

Persönliche PDF-Datei für Marcus Oliver Ahlers, Holger A. Jakstat

Mit den besten Grüßen vom Georg Thieme Verlag

www.thieme.de

Funktionsdiagnostik in der digitalen Praxis

DOI 10.1055/a-0602-1250

ZWR – Das Deutsche Zahnärzteblatt 2018; 127:
227–236

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kollegen und zur Verwendung auf der privaten Homepage des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Verlag und Copyright:

© 2018 by
Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
ISSN 0044-166X

Nachdruck nur
mit Genehmigung
des Verlags



Funktionsdiagnostik in der digitalen Praxis

Computergestützte Dokumentation erschließt neue Möglichkeiten durch wissensbasierte Auswertungen

Marcus Oliver Ahlers, Holger A. Jakstat

Kraniomandibuläre Dysfunktionen kann man – anders als Karies – nicht sehen. Ähnlich wie in der Parodontologie ist eine visuelle Beurteilung der Situation daher allein nicht möglich. Digitale Informationssysteme können hier bei der Diagnose helfen. Der nachfolgende Beitrag zeigt, wie das geht, und zeigt zudem auf, wie die gleichen Informationen auch in der Patientenkommunikation genutzt werden können.

Einleitung

Optimierte Befunderfassungssysteme verbinden eine leichte und fehlervermeidende Erfassung mit hoher Aussagekraft. Diese Aufgabe ist wie geschaffen für digitale Informationssysteme. Damit sich solche Systeme in der Praxis durchsetzen können, müssen sie einen Mehrwert bieten. Ergonomisch liegt dieser in der erleichterten Erfassung der Befunde – vorausgesetzt, die Benutzeroberfläche ist klug gestaltet. Darüber hinaus kann entsprechende Software (CMDfact) einen medizinischen Mehrwert bieten, wenn sie hilft, die Einzelbefunde in den inhaltlichen Kontext entsprechender Diagnosen einzuordnen. Im weiteren Verlauf ermöglichen moderne Softwaremodule, die zusätzlichen Informationen aus weiteren funktionsanalytischen Untersuchungen (manuelle Strukturanalyse, instrumentelle funktionelle Bewegungsanalyse) in die Informationsbasis mit einfließen zu lassen. Die Diagnosen werden so immer genauer.

Digitalisierung in der Zahnheilkunde

Digitalisierung ist ein Prozess, der immer mehr Bereiche unseres Lebens erreicht. In der Regel werden dabei zuerst herkömmliche Prozesse von der bisherigen analogen Struktur auf die Digitaltechnik überführt; später erschließt die Digitaltechnik dann neue Möglichkeiten. Im privaten Lebensumfeld kennen wir beispielsweise die Überführung analoger Daten in den Bereichen Telekommunikation, Fotografie und Musik und die dadurch möglichen neuen Anwendungen.

In der Zahnheilkunde hat sich die Digitalisierung beim Röntgen bereits durchgesetzt und wächst nun schrittweise mit der Digitalisierung der Abformtechnik und der Zahntechnik zusammen. Dabei steigt die Akzeptanz mit dem Nutzwert der Anwendungen. Die Digitaltechnik setzt sich aber erst durch, sobald die zugrunde liegende

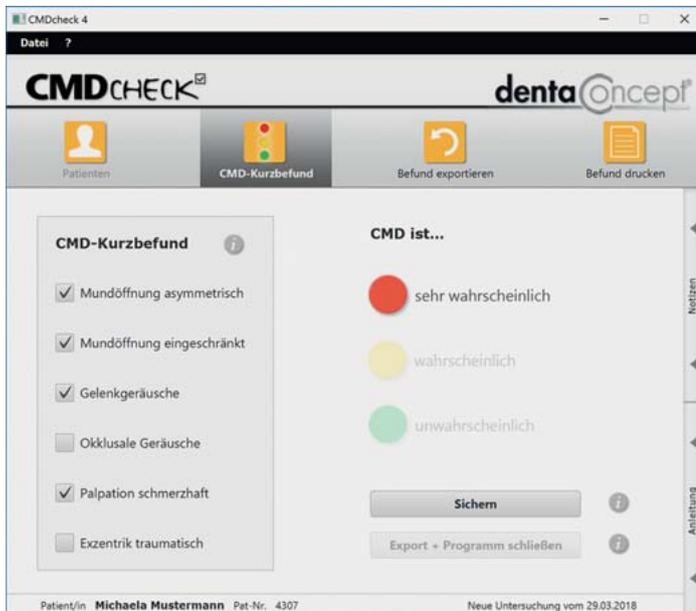
Datenauflösung für durchschnittliche Anwender vom bisherigen Standard nicht mehr zu unterscheiden ist.

Jenseits der Überführung 3-dimensionaler Zahnformen in mathematische Datenmodelle und daran gebundene zahntechnische Anwendungen entwickelt sich durch Digitalisierung auch die zahnärztliche Funktionsdiagnostik weiter. Digitalisiert werden hier zuerst die **Befunde**, als Grundlage einer computergestützten Datenverarbeitung. Dafür werden Befundinformationen gesammelt und für den Zahnarzt inhaltlich aufbereitet, als Grundlage der **Diagnostik**.

Voraussetzung sind technische und zahnärztlich-inhaltliche Entwicklungsarbeiten: Welche Daten benötige ich, welche Optionen kann es geben, wie ist deren logische Beziehung zueinander und welche Befunde passen wie zu welchen Diagnosen? Die Arbeitsgruppe der Autoren hat daher bereits vor 2 Dekaden damit begonnen, diese inhaltlichen Grundlagen zu erschaffen. In Kombination mit moderner Computertechnik ist die resultierende Technologie mittlerweile so ausgereift, dass sie sich aufgrund der Vorteile für Praxen und Patienten durchsetzt.

Zahnärztliche Funktionsdiagnostik

Die zahnärztliche Diagnostik kraniomandibulärer Dysfunktionen (CMD) erfolgt heute stufenweise. In Umsetzung dieser Erkenntnis sieht die von der Bundeszahnärztekammer, der KZBV und der DGZMK erarbeitete „Neubeschreibung einer präventionsorientierten Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde“ die Unterscheidung von „Basisdiagnostik“, „erweiterter Diagnostik“ und „weiterführender Diagnostik“ vor [1]. Die Untersuchungsverfahren werden dabei von Stufe zu Stufe aufwendiger; die Autoren dieses Beitrags haben hierfür den Begriff einer „Diagnostik-Kaskade“ eingeführt [2]. Nachfolgend stellen wir einzelne Bausteine dieser Diagnostik-Kaskade und ihre Digitalisierung vor.



► **Abb. 1** Software CMDcheck mit der digitalen Version des CMD-Kurzbefundes nach Ahlers und Jakstat.



► **Abb. 2** CMDcheck mit integrierter Anleitung zur Durchführung der einzelnen Untersuchungsschritte zum Rekapitulieren oder als regelrechtes Lernprogramm zur Schulung des Teams.

CMD-Screening

Initial stellt sich in der Praxis die Frage, ob überhaupt Anzeichen für das Vorliegen einer Funktionsveränderung im Sinne einer kranio-mandibulären Dysfunktion (CMD) vorliegen. Relevant ist dies zum einen bei manifesten Beschwerden, um einzuordnen, ob diese auf die eine oder andere Ausprägung einer kranio-mandibulären Dysfunktion zurückzuführen sind und entsprechend einer funktionsanalytischen Untersuchung bedürfen.

Indikation

Nach einem aktuellen höchstrichterlichen Urteil des OLG München ist ein CMD-Screening zudem erforderlich, um vor jeder Behandlung mit Zahnersatz zu prüfen, ob eine latente CMD vorliegt, damit diese ggf. vor der Behandlung genauer untersucht und behandelt wird, um eine Eskalation von Beschwerden unter der Behandlung mit Zahnersatz zu vermeiden [3].

Aus genau solchen Gründen hatten die Autoren dieses Beitrags bereits vor Jahren die „Kleine Funktionsanalyse“ nach Krogh-Poulson in einer Studie untersucht, auf dieser Grundlage den **CMD-Kurzbefund** entwickelt und durch eine randomisierte kontrollierte klinische Studie wissenschaftlich abgesichert [4–6]. Die Durchführung dieses Tests ist einfach und erfordert keine Investition in Instrumente oder aufwendige Schulungen [7]. Inhaltlich sind hierfür 6 verschiedene Fragestellungen zu beantworten, die aus der „kleinen Funktionsanalyse“ von Krogh-Poulson abgeleitet wurden.

Die **Auswertung** des CMD-Kurzbefundes erfolgt additiv und ermittelt die Wahrscheinlichkeit, im Rahmen einer klinischen Funktionsanalyse die Diagnose CMD zu stellen. Die Details hierzu sind an anderer Stelle bereits ausführlich beschrieben [7–11]. Bei 2 oder mehr „positiven“ Merkmalen besteht ein begründeter Verdacht auf ein Vorliegen einer CMD. Die Überprüfung und Differenzierung erfordert dann die nächste Stufe der Diagnostik-Kaskade, die klinische Funktionsanalyse als „erweiterte Untersuchung“.

In der **digitalen Praxis** ersetzt den bisherigen Aufkleber „CMD-Kurzbefund“ für die Karteikarte (www.dentaConcept.de) die spezielle Software „CMDcheck“ (► **Abb. 1**) [12]. Jenseits der reinen Befunddokumentation und -auswertung enthält diese Software als Mehrwert eine integrierte Anleitung zur Durchführung der einzelnen Untersuchungen in Form kurzer Texte und Videofilme (► **Abb. 2**). „Integriert“ bedeutet, dass die Anwender jederzeit aus der Befunderfassung über den gleichnamigen Schalter rechts in die **Anleitung** wechseln können – und zurück.

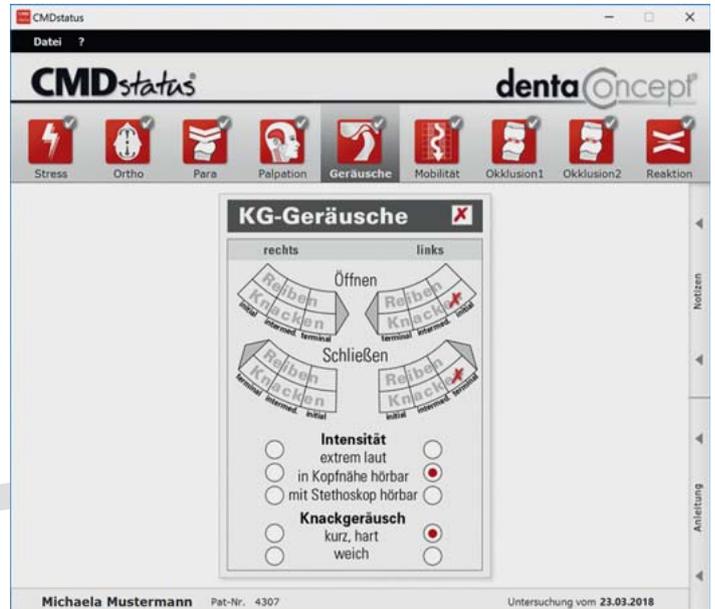
Da aufgrund der neuen Rechtsprechung im Grunde alle Zahnarztpraxen das CMD-Screening einsetzen müssen, ist die neue Version der Software CMDcheck 4 als eigenständige Anwendung konzipiert. Als Einzelplatzversion ist sie zudem gratis verfügbar, und das sowohl für Windows 7–10 als auch für Mac OS (www.dentaConcept.de/CMDcheck). Die Vollversion funktioniert zudem auch im Netzwerk sowie als Modul der Software-Suite CMDfact (siehe unten).

Wichtig in der digitalen Zahnarztpraxis ist die **Anbindung an die Praxisverwaltungssoftware (PVS)**. Jene übermittelt dabei über die Schnittstelle VDDSmidia die Stammdaten an die CMD-Screening-Software CMDcheck. Da das OLG-Urteil verlangt, nicht nur die *Durchführung* des CMD-Screenings, sondern auch die *Einzelbefunde* zu dokumentieren, speichert CMDcheck diese und deren Auswertung und exportiert sie über die Windows-Zwischenablage zurück in die PVS.

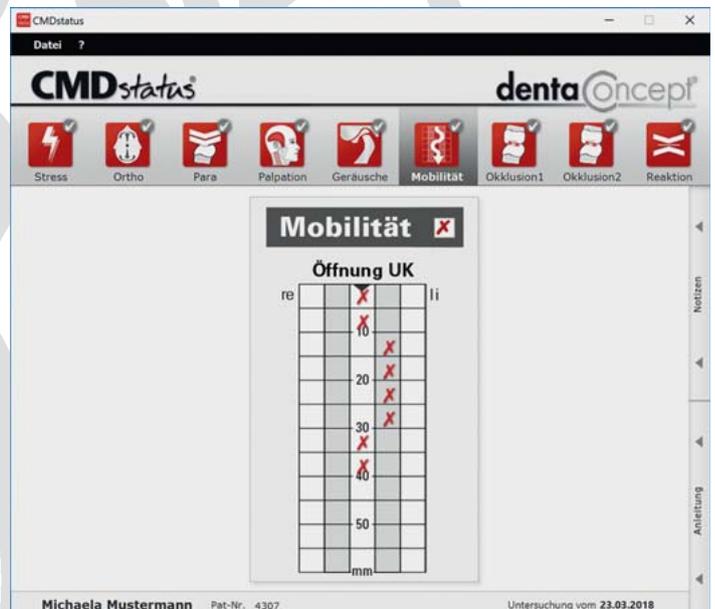
Klinische Funktionsanalyse

Sofern der CMD-Kurzbericht zeigt, dass im Rahmen funktionsanalytischer Untersuchungen absehbar die Diagnose einer CMD gestellt wird oder wenn andere Gründe dafür vorliegen, wird eine klinische Funktionsanalyse als Grundlage der Diagnostik-Kaskade erforderlich [13,14]. Die externe Evidenz zu dieser Untersuchung ist mittlerweile exzellent und geht auf die Publikationen mehrerer Jahrzehnte zurück [15–20].

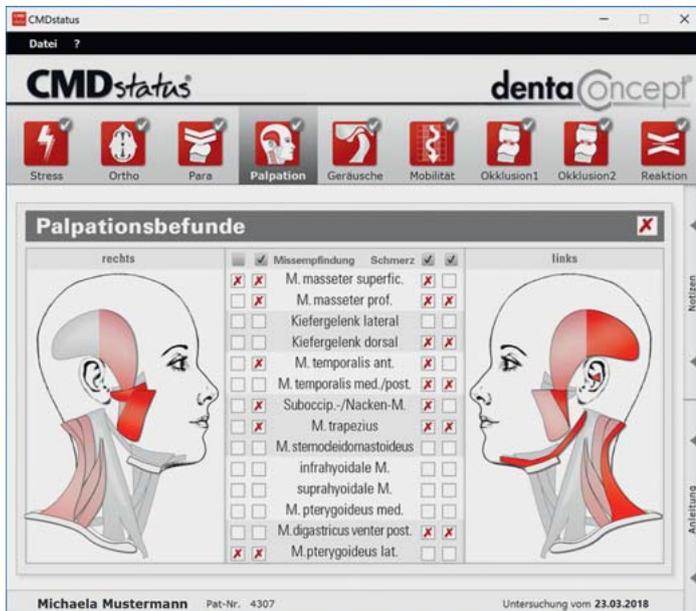
Der **Untersuchungsumfang** der klinischen Funktionsanalyse beinhaltet Palpationen der Muskulatur und Kiefergelenke, die Auskultation von Gelenkgeräuschen, die Inspektion der Unterkiefermobilität in der Vertikalen und Horizontalen und die orientierende Prüfung der Okklusion hinsichtlich des Vorliegens von Okklusionshindernissen in Statik und/oder Dynamik sowie von Infraokklusion [21]. Es kommen noch 2 „Reaktionstests“ hinzu: Der Provokationstest nach Krogh-Poulsen und der Resilienztest nach Gerber – obwohl dessen Validität umstritten ist [22,23]. Der Untersuchungsumfang der zugeordneten Leistung nach GOZ 8000 wird seit Mitte der 80er-Jahre durch den „Klinischen Funktionsstatus der DGFDT“ vorgegeben [24,25], er wurde unter Mitarbeit des Erstautors 2011 zuletzt aktualisiert. Dieser Befundbogen ist in vielen PVS-Systemen enthalten. Der Untersuchungsbogen wird dabei wie ein PDF mit Datenfeldern ausgefüllt, gespeichert und bei Bedarf ausgedruckt. Darüber hinausgehende inhaltliche Auswertungen sind unmöglich. Technologisch spiegelt dies im Grunde den Stand der Zahnheilkunde von 1988 wider, als die Untersuchung noch „Befunderhebung des stomatognathen Systems“ hieß und in der noch keine strukturierten Diagnosesysteme verfügbar waren.



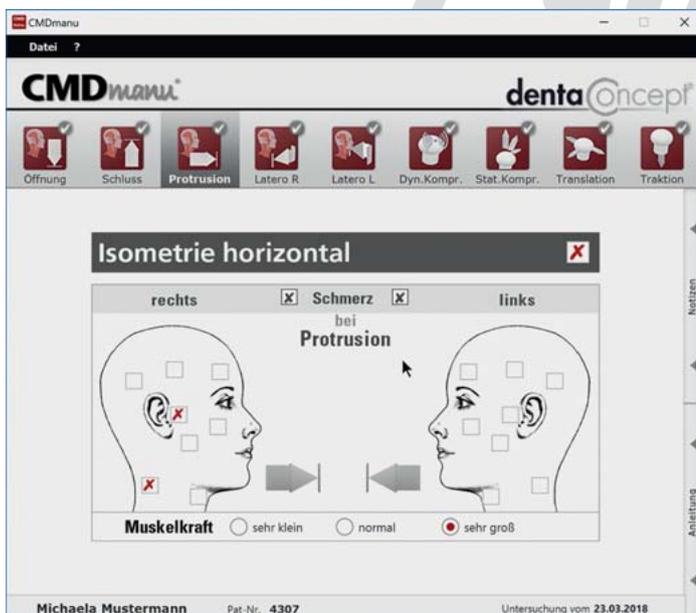
► **Abb. 3** Software CMDstatus mit spezieller Befundmatrix für die Erfassung von Gelenkgeräuschen.



► **Abb. 4** CMDstatus mit Befundmatrix für die Erfassung des Verlaufes der Mundöffnungsbewegung.



► **Abb. 5** CMDstatus mit einer nach Intensität gewichteten Abbildung der erhobenen Muskelbefunde.



► **Abb. 6** Software CMDmanu mit ihrer speziell an die integrierte Erfassung verschiedener muskulärer Schmerzursachen angepassten Benutzeroberfläche; den Ankreuzoptionen sind in der Software die für die Befunde verantwortlichen Muskeln hinterlegt.

Die Digitalisierung ermöglicht als Alternative eine datenbankgestützte Befunderfassung. Konzeptionell zu unterscheiden sind dabei

- die **Befunderfassung** auf der Grundlage einer grafischen Benutzeroberfläche,
- die **Befunddatenspeicherung** in passenden Datenformaten in Datenbanken, und
- die **Befundauswertung** durch gezielte Zugriffe auf die gespeicherten Daten.

Die Befunderfassung ist dabei eine moderne Umsetzung des bisher Bekannten. Mit Blick auf den Folgeschritt ist es allerdings erforderlich, bei der Gestaltung der Benutzeroberfläche genau zu wissen, in welchen Formaten und logischen Ausprägungen die Daten zur Speicherung und Auswertung benötigt werden. Dafür werden Merkmalsausprägungen definiert erfasst. Messwerte werden als Zahlen gespeichert. Es bedarf in der Konzeption solcher Systeme daher neben dezidiertem Know-how in moderner Datenbanktechnik auch eines tiefen zahnärztlichen Wissens, um schließlich das eigentliche Ziel zu erreichen, die computerassistierte Befunddatenauswertung.

Nicht zufällig sind erste Schritte in diese Richtung [26–29] und das hier vorgestellte aktuelle System [30] aus dem Kreis computeraffiner und behandlungserfahrener Spezialisten für Funktionsdiagnostik und -therapie entwickelt worden. Ein Beispiel im Rahmen der Software suite CMDfact bildet das Softwaremodul zur Erfassung der klinischen Funktionsstatus, **CMDstatus**. Dessen Benutzeroberfläche ermöglicht das vollständige Diktat des Funktionsbefundes an die entsprechend eingearbeitete ZFA [31] (► **Abb. 3**). Zahnarzt oder Zahnärztin können so die Aufmerksamkeit während der Untersuchung allein dem Patienten widmen (► **Abb. 4**). Zugleich ermöglicht die Erfassung der Befunde in logischen Strukturen darauf basierende grafische Rückkopplungen, die eine schnelle visuelle Erfassung der Befunde sicherstellen – wie etwa die farbig differenzierte Wiedergabe der Palpationsbefunde in **CMDstatus** (► **Abb. 5**).

Manuelle Strukturanalyse

Ein weiterer Baustein der funktionsanalytischen Diagnostik-Kaskade ist die manuelle Strukturanalyse. Wie die klinische Funktionsanalyse kommt diese Untersuchung ohne technische Instrumente aus. Sie unterscheidet sich von der klinischen Funktionsanalyse durch die in der Untersuchung zusammengefassten Tests: An die Stelle von Palpationen, Auskultationen und Inspektionen treten hier spezielle Belastungsprüfungen der Muskulatur (► **Abb. 6**) und der Kiefergelenke [32] (► **Abb. 7**). Diese wurden in den 90er-Jahren auf der Grundlage von Techniken der manuellen Medizin entwickelt und bilden eine eigenständige Untersuchung mit – im Vergleich zur klinischen Funktionsanalyse – niedrigerer Sensitivität und höherer

Spezifität [33–37]. Die manuelle Strukturanalyse *ergänzt* daher die klinische Funktionsanalyse; sie kann nicht an ihre Stelle treten.

Um dies zu verdeutlichen und eine Orientierung für den erforderlichen Untersuchungsumfang zu geben, hat die DGFD unter Beteiligung des Erstautors 2012 einen eigenständigen Befundbogen „Manuelle Strukturanalyse“ veröffentlicht. Auch dieser Befundbogen ist als PDF frei verfügbar, aber in PVS-Systemen deutlich weniger verbreitet.

Als Alternative haben die Autoren dieses Beitrags zur **Digitalisierung** der Manuellen Strukturanalyse das Softwaremodul **CMDmanu** entwickelt [38,39]. Auch dieses erfasst die Einzelbefunde in einer speziellen grafischen Benutzeroberfläche, gefolgt von der Befunddatenspeicherung in einer Datenbank. Die daraus resultierenden Möglichkeiten der integrierten Auswertung sind später beschrieben.

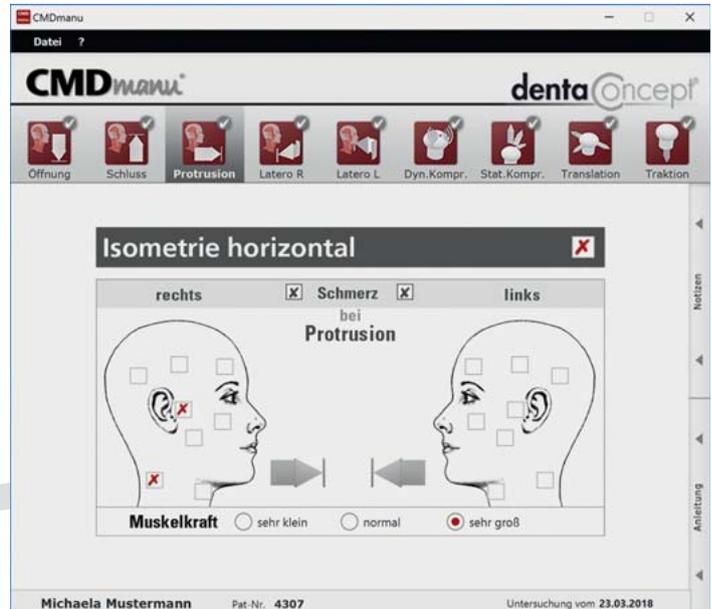
Integration einer multimedialen Lernumgebung

Die technischen Möglichkeiten heutiger Software schaffen zudem die Möglichkeit, die Befunderfassung mit einer multimedialen Anleitung zur Untersuchungsdurchführung zu kombinieren [31]. In CMDstatus, CMDmanu und auch in CMDcheck ist dies so realisiert, dass kontextsensitiv jeweils aus der Befunderfassung eine **Anleitung** bereitgestellt wird, die mittels kurzer Texte und Videofilme genau die Durchführung der jeweiligen Untersuchung erläutert (► **Abb. 8**). Die Filme lassen sich zudem auf Knopfdruck bildschirmfüllend vergrößern.

Computerassistierte Diagnostik

Für die Auswertung der verschiedenen Funktionsbefunde sind seit den 90er-Jahren verschiedene strukturierte Diagnoseschemata veröffentlicht. Diese ermöglichen die Stellung einer differenzierten Diagnose, welche die verschiedenen Befunde in einer gemeinsamen Bewertung zusammenfasst und inhaltlich ordnet. Dies stellt seither den medizinischen Standard dar. Der Gesetzgeber hat daher bei der Umbenennung der Leistung GOZ 8000 in die „Klinische Funktionsanalyse“ die **Auswertung durch Stellung einer Diagnose** in die Leistung eingeschlossen.

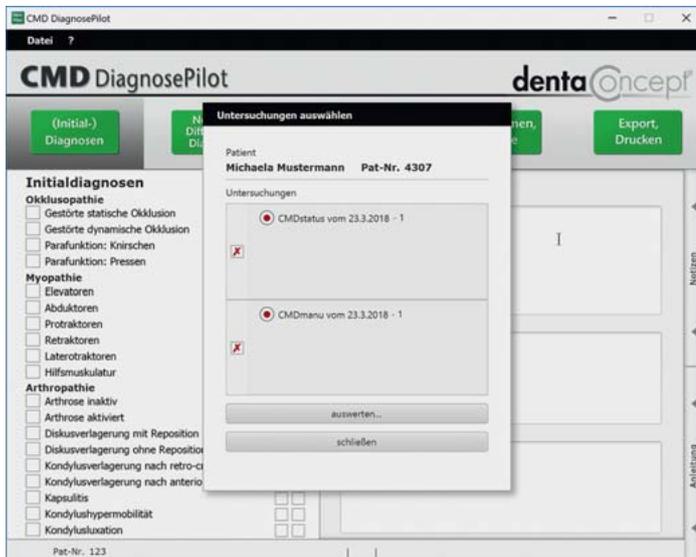
In Deutschland hat sich dafür das Diagnoseschema einer Arbeitsgruppe der Universitäten Hamburg, Leipzig, Berlin, Düsseldorf und Greifswald durchgesetzt [2]; die DGFD als zuständige Fachgesellschaft hat es übernommen. Dieses Diagnoseschema unterscheidet zunächst Initialdiagnosen, Neben- und Differenzialdiagnosen [21].



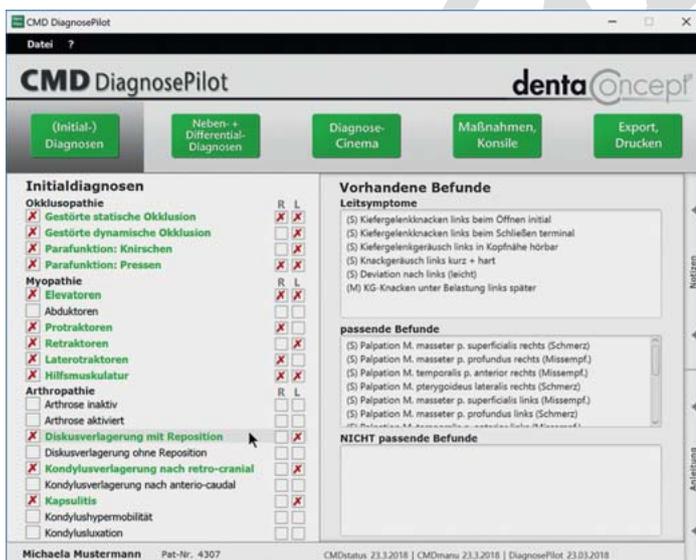
► **Abb. 7** CMDmanu mit den Optionen für die ankreuzbare Erfassung der Ergebnisse aus den Belastungsprüfungen der Kiefergelenke.



► **Abb. 8** CMDmanu enthält – wie auch CMDcheck und CMDstatus – eine kontextsensitive Anleitung zur Durchführung der einzelnen Untersuchungsschritte mit erläuternden Videos.



► **Abb. 9** Software CMD DiagnosePilot mit einer Auswahl der in die Auswertung einzubeziehenden Untersuchungen.



► **Abb. 10** CMD DiagnosePilot mit den auswählbaren Diagnosen (links) und den Datenfeldern (rechts), in denen die Leitsymptome und passenden Befunde stehen, die zu den (links) mit der Maus überstrichenen Diagnosen passen bzw. nicht passen (siehe rechts unten).

- **Initialdiagnosen** resultieren aus der klinischen Funktionsanalyse und werden jenseits der Globaldiagnose „CMD“ unterteilt in die Hauptgruppen
 - Okklusopathie,
 - Myopathie und
 - Arthropathie.
- **Nebendiagnosen** basieren auf Nebenergebnissen, die eine Hinzuziehung von Konsiliaren erfordern (z. B. die relevant erhöhte Stressbelastung oder eine Fehllagerung mit individuell nachvollziehbarer Wirkung auf die Okklusion).
- **Differenzialdiagnosen** weisen in eine der CMD entgegengesetzte Richtung (z. B. der Verdacht auf eine echte Trigemineuralgie).

Für die differenzierte Auswertung der klinischen Funktionsanalyse und der manuellen Strukturanalyse haben die Autoren mit enormem Aufwand den verschiedenen Initialdiagnosen die jeweils hierzu „passenden“ Befunde sowie die in der Relevanz darüberstehenden Leitsymptome zugeordnet. Im Sinne der Transparenz wurden die wichtigsten Zuordnungen in Lehrbuchform veröffentlicht und in Folgeauflagen jeweils aktualisiert [21]. Zahnärzte, die dieses Wissen nicht auswendig abrufbereit „im Kopf“ haben, können die Informationen mithin nachschlagen. Vom Arbeitsablauf her entspricht dies der früheren Technologie einer lexikalischen Recherche. Deren Überführung in eine Online-Recherche würde im Sinne der Einleitung das analoge Vorgehen nur in ein digitales Datenformat übertragen.

Auch hier entstehen durch die **Digitalisierung** neue Möglichkeiten: Ein neues Softwaremodul **CMD DiagnosePilot** greift auf die zuvor erhobenen Befunde der verschiedenen funktionsanalytischen Untersuchungen zu (► **Abb. 9**). Die Speicherung der verschiedenen Befunde in getrennten Datenbereichen einer Datenbank ermöglicht dabei auf Wunsch den *gemeinsamen Zugriff* auf alle erhobenen Funktionsbefunde und deren integrierte Auswertung in Form einer computerassistierten Auswertung. Im DiagnosePilot sind dafür am linken Rand alle Initialdiagnosen, nach Hauptgruppen gruppiert, untereinander anwählbar aufgelistet. Auf der rechten Seite werden den einzelnen Diagnosen die hierzu jeweils „passenden“ *Befunde* und *Leitsymptome* in Datenfeldern dynamisch zugeordnet. In der neuesten Ausbaustufe ordnet der CMD DiagnosePilot zudem die zu der jeweiligen Diagnose explizit auch dazu *nicht passende Befunde* zu (► **Abb. 10**).

Dem Zahnarzt oder der Zahnärztin erleichtert diese Informationsaufbereitung die Entscheidung erheblich. Die eigentliche Diagnosestellung bleibt aber immer eine zahnärztliche Entscheidung. Eine schon abgeschlossene und zur Publikation angenommene Studie konnte zeigen, dass die Qualität der solchermaßen gestellten Diagnosen im Vergleich zum bisherigen Vorgehen deutlich steigt. Zudem entfällt beim Anklicken der zutreffenden Diagnosen der Aufwand für deren handschriftliche Erfassung – und die *Diagnosen* lassen sich nach der Erfahrung der Autoren nicht diktieren. Die o. g. Studie konnte übrigens zeigen, dass die erleichterte Auswahl der zutreffenden Diagnosen *nicht* dazu führt, versehentlich unzutreffende („falsch positive“) Diagnosen anzuklicken.

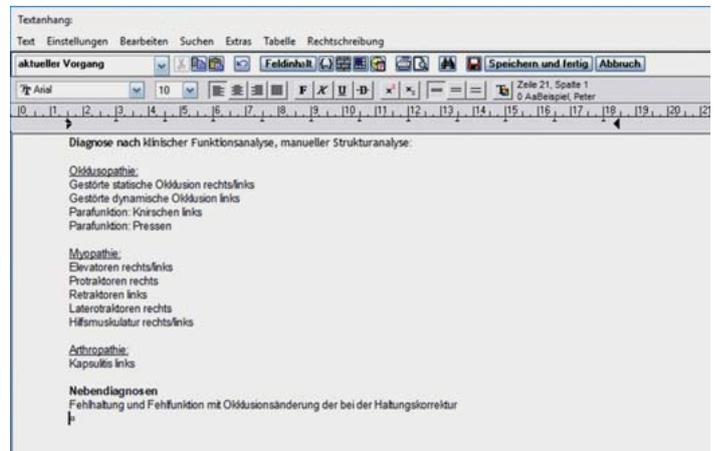
Die per Mausklick ausgewählte Diagnose exportiert die Software formatiert über die Zwischenablage in andere Anwendungen – vor allem in die Praxissoftware (► **Abb. 11**) – und gibt sie im Kontext mit den Vorgaben zu weiteren diagnostischen Maßnahmen und den therapeutischen Empfehlungen in einem **CMD Diagnostik-Report** aus.

Nutzung für die individuelle Patientenaufklärung

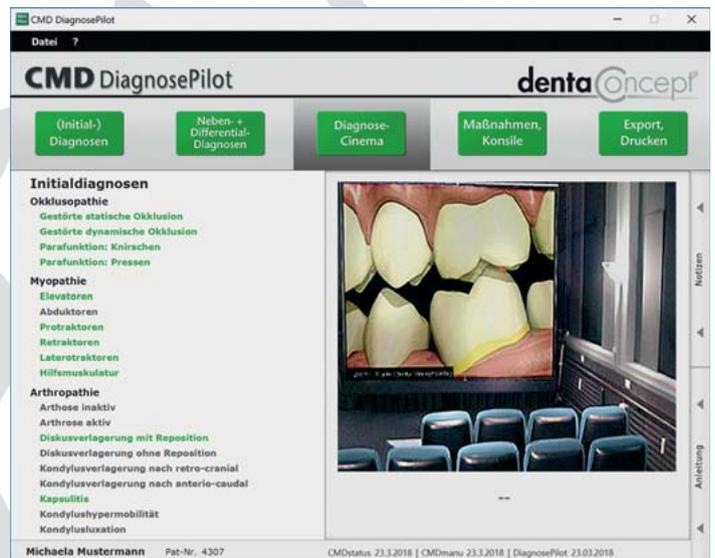
Ein weiteres Potenzial der Digitalisierung besteht in der inhaltlichen Verknüpfung der gestellten Diagnosen mit speziell entwickelten animierten Trickfilmen zur Patientenaufklärung. In der Vergangenheit wurden dafür Zeichnungen angefertigt oder gedruckte Aufklärungsmittel genutzt. Letztere waren für die Patienten erkennbar nicht individuell erstellt. Durch die unmittelbare Verknüpfung der gestellten Diagnosen mit den individuell zutreffenden Aufklärungsfilmchen in einem „**Diagnose-Cinema**“ erkennen Patienten, dass hier eine individuelle Information aufbereitet wurde (► **Abb. 12**). Die einzelnen 3-D-Trickfilme sind max. 24 Sekunden lang (► **Abb. 13**). Die Erklärung dazu gibt der Zahnarzt und behält dadurch die Autorität über die Information und die Situation und signalisiert den Patienten Kompetenz [40].

Ausblick: Integration der instrumentellen Funktionsbefunde

Neben den geschilderten Anwendungen zur Erfassung der Befunde aus der klinischen Funktionsanalyse (CMDstatus) und der manuellen Strukturanalyse (CMDmanu) sind für die instrumentelle Bewegungsaufzeichnung schon lange computergestützte Instrumente eingeführt, darunter die Systeme Cadiax (Gamma Dental, Klosterneuburg, Österreich), Jaw Motion Analyzer (Zebri, Isny), ARCUdigma (KaVo, Biberach) und Axioquick (SAM, Gauting). Alle diese Systeme zeichnen Daten elektronisch auf und speichern die Aufzeichnungsdaten. Zudem er-



► **Abb. 11** Initialdiagnosen in die Praxisverwaltungssoftware (hier Dampsoft DS-Win) exportiert.



► **Abb. 12** CMD DiagnosePilot mit dem Programmteil Diagnose-Cinema zur Erläuterung der individuell zutreffenden Initialdiagnosen mittels kurzer 3-D-Trickfilme.

mitteln sie in unterschiedlichem Umfang Einstellwerte für die Artikulatorprogrammierung. Sie stellen die Bewegungen dar, enthalten aber keine Funktionen zu deren Auswertung in Form einer funktionellen Bewegungsanalyse (► **Abb. 14**). Dieses Verfahren wurde in den letzten Jahrzehnten schrittweise entwickelt, hat mittlerweile Praxisreife erreicht und ist in verschiedenen Publikationen [41,42] sowie der aktuellen Leitlinie „Instrumentelle Funktionsanalyse (S2k)“ in deren Abschnitt I beschrieben [43]. Die funktionelle Bewegungsanalyse von Hand in Fließtext zu dokumentieren ist zeitaufwendig, später wenig transparent, schwer standardisierbar und verhindert die Zusammenführung jener Befunde mit denen aus an-



► **Abb. 13** CMD DiagnosePilot mit dem Programmteil Diagnose-Cinema zur Erläuterung der individuell zutreffenden Initialdiagnosen mittels kurzer 3-D-Trickfilme.

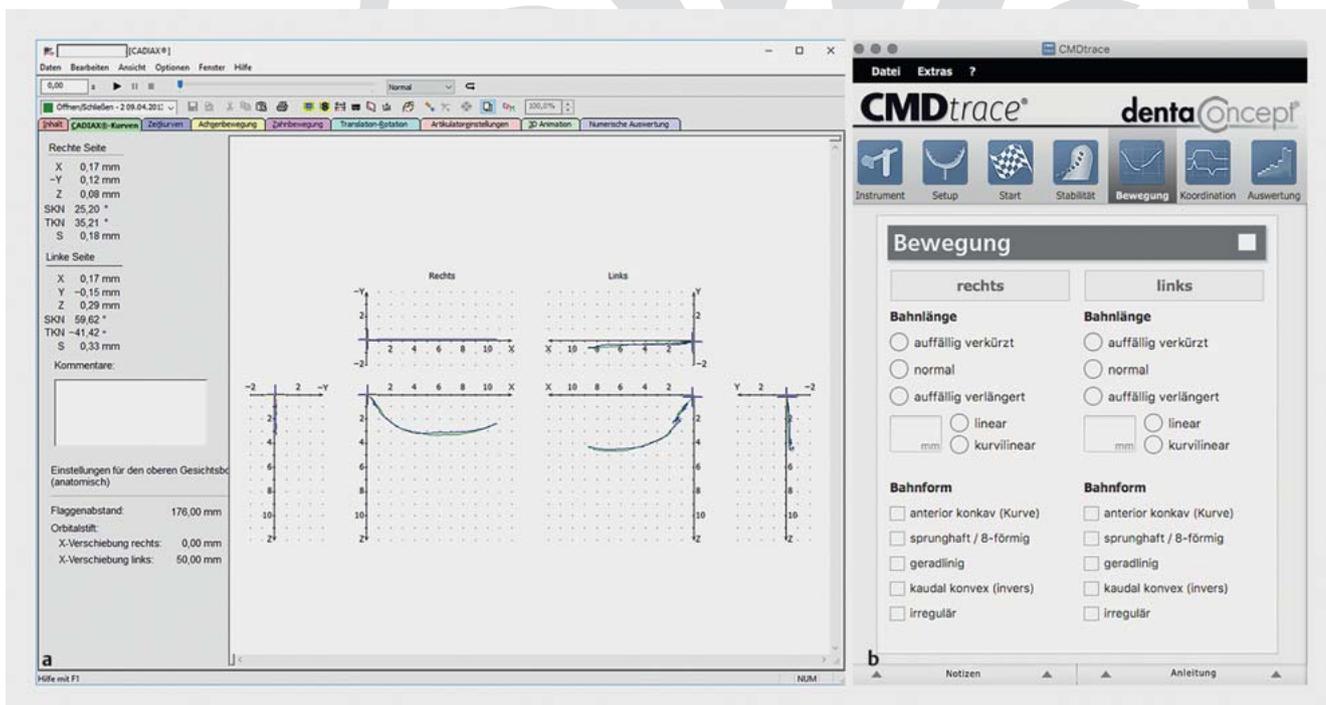
deren Untersuchungen. Da in der digitalen Praxis der Einsatz verschiedener Softwaresysteme längst üblich ist, bietet es sich an, auch die Befunde zur funktionellen Bewegungsanalyse in einer eigenständigen App **CMDtrace** zu erfassen und später integriert auszuwerten – univer-

sell passend zu allen eingesetzten Aufzeichnungssystemen und deren Entwicklungsstufen. Auch hier werden die Befunde in einer auf die Anforderung inhaltlich zugeschnittenen Benutzeroberfläche logisch aufbereitet (► **Abb. 14**), automatisch in das Datensystem integriert und stehen so für die integrierte Auswertung im DiagnosePilot zur Verfügung [44].

Die Digitalisierung heilt insofern den „Bruch“ zwischen den verschiedenen Untersuchungstechniken und bringt die Befunde aus unterschiedlichen Untersuchungssystemen zusammen. Dies erleichtert dem Zahnarzt, der kein Team von Spezialisten neben sich hat, die Auswertung der Befunde und Festlegung einer für ihn umsetzbaren, zugleich auf die individuelle Situation nach aktuellem Stand zugeschnittenen Therapie – das Update des aktuellen Wissensstands gibt es dann künftig zum Download.

Zusammenfassung und grafische Wiedergabe aller Befunde in einer Timeline

Nun gilt es noch, den Zugang zu den verschiedenen Befunden in einer übersichtlichen digitalen Benutzeroberfläche auf einen Blick – und auf einen Klick – zusammenzufassen. Die neue Version 4 der Softwaresuite **CMDfact** ordnet dafür farblich unterschiedene Symbole der einzelnen Untersuchungen in einer Zeitleiste („timeline“) chronologisch ein [30]. Damit ist die Abfolge der bisherigen



► **Abb. 14** a Software Cadiax mit dem Zeit-Weg-Diagramm einer computergestützten instrumentellen Bewegungsaufzeichnung. b Software CMDtrace mit einer Befundmatrix zur funktionellen Bewegungsanalyse.

Untersuchungen auf einen Blick erkennbar und zudem der Zugang zu jedem Einzelbefund per Mausklick gewährleistet (► **Abb. 15**). Zudem ermöglicht diese Softwarearchitektur nach jeder Erfassung neuer Befunde eine Aktualisierung der Diagnosen – wie es sich gehört.

Für die Zukunft ist dieses Konzept zudem so offen, dass im Rahmen der fachlichen Weiterentwicklung neu hinzukommende Module einfach zusätzlich in CMDfact eingehängt werden können. Absehbar ist dies u. a. für die Erfassung von Zahnhartsubstanzschäden durch Bruxismus – auch hier schafft die integrierte Auswertung der Befunde aus verschiedenen Untersuchungstechniken einen echten Mehrwert.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Autorinnen/Autoren

PD Dr. med. dent. Marcus Oliver Ahlers

ist der zahnärztliche Leiter des CMD-Centrum Hamburg-Eppendorf und lehrt an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE).

Prof. Dr. med. dent. Holger A. Jakstat

ist Leiter der vorklinischen Propädeutik und Werkstoffkunde an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde an der Universitätsmedizin Leipzig.

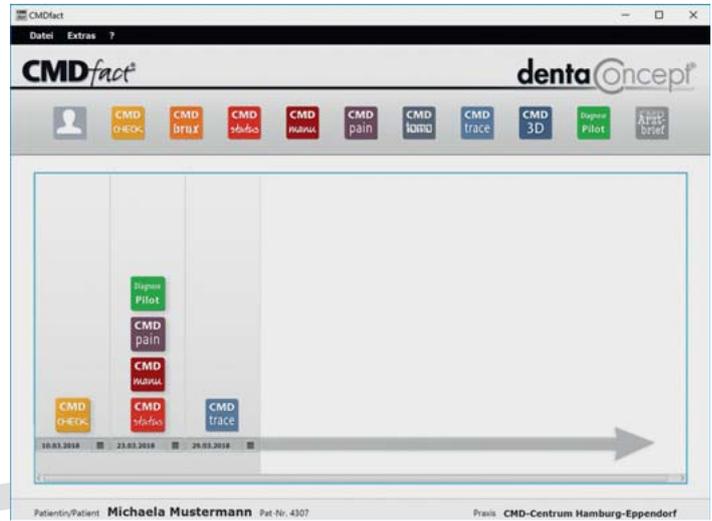
Korrespondenzadresse

PD Dr. med. dent. M. Oliver Ahlers

CMD-Centrum Hamburg-Eppendorf
Falkenried 88 (CIM), Haus C
20251 Hamburg
und
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Ahlers@uke.de

Literatur

- [1] Bundeszahnärztekammer; Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung; Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Neubeschreibung einer Präventionsorientierten Zahnheilkunde. Berlin: Bundeszahnärztekammer; 2006
- [2] Ahlers MO. Funktionsdiagnostik – Systematik und Auswertung. Zahnärztliche Mitteilungen 2004; 94: 34
- [3] Oberlandesgericht (OLG) München. Urteil vom 18.01.2017 Az.: 3 U 5039/13. Das Screening hinsichtlich einer craniomandibulären Dysfunktion vor einer prothetischen Therapie ist ärztlicher Standard. München: Bayrische Staatskanzlei; 2017



► **Abb. 15** In der Software CMDfact sind die einzelnen Funktionsbefunde in einer Zeitleiste (timeline) angeordnet und daraus jeweils per Doppelklick zu öffnen.

- [4] Ahlers MO, Pichlmeier U, Maghsudi M et al. Clinical Validation of 8 Parameters for CMD-Screening. Accademia Italiana di Conservativa (AIC), Académie de Dentisterie Adhésive, Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ), Academie of Operative Dentistry European Section (AODES), Svensk Förening for Cariologi (SFC), Schweizerische Vereinigung für Präventive und Restaurative Zahnmedizin (SVPR), Sociedad Espanola des Odontologie Conservadora (SEOC); VII Congress "ConsEuro 2000". Bologna; 2000
- [5] Maghsudi M. Untersuchung zur Validität und diagnostischen Aussagekraft der ‚kleinen Funktionsanalyse‘ nach Krogh-Poulsen als Screening-Test für craniomandibuläre Dysfunktionen [Med. Dissertation]. Hamburg: Universität Hamburg; 2001
- [6] Maghsudi M, Pichlmeier U, Ahlers MO et al. Ist die kleine Funktionsanalyse nach Krogh-Poulsen noch zeitgemäß? Arbeitsgemeinschaft für Funktionsdiagnostik (AGF) in der DGZMK, 32 Jahrestagung. Bad Homburg; 1999
- [7] Ahlers MO, Jakstat HA. Identifikation funktionsgestörter Patienten. Zahnmedizin up2date 2008; 2: 143–158
- [8] Ahlers MO, Jakstat HA. Indikationsstellung per Screening: CMD-Kurzbeurteilung. In: Ahlers MO, Jakstat HA, Hrsg. Klinische Funktionsanalyse, Manuelle Strukturanalyse, Interdisziplinäre Diagnostik. 4. Aufl. Hamburg: dentaConcept; 2011: 155–170
- [9] Ahlers MO, Jakstat HA. CMD-Screening mit dem „CMD-Kurzbeurteilung“. ZWR 2015; 124: 102–106
- [10] Ahlers MO, Jakstat HA. Erkennung craniomandibulärer Dysfunktionen mit dem „CMD-Kurzbeurteilung“. Quintessenz Team Journal 2015; 45: 339–345
- [11] Ahlers MO, Jakstat HA. CMD-Screening mit dem CMD-Kurzbeurteilung. Quintessenz 2015; 66: 1399–1409
- [12] Ahlers MO, Jakstat HA. CMDcheck 4 – CMD-Screening für die digitale Praxis. Version 4.0. Hamburg: dentaConcept; 2015
- [13] Ahlers MO, Jakstat HA. Klinische Funktionsanalyse als Grundlage der Diagnostik-Kaskade – Computergestützte Diagnostik ermöglicht individuelle Auswertung, Therapieplanung und Patienteninformation. Quintessenz 2007; 58: 451–464

- [14] Ahlers MO, Jakstat HA. Clinical functional analysis as the first step of a diagnostic cascade – Computer-aided individualized assessment, treatment planning and patient information [Klinische Funktionsanalyse als Grundlage der Diagnostik-Kaskade – Computergestützte Diagnostik ermöglicht individuelle Auswertung, Therapieplanung und Patienteninformation]. *J Craniomandibul Func* 2009; 1: 57–76
- [15] Dworkin SF, LeResche L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. *J Craniomandib Disord* 1992; 6: 301–355
- [16] Goulet JP, Clark GT. Clinical TMJ examination methods. *J Calif Dent Assoc* 1990; 18: 25–33
- [17] McNeill C, ed. *Craniomandibular Disorders: Guidelines for Evaluation, Diagnosis, and Management*. Chicago: Quintessence; 1990
- [18] Schmitter M, Ohlmann B, John MT et al. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: a calibration and reliability study. *Cranio* 2005; 23: 212–218
- [19] Türp JC, Hugger A, Nilges P et al. Aktualisierung der Empfehlungen zur standardisierten Diagnostik und Klassifikation von Kaumuskel- und Kiefergelenkschmerzen [Recommendations for the standardized evaluation and classification of painful temporomandibular disorders: an update]. *Der Schmerz* 2006; 20: 481–489
- [20] Bernhardt O, Schiffman EL, Look JO. Reliability and validity of a new fingertip-shaped pressure algometer for assessing pressure pain thresholds in the temporomandibular joint and masticatory muscles. *J Orofac Pain* 2007; 21: 29–38
- [21] Ahlers MO, Jakstat HA. Klinische Funktionsanalyse. In: Ahlers MO, Jakstat HA, Hrsg. *Klinische Funktionsanalyse · Manuelle Strukturanalyse · Interdisziplinäre Diagnostik*. 4. Aufl. Hamburg: dentaConcept; 2011: 171–284
- [22] Freesmeyer WB. *Funktionelle Befunde im orofazialen System und deren Wechselwirkung*. Köln: Hanser; 1998: 154
- [23] Palla S. Eine experimentelle Untersuchung über den Resilienztest für die Kiefergelenke [Medizinische Habilitationsschrift]. Zürich: Universität Zürich; 1977
- [24] Engelhardt JP. Der klinische Funktionsstatus. *Zahnärztliche Mitteilungen* 1985; 75: 420
- [25] Engelhardt JP. Der klinische Funktionsstatus. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 1985; 40: 170–176
- [26] Feilner H. Computer-Assisted Examination. *Quintessence Int* 1984; 36: 459
- [27] Feilner H. EDV-Einsatz in der zahnärztlichen Praxis [Automatic data processing applications in dental practice]. *Quintessenz* 1985; 36: 941–946
- [28] Slavicek R, Seeholzer H. Neue Wege des Diagnose- und Praxismanagements in der zahnärztlichen und kieferorthopädischen Praxis. *ZWR* 1986; 95: 608–619
- [29] Ahlers MO, Jakstat HA. *CMDfact – Klinische Funktionsanalyse für Windows*. 0.9 Betaversion mit voller Upgraderechtigung ed. Hamburg: dentaConcept; 1999
- [30] Ahlers MO, Jakstat HA. *CMDfact – Funktionsanalyse für Windows und Mac*. 4.0 ed. Hamburg: dentaConcept; 2017
- [31] Ahlers MO, Jakstat HA. Computer Assistance in Clinical Functional Analysis. *Int J Comput Dent* 2002; 5: 271–284
- [32] Ahlers MO, Jakstat HA. Manuelle Strukturanalyse. In: Ahlers MO, Jakstat HA, Hrsg. *Klinische Funktionsanalyse · Manuelle Strukturanalyse · Interdisziplinäre Diagnostik*. 4. Aufl. Hamburg: dentaConcept; 2011: 285–316
- [33] Lobbezoo-Scholte AM, de Wijer A, Steenks MH et al. Interexaminer reliability of six orthopaedic tests in diagnostic subgroups of craniomandibular disorders. *J Oral Rehabil* 1994; 21: 273–285
- [34] Lobbezoo-Scholte AM, Steenks MH, Faber JA et al. Diagnostic value of orthopedic tests in patients with temporomandibular disorders. *J Dent Res* 1993; 72: 1443–1453
- [35] Visscher CM, Lobbezoo F, Naeije M. A reliability study of dynamic and static pain tests in temporomandibular disorder patients. *J Orofac Pain* 2007; 21: 39–45
- [36] Visscher CM, Naeije M, De Laat A et al. Diagnostic accuracy of temporomandibular disorder pain tests: a multicenter study. *J Orofac Pain* 2009; 23: 108–114
- [37] Wijer A, Lobbezoo-Scholte AM, Steenks MH et al. Reliability of clinical findings in temporomandibular disorders. *J Orofac Pain* 1995; 9: 181–191
- [38] Ahlers MO, Jakstat HA. *CMDmanu – Manuelle Strukturanalyse für Windows (Ergänzungsmodul zur Software CMDfact 3)*. 2. Aufl. Hamburg: dentaConcept; 2011
- [39] Ahlers MO, Jakstat HA. *CMDmanu 4 – Manuelle Strukturanalyse für Windows (Ergänzungsmodul zur Software CMDfact 4)*. 4. Aufl. Hamburg: dentaConcept; 2017
- [40] Hagenow F. *Kommunikation und zwischenmenschlicher Kontakt mit Patienten [Diplomarbeit]*. Hamburg: Universität Hamburg; 2000
- [41] Ahlers MO, Bernhardt O, Jakstat HA et al. Motion analysis of the mandible: guidelines for standardized analysis of computer-assisted recording of condylar movements. *Int J Comput Dent* 2015; 18: 201–223
- [42] Ahlers MO, Bernhardt O, Jakstat HA et al. Motion analysis of the mandible: concept for standardized evaluation of computer-assisted recording of condylar movements. *J Craniomandibul Func* 2014; 6: 293–312
- [43] Utz KH, Hugger A, Ahlers MO et al. S2 k-Leitlinie (Langversion) Instrumentelle zahnärztliche Funktionsanalyse/S2 k Guideline (Extended Version) Instrumental Functional Analysis in Dentistry. *J Craniomandibul Func* 2016; 8: 185–236
- [44] Ahlers MO, Jakstat HA. *CMDtrace – Funktionelle Bewegungsanalyse für Windows und Mac*. 1. Aufl. Hamburg: dentaConcept; 2018

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0602-1250>
 ZWR – Das Deutsche Zahnärzteblatt 2018; 127: 227–236
 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
 ISSN 0044-166X