmlichen Arztpraxen vorzufinden. Zur weiteren Diagnostik können szintigraphische Verfahren der Nuklearmedizin und die Punktion der krankhaft veränderten Areale weitere Fakten bilden. [1, 7]

	Pro	Contra
Röntgen	<ul style="list-style-type: none"> • Chronische (eitrige) Osteomyelitis erkennbar (ggf. 2 Wochen nach akutem Stadium) [4] 	<ul style="list-style-type: none"> • Akute (eitrige) Osteomyelitis nicht bzw. bedingt erkennbar [4] • Osteolytische Prozesse erst ca. 20d nach Ausbruch sichtbar [4]
Computertomographie (CT)	<ul style="list-style-type: none"> • Frühzeitige Diagnostik von Osteomyelitis [4] • detaillierte 3D-Darstellung der anatomischen Strukturen 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Strahlenbelastung gegenüber Röntgen [4] • keine Aussage über Stoffwechsellaktivitäten
Magnetresonanztomographie (MRT)	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Treffsicherheit bei der Diagnostik von Osteomyelitis [4] • keine Schäden durch ionisierende Strahlung 	<ul style="list-style-type: none"> • Bedingt bis nicht anwendbar bei metallischen Implantaten [4]
Biochemische Marker	<ul style="list-style-type: none"> • Erfassung von Entzündungs- und Tumormarker • Revidieren oder Ergänzen einer Diagnose 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Aussage über Lokalitäten der Krankheitsherde
Nuklearmedizinische Untersuchungen	<ul style="list-style-type: none"> • Akute (eitrige) Osteomyelitis bereits 48h nach Ausbruch erkennbar [4] • Differentialdiagnostisch können bösartige und gutartige Tumore, Osteosarkome, Ewing-Sarkome von der chronischen Osteomyelitis unterschieden werden (ähnliche Symptomatik) [4] • Darstellung von Stoffwechsellaktivitäten 	<ul style="list-style-type: none"> • Durchführbarkeit abhängig von der Verfügbarkeit der Radionuklide • Erhöhter zeitlicher und finanzieller Aufwand • keine Aussage über anatomische Strukturen

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der diagnostischen Verfahren, die bei Implantatbeschwerden zum Einsatz kommen können

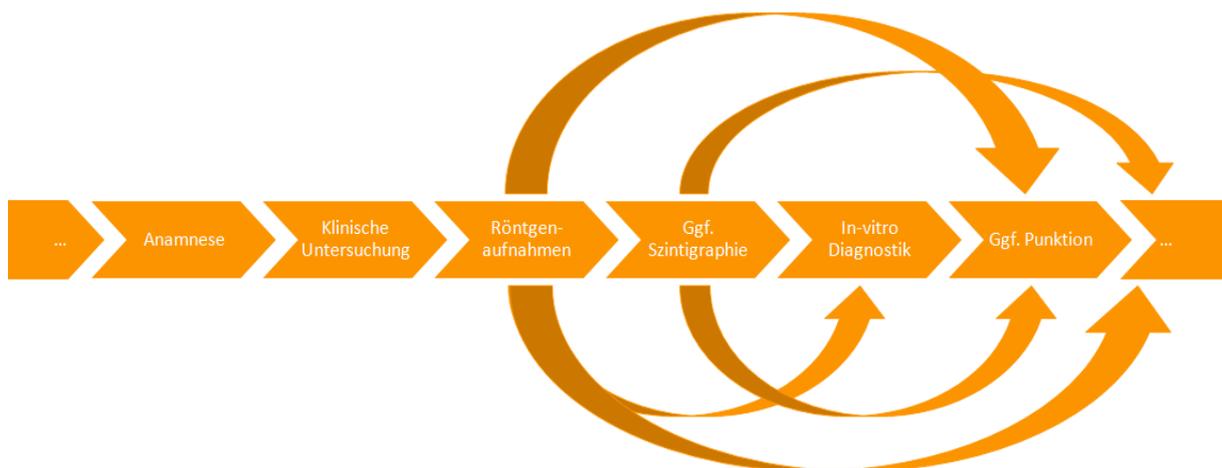


Bild 1: Diagnostischer Prozessablauf bei Beschwerden im Zusammenhang mit Zahn- und Kieferimplantaten [1]

Mit Implantaten können die verschiedensten Komplikationen einhergehen. Hierzu zählen vor allem Frakturen der Verblendung, als häufigste technische Komplikation, und die Peri-Implantitis, als häufigste biologische Komplikation [2, 3]. Für zahlreiche Implantatmisserfolge ist die mangelnde Osseointegration der Implantate in das umliegende Gewebe während der Einheilphase verantwortlich

[4]. Die Osteomyelitis kann als weiterer Grund für die Lockerung von Zahnimplantaten angesehen werden [7]. Hierbei unterscheidet man die Osteomyelitis in die akute und chronische Form. Das hochakute Stadium der akuten Osteomyelitis dauert 10 Tage, wobei bereits nach 48 Stunden (nach Krankheitsbeginn) der Nachweis mittels Knochenszintigrafie erfolgen kann. Die chronische Osteomyelitis kann hingegen auch im Röntgenbild sichtbar gemacht werden [5]. Die eindeutige

Bestimmung dieses Krankheitsbildes kann, neben den herkömmlichen bildgebenden Verfahren, die Szintigraphie voraussetzen [7]. Auch Strahlenschäden nach Kopf-Hals-Bestrahlungen können Komplikationen in Form von radiogene Mukositis sowie infizierte Osteonekrose verursachen [4, 6].

Diagnostische Verfahren – deren Vor- und Nachteile

In der Tabelle 1 sind die Aspekte für und gegen die jeweilige diagnostische Maßnahme bei Implantatbeschwerden aufgeführt.

Tracer und Anwendungsgebiet

Je nach diagnostischer Fragestellung kommen in der Nuklearmedizin zahlreiche Tracer zum Einsatz. Für die Beurteilung eines Krankheitsbildes (z. B. Infektionen im Bereich des Implantates oder die Lockerung) mithilfe der Gammakamera gehen grundsätzlich zwei verschiedene Verfahren einher [7, 8]:

- Skelettszintigraphie zur Darstellung ossärer Aktivitäten; Beispiel Tracer:
 - Tc99m-MDP
 - Tc99m-DPD
 - Tc99m-HDP

- Leukozytenszintigraphie als Goldstandard der Entzündungsdiagnostik; Beispiel Tracer:
 - Tc99m-HMDPAO
 - In111-Oxinat

Durch die 3-Phasen-Skelettszintigraphie können sowohl Aussagen über entzündliche Vorgänge als auch über Osteoblastenaktivitäten in Form von Verlaufskontrollen getroffen werden (Bsp. siehe „Forschungsbereiche“, Bild 2). Nach einer chirurgischen Therapie/Implantation kommt es meist noch einige Zeit nach der Behandlung zu erhöhten Aktivitäten im Operationsgebiet. [5]

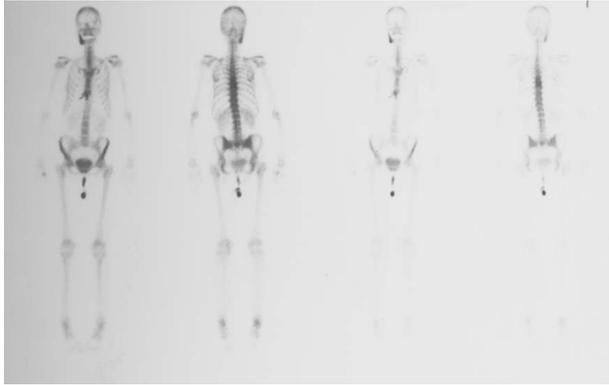


Bild 2: 3-Phasen-Skelettszintigraphie mit Entzündungsherden insbesondere im Unterkiefer-Bereich [5]

In der 3-Phasen-Skelettszintigraphie werden 3 Aufnahmen zu speziellen Zeitpunkten nach der intravenösen Gabe des Tracer generiert (Perfusions-, Blutpool- und Spätaufnahme) [11]:

- Perfusionsaufnahme: Darstellung des Blutflusses unmittelbar nach Injektion
- Blutpoolaufnahme: Darstellung des Blutpools wenige Minuten nach Injektion
- Spätaufnahme: Darstellung der Anreicherung im Knochen einige Stunden nach Injektion

Bei der Leukozytenszintigraphie werden die Leukozyten (venöses Blut) ex-vivo Markiert und nach spätestens 3h dem Patienten wieder zugeführt. [8]

Am Positronen-Emissions-Tomographen (PET) wird primär die Entzündungsdiagnostik mit dem Tracer FDG18 durchgeführt. [8,10]

Strahlenbelastung der Szintigraphie gegenüber dem Röntgen

Kommt es zur Wechselwirkung zwischen ionisierender Strahlung und Materie bzw. menschliches Gewebe, wird ein Teil dieser Energie absorbiert und führt zur Strahlenwirkung im Gewebe. Als Dosimetriegröße ist die physikalische mittlere Organ-Energiedosis D_{TR} (absorbierte Energie/bestrahlte Masse in [Gy] = [J/kg]) zu ermitteln. Die Energiedosis wird in der Praxis nicht

direkt gemessen, sondern durch Umrechnung der gemessenen Ionendosis (elektrische Ladung/Masse Luft in [C/kg]) berechnet:

Energiedosis = Dosisumrechnungsfaktor f x Standardionendosis [Gy]

Die biologische Wirkung, der im menschlichen Gewebe absorbierten Energie, ist abhängig von der Art und dem Energiebereich der Strahlung. Daraus ergibt sich der Strahlen-Wichtungsfaktor w_R , der in der StrlSchV Anlage VI Teil C aufgeführt ist. [8]

Aus der Energiedosis und dem Strahlen-Wichtungsfaktor ergibt sich die Organdosis H_T in [Sv]. [8]

Für die effektive Dosis, die für stochastische Strahlenrisiken definiert ist, muss zusätzlich zur Organdosis H_T die Strahlenempfindlichkeit der Gewebe, durch Multiplikation des Gewebe-Wichtungsfaktors w_T (StrlSchV Anlage VI Teil C) mit der Organdosis H_T , berücksichtigt werden. [8]

$$E = \sum_T w_T * H_T = \sum_T \sum_R w_T * w_R * D_{T,R}$$

E : effektive Dosis [Sv],

H_T : Organdosis [Sv],

w_T : Gewebe-Wichtungsfaktor,

w_R : Strahlungs-Wichtungsfaktor,

$D_{T,R}$: mittlere Organ-Energiedosis [Gy] = [J/kg], (Gewebe T, Strahlung R) [8]

Zum besseren Verständnis dient die mittlere effektive Dosis pro Einwohner in Deutschland, die sich im Jahr 2012 auf ca. 2 mSv belief (natürliche Strahlenexposition). [9]

Die nachstehenden Abbildungen zeigen einige Beispiele für die Strahlenbelastung bei verschiedenen diagnostischen Verfahren (Bild 3, 4). [8]

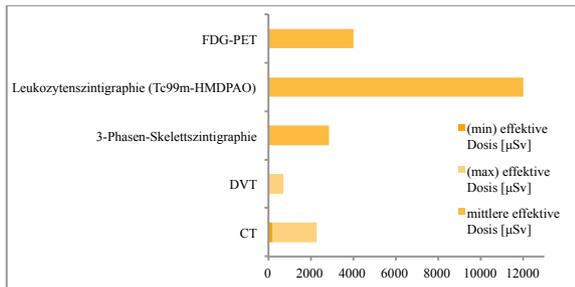


Bild 3: (min/max/mittlere) effektive Dosis verschiedener bildgebender Verfahren [5, 12]

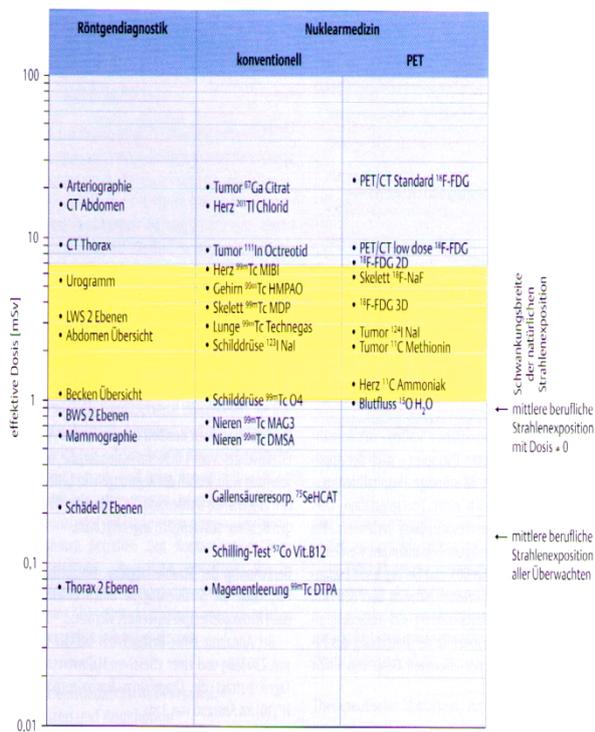


Bild 4: Strahlenbelastung für den Menschen bei unterschiedlichen diagnostischen Verfahren [8]

Forschungsbereiche

In den vergangenen Jahren wurden mehrere Forschungsberichte im Bereich der nuklearmedizinischen Bildgebung bei Zahnimplantaten oder Erkrankungen im Zahn- und Kieferbereich veröffentlicht.

Ein Forschungsgebiet war die Untersuchung der Osteointegrativität um Zahnimplantate mittels Tc99m-MDP Szintigraphie. Hierbei wurden die Versuche an Kaninchen durchgeführt, die jeweils zwei Implantate unterschiedlicher Oberflächenbeschaffenheit implantiert bekamen. Als Resultat stellte sich heraus, dass ein Nachweis von Knochenstoffwechselaktivitäten mittels Szintigraphie möglich ist, jedoch die Aktivitätsanreicherung im OP-Gebiet nicht mit dem Grad der Osteointegration korreliert. [13]

Weiterhin wurde die Osteoblastenaktivität ebenso mittels Tc99m-MDP Szintigraphie an 7 völlig zahnlose Patienten mit je zwei neu implantierten Zahnimplantaten in der Unterkiefer-Eckzahn-Region untersucht. 3 Monate nach der Implantation kam es zu einer signifikant höheren Aktivitätsanreicherung gegenüber der präoperativ erfolgten Szintigraphie. Ein Jahr postoperativ wiesen die OP-Gebiete eine geringfügige Mehranreicherung gegenüber den präoperativen Ergebnissen, jedoch war keine Signifikanz gegeben. Daraus leitete die Forschungsgruppe ab, dass die Anzahl der Implantate im Unterkiefer ausreichend war. [14]

Eine weitere Studie befasste sich mit Untersuchungsprotokollen von Patienten, die sich einer Knochenszintigraphie aufgrund anderweitiger Erkrankungen (keine Erkrankung im Zahn- oder Kieferbereich) unterzogen. Diese Untersuchungsprotokolle wurden hinsichtlich Auffälligkeiten im Kieferbereich nachträglich betrachtet. Die Forschungsgruppe erklärte, dass es sinnvoll sei, die Szintigramme auch auf Erkrankungen im Kieferbereich zu untersuchen und Patienten mit abnormen Aktivitätsanreicherungen in diesem Gebiet an Zahnärzte zu verweisen, da meist eine Erkrankung vorlag. (Hinweis: In Deutschland ist dieses Vorgehen verpflichtend und etabliert)

[15]

5. Fazit

Nuklearmedizinische Bildgebungsverfahren eignen sich gut zur Darstellung von ossären und entzündlichen Vorgängen im menschlichen Körper.

Für die Beurteilung der Osseointegration von Zahnimplantaten mit verschiedenen Oberflächeneigenschaften wird die Szintigraphie bereits in der Forschung an Tieren eingesetzt.

Aus den Aktivitätsanreicherungen können zurzeit keine Schlüsse auf den Grad der Osseointegration gezogen werden. Aussagen, ob ein Zahnimplantat in den Knochen integriert wird, können in Form von Verlaufsstudien abgeleitet werden.

Die Funktionsdiagnostik bietet ebenso einen beträchtlichen Vorteil in der Diagnostik der akuten Osteomyelitis. Als einziges diagnostisches Verfahren bietet die Szintigraphie, bereits einige Stunden nach Beginn des Krankheitsbildes, eine treffsichere Diagnoseerstellung.

Zu berücksichtigen sind die Ergebnisse der nuklearmedizinischen Untersuchungen, die nicht speziell zur Diagnose von Zahn- bzw. Kiefererkrankungen erstellt wurden. Die Ergebnisse können Informationen über diverse Krankheiten enthalten, da die Radiopharmaka nicht örtlich begrenzt und somit ganzheitlich im Körper wirken können.

Die Strahlenbelastung aller röntgenologischer und nuklearmedizinischer Verfahren dürfen trotz alledem nicht ausser Acht gelassen werden. Für welche Patientengruppe und deren Krankheitsbild eine nuklearmedizinische Untersuchung sinnvoll ist, muss weiterhin geklärt werden.

Der Forschungsbedarf im Bereich der nuklearmedizinischen Verlaufskontrolle nach Implantationen von Zahnersatz bleibt bestehen.

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Nuklearmedizinern und Zahnärzten sollte weltweit als Standard angesehen werden.

6. Quellen

[1] A. Katzer, J. F. Löhr (2003): Frühlockerung von Hüftgelenkendoprothesen.

<http://www.aerzteblatt.de/archiv/36170/Fruehlockerung-von-Hueftgelenkendoprothesen?src=search> (07.06.2015)

[2] G. Heydecke, E. Richter, H. Seedorf (2008): Wissenschaftliche Mitteilung der Deutschen Gesellschaft für zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde (DGZPW) Festsitzender Zahnersatz für zahnbegrenzte Lücken.

http://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdgzmkdocuments/Festsitzender_Zahnersatz_fuer_zahnbegrenzte_Luecken.pdf (07.06.2015)

[3] Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (2012): Festsitzender Zahnersatz für zahnbegrenzte Lücken.

http://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdgzmkdocuments/20120913_LL_Festsitzender_Zahnersatz_fuer_zahnbegrenzte_Luecken.pdf (07.06.2015)

- [4] Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (2013): Implantatprothetische Versorgung des zahnlosen Oberkiefers.
http://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdgzmkdocuments/LL_Implantatproth._Versorgg._d._zahnlosen_OK.pdf (07.06.2015)
- [5] W. Hartner (2010): Die chronische Osteomyelitis des Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereiches unter besonderer Berücksichtigung der Osteoradionekrose. <http://epub.uni-regensburg.de/15576/> (07.06.2015)
- [6] K. A. Grötz (2002): Zahnärztliche Betreuung von Patienten mit tumortherapeutischer Kopf-Hals-Bestrahlung.
http://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdgzmkdocuments/20020901_Zahnaerztliche_Betreuung_von_Patienten_mit_tumortheraeutischer.pdf (07.06.2015)
- [7] J. Sciuk, R. Erlemann, O. Schober, E. Peter (1992): Bildgebende Diagnostik der Osteomyelitis.
<http://www.aerzteblatt.de/archiv/95989/Bildgebende-Diagnostik-der-Osteomyelitis?src=search> (07.06.2015)
- [8] T. Kuwert, F. Grünwald, U. Haberkorn, T. Krause: Nuklearmedizin. 4. Auflage. Stuttgart, New York : Thieme, 2008
- [9] Bundesamt für Strahlenschutz (2015): Röntgendiagnostik: Häufigkeit und Strahlenexposition.
http://www.bfs.de/de/ion/medizin/diagnostik/roentgen/haeufigkeit_strahlenexposition.html/printversion (07.06.2015)
- [10] M. Schneider (2013): Radiologische Bildgebung in der Zahnheilkunde.
https://www.thieme.de/statics/dokumente/thieme/final/de/dokumente/tw_zahnmedizin/Radiologische_Bildgebung.pdf (07.06.2015)
- [11] R. Bares (2015): Leitlinie für die Skelettszintigraphie.
http://www.nuklearmedizin.de/leistungen/leitlinien/html/sekelett_szin.php?navId=53 (07.06.2015)
- [12] Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (2009): Indikationen zur implantologischen 3D-Röntgendiagnostik und navigationsgestützten Implantologie.
http://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdgzmkdocuments/20120508_Leitlinie_navigierte_Implantation.pdf (07.06.2015)
- [13] M. Sánchez-Garcés, M. Manzanares-Céspedes, L. Berini-Aytés, C. Gay-Escoda (2012): Assessment of osteointegrative response around dental implants using technetium 99-methylene diphosphate scintigraphy: a comparison of two implant surfaces in a rabbit model.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22616049> (07.06.2015)
- [14] A. Kalayci, E. Durmus, G. Tastekin, K. Isik, O. Inan (2010): Evaluation of osteoblastic activity around dental implants using bone scintigraphy. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20070753> (07.06.2015)
- [15] J. Arias, C. Pardo, A. Olmos, M. Cuadrado, A. Ruibal (2004): Dental diseases and radionuclide imaging of the jaws. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15094451> (07.06.2015)

Hygiene in der Zahnarztpraxis

Sabine Hentschel

OTH Amberg-Weiden

1. Zusammenfassung:

Die Hygiene in der Zahnarztpraxis ist ein weitläufiges Thema, dessen Umsetzung sehr arbeits- und rechercheintensiv ist, sich jedoch für Patient, Zahnarzt und zahnmedizinisches Fachpersonal lohnt. Der vorliegende Kongressbeitrag befasst sich mit den vier Hygienethemen Persönliche Schutzausrüstung, Händehygiene, Aufbereitung von Medizinprodukten und Flächenhygiene. Es werden Informationen aus verschiedenen regulatorischen Quellen zusammengefasst, das Wichtigste extrahiert und eine mögliche Umsetzung dargestellt. Der Grundbaustein einer optimalen Hygieneumsetzung in zahnärztlichen Einrichtungen ist ein grundlegendes Hygienebewusstsein des Personals und des Arztes. Nur wenn die Notwendigkeit und die Tragweite von Versäumnissen bewusst sind, kann eine wirksame Hygieneroutine im Praxisalltag Einzug finden. Es ist klar, dass in der Kürze nicht alles berücksichtigt werden kann. Aber einige wichtige Aspekte sind herausgearbeitet und deren Notwendigkeit der Umsetzung belegt.

2. Einleitung:

Hygiene wird in allen medizinischen Bereichen immer wichtiger. Es ist in Deutschland bereits weithin bekannt, dass wirksame Hygienemaßnahmen eine wichtige Grundlage für infektionsarme Untersuchungen und Behandlungen in jedem medizinischen Bereich sind. Somit auch in der Zahnmedizin. Die

Einhaltung von gewissen Hygienemaßnahmen verringert nicht nur das Infektionsrisiko für den Patienten, sondern schützt auch das Zahnmedizinische Fachpersonal und die Zahnärzte.

Eine Regelung des Infektionsschutzes in der Zahnmedizin ist schon seit vielen Jahren durch Gesetze (Infektionsschutzgesetz, Medizinproduktegesetz, Arbeitsschutzgesetz), Verordnungen (Biostoffverordnung, Medizinprodukte-Betreiberverordnung), Normen (DIN EN ISO 17664) und Empfehlungen des Robert Koch-Institutes (Infektionsprävention in der Zahnheilkunde – Anforderungen an Hygiene, Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten) gegeben [1]. Der Hygieneleitfaden des Deutschen Arbeitskreises für Hygiene in der Zahnmedizin (DAHZ) [1] wird seit dem Jahr 1989 herausgegeben und dient dem Anwender als Empfehlung zur Realisierung notwendiger Hygienemaßnahmen. Darin werden alle wichtigen Aspekte, die sich aus den verschiedenen Gesetzen, Verordnungen, Normen und Empfehlungen ergeben, herausgefiltert und berücksichtigt. Die letzte Ausgabe stammt vom 30. November 2013.

Infektionsrisiken können durch eine erfolgreiche Anamneseerhebung (z. B. Analyse von Risikopatienten oder Risikoeingriffen), methodisch abgestimmte Arbeitssystematiken (z. B. Einhaltung von Grundregeln zur Vermeidung von Kontaminationen), Verwendung von modernen Technologien und wirksame Hygienemaßnahmen verringert werden [2].

Im Folgenden wird auf die verschiedenen Hygienemaßnahmen eingegangen, die in der Zahnarztpraxis von Bedeutung sind, deren Umsetzungsnotwendigkeit erläutert und verschiedene Umsetzungsmöglichkeiten dargestellt.

Dieser Beitrag dient zur Auffrischung des Hygienewissens und zur Sensibilisierung für die Wichtigkeit von wirksamen Hygienemaßnahmen.

3. Hygienemaßnahmen:

Es besteht generell bei jeder zahnärztlichen Behandlung die Gefahr, dass Haut oder Schleimhaut geplant oder auch ungeplant durchstochen bzw. durchtrennt wird. Daher gelten die nun angesprochenen Hygienemaßnahmen gleichermaßen für Zahnarztpraxen mit einfachem chirurgischen Spektrum, erweitertem chirurgischen Spektrum, überwiegend chirurgischem Spektrum und für kieferorthopädische Praxen.

Die Verantwortlichkeit für den Infektionsschutz liegt beim Praxisinhaber bzw. -betreiber (zahnärztliche Approbation) [1]. Dieser kann Hygienemaßnahmen an Mitarbeiter delegieren. Es ist notwendig und sinnvoll, die Hygienemaßnahmen in einem Hygieneplan festzuhalten. Eine Rahmenvorlage dafür liefert die Bundeszahnärztekammer (BZÄK) [3].

Hygienemaßnahmen, auf die im Folgenden eingegangen wird:

- Persönliche Schutzausrüstung (PSA) für Zahnarzt und Zahnmedizinische Fachangestellte
- Händehygiene
- Aufbereitung von Medizinprodukten
- Flächenhygiene

Persönliche Schutzausrüstung (PSA) für Zahnarzt und zahnmedizinische Fachangestellte:

[1] Bei vielen zahnärztlichen Tätigkeiten kann eine Kontaminierung der Umgebung durch Aerosol (Gasflüssigkeitsgemisch) entstehen. Auch Spritzkontamination ist möglich. Die Berufskleidung bietet bereits einen gewissen Schutz für das Personal und den Arzt vor einer direkten Kontaminierung. Jedoch ist eine Weiterverbreitung von unsichtbarer und unbemerkter Kontamination in die Umwelt möglich. Daher ist das Tragen von zusätzlicher Einmal-Schutzkleidung in einigen Fällen (z. B. Risikopatienten wie bekannten MRSA-Patienten oder bei chirurgischen Eingriffen) ratsam. Unter zusätzlicher Schutzkleidung sind Kittel und Schürzen zu verstehen.

Je nach Umfang des Eingriffs chirurgischer Art ist eine Kopfbedeckung bzw. ein Haarschutz notwendig [1].

Die Verwendung eines Mund-Nasen-Schutzes (MNS) (Abb. 1) ist prinzipiell nicht Vorschrift (ausgenommen operative Versorgungen) [1]. Eine standardmäßige



Verwendung ist jedoch zu beobachten [4]. Der MNS dient vornehmlich als Eigenschutz für Zahnarzt und Fachangestellte und gleichzeitig als Schutz des Patienten. Dabei ist auf eine korrekte Anwendung und regelmäßigen Austausch zu achten. Beispielsweise ist ein Herunterstreifen des MNS unter das Kinn zu vermeiden, da dadurch eine Kontamination des Gesichtes erfolgen kann [1].

Abb. 1 MNS [11]

Schutzhandschuhe (Abb. 2) sind bei allen zahnärztlichen Behandlungen Pflichtbestandteil der Schutzausrüstung, da sie das Kontaminationsrisiko für alle Beteiligten stark reduzieren [1]. Prinzipiell wird gefordert,



Abb. 2 Schutzhandschuhe [12]

dass nach Beendigung der Tätigkeit (z. B. Behandlung eines Patienten) die Handschuhe gewechselt werden. Ist dies mit einer täglich hohen Anzahl an Handschuhwechsell

verbunden, kann dies durch die Desinfektion der Handschuhe mit einem geeigneten Desinfektionsmittel umgangen werden [5]. Das Desinfizieren der Handschuhe bringt eine hohe und vertretbare Keimreduktion mit sich, vorausgesetzt die Handschuhe sind nicht defekt und das Desinfektionsmittel hat keine negative Wechselwirkung auf das Handschuhmaterial [5].

Händehygiene:

Die Hände sind ein wichtiges Werkzeug in der Zahnarztpraxis. Daher ist eine gute Händehygiene der wichtigste infektionsvermeidende Aspekt der Hygiene, der unbedingt eingehalten werden muss [1]. Händewaschen ist zur Keimreduktion nicht ausreichend. Dies beweist die folgende Abbildung (Abb. 3).

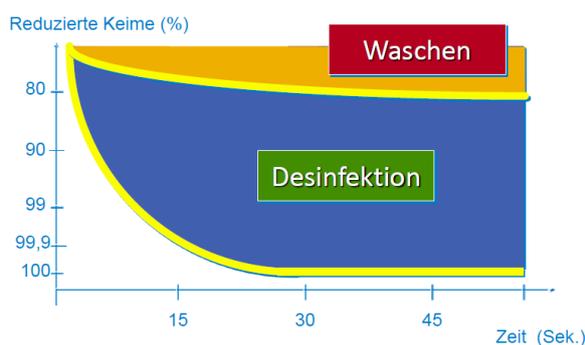


Abb. 3 Keimreduktion auf Händen nach gewisser Wasch- bzw. Desinfektionsdauer [6]

Es ist ersichtlich, dass nach einer 30-sekündigen Desinfektion der Hände eine fast 100 prozentige Keimreduktion erreicht ist. Die Händedesinfektion bringt zwar deutlich bessere Ergebnisse als das Händewaschen, das Waschen vor Arbeitsbeginn und bei sichtbarer

Verschmutzung ist jedoch sinnvoll, da nur saubere (ohne sichtbare Verschmutzung) Hände wirksam desinfiziert werden können [5].

[1, 5] Händewaschen gehört somit zu einer optimalen Händehygiene dazu. Ausreichend Händewaschplätze sind dazu notwendig (am besten in jedem Behandlungsraum). Dazu zählt ein Waschbecken, ein Wasserhahn (berührungsfrei, mit Fußbetätigung oder mit Ellenbogenbedienung), ein Spender für Flüssigwaschpräparat (berührungsfreie Bedienung oder Ellenbogenbedienung) und ein Handtuchspender mit Handtüchern für den Einmalgebrauch.

[1] Die hygienische Händedesinfektion (auf die chirurgische Händedesinfektion wird hier nicht näher eingegangen) ist vor und nach einer zahnärztlichen (nichtchirurgischen) Behandlung, vor der Arbeitsplatzvorbereitung sowie vor dem An- und nach dem Ausziehen der Schutzhandschuhe durchzuführen. Als Desinfektionsmittel sind vor allem alkoholische Präparate bevorzugt aufgrund ihrer kurzen Einwirkzeit (Herstellerangaben). Diese sollten VAH (Verband für Angewandte Hygiene) –zertifiziert und in Spendern (berührungsfreie Bedienung oder Ellenbogenbedienung) abgefüllt sein. Eine Abtrocknung des Präparats auf der Haut ist notwendig, um die volle Wirkung zu entfalten.

[1] Eine wirksame Händehygiene setzt eine gute Händepflege voraus. In Rissen, Schnitten und allgemein offenen Stellen können Keime anhaften, die durch Desinfektion nicht zu beseitigen sind. Weiterhin sind Schmuck an Händen und Handgelenken sowie lange, lackierte oder künstliche Fingernägel nicht zulässig.

In Krankenhäusern sind Desinfektionsmittelspender für Patienten und Besucher bereits an

jeder Ecke zu finden. Dieser Trend ist in (Zahn-)Arztpraxen möglicherweise auch sinnvoll.

Aufbereitung von Medizinprodukten:

[1] Nicht oder unsachgemäß aufbereitete Medizinprodukte stellen für das Personal, den Arzt (z. B. Stichverletzungen) und den Patienten eine Gefährdung dar, die zu Infektionen führen kann.

[1] Um eine optimale Aufbereitung durchführen zu können, ist die RKI-Empfehlung „Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten“ [8] zu beachten.

Wichtige Grundvoraussetzungen sind zum Beispiel bauliche Gegebenheiten (Trennung Rein und Unrein) aber auch personeller Art (nur ausgebildete Zahnmedizinische Fachangestellte dürfen Aufbereitung durchführen).

Je nach Risikobewertung und Einstufung der Medizinprodukte bzw. -gruppen (wiederzuverwendende) in die sechs Stufen unkritisch, semikritisch A, semikritisch B, kritisch A, kritisch B, kritisch C (eher selten in Zahnmedizin) ist eine Standardarbeitsanweisung zu erstellen, die alle Einzelschritte des Aufbereitungsprozesses beschreibt und vorgibt [8].

Der Aufbereitungsprozess beinhaltet: ggf. Vorbereitung des Medizinproduktes (z. B. Vorreinigung grober Verschmutzung, Auseinanderbauen in Einzelteile, Transport zum Aufbereitungsort), Reinigung und Desinfektion, Sichtkontrolle des Reinigungs- und Desinfektionsergebnisses, ggf. Verpackung und ggf. Sterilisation, Freigabe, ggf. Lagerung der aufbereiteten Produkte und Dokumentation der Durchführung (außer bei unkritischen Produkten). Eine Reinigung und

Desinfektion ist immer vorgesehen. Da in der Zahnmedizin eher selten Medizinprodukte verwendet werden, die thermolabil sind (kritisch C), ist eine thermische Reinigung und Desinfektion möglich.

[1, 8] Grundsätzlich ist eine thermische Reinigung und Desinfektion als validierter maschineller Schritt in einem Reinigungs- und Desinfektionsgerät (RDG) vorzuziehen. Die manuelle chemische Reinigung und Desinfektion ist aber auch zulässig und muss in einer Standardarbeitsanweisung genauestens beschrieben sein. Zu den möglichen Verfahren zählen das Eintauchverfahren und das Sprüh-/Wischverfahren. Die Wahl des Desinfektionsmittels ist abhängig davon, ob ein Sterilisationschritt folgt. Wenn nicht, sind viruzide Desinfektionsmittel zu verwenden.

[9] Jedoch ist zu beachten, dass eine manuelle Reinigung, Desinfektion und Sterilisation schwer zu validieren und kaum reproduzierbar durchzuführen sind. Dies



zeigt das Ergebnis eines **Abb. 4** Crile-Klemme [13] Crile-Klemme (chirurgisches Instrument) (Abb. 4) untersuchte. Eine annehmbare Keimreduktion von 5-log-Stufen (Abtötung von 99,999% der koloniebildenden Einheiten) wurde nur erreicht, wenn eine Ultraschall-Nachbehandlung erfolgte (Abb. 5, Abb. 6).

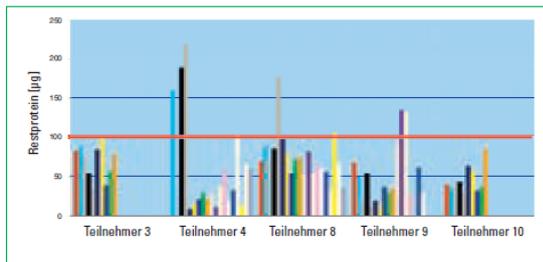


Abb. 5 Ergebnis manuelle R&D Crile-Klemmen ohne Ultraschall [9]

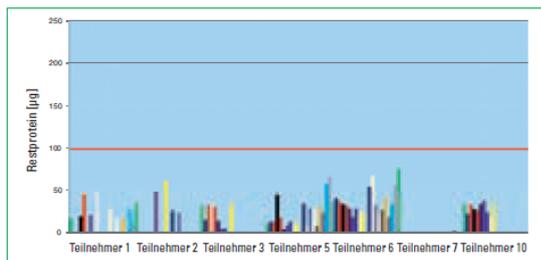


Abb. 6 Ergebnis manuelle R&D Crile-Klemmen mit Ultraschall [9]

[1] Auf die Reinigung und Desinfektion folgt die Sterilisation, wenn kein RDG verwendet wird. Semikritische A/B Produkte, die manuell mit begrenzt viruziden Mitteln aufbereitet werden, müssen (unverpackt) einer Dampfsterilisation unterzogen werden. Kritische A/B Produkte sind verpackt in einem Dampfersterilisator zu sterilisieren.

Wie ersichtlich ist, stellt der Aufbereitungsvorgang eine große Bürde für eine Zahnarztpraxis dar: es gilt viel zu beachten. Daher ist genau abzuwägen, welche notwendigen Instrumente man als Mehrwegprodukte bzw. als Einwegprodukte beschafft.

Die Anschaffung eines Reinigungs- und Desinfektionsgerätes, das validierte Ergebnisse liefert, ist oft eine teure Angelegenheit und mit relativ viel Aufwand (Wartung, Instandhaltung, Validierung) verbunden. Weiterhin ist es so, dass in Zahnarztpraxen die Anzahl der wieder aufzubereitenden Instrumente die Anschaffung eines neuen modernen Gerätes

nicht rechtfertigt. Dadurch ist der Hang zur manuellen Aufbereitung gegeben, bzw. dass veraltete Geräte verwendet werden [4]. Einer manuellen Reinigung und Desinfektion steht nichts im Wege, jedoch muss ein Weg gefunden werden, wie der Prozess validierbar und reproduzierbar gemacht werden kann, da der Faktor „Mensch“ hier eine großes Thema spielt.

Eine Lösung zur Erreichung einer optimalen Wiederaufbereitung von Instrumenten und damit einer Infektionsvermeidung kann erfolgen, indem man die vorhandene Zentrale Sterilgutversorgungseinrichtung (ZSVA) des ortsansässigen Klinikums anspricht und evtl. den Aufbereitungsprozess in diese Richtung fremd vergibt. ZSVAs verfügen über moderne Aufbereitungsgeräte, die von vielen Krankenhäusern und ärztlichen Einrichtungen genutzt werden.

Flächenhygiene:

[1] Dieser Hygienepunkt betrifft Oberflächen im Behandlungsbereich (Einrichtungsgegenstände, Medizingeräte, Arbeitsflächen), Fußböden und den Röntgenbereich. Eine Kontaminierung im Behandlungsbereich entsteht durch das von der Mundhöhle des Patienten ausgehende Aerosol, durch Flüssigkeitsspritzer und durch direkte (Patient, Arzt, Fachangestellte) und indirekte (kontaminierte Gegenstände) Kontaktkontamination. Die Fußbodenkontamination kann, abgesehen von der normalen alltäglichen Verschmutzung, auch durch die Patientenversorgung entstehen (z. B. Blut oder Eiter). Die Kontaminierung der Röntgeneinrichtung kann durch Speichel des Patienten erfolgen, aber auch durch Kontakt mit intakter Haut. Die fest in den Arbeitsalltag integrierte Flächenhygiene verhindert eine Kreuzkontamination anderer Flächen und damit eine Weiterverbreitung von infektiösen Keimen über die Praxis hinaus.

[10] Unterschieden wird bei der Flächenhygiene in Reinigung und Desinfektion. Reinigung bringt eine 50 – 80-prozentige Keimreduktion, wohingegen durch Desinfektion eine 84 – 99,9-prozentige Keimreduktion erreicht wird.

[1] Grundlegend ist es notwendig, patientennahe Oberflächen nach jedem Patienten und zum Ende eines Arbeitstages zu desinfizieren. Dies erfolgt durch eine Wischdesinfektion mit z. B. Einmal-Wischtüchern, die mit einer Desinfektionslösung getränkt sind. Die Tücher sind nach einmaligem Gebrauch zu entsorgen. Das dafür verwendete Desinfektionsmittel muss VAH-gelistet sein und eine kurze Einwirkzeit aufweisen (Alkohol). Es ist darauf zu achten, dass besonders High-Touch-Oberflächen wie z. B. Lampen oder auch die Türklinke bei der Routinedesinfektion nach jedem Patienten berücksichtigt werden (Abb. 7). Flächen außerhalb des Behandlungsbereiches, die nicht kontaminiert sind, sind zu reinigen.

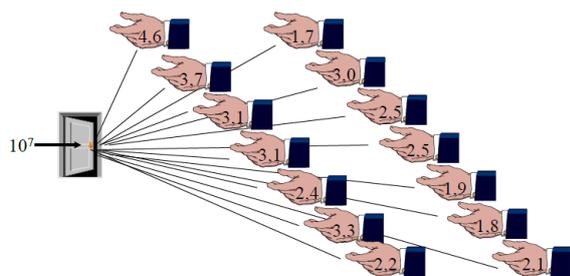


Abb. 7 Verbreitung einer Keimbelastung von 10^7 auf Türklinke auf 14 Personen [6]

Fußböden im und außerhalb des Behandlungsbereiches sind am Ende des Arbeitstages zu reinigen. Ist jedoch eine sichtbare Kontamination des Fußbodens mit infektiösen Substanzen (Blut, Eiter ...) zu erkennen, ist diese Stelle sofort durch Desinfektion zu dekontaminieren.

Röntgenfilme in der Zahnarztpraxis sind häufig intraoral anzuwenden. Sie sind durch sterile

Verpackung bei intraoraler Anwendung vor Kontamination zu schützen und nach der Anwendung, wenn die Abdeckung abgenommen wurde, durch Wischdesinfektion zu desinfizieren. Alle weiteren Flächen der Röntgenanlage (z. B. Sitz, Griffe) sind ebenfalls zu desinfizieren (Wischdesinfektion).

Die ordnungsgemäße Durchführung der Desinfektion vor allem im patientennahen Bereich ist als Standard in den Arbeitsalltag einzuführen und durch eine Standardarbeitsanweisung festzulegen [3]. Eine praktische Schulung des Fachpersonals ist dabei sinnvoll und erreicht bessere Ergebnisse als das reine Lesen der Arbeitsanweisung. Ein Bestandteil der Schulung kann sein, dass bestimmte Flächen im Behandlungsbereich mit einem



Fluoreszenzmarker angestrichen werden (Abb. 8). Nach Durchführung der Desinfektion kann mit Schwarzlicht (Abb. 8) geprüft werden, ob die markierten Flächen entsprechend behandelt wurden und die Markierung entfernt wurde.

Schlussfolgerung:

Die Hygiene in medizinischen Einrichtungen ist ein weitläufiger Bereich, der hier nur kurz angerissen werden kann. Jedoch ist deutlich ersichtlich, dass es bereits bei den vier hier besprochenen Themen viel zu beachten und zu bedenken gibt. Grundlegend kann gesagt werden, dass eine Standardisierung der Hygienemaßnahmen durch eine exakte Beschreibung der Tätigkeiten in einem Hygieneplan und diversen Arbeitsanweisungen sehr sinnvoll ist. Der Hygieneverantwortliche kann dadurch zu einem gewissen Maße sicherstellen, dass die

Hygiene in seiner Zahnarztpraxis umgesetzt wird. Aber natürlich ist nicht jeder Umsetzer gleich. Daher gilt es, die Mitarbeiter und deren Hygienebewusstsein anzusprechen und zu sensibilisieren. Nur wenn von allen Seiten ein besonderes Augenmerk darauf gerichtet wird, kann eine sinnvolle Hygieneumsetzung und damit verbunden eine wirksame Infektionsprävention für Patient, Fachangestellte und Arzt erfolgen.

Referenzen:

- [1] DAHZ-Hygieneleitfaden, 9. Ausgabe 2014
- [2] RKI-Empfehlung: Infektionsprävention in der Zahnheilkunde – Anforderungen an die Hygiene
- [3] Bundeszahnärztekammer (BZÄK) und Deutscher Arbeitskreis für Hygiene in der Zahnmedizin (DAHZ): Hygieneplan / Arbeitsanweisungen für die Zahnmedizin
- [4] Bundesgesundheitsblatt: Hygiene und Infektionsprävention in Zahnarztpraxen
- [5] RKI-Empfehlung: Händehygiene
- [6] ECOLAB: Schulung Haut und Hände
- [7] Flussdiagramm der DGSV zur Einstufung von Medizinprodukten 2013
- [8] RKI-Empfehlung: Anforderung an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten
- [9] DGSV: Empfehlungen des AK „Qualität“: Manuelle Aufbereitung von Medizinprodukten
- [10] RKI-Empfehlung: Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen
- [11] http://www.wir-gegenviren.de/content/index/8?submenue_id=35
- [12] <http://www.ksta.de/gesundheit/hygiene-die-handschuhluege,15938564,16216106.html>
- [13] http://www.gynaekologie.eisenhut.de/product_info.php?info=p561_CRILE-Arterienklemme.html

Zähne beeinflussen den gesamten Körper

Isabela Frese

OTH Amberg-Weiden

Zusammenfassung

Das es Zusammenhänge zwischen Zahnerkrankungen und einer körperlichen Erkrankungen gibt, wird derzeit immer mehr diskutiert und mit Studien bewiesen.

Eine kranio-mandibuläre Dysfunktion kann beispielsweise zu einer Okklusion führen, wodurch die Dysfunktion Einfluss auf den gesamten Bewegungsapparat hat. Rückenschmerzen, bedingt durch eine Wirbelsäulenfehlstellung werden daher auf die Dysfunktion zurückgeführt.

Durch eine Parodontitis kann es zu einem Übertritt von Bakterien in die Blutbahn kommen, wodurch sich diese in verschiedensten Organen ansiedeln können. Stark diskutiert wird dabei der Zusammenhang zwischen der Parodontitis und der Anzahl an Frühgeburten, für den es weiterer Studien bedarf, um die Kausalität zu bestätigen.

Die Ursache von Zahnerkrankungen ist oft auf psychische Probleme zurückzuführen, womit gezeigt wird, dass die Zahn-Körper-Beziehung ein wechselseitiges Problem ist. Essstörungen beispielsweise führen, aufgrund einer erhöhten Säureaussetzung im Mundraum, zu Zahnschmelzschäden.

Die Studien weisen darauf hin, dass es einen Zusammenhang zwischen Zahn- und körperlichen Erkrankungen gibt und daher eine ganzheitliche

Untersuchung anzustreben ist. Dies bedeutet, dass eine enge Zusammenarbeit von Zahnarzt und verschiedensten Fachärzten notwendig ist.

Ansätze einer Verknüpfung des gesamten Gesundheitssystems zeigt die Einführung der elektronischen Gesundheitskarte. Wobei sich die Frage stellt ob ein weiterer Ausbau dieses Systems für die Kommunikation der Fachbereiche sinnvoll ist oder ein Datenaustausch über Datenspeichersysteme ausreichend wäre.

Einleitung

Viele wissenschaftliche Studien belegen, dass Erkrankungen im Kieferbereich, in einer gewissen Wechselwirkung, mit der Gesundheit des gesamten Körpers, stehen. Fehlstellungen des Kiefers oder Entzündungen können ein Risiko für eine bestimmte körperliche Erkrankung erhöhen. Als eine typische Erkrankung des Kieferbereichs, die eine Schiefstellung des Kiefers zur Folge hat, gilt die kranio-mandibuläre Dysfunktion. Als die häufigste Entzündung im Bereich des Kiefers gilt die Parodontitis.

Die Erkrankungen im Bereich des Kiefers können viele Ursachen haben, die wiederum auf körperliche oder psychische Leiden zurückzuführen sind. Es kann daher nicht allein behauptet werden, dass nur Erkrankungen der Zähne Auswirkungen auf den Körper haben, sondern diese eventuell erst durch körperliche oder psychische Erkrankungen entstanden sind. Dieser Kreislauf muss berücksichtigt werden, weshalb ebenfalls eine psychosomatische Erkrankung diskutiert wird.

Da aufgrund von persönlichen Erfahrungen und Einschätzungen, heutzutage immer mehr Menschen an körperlichen Erkrankungen leiden, für welche lange Zeit oder schlussendlich keine Ursachen gefunden werden, ist die Betrachtung, des Einflusses der Zähne auf den gesamten Körper, ein interessanter Ansatz, der nicht außer Acht gelassen werden darf.

Kraniomandibuläre Dysfunktion

Die kraniomandibuläre Dysfunktion (CMD) ist ein Sammelbegriff, der eine Reihe klinischer Symptome umfasst, die von den Kaumuskeln und den Kiefergelenken ausgehen. Die häufigsten Symptome sind Schmerzen im Bereich des OK und des UK, Kopfschmerzen, Schmerzen im Bereich der Ohren und Gesichtsschmerzen. Diese Schmerzen gehen von den Kaumuskeln und den Kiefergelenken aus, welche mit eingeschränkter oder asymmetrischer UK-Beweglichkeit und Kiefergelenkgeräuschen verbunden sind. Auch kann eine CMD zur Störung der Okklusion führen, wodurch die CMD Einfluss auf den gesamten Bewegungsapparat hat (absteigende CMD). Diese Aussage war lange Zeit sehr umstritten, wobei sich immer mehr Studien hervorbringen, die diese bestätigen. [1]

Eine Pilotstudie von der MHH Hannover, die bei der 36. Jahrestagung der DGFDT (Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und –therapie), vorgestellt wurde, zeigt, dass es einen Zusammenhang zwischen der Funktionsstörung im kraniomandibulären System, der Halswirbelsäule und der Lenden-Becken-Hüftregion gibt. Für die experimentelle Studie wurde bei 20 gesunden Studenten, eine Okklusionsstörung im Seitenzahnbereich eingebracht (Zinnfolie, 0.9mm) und vor, während (15 Minuten) und nach Entfernen der Zinnfolie, Messungen durchgeführt. Die Messungen basierten auf einer manualmedizinischen Untersuchungsmethode. Für die Untersuchung wurden an der Halswirbelsäule die Segmente C0/C1, C1/C2 und C2/C3 auf ihre Beweglichkeit hin untersucht (Abbildung 1). Das Sakroiliakgelenk (SIG) wurde mit dem Spine-Test und dem Flexion-Test auf eine Bewegungseinschränkung geprüft (Abbildung 2). Eine Dysfunktion wurde dann angenommen, wenn die Bewegungstests Zeichen einer Bewegungseinschränkung in den untersuchten Segmenten ergaben. Während der Okklusionsänderung wurden manualmedizinisch

funktionelle Auffälligkeiten bei allen Probanden in der Untersuchungsregion der Halswirbelsäule festgestellt. Bei 18 von 20 Probanden wurden Auffälligkeiten in der Lenden-Becken-Hüftregion festgestellt. [2][3]



Abbildung 1: Manualmedizinische Untersuchungsmethode der Halswirbelsäule, für die Segmente C0/C1, C1/C2 und C2/C3, auf ihre Beweglichkeit hin. A: Eine Funktionsstörung liegt bei einer Steifigkeit vor, die den Zeigefinger zur Seite zu schieben scheint, B: Eine Funktionsstörung liegt vor, wenn es zu Einschränkungen in der Rotation kommt, C: Eine Funktionsstörung liegt vor, wenn es zu Asymmetrien des Rotationswinkels kommt [3]

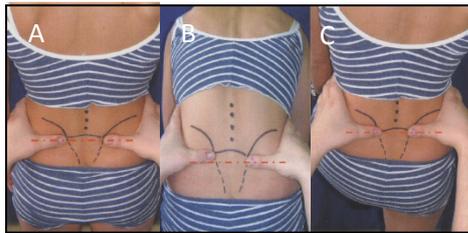


Abbildung 2: Manualmedizinische Untersuchungsmethode des Sakroiliakgelenk (SIG), A: Ausgangspunkt, Proc. spinosi, Beurteilt wird die Mitbewegung der Proc. spinosi als Zeichen einer freien oder eingeschränkten Rotation im SIG, B: Flexion-Test, Funktionsstörung liegt vor, wenn bei Rumpfbeuge ein Proc. spinosi deutlich höher tritt (links), C: Spine-Test, Funktionsstörung liegt vor, wenn bei wechselweiser Beugung der Hüftgelenke, eine fehlende Mitrotation der Proc. spinosi auftritt (links) [3]

Auch eine, vom Durchführungsprinzip her, ähnliche Studie, wurde mit Ratten realisiert. Eine Woche lang wurde durch einen Kreuzbiss, die Okklusionsstörung simuliert (siehe Abbildung 3, D). Die unteren Bilder der Abbildung zeigen deutlich die Veränderung der Wirbelsäulenstellen, durch die vorgetäuschte Okklusionsstörung und die Verbesserung, der Stellung der Wirbelsäule, durch Okklussionsanpassung. [4]



Abbildung 3: Veränderung der Wirbelsäulenstellung durch Okklusionsstörung.

D: Okklusionsstörung hervorgerufen durch herbeigeführten Kreuzbiss, A: Vor Okklusionsstörung, B: 1 Woche nach Okklusionsstörung, C: 1 Woche nach Okklussionsanpassung [4]

Durch Betrachtung der Anatomie zeigt sich, dass die Ergebnisse der Studien nicht weiter verwunderlich sind. Abbildung 4 zeigt das komplexe Zusammenwirken von Schädel, Unterkiefer und Hals- und Brustwirbelsäule. Ein Vorneigen des Kopfes, kann bei einer kräftigen Kaumuskulatur, allein durch die supra- und infrahyale Muskulatur erreicht werden. Wenn nur zum Kieferöffnen die Mandibula gesenkt werden soll, muss gegen die Zungenbeinmuskulatur die Nackenmuskulatur gehalten und die Unterkiefer-Adduktoren müssen erschlaffen. [5]

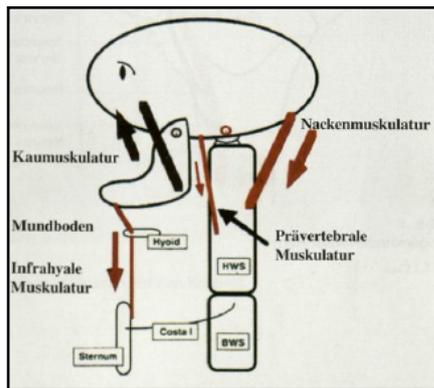


Abbildung 4: Darstellung der Zusammenhänge zwischen Schädel, Unterkiefer und Wirbelsäule [5]

Das Kiefergelenk darf somit bei einer Störung nie isoliert betrachtet werden, sondern muss immer in seiner Funktionseinheit, mit seiner Muskulatur gesehen werden. Die Muskulatur wiederum bildet eine Funktionseinheit zwischen Schädel und Schultergürtel. Ist die Funktionseinheit gestört, können die Auswirkungen bis in den Beckenbereich reichen. Ein Schiefstand der Kiefergelenksachse kann somit über die paravertebralen Muskelketten zu einem Beckenschiefstand und damit zu einer Reihe von Schmerz- und Verschleißerscheinungen führen (siehe Abbildung 5). [6]

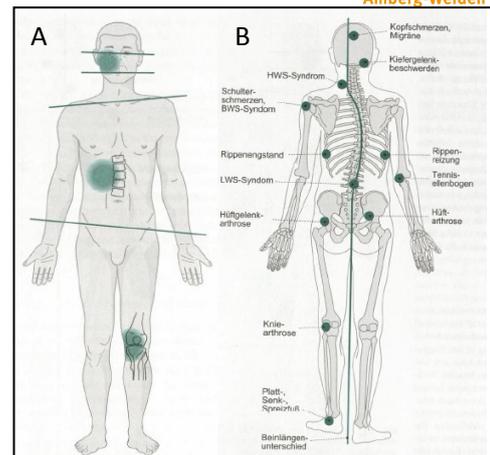


Abbildung 5: CMD beeinflusst Fehlhaltungen im Körper, A: Verschiebung der Kiefergelenksachse bewirkt Schulter- und Beckenachsenschiefstand und kann zu Schmerzarealen führen, B: pathologische Auswirkungen einer CMD auf den Organismus [6]

Da die CMD viele Symptome nach sich zieht, suchen Patienten oft bei verschiedensten Fachärzten Hilfe. Daher ist es von Bedeutung bei CMD-Patienten die Zervikal- und Sakroiliakalregion in die klinische Untersuchung und ggf. in die Behandlung einzuschließen.

Parodontitis

Unter Parodontitis versteht man eine entzündliche Erkrankung des Parodonts (Zahnhalteapparat), wodurch es im fortgeschrittenen Stadium, zu einem Knochenabbau, kommen kann. Die Entzündung hat nicht nur lokale Auswirkungen, auch werden immer mehr, den ganzen Körper betreffende Folgeerkrankungen, die auf die Parodontitis zurückzuführen sind, diskutiert. Zu diesen gehören beispielweise Diabetes mellitus, kardiovaskuläre Erkrankungen, Frühgeburtlichkeit, Adipositas und rheumatoide Arthritis. Im Folgenden wird der Zusammenhang zwischen der Parodontitis und der Frühgeburtlichkeit (<37.SSW), sowie Untergewichtigkeit von Neugeborenen (<2500g), erörtert. [7]

Laut den heutigen Studien ist ein Zusammenhang zwischen Parodontitis, Frühgeburtlichkeit und Untergewichtigkeit, noch nicht eindeutig bewiesen. Sie weisen aber darauf hin, dass eine unbehandelte Parodontitis ein Risikofaktor für eine Frühgeburt sein kann. Die Studie von Offenbacher et al. [8] beispielsweise zeigt, dass eine Parodontitis das Risiko für eine Frühgeburt um das 7,5-fache erhöhen kann. Auch tierexperimentelle Untersuchungen am Goldhamster haben gezeigt, dass gramnegative Bakterien (*Escherichia coli*) einen dosisabhängigen, schädlichen Einfluss auf das Gewicht des Fötus haben [9]. Eine mögliche Erklärung für den Zusammenhang ist, dass Entzündungsmoleküle, Enzyme und parodontal-pathogene Mikroorganismen aus dem entzündeten Parodont ins Fruchtwasser gelangen und zu Wachstumseinschränkungen, vorzeitigen Wehen, vorzeitigem Blasensprung und Frühgeburtlichkeit führen [7]. Die Bakterien setzen schädliche Stoffwechselprodukte frei, wodurch auch Lipopolysaccharide (LPS) in den Blutkreislauf und somit in die Plazenta der Schwangeren gelangen. LPS hemmt das Wachstum des Ungeborenen. Auch durch die schädlichen Stoffwechselprodukte, setzt der Körper Botenstoffe, wie Prostaglandin E2, in dem betroffenen Gewebe frei. Diese sind nicht nur im Speichel, sondern auch im Fruchtwasser von Schwangeren mit Parodontitis enthalten. Prostaglandin E2 wird zur Einleitung künstlicher Wehen eingesetzt. [10]

Psychosomatik

Es wird der Zusammenhang zwischen der psychogenen Essstörung in Form von Anorexia nervosa und Bulimia nervosa in Bezug auf Komplikationen im Zahn-Mund-Kieferbereich betrachtet. Als Folge dieser Erkrankungen treten Komplikationen, in nahezu allen Organsystemen und in den zahnmedizinischen Bereichen auf. Durch einen Kaliummangel bei Bulimie kann es zu lebensbedrohlichen

Herzrhythmusstörungen und zur Niereninsuffizienz kommen. Als Befunde im Zahn-Mund-Kieferbereich bei Anorexie und Bulimie gelten Speicheldrüsenschwellungen, Veränderungen der Speichelsekretion, Mundschleimhautveränderungen und Säureschäden an den Zähnen (Erosionen). [11]

Die bei Bulimia nervosa, durch das regelmäßige Erbrechen, aufsteigende Magensäure, greift den Zahnschmelz an, wodurch das Dentin freigelegt wird und die Zähne „empfindlicher“ gegen heiße, kalte, süße und saure Speisen werden. Eine Säureerhöhung, durch Lebensmittel oder Getränke wie Fruchtsäfte, Cola oder Essig in der Mundhöhle, wird durch den Speichel langsam wieder ausgeglichen, indem den Zähnen die Mineralien zurückgegeben werden. Nach einem starken Säurekontakt hingegen, dauert dieser Vorgang eine längere Zeit. Im fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung Bulimia nervosa, kann es über die Pulpa auch zu einem Freilegen der Zahnnerven kommen, was zu anhaltenden Zahnschmerzen führen würde. [12]

Die durch die Magensäure bedingten Schäden der Zahnhartsubstanz, die Erosionen, zeigen sich typischerweise an den Palatinalflächen der Oberkieferzähne, wobei vor allem die Frontzähne betroffen sind (siehe Abbildung 6).



Abbildung 6: Erosionen durch Säureüberbelastung der Zähne, bedingt durch Bulimia nervosa [11, 12]

Die Zahnhartsubstanzschäden sind durch langjähriges Erbrechen irreversibel und müssen zahnärztlich behandelt werden.

Die Anorexia nervosa hingegen, zeigt im Zahnbereich, als Folgeerscheinung der Mangelerkrankung, ein erhöhtes Ausfallen der Zähne auf. Das hängt mit dem gestörten Knochenstoffwechsel zusammen, wodurch die Knochenmasse seine Stabilität im Kieferknochen verliert (Osteoporose) und dadurch die Stabilität der Zähne negativ beeinflusst wird. [13]

Unter diesen Gesichtspunkten wird dazu geraten eine Versorgung von Zahnschäden nach einem Gesamtbehandlungskonzept zu behandeln, welches die Zusammenarbeit mit einem Psychiater vorsieht.

Resultate

Die Studien weisen darauf hin, dass es einen Zusammenhang zwischen Zahn- und körperlichen Erkrankungen gibt. In einigen Bereichen ist es aber nötig weitere Studien durchzuführen, um eine endgültige Kausalität zu bestimmen.

Daher ist eine ganzheitliche Untersuchung anzustreben, was bedeutet, dass eine enge Zusammenarbeit von Zahnarzt und verschiedensten Fachärzten notwendig ist. Dadurch kann Patienten, welche meistens bei verschiedensten Fachärzten Hilfe suchen, eine schnellstmögliche Therapie gewährleistet werden.

Diskussion

Es kommt die Frage auf, ob eine engere Vernetzung der Zahnmedizin mit der Allgemeinmedizin sinnvoll bzw. einfach zu realisieren ist. Laut der analysierten Studien und der Recherche zu dem Thema „Zähne beeinflussen den gesamten Körper“, scheint es sinnvoll, eine Vernetzung der beiden Fachbereiche anzustreben. Aufgrund der unterschiedlichen Abrechnung, besteht heutzutage keine Verbindung der Bereiche. Das bedeutet, dass es Allgemeinmedizinern nicht möglich ist eine Überweisung für den Zahnmediziner auszustellen und umgekehrt, wodurch eine Befund-Übermittlung gegeben wäre. Das Modell der

Hausarztzentrierten Versorgung zeigt zumindest bereits einen Ansatz der Verknüpfung von Hausarzt und Facharzt (§73b SGB V), wohingegen durch die Einführung der elektronischen Gesundheitskarte, eine Vernetzung des gesamten Gesundheitssystems angestrebt wird. Würde daher ein weiteres Ausbauen des Systems der eGK die Kommunikation zwischen Zahnärzten und Allgemeinmedizinern verbessern? Wäre dieser Aufwand lohnenswert oder ist eine Kommunikation der Fachbereiche über Datenspeichersysteme ausreichend?

Referenzen

[1]Stelzenmüller W. Wiesner J. „Therapie von Kiefergelenkschmerzen – Ein Behandlungskonzept für Zahnärzte, Kieferorthopäden und Physiotherapeuten“, Thieme Verlag, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart, 2004.

[2]<http://www.dgfdt.de/documents/266840/420419/2003+-+36.+Jahrestagung.pdf/30076b81-3420-4deb-8c57-0e09dbd498ae>, aufgerufen am 25.05.15

[3]<http://www.drdapprich.de/pdf/FinkZWR.pdf>, aufgerufen am 25.05.15

[4]Saccucci M. et al. „Scoliosis and dental occlusion: a review of the literature“, Scoliosis, 2011

[5]Graf K. „Störfeld Zahn – Der Einfluss von Zähnen und zahnärztlichen Werkstoffen auf die Gesundheit“, Urban & Fischer Verlag, 1. Auflage, München, 2010

[6]Leder S. „Funktionsstörungen erkennen und behandeln“ Spitta Verlag, 3. Überarbeitete und erweiterte Auflage, Balingen, 2010

[7]Stein J. „Moderne Parodontologie in der Praxis – Band 1: Grundlagen, Klassifikation und Diagnostik“, Spitta Verlag, 2010

[8] Offenbacher et al „Periodontal infection as a Possible Risk Faktor for Preterm Low Birth Weight“, J Periodontol, 1996; 67: 1103

[9]Collins J.G. et al „Effects of a Porphyromonas gingivalis Infection on Inflammatory Mediator

Response and Pregnancy Outcome in Hamster“, American Society for Microbiology, 1994

[10] Heyn G. „Mundhygiene in der Schwangerschaft“, Pharmazeutische Zeitung, Ausgabe 09/2010

[11]Wolowki A. Demmel H. „Psychosomatische Medizin und Psychologie für Zahnmediziner“ Schattauer Verlag, Stuttgart, 2010

[12]<http://www.zahn-zahnarzt-berlin.de/essstoerung-bulimie.html>, aufgerufen am 26.05.15

[13]Lennkh C. de Zwaan Martina et al. „Osteoporose bei Anorexia nervosa – Neue Aspekte der Pathogenese und Therapie“, Springer Verlag, 1999

Impressum

Prof. Dr.-Ing.
Michael Wehmöller
Hetzenrichter Weg 15
92637 Weiden

Kontakt:

Telefon +49 (961) 382-1617
Fax +49 (961) 382-2617
E-Mail:
m.wehmoeller@oth-aw.de



dental-kongress@oth-aw.de

oder

Telefon +49 (961) 382-1722

Fax +49 (961) 382-2722