

Aus der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik

Direktor: Prof. Dr. H. D. Jüde

und

aus der Abteilung für

Zahnerhaltungskunde und Parodontologie

Klinik und Poliklinik für

Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten

Universitäts-Krankenhaus Eppendorf, Hamburg

Direktorin: Prof. Dr. U. Platzer

**Untersuchung zur Validität und diagnostischen Aussagekraft
der „kleinen Funktionsanalyse“ nach Krogh-Poulson
als Screening-Test für kranio-mandibuläre Dysfunktionen**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg

vorgelegt von

Mehran Maghsudi

aus Würzburg

Hamburg 2000

Angenommen von dem Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg am: 10. 01. 2001

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs
Medizin der Universität Hamburg

Dekan: Prof. Dr. H.-P. Leichtweiß

Referent: Prof. Dr. H. D. Jüde

Korreferent: -----

Meinen lieben Eltern gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Literaturübersicht	4
2.1	Kraniomandibuläre Dysfunktion (CMD)	4
2.1.1	Definition	4
2.1.2	Klassifikationen von klinischen Dysfunktionen (Funktionsstörungen)	5
2.1.3	Ätiologie und Pathogenese	9
2.1.4	Epidemiologie	12
2.1.5	Diagnostik – klinisch-funktionsanalytische Verfahren –	16
2.1.6	Diagnostik – ergänzende Verfahren –	22
2.1.7	Therapie	25
3	Probanden und Methoden	28
3.1	Probanden	28
3.2	Methoden	28
3.2.1	Kleine Funktionsanalyse	28
3.2.2	Klinische Funktionsanalyse	30
3.3	Statistische Auswertung	37
4	Ergebnisse	38
4.1	Klinische Funktionsanalyse	38
4.2	Kleine Funktionsanalyse	41
4.2.1	Relative Häufigkeit der einzelnen Befunde	41
4.2.2	Absolute Häufigkeit der einzelnen Befunde	45
4.2.3	Summarische Kombination der Befunde	46
4.2.4	Streuung und Lage der Meßwertreihe	47
4.3	Anwendung des Vier-Felder-Tests	49

4.3.1	Sensitivität und Spezifität in Abhängigkeit von den jeweiligen Einzelbefunden	50
4.3.2	Sensitivität, Spezifität und prädiktive Werte der summarischen Kombination	51
5	Diskussion	52
5.1	Auswertung der Sensitivität und Spezifität der jeweiligen Einzelbefunde	52
5.2	Auswertung der Sensitivität, Spezifität und prädiktive Werte der summarischen Kombination	55
5.3	Auswertung des CMD-Kurzbefundes	60
6	Zusammenfassung	61
7	Literaturverzeichnis	62

Anhang:

Danksagung	69
Lebenslauf	70
Erklärung	71

1 Einleitung

Funktionsstörungen zählen epidemiologisch zu den wichtigsten Erkrankungen des Kauorgans [83]. Als multikausalem Geschehen sind an ihrer Entstehung überwiegend folgende Faktoren beziehungsweise Strukturen beteiligt: die Okklusion, die Muskeln, die neuromuskuläre Steuerung, die Psyche, die knöchernen Strukturen des Schädels, des Unterkiefers und der Kiefergelenke sowie die Haltung des Kopfes als orthopädische Funktion der Halswirbelsäule.

Diese einzelnen Faktoren stehen in Wechselwirkung miteinander. Einzelne Fehlfunktionen können eine Funktionsstörung auslösen, können aber auch von den anderen Faktoren kompensiert werden. Jeder Mensch zeigt im stomatognathen System eine oder mehrere Abweichungen der beteiligten Strukturen von der normalen Funktion, ohne daß er unter einer Dysfunktion leiden muß. Je nach Konstitution und Lebensumständen kann sich der Schwellenwert ändern, so daß ein Patient, der bei gleicher Dysfunktionslage jahrelang symptomlos blieb, zum Beispiel bei einer Zunahme des Stresses in seinen Lebensumständen erkrankt.

Als diagnostische Hilfsmittel dienen auf zahnärztlicher Seite die klinische und die instrumentelle Funktionsanalyse. Mit zunehmendem Verständnis der Ätiologie und der Pathogenese der verschiedenen Funktionsstörungen des Kauorgans sind ergänzende effektive Methoden der Diagnostik entwickelt und beschrieben worden. Bei Bedarf kommen konsiliarische Untersuchungen durch Spezialisten der Fachrichtungen Orthopädie/Physiotherapie, Psychosomatik, Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten und der bildgebenden Diagnostik (Röntgen, Computertomographie und Magnetresonanztomographie) hinzu.

Die klinische Funktionsanalyse geht auf Arbeiten unter anderem von *Krogh-Poulson* [52, 53] in den späten 60er Jahren zurück. In Weiterentwicklung dieser Arbeiten wurde 1985 von *Engelhardt* [16] für die Arbeitsgemeinschaft für Funktionsdiagnostik (AGF) der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten (DGZMK) der Untersuchungsbogen „Klinischer Funktionsstatus“ publiziert.

In Überarbeitung dieses Konzeptes entwickelten *Ahlers* und *Jakstat* [4, 5, 7] das Verfahren zur klinischen Funktionsanalyse weiter. Diesem zahnärztlichen Vorgehen liegt

das Konzept der zahnärztlichen klinisch-funktionsanalytischen Untersuchung zugrunde, wie es seinerzeit von der AGF/DGZMK angegeben wurde.

Die initiale Indikationsstellung für die Durchführung einer Funktionsanalyse beruht unter anderem auf einem Screening-Test, der „kleinen Funktionsanalyse“, der auf die Vorschläge von *Krogh-Poulson* [52, 53] zurückgeht. Dieser „ersten Stufe“ der Diagnostik liegen folgende Überlegungen zugrunde:

Die Vielzahl der möglichen Informationen, die zu Beginn einer zahnärztlichen Therapie über einen Patienten gesammelt werden können, soll sinnvoll begrenzt werden. „Sinnvoll“ bedeutet, daß eine stufenweise Diagnostik mit steigendem Aufwand (und Kosten) betrieben wird, die bereits bei einem vorzeitigen Erkennen fehlender pathologischer Befunde abgebrochen werden kann.

Ein Suchverfahren der „ersten Stufe“, wie der Screening-Test (Abb. 1), in Anlehnung an die von *Krogh-Poulson* [52, 53] gestellten Fragen, sollte ermöglichen, daß die Befunde leicht, zuverlässig und ökonomisch in standardisierter Form erhoben werden können; die Auswahl der Kriterien sollte gültig (valide) das in Frage stehende Merkmal („krank“ oder „nicht krank“) erfassen [4, 6, 48, 58, 64, 73].

Ist die Mundöffnung asymmetrisch?
Ist die Mundöffnung eingeschränkt?
Ist der interokklusale Abstand eingeschränkt?
Ist die Palpation der Muskeln schmerzhaft?
Bestehen beim Schlußbiß okklusale Geräusche?
Gibt es Geräusche in den Kiefergelenken?
Ist die Zentrik nur unter Schmerzen einzunehmen?
Sind traumatische exzentrische Bewegungen vorhanden?

Abb. 1: „Kleine Funktionsanalyse“ nach *Krogh-Poulson* [3] als Screening-Test zur Ermittlung von kranio-mandibulären Dysfunktionen.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, durch die Berechnung der Sensitivität und der Spezifität die Validität und durch die Ermittlung der prädiktiven Werte die diagnostische Aussagekraft der „kleinen Funktionsanalyse“ nach *Krogh-Poulson* [3] als Screening-Test für kranio-mandibuläre Dysfunktionen (CMD) zu untersuchen.

Auf dieser Basis soll für die zahnärztliche Praxis ein validiertes Verfahren für ein effektiveres Screening bezüglich CMD-Erkrankungen gewonnen werden.

2 Literaturübersicht

2.1 Kраниomandibuläre Dysfunktionen (CMD)

2.1.1 Definition

Eine der ältesten Beschreibungen der Dysfunktionen des Kauorgans findet sich 1934 bei *Costen* [12]. Das nach ihm benannte und von ihm beschriebene Krankheitsbild umfaßte folgende Symptome:

- Kiefergelenkknacken oder –reiben
- Deviation des Unterkiefers während der Mundöffnung
- Schmerzen im Bereich des Ohres
- Hinterkopfschmerzen

Als seltenere Symptome erwähnte *Costen* [12] auch

- Schwerhörigkeit und
- verminderte Speichelsekretion.

Aus der von seinem Spezialgebiet, der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, geprägten Sichtweise beschrieb der Autor aber auch die Verbindung der Dysfunktion des Kauorgans im Zusammenhang mit anderen Strukturen.

Aus zahnärztlicher Sicht stand in der Folge zuerst das Kiefergelenk im Mittelpunkt des Interesses. 1934 sprach *Steinhardt* [91] von der „Arthritis deformans“. *Gerber* [25] nannte das zu beschreibende Krankheitsbild 1964 „okklusoartikuläre Störungen“ und betonte den Einfluß der Okklusion. *Hupfauß* [37] sprach von „motorischen Unarten“ und brachte somit das muskuläre Geschehen in den Vordergrund. *Ramfjord* [74] stellte 1968 wieder das Kiefergelenk in den Mittelpunkt, indem er von „functional TMJ disturbances or disorders“ sprach. *Schulte* [81] prägte 1970 den Begriff der „Myoarthropathie“. 1981 erweiterte er diesen auf „Myo-arthro-okkluso-neuro-psycho-pathie“ und faßte damit alle damals bekannten ätiologischen Faktoren zusammen [83]. *Siebert* [90] sowie *Schimek* [78] sprachen 1984 von „Dysfunktions-Schmerzsyndrom“.

1988 wurde durch die „International Headache Society’s Classification and Diagnostic Criteria for Headache Disorders, Cranial Neuralgias and Facial Pain“ die „kranio-mandibuläre Dysfunktion“ (CMD) definiert: „Kopf- und Gesichtsschmerz verbunden mit Dysfunktionen von Schädel, Nacken, Augen, Ohren, Nase, Nasennebenhöhlen, Zähnen, Mund und anderen Gesichts- oder Schädelstrukturen.“.

2.1.2 Klassifikationen von klinischen Dysfunktionen (Funktionsstörungen)

Bereits 1957 haben *Schwartz* und *Cobin* [86] sich um eine Klassifikation bemüht. Sie haben anhand einer Studie an 491 Patienten erstmals zwischen Funktionsstörungen vom Typ der Diskoordination und der Limitation unterschieden.

1974 stellte *Helkimo* [33, 34] mittels einer Untersuchung an 321 Lappländern den klinischen Dysfunktionsindex vor. Der Index verarbeitet die erhobenen Daten von wichtigen Symptomen/Befunden (Mobilitätseinschränkung, gestörte Kiefergelenksfunktion, Muskeldruckdolenz, Kiefergelenkschmerzen, Bewegungsschmerzen des Unterkiefers) in standardisierter Weise (Tab. 1). Er erfaßt die Symptomatik und den Schweregrad einer klinischen Dysfunktion quantitativ. Die Ausprägung des Schweregrades der einzelnen Befunde wird mit einer Punktzahl zwischen 0 und 5 bewertet. Die Summe aller Punktwerte (max. 25 Punkte) für die fünf untersuchten Symptome ergibt die Einteilung der Patienten in folgende Dysfunktionsindexklassen:

0 Punkte = klinisch symptomfrei (Di 0),

1-4 Punkte = leichte Dysfunktion (Di I),

5-9 Punkte = mäßige Dysfunktion (Di II),

>10 Punkte = schwere Dysfunktion (Di III).

Tab. 1: Dysfunktionsindex nach *Helkimo* [33, 34]: Ausprägung des Schweregrades der einzelnen Befunde. Sie werden mit einer Punktzahl zwischen 0 und 5 bewertet. Die Summe aller Punktwerte ($A+B+C+D+E$) ergibt die Einteilung der Patienten in die Dysfunktionsindexklasse.

A.	Symptom:	Mobilitätseinschränkung	
	Kriterien:	Mundöffnung	
		>39 mm	0
		30-39 mm	1
		<30 mm	5
B.	Symptom:	gestörte Kiefergelenksfunktion	
	Kriterien:	keine Gelenkgeräusche und keine Mundöffnungsabweichung	0
		Gelenkgeräusche und/oder eine Mundöffnungsabweichung, die mehr als 2 mm beträgt.	1
		Sperre oder Luxation des Kiefergelenks	5
C.	Symptom:	Muskeldruckdolenzen	
	Kriterien:	keine Druckempfindlichkeit der Kaumuskulatur	0
		Druckempfindlichkeit an ein bis drei Stellen	1
		Druckempfindlichkeit bei mehr als drei Stellen	5
D.	Symptom:	Kiefergelenksschmerzen	
	Kriterien:	keine schmerzhafte Palpation	0
		schmerzhafte laterale Palpation	1
		schmerzhafte dorsale Palpation	5
E.	Symptom:	Bewegungsschmerzen des Unterkiefers	
	Kriterien:	schmerzfremie Bewegung	0
		Schmerzen bei einer Bewegung	1
		Schmerzen bei einer wiederholten zweiten Bewegung	5

1981 untersuchte *Schulte* [83] 442 Patienten bezüglich Myoarthropathien. Aufbauend auf der Klassifikation von *Schwartz* und *Cobin* [86] hat *Schulte* [83] folgende Einteilung von Störungen und Erkrankungen des Kiefergelenks vorgeschlagen:

- Primäre Erkrankungen der Kiefergelenke sind organische Erkrankungen, die im Gelenk beginnen und Dysfunktionen zur Folge haben können. Sie werden deshalb als organische Inkoordination bezeichnet.
- Dysfunktionen des stomatognathen Systems können durch verschiedenste Ursachen hervorgerufen werden und führen sekundär zu einer Beteiligung der Kiefergelenke. Sie werden auch als funktionelle Inkoordination bezeichnet.
- Arthrosen und Ankylosen sind (meist Spät-) Schäden als Folgen von Primärerkrankungen der Kiefergelenke oder Funktionsstörungen des stomatognathen Systems.

1988 wurde neben der Definition auch die diagnostische Klassifikation aller möglicher Störungen bei Kopfschmerz, die verschiedene Symptome verursachen, von der „International Headache Society’s Classification and Diagnostic Criteria for Headache Disorders, Cranial Neuralgias and Facial Pain“ festgelegt. Unter der Ziffer 11 erfolgt die ätiologische Einordnung der Dysfunktion verschiedener Kopf-Organen und damit auch die kranio-mandibuläre Dysfunktion. Die weiteren Subklassifikationen sind nach den verschiedenen Organen unter 11.1 bis 11.8 aufgeführt:

- 11.1 Schädelknochen
- 11.2 Nacken
- 11.3 Augen
- 11.4 Ohren
- 11.5 Nasen und Nasennebenhöhlen
- 11.6 Zähne und damit verbundene orale Strukturen
- 11.7 Dysfunktionen des Kiefergelenkes
- 11.8 Dysfunktionen der Kaumuskeln

Hierbei wird die multifaktorielle Ätiologie kranio-mandibulärer Dysfunktionen deutlich.

1992 haben *Dworkin* und *LeResche* [15] die „Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders“ (RDC/TMD) vorgestellt. Sie ist ein zweiachsiges Klassifikationssystem der Myoarthropathien des Kausystems zur Erfassung somatischer (Achse I) und psychosomatischer (Achse II) Parameter, um biopsychologische Aspekte zu integrieren und somit ein multidimensionales Schmerzkonzept zu erhalten. Die Klassifikation erfolgt ausschließlich aufgrund der vorliegenden Symptomatik und nicht aufgrund einer vermeintlichen Ätiologie.

Die RDC/TMD stellt sich somit wie folgt dar:

Achse I unterteilt das Kausystem abhängig von der klinisch-somatischen Symptomatik in drei Gruppen:

- Kaumuskelbeschwerden;
- Diskusverlagerungen; und/oder
- Kiefergelenksbeschwerden.

Achse II beurteilt schmerzassoziierte psychosoziale Aspekte:

- Schmerzintensität;
- das Ausmaß schmerzbedingter Beeinträchtigungen täglicher Aktivitäten, das Ausmaß depressiver Verstimmung, sowie das Vorhandensein unspezifischer somatischer Symptome.

Die 1993 vorgeschlagene Einteilung nach *Freesmeyer* [21] nimmt wiederum ätiologischen Bezug, und teilt die dysfunktionellen Erkrankungen des kranio-mandibulären Systems folgendermaßen ein:

- a) Dentopathien/Parodontopathien; (Zähne und Parodontien)
- b) Myopathie; (Muskulatur)
- c) Arthropathie; (Kiefergelenk)
- d) Kranio-pathie; (Kopf–Hals-Bereich)

2.1.3 Ätiologie und Pathogenese

Bis heute ist die Frage der Entstehung der kranio-mandibulären Dysfunktionen nicht eindeutig geklärt [41, 42, 80]. Bereits *Krogh-Poulson* [52, 53] erkannte die multifaktorielle Ätiologie kranio-mandibulärer Dysfunktionen. Er sah einen Zusammenhang folgender Faktoren:

- Okklusale Beziehung als auslösenden Faktor,
- Gewebezustand und funktionelle Komponenten als lokale Faktoren, sowie
- psychosomatische und psychoemotionale Einflüsse als allgemeine Faktoren in der Entstehung von kranio-mandibulären Dysfunktionen im stomatognathen System.

Die meisten Autoren [11, 19, 20, 77, 79, 82, 85, 95] teilen die Meinung, daß der Schmerz myofazialer Genese ist. Verschiedene Theorien versuchen den Entstehungsmechanismus dieses Schmerzes zu erklären:

Die „psychologische Theorie“ [29, 30, 40, 56, 65] nimmt an, daß der psychogene Streß als solcher – auch ohne okklusale Disharmonie – den Tonus der Muskulatur erhöhen, beziehungsweise einen Muskelspasmus auslösen kann. Wichtig ist hier die Idee des Schwellenwertes [3]. Jeder Mensch zeigt im stomatognathen System eine oder mehrere Abweichungen der beteiligten Strukturen von der normalen Funktion, ohne daß er unter einer Dysfunktion leiden muß. Je nach Konstitution und Lebensumständen sowie anderen inhibierenden und bahnenden Faktoren kann sich der Schwellenwert ändern, so daß ein Patient, der bei gleicher Dysfunktionslage jahrelang symptomlos blieb, zum Beispiel bei einer Zunahme des Stresses in seinen Lebensumständen erkrankt (Abb. 2).

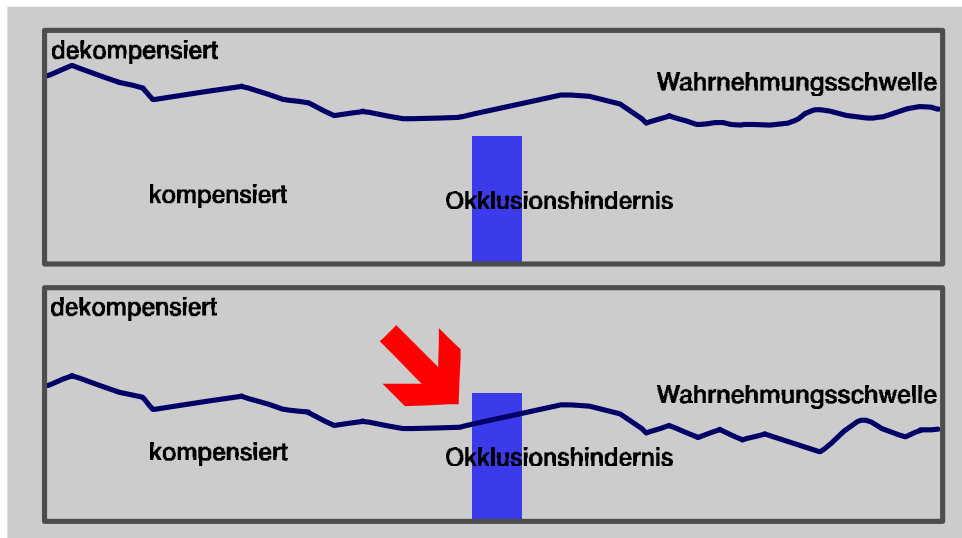


Abb. 2: Im oberen Beispiel wird das Okklusionshindernis nicht bemerkt, da es die Wahrnehmungsschwelle nicht tangiert. Durch streißbedingte Änderung des Schwellenwertes erreicht das Okklusionshindernis im unteren Beispiel die Wahrnehmungsschwelle (roter Pfeil). Die Situation ist im Gegensatz zum oberen Beispiel nicht mehr kompensiert und die Dysfunktion wird nun registriert (Dekompensation durch Streiß).

Die „okklusale Disharmonietheorie“ [41, 42, 70, 85, 89] besagt, daß ein Fehlkontakt oder eine Interferenz der okkludierenden Zähne den Tonus der Muskulatur erhöht und/oder die Dislokation eines oder beider Kondylen aus deren idealer Position im Kiefergelenk verursacht. Solch ein Zustand macht eine Einschränkung und Diskoordination der Bewegung des Unterkiefers möglich. Zu nennen sind angeborene und erworbene (zum Beispiel durch Trauma) Zahnfehlstellungen, auch Vorkontakte, Infraokklusionen, Schliffacetten sowie zusätzliche Latero- und Mediotrusionskontakte. Neben Kippungen und Rotationen sowie Elongationen können hierfür auch konservierende und/oder prothetische Maßnahmen unter unzureichender Berücksichtigung statischer und dynamischer Okklusion sein.

Die „Triggerpunkt-Theorie“ [66, 79, 93, 94, 96, 98] sieht den Schmerz als Folge einer Reizung der Triggerpunkte, die sich aus bisher unklaren Gründen in der Muskulatur entwickeln. Als Triggerpunkt bezeichnet man einen kleinen, umschriebenen, überempfindlichen Punkt in verschiedenen Geweben, dessen Stimulation neben lokalem

Schmerz einen weiteren Schmerz in einem entfernten Areal auslöst. Man unterscheidet myofasziale, kutane, ligamentäre, periostale und (Gelenk-)kapsuläre Triggerpunkte. Die Reizung kann entweder durch aktive Bewegung des Unterkiefers beim Sprechen und Kauen entstehen oder bei passiver Beanspruchung, wie zum Beispiel bei Druck auf die Kaumuskeln beim Schlafen auf der Seite oder auf dem Bauch. Verschiedene Autoren [66, 79, 93, 94, 96, 98] sind der Meinung, daß für die Entstehung dieser Triggerpunkte mehrere Faktoren verantwortlich sind, wobei die muskuläre Überbeanspruchung als der wichtigste Faktor zu bezeichnen sei.

Tatsächlich kann in jedem Körpermuskel ein Schmerz ausgelöst werden. Dieses gilt auch für die Kaumuskulatur. Der Schmerz wird entweder im Muskel selbst oder in entfernten Gebieten, den sogenannten Referenzonen, wahrgenommen. Klinische Studien beruhen auf solchen Beobachtungen. Die Referenzonen der Kaumuskulatur befinden sich zum Teil im Schädel-, Nacken-, Ohr-, Stirn- und Gesichtsbereich. *Melzack et al.* [66] verglichen die verschiedenen Triggerpunkte mit Akupunkturpunkten und fanden eine 71-prozentige Übereinstimmung.

Ergänzend sind orthopädische Gründe zu nennen [47, 49, 51, 54, 87]. Sie beruhen darauf, daß bei vielen Menschen vorhandene Fehlstellungen des Beckens und krankhafte Veränderungen der Lenden- und Halswirbelsäule eine Gegensteuerung der Kopfhaltung mit Verspannungszuständen in Hals- und Nackenmuskulatur und damit auch der Kaumuskulatur bewirken. Dies kann ebenfalls Dysfunktionen des Kauorgans hervorrufen, fördern oder auch unterhalten. So beobachtete *Schimek* in seiner Studie [79] bei allen Patienten mit kranio-mandibulären Dysfunktionen neben mehreren zervikalen Blockierungen auch eine Blockierung im sakroiliakalen Gelenk beziehungsweise eine Beckenverwringung mit relativer Beinlängendifferenz. Weiterhin konnte auch eine kompensatorische Skoliose der Wirbelsäulen festgestellt werden. Die Stärke des Reizes in Abhängigkeit von der Reizschwelle und die Resistenz beziehungsweise Insuffizienz des Gewebes entscheiden darüber, ob eine funktionell höhere Belastung orthofunktionell oder parafunktionell beantwortet wird. Eine wesentliche Rolle spielt somit die Höhe des Reizes und seine Häufigkeit sowie die Adaptionbereitschaft des Gewebes auf eine veränderte funktionelle Belastung.

Offenbar sind alle beschriebenen Theorien beziehungsweise Faktoren am Entstehungsmechanismus des Schmerzes bei kranio-mandibulären Dysfunktionen mitbeteiligt

[18, 20, 21, 29, 41, 42, 45, 47, 71, 90]. Das Maß der Beteiligung kann jedoch unterschiedlich sein. Eine einzige Ursache, so wie sie die einzelnen Theorien annehmen, wird selten gefunden. Für die Funktion des Kauorgans und damit der Nahrungsaufnahme, der Sprache und der Mimik sind folgende Faktoren verantwortlich:

- die Zähne,
- die Kiefergelenke,
- die Muskulatur,
- die Halswirbelsäule und
- die Psyche.

Alle einzelnen Faktoren stehen in Wechselwirkung mit jedem der anderen. Jeder einzelne Faktor kann eine Dysfunktion auslösen. In dem Zeitraum, in dem die Dysfunktion besteht, kann ein anderer Faktor die Unterhaltung der orofazialen Störung übernehmen. Nach Ausschaltung des ursprünglich ursächlichen Faktors bleibt das Krankheitsbild dann bestehen. Die gleiche Symptomatik wird nun von einem anderen Faktor hervorgerufen. Es gilt, dies durch eine korrekte Diagnose zu erkennen und anschließend zu therapieren.

2.1.4 Epidemiologie

Die kranio-mandibulären Dysfunktionen sind noch immer eine weit unterschätzte Erkrankung in der zahnärztliche Praxis [98].

Das Ergebnis zahlreicher Querschnittstudien aus verschiedenen Ländern zeigt, daß es in der Durchschnittsbevölkerung bedeutend mehr Personen gibt, die subjektiv unter Beschwerden einer kranio-mandibulären Dysfunktion leiden, als es von Ärzten und Zahnärzten allgemein angenommen wird.

Schon 1968 stellte *Zietz* [100] fest, daß über 50% von 1240 Patienten in einer Landpraxis bei Erlangen eindeutige Symptome einer kranio-mandibulären Dysfunktion aufwiesen (Tab. 2). Die Patienten waren primär nicht wegen einer kranio-mandibulären Dysfunktion in zahnärztlicher Behandlung. Diese wurde mit Hilfe der Funktionsanalyse nach *Krogh Poulson* [52, 53] untersucht.

Tab. 2: Querschnittstudien an 1240 Patienten einer Landpraxis, Zietz [100]

52,5%	Palpationsschmerz – M. pterygoideus lat.
52,4%	Kopfschmerzen
51,8%	Gelenkgeräusche
51,4%	Okklusionsstörungen
26,6%	Knirschen und/oder Pressen
12,8%	Palpationsschmerzen – Kiefergelenke
12,3%	Palpationsschmerz – M. masseter

1974 veröffentlichte *Helkimo* [33, 34] eine Untersuchung an 321 Lappländern mit dem Ergebnis, daß nur 12 % klinisch symptomfrei (Di 0) waren. 41% hatten eine leichte Dysfunktion (Di I), 25% eine mittlere (Di II) und 22% eine schwere Dysfunktion (Di III) (Tab. 3 und 4).

Tab. 3: Beschwerden der Kaumuskulatur; *Helkimo* 1974

66%	objektiver Palpationsschmerz
31%	subjektiver Palpationsschmerz

Tab. 4: Beschwerden in den Kiefergelenken; *Helkimo* 1974

48%	objektive Geräusche (Stethoskop)
45%	Palpationsschmerz
35%	subjektive Geräusche
33%	Schmerzen bei weiter Öffnung

Hansson [31] und *Hansson* und *Nilner* [32] veröffentlichten eine Untersuchung an 1069 Personen aus Schweden, die mit Hilfe des klinischen Dysfunktionsindex von *Helkimo* durchgeführt wurde. Die Ergebnisse bestätigten die Studie von *Zietz* [100]. Es stellte sich heraus, daß über 50 % der 1069 Probanden schon funktionsgestört waren (Tab. 5).

Tab. 5: Querschnittstudie an 1069 Personen, Alter 10-79 Jahre [31, 32]

65%	Gelenkgeräusche, davon 41,4% objektives, 23% subjektives Knacken
62%	Okklusionsstörungen
37%	Palpationsschmerzen – Muskulatur
29%	asymmetrisches Gleiten
10%	Palpationsschmerzen – Kiefergelenke

In einer 1983 von *Abdel-Hakim* [1] durchgeführten Studie an einer ethnisch isolierten Population von 215 Beduinen einer Wüstenoase im Westen Ägyptens zeigten 37% objektiv Gelenkknacken, 30% Palpationsschmerz an Kiefergelenken und 84% Palpationsschmerzen an Muskeln.

Dworkin [14] berichtete über eine Untersuchung an 1016 Probanden im Alter zwischen 18 und 75 Jahren. Die Studie ergab eine Prävalenz von 12,1% für kranio-mandibuläre Dysfunktionen.

Interessanterweise berichtete *Waenman* [97] im Jahre 1996, daß er in seiner Langzeituntersuchung von 10 Jahren an 215 Probanden vergleichbare Zahlen fand wie *Dworkin* [14]. Er stellte eine Prävalenz von ungefähr 13% fest.

Geschlechterverteilung von kranio-mandibulären Dysfunktionen

Bezüglich der Geschlechterverteilung gibt es unterschiedliche Aussagen:

Gelb [23] stellte bereits 1967 in seiner Studie an 742 Patienten fest, daß bei der Geschlechtsverteilung bezogen auf die Erkrankung an einer kranio-mandibulären Dysfunktion das Verhältnis von Frauen zu Männern in etwa 3:1 beträgt. Dieses wurde

1983 in einer wiederholten Studie von *Gelb* [24] an 200 anderen Patienten erneut bestätigt. Eine spätere Studie von *Waenmann* [97] ergab ähnliche Ergebnisse im Bezug auf die Geschlechtsverteilung. Die Untersuchung an 215 Probanden führte zu dem Ergebnis, daß auch hier das Verhältnis zwischen Frauen und Männern bei 3:1 lag.

1972 untersuchte *Agerberg* [2] 1106 Probanden und kam in seiner epidemiologischen Querschnittstudie, zu der Feststellung, daß zwischen Männern und Frauen eine relativ gleichmäßige Verteilung der Beschwerden und somit grundsätzlich in der Häufigkeit hinsichtlich der Geschlechter kein Unterschied besteht. *Helkimo* konnte dieses Ergebnis in seiner Studie [33, 34] von 1974 an den 321 Lappländern bestätigen. 1978 fanden *Kerschbaum* und *Voss* [48] bei einer Untersuchung an 361 Patienten heraus, daß in bezug auf kranio-mandibuläre Dysfunktionen die Zahl der Frauen nur geringfügig größer und nicht signifikant war. 1981 kam *Schulte* [83] in seiner Studie an 442 Patienten zu ähnlichen Ergebnissen. Auch *Dworkin* [14] berichtete 1990 aufgrund seiner Untersuchung an 1016 Probanden über eine gleichmäßige Geschlechtsverteilung von CMD.

Altersverteilung von kranio-mandibulären Dysfunktionen

Die verschiedenen Studien in bezug auf die Altersverteilung führten zu unterschiedlichen Ergebnissen:

Anhand von Untersuchungen an Patienten mit kranio-mandibulären Dysfunktionen kam *Gelb* [23] zu dem Ergebnis, daß der Altershäufigkeitsgipfel eindeutig im dritten Dezennium (20.-30. Lebensjahr) liegt. Er untersuchte bereits 1967 200 Patienten im Alter von 10 bis 80 Jahren. 1972 kam *Schulte* an einer Studie [82] von 442 Patienten mit dem identischen Altersspektrums zu dem gleichen Ergebnis.

1974 ergab die Untersuchung von *Helkimo* [33] hinsichtlich der Altersverteilung ein anderes Bild. Auch bei der Untersuchung von *Dworkin* [14] im Jahre 1990 waren bezüglich des Alters die Unterschiede bedeutend geringer als die Statistiken vorhergehender Studien [23, 82]. Er untersuchte 1016 Probanden im Alter zwischen 18 und 75 Jahren. Die Studie ergab ähnliche Ergebnisse wie Helkimos Untersuchung: Die Symptome einer kranio-mandibulären Dysfunktion waren in allen Altersstufen in etwa gleich häufig zu finden.

Bis zum heutigen Tag ist nicht eindeutig geklärt, wie verbreitet kranio-mandibuläre Dysfunktionen in der Durchschnittsbevölkerung sind, und ob es hinsichtlich der Geschlechter in der Häufigkeit kranio-mandibulärer Dysfunktionen signifikante Unterschiede gibt [43]. Ebenso diffizil ist die Beurteilung, ob die Dysfunktionen in jeder Altersstufe etwa gleich häufig zu finden sind.

2.1.5 Diagnose – klinisch-funktionsanalytische Verfahren –

Screening

Die Vielzahl der möglichen Informationen, die zu Beginn einer zahnärztlichen Therapie über einen Patienten gesammelt werden können, soll sinnvoll begrenzt werden. „Sinnvoll“ bedeutet, daß eine stufenweise Diagnostik mit steigendem Aufwand (und Kosten) betrieben wird, die bereits bei einem vorzeitigen Erkennen einer Nichterkrankung abgebrochen werden kann.

Ein Suchverfahren der „ersten Stufe“ ist der Screening-Test.

Er ist definiert als Untersuchungsverfahren an Patienten ohne Symptome, um Erkrankte und nicht Erkrankte zu unterscheiden [64, 73].

Mit dem Screening-Test sollen Befunde leicht, zuverlässig und ökonomisch in standardisierter Form erhoben werden können; die Auswahl der Kriterien sollte gültig (valide) das in Frage stehende Merkmal („krank“ oder „nicht krank“) reproduzierbar erfassen [8, 28]. Die Befunde sollten objektiv erhoben werden können und das Ergebnis rationale Gesichtspunkte für die Bewertung eines gegebenenfalls vorhandenen Krankheitsbildes liefern [48].

Die Validität eines diagnostischen Verfahrens bemißt sich an der Wahrscheinlichkeit, mit der eine korrekte Diagnose gestellt wird. Als Sensitivität wird hierbei die Vorhersage bezeichnet, mit der tatsächlich Kranke auch als krank diagnostiziert werden. Umgekehrt ist die Spezifität die Wahrscheinlichkeit, mit der tatsächlich Gesunde als gesund erkannt werden.

Die diagnostische Aussagekraft wird mit Hilfe der prädiktiven Werte angegeben. Die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen der Krankheit bei einem positiven Befund entspricht dem positiv prädiktiven Wert. Die Prognose für das Nicht-Vorliegen der Krankheit bei negativem Befund wird durch den negativ prädiktiven Wert angegeben.

Levitt [58] fordert für das Screening-Verfahren zur Ermittlung von kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD) eine Sensitivität und Spezifität von jeweils mindestens 70%. Screening-Tests für CMD mit je einem positiven und negativen prädiktiven Wert von mindestens 80% haben eine verlässliche diagnostische Aussagekraft.

In der zahnärztlichen Literatur [3, 8, 26, 40, 43, 76, 89] hat die kleine Funktionsanalyse, in Anlehnung an die Fragen von *Krogh-Poulson* [52, 53], als Screening für kranio-mandibuläre Dysfunktionen weite Akzeptanz gefunden.

Sie umfaßt die Untersuchung der Kiefergelenke, der Muskulatur im Kauorgan und die Kontaktverhältnisse zwischen den Okklusionsreliefs [52, 53].

Die Überprüfung der Kiefergelenke und deren Bewegungsfreiheit beinhaltet die Mobilitätsuntersuchung, Palpation und Auskultation. Die Untersuchung der Muskulatur und deren Bewegungsverlaufs umfaßt deren Beobachtung, deren Palpation und das Studium der Lagebeziehung des Unterkiefers. Zur Kontrolle der Kontaktverhältnisse wird die Interkuspitation, die muskuläre und retrudierte Kontaktposition überprüft (Abb. 3).

maximale aktive Mundöffnung	> 40 mm
Mundöffnungsabweichung	nein
interokklusaler Abstand	1 bis 4 mm
Palpationsempfindlichkeit Kiefergelenk	nein
Kaumuskulatur	nein
Kiefergelenkgeräusche	nein
Übereinstimmung muskuläre/interkuspitale Kontaktposition	ja
Gleitlänge retrale Kontaktposition/maximale Interkuspitation	0 bis 1 mm
Gleitrichtung retrale Kontaktposition/maximale Interkuspitation	gerade

Abb. 3: Das übliche 9-Punkte-Schema von *Krogh-Poulson* [52]: Die einzelnen Untersuchungskriterien und deren physiologischen Anforderungen.

Verschiedene Autoren [3, 38, 46, 55, 68, 92] haben aufbauend auf den Krogh-Poulson-Test variierende Kurztests vorgestellt oder eine Weiterentwicklung gefordert [48].

Wie bereits eingangs in Kapitel 2.1.2 berichtet, stellte *Helkimo* [33, 34] im Jahre 1974 den Dysfunktionsindex vor. Sein fünfgliedriges Untersuchungskonzept dient nicht nur

zur Klassifizierung von kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD). Es wird ebenfalls bis zum heutigen Tag als Screening-Verfahren zur Ermittlung von CMD genutzt [4, 43, 87].

1978 beschränkt sich *Hupfauf* [38] bezüglich des initialen Diagnoseverfahrens im Wesentlichen auf drei Punkte für die klinische Funktionsdiagnostik:

1. Die Druckdolenz bei der Palpation der Kiefergelenke und Gelenkgeräusche.
2. Die Palpation des M. masseter und M. temporalis.
3. Behinderung der Mobilität des Unterkiefers – insbesondere eine Einschränkung der Mundöffnung.

Das Ergebnis entscheidet, ob das Suchverfahren erweitert werden muß.

1988 forderte *Lague* [55] ein zeitlich effektives initiales Diagnoseverfahren. Er differenzierte in seinem angewendetem Screening (P.L.A.R.) vier Kriterien:

P = Palpation of the TMJ and medial pterygoideus

Palpation des Kiefergelenks und des M. pterygoideus medialis.

L = Loading of the TMJ to check for tenderness and tension

Überprüfung, ob die zentrische Position des Unterkiefers schmerzhaft ist, durch die bilaterale Manipulation nach *Dawson* [13]. Hierbei steht der Behandler hinter dem aufrecht sitzenden Patienten, dem bei entspannter Unterkieferposition die Mandibula in die Zentrik geschoben wird. Auf den Unterkiefer wird der Druck beidseitig mit den Daumen zwischen *Juga alveolaria* und *Protuberantia mentalis* sowie mit den restlichen Fingern beider Hände am Unterrand der Mandibula ausgeübt.

A = Auscultation of the TMJ to listen for joint noises

Untersuchung nach Kiefergelenkgeräuschen.

R = Range of motion measurements of opening and lateral movement

Überprüfung nach Mobilitätseinschränkung des Unterkiefers in bezug auf Mundöffnung und Pro- und Laterotrusion.

1989 stellt *Nelson* [68] einen Screening-Test vor, den er speziell für den in der Praxis tätigen Zahnarzt ausgearbeitet hatte. Er unterteilte in dem von ihm vorgestellten Suchverfahren für kranio-mandibuläre Dysfunktionen drei Faktoren:

Joint Action: Palpation der Kiefergelenke und Überprüfung nach Gelenkgeräuschen.

Provocation: Der M. masseter wird mit Hilfe eines Provokationstests untersucht. Obwohl auf den endständigen Molaren jeweils nacheinander separat pro Kieferhälfte ein okklusales Hindernis (zwei vertikal angeordnete Watterollen) eingebracht wird, müssen die Patienten versuchen, den Mund zu schließen und bei maximalem Mundschluß die Position zwei bis drei Sekunden zu halten. Dabei wird zusätzlich der M. masseter beidseitig palpiert.

Resistance: Er fordert eine isometrische Belastung aller Kaumuskel bei der Mundöffnung, dem Schließen, der Laterotrusion, bei Pro- und Retrusion.

1990 entwickelte *Talley* [92] einen Screening-Test speziell für Kieferorthopäden. Er stellt ein sechsstufiges Verfahren vor, welches sich ebenfalls auf die Untersuchungskriterien von *Krogh-Poulson* [52, 53] stützt. Es wird ergänzt durch die Prüfung der Atemwege.

1. Die Mobilitätseinschränkung des Unterkiefers; wobei die Mundöffnung und die Pro- und Laterotrusion gemessen wurde.
2. Die Patienten wurden auf ligamentäre Schwächen hin untersucht.
3. Die Mundöffnung wurde auf eine Asymmetrie hin überprüft.
4. Auf Geräusche hin wurde das Kiefergelenk kontrolliert.
5. Ebenfalls wurden die Patienten auf restriktive Atemwegserkrankungen untersucht, da sie nach der Meinung des Autors in direktem Zusammenhang mit kranio-mandibulären Dysfunktionen stehen können.
6. Als letzten Schritt des sechsstufigen Verfahrens gaben die Patienten an, ob sie bereits Traumata im Kopf-Kiefer-Nackengebiet erlitten hatten.

In Kapitel 2.1.2 wurde bereits die „Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders“ (RDC/TMD) von 1992 von *Dworkin* und *LeResche* [15] vorgestellt. Als zweiachsiges Klassifikationssystem der Myoarthropathien des Kausystems, unterscheidet die RDC/TMD zwischen somatischer (Achse I) und psychosomatischer (Achse II) Parameter, um biopsychologische Aspekte zu integrieren und somit ein multidimensionales Schmerzkonzept zu erhalten.

1995 modifizierten *Ahlers* und *Jakstat* [3] unter dem gängigen Begriff „kleine Funktionsanalyse“ Krogh-Poulsons Schema, indem es verbal umformuliert und auf acht Kriterien reduziert wurde (Abb. 4). Aufgrund der klinisch schwierigen Überprüfung der *Gleitrichtung RKP/maximale Interkuspitation* wurde dieser Befund des ursprünglichen 9-Punkte-Schemas nicht mehr berücksichtigt [4].

Mundöffng. asymmetrisch	interokklusaler Abstd. eingeschränkt	okklusale Geräusche	Zentrik schmerzhaft
Mundöffng. eingeschränkt	Muskelpalpation schmerzhaft	Gelenkgeräusche	Exzentrik traumatisch
.....			

Abb. 4: Vorgehen für einen initialen Funktionsbefund des Kauorgans nach *Ahlers* und *Jakstat* 1995.

In der zahnärztlichen Literatur [3, 8, 26, 40, 43, 76, 89] hat die kleine Funktionsanalyse, in Anlehnung an die Fragen von *Krogh-Poulson* [52, 53] als Screening für kranio-mandibuläre Dysfunktionen weite Akzeptanz gefunden.

Obwohl der Dysfunktionsindex ursprünglich nicht als Screeningverfahren gedacht war [4], taucht er wegen seines hohen Bekanntheitsgrades immer wieder in der zahnärztlichen Literatur [28, 43, 87] als Screening-Test auf. Der Vorteil des Dysfunktionsindex als Screening-Verfahren liegt aufgrund seines langjährigen Bestehens in seiner weiten Verbreitung [4, 87]. Die Nachteile sind jedoch eine geringe Reliabilität, Reproduzierbarkeit und Objektivität. Es gibt keine genauen Angaben bezüglich des Palpationsdruckes und der Messung der Mundöffnungsabweichung [4, 28, 43, 87].

Bei Durchsicht der zahnärztlichen Literatur fällt auf, daß noch nicht ausreichend geklärt wurde, ob die kleine Funktionsanalyse nach *Krogh-Poulson* [3] die Anforderun-

gen in bezug auf Validität und diagnostischer Aussagekraft an ein effektives Screening erfüllt.

Klinische Funktionsanalyse

Die klinische Funktionsanalyse ist aus zahnmedizinischer Sicht der Dreh- und Angelpunkt aller zahnärztlich funktionsorientierter Untersuchungen. Sie dient der Überprüfung des funktionellen Zustands und des Zusammenwirkens von Zähnen, Muskulatur und Kiefergelenken sowie der Erkennung von dysfunktionellen Symptomen und Erkrankungen [22]. Die klinische Funktionsanalyse ist nach dem Screening-Test die zweite Stufe des Suchverfahrens und die Grundlage für weitere diagnostische und therapeutische Maßnahmen [26, 27, 69, 84]. Die Konzeption der klinischen Funktionsanalyse beruht auf dem Krogh-Poulson-Test [52, 53]. In Weiterentwicklung dieser Arbeit wurde 1985 von *Engelhardt* [16] für die Arbeitsgemeinschaft für Funktionsdiagnostik der DGZMK der Untersuchungsbogen „Klinischer Funktionsstatus“ entworfen. Die Untersuchung der Patienten gliedern sich in folgende Punkte: Anamnese und Beobachtung des Patienten, Auskultation und Palpation der Kiefergelenke, Palpation der Muskulatur, Untersuchung der Mobilität des Unterkiefers, klinische Okklusionsprüfung, Erhebung des Zahnstatus und klinische Reaktionstests (zum Beispiel Resilienztest, Provokationstest). Verschiedene Autoren haben sich in ihren Studien [8, 16, 17, 18, 21, 26, 27, 39, 40, 46, 48, 62, 69, 76, 81, 82, 83, 84, 85, 89, 90] in großer Zahl auf die klinische Funktionsanalyse nach *Krogh-Poulson* [52, 53] gestützt.

Die Hamburger Autoren *Ahlers* und *Jakstat* [3, 4, 7] entwickelten das Verfahren der klinischen Funktionsanalyse weiter. Dem Vorgehen liegt das Konzept der zahnärztlichen klinisch-funktionsanalytischen Untersuchung zugrunde, wie es 1985 von der AGF/DGZMK angegeben wurde. Einer der zusätzlichen Bestandteile des neuen Konzeptes ist ein hochentwickeltes Dokumentationssystem. Es besteht aus Anamnese-, Befund- und Konsiliarbögen [5].

Die klinische Funktionsanalyse beginnt mit dem Fragebogen „Funktionsstörungen“, der zur Erhebung der speziellen Anamnese bei Verdacht auf eine dysfunktionelle Erkrankung des Kauorgans eingesetzt wird.

Daraufhin folgt ein zweiter Anamnesebogen bezüglich der „Streßbelastung“ der Patienten. Dieser beruht auf dem Fragenkatalog nach *Holmes* und *Rahe* [35]. Der Frage-

bogen dient zur Abschätzung der persönlichen Streßbelastung der Patienten und erweitert die – bereits erhobene – allgemeine Anamnese.

Für die Therapie manifest funktionsgestörter Patienten ist es von Bedeutung, einen Überblick über die Intensität und den Verlauf eventuell bestehender Beschwerden zu gewinnen. Der (Schmerz-), „Beobachtungsbogen“ ermöglicht die kontinuierliche Dokumentation über zwei Wochen und gewährleistet für den Untersucher somit eine kontinuierliche Aufzeichnung des Beschwerdeverlaufs.

Die eigentliche Befunderhebung im stomatognathen System beginnt mit dem Bogen „Klinische Funktionsanalyse“. Der bisherige Untersuchungsumfang wird unter anderem um die Auswertung der Streßbelastung und um orthopädische Screening-Tests (zum Beispiel Fehllhaltung, Halswirbelsäulenblockaden und ligamentäre Schwäche) erweitert.

Nach der Auswertung dieser Bögen ist es möglich, eine Verdachtsdiagnose zu stellen.

Die verschiedenen Konsiliarbögen („Orthopädie“, „Psychosomatik“ und „Bildgebende Diagnostik“) dienen der Differentialdiagnostik, um die Verdachtsdiagnose zu prüfen und somit die korrekte Diagnose zu stellen [4, 5, 7].

2.1.6 Diagnose – ergänzende Verfahren –

Instrumentelle Funktionsanalyse

Seit 1889 sind durch *Luce* [60] Darstellungen der Bewegung des Unterkiefers zur Beschreibung der Dynamik des Gelenkapparates bekannt. Mit der Weiterentwicklung der graphischen Aufzeichnungsmethoden durch *Gerber* [25] und *Lee* [57] in den 60er Jahren sowie *Slavicek* [88] im Jahre 1982 wurde die Analyse des Funktionszustandes des Kiefergelenkes durch zunehmend feinere Techniken einer instrumentellen Funktionsanalyse unterstützt [63]. Zu einer Verbesserung der diagnostischen Möglichkeiten zur Bestimmung von Verlagerungen des Discus articularis führte die Entwicklung elektronischer, computergestützter Verfahren [50, 67]

Die instrumentelle Funktionsanalyse stellt ein wissenschaftlich anerkanntes zahnärztliches Diagnoseverfahren dar, um funktionelle Störungen im Bereich der Okklusion oder der Kiefergelenke zu verifizieren, Rückschlüsse für eine einzuleitende Therapie zu erhalten und gegebenenfalls deren Erfolg zu prüfen [22].

Die instrumentelle Funktionsanalyse dient zur Einorientierung in einen teil- oder volljustierbaren Artikulator und/oder zur Einstellung der kondylären Parameter, wie sagittale Kondylenbahnneigung und Bennett-Bewegung am Artikulator. Durch diese Maßnahmen soll die klinische Situation an Modellen im Artikulator simuliert werden [22]. Sie ist als Ergänzung zur klinischen Funktionsanalyse anzusehen [22, 27, 59, 101]. Bei der Anwendung im Unterkiefer wird zwischen statisch-habitueller, statisch-zentrischer Registrierung, dynamischer Positionsregistrierung und dynamischer Registrierung mit Bewegungsaufzeichnung unterschieden. Im Oberkiefer wird zwischen arbiträrer und kinematischer Scharnierachsenlokalisation differenziert [3].

Zur visuell-metrischen Darstellung der Unterkieferbewegungen (Gelenkbahnen) dient die mechanische und die elektronische Axiographie. Die dreidimensional-elektronischen Registriersysteme verfügen im Vergleich zu mechanisch-graphischen Aufzeichnungsmethoden über wichtige Vorteile. Sie sind überlegen im Bezug auf die Reproduzierbarkeit, Meßgenauigkeit und Verlässlichkeit [17, 63, 99]. *Lückerath* [61] ist der Meinung, daß die dreidimensional-elektronische und wiederabrufbare Untersuchungsmethode vorzuziehen ist, da sich klinisch nachweisbare Knackphänomene nur in einem Drittel der Fälle durch eine – graphisch nur die Sagittalebene erfassende – mechanische Aufzeichnung darstellen lassen. Nach Ansicht von *Zimmer* [101] und *Engelhardt* [17] ist die instrumentelle Funktionsanalyse indiziert bei artikulärer Störung (zum Beispiel unphysiologische Okklusionskontakte), kranio-mandibulären Dysfunktionen, kieferorthopädischer Chirurgie und restaurativer und/oder prothetischer Diagnostik und folgender Therapie mit umfangreicher Restauration okklusaler Funktionsbereiche. Diagnosen, die alleine aus axiographischen Befunden ohne weitergehende diagnostische Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren erstellt werden, sind noch nicht ausreichend verifiziert [101].

Bildgebende diagnostische Verfahren

Röntgen, Sonographie, Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) sind ergänzende diagnostische Hilfsmittel. Der klinischen Funktionsanalyse sollte bei einer Diskusverlagerung oder Verformung ein bildgebendes diagnostisches Verfahren folgen [9, 36], da die häufig begleitenden myoarthropatischen Beschwerden

unspezifisch sind, beziehungsweise bei chronischem Befund völlige Symptomlosigkeit vorliegen kann.

Eine Verbesserung der röntgenologischen Darstellung ossärer Strukturen (zum Beispiel dem Processus condylaris) wurde in der Weiterentwicklung der Sonographie, Tomographie und Computertomographie erreicht [75]. Bei der Darstellung der Kiefergelenke ist die Computertomographie den anderen Verfahren überlegen. Die wichtigsten Vorteile sind gegenüber konventionellen Techniken das Fehlen von Überlagerungs- und Verwischungsschatten benachbarter Strukturen, die Darstellung in Weichteil- und Knochenfenstern mit Seitenvergleichsmöglichkeiten sowie die digitale Speicherung als Datensatz mit der Möglichkeit von Neuberechnungen. Aufgrund des hohen methodischen und finanziellen Aufwandes sowie der hohen Strahlenbelastung des Patienten ist die Indikation gegenüber konventioneller Röntgenaufnahmen (zum Beispiel Panoramaschichtaufnahme, Aufnahme nach Parma und nach Schüller) [40, 61, 75] eingeschränkt. Indikationen zur radiologischen Abklärung von Kiefergelenkerkrankungen mit Computertomographie sind zum Beispiel Verdacht auf Tumore, Metastasen, Osteomyelitis und Ankylosen [40].

Auch in der Darstellung der Weichgewebe (zum Beispiel Discus condylaris, die bilaminäre Zone) finden computerunterstützte, bildgebende Untersuchungen in Form der Kernspintomographie Anwendung, die es erlauben, den Zustand der intraartikulären Weichgewebe nicht invasiv, ohne ionisierende Strahlen, wiederabrufbar und in allen beliebigen Ebenen vorzunehmen. Unbestritten ist der Nutzen der Kernspintomographie bei der Aufklärung von Verlagerungsformen des Diskus und anderer intrakapsulärer Störungen des Kiefergelenks [9]. Die bildgebende Diagnostik mittels Magnetresonanztomographie stellt somit eine sinnvolle und für den Patienten unbelastende Ergänzung des Diagnoseverfahren dar [9, 36, 61].

Konsiliarische Untersuchungen

Bei orthopädischer Ätiopathogenese ist eine konsiliarische Untersuchung durch den Orthopäden in bezug auf Blockaden, Rotationseinschränkungen oder Fehlhaltungen angezeigt [7, 47, 51, 54].

Hinweise auf Hals-Nasen-Ohren-Erkrankungen (zum Beispiel Tinnitus, Vertigo, Otalgie, Parästhesien des Mund-, Rachen- und Nasenraumes) als kausaler Faktor für die

kraniomandibuläre Dysfunktion führen zur interdisziplinären Zusammenarbeit mit dem Hals-Nasen-Ohren-Arzt [7, 72, 90].

Bei Verdacht psychischer Auslöser ist eine konsiliarische Untersuchung durch den Psychiater indiziert [7, 29, 30].

2.1.7 Therapie

Aus zahnärztlicher Sicht wird bei den meisten Schmerzpatienten eine Initialtherapie eingeleitet, um die Schmerzen zu lindern und die Diagnose zu sichern. Besonders der gleichzeitige Einsatz von interdisziplinären Spezialisten ist zu beachten. Hierbei kann laut *Siebert* [90] dem Fließschema (Abb. 5) zur Linderung des Schmerzes unter Einsatz verschiedener Therapien gefolgt werden. Folgende zahnärztliche Initialtherapien werden (abhängig von der Diagnose beziehungsweise vom Krankheitsbild) angewandt:

Ein ausführliches Gespräch über Befunde, Diagnosen und Therapien sollte geführt werden, um die Compliance der Patienten zu verbessern (Motivation zur häuslichen Mitarbeit, Verhaltensänderung, Selbstbeobachtung, zum Beispiel bei oralen Habits).

Nach der Aufnahme des allgemeinen zahnärztlichen Status und der klinischen Funktionsanalyse wird gegebenenfalls mindestens eine Verdachtsdiagnose gestellt, um weitere therapeutische Schritte einzuleiten. Diese Schritte können rein zahnärztlich und/oder interdisziplinär sein.

Bei der interdisziplinären Therapie kann eine Linderung beziehungsweise Heilung zum Beispiel durch Spezialisten der Hals-Nasen- und Ohrenheilkunde, Orthopädie, Manu-
altherapie, Neurochirurgie und Psychosomatik erfolgen.

Die zahnärztliche Therapie beinhaltet zunächst die Schienentherapie mittels einer Aufbißschiene zur okklusalen und muskulären Äquilibration sowie zur physiologischen Positionierung des Kondylus beziehungsweise des Diskus. Als diagnostisches Hilfsmittel kann ein bildgebendes Verfahren genutzt werden.

Laut *Siebert* [90] folgt bei direkt wirkender Linderung die instrumentelle Funktionsanalyse. Bei keiner erkennbaren Linderung kann durch Physiotherapie (zum Beispiel isometrische Übungen, Biofeedback, Zungentraining), Physikalischer Therapie (zum Beispiel Kälte, Wärme, Mikrowellentherapie) sowie Streßbewältigung und Muskel-

entspannung dennoch eine Linderung erzielt werden, so daß sich der Kreis wieder schließt und nun doch die instrumentelle Funktionsanalyse folgen kann.

Um eine Heilung zu erlangen, folgt in dem Therapieschema von *Siebert* [90] nach der instrumentellen Funktionsanalyse die „okklusale Therapie“, das heißt entweder die subtraktive Methode (Einschleifen) oder die additive Methode (besonders zum Aufbau der posterioren Stützzonen, des okklusalen Reliefs und der anterioren Führung).

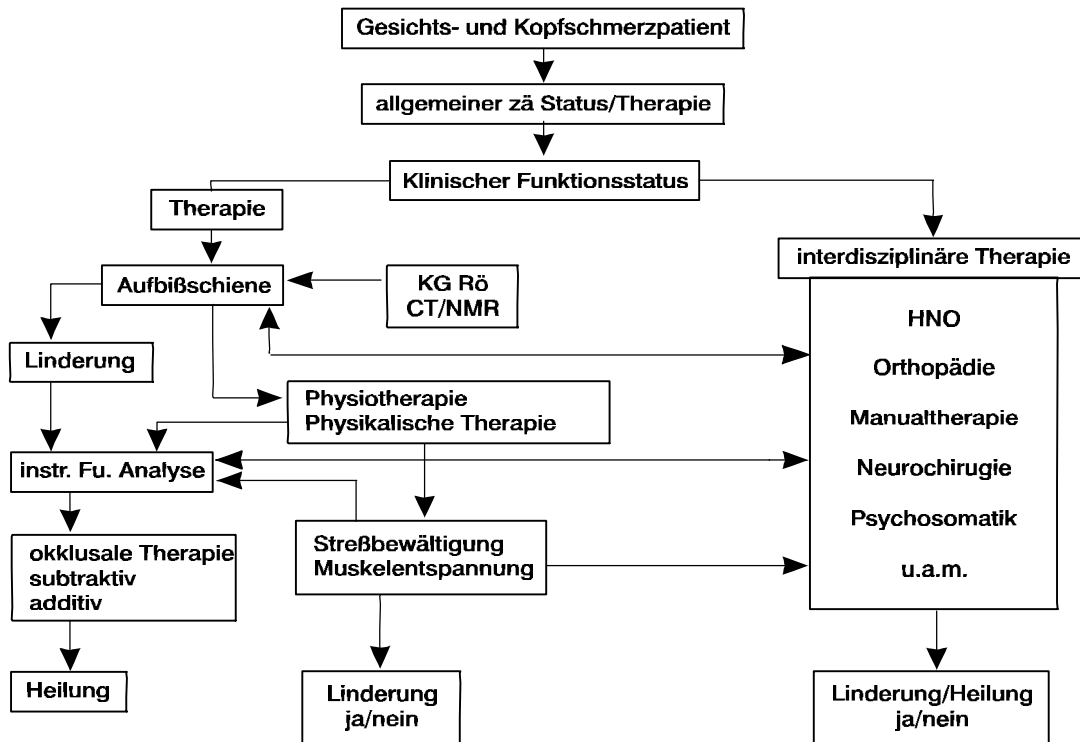


Abb. 5: Fließschema der Therapiemöglichkeiten nach *Siebert* [90]: Einzelne Diagnose und Therapieschritte werden anhand von Pfeilen zu einem Netzwerk verbunden. Die Pfeile weisen zu den nächsten Therapieoptionen hin.

Die Indikation für die instrumentelle Funktionsanalyse wird nicht klar deutlich, denn in einigen nicht konkretisierten Fällen ist die Therapie mit dem Erreichen einer Linderung beendet und es werden keine weiteren therapeutischen Schritte folgen. *Siebert* [90] stellt nicht dar, daß die instrumentelle Funktionsanalyse der klinischen Funktionsanalyse auch als ergänzendes Hilfsmittel dienen kann, bevor Therapieschritte wie zum Beispiel Aufbißschiene und Physiotherapie angewendet werden. Ebenfalls muß erwähnt werden, daß bildgebende Verfahren (Röntgenaufnahmen, CT, MRT) nicht nur während der Therapie eingesetzt werden. Sie können auch als diagnostisches Hilfsmittel

tel vor der Therapie und/oder als therapieabschließende Kontrollaufnahme indiziert sein. Gut deutlich wird dagegen die Option jederzeit eine interdisziplinäre Therapie einzuleiten.

Das Therapiekonzept von *Jäger* [40] ist wie folgt aufgebaut:

Dem Anamnesegespräch, der Aufklärung und der Beratung folgt gegebenenfalls die initiale Schmerzbekämpfung durch Einsatz von Medikamenten (Analgetika, Muskelrelaxantien) und/oder physikalischer Therapie. *Jäger* unterscheidet zwischen der einleitenden symptomatischen und der anschließenden kausalen Therapie.

Die symptomatische Therapie verfolgt als Hauptziel die Reduktion des Muskelhypertonus und das Eindämmen der Gelenkgeräusche. Dies geschieht mittels Physiotherapie und Entspannungsübung (zum Beispiel Yoga).

Die kausale Therapie richtet sich gegen alle möglichen ätiologischen krankheitsauslösenden Faktoren. Kausale Therapiemaßnahmen sind Schientherapie und okklusale Korrekturen sowie Streßabbau, Psychotherapie, orthopädische Maßnahmen und kieferchirurgische Eingriffe.

Auch *Bumann* und *Lotzmann* [10] unterscheiden grundsätzlich in der Funktionstherapie zwischen kausaler und symptomatischer Behandlung. Die kausale Therapie liegt vor, wenn die Ursache des Symptoms bekannt ist und zielgerichtet eliminiert werden kann. Eine symptomatische Therapie erfolgt zur allgemeinen Symptomreduktion, häufig ohne Kenntnisse kausaler Zusammenhänge. In Übereinstimmung mit anderen Autoren [18, 39, 44] sind *Bumann* und *Lotzmann* [10] der Meinung, daß der Ansatzpunkt der Zahnmedizin die Reduktion der okklusalen Einflüsse mit Hilfe von Aufbißschienen sei.

Aktuelle wissenschaftliche Untersuchungen ergaben, daß unterschiedliche konservative Behandlungsmaßnahmen bei myofaszialen Schmerzen (zum Beispiel Manualtherapie) genauso gute beziehungsweise zum Teil sogar bessere Behandlungsergebnisse als rein zahnärztliche Therapien aufwiesen [10, 11, 20, 96, 98]. Diese Ergebnisse verdeutlichen, daß kranio-mandibuläre Dysfunktionen nicht nur durch rein zahnärztliche Maßnahmen, sondern auch mit allgemeinmedizinischen Behandlungsmethoden (Therapie durch den Facharzt für Orthopädie, Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten und für Psychiatrie) interdisziplinär günstig beeinflußt werden können [7, 29, 30, 44, 47, 51, 54, 72, 90].

3 Probanden und Methoden

3.1 Probanden

Zu Beginn wurden 182 randomisiert ausgewählte Probanden nach der kleinen Funktionsanalyse, in Anlehnung an die Fragen von *Krogh-Poulson* [52, 53], untersucht. Hierbei wurden zwei Populationen unterschieden.

Die eine Gruppe bildeten 102 freiwillige Probanden (56 weiblich und 46 männlich; Altersdurchschnitt 22,2 Jahre), die laut Fragebogen „Funktionsstörungen“ des Hamburger Untersuchungskonzeptes anamnestisch unauffällig waren. Die Probanden hatten keine bekannten manifesten Funktionsstörungen und/oder anamnestisch bekannte Gelenkgeräusche. Sie litten zudem innerhalb der letzten 6 Monate nicht unter orofazialen Schmerzen, ausgenommen solche, die nachweislich ausschließlich pulpitisches oder parodontal bedingt waren.

Eine zweite Gruppe bestand aus 80 funktionserkrankten Patienten (16 männlich, 64 weiblich; Altersdurchschnitt von 38,9 Jahren), die sich in der „CMD-Gelenkssprechstunde“ der Hamburger ZMK-Klinik zur funktionsanalytischen Untersuchung vorstellten.

3.2 Methoden

3.2.1 Kleine Funktionsanalyse

Die kleine Funktionsanalyse im engeren Sinn beinhaltet einen Funktionsbefund des Kauorgans, insbesondere der Kaumuskulatur und der Kiefergelenke. In Anlehnung an *Krogh-Poulson* [52, 53] wird dabei untersucht, ob eines der folgenden Symptome (Abb. 6) vorliegt:

Mundöffng. asymmetrisch	interokklusaler Abstand eingeschränkt	okklusale Geräusche	Zentrik schmerzhaft
Mundöffng. eingeschränkt	Muskelpalpation schmerzhaft	Gelenkgeräusche	Exzentrik traumatisch
.....			

Abb. 6: Vorgehen für einen initialen Funktionsbefund des Kauorgans nach *Ahlers* und *Jakstat* 1995.

Bei der Prüfung der Mundöffnungsbewegung wurden die Probanden gebeten, den Unterkiefer so weit wie möglich zu öffnen, selbst wenn dies mit Schmerzen verbunden war. Drei Öffnungsbewegungen wurden durchgeführt. Nach dem Charakter der Bewegung wurden dabei Abweichungen zu einer oder beiden Seiten mit Rückkehr in die Mittellinie („Deviation“) unterschieden von Abweichungen ohne Rückkehr in die Mittellinie („Deflektion“). Abweichungen mit weniger als circa 2 mm fanden keine Berücksichtigung. Ein Lineal, dessen Ende gleichzeitig den Nullpunkt markierte, wurde hierfür an die Kante der oberen Incisiven angelegt.

Die Messung der Schneidekantendistanz erfolgte ebenfalls mit Hilfe eines Lineals, dessen Nullpunkt an der Kante lag und an den oberen Incisiven angelegt wurde. Bei aktiv durch die Probanden maximal geöffnetem Mund (aktive Mundöffnung) wurde der Abstand zu den unteren Incisiven gemessen. Die Messung der maximalen Mundöffnung erfolgte von Schneidekante zu Schneidekante. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Körpergröße wurde eine Mundöffnung von weniger als 35 mm bei Frauen bzw. 40 mm bei Männern als „eingeschränkt“ angesehen.

Ob der Interokklusalabstand „ausreichend“ war oder nicht, wurde kontrolliert, indem die Probanden den Satz „Sieben Spatzen sitzen am See und spielen Skat.“ aufsagten. Beim Sprechen der „S-Laute“ wurden die interokklusalen Abstände der Prämolaren überprüft und geschätzt. Ein Betrag von weniger als 1-2 mm wurde als „unzureichend“ bewertet.

Im Rahmen der kleinen Funktionsanalyse beschränkt sich die palpatorische Untersuchung der Muskelatur auf die Hauptkaumuskeln M. masseter, M. pterygoideus medialis, M. temporalis, M. digastricus (venter posterior) sowie den M. pterygoideus lateralis. Die genaue Vorgehensweise für die Muskelpalpation wird in Kapitel 3.2.2 erläutert.

Vorzeitige okklusale Kontakte in habitueller und zentrischer Okklusion verursachen asynchrone Schließgeräusche, die sich – je nach okkludierender Oberfläche und Materialien – unterscheiden. Die Probanden wurden zunächst gebeten, den Mund mehrfach schnell zu schließen. In Zweifelsfällen wurden sie anschließend aufgefordert, den Mund noch einmal langsam bis zum ersten Zusammentreffen der Zähne zu schließen und dann nach einer kurzen Pause weiter zuzubeißen.

Vor einer Bewertung der Gelenkgeräusche – ohne Stethoskop – wurden mehrere langsame und schnelle Mundöffnungs- und Mundschlußbewegungen durchgeführt. Die Geräusche mußten bei mindestens zwei von drei aufeinanderfolgenden Öffnungs- und Schließbewegungen reproduzierbar sein. Bestehende Gelenkgeräusche wurden nach ihrem Charakter zwischen Reiben und Knacken und nach ihrer Lokalisation unterschieden.

Um eine schmerzhaft Zentrik zu kontrollieren, wurden die Probanden angewiesen, im Liegen die Zunge oben an den Gaumen zu legen und bis zum ersten Zahnkontakt zu schließen. Daraufhin wurden sie nach Schmerzen befragt.

Bei der Überprüfung auf eine traumatische Exzentrik wurde untersucht, ob sich durch parafunktionelle Gewohnheiten ausgeprägte Schliffacetten gebildet haben, möglicherweise unter Verlust der Fronteckzahnführung. Eventuell könnten sich hierdurch Mediotrusionskontakte gebildet haben.

3.2.2 Klinische Funktionsanalyse

Nach dem Screening-Test wurden die Probanden im Rahmen des standardisierten Hamburger Untersuchungskonzeptes zur klinischen Funktionsanalyse nach *Ahlers* und *Jakstat* [4, 5, 7] untersucht:

Um die Streßbelastung der Probanden zu erfassen, füllten diese den Fragebogen „Streßbelastung“ des Hamburger Untersuchungskonzeptes aus. Dieser Fragebogen beruht auf dem Life-Event-Scale der Autoren *Holmes* und *Rahe* [35]. Nach dem Ausfüllen drehten die Probanden den Fragebogen um 180°, vermerkten die zu den Fragen gehörenden Punktwerte und addierten sie. Nur diese Zahl wurde in eine vorgesehene perforierte Ecke eingetragen und übergeben. Der von den Probanden selbst errechnete Index wurde in den Bogen „Klinische Funktionsanalyse“ übertragen.

Um orthopädische Befunde zu erheben, wurden die Probanden beim Eintreten in den Behandlungsraum bereits vom Behandler erwartet, um deren Haltung besser als im Zahnarztstuhl beurteilen zu können. Überprüft wurde eine frontale und seitliche sichtbare Asymmetrie der Haltung.

Im Anschluß wurden die Probanden nach bereits bekannten orthopädischen Erkrankungen befragt. Das Ergebnis wurde in dem zugehörigen Feld im Fragebogen „Klinische Funktionsanalyse“ eingetragen.

Zur Beurteilung einer eventuellen ligamentären Schwäche wurden die Probanden gebeten, den Mittelfinger der linken Hand mit der rechten maximal zu überstrecken. Dabei wurde die linke Hand auf den linken Oberschenkel gelegt. Konnten die Probanden den Finger weiter als 80° überdehnen, wurde das als positiver Befund im Untersuchungsbogen vermerkt.

In einem Screening-Test wurde außerdem die Funktion der Halswirbelsäule überprüft. Dabei nahmen die Probanden auf einem nicht drehbaren Stuhl ohne Rückenlehne eine aufrechte Position ein. Der Behandler stand aufrecht hinter den sitzenden Probanden, so daß er auf deren Kopf schauen konnte. Um die Aussage möglichst reproduzierbar zu gestalten, wurden passive Bewegungen überprüft. Getestet wurde auf unterschiedliches Vermögen den Kopf nach rechts und links zu drehen. Eine Hand blockierte auf der Schulter eine mögliche Drehung des Oberkörpers, die andere faßte den Kopf am Scheitel. Zuerst wurde der Kopf in aufrechter Haltung bis zum ersten Widerstand nach rechts sowie links gedreht. Ein sichtbarer Unterschied im Vermögen, den Kopf zu drehen, wurde in aufrechter Stellung (= orthograder Mittelstellung) vermerkt: die Seite, die relativ eingeschränkt war, wurde angekreuzt. Die gleiche Prüfung wurde anschließend in inklinierter (= vorgebeugter) und reklinierter (= rückgebeugter) Stellung des Kopfes durchgeführt.

Zwischen den drei verschiedenen Haltungen wurde der Kopf mit beiden Händen in kranialer Richtung 'ausgehoben', um die Wirbelsäule zu entlasten.

Im Anschluß wurden die Probanden auf parafunktionelle Befunde untersucht.

Auf Höhe des Zungenäquators wurde dabei nach Eindrücken der Zähne (Zungenindentation) gesucht.

Wangenindentationen wurden auf der Wangeninnenseite auf Höhe der Okklusionsebene kontrolliert.

Facettierungen (Schliffflächen) wurden überprüft und als deutliche Abrasionen befundet, wenn diese in ihrem Ausmaß umfangreicher als altersgemäß üblich waren.

Keilförmige Defekte, parodontale Rezessionen, McCallsche Girlanden sowie Stillman-Spalten waren weitere Inhalte der Untersuchung.

Zahnlockerungen wurden mit Hilfe des Griffes der zahnärztlichen Sonde sowie einem Finger auf der Gegenseite überprüft.

Zwei Screening-Tests wurden durchgeführt, um die individuelle Schmerzgrenze annähernd zu bestimmen. Hierfür wurde am inneren oberen Augenwinkel mit einem Finger und in der Hautfalte zwischen Daumen und Zeigefinger – mit Daumen und Zeigefinger der anderen Hand – ansteigend Druck ausgeübt, bis die Empfindung des Probanden deutlich unangenehm war. Die Palpation erfolgte entweder mit den Fingerspitzen des Zeige- und Mittelfingers oder mit der distalen Phalange des Zeigefingers.

Den Probanden wurde erklärt, daß sie nach diesem Vorbild zwischen drei verschiedenen Empfindungen unterscheiden sollten („normal“, „Mißempfindung“ und „Schmerz“). Nach jeder Palpation wurden die Probanden befragt. Die Palpation erfolgte im Seitenvergleich bei entspanntem Zustand.

Begonnen wurde mit dem M. masseter superficialis. Bei festem Zubiß wurde der vordere Rand des Masseter aufgesucht. Der Muskelteil selbst wurde mit zwei Fingern im entspannten Zustand am Ursprung, am Muskelbauch und am Ansatz palpirt.

Der M. masseter profundus wurde mit zwei Fingern vor dem aufsteigenden Ast des Unterkiefers palpirt.

Das Kiefergelenk wurde zunächst von lateral palpirt. Dabei wurde durch kleine Mundöffnungs- und Schließbewegungen der laterale Kondylenpol in der Gelenkkapsel aufgesucht und in Ruhe bei leicht geöffnetem Mund palpirt.

Von dorsal wurde das Kiefergelenk bei Kieferschluß in der habituellen Interkuspidationsposition mit dem kleinen Finger über dem äußeren Gehörgang geprüft.

Der M. temporalis anterior wurde mit Hilfe von zwei Fingern beidseitig an der Schläfe palpirt. Zuvor wurden die Probanden gebeten, kräftig zuzubeißen, um den Muskel zum Vorschein zu bringen; untersucht wurde er – wie alle Muskeln – im entspannten Zustand.

Die medialen und posterioren Anteile des M. temporalis wurden – wie der anteriore Teil – mit zwei Fingern jeweils unter starkem Druck ausgetastet.

Die Suboccipital- und Nackenmuskulatur wurde mit vier Fingern palpiert.

Der M. trapezius dagegen wurde lateral der Halswirbelsäule mit Daumen und Zeigefinger getastet.

Nach einem leichtem Drehen des Kopfes und erneutem Einnehmen der Ausgangsposition wurde der M. sternocleidomastoideus mit zwei Fingern palpiert. Das Drehen des Kopfes erleichterte das Auffinden des Muskels.

Die infrahyoidale und suprahyoidale Muskulatur wurde mit zwei Fingern untersucht.

Der M. digastricus venter posterior wurde dorsal unter dem Angulus mandibulae mit einem Finger getastet.

Der M. pterygoideus medialis wurde anschließend am Unterrand des waagerechten Anteils des Unterkiefers getastet. Palpiert wurde bei einer leichten Inklination des Kopfes medial des Unterkieferrands (auf der Innenseite) nach lateral.

Der M. pterygoideus lateralis wurde mit Hilfe eines Isometrietests überprüft. Die Probanden wurden gebeten, bei geringer Mundöffnung, aber außer Zahnkontakt, eine Seitwärtsbewegung des Unterkiefers durchzuführen. Nun versuchte der Behandler, den Unterkiefer wieder in seine Ausgangsposition zu schieben. Die Probanden sollten dabei versuchen, die laterotrusive Grenzbewegung beizubehalten. Ihnen wurde zudem vorab erklärt, sie sollten bei der Bewegung, die durch den Behandler ausgeführt wird, gegenhalten. Danach wurden sie befragt, ob sie eine „Mißempfindung“ oder „Schmerzen“ empfunden hatten, und wenn ja, gebeten, die Schmerzen zu lokalisieren.

Gelenkgeräusche wurden mit Hilfe eines Stethoskops überprüft. Dieses wurde auf der Haut über dem lateralen Kondylenpol plaziert. Vor einer Bewertung wurden mehrere langsame und schnelle Mundöffnungs- und Mundschlußbewegungen durchgeführt. Dabei wurde die Schalleitung von einem zum anderen Gelenk berücksichtigt. Die Gelenkgeräusche mußten bei mindestens zwei von drei aufeinanderfolgenden Öffnungs- und Schließbewegungen reproduzierbar sein. Bestehende Gelenkgeräusche wurden zum einen zwischen Reiben und Knacken, zum anderen zwischen „kurz, hart“ oder „weich“ und auch nach dem Zeitpunkt „initial“, „intermediär“ und „terminal“ unterschieden. Überprüft wurde auch, ob eine Kompression den Zeitpunkt des Geräusches verändert, das heißt, ob das Geräusch „früher“ im Zeitpunkt seines Auftretens, „nicht verändert“ oder „später“ eintrat. Hierbei wurde an den liegenden Probanden vor dem

Unterkieferwinkel im Bereich des „antegonial nodge“ mit beiden Händen Druck nach cranial ausgeübt. Unter Aufrechterhaltung dieses Drucks öffneten die Probanden erneut leicht den Mund.

Bevor die Mobilitäts- und klinischen Okklusionsbefunde erhoben wurden, mußte die Projektion der Incisalkante der Oberkiefer-Incisiven in der Mittellinie auf die Unterkiefer-Incisiven mit einem wasserfesten Stift markiert werden. Hierfür wurden die Labialflächen der unteren Incisiven mit einer Watterolle trocken gewischt und der Meßpunkt in habitueller Okklusion auf den Labialflächen der unteren Incisiven markiert. Die gemessenen Millimeterangaben erfolgten ein- oder zweiziffrig. Wenn eine Messung zwischen zwei Millimeterangaben lag, wurde der geringere Wert notiert.

Bei der Prüfung der Mundöffnungsbewegung wurden die Probanden gebeten, den Unterkiefer so weit wie möglich zu öffnen, selbst wenn dies mit Schmerzen verbunden war. Drei Öffnungsbewegungen wurden durchgeführt. In Mittelstellung wurden „leichte“ und „starke Abweichungen“ von der Mittellinie unterschieden, zusammenfassend in „Deviation“ (Abweichungen, die bei weiterer Mundöffnung wieder ausgeglichen werden) und „Deflektion“ (Seitenabweichungen, die nicht ausgeglichen werden). Die Einteilung erfolgte alle 5 mm bis zur maximalen Schneidekantendistanz. Ein Lineal, dessen Kante gleichzeitig den Nullpunkt markierte, wurde an die Incisalkante der oberen Incisiven so angelegt, daß die Mundöffnung abschätzbar wurde. Alle 5 mm wurde mit Hilfe des Lineals als Orientierung eine Abweichung des unteren markierten Punkts eingeschätzt: Abweichungen unter circa 2 mm galten als „leicht“, über circa 2 mm als „stark“.

Alle nachfolgenden metrischen Untersuchungen wurden in Millimetern gemessen. Zwischenwerte wurden auf- beziehungsweise abgerundet:

Die Messung der Schneidekantendistanz erfolgte ebenfalls mit Hilfe eines Lineals, dessen Nullpunkt an der Kante lag und an den oberen Incisiven angelegt wurde. Bei aktiv durch die Probanden maximal geöffnetem Mund (aktive Mundöffnung) wurde der Abstand zu den unteren Incisiven gemessen. Nach der Messung wurden die Probanden befragt, ob diese Messung „unangenehm“ oder gar „schmerzhaft“ war; wenn ja, wurde nach dem Ort der Mißempfindung gefragt und diese Ergebnisse notiert.

Die Messung der passiven Mundöffnung unterschied sich von der vorherigen Messung nur darin, daß bei aktiv maximal geöffnetem Mund mit der einen Hand des Be-

handlers die Mundöffnung so weit wie möglich gedehnt wurde. Auch nach dieser Messung wurde gefragt, ob die Messung „unangenehm“ oder gar „schmerzhaft“ war; wenn ja, wurde nach dem Ort der Mißempfindung gefragt und dieser notiert.

Dabei wurde zudem das „Endgefühl“ beurteilt. Dieses wurde vom Untersucher subjektiv in ein „weiches“ und ein „hartes Endgefühl“ differenziert.

Der Overjet wurde in habitueller Interkuspidation von den Labialflächen der unteren bis zu den Labialflächen der oberen Incisiven gemessen.

Der Overbite wurde am unteren Incisiven vom bereits markierten Meßpunkt bis zur Schneidekante ebenfalls gemessen.

Die Protrusion wurde gemessen, indem das Lineal waagrecht vor die Labialfläche der oberen Incisiven gehalten wurde. Der Unterkiefer sollte maximal protrudiert werden, dann wurde bis zu den Labialflächen der unteren Incisiven gemessen. Eventuelle Abweichungen wurden ebenso vermerkt wie Mißempfindungen oder Schmerzen während der Protrusion.

Um die Laterotrusionsbewegungen zu vermessen, wurden die Probanden gebeten, zunächst den Unterkiefer aktiv maximal nach lateral zu bewegen und aus dieser Position heraus den Mund bis zum ersten Zahnkontakt zu schließen. Das Lineal wurde dann mit seinem Nullpunkt mesial an der Incisalkante der mittleren oberen Incisiven angelegt und von dort bis zum unteren markierten Punkt gemessen.

Die zentrische Okklusion wurde wie folgt überprüft: Die Probanden wurden angewiesen, im Liegen die Zunge oben an den Gaumen zu legen und bis zum ersten Zahnkontakt zu schließen. Dabei wurde Okklusionsprüffolie zwischen die Zahnreihen gebracht und so die zentrischen Kontaktpunkte eingefärbt.

Ohne Okklusionsprüffolie konnte durch fortgesetztes langsames Schließen mit am Gaumen eingerollter Zunge nachfolgend abgeschätzt werden, wie weit der Weg des Unterkiefers [mm] zwischen habitueller und zentrischer Okklusion ist.

Neben sagittalen Bewegungen konnte so auch seitliches Abgleiten identifiziert werden. War ein solches Abgleiten festzustellen, so wurde die Richtung notiert.

Zur Prüfung, ob die „habituelle Okklusion stabil“ war, wurden die Probanden zunächst aufgefordert, den Mund mehrfach schnell zu schließen. Dabei wurde das Schließgeräusch überprüft: ein asynchrones Schließgeräusch indiziert einen Vorkon-

takt und/oder eine Zwangsführung. Ebenfalls kann das Nichtvorhandensein einer definierten habituellen Okklusion der Grund für ein asynchrones Schließgeräusch sein. In Zweifelsfällen wurden Patienten anschließend aufgefordert, den Mund noch einmal langsam bis zum ersten Zusammentreffen der Zähne zu schließen und dann nach einer kurzen Pause weiter zuzubeißen.

Mit Hilfe von Shimstockfolie wurde in habitueller Okklusion der Kontakt zwischen den Frontzähnen geprüft. Dabei mußten die Probanden die Shimstockfolie zwischen den Zähnen halten, während der Untersucher versuchte, sie herauszuziehen.

Mit Hilfe dieses Verfahrens wurden ebenfalls die Kontakte zwischen den Seitenzähnen kontrolliert.

Ob der Sprechabstand ausreichend war, wurde kontrolliert, indem die Probanden den Satz „Sieben Spatzen sitzen am See und spielen Skat“ aufsagten. Beim Sprechen der „S-Laute“ wurden die interokklusalen Abstände der Prämolaren überprüft und geschätzt. Ein Betrag von weniger als 1-2 mm wurde als „unzureichend“ bewertet.

Unphysiologische Okklusionskontakte wurden mit Hilfe von zwei verschiedenfarbigen Okklusionsprüffolien kontrolliert. Dabei wurden zuerst statische und dynamische Okklusionskontakte durch einfaches Zubeißen und Grenzbewegungen in die jeweilige Richtung mit der helleren Folie angefärbt. Anschließend wurden nur durch den einfachen Mundschluß in habitueller Okklusion mit der andersfarbigen (dunkleren) Prüffolie die statischen Okklusionskontakte von der neuen Farbe überdeckt und konnten so von den dynamischen (helleren) Okklusionskontakten differenziert werden. Insgesamt wurden so die habituellen, zentrischen, protrusiven und laterotrusiven Okklusionkontakte geprüft.

Abschließend wurden zwei Reaktionstests durchgeführt: der Provokationstest nach *Krogh-Poulson* [53] und der Resilienztest nach *Gerber* [25].

Das Ergebnis des Provokationstests nach *Krogh-Poulson* [53] wurde ermittelt, indem die Probanden die stärksten Facetten durch Verschieben des Unterkiefers aufgesucht hatten. In dieser exzentrischen Lage sollten die Probanden dann circa eine Minute mit maximaler Kraft pressen. Traten dabei Muskelschmerzen auf, galt der Test als positiv.

Bei dem Resilienztest nach *Gerber* [25] wurden die Probanden angewiesen, ein in einer Kieferhälfte eingebrachtes vertikales Hindernis (Zinnfolie) auf der anderen Seite

auszugleichen, so daß zwischen den Zahnreihen (auf den endständigen Molaren) ein Stück Shimstockfolie gehalten wurde. Entscheidend war die Dicke der letzten Zinnfolie, bei der das Kiefergelenk der hindernisfreien Seite durch seine Resilienz es schaffte, daß die Shimstockfolie noch zwischen den Zähnen gehalten wurde. Dieser Wert wurde in den Befundbogen eingetragen.

3.3 Statistische Auswertung

Der Vier-Felder-Test diente zur Durchführung der statistischen Auswertung. Dabei erfolgte die Überprüfung der Validität durch Berechnung der Sensitivität und Spezifität. Zur Ermittlung der diagnostischen Aussagekraft wurden die positiv und negativ prädiktiven Werte erhoben und ausgewertet. Die genaue Berechnung ist in Kapitel 4.3 dargestellt.

4 Ergebnisse

Wie eingangs bereits beschrieben, wurden insgesamt 182 Probanden untersucht.

- Davon waren 80 Patienten (64 weiblich und 16 männlich; Altersdurchschnitt 38,9 Jahre) mit Beschwerden aus der „CMD-Sprechstunde“ des Universitäts-Krankenhauses Eppendorf.
- Die restlichen 102 Probanden (56 weiblich und 46 männlich; Altersdurchschnitt 22,2 Jahre) hatten keine bekannten manifesten Funktionsstörungen und/oder anamnestisch bekannte Gelenkgeräusche. Sie litten zudem innerhalb der letzten 6 Monate nicht unter orofazialen Schmerzen, ausgenommen solchen, die nachweislich kariös-pulpitisch oder parodontal bedingt waren.

4.1 Klinische Funktionsanalyse

Die Unterscheidung zwischen „Gesunden“ und „Kranken“ erweist sich hinsichtlich der Existenz von Funktionsstörungen als schwierig, da pathophysiologisch erst die Kombination verschiedener Parameter den Ausschlag bildet und zudem der Übergang zwischen beiden Zuständen fließend ist. Die aus klinischer Sicht im Einzelfall naheliegende Orientierung am Symptom „Schmerz“ erscheint ob dessen Modulation durch weitere interne und externe Faktoren für diese Studie als nicht sicher genug und würde zudem (noch) nicht schmerzhafteste Konstellationen mit Krankheitswert ausschließen.

In Ermangelung anderer eindeutiger Unterscheidungskriterien wurden folglich die Ergebnisse der klinische Funktionsanalyse nach dem Befund-, Auswertungs- und Diagnoseschema von *Ahlers* und *Jakstat* [5, 7] herangezogen und die erhobenen Befunde nach folgendem Reglement bewertet:

- Ein hoher Life-Event-Scale allein begründete nicht die Einstufung als „krank“.
- Das gleiche galt auch für auffällige orthopädische Befunde.
- Auch auffälligen parafunktionellen Befunde allein wurde keine ausreichende Aussagekraft zuerkannt.

- Ein einzelner Palpationsbefund (Schmerz oder Mißempfindung) genügte ebenfalls nicht, um eine kranioandibuläre Dysfunktion nachzuweisen.
- Demgegenüber wurden mehrfache schmerzhaftige Palpationsbefunde als eindeutiges Krankheitsmerkmal angesehen.
- Anhand einzelner Mobilitäts- und klinischer Okklusionsbefunde konnten die Probanden nicht in „krank“ und „gesund“ differenziert werden. Ausgenommen sind die Befunde „eingeschränkte Mundöffnung“ und „Seitenzähne ohne Kontakt“.
- Das Vorliegen reproduzierbarer Gelenkgeräusche hingegen war ein Kriterium, welches die Einstufung der Probanden als „krank“ begründete.
- Auch ein positiver Provokationstest galt als Nachweis für die manifeste Erkrankung an kranioandibulären Dysfunktionen.
- Ein positives Ergebnis des Kompressionstests nach *Gerber* [25], erhoben im endständigen Molarenbereich, (beziehungsweise eine Distraction) begründete ebenfalls die Einstufung als krank, sofern mindestens eine Differenz von 0,5 erfüllt war.

Die praktische Anwendung dieser Regeln wird an Hand einiger Beispiele deutlich, in denen bei ein und derselben Situation verschiedene Parameter modifizierter wurden, was zu jeweils unterschiedlicher Einstufung jenes – fiktiven – Probanden führte. So sind in Tabelle 6 Beispiele für auffällige Befunde, die noch als „gesund“ (Spalte A) beziehungsweise „krank“ (Spalte B) gewertet wurden, vergleichend dargestellt, wobei klar wird, daß nicht nur die Einzelbefunde, sondern auch deren verschiedene Kombinationen innerhalb der Spalte A zu dem gleichen Ergebnis („gesund“) führen konnten, während in der Spalte B aufgeführte Befunde zur Einordnung der Probanden als „krank“ führten. Zur Einstufung als „krank“ genügte dabei bereits einer der in Spalte B aufgeführten Parameter. Auch Kombinationen der Befunde innerhalb der Spalte B und/oder mit Symptomen aus Spalte A führten zu dem Ergebnis, daß eine kranioandibuläre Dysfunktion vorlag.

Tab. 6: Beispiele für auffällige Befunde, die noch als „gesund“ (Spalte A) beziehungsweise „krank“ (Spalte B) gewertet wurden.

A	B
erhöhter Life-Event-Scale	Gelenkgeräusch
Orthopädische Befunde	positiver Provokationstest
Parafunktionelle Befunde	„auffälliger“ Gerber-Test
Palpationsbefunde (Mißempfindung)	Palpationsbefunde (Schmerz) in Kombination mit klinischen Okklusionsbefunden und/oder Parafunktionellen Befunden
Mobilitätsbefunde (Ausnahme: "Mundöffnungseinschränkung")	Mobilitätsbefund "Mundöffnungseinschränkung"
klinische Okklusionsbefunde (Ausnahme: "Seitenzähne außer Kontakt")	klinische Okklusionsbefunde "Seitenzähne außer Kontakt"

Die solchermaßen durchgeführte Auswertung führte zu dem Ergebnis, daß bei allen 80 Patienten der CMD-Sprechstunde die Diagnose einer kranio-mandibulären Dysfunktion bestätigt wurde.

Zudem wurde von den 102 Probanden ohne bekannte manifeste Funktionsstörungen und/oder anamnestisch bekannte Gelenkgeräusche 32 Untersuchten eine latente kranio-mandibuläre Dysfunktion nachgewiesen.

Dadurch ergab sich eine Differenzierung in 70 gesunde und 112 kranke Probanden (80 Patienten aus der Gelenkssprechstunde und 32 Kranke aus der Gruppe der 102 Probanden).

4.2 Kleine Funktionsanalyse

4.2.1 Relative Häufigkeit der einzelnen Befunde

Die genaue Betrachtung der relativen Häufigkeit der einzelnen Befunde des Screening-Verfahrens führt zu folgenden Ergebnissen:

Der Befund *asymmetrische Mundöffnung* trat in 113 Fällen ein. Es wurde zwischen „links-“ bzw. „rechtsseitiger Deflektion“ und „Deviation“, einer „s-förmigen Bewegung“ und „keiner Mundöffnungsabweichung“ differenziert.

Die häufigsten *Mundöffnungsabweichungen* waren bei den „Gesunden“ Deviationen nach rechts, gefolgt von der linken Deviation. Danach rangierten die Deflektionen (auch hier die rechte vor der linken); seltener ergaben sich s-förmige Bewegungen.

Die Überprüfung der *asymmetrischen Mundöffnungen* bei den „Kranken“ ergab eine Dominanz der Deviationen nach links gegenüber der entgegengesetzten Richtung. Es folgten die Deflektionen nach rechts und dann die nach links. Die geringste Anzahl an Befunden bildeten die s-förmigen Bewegungen (Abb. 7).

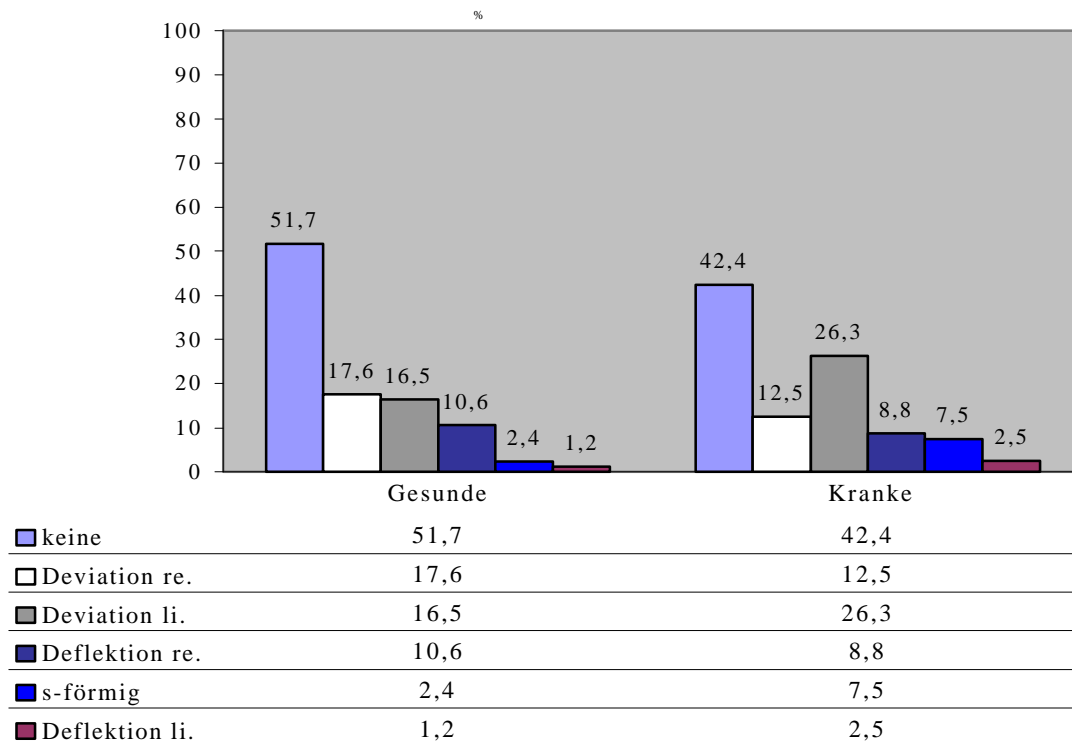


Abb. 7: Unterkieferabweichung bei der Mundöffnung in Prozent (n = 182)

Bei der Untersuchung zur Auffindung einer *ingeschränkten Mundöffnung* wurde bei den 70 Probanden eine Distanz zwischen 46 bis 50 mm und 51 bis 55 mm am häufigsten festgestellt. Das Befundspektrum ergab Werte von 40 bis 69 mm, wobei der arithmetische Mittelwert bei 51 mm lag.

In dem Intervall 46 bis 50 mm lagen die meisten Messungen bei den 80 Patienten der „CMD-Sprechstunde“. Insgesamt erstreckte sich das Spektrum von 25 bis 65 mm; der arithmetische Mittelwert lag bei 46 mm. (Abb. 8).

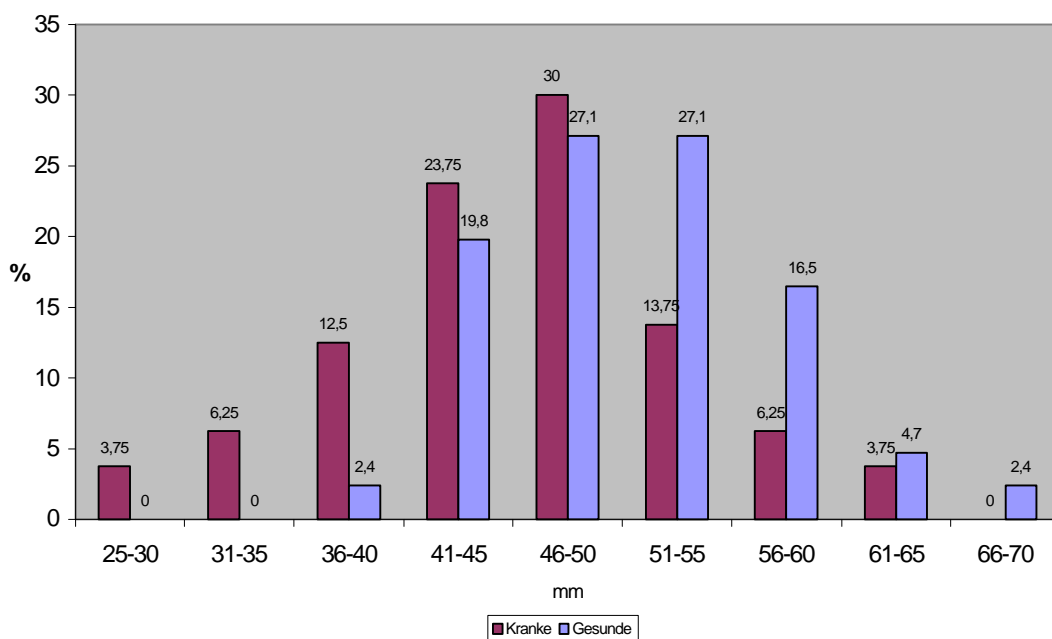


Abb. 8: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der gemessenen Schneidekantendistanzen (n= 182)

Die gesunden Probanden waren hinsichtlich *Gelenkgeräusche* symptomlos (relative Häufigkeit = 0%).

Bei den „Kranken“ trat am häufigsten im linken Kiefergelenk das initiale Knacken auf. Das intermediäre Knacken und das Reiben folgten mit gleicher Häufigkeit. Seltener war das terminale Knacken zu befunden.

Im rechten Gelenk überwog das initiale Knacken vor dem Reiben und dem terminalen Knacken. Die geringste Häufigkeit hatte das intermediäre Knacken (Tab. 7).

Tab. 7: Geräusche in den Kiefergelenken bei den „Gesunden“ ($n_1 = 0$) und „Kranken“ ($n_2 = 77$).

Gelenkgeräusche	„Gesunde“ (%)		„Kranke“ (%)	
	Links	Rechts	Links	Rechts
Kein Geräusch	100	100	81,3	86,8
initiales Knacken	0	0	5,6	4,3
intermed. Knacken	0	0	5	1,3
terminales Knacken	0	0	3,1	3,8
Reiben	0	0	5	3,8

Bei der Untersuchung nach einer *traumatischen Exzentrik* wurde festgestellt, daß bei einer Laterotrusionsbewegung nach links bei den Gesunden und den Kranken am häufigsten die Zähne 16/46 Mediotrusionskontakte aufwiesen. Die geringste Anzahl war an den Zähnen 18/48 aufzufinden.

Bei der entgegengesetzten Bewegung, also einer Laterotrusion nach rechts, dominierten bei beiden Untersuchungsgruppen bezüglich der Mediotrusionskontakte die Zähne 26/36. Die Zähne 24/34 waren bei den Gesunden und die Zähne 18/48 sowie 28/38 bei den Kranken am wenigsten betroffen (Abb. 9).

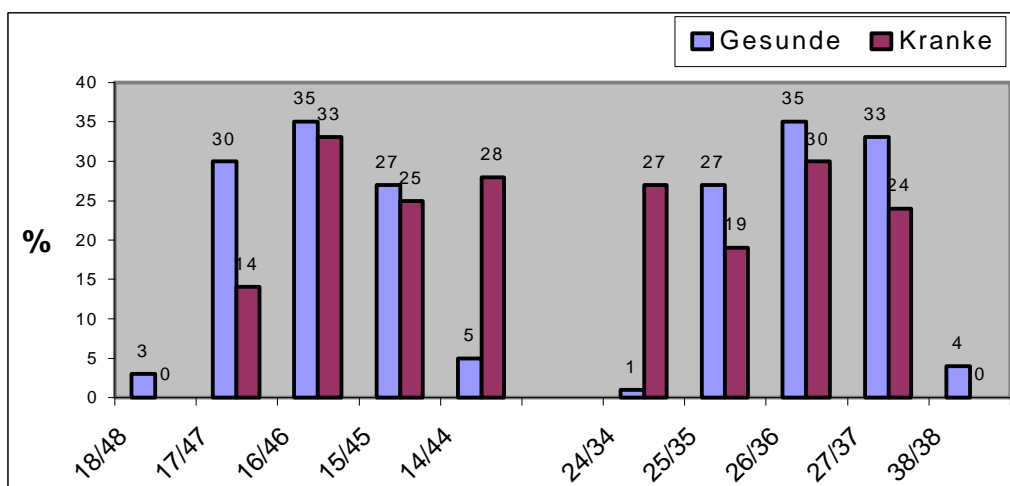


Abb. 9: Prozentuale Häufigkeit der Mediotrusionkontakte an den Zähnen der Probanden; Gesunde ($n_1 = 155$) und Kranke ($n_2 = 24$).

Bei beiden untersuchten Populationen wurden mehr Abrasionen im Front-Eckzahnbereich als im Seitenzahnbereich festgestellt. Wobei das Verhältnis bei den Gesunden deutlicher ausfiel (Tab. 8).

Tab. 8: Prozentuale Verteilung der Lokalisation der Abrasionen an den Zähnen bei den „Gesunden“ ($n_1 = 63$) und „Kranken“ ($n_2 = 218$).

Lokalisation	Abrasionen bei den „Gesunden“ (%)	Abrasionen bei den „Kranken“ (%)
Front-Eckzahnregion	86	62
Seitenzahnregion	14	38

In bezug auf die Untersuchung nach der schmerzhaften Hauptkaumuskulatur (M. masseter, M. pterygoideus medialis, M. temporalis, M. pterygoideus lateralis und M. digastricus venter posterior) wurde festgestellt, daß bei den „Gesunden“ nur der linke M. masseter schmerzhaft reagierte.

Am häufigsten palpationsempfindlich bei den „Kranken“ war auf beiden Seiten der M. temporalis. Am seltensten fiel beidseitig der M. pterygoideus med. auf (Tab. 9).

Tab. 9: Prozentuale Häufigkeit palpationsempfindlicher Hauptkaumuskeln bei „Kranken“ ($n_1 = 134$) und „Gesunden“ ($n_2 = 1$).

		Kranke	Gesunde
M. masseter (%)	links	11	100
	rechts	16	---
M. pterygoideus med. (%)	links	7	---
	rechts	13	---
M. temporalis (%)	links	12	---
	rechts	18	---
M. pterygoideus lat. (%)	links	5	---
	rechts	8	---
M. digastricus venter post. (%)	links	3	---
	rechts	7	---

Die *Okklusionsgeräusche* an sich wurden nicht spezieller differenziert. Es wurde unterschieden zwischen Vorhandensein beziehungsweise Nichtvorhandensein. Dabei konnte festgestellt werden, daß 11% der Gesunden und 51 % der kranken Probanden auffällig waren.

Eine *schmerzhafte Zentrik* war weder bei den Gesunden noch bei den Kranken zu diagnostizieren (relative Häufigkeit = 0%).

Ebenso lag die relative Häufigkeit auf der Suche nach einem *nicht ausreichenden interokklusalen Abstand* bei 0%. Keiner der 182 Probanden hatte in dieser Frage einen positiven Befund.

4.2.2 Absolute Häufigkeit der einzelnen Befunde

Bei Betrachtung der absoluten Häufigkeit der einzelnen Befunde des Screening-Tests ergaben sich folgende Ergebnisse:

Bei den 112 kranken Probanden wurde in 76 Fällen eine asymmetrische Mundöffnung nachgewiesen. An zehn Patienten konnte festgestellt werden, daß die aktive Mundöffnung eingeschränkt war. 69 Patienten hatten Gelenkgeräusche. Bei 57 Untersuchten entstanden beim Kieferschluß asynchrone okklusale Geräusche. Die exzentrische Okklusion war in 69 Fällen traumatisch. Bei 58 Patienten ergab die Palpation der Hauptkaumuskulatur einen positiven Befund. Kein Patient wies eine schmerzhafte Zentrik oder einen nicht ausreichenden Interokklusalabstand auf.

Bei den 70 „gesunden“ Probanden hatten 31 eine Mundöffnungsabweichung. In keinem Fall ergab sich ein positiver Befund bei der Untersuchung nach Knack- und/oder Reibegeräuschen im Gelenkbereich. Okklusale Geräusche wurden achtmal festgestellt. Eine traumatische Exzentrik wurde an 19 Patienten gefunden. Ein Proband reagierte schmerzhaft auf die Palpation der Hauptkaumuskulatur. Kein Proband wies eine eingeschränkte Mundöffnung auf. Die Probanden waren ebenfalls symptomfrei in bezug auf eine schmerzhafte Zentrik und einen zu geringen interokklusalen Abstand (Abb. 10).

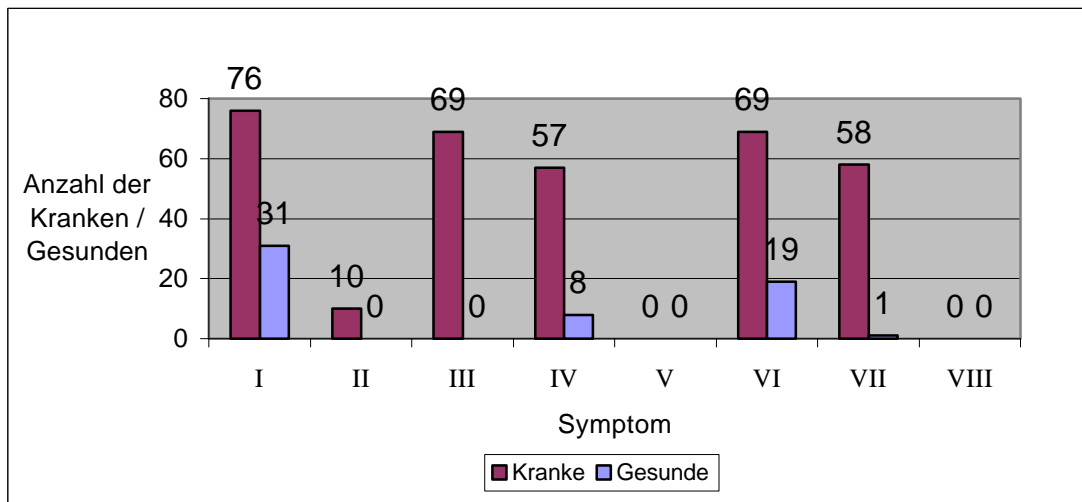


Abb. 10: Anzahl der „Gesunden“ und „Kranken“ in Zusammenhang mit dem jeweiligen Symptom: I = asymmetrische Mundöffnung, II = eingeschränkte Mundöffnung, III = Gelenkgeräusche, IV = okklusale Geräusche, V = Zentrik schmerzhaft, VI = Exzentrik traumatisch, VII = Muskelpalpation schmerzhaft, VIII = interokklusaler Abstand nicht ausreichend.

4.2.3 Summarische Kombination der Befunde

Bei der Betrachtung der Summe der Befunde des Screening-Verfahrens fällt auf, daß von den 70 diagnostisch unauffälligen Probanden 26 Probanden keinen positiven Befund hatten. An 29 Probanden konnte einer und an 15 untersuchten Personen zwei positive Befunde nachgewiesen werden. Keiner der untersuchten Probanden hatte mehr als zwei positive Befunde.

In der Untersuchung an den restlichen 112 Probanden wurde in zwei Fällen kein positiver Befund festgestellt. Sieben Patienten hatten einen und 32 Patienten hatten zwei positive Befunde. Bei 31 Patienten war der Screening-Test in drei Kriterien positiv. 26 der 112 Patienten waren bei vier Fragen des Tests auffällig. 5 positive Befunde konnten bei 13 Patienten festgestellt werden und in einem Fall trafen 6 Symptome zu. Keiner der untersuchten Patienten hatte mehr als 6 positive Befunde (Abb. 11).

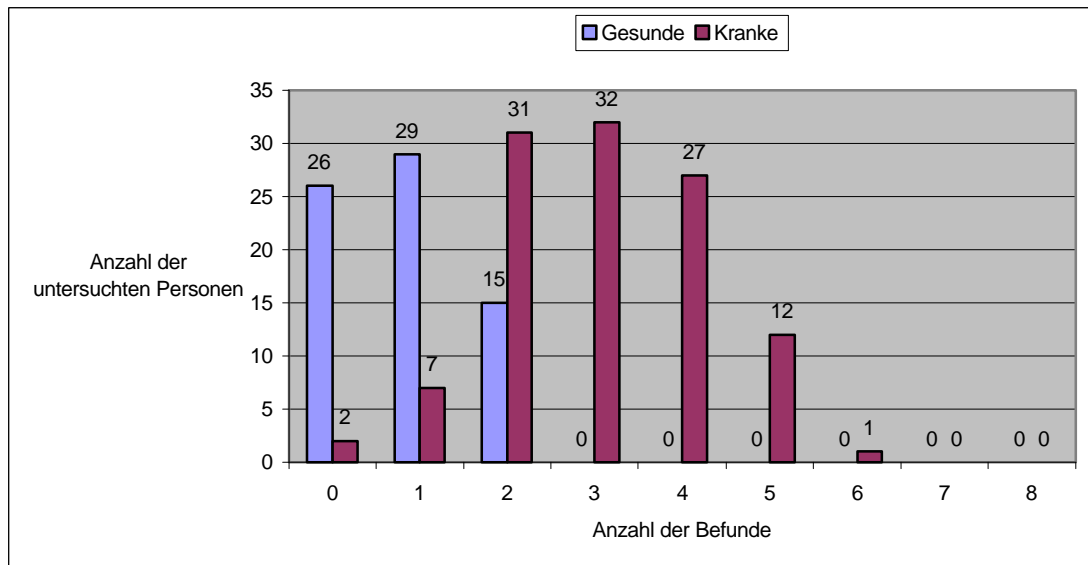


Abb. 11: Verteilung der „Gesunden“ und „Kranken“ in Abhängigkeit von der Anzahl der Befunde.

4.2.4 Streuung und Lage der Meßwertreihe

Bei Betrachtung der Streuung und Lage der Meßwertreihe (Tab. 10, Abb. 12) in bezug auf die Anzahl der Befunde fällt auf, daß das Maximum bei den Kranken sechs und bei den Gesunden zwei Symptome beträgt. Das Minimum liegt bei den gesunden und den kranken Probanden bei Null. Das erste Quartil trennt das untere Viertel von den oberen Dreiviertel der geordneten Daten ab. Es beträgt bei den Gesunden Null und bei den Kranken zwei. Das dritte Quartil trennt die unteren Dreiviertel vom oberen. Bei den gesunden Probanden beträgt es eins und bei den kranken Probanden vier. Der Median (Zentralwert, der mittlere Wert in der Rangordnung) liegt bei den gesunden untersuchten Personen bei eins und bei den kranken bei drei. Der arithmetische Mittelwert (Mean) ist bei den Gesunden 0,8 und bei den Kranken drei. Die Standardabweichung beträgt bei den gesunden 0,8 und bei den kranken Probanden 1,2.

Tab. 10: Streuung und Lage der Symptome bei gesunden und kranken Probanden

		Zustand	
		gesund	krank
Anzahl	Maximum	2	6
Symptome	3. Quartil	1	4
	Median	1	3
	1. Quartil	0	2
	Minimum	0	0
	Mean	0,8	3
	Standardabweichung	0,8	1,2

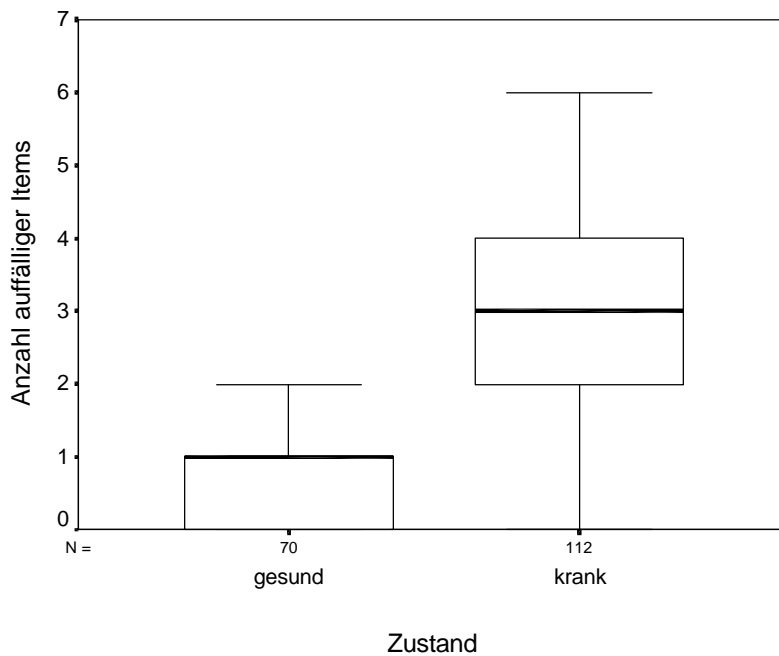


Abb. 12: Box-and-Whisker-Plot zur Veranschaulichung der Lage und Streuung der Meßwertreihe bei gesunden und kranken Probanden.

4.3 Anwendung des Vier-Felder-Tests

Durch die Anwendung des Vier-Felder-Tests ließen sich die Befunde systematisch auswerten. Mit Hilfe der in Tabelle 11 gezeigten Kreuzklassifikation wurden die Sensitivität, die Spezifität und die prädiktiven Werte ermittelt. (Abb. 13 und 14).

Tab. 11: Kreuzklassifikation des Vier-Felder-Tests

		Krank	Gesund	Insgesamt
Test	Positiv	a	b	a+b
	Negativ	c	d	c+d
Insgesamt		a+c	b+d	

$$\text{sens} = \frac{a}{a+c}$$

$$\text{spez} = \frac{d}{b+d}$$

Abb. 13: Berechnung der Sensitivität (sens), der Spezifität (spez)

$$\text{ppW} = \frac{\text{prev} * \text{sens}}{\text{prev} * \text{sens} + (1 - \text{prev}) * (1 - \text{spez})}$$

$$\text{npW} = \frac{(1 - \text{prev}) * \text{spez}}{\text{prev} * (1 - \text{sens}) + (1 - \text{prev}) * \text{spez}}$$

Abb. 14: Berechnung der positiven (ppW) und negativen (npW) prädiktiven Werte, bei einer Prävalenz (prev) von 12%, *Dworkin* [14]:

4.3.1 Sensitivität und Spezifität in Abhängigkeit von den jeweiligen Einzelbefunden

In Abhängigkeit von der Anzahl der jeweiligen Einzelbefunde ergaben sich für die Sensitivität und Spezifität die in Tabelle 12 dargestellten Ergebnisse.

Aus den Untersuchungsergebnissen folgt, daß die höchste Sensitivität bei dem Befund „asymmetrische Mundöffnung“ vorlag. Die niedrigste Sensitivität war bei den Symptomen „Zentrik schmerzhaft“ und „interokklusaler Abstand nicht ausreichend“ aufzufinden.

Bei der Berechnung der Spezifität wiesen diese beiden Symptome jedoch zusammen mit dem Befund „Mundöffnung eingeschränkt“ und „Gelenkgeräusche“ die höchsten Werte auf. Das Symptom „asymmetrische Mundöffnung“ hatte die geringste Prozentzahl.

Tab. 12: Sensitivität, Spezifität in Abhängigkeit von dem jeweiligen Einzelbefund

Befund		Kranke	Gesunde	Sensitivität (%)	Spezifität (%)
asymmetrische Mundöffnung ?	ja	76	31	67,9	55,7
	nein	36	39		
Mundöffnung eingeschränkt ?	ja	10	0	8,9	100
	nein	102	70		
Gelenkgeräusche ?	ja	69	0	61,6	100
	nein	43	70		
okklusale Geräusche ?	ja	57	8	50,9	88,6
	nein	55	62		
Zentrik schmerzhaft ?	ja	0	0	0	100
	nein	112	70		
Exzentrik traumatisch ?	ja	69	19	61,6	72,9
	nein	43	51		
Muskelpalpation schmerzhaft ?	ja	58	1	51,8	98,6
	nein	54	69		
interokklusaler Abstand nicht ausreichend ?	ja	0	0	0	100
	nein	112	85		

4.3.2 Sensitivität, Spezifität und prädiktive Werte der summarischen Kombination

Ebenfalls wurden die Sensitivität, Spezifität und zusätzlich die positiven und negativen prädiktiven Werte in Abhängigkeit von der Anzahl der Befunde berechnet (Tab. 13).

Die höchste Sensitivität und der höchste negativ prädiktive Wert lagen bei dem Schwellenwert „mindestens ein Befund“. Bei mehr als sechs Befunden wurde das Minimum erzielt.

Bei mehr als zwei Befunden wurde die maximale Spezifität und der höchste positive prädiktive Wert erzielt; die niedrigsten Werte für diese beiden Kriterien lagen bei dem Schwellenwert „mindestens ein Befund“.

Tab. 13: Sensitivität, Spezifität und prädiktive Werte in Abhängigkeit von der Anzahl der Befunde

Anzahl der Befunde	Kranke	Gesunde	Sensitivität (%)	Spezifität (%)	npW (%)	ppW (%)
0	2	26	98,2	37,1	99,3	17,5
> 0	110	44				
≤ 1	9	55	92,0	78,6	98,6	36,9
> 1	103	15				
≤ 2	41	70	63,4	100	95,2	100
> 2	71	0				
≤ 3	72	70	35,7	100	91,9	100
> 3	40	0				
≤ 4	98	70	12,5	100	89,3	100
> 4	14	0				
≤ 5	111	70	0,9	100	89,0	100
> 5	1	0				
≤ 6	112	70	0	100	88	0
> 6	0	0				
≤ 7	112	70	0	100	88	0
> 7	0	0				

5 Diskussion

Das Ziel der klinischen Untersuchung bestand darin, die Validität und die diagnostische Kraft der „kleinen Funktionsanalyse“, in Anlehnung an die Forderungen von *Krogh-Poulson* [52, 53], als Screening-Test für kranio-mandibuläre Dysfunktionen zu prüfen.

5.1 Auswertung der Sensitivität und Spezifität der jeweiligen Einzelbefunde

Levitt [58] fordert für das Screening-Verfahren zur Ermittlung von kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD) eine Sensitivität und Spezifität von jeweils mindestens 70%.

Vergleichend hierzu wird bei der Diagnose einer HIV-Infektion als erste Stufe ein Screening-Test mit einer sehr hohen Sensitivität und als zweites Verfahren ein Bestätigungstest mit einer sehr hohen Spezifität angewendet. Dabei wird angenommen, daß die HIV-Tests die für die Zulassung als Suchtest erforderliche Sensitivität von 99% und als Bestätigungstest die erforderliche Spezifität von 99% ungefähr erreichen [73]. Das bedeutet im ersten Verfahren möglichst alle Kranken zu erkennen, auf die Gefahr hin Gesunde als falsch positiv zu diagnostizieren, um im zweiten Verfahren die Diagnosen zu bestätigen oder gegebenenfalls zu korrigieren. Die Folgen des Nichterkennens einer HIV-Infektion sind ohne Zweifel eine größere Bedrohung für das eigene Leben und das Leben anderer als das Nichterkennen einer kranio-mandibulären Dysfunktion. Deshalb ist eine Sensitivität von 99% bei einem HIV-Test durchaus angebracht, und so ist es auch sicherlich vertretbar, bei einem Screening-Verfahren zur Ermittlung von kranio-mandibulären Dysfunktionen, *Levitts* [58] Forderung nach einem Mindestwert für die Spezifität und Sensitivität von „nur“ 70% zu folgen.

Bei genauer Auswertung der Sensitivität und Spezifität der jeweiligen Einzelbefunde (Abb. 15), stellte sich in bezug auf die Validität folgendes heraus:

Durch das Festlegen, welche Parameter die Probanden als „krank“ oder „gesund“ kennzeichnen (Kapitel 4.1), ergibt sich, daß die beiden Befunde „Gelenkgeräusche“ und „eingeschränkte Mundöffnung“ eine Spezifität von 100% besitzen. Das bedeutet, daß mit Hilfe dieser Kriterien (bei einer Wahrscheinlichkeit von 100%) Gesunde als

„gesund“ erkannt werden. Bei der Überprüfung dieser Symptome darf dem gesunden Probanden in keinem der beiden Fälle ein positiver Befund nachgewiesen werden, ansonsten wird er, als Folge des in Kapitel 4.1 aufgeführten Reglements, als „krank“ erkannt. Unter der Annahme einer korrekten Einteilung Kranker und Gesunder ergibt sich daraus folgendes: Sollte auch nur einer der beiden Parameter bei der Sensitivität einen Wert von 100% erreichen, so wäre es bereits ausreichend, die Patienten nur nach Vorliegen dieses Kriteriums zu untersuchen. Jedoch stellte sich heraus, daß die Fähigkeit, Kranke als „krank“ zu erkennen, bei einer *ingeschränkten Mundöffnung* (Sensitivität von 8,9%) deutlich zu gering ist, auch bei der Überprüfung von *Gelenkgeräuschen* ist die Sensitivität von 61,9% nicht ausreichend.

Das Auffinden einer *asymmetrischen Mundöffnung* hat die günstigste Vorhersage, daß Kranke auch als „krank“ diagnostiziert werden (Sensitivität von 67,9%). Demnach erfüllt dieser Wert ebenso wie seine Spezifität (55,7%) nicht die von Levitt [58] gestellten Anforderungen.

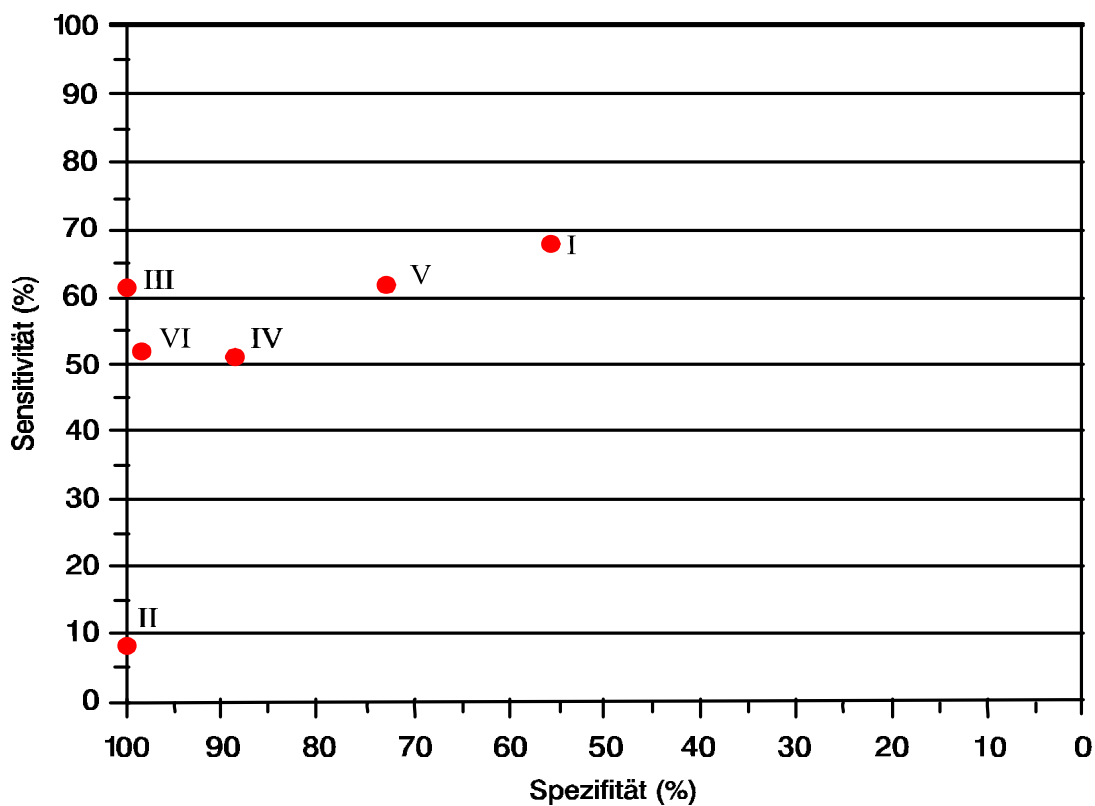


Abb. 15: Sensitivität und Spezifität von sechs Symptomen: I = asymmetrische Mundöffnung, II = eingeschränkte Mundöffnung, III = Gelenkgeräusche, IV = okklusale Geräusche, V = Exzentrik traumatisch, VI = Muskelpalpation schmerzhaft

Daraus folgt, daß jeder einzelne Befund für sich allein genommen – ausgedrückt durch Sensitivität und Spezifität – nicht ausreichend valide ist.

Ergänzend muß erwähnt werden, daß weder bei den Gesunden noch bei den Kranken eine *schmerzhafte Zentrik* oder ein *nicht ausreichender interokklusaler Abstand* diagnostiziert werden konnte. Daraus folgt, daß beide Befunde sich nicht beurteilen lassen [45].

Wie bereits eingangs in Kapitel 2.1.5 dargestellt, haben verschiedene Autoren [3, 38, 46, 55, 68, 92] aufbauend auf den Krogh-Poulson-Test variierende Kurztests vorgestellt oder eine Weiterentwicklung gefordert [48]. Alle diese Autoren haben den ursprünglichen Krogh-Poulson-Test auf die ihrer Auffassung nach wesentlichen Komponenten komprimiert. Vergleicht man ihre vorgestellten Kurztests zur Ermittlung von kranio-mandibulären Dysfunktionen, fällt auf, daß sie in der Bedeutung der Erhebung von drei Befunden übereinstimmen.

1. Die Überprüfung der *Mobilitätseinschränkung des Unterkiefers* wird von allen Autoren empfohlen, wobei *Talley* [92] als einziger den Schwerpunkt auf die Laterotrusionsbewegung und nicht auf die eingeschränkte Mundöffnung legt.
2. Auch die *Kaumuskulatur* ist von großer Bedeutung. Bis auf *Talley* [92], wird von allen Autoren geraten, sie zu untersuchen, wobei sich einige Autoren jedoch nur auf einen Muskel beschränken.
3. Sämtliche Screening-Verfahren suchen nach *Gelenkgeräuschen*.

Unter den getroffenen Untersuchungsvereinbarungen decken sich diese Empfehlungen zur Untersuchung von Patienten durch einen Screening-Test mit den Konsequenzen aus den Ergebnissen der hier vorgestellten Studie.

Wie bereits oben erläutert, sind die *eingeschränkte Mundöffnung* und die *Gelenkgeräusche* mit einer Spezifität von 100 % die sichersten Kriterien, Gesunde als „gesund“ zu erkennen. Die *schmerzhafte Muskelpalpation* erreicht ebenfalls mit einer Spezifität von 98,6% einen sehr hohen Wert.

Ergänzend zu den oberen drei Kriterien empfiehlt sich auch die Kontrolle folgender drei Befunde: Die Überprüfung von *okklusalen Geräuschen* (Spezifität von 88,6%) und die Suche nach einer *traumatischen Exzentrik* (Spezifität von 72,9%) erfüllen die Anforderungen von *Levitt* [58] in bezug auf die Spezifität. In bezug auf die Erken-

nung von Kranken als „krank“ ist, wie bereits erwähnt, der sicherste Befund die *asymmetrische Mundöffnung*.

Obwohl in der Untersuchung die beiden Befunde „Zentrik schmerzhaft“ und „interokklusaler Abstand nicht ausreichend“ nicht vorkamen, und dementsprechend nach den vorliegenden Ergebnissen nicht diskriminieren, dürfen sie auf keinen Fall vernachlässigt werden, weil besonders ein fehlender interokklusaler Abstand zu starken kranio- mandibulären Dysfunktionen führt [45].

Das unter anderem in der Problemstellung angestrebte Ziel, ein effektiveres Screening bezüglich CMD-Erkrankungen zu gewinnen, konnte nicht erreicht werden. Die Gründe dafür liegen darin, daß bei der zufälligen Auswahl der 182 Probanden zwei Befunde nicht diagnostiziert werden konnten. Das zeugt von der Multikausalität kranio- mandibulärer Dysfunktionen [45].

5.2 Auswertung der Sensitivität, Spezifität und der prädiktiven Werte der summarischen Kombination

Bei der Auswertung der Sensitivität und Spezifität ist in bezug auf die Validität folgendes zu berücksichtigen:

Bei „mindestens einem Befund“ erreicht die Sensitivität den maximalen Wert von 98,2%, aber die niedrigste Spezifität von 37,1%.

Der höchste Wert für die Spezifität (100%) liegt bei „mehr als zwei positiven Befunden“. Die Sensitivität liegt jedoch bei 63,4%.

Auch keiner dieser beiden Werte erfüllt die bereits erwähnte Forderung von *Levitt* [58] (mindestens 70%).

Um nun den geeigneten Schwellenwert zu finden, muß geklärt werden, ob das Ziel des Screening-Testes sein soll, möglichst viele Kranke auf Kosten eventuell falsch positiver Befunde (hohe Sensitivität, geringer positiv prädiktiver Wert) zu erkennen oder möglichst viele Gesunde zu diagnostizieren, auf die Gefahr hin, daß Patienten irrtümlich als gesund diagnostiziert werden (hohe Spezifität, geringer negativ prädiktiver Wert) [64, 73]. Im allgemeinen wird der Schwellenwert so gewählt, daß die Trefferquoten des Tests in der gegebenen Situation möglichst gut sind.

Am einfachsten läßt sich der Einfluß des Schwellenwertes auf die Richtigkeit des daraus abgeleiteten Befundes anhand einer ROC-Kurve (Abk. für engl. receiver operating characteristics) beurteilen (Abb. 16).

Hierzu verschiebt man den Schwellenwert von den niedrigen zu den hohen Meßwerten und berechnet die Sensitivität und die Spezifität. Dabei ist zu erkennen, daß man durch Verschieben des Schwellenwertes nicht beide Validitätsparameter gleichermaßen beeinflußt, so daß die Sensitivität sinkt und die Spezifität steigt – und umgekehrt. In einer ROC-Kurve wird dieser Zusammenhang graphisch dargestellt, indem das Wertepaar (Sensitivität, Spezifität) in ein Koordinatenkreuz aufgetragen wird (Abb. 16). Dabei befindet sich der Schnittpunkt der Koordinaten bei einer Sensitivität von 0% und einer Spezifität von 100%. Die Werte für die Spezifität in der Ordinate nehmen hierbei von links nach rechts laufend ab.

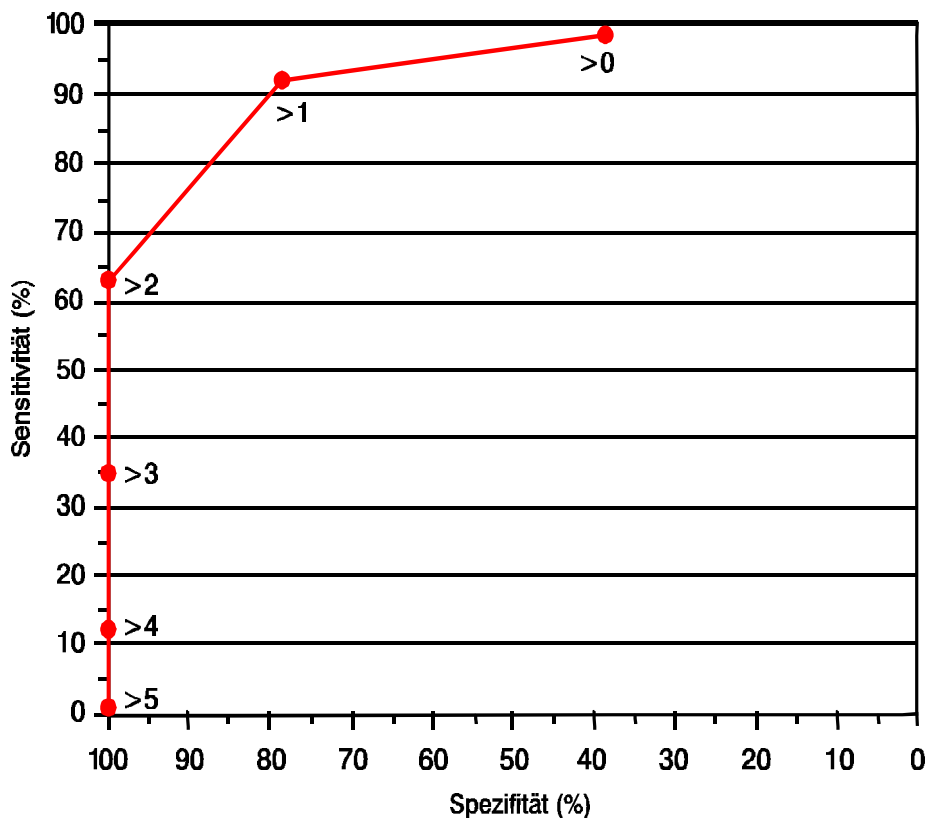


Abb. 16: ROC-Kurve der Sensitivität und Spezifität bei summarischer Kombination

Wäre der Test vollkommen trennscharf, dann gäbe es also einen Schwellenwert, der größer ist als alle Werte bei Gesunden und kleiner als alle Werte bei den Kranken. In

diesem Fall würde die ROC-Kurve eine rechteckige Form annehmen. Wären andererseits die Verteilungen der Werte bei Kranken und Gesunden die gleichen, dann ergäbe sich eine ROC-Kurve, die deckungsgleich mit der Winkelhalbierenden ist. In diesem Fall wäre bei jedem Schwellenwert Sensitivität + Spezifität = 100%, das heißt die Rate der richtigen Befunde wäre gleich der Rate der falsch positiven Befunde; der Test wäre vollkommen wertlos, weil er keinerlei Zusammenhang mit dem Krankheitsstatus aufweist. Die ROC-Kurve des Screening-Test liegt, wie die Kurve der meisten Tests, zwischen beiden Extremen. Allerdings ist zu erkennen, daß sie sich eher der rechteckigen Form als der Winkelhalbierenden annähert. Welcher Schwellenwert gewählt wird, hängt von den Implikationen ab, die falsche Befunde haben.

Folglich entspricht der Schwellenwert „mehr als ein Befund“ mit einer Sensitivität von 92,0% und Spezifität von 78,6% den Anforderung von *Levitt* [58] (mindestens 70%), und hat zudem die günstigste Vorhersage, daß Kranke als „krank“ und Gesunde als „gesund“ diagnostiziert werden.

Für Entscheidungen im Rahmen der diagnostischen Abklärung eines einzelnen Patienten sind die Güteparameter eines diagnostischen Verfahrens nicht direkt verwendbar. Sie beziehen sich auf den Krankheitsstatus, der ja in der praktisch relevanten Situation gerade unbekannt ist. Was im Einzelfall interessiert, ist eigentlich nicht, wie wahrscheinlich ein positiver Befund bei einem Kranken, sondern wie wahrscheinlich die Krankheit bei Vorliegen eines positiven Befundes (der positiv prädiktive Wert) oder die Gesundheit bei Vorliegen eines negativen Befundes (der negativ prädiktive Wert) bei einem unbekanntem Patienten ist.

Diesbezüglich hat *Levitt* [58] für das Screening-Verfahren zur Ermittlung von kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD) einen positiv und negativ prädiktiven Wert von mindestens 80% gefordert.

Bei „mindestens einem Befund“ erreichte der negativ prädiktive Werte (npW) den maximalen Wert von 99,3%, aber den niedrigsten positiv prädiktiven Wert (ppW) von 17,5%.

Der Schwellenwert „mehr als ein Befund“, mit der günstigsten Vorhersage, daß Kranke als „krank“ und Gesunde als „gesund“ diagnostiziert werden, hat einen npW von 98,6%, aber nur einen ppW von 36,9%. Somit erfüllt dieser Schwellenwert die Forde-

rung von *Levitt* [58] in bezug auf die Validität (siehe oben), aber nicht bezüglich der diagnostischen Aussagekraft, da der ppW keine 80% erreicht.

Gegensätzliche Verhältnisse liegen bei dem Schwellenwert „mehr als zwei positive Befunde“ vor. Mit einem positiv prädiktiven Wert von 100% und einem negativ prädiktiven Wert von 95,2% wird *Levitts* Forderung [58] hinsichtlich der diagnostischen Aussagekraft zwar erfüllt, aber wie bereits oben erläutert, erreicht er mit einer Sensitivität von 63,4% nicht die Anforderung [58] an die Validität (mindestens 70%).

Hierbei muß erwähnt werden, daß die Beurteilung des Testes nach den prädiktiven Werten von der epidemiologischen Häufigkeit der Erkrankung abhängt [64, 73]. Bei genauer Betrachtung der Berechnung (Kapitel 4.3) fällt auf, daß die diagnostische Aussagekraft sich in direkter Korrelation zur Prävalenz befindet. *Dworkin* [14] hat in seiner epidemiologischen Studie in bezug auf kranio-mandibuläre Dysfunktionen eine Prävalenz von 12% festgestellt. Die tatsächliche Prävalenz hängt jedoch von der Praxis beziehungsweise Klinik selbst ab [64, 73]. So ist anzunehmen, daß in einer Klinik oder in einer Praxis, die den Ruf genießt, sich intensiver kranio-mandibulären Dysfunktionen zu widmen, die Prävalenz höher ist, als in einer „normalen“ Zahnarztpraxis [64, 73].

Dennoch wurde die Berechnung der prädiktiven Werte nicht mit der tatsächlich im Probandengut vorhandenen Prävalenz (62%) ermittelt. Da explizit kranke Patienten als Vergleichsgruppe zu den gesunden Probanden innerhalb der Studie ausgewählt wurden, ist dadurch die Prävalenz stark erhöht. Daraus resultiert ein Verzerrten der prädiktiven Werte. Bezüglich des positiv prädiktiven Wertes würde ein besseres und hinsichtlich des negativ prädiktiven Wertes ein schlechteres Ergebnis vorgetäuscht werden (siehe Tab. 14).

Daher wurde, um die prädiktiven Werte realistisch anwendbar zu errechnen, die von *Dworkin* [14] angegebene und von *Waenmann* [97] bestätigte Prävalenz gewählt.

Als Vergleich wurde zu den bereits berechneten prädiktiven Werten des Schwellenwertes „mehr als ein Befund“ (bei einer Prävalenz von 12%) eine erneute Berechnung mit verschiedenen Prävalenzen (Tab. 14) durchgeführt.

Tab. 14: Einfluß der verschiedenen Prävalenzen auf die prädiktiven Werte bei einem Schwellenwert von „mehr als einem Befund“

Prävalenz (%)	npW (%)	ppW(%)
12	98,6	36,9
20	97,5	51,8
30	90,8	64,8
40	95,8	74,1
50	93,6	81,1
62	86,7	85,1

Wie sich aus Tabelle 14 erkennen läßt, liegen bei der hier gegebenen Prävalenz von 62% beide prädiktiven Werte weit über 80% und würden somit *Levitts* Forderung [58] bezüglich der diagnostischen Aussagekraft erfüllen.

Das Ziel dieser Untersuchung war es jedoch, valide Grundlagen für die Bewertung der diagnostischen Aussagekraft des CMD-Kurzbefundes als Screening-Verfahren für die „Normalbevölkerung“ zu erarbeiten. In der Regel kennen Zahnärzte die Prävalenz kranio-mandibulärer Dysfunktionen in genau ihrer Patientenschaft nicht vorab. Schon von daher erscheint es somit eher angebracht, die Schlußfolgerungen aus den Untersuchungen auf der Basis der von *Dworkin* [14] ermittelte durchschnittlichen Prävalenz (12%) zu wählen. Da die zuvor aufgestellten Berechnungen zeigen, daß insbesondere der positiv prädiktive Wert unter den Bedingungen jener durchschnittlichen Prävalenz deutlich ungünstiger ausfällt, ist für die Übertragung in die zahnärztliche Praxis zur Sicherheit von diesen Werten auszugehen.

5.3 Auswertung der kleinen Funktionsanalyse

Aus dem vorangehenden Kapitel 5.2 ergibt sich, daß beim Fehlen gesicherter Angaben zur individuellen Prävalenz von CMD von einer „durchschnittlichen“ Patientenklientel auszugehen ist. Bezogen auf diese sollten zur Auswertung des Kurzbefundes und somit der Entscheidung, ob weitere funktionsanalytische Maßnahmen indiziert sind, folgende Kriterien Berücksichtigung finden:

1. Die Auswertung des Screening-Tests allein auf Grundlage von Einzelbefunden liefert kein ausreichend valides Ergebnis.
2. Im Gegensatz dazu liefert die Auswertung summarischer Kombinationen bei mehr als einem positiven Befund eine hohe Sensitivität, aber nur eine mittlere Spezifität. Diese Wertekonstellation erlaubt – bei einer Prävalenz von 12% – eine sichere Identifikation Gesunder (npW von 98,6%), führt aber zu einem erheblichen Anteil überflüssiger Folgediagnostik (ppW von 36,9%).
3. Bei mehr als zwei positiven Befunden wird der Anteil fälschlicherweise als krank eingestuft Patienten minimiert (ppW von 100%).

Im Falle derartig positiver Befunde ist vor Einleitung weiterer restaurativer Behandlungen regelmäßig deren weitere Abklärung indiziert. Hierfür sollte dabei zunächst eine vollständige klinische Funktionsanalyse erfolgen [5, 7], an die sich – je nach Ergebnis – weitere instrumentelle oder andere konsiliarische Untersuchungen anschließen können [22].

6 Zusammenfassung

Das Ziel der vorstehend beschriebenen klinischen Untersuchung bestand darin, die Validität und die diagnostische Kraft der „kleinen Funktionsanalyse“ nach *Krogh-Poulson* [3], als Screening-Test für kranio-mandibuläre Dysfunktionen (CMD) zu prüfen.

In der vorliegenden Arbeit wurde systematisch an einer Gruppe von 182 Probanden (102 Probanden ohne bekannte manifeste Funktionsstörungen und 80 Patienten mit Beschwerden aus der „CMD-Sprechstunde“) untersucht, ob sie in bezug auf die Behandlungsnotwendigkeit zu den gleichen Ergebnissen führt, wie die formalisierte Funktionsanalyse von *Ahlers* und *Jakstat* [5, 7].

Aus dem Vergleich der Ergebnisse beider Testverfahren und beider Gruppen wurde die Sensitivität und Spezifität zur Beschreibung der Validität und die prädiktiven Werte zur Beschreibung der diagnostischen Aussagekraft der „kleinen Funktionsanalyse“ berechnet.

Bei der Auswertung des Screening-Tests sollte folgendes berücksichtigt werden:

Die Einzelbefunde der „kleinen Funktionsanalyse“ sind – ausgedrückt durch Sensitivität und Spezifität – nicht ausreichend valide.

Die Auswertung summarischer Kombinationen liefert bei mehr als einem positiven Befund eine hohe Sensitivität, aber nur eine mittlere Spezifität. Diese Wertekonstellation erlaubt – bei einer Prävalenz von 12% - eine sichere Identifikation Gesunder, führt aber zu einem erheblichen Anteil überflüssiger Folgediagnostik.

Bei mehr als zwei positiven Befunden wird der Anteil fälschlicherweise als krank eingestuft Patienten minimiert.

7 Literaturverzeichnis

1. Abdel-Hakim A.M.: Stomatognathic dysfunction in the western desert of Egypt: An epidemiological study. *J Oral Rehabil* 10, 461-466 (1983).
2. Agerberg G., Carlsson G.E.: Functional disorders of the masticatory system, distribution of symptoms according to age and sex as judged from investigation by questionnaire. *Acta Odontol Scand* 30, 597-613 (1972).
3. Ahlers M.O.: Restaurative Zahnheilkunde mit dem Artex-System. 2. Auflage, dentaConcept, Hamburg 1998.
4. Ahlers M.O., Jakstat H.A.: Persönliche Mitteilungen. Hamburg, Nov. 1997.
5. Ahlers M.O., Jakstat H.A.: Formblätter zur Dokumentation und Auswertung der klinischen Funktionsanalyse. <http://www.dentaconcept.de> (1999).
6. Ahlers M.O., Jakstat H.A.: Befundhebung des stomatognathen Systems mit Screening-Tests zur Entscheidung über die Einbeziehung anderer Fachärzte in die Behandlung orofazialer Schmerzen. Kongreßband zur 7. Jahrestagung 1999 des Interdisziplinärer Arbeitskreises Zahnärztliche Anästhesie (IAZA) der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund und Kieferheilkunde (DGZMK). Schlütersche Verlangsanstalt, Hannover (im Druck).
7. Ahlers M.O., Jakstat H.A.: Klinische Funktionsanalyse. dentaConcept, Hamburg (im Druck).
8. Bergholz P.: Zur Untersucherübereinstimmung bei der klinischen Funktionsanalyse nach Krogh-Poulson. *Dtsch Zahnärztl Z* 40, 182-185 (1985).
9. Behr M., Schmidt H.: Vergleich von klinischer Schmerzsymptomatik des Kiefergelenks und MRT-Diagnostik. *Dtsch Zahnärztl Z* 51, 416-419 (1996).
10. Bumann A., Lotzmann U.: Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien. Thieme Verlag, Stuttgart 1999.
11. Chao W.K.: Schmerzhaftige Funktionsstörungen und Akupunktur. *Phillip J* 6 295-297 (1994).
12. Costen J.B.: Syndrome of ear and sinus symptoms dependent upon disturbed function of the temporomandibular joint. *Am Otol Rhin* 43,1-15 (1934).
13. Dawson P.: Evaluation, Diagnosis and Treatment of Occlusal Problems. C.V. Mosby Co., St. Louis, 48-70 (1974).

14. Dworkin S.F., Huggins K.H., LeResche L.: Epidemiology of signs and symptoms in temporomandibular disorders: clinical signs in cases and controls. *J Am Dent Assoc*, 120, 3, 273-281 (1990).
15. Dworkin S.F., LeResche L.: Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. *J Craniomandib Disord* 6, 327-345 (1992).
16. Engelhardt J.P.: Der klinische Funktionsstatus. *Zahnärztl Mitt* 75, 420-424 (1985).
17. Engelhardt J.P.: Die instrumentelle Funktionsanalyse im Behandlungskonzept der täglichen Praxis. *Dtsch Zahnärztl Z* 48, 287-292 (1993).
18. Engelhardt J.P.: Die temporäre Versorgung im funktionsgestörten Kauorgan. *Dtsch Zahnärztl Z* 49, 230-234 (1994).
19. Farman A.G., Esposito C.J., Veal S.J.: Myofascial pain/dysfunction syndrome; Analysis of 164 cases. *Quintessence Int* 2154, 1279-1286 (1982).
20. Frahn G.: Aktuelle Aspekte zur Therapie von kranio-mandibulären Dysfunktionen. *ZMK* 7-8, 32-35 (1998).
21. Freesmeyer W.B.: Zahnärztliche Funktionstherapie. Hanser, München (1993).
22. Freesmeyer W.B., Koeck B., Reiber Th.: Aktuelle Stellungnahme der DGZMK: „Funktionsanalytische Maßnahmen“. <http://www.dgzmk.de/stellung/9805.htm> (1998).
23. Gelb H., Calderone J.P., Gross S.M.: The role of the dentist and the orolaryngologist in evaluating temporomandibular joint syndromes. *J Prosthet Dent* 18, 497-503 (1967).
24. Gelb H., Bernstein I.: Clinical evaluation of two hundred patients with temporomandibular joint syndromes. *J Prosth Dent* 49, 234-243 (1983).
25. Gerber A.: Logik und Mystik der Kiefergelenksbeschwerden I + II. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 74, 8-14 (1964).
26. Gernet W.: Untersuchung über die klinische Funktionsanalyse im stomatognathen System, *Dtsch Zahnärztl Z* 37. 348-352 (1972).
27. Gernet W.: Symptomatik und Diagnostik von Kiefergelenkserkrankung. *ZWR* 93, 806-811 (1984).
28. Goulet J.P., Clark G.T.: Clinical TMJ Examination Methods, *CDA J*, 25-33 (1990).
29. Graber G.: Psychische Einflüsse auf die Funktion des Kausystems. *Dtsch Zahnärztl Z* 47, 155-156 (1992).

30. Hahn W.: Auch die Psyche ist beteiligt. Zahnärztl Mitt 69, 955-960 (1979).
31. Hansson T.: Temporomandibular joint changes occurrence and development. Thesis, Lund 1977.
32. Hansson T., Nilner M.: A study of occurrence of symptoms of diseases of the temporomandibular joint masticatory musculature and related structures. J Oral Rehab 2, 313-318 (1975).
33. Helkimo M.: Studies on function and dysfunction of the masticatory system. An epidemiological investigation of symptoms of dysfunction in Lapps in the north of Finland. Proc Finn Dent J 70, 37-54 (1974).
34. Helkimo M.: Studies on function and dysfunction of the masticatory system II. Index for anamnestic and clinical dysfunction and occlusal state. Swed Dent J 67, 101-121 (1974).
35. Holmes T.H., Rahe R.H.: The Social Readjustment Rating Scale. J Psychosom Res 11, 213-223 (1967).
36. Hugger A.: Zur Auswertung sagittaler Kernspintomogramme des Kiefergelenkes. Dtsch Zahnärztl Z 48, 37-44 (1993).
37. Hupfauf L.: Symptomatik und Genese chronischer Kiefergelenkerkrankungen. Dtsch Zahnärztl Z 18, 225-235 (1963).
38. Hupfauf L.: Klinische Funktionsdiagnostik als Suchverfahren. Zahnärztl Mitt 13, 701-705 (1978).
39. Jäger K., Graber G., Humar U.: Die Therapie der dysfunktionellen Erkrankungen des Kausystems. Dtsch Zahnärztl Z 45, 9-13 (1990).
40. Jäger K.: Streßbedingte Kaufunktionsstörung. Quintessenz Verlag, Berlin 1997.
41. John M.: Ätiopathogenese von funktionellen Kiefergelenkerkrankungen unter besonderer Berücksichtigung der Okklusion. Dtsch Zahnärztl Z 51, 441-447 (1996).
42. John M.: Okklusale Faktoren bei Patienten mit kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD) und symptomfreien Probanden. Dtsch Zahnärztl Z 53, 670-673 (1998).
43. John M.: Prävalenz von kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD). Dtsch Zahnärztl Z 54, 302-309 (1999).
44. John M.: Mehrdimensionaler Therapieerfolg für schmerzhafte kranio-mandibuläre Dysfunktionen. Dtsch Zahnärztl Z 54, 391-395 (1999).
45. Jüde H.D.: Persönliche Mitteilungen. Hamburg, Juli 2000.

46. Jüde H.D., Kühl W., Roßbach A.: Einführung in die zahnärztliche Prothetik. Deutscher Ärzte Verlag, Köln 1997.
47. Keil B., Keil H.: Zu zahnärztlichen Funktionsstörungen mit Kopfschmerzen und funktionellen Störungen der Halswirbelsäule. Dtsch Stomatol 41, 249-253 (1991).
48. Kerschbaum T., Voß S.: Statistische Überlegung zur Bewertung der klinischen Funktionsanalyse nach Krogh-Poulson. Dtsch Zahnärztl Z 33, 439-445 (1978).
49. Kirveskari P., Alanen P., Karskela V., Kaitaniemi P., Holtari M., Virtanen T., Laine M.: Association of functional state of stomatognathic system with mobility of cervical spine and neck muscle tenderness. Acta Odontol Scand 46, 281-283 (1988).
50. Klett R.: Elektronische Registrierverfahren für die Kiefergelenkdiagnostik. Dtsch Zahnärztl Z 37, 991-994 (1982).
51. Kopp S., Plato G., Bumann A.: Die Bedeutung der oberen Kopfgelenke bei der Ätiologie von Schmerzen im Kopf-, Hals-, Nackenbereich. Dtsch Zahnärztl Z 44, 966-971 (1989).
52. Krogh-Poulson W.: Die Bewegungsanalyse. Dtsch Zahnärztl Z 21, 877-880 (1966).
53. Krogh-Poulson W.: Zusammenhänge zwischen Lokalisation von Abrasionsfacetten und Schmerzen in der Kaumuskulatur und deren Bedeutung für Diagnostik und Behandlung. Österr Z Stomatol 64, 402-404 (1967).
54. de Laat A., Meulemann H., Stevens A., Verbeke G.: Correlation between cervical spine and temporomandibular disorders. Clin Oral Invest 2, 54-60 (1998).
55. Lague G.D.: The five minute TMJ screening exam. Oral health 78/1, 23-27 (1988).
56. Lamprecht F., Demel H.J., Riehl A.: Psychosomatische Befunde bei orofacialem Schmerzdisfunktionssyndrom. Zeitschrift für Psychosomatische Medizin und Psychoanalyse 32, 382-390 (1986).
57. Lee R.I.: Jaw movements engraved in solid plastic for articular controls. J Prosthet Dent 22, 209-212 (1969).
58. Levitt M.D.: Appropriate Use of Predictive Values in Clinical Decision Making and Evaluating Diagnostic Tests for TMD. J Orofacial Pain 8, 298-306 (1994).

59. Lochmiller W., Bumann A., Groot Landeweer G.: Zur Wertigkeit der elektronischen Axiographie in der klinischen Funktionsdiagnostik. Fortschr Kieferorthop 52, 268-276 (1991).
60. Luce C.E.: The movements of lower jaw. Bosten Med Surg J 121, 8-11 (1889).
61. Lückerath W.: Neue Wege in der Funktionsdiagnostik. ZWR 96, 8, 714-716 (1987).
62. Lückerath W., Leiendecker U., Krahe Th., Gieseke J., Dewes W.: Zur Diagnostik funktioneller Störungen des Kiefergelenkes. Dtsch Zahnärztl Z 43, 11, Spec.No. 71-78 (1988).
63. Lückerath W.: Vergleich der mechanischen und der dreidimensionalen elektrischen Axiographie. Dtsch Zahnärztl Z 44, 754-757 (1989).
64. Lund J.P., Widmer C.G., Feine J.S.: Validity of Diagnostic and Monitoring Tests Used for Temporomandibular Disorders. J Dent Res 74, 1133-1343 (1995).
65. Mastrocola R., Gross A., Hall R.E.: Atypical facial pain of psychogenic origin. Gen Dent 35, 207-212 (1987).
66. Melzack R., Stillwell M.D., Fox J.E.: Trigger points and acupuncture points for pain correlations and implications. Pain 3, 1-15 (1979).
67. Meyer G., Dal Ri H.: Dreidimensionale elektronische Messung der Bewegung der Scharnierachse des Unterkiefers. Dtsch Zahnärztl. Z 40, 881-893 (1985).
68. Nelson S.J.: A TMJ dysfunction screening index for general practioners. J. of Michigan Dental Association 71, 136-139 (1989).
69. Nolten G.: Klinische Funktionsanalyse. ZWR 97, 7, 592-597 (1988).
70. Permann R., Wieselmann G., Baschko O., Haas W., Moser F.: Okklusionsstörungen als Ursache von Dysfunktionen im Kiefergelenk und Kaumuskulatur sowie Schmerzen im Kiefer- und Gesichtsbereich. ZWR 96, 10, 923-928 (1987).
71. Peroz I.: Differenzierung temporomandibulärer Funktionsstörungen anhand anamnestischer und klinischer Befunde. Dtsch Zahnärztl Z 52, 299-304 (1997).
72. Peroz I.: Kranio-mandibuläre Funktionsstörungen und Hals-Nasen-Ohren-Symptome. ZMK 1-2, 21-26 (1998).
73. Pichlmeier U.: Persönliche Mitteilungen. Hamburg, Nov. 1999.

74. Ramfjord S.P., Ash M.jr.: Physiologie und Therapie der Okklusion. Quintessenz, Berlin 1968
75. Reiber Th., Weimer H.G., Behneke N., Bettendorf A., Fuhr K., Lixfeld-König M., Schmidt K.: Computertomographische Befunde der Kiefergelenke im Vergleich mit Befunden der klinisch und instrumentellen Funktionsanalyse. Z Stomatol 86, 2, 71-80, (1989).
76. Sassen H., Zeisler J., Windecker D.: Zur Notwendigkeit klinischer Funktionsdiagnostik. Dtsch Zahnärztl Z 40, 177-181 (1985).
77. Schröder H., Siegmund H., Kluge A.: Das Kiefergelenk-Schmerz-Dysfunktionssyndrom – eine experimentelle Studie. Z Ärztl Fortbild 85, 1-2, 61-74 (1991).
78. Schimek J.J., Mohr U.: Die Bedeutung der manuellen Therapie bei der Behandlung von chronischen Kopfschmerzzuständen. Man Med 2, 41-49 (1984).
79. Schimek J.J.: Myofazialer Schmerz als Leitsymptom des Kiefergelenks – Dysfunktions-Schmerzsyndrom – eine klinisch experimentelle Studie. Schweiz Monatsschr Zahnmed 94, 5, 801-811 (1984).
80. Schulenburg E., Sümig W., Schwahn B.: Parafunktionen als ätiologischer Faktor kranio-mandibulärer Dysfunktionen. Dtsch Zahnärztl Z 52, 620-629 (1997).
81. Schulte W.: Anlage und Gebrauch des Diagnose- und Therapieschemas bei Myoarthropathien des Kauorgans. Dtsch Zahnärztl Z 25, 437-485 (1970).
82. Schulte W.: Gezielte Funktionsanalyse und Physiotherapie, Erfahrungen bei 442 Patienten mit Myoarthropathien. Dtsch Zahnärztl Z 27, 779-795 (1972).
83. Schulte W.: Myoarthropathien: Epidemiologische Gesichtspunkte, analytische und therapeutische Ergebnisse. Dtsch Zahnärztl Z 36, 343-353 (1981).
84. Schulte W.: Was leistet die klinische Funktionsdiagnostik?. Dtsch Zahnärztl Z 40, 156-160 (1985).
85. Schulte W.: Kiefergelenkerkrankungen und Funktionsstörungen. In: Schwenzer N., Grimm G. (Hrsg.): Spezielle Chirurgie Band 2, Thieme Stuttgart 1990, S. 140-220.
86. Schwartz L.L., Cobin H.P.: Symptoms associated with the temporomandibular joint. Oral Surg Oral Med 10, 339-342 (1957).
87. Seedorf H.: Zusammenhänge zwischen Wirbelsäulen-Funktion, Beckenschiefstand und kranio-mandibulärer Dysfunktion. Dtsch Zahnärztl Z 54, 700-703 (1999).

88. Slavicek R., Mack H.: Der Axiograph. Inf Orthod Kieferorthop 14, 53-61 (1982).
89. Siebert G.: Zahnärztliche Funktionsdiagnostik. Carl Hanser, München 1984.
90. Siebert G.: Gesichts- und Kopfschmerzen. Carl Hanser, München 1992.
91. Steinhardt G.: Untersuchungen über die Beanspruchung der Kiefergelenke und ihre gewebliche Folgen. Thieme Verlag, Stuttgart 1934.
92. Talley R.L.: TMJ screening for orthodontics. J Okla Dent Assoc 80, 4, 39-42 (1990).
93. Travell J.: Temporomandibular joint pain referred from muscles of the head and neck. J Prosthet Dent 4, 745-763 (1960).
94. Travell J.: Mechanical headache. Headache 7, 23-32 (1967).
95. Travell J., Rinzler S.H.: The myofascial genesis of pain. Postgr. Med. 11, 425-437 (1952).
96. Travell J.G., Simons D.G: Myofascial pain and dysfunction. The trigger point manual. Williams and Wilkins, Baltimore/ London 1983.
97. Waenman A.: Longitudinal course of symptoms of craniomandibular disorders in men and women. A 10 –year follup-up study of an epidemiologic sample. Acta Odontol Scand 54, 337-342 (1996).
98. Weisskircher H.W.: Myofasziale Schmerzen und die Behandlung der Triggerpunkte. Zahnärztl Mitt 8, 36-40 (1999).
99. Wörstmann B., Wegener H., Cousin J.: Zur Meßgenauigkeit elektronischer Registriersysteme. Dtsch Zahnärztl Z 50, 544-546 (1995).
100. Zietz F.: Statistik über Symptome der sogenannten Kiefergelenkerkrankungen bei 1240 Patienten einer zahnärztlichen Landpraxis mit besonderer Bezugnahme auf Knacken und Reiben der Kiefergelenke. Med. Diss. Erlangen-Nürnberg 1968.
101. Zimmer B.: Axiographie - Möglichkeiten und Grenzen des Verfahrens. Dtsch Zahnärztl Z 48, 33-38 (1993).

Danksagung

Für die Überlassung und Umsetzung des Themas gilt mein besonderer Dank Frau Prof. Dr. U. Platzer und Herrn Prof. Dr. H. D. Jüde.

Besonders danke ich natürlich auch allen Probanden, die an der Studie teilgenommen haben; speziell meinen ehemaligen Mitstreitern des makroskopischen Anatomiekursus (Humanmedizin) des Wintersemesters 1997/98.

Frau Berit Nitsche hat mir bei der Organisation für die Durchführung der Versuche sehr geholfen. Auch Herrn Malte Stroink möchte ich in diesem Zusammenhang, und zum anderen für seine Unterstützung bei der Literaturrecherche, herzlich danken.

Herr Sascha du Carrois unterstützte mich bei der Auswertung der Versuchsergebnisse. Herr Roger Weigandt hatte bei der Erstellung der dazugehörigen Grafiken maßgeblichen Anteil.

Frau Susanne Betz gebührt mein herzlichster Dank für das aufmerksame Korrektur lesen.

Herrn Dr. H. Seedorf möchte ich aufgrund seiner Hilfsbereitschaft und der raschen Bearbeitung beziehungsweise Korrektur der Arbeit erwähnen.

Ohne die Freiheiten, die mir während der Arbeitszeit von Herrn Dr. E. H. Kampf und Herrn Dr. B. G. Evers gewährt wurden, wäre die Dissertation kaum zu bewältigen gewesen.

Die Arbeit in der vorliegenden Form zu erstellen, war jedoch erst durch die unermüdliche Unterstützung von Herrn Dr. M. O. Ahlers möglich.

Nicht nur dafür gebührt ihm mein ganz herzlichster Dank !!!

Lebenslauf

Geburtsdatum : 9. Januar 1972

Geburtsort : Würzburg

Vater : Dr. med. Ahmad-Ali Maghsudi

Mutter : Aschraf Maghsudi, geb. Hosseinian

Geschwister : Maryam Maghsudi
PD Dr. med. Mohammad Maghsudi
Dr. med. Modjgan Maghsudi

Nov. 1972 Umzug nach Hildesheim

1978 - 1991 Schulzeit in Hildesheim

Mai 1991 Einbürgerung, Annahme der deutschen Staatsbürgerschaft

Juni 1991 Abitur am Scharnhorstgymnasium, Hildesheim

Juni 1991 Zahnärztliche Hilfskraft im Dentallabor Deneke in Hildesheim

Okt. 1991 Zahnmedizinstudium an der Universität Hamburg

Okt. 1992 Vorphysikum

Okt. 1994 Physikum

Aug. 1997 Staatsexamen und Approbation

Okt. 1997 Promotionsstudium, Hamburg

April 1998 Beginn der Assistentenzeit in Hildesheim

seit Juni 2000 Niedergelassen in Gemeinschaftspraxis mit Dr. E. H. Kampf und Dr. B. G. Evers in Hildesheim

Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, daß ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfaßt, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommen Stellen nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe, und daß ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.