



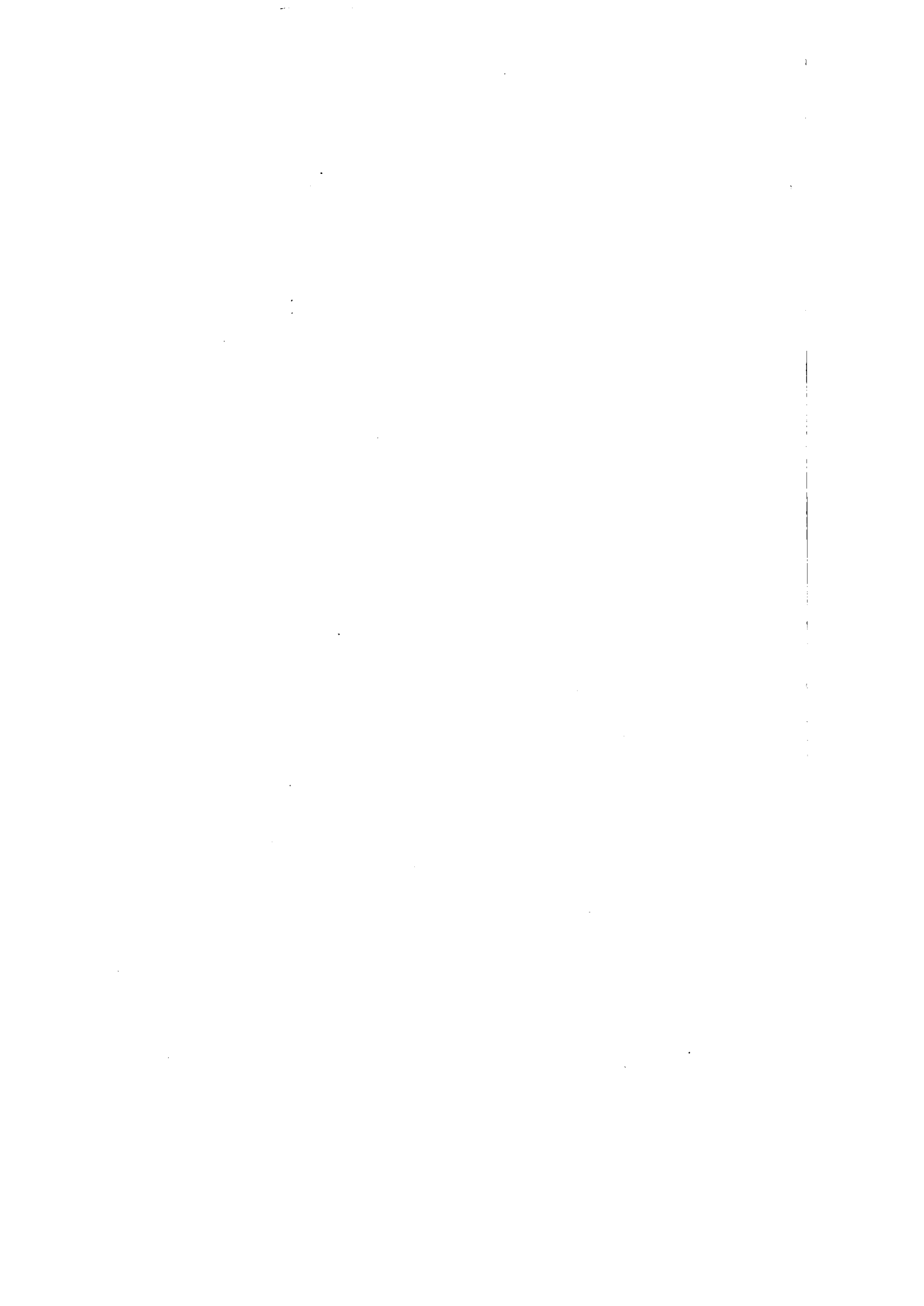
INSTITUT DER DEUTSCHEN ZAHNÄRZTE

W. Rohmert/J. Mainzer/P. Zipp

Der Zahnarzt im Blickfeld der Ergonomie

Eine Analyse zahnärztlicher
Arbeitshaltungen

Materialienreihe
Band 4



**Der Zahnarzt
im Blickfeld der
Ergonomie**

Materialienreihe
Band 4



W. Rohmert/J. Mainzer/P. Zipp
unter Mitarbeit von W. Neuhauser

Der Zahnarzt im Blickfeld der Ergonomie

Eine Analyse zahnärztlicher
Arbeitshaltungen

2. unveränderte Auflage

Herausgeber:

Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ)

in Trägerschaft von

Bundesverband der Deutschen Zahnärzte e.V. — Bundeszahnärztekammer —
Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung — Körperschaft des öffentl. Rechts —
5000 Köln 41, Universitätsstraße 71—73



Deutscher Ärzte-Verlag Köln 1988

Verfasser:

Prof. Dr.-Ing. W. Rohmert
Dr.-Ing. J. Mainzer
Dr. med. P. Zipp

Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Hochschule Darmstadt
Petersenstraße 30, 6100 Darmstadt

Unter Mitarbeit von:

Dr. W. Neuhauser
Niedergelassener Zahnarzt
Bahnhofstraße 18, 8960 Kempten

Redaktion:

Institut der Deutschen Zahnärzte, Köln
Dipl.-Sozw. W. Micheelis

Diese Arbeit wurde zuerst 1986 vom Forschungsinstitut für die zahnärztliche Versorgung (FZV) als Band 8 der FZV-Materialien veröffentlicht. Seit dem 1.1. 1987 ist das Forschungsinstitut für die zahnärztliche Versorgung in das Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ) übergegangen. Die 2. unveränderte Auflage erscheint deshalb in der neuen Materialienreihe des IDZ.

ISBN 3-7691-7814-9

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf deshalb der vorherigen schriftlichen Genehmigung des Verlages.

Copyright © by Deutscher Ärzte-Verlag GmbH, Köln 1988

Gesamtherstellung: Deutscher Ärzte-Verlag GmbH, Köln

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	7
Geleitwort	9
1 Untersuchungsziele und -ansatz	11
2 Identifikation arbeitsbedingter Erkrankungen des Zahnarztes	17
2.1 Erkrankungen des Zahnarztes	18
2.2 Zusammenhang zwischen Erkrankungen und beruflichen Belastungsfaktoren sowie individuellen Charakteristika der Zahnärzte	22
2.2.1 Zusammenhänge zwischen Belastung und Erkrankung	22
2.2.1.1 Behandlungsscheine pro Quartal und Beschwerdehäufigkeit	24
2.2.1.2 Belastungsdauer und Beschwerdehäufigkeit	25
2.2.1.3 Belastungsart und Beschwerdehäufigkeit	27
2.2.2 Zusammenhänge zwischen individuellen Charakteristika des Zahnarztes und Beschwerden	33
2.2.2.1 Geschlecht und Beschwerdehäufigkeit	33
2.2.2.2 Lebensalter und Beschwerdehäufigkeit	34
2.2.2.3 Körpergröße und Beschwerdehäufigkeit	36
2.2.2.4 Körpergewicht und Beschwerdehäufigkeit	37
2.2.3 Zusammenfassende Betrachtung der statistischen Zusammenhänge und Schlußfolgerungen	37
2.3 Beanspruchungsmessungen bei Zahnärzten	39
2.4 Schlußfolgerungen zur Frage der arbeitsbedingten Erkrankungen ...	42
2.5 Charakteristik der zahnärztlichen Tätigkeit aufgrund des Arbeitswissenschaftlichen Erhebungsverfahrens zur Tätigkeitsanalyse (AET)	42
3 Beschreibung und Beurteilung von Körperhaltungen bei zahnärztlicher Tätigkeit	45
3.1 Erfassung und Typologisierung von Körperhaltungen bei zahnärztlicher Tätigkeit	45
3.1.1 Dauer und Häufigkeit verschiedener Körperhaltungstypen	53
3.1.2 Relative zeitliche Anteile verschiedener Körperhaltungstypen während der Beanspruchungsmessungen	59

3.2	Bewertung von Körperhaltungen bei zahnärztlicher Tätigkeit	59
3.2.1	Biomechanischer Ansatz	61
3.2.2	Psychophysischer Ansatz	63
3.2.3	Physiologischer Ansatz	67
3.2.4	Zusammenfassende Bewertung der untersuchten Körperhaltungen ..	72
4	Einflußgrößenanalyse zahnärztlicher Körperhaltungen	77
4.1	Art der Behandlung	77
4.2	Quadrant und Uhr-Position	78
4.3	Einfluß der Basiskonzepte	82
5	Schlußfolgerungen	88
5.1	Lagerung des Patienten	88
5.2	Gestaltungsaspekte	94
5.3	Verhaltensweise	98
5.4	Abschließende Betrachtung	101
6	Ausgewählte Hinweise zur Methodik (Anhang)	103
6.1	Methodenbeschreibung der Befragung	103
6.2	Elektrophysiologische Beanspruchungsmessungen	112
6.2.1	Personenkollektiv	112
6.2.2	Erfassen von Beanspruchungsmeßgrößen	112
6.3	Erfassung von Körperhaltungen und Arbeitspositionen bei zahnärztlicher Tätigkeit	113
6.3.1	Methodik	113
6.3.2	Durchgeführte Aufnahmen von Körperhaltungen bei Patientenbehandlung und Standardtests	120
7	Literaturverzeichnis	121
8	Verzeichnis der Abbildungen	123
9	Verzeichnis der Tabellen	126

Vorwort

Die zahnärztliche Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland erfolgt ganz überwiegend in der freien Zahnarztpraxis. Jeder Zahnarzt, der sich in einer eigenen Praxis niedergelassen hat, hatte mit seiner Niederlassung gleichzeitig auch eine Entscheidung über seine Praxisorganisation und seine Arbeitsplatzgestaltung zu treffen.

Wenn nun auch die eigentliche Aufgabenstellung der zahnärztlichen Berufsausübung, also die zahnmedizinische Behandlung von Patienten, gleichsam die Grenze strukturiert, innerhalb dessen Entscheidungen über die Arbeitsgestaltung überhaupt möglich sind, so darf doch andererseits nicht übersehen werden, daß sich hier beachtliche Gestaltungsspielräume mit all ihren Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit und die berufliche Zufriedenheit eröffnen. Die konkrete Ausgestaltung des Arbeitssystems „Zahnarztpraxis“ durch den Zahnarzt selbst stellt somit eine Einflußgröße dar, die im Hinblick auf die arbeitstypischen Beanspruchungen und Gesundheitsgefährdungen gar nicht hoch genug veranschlagt werden kann.

Die vorliegende Arbeit von Rohmert, Mainzer und Zipp greift dieses für den zahnärztlichen Berufsstand wichtige Thema auf und versucht mit einer empirisch breit angelegten Untersuchung über die Ursachen und die Auswirkungen von Körperhaltungen bei der zahnärztlichen Tätigkeit den arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt in diesem Bereich voranzutreiben.

Die vorliegende Arbeit gliedert sich im wesentlichen in zwei große Untersuchungsabschnitte: In einem ersten Teil werden die Ergebnisse einer epidemiologischen Erhebung der arbeitsbedingten Beschwerden bei einer repräsentativen Stichprobe niedergelassener Zahnärzte vorgestellt. In diesem Untersuchungsteil werden vor allem die berufstypischen Belastungen und Beanspruchungen des Bewegungs- und Stützapparates des behandelnd tätigen Zahnarztes herausgearbeitet und nach wichtigen Gesichtspunkten (wie Geschlecht, Alter, Behandlungsdauer pro Tag, Arbeitsweise usw.) ausdifferenziert. Anknüpfend an diese Ergebnisse werden dann in einem zweiten Teil der Arbeit die Erhebungsdaten von gezielten arbeitsphysiologischen Messungen in ausgewählten Zahnarztpraxen und entsprechenden Laborsimulationen präsentiert. Im Zentrum dieses Abschnitts steht dabei die kausale Beziehungsanalyse zwischen typischen Körperhaltungen, die bei der zahnärztlichen Behandlung eingenommen werden, und den ermittelten Beanspruchungsreaktionen. Eine ausführliche Diskussion daraus abzuleitender praktischer Hinweise für eine Verbesserung der zu wählenden Arbeitssystematik unter ergonomischen Gesichtspunkten schließt sich an.

Ganz ohne Zweifel wendet sich diese Arbeit in erster Linie an den praktizierenden Zahnarzt selbst, nicht weniger aber auch an die Dentalindustrie. Dennoch, so hofft jedenfalls der Herausgeber, dürfte dieser Band der Materialien auch bei einem größeren Leserkreis auf Interesse stoßen, wird hier doch quasi eine „innere“ Seite der zahnärztlichen Arbeitswirklichkeit beleuchtet, die in dieser Form sicherlich weitgehend unbekannt ist, aber aus der Sache heraus auch für den Außenstehenden Aufmerksamkeit verdient.

Das Forschungsprojekt wurde am Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Hochschule Darmstadt in Zusammenarbeit mit der Forschungsgemeinschaft Dental e. V., der Bundeszahnärztekammer und dem Forschungsinstitut für die zahnärztliche Versorgung (FZV) durchgeführt. Dieses Zusammenwirken der verschiedenen Beteiligten im Rahmen eines konkreten Projektvorhabens stellt ein forschungspolitisches Novum dar, das hervorzuheben dem Herausgeber ein besonderes Anliegen ist. Die Mischträgerschaft hat sich nicht nur bei der wissenschaftlichen Bearbeitung dieses Projektthemas als äußerst fruchtbar erwiesen, sondern sie vollzog sich in einem Geist engagierter und sich gegenseitig befruchtender Kooperation; hierfür möchte der Herausgeber noch einmal ausdrücklich den die Forschungsgemeinschaft Dental tragenden Firmen Siemens, Emda, Kavo und Ritter und dem Ausschuß „Zahnärztliche Berufsausübung“ der Bundeszahnärztekammer Dank sagen. Unser Dank gilt insbesondere auch der Bereitschaft, den Forschungsbericht in der Publikationsreihe des FZV erscheinen zu lassen.

Ferner gebührt vor allem den Autoren dieses Forschungsberichtes Dank, die viel Kraft in dieses Projektthema investierten und sich in einer bewundernswerten Weise geduldig in die Besonderheiten der zahnärztlichen Arbeitswirklichkeit einarbeiteten.

Allen Zahnärzten und Mitarbeitern, die sich für die Befragungen und Untersuchungen zur Verfügung gestellt hatten, sei hier ebenfalls — auch im Namen der Autoren — ausdrücklich für diese Unterstützung Dank gesagt.

W. Micheelis, FZV

Geleitwort

Als Initiator, aber auch als ständiger Begleiter dieser nun vorliegenden Arbeit, will ich die verständliche Frage beantworten, warum diese Untersuchung notwendig war.

Die Industrie, der Handel und die Zahnärzte selbst haben seit Einführung der sitzenden Arbeitsweise am liegenden Patienten so getan, als seien damit die Gesundheitsprobleme für den Zahnarzt im Prinzip gelöst und als seien nur noch Details verbesserungswürdig. Dies, obwohl eine ganze Reihe von Fakten dagegen sprachen. Es sollen nur einige genannt werden:

- Die Klagen der Zahnärzte über ihre Gesundheit hörten nicht auf.
- Die Sterblichkeit der Zahnärzte scheint höher als die der Gesamtbevölkerung zu sein.
- Nach dem 51. Lebensjahr sinkt das Einkommen des Zahnarztes als Gradmesser der Leistungsfähigkeit deutlich ab.
- Nach Erreichen der 60-Jahresgrenze werden die Zahnärzte gegenüber den Ärzten, Tierärzten und Apothekern häufiger berufsunfähig.
- Zahnärzte, die größer als 1,80 m sind, klagen vermehrt über orthopädische Beschwerden und verweisen auf Mängel an ihren Einrichtungen.

Die Idee war nun, durch ein arbeitswissenschaftlich-epidemiologisches Konzept Grundlagen zu erarbeiten:

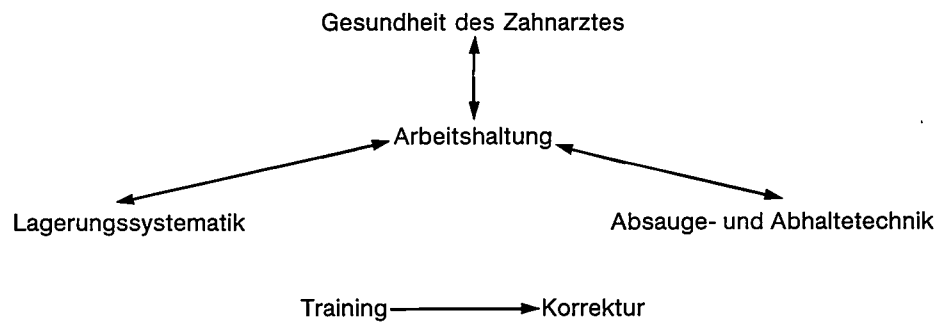
- Wie arbeitet der Zahnarzt an seinem Arbeitsplatz?
- Warum arbeitet er so?
- Welche Schäden verursacht diese Arbeitsweise?
- Wie lassen sie sich verhindern?

Nach Erkennung dieser Fakten wären hypothetisch abzuleiten:

- Gestaltungshinweise für die Gerätehersteller zur weiteren Optimierung zahnärztlicher Einheiten.
- Verbindliche Hinweise zur Verbesserung der Arbeitshaltung des Zahnarztes bei der Behandlung.

Diese Ziele sind mit der Darstellung des Untersuchungsberichtes definiert, und zwar umfassender, als ich es mir vorstellen konnte.

Für die Zahnärzte aber ist eine akzeptable Arbeitshaltung (eine optimale wird in Zukunft erst möglich sein) bereits heute möglich. Sie wird sich von den teilweise abenteuerlichen Verrenkungen vergangener Jahre deutlich unterscheiden. Die Abhängigkeiten sollen durch folgende Skizze verdeutlicht werden:



Mit anderen Worten ausgedrückt heißt das: Die Gesundheit des Zahnarztes ist weitgehend von seiner Arbeitshaltung abhängig. Diese wiederum ist bedingt durch die richtige Lagerung des Patienten und eine gute Abhalte- und Absaugetechnik, also die Assistenz durch die Helferin.

Daß dies nicht auf akademischem Wege erreicht werden kann, sondern eines systematischen Trainings und konsequenter Korrektur bedarf, ist meine persönliche Überzeugung. Dies zu verwirklichen, wird die nächste Aufgabe darstellen. Eine umfassende Information zur Motivierung der Zahnärzteschaft wird diesem Prozeß vorausgehen müssen.

Dr. W. Neuhauser

1 Untersuchungsziele und -ansatz

Der gegenwärtige Stand der Entwicklung der Arbeitsplätze und -abläufe bei zahnärztlicher Tätigkeit ist gekennzeichnet durch eine spezifische sitzende Arbeitsweise am liegenden Patienten, die häufig mit Zwangshaltungen und Bewegungsarmut verbunden ist. Eine Anzahl von Veröffentlichungen aus dem arbeitsmedizinischen Bereich (vgl. eine Literaturzusammenstellung von *Pöllmann*, 1984) weist auf den wahrscheinlichen Zusammenhang zwischen den körperhaltungsbedingten weitgehend statischen Belastungen bei der zahnärztlichen Tätigkeit und den bei Zahnärzten festgestellten orthopädischen Beschwerden und Erkrankungen hin.

Die tätigkeitsbedingten Ursachen der genannten negativen Auswirkungen sind jedoch bisher weitgehend unerforscht (vgl. dazu *Matthiass*, 1981).

Vorliegende arbeitswissenschaftliche Grundlagenuntersuchung hatte zum Ziel, aufgrund durchzuführender systematischer Analysen und Messungen der zahnärztlichen Tätigkeit die tätigkeitspezifischen Körperhaltungen, ihre Einflußgrößen und Auswirkungen aufzuzeigen.

Die aus arbeitswissenschaftlicher Sicht wesentlichen Beziehungen zwischen Ursachen und Auswirkungen von Körperhaltungen sind in Abb. 1 dargestellt (*Mainzer*, 1984). Die Darstellung in Abb. 1 ist in zwei vertikal abgegrenzte Blöcke aufgeteilt. Im oberen Block der Abb. 1 werden die funktionalen Beziehungen zwischen Körperhaltungen und ihren Einflußgrößen sowie ihren kurzfristigen Auswirkungen dargestellt. Als „funktionale Beziehungen“ werden hier kausale Ursache-Wirkung-Beziehungen verstanden.

Die bei einer Tätigkeit eingenommenen Körperhaltungen werden grundsätzlich durch zwei Einflußgrößenbereiche bestimmt:

- Der gegebene **Gestaltungszustand** eines Arbeitssystems führt zu konkreten Anforderungen bei der Informationsaufnahme (im Bereich der Sichtgeometrie bzw. der visuellen Zugänglichkeit) sowie im Bereich der Handlung (z. B. Einnahme von Körperhaltungen, Ausführung von Bewegungen und Kräften, manuelle Zugänglichkeit).

Eine Analyse der Anforderungen, die aus den Bereichen der Arbeitsaufgabe und des konkreten Arbeitsplatzes resultieren, ist für die Bestimmung der objektiven Einflußgrößen der Körperhaltungen erforderlich.

- Die empfohlene sowie die erforderliche **Vorgehensweise** (z. B. Lagerung des Patienten, Absaugtechnik) bei der Ausführung einer Tätigkeit wird hier mit dem Stichwort „Anweisung“ zusammengefaßt.

Im Rahmen eines gegebenen Gestaltungszustandes eines Arbeitssystems sind unterschiedliche subjektive Verhaltensweisen möglich und erforderlich.

Die bei einer Tätigkeit resultierenden Körperhaltungen können folglich gleichzeitig einem objektiven und einem subjektiven Einflußgrößenbereich zugeordnet werden.

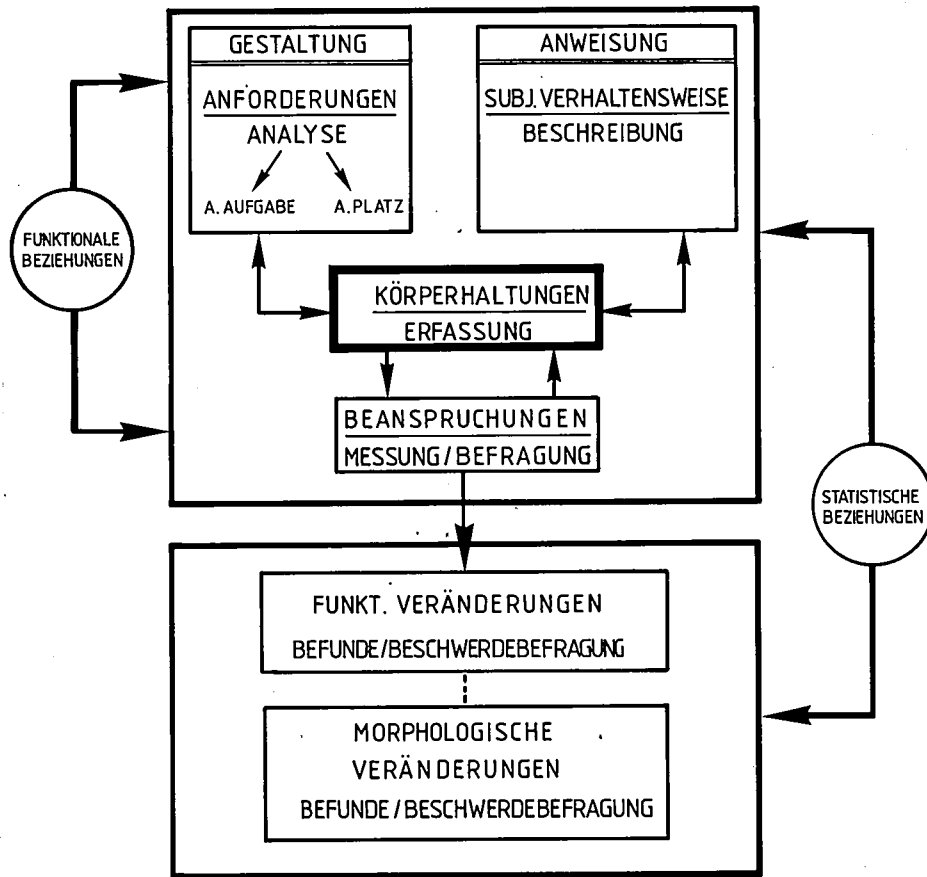


Abb. 1: Beziehungen zwischen Ursachen und Auswirkungen von Körperhaltungen

Körperhaltungen wirken sich kurzfristig in Form von Beanspruchungen unterschiedlicher Organe aus (dies betrifft aktive Skelettmuskeln sowie passive Strukturen, wie z. B. Gelenke, Bandscheiben, Sehnen). Die unmittelbar als das Ergebnis von bestimmten Körperhaltungen resultierenden Beanspruchungen können durch kurzfristige physiologische Messungen innerhalb eines Arbeitstages sowie gezielte Befragungen der erlebten Beanspruchung ermittelt werden (eine zusammenfassende Darstellung des theoretischen Ansatzes des ergonomischen Belastungs-Beanspruchungs-Konzeptes findet sich bei *Rohmert*, 1984).

Die angenommene Kausalität der Beziehungen zwischen den Einflußgrößenbereichen und den resultierenden Körperhaltungen sowie ihren kurzfristigen physiologischen Auswirkungen kann mit klassischen ergonomischen Untersuchungsmethoden nachgewiesen werden. Eine Anzahl von entsprechenden Untersuchungen unterschiedlicher Arbeitssysteme mit übergreifender Bedeutung liegt zu diesem Thema vor.

Eine mögliche Überbeanspruchung eines Organs oder eines Organsystems hat kurzfristig betrachtet reversible Funktionsminderungen zur Folge, die mit dem Begriff „Ermüdung“ belegt werden.

Langfristige Überbeanspruchungen können hingegen zu langfristig wirksamen funktionellen Veränderungen sowie zu morphologischen Organveränderungen bis hin zur Erkrankung führen (vgl. schematische Darstellung im unteren Block der Abb. 1). Mit Hilfe von epidemiologischen Untersuchungen wird angestrebt, aufgrund von eventuell vorliegenden Befunden und Beschwerdebefragungen einen Zusammenhang zwischen beruflichen Belastungen und ihren langfristigen Auswirkungen zu analysieren.

Eine Zuordnung der beiden in Abb. 1 schematisch dargestellten Problembereiche kann aufgrund einer multifaktoriellen Analyse vorgenommen werden. Angesichts der zu beachtenden außerberuflichen Belastungen und physischen Prozesse handelt es sich um eine komplexe Problematik.

Für die untersuchten zahnärztlichen Tätigkeiten wurden die oben dargestellten grundsätzlichen Beziehungen zwischen Ursachen und Auswirkungen von Körperhaltungen aufgrund eines arbeitswissenschaftlich-epidemiologischen Konzeptes analysiert (vgl. eine detaillierte Darstellung des Ansatzes in Kap. 2). Als eine Grundlage des verwendeten Untersuchungsansatzes wurde dabei eine Erweiterung der üblichen epidemiologischen Analysen der Korrelationen zwischen der Exposition und den festgestellten Erkrankungen um die zusätzliche Einbindung der arbeitswissenschaftlichen Analysen der Korrelationen zwischen Belastungen (insbesondere im Hinblick auf die Körperhaltung) und den kurzfristig resultierenden Beanspruchungen vorgenommen. Als Ausgangsbasis dienten dabei folgende Arbeitshypothesen:

- Die körperlichen Beschwerden der Zahnärzte ergeben sich überwiegend aufgrund der Beanspruchung des Stütz- und Bewegungsapparates (sogenannte orthopädische Beschwerden); ein Zusammenhang zwischen orthopädischen Beschwerden und funktionellen Beeinträchtigungen sowie medizinischen Befunden kann angenommen werden.
- Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von orthopädischen Beschwerden einerseits und beruflichen sowie individuellen Faktoren andererseits.
- An Muskeln der wichtigsten Beschwerdenregionen können elektromyographisch Zeichen einer kurzfristigen (Minuten- und Stundenbereich) Überanspruchung festgestellt werden.
- Die tätigkeitsbedingten Körperhaltungen können zu folgenden zusammenhängenden Auswirkungen führen:
 - Überbeanspruchung des Stütz- und Bewegungsapparates;
 - langfristig degenerative Veränderungen des Stütz- und Bewegungsapparates;
 - subjektive Beschwerden.

Eine weitere wesentliche Voraussetzung für die durchzuführenden Untersuchungen bestand in der Annahme, daß die zahnärztliche Tätigkeit trotz der individuellen Variabilität der einzelnen Behandlungsfälle (z. B. bedingt durch die Behandlungsart, Zahn und Fläche, persönliche Merkmale des Patienten und des Zahnarztes) objektiv nachvollziehbar ist.

Hinsichtlich der von außen beobachtbaren Aktivitäten des zahnärztlichen Teams sowie auch der medizinisch erforderlichen Eingriffe und Verrichtungen stellte sich bei der Untersuchungsplanung die Frage nach den zu untersuchenden charakteristischen Fällen. Eine Abstimmung zwischen den beteiligten Auftraggebern führte zu der Feststellung, daß folgende Voraussetzungen bei der Auswahl der zu untersuchenden Fälle und bei der Durchführung der Untersuchung zu erfüllen waren:

- Konkrete Behandlungen am Patienten unter realistischen Randbedingungen in der Praxis waren zu erfassen. Diese Forderung legte den Schwerpunkt der Untersuchung auf nicht simulierte konkrete Behandlungen bei weitgehender Rückwirkungsfreiheit der eingesetzten Untersuchungsmethoden.
- Die Untersuchung sollte folgende Behandlungspositionen abdecken, die im Hinblick auf ihre Vorkommenshäufigkeit und ihre resultierenden körperlichen Anforderungen an das zahnärztliche Team als für die geplante Untersuchung relevant betrachtet wurden:
 - allgemeine Untersuchung
 - Infiltrationsanästhesie
 - einflächige und zweiflächige Kavitätenpräparationen
 - Kronenpräparationen
 - Extraktion eines mehrwurzligen Zahnes
- Der Einfluß des Behandlungsortes (Zahn, Fläche) sollte systematisch untersucht werden.
- Bei der Auswahl der zu untersuchenden Praxen galt es, regionale Unterschiede, Gemeindegröße sowie die Praxisgröße zu berücksichtigen.
- Die zu untersuchenden Zahnärzte sollten hinsichtlich ihrer persönlichen Merkmale und Eigenschaften (z. B. Geschlecht, Körpergröße, Lebens- und Berufsalter) keine homogene Gruppe bilden.
- Die unterschiedlichen Basiskonzepte (*DIN 13932; ISO 4073*) waren bei der Untersuchung zu berücksichtigen. Eine Übersicht der 4 Basiskonzepte ISO 1 bis ISO 4 befindet sich in Kap. 6.3.1.
- Neben den Untersuchungen in den Praxen war eine Befragung einer repräsentativen Stichprobe der Zahnärzte durchzuführen, die die Funktion hatte, die Untersuchungsergebnisse zu ergänzen und quantitativ zu bewerten.

Dem in Abb. 1 dargestellten arbeitswissenschaftlichen Ansatz für die Untersuchungen von Körperhaltungen sollte entsprochen werden. Die kausalen Beziehungen zwischen Körperhaltungen, ihren Ursachen und Auswirkungen wurden an einem begrenzten Kollektiv untersucht mit dem Ziel, bestehende funktionelle Zusammenhänge aufzuzeigen. Demgegenüber erfolgte die Zuordnung der längerfristigen möglichen Auswirkungen auf einer statistisch-deskriptiven Basis, die Untersuchungen an einer statistischen Repräsentativitätskriterien genügenden Stichprobe erforderlich machte. Der arbeitswissenschaftliche Repräsentativitätsbegriff für Untersuchungsergebnisse ist somit gleichzeitig kausal-funktionell als auch formell statistisch orientiert (vgl. dazu *Reus, 1984*).

Die Anwendung eines systematischen ergonomischen Beurteilungs- und Gestaltungsansatzes der Arbeitssysteme befindet sich auf dem zahnmedizinischen Gebiet in einer Entwicklungsphase. Der gegenwärtige Gestaltungszustand der Arbeitsplätze

kann daher nicht vorrangig als das Ergebnis systematischer ergonomischer Gestaltung betrachtet werden.

Die vorliegende Untersuchung mit ihren einzelnen Fragestellungen (vgl. Abb. 2) weist auf existierende ergonomische Wissenslücken hin. Auf dem spezifischen zahnärztlichen Gebiet befindet sich die Ergonomie — bedingt auch durch die Entwicklung der Technik — in einer Phase der Beschaffung von Grundinformationen. Jenseits der eigentlichen Fragestellung vorliegender Untersuchung war es daher notwendig, eine Anzahl von zusätzlichen Informationen zu beschaffen und erforderliche Instrumentarien zu entwickeln. Es ist daher nicht überraschend, daß als Ergebnis der Untersuchung unter anderem auf viele noch offene bzw. neu entstandene Fragen hingewiesen wird.

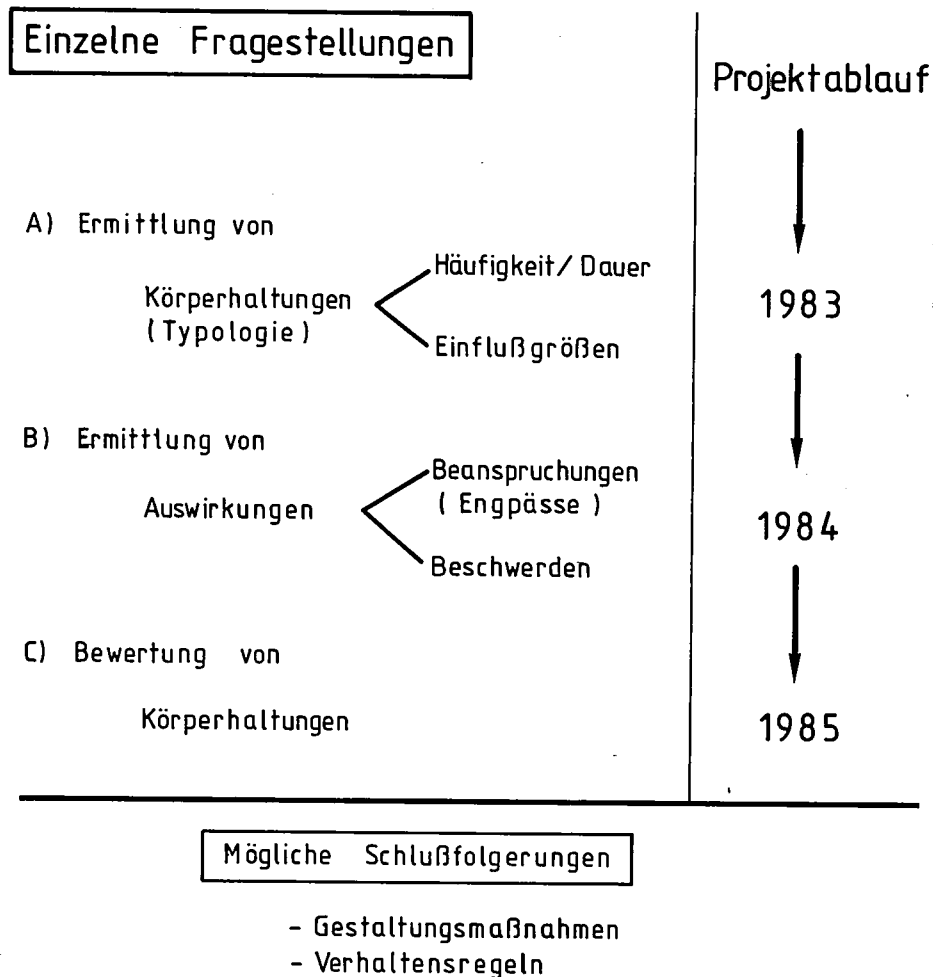


Abb. 2: Einzelne Fragestellungen und Ablauf des Projektes

Eine qualifizierte Umsetzung der gewonnenen Ergebnisse der Ist-Zustands-Analyse, die die Engpässe bei Körperhaltungen mit ihren Ursachen und Auswirkungen betrachtet, erfordert eine umfassende Berücksichtigung auch anderer Merkmale der zahnärztlichen Tätigkeit und ihrer Auswirkungen.

Grundsätzlich stehen dabei zwei Ansätze im Vordergrund (vgl. Abb. 2):

1. Erarbeitung von Hinweisen zur Verhaltensweise des Zahnarztes bei der Behandlung, die u. a. einen Abbau der Belastungen im orthopädischen Bereich bewirken.
2. Entsprechend den Erkenntnissen aus diesem Bereich eine erweiterte Basis für eine kontinuierliche Optimierung der Arbeitsplätze zu vermitteln.

Vorliegende Untersuchung hatte nicht zum Ziel, innerhalb der beiden angegebenen Bereiche konkrete Lösungen zu erarbeiten und umzusetzen, sondern erforderliche Grundlageninformationen zu ermitteln. Konkrete Hinweise wurden für ausgewählte Fragestellungen dennoch abgeleitet.

2 Identifikation arbeitsbedingter Erkrankungen des Zahnarztes

Der Begriff der arbeitsbedingten Erkrankung ist noch nicht einheitlich definiert (*Kentner und Valentin, 1986*). In Anlehnung an *Watermann (1981)* sollen im folgenden unter arbeitsbedingten Erkrankungen solche Gesundheitsstörungen verstanden werden, bei denen die Arbeitsumstände eine Teilursache darstellen. Demgegenüber sind die eigentlichen Berufskrankheiten im Sinne von § 551 der RVO wesentlich durch die Arbeitsumstände verursacht; sie sollen in den weiteren Betrachtungen hier ausgenommen werden.

Zur Identifikation arbeitsbedingter Gesundheitsstörungen aus der Vielzahl der bei Zahnärzten vorkommenden Erkrankungen ist definitionsgemäß der Nachweis einer Kausalbeziehung zwischen Gesundheitsstörung und beruflichen Einwirkungen, die im folgenden als berufliche Belastungen bezeichnet werden, zu führen. Weiterhin ist nach dem derzeitigen medizinischen Wissensstand ein multifaktorielles Modell der Krankheitsentstehung zu berücksichtigen. Wie Abb. 3 zeigt, ist der Mensch einer Vielzahl von beruflichen und auch außerberuflichen Belastungen ausgesetzt. Das Einwirken dieser Faktoren im Zusammenwirken mit weiteren Faktoren, die im Individuum selbst begründet sind, wie z. B. Konstitution oder Disposition, kann im Laufe der Zeit zu krankhaften Veränderungen führen.

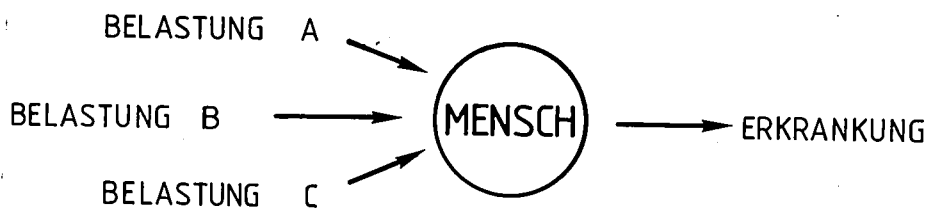


Abb. 3: Epidemiologisches Modell der Entstehung arbeitsbedingter Erkrankungen

Aufgabe einer analytisch ausgerichteten Epidemiologie ist es, aus dem Bündel der Belastungsfaktoren diejenigen zu identifizieren, die an der Gesundheitsstörung ursächlich beteiligt sind. Solchermaßen identifizierte Belastungs- oder Individualfaktoren werden Risikofaktoren genannt. Als methodisches Hilfsmittel zur Identifikation von Risikofaktoren bedient sich die Epidemiologie des Nachweises eines statistischen Zusammenhangs zwischen Gesundheitsstörung und dem vermuteten Risikofaktor.

Das Auffinden eines **statistischen** Zusammenhangs ist allerdings kein Beweis, sondern nur eine unter mehreren Voraussetzungen für die Annahme eines **Kausalzusammenhangs** zwischen beruflichen Belastungsfaktoren und Gesundheitsstörungen (*Lange, 1981*). Die Annahme eines Kausalzusammenhangs muß daher durch weitere Erkenntnisse gestützt werden. Hierzu sollen die Ergebnisse der physiologischen Beanspruchungsmessung an Zahnärzten herangezogen werden.

Die theoretische Grundlage unseres Vorgehens war ein erweitertes arbeitswissenschaftlich-epidemiologisches Modell der Krankheitsentstehung, wie es in Abb. 4 dargestellt ist. Beim Einwirken von Belastungsfaktoren auf den Menschen entstehen in diesem als Reaktionen die sogenannten Beanspruchungen. Die resultierenden Beanspruchungen hängen einerseits von Belastungsart, Belastungsintensität und Belastungsdauer sowie andererseits von den individuellen Charakteristiken des Menschen ab.

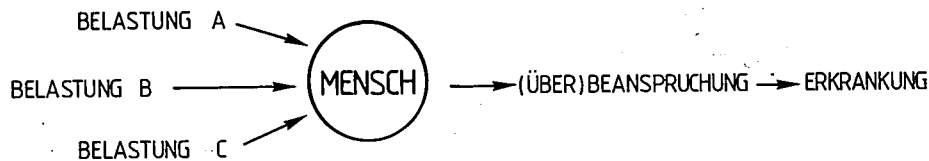


Abb. 4: Arbeitswissenschaftlich-epidemiologisches Modell der Entstehung arbeitsbedingter Erkrankungen

Eine eventuelle Überbeanspruchung eines Organs oder eines Organsystems hat kurzfristig gesehen in der Regel nur reversible Funktionsminderungen zur Folge, die im folgenden mit dem Begriff **Ermüdung** belegt werden. Langfristige Überbeanspruchungen können hingegen zu strukturellen Organveränderungen bis hin zu **Erkrankungen** führen. Diesem Modellansatz folgend wäre der Nachweis der Überbeanspruchung eines Organs durch berufliche Belastungsfaktoren ein gewichtiges Argument für die Annahme eines Kausalzusammenhanges zwischen beruflichen Belastungsfaktoren und Gesundheitsstörung.

Somit umfaßt die Identifikation arbeitsbedingter Gesundheitsstörung bei Zahnärzten die schrittweise Klärung folgender Fragen:

1. Welche Gesundheitsstörungen herrschen bei Zahnärzten vor?
2. Besteht ein statistischer Zusammenhang zwischen Gesundheitsstörungen einerseits und Belastungsfaktoren sowie individuellen Charakteristiken der Zahnärzte andererseits?
3. Läßt sich eine Überbeanspruchung der besonders erkrankungsgefährdeten Organe durch die berufliche Tätigkeit nachweisen?

Diese Fragen werden in den folgenden Kapiteln 2.1, 2.2 und 2.3 näher abgehandelt.

2.1 Erkrankungen des Zahnarztes

Das folgende Kapitel ist der Frage nach den vorherrschenden Gesundheitsstörungen der Zahnärzte gewidmet. Als Erkrankungsindikator wurden die anamnestisch geäußerten körperlichen Beschwerden der Zahnärzte innerhalb des zurückliegenden Zeitraums von 1 Jahr herangezogen. Dem Nachteil der Subjektivität dieses Indikators stehen als Vorteile die hohe Sensitivität, Integrativität und Validität gegenüber. Die Daten wurden durch schriftliche Befragung eines repräsentativen Kollektivs von 990 Zahnärzten erhoben, die Rücklaufquote betrug 52%, von den zurückerhaltenen Fragebögen wurden 466 in die Auswertung einbezogen. Bei der Abfassung des Frage-

bogens, der Stichprobenauswahl und der praktischen Durchführung der Befragung gab das Forschungsinstitut für die zahnärztliche Versorgung (FZV), Köln, wertvolle Unterstützung. Zur Methodik der Befragung vgl. Kap. 6.1.1.

Im folgenden werden die Antworten auf Frage 24 des Befragungsbogens analysiert.

In Tabelle 1 ist für die gesamte Stichprobe aufgeführt, mit welcher Häufigkeit die Fragen nach berufsbedingten körperlichen Beschwerden mit „Nein“, „Manchmal“ und „Oft“ beantwortet wurden. Wo es sinnvollerweise möglich war, wurde zusätzlich die Körperseite der Beschwerderegion erfragt.

Die entsprechenden Ergebnisse für die weiblichen Zahnärzte sind in Tabelle 2, die für die männlichen Zahnärzte in Tabelle 3 enthalten.

Ganz offensichtlich ist das Engpaßorgan bei der zahnärztlichen Tätigkeit der Stütz- und Bewegungsapparat, speziell im Nacken-, Schulter- und Rückenbereich. Für diese Beschwerdearten findet man bei Frauen und Männern die niedrigsten Häufigkeiten der „Nein“-Antworten und die höchsten Häufigkeiten der „Oft“-Antworten. Zugleich ist der bevorzugte Befall der rechten Körperseite erkennbar.

Tabelle 1: Relative Häufigkeit von berufsbedingten körperlichen Beschwerden: gesamte Stichprobe, n = 466						
Körperregion bzw. Organ	relative Häufigkeit in % Frauen u. Männer n = 466					
	Nein	Manchmal	Oft	Summe	Links	Rechts
Nacken	36	40	24	100	27	27
Schulter	44	37	19	100	18	28
oberer Rücken	65	21	14	100	9	18
unterer Rücken	48	33	19	100	10	12
Hüftgelenke	84	10	6	100	21	29
Ellenbogen	89	9	2	100	26	40
Unterarm	91	8	1	100	5	51
Handgelenke	84	13	3	100	6	43
Hände	86	11	3	100	11	31
Fingergelenke	85	12	3	100	4	38
Knie	85	11	4	100	10	18
Unterschenkel	91	6	3	100	13	23
Füße	86	10	4	100	2	13
Herz/Kreisl.	79	18	3	100		
Atemwege	91	6	3	100		
Magen	83	12	5	100		
Augen	71	25	4	100		
Schlafstörungen	68	24	8	100		
Nervosität	56	35	9	100		
Schwindelgefühl	85	13	2	100		

Tabelle 2: Relative Häufigkeit von berufsbedingten körperlichen Beschwerden: Frauen, n = 73						
Körperregion bzw. Organ	relative Häufigkeit in % Frauen n = 73					
	Nein	Manchmal	Oft	Summe	Links	Rechts
Nacken	26	43	31	100	18	29
Schulter	33	45	22	100	17	23
oberer Rücken	55	26	19	100	9	21
unterer Rücken	52	26	22	100	14	6
Hüftgelenke	82	10	8	100	31	38
Ellenbogen	80	16	4	100	29	36
Unterarm	89	3	3	100	9	36
Handgelenke	77	20	3	100	6	23
Hände	82	17	1	100	15	15
Fingergelenke	83	14	3	100	8	24
Knie	75	21	4	100	0	33
Unterschenkel	92	4	4	100	0	0
Füße	84	11	5	100	8	16
Herz/Kreisl.	63	29	8	100		
Atemwege	88	11	1	100		
Magen	82	18	0	100		
Augen	69	30	1	100		
Schlafstörungen	66	22	12	100		
Nervosität	52	34	14	100		
Schwindelgefühl	78	16	6	100		

Als nächsthäufigere Beschwerden werden allgemeine Befindungsstörungen wie Nervosität und Schlafstörungen genannt. Demgegenüber sind orthopädische Beschwerden an den oberen und unteren Extremitäten vergleichsweise selten zu beobachten.

In Tabelle 4 ist angegeben, wieviele der befragten Zahnärzte und wie lange diese aufgrund von Beschwerden in Nacken, Schulter, oberem und unterem Rücken innerhalb des letzten Jahres arbeitsunfähig waren. Insgesamt resultieren aus Beschwerden in den genannten Körperregionen 534 Tage Arbeitsunfähigkeit, wobei der Schwerpunkt mit 350 Tagen eindeutig im Bereich des unteren Rückens liegt, gefolgt von Hals/Nacknen mit 81 Tagen. Fügt man die Information von Tabelle 4 und Tabelle 1 zusammen, so ergibt sich folgendes: Beschwerden im Nacken- und Schulterbereich treten häufiger auf als im unteren Rückenbereich. Im unteren Rückenbereich sind die Beschwerden jedoch gravierender, so daß häufiger eine Arbeitsunfähigkeit mit einer durchschnittlich längeren Ausfallzeit resultiert.

Im folgenden wird ein knapper Vergleich der Beschwerdebhäufigkeiten in dieser Untersuchung mit den Ergebnissen von vier anderen retrospektiven Befragungen von Zahnärzten durchgeführt. Grundsätzlich findet man als Schwerpunkt der Beschwerden den Stütz- und Bewegungsapparat. Die Beschwerden konzentrieren sich vor allem auf den Nacken-, Schulter- und Rückenbereich. In den älteren Studien sind zu-

Tabelle 3: Relative Häufigkeit von berufsbedingten körperlichen Beschwerden: Männer, n = 393						
Körperregion bzw. Organ	relative Häufigkeit in % Männer n = 393					
	Nein	Manchmal	Oft	Summe	Links	Rechts
Nacken	38	40	22	100	17	27
Schulter	46	35	19	100	19	29
oberer Rücken	67	20	13	100	9	17
unterer Rücken	47	34	19	100	10	13
Hüftgelenke	84	10	6	100	19	27
Ellenbogen	90	8	2	100	25	43
Unterarm	91	8	1	100	3	51
Handgelenke	86	12	2	100	5	48
Hände	87	10	3	100	6	35
Fingergelenke	85	12	3	100	3	41
Knie	87	10	3	100	13	13
Unterschenkel	91	6	3	100	15	27
Füße	87	10	3	100	0	12
Herz/Kreisl.	81	16	3	100		
Atemwege	91	5	4	100		
Magen	83	12	5	100		
Augen	72	24	4	100		
Schlafstörungen	68	24	8	100		
Nervosität	57	35	8	100		
Schwindelgefühl	87	12	1	100		

Tabelle 4: Relative Häufigkeit (Ärzte, Tage) der Arbeitsunfähigkeit aufgrund orthopädischer Beschwerden: gesamte Stichprobe, n = 466; Tage Arbeitsunfähigkeit insgesamt, n = 534				
Beschwerden	Arbeitsunfähigkeit			
	relative Häufigkeit in % n = 466 Ärzte	Tage insgesamt	relative Häufigkeit in % n = 534 Tage	durchschnittl. Arbeitsunfähigkeit pro Nennung in Tagen
Hals/Nacken	2	81	15	11,6
Schulter	1	41	8	10,3
Oberer Rücken	1	62	12	20,6
Unterer Rücken	4	350	65	20,6
Summe	8	534	100	17,2

sätzlich die Beine häufig betroffen. Es sei allerdings darauf hingewiesen, daß sich insbesondere die prozentualen Beschwerdebhäufigkeiten der einzelnen Studien nicht ohne Vorbehalt vergleichen lassen, da Kollektiv und insbesondere die Formulierung der einzelnen Fragen nicht gleich sind. Die Zusammenstellung der Ergebnisse der

einzelnen Studien in vergleichender Form in Tabelle 5 ist als eine Orientierungshilfe gedacht.

Zusammenfassend kann die Frage nach den häufigsten Gesundheitsstörungen der Zahnärzte dahingehend beantwortet werden, daß Beschwerden der Nacken-, Schulter- und Rückenregion vorherrschen. Hierbei dürfte es sich in erster Linie um chronisch-degenerative Veränderungen am Stütz- und Bewegungsapparat handeln.

Tabelle 5: Vergleich von Ergebnissen unterschiedlicher Untersuchungen. Bei der eigenen Untersuchung sind nur die Häufigkeiten der Oft-Nennungen aufgeführt.					
Beschwerden	Beschwerdehäufigkeit in %				
	Eccles 1967 n = 358	Murtomaa 1982 n = 68	Fox 1967 n = 2288	Micheelis 1983 n = 274	Eigene n = 3931)
Hals/Nacken	24	28	—	27	22
Schulter	—	45	22	—	19
Rücken	54	—	49	33	32 ²⁾
Hüfte	11	—	—	3	6
Beine	31	—	31	9	6 ³⁾
Füße	17	15	19	—	3
Arme	17	18	—	—	3 ⁴⁾
Hände	23	—	—	4	5 ⁵⁾

1) nur die männlichen Zahnärzte
 2) Beschwerden im oberen und unteren Rücken wurden zusammengefaßt
 3) Beschwerden in Knie und Unterschenkel wurden zusammengefaßt
 4) Beschwerden in Ellenbogen und Unterarm wurden zusammengefaßt
 5) Beschwerden im Handgelenk und in den Fingergelenken wurden zusammengefaßt
 Anmerkung: Manchmal- und Oft-Nennungen wurden zusammengefaßt

2.2 Zusammenhang zwischen Erkrankungen und beruflichen Belastungsfaktoren sowie individuellen Charakteristiken der Zahnärzte

Das folgende Kapitel befaßt sich mit der Frage nach statistischen Zusammenhängen zwischen Beschwerdehäufigkeiten und beruflichen Belastungsfaktoren sowie individuellen Charakteristiken der Zahnärzte. Die Daten zu den beruflichen Belastungsfaktoren und den individuellen Charakteristiken wurden ebenfalls im Rahmen der schriftlichen Befragung der Zahnärzte erhoben. Abb. 5 gibt einen Überblick über die erhobenen Merkmale. In der Regel wurden in die Zusammenhangsanalyse nur noch die häufigsten körperlichen Beschwerden einbezogen, d. h. Beschwerden im Nacken-, Schulter-, Rücken- und Beinbereich.

2.2.1 Zusammenhänge zwischen Belastung und Beschwerden

Die Belastung wird charakterisiert durch Belastungshöhe, Belastungsdauer und Belastungsart (vgl. Abb. 5). Ein Maß für die Belastungshöhe ist die Anzahl der Behandlungsscheine pro Quartal. Die Belastungsdauer läßt sich anhand der täglichen Behandlungsdauer sowie der bisher erreichten Lebensarbeitszeit (Berufsjahre) festhal-

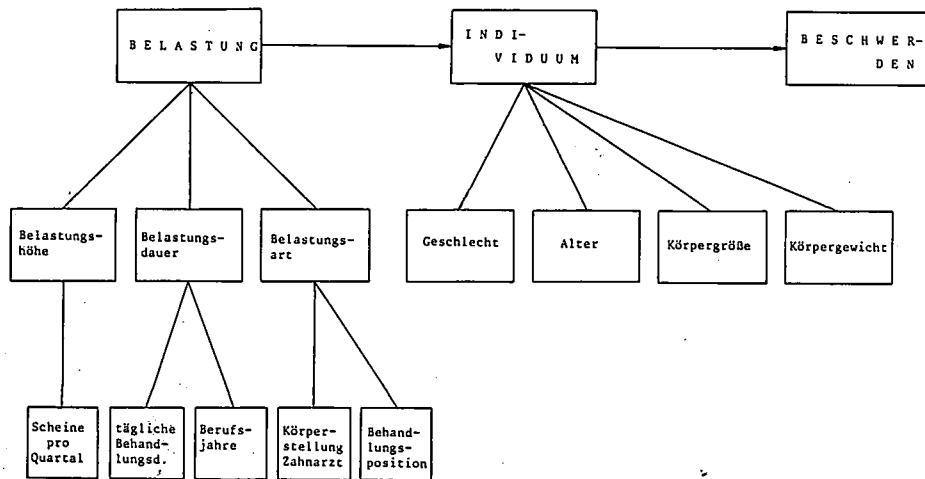


Abb. 5: Schematische Darstellung von Beziehungen zwischen Belastung, Individuum und Beschwerden mit untersuchten Einflußgrößen

ten. Die Belastungsart wird von der Arbeitsstrategie und dem Arbeitsgerät des Zahnarztes geprägt. Zur Arbeitsstrategie zählen in erster Linie Körperstellung (Stehen und Sitzen) und Behandlungsposition (Uhr-Position) des Arztes. Weitere Parameter der Arbeitsstrategie sind Art der Einsichtnahme in den Mund des Patienten und Veränderung der Kopflage des Patienten. Diese beiden Parameter sind allerdings eng mit der Körperstellung des Zahnarztes verknüpft.

Zur Überprüfung der Frage, ob ein statistischer Zusammenhang zwischen der Beschwerdehäufigkeit der Zahnärzte und beruflichen Belastungen besteht, gibt es prinzipiell mehrere Vorgehensweisen:

1. Heranziehen einer **Vergleichsgruppe** aus einem anderen Berufszweig ohne den vermuteten beruflichen Risikofaktor,
- oder **innerhalb** der untersuchten Zahnarztgruppe eine Überprüfung des statistischen Zusammenhangs zwischen Beschwerdehäufigkeit und
2. Expositionsdauer mit dem vermuteten beruflichen Risikofaktor,
3. Intensität des vermuteten beruflichen Risikofaktors,
4. Art des vermuteten beruflichen Risikofaktors.

Wegen des Fehlens einer repräsentativen Vergleichsgruppe kommt in der vorliegenden Studie nur ein Vorgehen nach 2., 3. und 4. in Betracht.

Bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Beschwerden und Belastung muß der Auswirkung von Störvariablen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Solche Störvariablen können einen Zusammenhang zwischen Belastung und Beschwerden vortäuschen oder auch verschleiern. Eine typische Störvariable ist beispielsweise das Lebensalter der untersuchten Zahnärzte, denn es ist mit zahlreichen Belastungsfaktoren verknüpft. Gegebenenfalls wurden homogene Untergruppen gebildet, um die Auswirkung der Störvariablen zu vermindern.

In der Regel wurde nur das Kollektiv der männlichen Zahnärzte untersucht, da das Kollektiv der weiblichen Zahnärzte zu klein ist, um ausreichend große homogene Untergruppen aufstellen zu können.

Zur statistischen Auswertung wurde der G-Test herangezogen (Sachs, 1974). In denjenigen Tabellen, die zwei Zahnarztgruppen hinsichtlich eines bestimmten Faktors vergleichen, wurde in einer gesonderten Spalte die jeweilige Irrtumswahrscheinlichkeit p angegeben. Signifikante Häufigkeitsunterschiede ($p = 0,05$) bei Prüfung mittels G-Test wurden mit einem „S.“ gekennzeichnet.

2.2.1.1 Behandlungsscheine pro Quartal und Beschwerdehäufigkeit

Als ein Maß für die Belastungshöhe wurde die Anzahl der Behandlungsscheine pro Quartal angesehen.

Allerdings ist zu vermuten, daß die Anzahl der Scheine auch von anderen Einflußfaktoren abhängt. In Tabelle 6 wurde der Zusammenhang zwischen Behandlungsscheinen pro Quartal und Lebensalter der Praxisinhaber untersucht. Praxen mit sehr hoher Scheinezahl (800 und mehr) nehmen während der ersten drei Berufsdekaden leicht zu, bei Zahnärzten über 55 Jahren ist jedoch eine starke Reduzierung der Scheinezahl zu verzeichnen. In Tabelle 7 wurden die Behandlungsscheine pro Quar-

Tabelle 6: Relative Häufigkeiten (In %) der Scheine pro Quartal bei unterschiedlichem Lebensalter. Randbedingungen: Männer, n = 391				
Scheine pro Quartal	Lebensalter in Jahren			
	25–34 n = 56	35–44 n = 135	45–54 n = 78	55 u. mehr n = 122
unter 400	29	23	28	52
400 bis 799	58	61	55	35
800 und mehr	13	16	17	13
Summe	100	100	100	100

Tabelle 7: Relative Häufigkeiten (In %) der Scheine pro Quartal bei unterschiedlicher täglicher Behandlungsdauer. Randbedingungen: Männer, Praxis ohne ärztliche Assistenz, n = 314				
Scheine pro Quartal	Tägliche Behandlungsdauer in Std.			
	unter 7 n = 57	7 n = 85	8 n = 129	über 8 n = 43
unter 400	77	35	30	21
400 bis 799	20	55	60	56
800 und mehr	3	10	10	23
Summe	100	100	100	100

tal nach der täglichen Behandlungsdauer aufgeschlüsselt. Auch hier zeigt sich ein deutlicher Zusammenhang: Mit zunehmender Scheinezahl wächst die durchschnittliche tägliche Behandlungsdauer.

Bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Behandlungsscheinen pro Quartal und Beschwerdehäufigkeit mußte die Abhängigkeit von Lebensalter und von der täglichen Behandlungsdauer weitgehend eliminiert werden. Aus diesem Grunde wurden in Tabelle 8 nur Männer bis 44 Jahre mit einer täglichen Behandlungsdauer von 7 oder 8 Stunden analysiert, da innerhalb dieser Gruppen keine wesentlichen prozentualen Abweichungen bestehen.

Allerdings ist aus Tabelle 8 kein systematischer Zusammenhang zwischen Behandlungsscheinen pro Quartal und Beschwerdehäufigkeit zu erkennen. Hierfür mögen zwei Gründe ausschlaggebend sein. Zum einen ist die Scheinezahl als Belastungsmaß mit einer großen Unsicherheit behaftet, da die durchschnittliche Punktezahl pro Schein nicht erfaßt wurde. Zum anderen ist die Scheinezahl eher ein Maß der Belastungsdauer, wie aus Tabelle 7 hervorgeht. Eliminiert man, wie in Tabelle 8 geschehen, den Einfluß der Belastungsdauer, so läßt sich auch kein Zusammenhang zur Beschwerdehäufigkeit mehr nachweisen.

Tabelle 8: Relative Beschwerdehäufigkeit (In %) bei unterschiedlicher Anzahl der Scheine pro Quartal. Randbedingungen: Männer, 25 – 44 Jahre, 7 oder 8 Stunden tägliche Behandlungsdauer, n = 144			
Beschwerden	Behandlungsscheine pro Quartal		
	unter 400 n = 32	400 – 799 n = 90	800 u. mehr n = 22
Hals/Nacken			
keine	31	38	45
oft	22	21	5
Schulter			
keine	63	42	42
oft	6	23	13
Oberer Rücken			
keine	63	67	72
oft	9	16	14
Unterer Rücken			
keine	40	55	36
oft	13	20	9

2.2.1.2 Belastungsdauer und Beschwerdehäufigkeit

Die Belastungsdauer kommt in der täglichen Behandlungsdauer und in der Zahl der Berufsjahre zum Ausdruck.

In Tabelle 9 ist dargestellt, wie sich die tägliche Behandlungsdauer des Zahnarztes mit dem Lebensalter ändert. In den ersten drei der dargestellten Altersklassen findet man Häufigkeitsveränderungen nur bei der täglichen Behandlungsdauer von 8 h bzw. über 8 h. Es wird erkennbar, daß der Prozentsatz derjenigen Zahnärzte, die täglich 8 h

Tabelle 9: Relative Häufigkeit (In %) der täglichen Behandlungsdauer bei unterschiedlichem Lebensalter. Randbedingungen: Männer, n = 393				
Tägliche Behandlungsdauer in Std.	Lebensalter in Jahren			
	25–34 n = 58	35–44 n = 135	45–54 n = 78	55 u. mehr n = 122
unter 7	9	9	10	34
7	28	27	28	25
8	55	47	40	30
über 8	8	17	22	11
Summe	100	100	100	100

behandeln, kontinuierlich zurückgeht zugunsten einer Behandlungsdauer von mehr als 8 h. Diese Häufigkeitsverschiebung in der täglichen Behandlungsdauer ist Ausdruck der Wachstumsphase der zahnärztlichen Praxis in den ersten drei Berufsdekaden. Jenseits des 55. Lebensjahres tritt dann eine Schrumpfungsphase des Praxisbetriebes ein, was sich in einer starken Häufigkeitsverschiebung zugunsten kürzerer Behandlungsdauern ausdrückt.

Ein weiterer Beleg für die Expansions- und Schrumpfungsphase der zahnärztlichen Praxis ergibt sich aus der Aufschlüsselung der Behandlungsscheine pro Quartal nach dem Lebensalter des Praxisinhabers (vgl. Tabelle 6).

In Tabelle 10 ist die Häufigkeit von orthopädischen Beschwerden bei unterschiedlicher täglicher Behandlungsdauer zusammengestellt. Bei der hier untersuchten älte-

Tabelle 10: Relative Beschwerdehäufigkeit (In %) bei unterschiedlicher täglicher Behandlungsdauer. Randbedingungen: Männer, 45 Jahre und älter, Arbeitsposition 8–10 Uhr, n = 154			
Beschwerden	Tägliche Behandlungsdauer in Std.		
	6 Std. u. weniger n = 44	7 u. 8 Std. n = 111	9 Std. u. mehr n = 29
Hals/Nacken			
keine	38	38	38
oft	14	23	31
Schulter			
keine	68	45	28
oft	7	23	31
Oberer Rücken			
keine	73	70	45
oft	9	15	21
Unterer Rücken			
keine	43	49	42
oft	14	20	17

ren Zahnarztgruppe findet man für Beschwerden an Hals/Nacken, den Schultern und dem oberen Rücken eine überwiegende Tendenz zu weniger Nein-Nennungen und mehr Oft-Nennungen bei längerer täglicher Behandlungsdauer. In Tabelle 11 werden die beiden Extreme der täglichen Behandlungsdauer aus Tabelle 10, nämlich 6 h und weniger sowie 9 h und mehr, miteinander verglichen. Vor allem in den Schultern und im oberen Rücken ist die Beschwerdebhäufigkeit bei der kurzen täglichen Behandlungsdauer signifikant niedriger als bei 9 h und mehr. Demnach kann für die Gruppe der älteren Zahnärzte ein statistischer Zusammenhang zwischen täglicher Behandlungsdauer und Häufigkeit von orthopädischen Beschwerden festgestellt werden.

Tabelle 11: Relative Beschwerdebhäufigkeit (In %) bei unterschiedlicher täglicher Behandlungsdauer. Randbedingungen: Männer, 45 Jahre und älter, Arbeitsposition 8–10 Uhr, n = 73			
Beschwerden	Tägliche Behandlungsdauer in Std.		
	6 Std. u. weniger n = 44	p	9 Std. u. mehr n = 29
Hals/Nacken			
keine	38	n.s.	38
oft	14	n.s.	31
Schulter			
keine	68	s.	28
oft	7	s.	31
Oberer Rücken			
keine	73	s.	45
oft	9	n.s.	21
Unterer Rücken			
keine	43	n.s.	42
oft	14	n.s.	17

Bei den jüngeren Zahnärzten läßt sich ein entsprechender Zusammenhang zwischen Belastungsdauer und Beschwerdebhäufigkeit nicht nachweisen. Die größeren Leistungsreserven sowie die kürzere berufliche Expositionsdauer dürften hierfür die Ursachen sein.

Auf eine Analyse des Zusammenhangs zwischen Berufsjahren und Beschwerdebhäufigkeit wurde verzichtet, da die Berufsjahre sehr eng mit dem Lebensalter verknüpft sind. Geht man davon aus, daß mit zunehmendem Lebensalter grundsätzlich auch die Beschwerdebhäufigkeit steigt, so läßt sich der Einfluß der Berufsjahre auf die Beschwerdebhäufigkeit nicht mehr isoliert darstellen.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, daß besonders bei den älteren Zahnärzten ein deutlicher Zusammenhang zwischen täglicher Behandlungsdauer und Beschwerdebhäufigkeit im Bereich der Schulter und des oberen Rückens besteht.

2.2.1.3 Belastungsart und Beschwerdebhäufigkeit

Die Belastungsart wird von der Vorgehensweise bzw. Arbeitsstrategie des Zahnarztes und der Gestaltung des Arbeitsplatzes bestimmt. Die wesentlichen Parameter

der Arbeitsstrategie sind die Körperstellung (Sitzen/Stehen), die Behandlungsposition (Uhr-Position), die Patientenlagerung (Sitzen/Liegen) und bevorzugte Art der Einsichtnahme (Direkt/Indirekt).

Von besonderem Interesse ist der Zusammenhang zwischen Körperstellung des Zahnarztes und Beschwerdehäufigkeit. In Tabelle 12 werden die Häufigkeiten von ausgewählten Beschwerdesymptomen bei überwiegend sitzender und überwiegend stehender Arbeitsweise miteinander verglichen. Da die älteren Zahnärzte in der Gruppe der überwiegend im Stehen arbeitenden Zahnärzte überrepräsentiert sind (vgl. Tabelle 15), wurde das Kollektiv in Tabelle 13 auf die über 45jährigen beschränkt. Zudem wurde das Kollektiv hinsichtlich der täglichen Arbeitsdauer und der monatlichen Scheinezahl homogenisiert.

Die Aussagen beider Tabellen sind prinzipiell gleichartig. Die Entlastung der unteren Extremitäten bei der überwiegend sitzenden Arbeitsweise äußert sich in einer signifikant höheren Häufigkeit der Nein-Nennungen und einer signifikant geringeren Häufigkeit der Oft-Nennungen bezüglich Unterschenkel- und Fußbeschwerden.

Auch im unteren Rücken tauchen bei der überwiegend sitzenden Arbeitsweise weniger oft Beschwerden auf als bei der stehenden. Beim Betrachten der Beschwerdehäufigkeiten von Hals/Nacken und Schulter werden jedoch die Vorteile der überwie-

Tabelle 12: Vergleich von relativen Beschwerdehäufigkeiten (in %) ausgewählter Beschwerdebereiche bei überwiegender Tätigkeit im Sitzen und Stehen. Randbedingungen: Männer, n = 392			
Beschwerden	Überwiegende Arbeitsstellung		
	Sitzen n = 307	p	Stehen n = 85
Hals/Nacken			
keine	36	s.	50
oft	24	s.	15
Schulter			
keine	43	s.	58
oft	21	s.	11
Oberer Rücken			
keine	69	n.s.	62
oft	11	n.s.	16
Unterer Rücken			
keine	56	n.s.	49
oft	19	n.s.	18
Knie			
keine	88	s.	79
oft	3	n.s.	7
Unterschenkel			
keine	93	s.	85
oft	1	s.	8
Füße			
keine	92	s.	69
oft	2	s.	9

Tabelle 13: Relative Beschwerdehäufigkeit (in %) bei Tätigkeit im Sitzen und Stehen. Randbedingungen: Männer, 45 Jahre und älter, tägliche Behandlungsdauer 7 oder 8 Stunden, 400 bis 799 Scheine/Quartal, n = 59			
Beschwerden	Überwiegende Arbeitsstellung		
	Sitzen n = 38	p	Stehen n = 21
Hals/Nacken			
keine	42	s.	76
oft	16	n.s.	10
Schulter			
keine	42	s.	76
oft	16	n.s.	5
Oberer Rücken			
keine	76	n.s.	76
oft	5	n.s.	14
Unterer Rücken			
keine	52	s.	14
oft	13	s.	43
Knie			
keine	90	n.s.	74
oft	5	n.s.	5
Unterschenkel			
keine	95	s.	67
oft	3	s.	19
Füße			
keine	87	s.	67
oft	5	s.	10

gend stehenden Arbeitsweise deutlich. Im Stehen findet man eine vergleichsweise große Häufigkeit der Nein-Nennungen und geringe Häufigkeit der Oft-Nennungen bezüglich Hals-, Nacken- und Schulterbeschwerden.

Die Analyse eines Kollektivs von Zahnärzten jünger als 45 Jahre scheidet aus, da in dieser Gruppe der Anteil mit überwiegend stehender Arbeitsweise nur 4% beträgt.

Zusammenfassend läßt sich bezüglich der Belastung des Zahnarztes durch sitzende und stehende Arbeitsweise folgendes feststellen:

Bei überwiegend sitzender Arbeitsweise kommen weniger oft Beschwerden in den unteren Extremitäten und im unteren Rücken vor. Die überwiegend im Stehen behandelnden Zahnärzte haben deutlich weniger Beschwerden im Hals/Nacken- und Schulterbereich. In Tabelle 14 werden sitzende und stehende Arbeitsweise bezüglich ausgewählter Beschwerden qualitativ miteinander verglichen.

In Tabelle 15 ist die überwiegende Arbeitsweise des Zahnarztes nach dem Lebensalter aufgeschlüsselt. Die Gruppe der jüngeren Zahnärzte (25—34 Jahre) bevorzugt die überwiegend sitzende Arbeitsweise. Auch bei den 35—44jährigen ist der Anteil der überwiegend im Stehen behandelnden Ärzte sehr gering. Bei den älteren Zahnärzten hingegen herrscht die stehende Arbeitsweise vor. Mehr als die Hälfte der über

Tabelle 14: Qualitative Bewertung der sitzenden und stehenden Arbeitsweise in bezug auf orthopädische Beschwerden			
Beschwerden	Überwiegende Arbeitsstellung		
	Sitzen		Stehen
Hals/Nacken			günstiger
Schulter			günstiger
Oberer Rücken		neutral	
Unterer Rücken	günstiger		
Knie		neutral	
Unterschenkel	günstiger		
Füße	günstiger		

Tabelle 15: Vergleich der relativen Häufigkeit (in %) der überwiegenden Arbeitsstellung (Sitzen, Stehen) bei unterschiedlichem Lebensalter, n = 466				
Überwiegende Arbeitsstellung	Lebensalter in Jahren			
	25–34 n = 62	35–44 n = 170	45–54 n = 91	55 u. mehr n = 143
Sitzen	100	96	75	42
Stehen	0	4	25	58
Summe	100	100	100	100

55jährigen behandelt überwiegend im Stehen. Die altersabhängige Differenzierung der Körperstellung rührt von der vor einigen Jahrzehnten vollzogenen Umstellung von der stehenden auf die sitzende Arbeitsweise her, die von den älteren Zahnärzten offensichtlich nur teilweise vollzogen wurde.

Tabelle 16 vergleicht die Häufigkeit ausgewählter Beschwerden bei unterschiedlicher Art der Einsichtnahme in den Mund des Patienten. Es lassen sich signifikante Vorteile der überwiegend indirekten Einsichtnahme bezüglich der Beschwerden in Hals/Nacken und Schulter sowie Nachteile hinsichtlich der Beschwerdehäufigkeit an den unteren Extremitäten erkennen. Es ist hierbei jedoch zu beachten, daß die Art der Einsichtnahme in den Mund des Patienten sehr stark von der Körperstellung des Zahnarztes abhängig ist, wie aus Tabelle 17 hervorgeht. Während 81% der überwiegend in direkter Sicht behandelnden Zahnärzte im Sitzen arbeiten, beträgt dieser Anteil bei den in überwiegend indirekter Sicht behandelnden Zahnärzten nur 56%. Vergleicht man die aus Tabelle 16 erkennbaren Tendenzen mit den Ergebnissen der Analyse der Körperstellung (Tabellen 12 und 13), so erkennt man, daß die überwiegend indirekte Sicht, bei der der Anteil stehender Zahnärzte deutlich höher ist, dort besser abschneidet, wo auch die stehende Arbeitsweise Vorteile hat (Beschwerden im Hals/Nacken- und Schulterbereich). Wie aus Tabelle 16 weiter hervorgeht, sind

Tabelle 16: Relative Beschwerdebhäufigkeit (in %) bei unterschiedlicher Einsichtnahme in den Mund des Patienten. Randbedingungen: Männer, n = 390			
Beschwerden	Art der Einsichtnahme in den Mund des Patienten		
	Indirekt n = 56	p	Direkt n = 334
Hals/Nacken			
keine	61	s.	35
oft	18	n.s.	23
Schulter			
keine	61	s.	43
oft	14	n.s.	20
Oberer Rücken			
keine	73	n.s.	66
oft	7	n.s.	14
Unterer Rücken			
keine	53	n.s.	46
oft	11	n.s.	20
Knie			
keine	78	s.	88
oft	9	s.	3
Unterschenkel			
keine	86	n.s.	92
oft	7	s.	2
Füße			
keine	78	s.	88
oft	9	s.	3

Tabelle 17: Relative Häufigkeit (in %) der Körperhaltung des Zahnarztes bei unterschiedlicher Einsichtnahme in den Mund des Patienten, n = 461		
	Überwiegende Art der Einsichtnahme in den Mund des Patienten	
	Indirekt n = 68	Direkt n = 393
Sitzen	56	81
Stehen	44	19
Summe	100	100

bei überwiegend direkter Einsichtnahme Beschwerden in den unteren Extremitäten weniger häufig. Dies ist nicht verwunderlich, da die in überwiegend direkter Sicht behandelnden Zahnärzte zu 1/3 die sitzende Arbeitsweise bevorzugen und somit die Entlastung der unteren Extremitäten in einer geringeren Beschwerdebhäufigkeit in Knien, Unterschenkeln und Füßen zum Ausdruck kommt.

Insgesamt ist folglich keine isolierte Aussage über Vor- und Nachteile der direkten oder indirekten Sicht möglich. In Kombination mit der stehenden Arbeitsweise ist die

direkte Sicht mit einer vergleichsweise geringen Beschwerdehäufigkeit des Nacken-Schulter-Bereichs verknüpft.

Eine Analyse der Zusammenhänge zwischen bevorzugter Patientenlagerung (Sitzen/Liegen) und Beschwerdehäufigkeit wurde nicht vorgenommen, da hier die Verknüpfung zur Körperstellung des Zahnarztes noch viel deutlicher ist als bei der Art der Einsichtnahme in den Mund des Patienten. Wie aus Tabelle 18 hervorgeht, bevorzugen nahezu alle im Sitzen behandelnden Zahnärzte die liegende Lagerung des Patienten, während die stehenden Zahnärzte zu 100% die Behandlung am sitzenden Patienten vorziehen.

In Tabelle 19 ist der Einfluß der unterschiedlichen Arbeitspositionen des Zahnarztes auf die Häufigkeit von ausgewählten Beschwerdesymptomen dargestellt. Bei Betrachtung der Arbeitspositionen von der 8- über die 9- und 10- bis zur 11-Uhr-Posi-

Tabelle 18: Relative Häufigkeit (In %) der Körperstellung des Zahnarztes bei unterschiedlicher Körperstellung des Patienten, n = 461		
Zahnarzt	Patient	
	Sitzen n = 140	Liegen n = 317
Sitzen	33	97
Stehen	67	3
Summe	100	100

Tabelle 19: Vergleich der relativen Beschwerdehäufigkeit (In %) bei unterschiedlichen Arbeitspositionen. Randbedingungen: Männer, Arbeitsdauer 7 oder 8 h, sitzende Arbeitsweise, n = 217				
Beschwerden	Arbeitspositionen			
	8 n = 13	9 n = 96	10 n = 88	11 n = 20
Hals/Nacken				
keine	23	32	34	50
oft	31	26	19	20
Schulter				
keine	15	44	38	45
oft	31	24	19	20
Oberer Rücken				
keine	47	72	70	65
oft	15	13	10	10
Unterer Rücken				
keine	15	49	59	55
oft	23	21	14	20

Anmerkung: In Arbeitsposition 08 und 11 sind Zahnärzte über 45 Jahre vergleichsweise häufiger vertreten.

tion findet man eine zunehmende Häufigkeit der Nein-Nennungen in Bezug auf Beschwerden der Nacken-, Schulter- und unteren Rückenregion. Eine abnehmende Tendenz der Häufigkeit bei den Oft-Nennungen findet man bei Beschwerden der Nacken-, Schulter- und oberen Rückenregion. Aus der Sicht der Beschwerdehäufigkeit beurteilt, sind demnach Arbeitspositionen mit niedriger Positionszahl vergleichsweise ungünstig.

2.2.2 Zusammenhänge zwischen individuellen Charakteristika des Zahnarztes und Beschwerden

Im folgenden werden die Zusammenhänge zwischen den individuellen Charakteristika des Zahnarztes und der Häufigkeit orthopädischer Beschwerden analysiert. Als individuelle Charakteristika werden Geschlecht, Lebensalter, Körpergröße und Körpergewicht herangezogen.

2.2.2.1 Geschlecht und Beschwerdehäufigkeit

Tabelle 20 gibt Aufschluß über die relative Häufigkeit orthopädischer Beschwerden bei weiblichen und männlichen Zahnärzten. Untersucht wurde jeweils das gesamte Kollektiv der Frauen und Männer. Das Aufstellen von Randbedingungen hätte das Kollektiv der weiblichen Zahnärzte zu klein werden lassen, um statistisch signifikante Ergebnisse zu erhalten.

Beschwerden	Geschlecht		
	Frauen n = 73	p	Männer n = 393
Hals/Nacken			
keine	26	s.	38
oft	31	n.s.	22
Schulter			
keine	33	s.	46
oft	22	n.s.	19
Oberer Rücken			
keine	55	s.	67
oft	19	n.s.	13
Unterer Rücken			
keine	52	n.s.	47
oft	22	n.s.	19

Es fällt auf, daß die weiblichen Zahnärzte größere Häufigkeiten der Oft-Nennungen und kleinere Häufigkeiten der Nein-Nennungen bei Hals/Nacken- und Schulterbeschwerden vorweisen, wobei die Häufigkeit der Nein-Nennungen jeweils signifikant kleiner ist als bei den Männern.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, daß die weiblichen Zahnärzte deutlich häufiger über Beschwerden im Hals-, Nacken- und Schulterbereich klagen als die männlichen Zahnärzte. Als Ursache dürften am ehesten Konstitutionsunterschiede in Frage kommen.

2.2.2.2 Lebensalter und Beschwerdehäufigkeit

In Tabelle 21 und 22 wird der Zusammenhang zwischen Lebensalter und relativer Häufigkeit orthopädischer Beschwerden untersucht.

Die Analyse des gesamten Kollektivs der männlichen Zahnärzte in Tabelle 21 ergibt erwartungsgemäß als allgemeine Tendenz eine Zunahme der Beschwerdehäufigkeit mit dem Alter. Diese Regel wird durchbrochen durch die Gruppe der älteren Zahnärzte (55 und mehr Jahre), die bei Beschwerden im Hals/Nacken, in der Schulter und im oberen Rücken eine vergleichsweise geringe Häufigkeit angibt.

Es ist jedoch zu vermuten, daß sich in Abhängigkeit vom Lebensalter die Belastungsfaktoren ändern. Die tägliche Behandlungsdauer nimmt bei den älteren Zahnärzten ebenso ab wie die Zahl der Behandlungsscheine pro Quartal, d. h. Belastungsdauer und Belastungshöhe werden reduziert. Auch ist zu bedenken, daß über die Hälfte der älteren Zahnärzte die stehende Arbeitsweise vorzieht (vgl. Tabelle 15).

Aus diesen Gründen wurden in Tabelle 22 Randbedingungen aufgestellt, die gewährleisten, daß eine bezüglich Belastungshöhe, Belastungsdauer und Belastungsart weitgehend homogene Untergruppe untersucht wurde. Allerdings hat die Eingrenzung des Kollektivs auf männliche Zahnärzte, die einer durchschnittlichen Bela-

Tabelle 21: Relative Beschwerdehäufigkeit (in %) bei unterschiedlichem Lebensalter. Randbedingungen: Männer, n = 393				
Beschwerden	Lebensalter in Jahren			
	25–34 n = 58	35–44 n = 135	45–54 n = 78	55 u. mehr n = 122
Hals/Nacken				
keine	34	35	35	45
oft	14	26	28	19
Schulter				
keine	49	41	38	54
oft	16	19	26	16
Oberer Rücken				
keine	63	67	58	72
oft	14	13	18	8
Unterer Rücken				
keine	44	50	43	45
oft	16	18	21	22
Knie				
keine	95	94	77	81
oft	2	1	4	7
Unterschenkel				
keine	100	93	87	88
oft	0	2	3	5
Füße				
keine	100	93	80	77
oft	0	2	6	7

Tabelle 22: Relative Beschwerdehäufigkeit (in %) bei unterschiedlichem Lebensalter. Randbedingungen: Männer, tägliche Behandlungsdauer 7 oder 8 h, 400–799 Schei- ne/Quartal, überwiegend sitzende Körperstellung, n = 130				
Beschwerden	Lebensalter in Jahren			
	25–34 n = 29	35–44 n = 63	45–54 n = 22	55 u. mehr n = 16
Hals/Nacken				
keine	35	31	36	49
oft	17	29	18	13
Schulter				
keine	48	42	36	49
oft	21	25	18	13
Oberer Rücken				
keine	62	65	77	75
oft	24	13	5	6
Unterer Rücken				
keine	51	56	50	56
oft	21	21	14	13
Knie				
keine	94	95	72	75
oft	3	0	5	6
Unterschenkel				
keine	100	92	95	94
oft	0	3	0	6
Füße				
keine	100	95	90	81
oft	0	2	0	13

stungshöhe und -dauer ausgesetzt sind, sowie der Ausschluß der überwiegend im Stehen behandelnden Ärzte zur Folge, daß die Anzahl der älteren Zahnärzte relativ gering wird.

Auch in dieser homogenen Untergruppe weisen die älteren Zahnärzte im Hals/Nacken, in der Schulter und im oberen Rücken wiederum die eher geringeren Beschwerdehäufigkeiten auf als ihre jüngeren Kollegen. Dies ist möglicherweise auf den sogenannten „healthy worker effect“ zurückzuführen. Dieses Phänomen ist typisch für retrospektive Untersuchungen und stellt dem Grunde nach einen Ausleseprozeß durch die berufliche Belastungssituation dar. Im vorliegenden Fall könnten Zahnärzte der Altersgruppe 55 Jahre und darüber aus gesundheitlichen Gründen (z. B. auch wegen orthopädischer Beschwerden) vorzeitig in den Ruhestand gegangen sein. Dadurch verbleiben im Kollektiv der älteren Zahnärzte lediglich die gesundheitlich „robusten“ Personen, so daß man eine reduzierte Beschwerdehäufigkeit bei der Befragung vorfindet.

Zusammenfassend ergeben sich somit drei Hypothesen zur Erklärung des nicht-monotonen Zusammenhangs zwischen Lebensalter und Häufigkeit orthopädischer Beschwerden:

1. Die im Alter abnehmende Belastungshöhe und -dauer,

2. der healthy worker effect und
3. bei älteren Zahnärzten überwiegend Behandlung im Stehen (auch in der Vergangenheit).

2.2.2.3 Körpergröße und Beschwerdehäufigkeit

In Tabelle 23 werden die relativen Beschwerdehäufigkeiten von körperlich kleinen und großen Zahnärzten verglichen. Die körperlich kleinen Zahnärzte werden hier durch eine Größe unter 180 cm erfaßt, die körperlich großen Zahnärzte durch 180 cm und mehr. Um eine möglichst homogene Untergruppe zu erhalten, wurden nur Männer, 45 Jahre und älter, mit einer täglichen Behandlungsdauer von 7 oder 8 Stunden analysiert. Außerdem wurden solche Ärzte ausgeschlossen, die nicht in einer der üblichen Behandlungspositionen 8–11 Uhr arbeiten. Grundsätzlich wird erkennbar, daß bei den kleineren Zahnärzten die Nein-Nennungen häufiger und die Oft-Nennungen seltener auftreten als bei großen Zahnärzten. Dies gilt für sämtliche in Tabelle 23 aufgeführten Beschwerderegionen. Insbesondere Beschwerden in Schulter und oberem Rücken kommen bei dem Kollektiv der kleineren Zahnärzte mit einer signifikant geringeren Häufigkeit vor. Zwar sind bei den anderen Beschwerdebereichen die Häufigkeitsvorteile für kleinere Zahnärzte bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 nicht signifikant, doch dürfte alleine die Tatsache, daß die Häufigkeit bei kleinen Zahnärzten bei keiner Oft-Nennung über und bei keiner Keine-Nennung unter den entsprechenden Häufigkeiten der größeren Zahnärzte liegt, die geringere Anfälligkeit der kleineren Zahnärzte für orthopädische Beschwerden verdeutlichen.

Dies könnte zum einen daran liegen, daß große Zahnärzte aufgrund ihrer Konstitution eine geringere Belastbarkeit des Stütz- und Bewegungsapparates aufweisen. Zum anderen könnte die Ursache aber auch in einem nicht ausreichenden Verstellbereich

Tabelle 23: Relative Beschwerdehäufigkeit (in %) bei unterschiedlicher Körpergröße. Randbedingungen: Männer, 45 Jahre und älter, tägliche Behandlungsdauer 7 oder 8 h, Behandlungsposition 8–11 Uhr, n = 116			
Beschwerden	Körpergröße in cm		
	unter 180 n = 73	p	180 u. mehr n = 43
Hals/Nacken			
keine	43	n.s.	28
oft	22	n.s.	28
Schulter			
keine	53	s.	30
oft	14	s.	33
Oberer Rücken			
keine	75	n.s.	67
oft	6	s.	19
Unterer Rücken			
keine	53	n.s.	42
oft	21	n.s.	33

Anmerkung: Bei Zahnärzten von 44 Jahren und jünger ist kein systematischer Einfluß der Körpergröße erkennbar.

von Zahnarzt- und Patientenstuhl zu suchen sein, so daß größere Zahnärzte eher ungünstige Körperhaltungen einnehmen müssen. Anhand der erhobenen Befragungsdaten kann die letztgenannte Hypothese überprüft werden. Falls die Verstellmöglichkeiten und die Abmessungen des Arbeitsplatzes nur unzureichend an die körperlich großen Zahnärzte angepaßt werden können, müßte in dieser Gruppe vermehrt Kritik an der Arbeitsplatzgeometrie geäußert werden.

Tabelle 24 schlüsselt auf, wie sich die spontanen Nennungen von derartigen anthropometrischen Arbeitsplatzmängeln auf Zahnärzte mit unterschiedlichen Körpergrößen verteilen. Es wird deutlich, daß ganz im Sinne der Hypothese die Kritikhäufigkeit mit zunehmender Körpergröße steigt. Dies macht wahrscheinlich, daß der erhöhte Prozentsatz an orthopädischen Beschwerden bei körperlich großen Zahnärzten auch durch mangelhafte Anpaßbarkeit der Arbeitsplatzabmessungen bedingt ist.

Tabelle 24: Relative Häufigkeit (in %) der Nennung anthropometrischer Arbeitsplatzmängel bei unterschiedlicher Körpergröße des Zahnarztes. Randbedingungen: Männer, n = 56	
Körpergröße in cm	relative Häufigkeit in % der Nennungen von anthropometrischen Mängeln
unter 175	6
175 – unter 185	15
185 und mehr	28

2.2.2.4 Körpergewicht und Beschwerdehäufigkeit

In Tabelle 25 wird der Zusammenhang zwischen Körpergewicht und der Häufigkeit orthopädischer Beschwerden bei den männlichen Zahnärzten untersucht. Da das Körpergewicht weitgehend unabhängig von der Belastung und anderen individuellen Charakteristika ist, wurden keine weiteren Randbedingungen aufgestellt.

Bei Hals/Nacken-, Schulter- und Rückenbeschwerden finden sich in den drei Gewichtsklassen keine Unterschiede in der Häufigkeit der Oft- und Nein-Nennungen. Offensichtlich hat das Körpergewicht keinen Einfluß auf Beschwerden in diesen Regionen. Bei den Beschwerdenennungen in den unteren Extremitäten zeichnet sich allerdings eine leichte Tendenz zugunsten geringerer Häufigkeit der Oft-Nennungen und größerer Häufigkeit der Nein-Nennungen bei geringerem Körpergewicht ab. Demnach klagen Zahnärzte mit geringem Körpergewicht seltener über Beschwerden in den unteren Extremitäten.

2.2.3 Zusammenfassende Betrachtung der statistischen Zusammenhänge und Schlußfolgerungen

Es wurden mögliche Zusammenhänge zwischen der Häufigkeit körperlicher Beschwerden bei Zahnärzten und Belastungsfaktoren (Dauer, Intensität, Art) sowie individuellen Charakteristika untersucht.

Bei der Belastungsdauer kann man unterscheiden zwischen der Dauer der Berufsausübung und der täglichen Arbeitsdauer. Da die Dauer der Berufsausübung stark

Tabelle 25: Relative Beschwerdebhäufigkeit (In %) bei unterschiedlichem Körpergewicht. Randbedingungen: Männer, n = 393			
Beschwerden	Körpergewicht in kg		
	unter 75 n = 138	75 – u. 85 n = 173	85 u. mehr n = 82
Hals/Nacken			
keine	40	35	41
oft	22	24	21
Schulter			
keine	44	49	44
oft	17	19	21
Oberer Rücken			
keine	68	69	63
oft	12	11	16
Unterer Rücken			
keine	44	49	48
oft	20	17	20
Knie			
keine	91	84	83
oft	1	6	4
Unterschenkel			
keine	93	90	86
oft	1	4	5
Füße			
keine	90	88	79
oft	1	5	5

mit dem Lebensalter zusammenhängt, kann der Zusammenhang zwischen Beschwerdebhäufigkeit und Belastungsdauer nur auf der Basis der täglichen Arbeitsdauer geprüft werden. Hier läßt sich zumindest für die älteren Zahnärzte ein entsprechender Zusammenhang zwischen der täglichen Behandlungsdauer und der Beschwerdebhäufigkeit in der Nacken-, Schulter- und Rückenregion feststellen.

Die Belastungsintensität bei der zahnärztlichen Tätigkeit wurde anhand der abgerechneten Scheine pro Quartal erfaßt. Da dieses Merkmal jedoch eng mit der täglichen Behandlungsdauer verknüpft ist, ergeben sich hier keine neuen Gesichtspunkte in bezug auf die Beschwerdebhäufigkeit.

Bezüglich der Belastungsart wurden in der vorliegenden Studie Körperstellung (stehend, sitzend), Einsichtnahme und Arbeitsposition berücksichtigt.

Die Belastungsfaktoren „Körperstellung“ und „Art der Einsichtnahme“ sind eng miteinander korreliert und müssen deswegen bei der Betrachtung der Zusammenhänge mit den Beschwerdebhäufigkeiten gemeinsam besprochen werden. Die überwiegend stehende Arbeitsweise geht mit vergleichsweise hoher Beschwerdebhäufigkeit an den unteren Extremitäten und dem unteren Rückenbereich einher. Bei einer engen Verknüpfung mit der indirekten Einsichtnahme findet man dafür eine geringe Beschwerdebhäufigkeit im Nacken- und Schulterbereich. Die überwiegend sitzende Arbeitswei-

se weist erwartungsgemäß eine geringe Beschwerdehäufigkeit an den unteren Extremitäten auf. Da die bei dieser Arbeitsweise bevorzugte direkte Sicht den Zahnarzt jedoch zu ungünstigen Kopfhaltungen zwingt, häufen sich hierbei die Beschwerden in der Nacken- und Schulterregion.

Hinsichtlich der Arbeitsposition des Zahnarztes in bezug zum Patienten findet man vergleichsweise große Beschwerdehäufigkeiten für den Nacken-, Schulter- und Rückenbereich bei der niedrigen Uhr-Position.

Schließlich wurde gezeigt, daß körperlich große Zahnärzte gehäuft über Beschwerden im Nacken-, Schulter- und Rückenbereich klagten, wobei zugleich vermehrt anthropometrische Mängel der Geräteausstattung kritisiert wurden.

Zusammenfassend ist aufgrund der erhobenen Daten festzuhalten:

1. Der statistische Zusammenhang zwischen orthopädischen Beschwerden des Zahnarztes und der täglichen Behandlungsdauer ist ein Hinweis dafür, daß berufliche Risikofaktoren für chronisch-degenerative Erkrankungen des Stütz- und Bewegungsapparates existieren.
2. Der statistische Zusammenhang der orthopädischen Beschwerden des Zahnarztes mit Körpergröße, Körperstellung, Einsichtnahme und Arbeitsposition ist ein Hinweis dafür, daß ein Risikofaktor in der Arbeitshaltung des Zahnarztes zu suchen ist.

2.3 Beanspruchungsmessungen bei Zahnärzten

Im folgenden wird die Frage untersucht, ob bei der beruflichen Tätigkeit des Zahnarztes Überbeanspruchungen des Stütz- und Bewegungsapparates nachgewiesen werden können. Hierzu wurden an 5 Zahnärzten und 1 Zahnärztin ganztägige Beanspruchungsmessungen während der Arbeitszeit vorgenommen. Beanspruchungsindikator war die myoelektrische Aktivität (MEA) von 4 ausgewählten Skelettmuskeln aus den Körperregionen mit hoher Beschwerdehäufigkeit, die bei der zahnärztlichen Tätigkeit überwiegend statische Haltefunktion haben. Folgende Muskeln wurden routinemäßig gemessen:

- im Nackenbereich der M. erector spinae, zervikaler Anteil, links,
- im oberen Rückenbereich der M. trapezius p. descendens, rechts,
- im Schulterbereich der M. deltoideus p. acromialis, rechts,
- im unteren Rückenbereich der M. erector spinae, lumbaler Anteil, links.

Indikator der muskulären Überbeanspruchung (Ermüdung) war die sogenannte Destabilisierung des Beanspruchungsindikators, d. h. eine zeitliche Zunahme der MEA bei unveränderter Belastungssituation. Eine sogenannte kritische Destabilisierung lag vor, wenn anhand der Dauer und der zeitlichen Zunahme der MEA auf das Erreichen der Erschöpfungsgrenze geschlossen werden konnte. Zur Beschreibung der Belastungssituation wurde die Körperhaltung des Zahnarztes, der Behandlungsort und die Behandlungsart synchron mit den Beanspruchungsindikatoren aufgezeichnet. Einzelheiten zur Methodik der Beanspruchungsmessung finden sich in Kap. 6.2.

In Abb. 6 ist dargestellt, wie oft in Zeitabschnitten, in denen eine Körperhaltung 70 sec oder länger ununterbrochen eingenommen wurde, eine (kritische) MEA-Destabi-

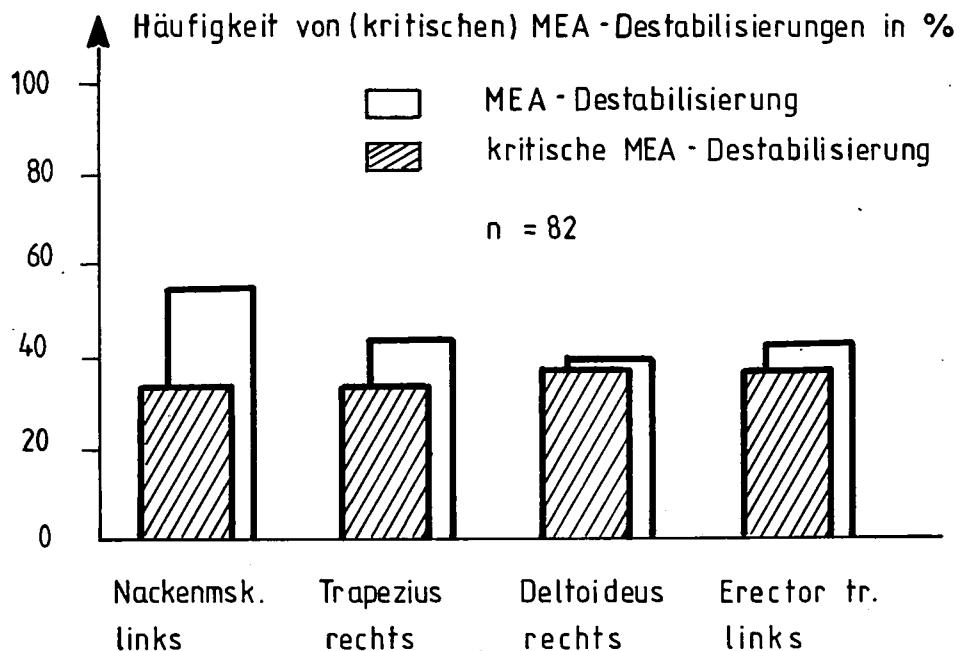


Abb. 6: Häufigkeiten von Destabilisierung in verschiedenen Muskeln (Kurzzeitabschnitte)

lisierung auftrat. Die größte Destabilisierungshäufigkeit mit 55% aller untersuchten Abschnitte trat bei der Nackenmuskulatur auf. Die niedrigste Destabilisierungshäufigkeit zeigte der Deltoideus. Ein Unterschied zwischen den Muskeln bezüglich der Häufigkeit kritischer Destabilisierungsprozesse ließ sich jedoch nicht feststellen.

Eine Destabilisierung der MEA-Werte ist ein Anzeichen eines Ermüdungsprozesses im untersuchten Muskel. Darüber hinaus zeigt eine sogenannte kritische Destabilisierung an, daß der Muskel bis nahe an die Grenze seiner Ausdauerfähigkeit beansprucht ist. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, daß bei jedem der untersuchten 4 Muskeln in etwa der Hälfte aller untersuchten Haltungsabschnitte Ermüdungserscheinungen auftreten. Vergleichsweise am häufigsten finden sich dabei die Ermüdungserscheinungen in der Nackenmuskulatur. Demnach ist bei der untersuchten Zahnarztgruppe die Nackenmuskulatur als der wichtigste muskuläre Engpaß anzusehen.

Weiterhin weisen die Ergebnisse aus, daß in etwa $\frac{1}{3}$ der analysierten Haltungsabschnitte die untersuchten Muskeln bis nahe an die Grenze ihrer Ausdauerfähigkeit belastet wurden. Dies bedeutet, daß ein sehr hoher Ermüdungsgrad bis in die Nähe der Erschöpfung erreicht wurde.

Die zahnärztliche Tätigkeit bringt einen häufigen Wechsel von Körperhaltungen und Bewegungen mit sich. Es erhebt sich daher die Frage, ob kurzfristige regionale muskuläre Überbeanspruchungen durch Entlastung der Muskeln während Bewegungen, Haltungswechseln und Arbeitsunterbrechungen abgebaut werden können oder ob die Destabilisierung während eines Arbeitstages kumuliert.

Es wurde daher analysiert, wie häufig bei den untersuchten Muskeln über einen gesamten Behandlungsvormittag oder -nachmittag gesehen eine Destabilisierung nachweisbar war. Bei insgesamt 10 auswertbaren Vormittagen und Nachmittagen ergaben sich die in Abb. 7 dargestellten Destabilisierungshäufigkeiten. Auch bei dieser Betrachtungsweise zeigt sich die Nackenmuskulatur mit einer Destabilisierungshäufigkeit von 40% wiederum als der wichtigste muskuläre Engpaß.

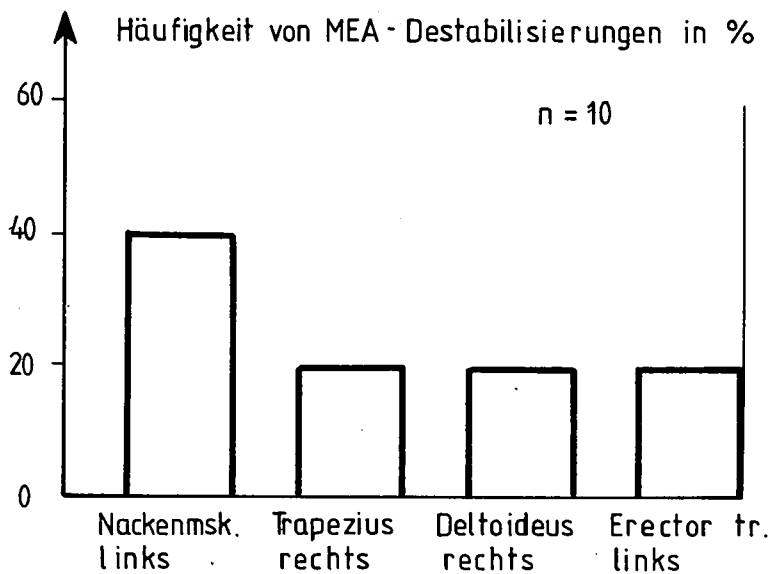


Abb. 7: Häufigkeit von Destabilisierung der untersuchten Muskeln (Langzeitabschnitte)

Ermüdung kann durch Erholung rückgängig gemacht werden. Sind die Erholungszeiten zwischen den einzelnen ermüdenden Handlungsabschnitten nicht ausreichend lang bemessen, so tritt über einen längeren Zeitraum gesehen eine Ermüdungskumulation ein. Bei den untersuchten 6 Zahnärzten fanden sich mehrfach Zeichen einer derartigen Ermüdungskumulation im Verlauf eines Vormittags oder eines Nachmittags. Je nach untersuchtem Muskel fanden sich bei 20 bis 40% der untersuchten Zeitabschnitte Anzeichen einer Ermüdungskumulation. Dies bedeutet, daß die vorgefundenen Unterbrechungen und Pausen nicht in jedem Fall ausreichend lang waren, um die in den einzelnen Handlungsabschnitten entstandenen Ermüdungsprozesse rückgängig zu machen.

Von den untersuchten Muskeln ist die Nackenmuskulatur von den Ermüdungsprozessen und von der Ermüdungskumulation am häufigsten betroffen. Betrachtet man Ermüdungsprozesse als Anzeichen einer Überbeanspruchung, so folgt hieraus, daß die Nackenmuskulatur ein spezifischer muskulärer Engpaß bei der zahnärztlichen Tätigkeit ist. Dieser Befund korrespondiert gut mit den Ergebnissen der epidemiologischen Untersuchung, wonach von den befragten Zahnärzten die Nackenregion am häufigsten als Sitz von orthopädischen Beschwerden angegeben wurde.

Zusammenfassend kann die eingangs gestellte Frage nach dem Auftreten von muskulären Überbeanspruchungen bei der zahnärztlichen Tätigkeit wie folgt beantwortet werden:

1. In zahlreichen analysierten Zeitabschnitten konnten in den untersuchten Muskeln Ermüdungsprozesse als Ausdruck einer Überbeanspruchung nachgewiesen werden. In vielen Fällen wurden dabei die Muskeln bis an die Grenze ihrer Ausdauerfähigkeit beansprucht.
2. In vielen Fällen waren die durch Arbeitsunterbrechungen, Pausen und Bewegung gegebenen Erholungsmöglichkeiten für die untersuchten Muskeln nicht ausreichend, so daß eine Ermüdungskumulation über einen längeren Zeitraum eintrat.
3. Von den Ermüdungsprozessen am häufigsten betroffen war die Nackenmuskulatur.

2.4 Schlußfolgerungen zur Frage der arbeitsbedingten Erkrankungen

Zusammenfassend ergab die Befragung und Beanspruchungsmessung bei Zahnärzten:

1. Körperliche Beschwerden des Zahnarztes sind überwiegend dem orthopädischen Bereich zuzuordnen und betreffen bevorzugt die Nacken-, Schulter- und Rückenregion.
2. Es besteht ein statistischer Zusammenhang zwischen der täglichen Arbeitsdauer der Zahnärzte und der Häufigkeit der oben genannten Beschwerden des Stütz- und Bewegungsapparates.
3. Es besteht ein statistischer Zusammenhang zwischen Körperstellung (stehend, sitzend), Einsichtnahme, Arbeitsposition und Körpergröße des Zahnarztes einerseits mit der Beschwerdehäufigkeit andererseits.
4. An der Nacken-, Schulter- und Rückenmuskulatur von Zahnärzten konnten mittels Beanspruchungsmessungen häufig Anzeichen einer Überbeanspruchung festgestellt werden.

Hieraus wird als Schlußfolgerung gezogen:

1. Bei Zahnärzten besteht ein tätigkeitsspezifischer Risikofaktor für Gesundheitsstörungen des Stütz- und Bewegungsapparates.
2. Der Risikofaktor ist mit der Arbeitsstellung (stehend, sitzend mit einzelnen Haltungen) des Zahnarztes verknüpft.

2.5 Charakteristik der zahnärztlichen Tätigkeit aufgrund des arbeitswissenschaftlichen Erhebungsverfahrens zur Tätigkeitsanalyse (AET)

Die Anwendung des AET (*Rohmert, Landau, 1979*) erfolgte integrativ für eine typische zahnärztliche Tätigkeit im konservierenden Bereich, wie sie im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen abgeleitet werden konnte.

Das AET ist ein analytisches Verfahren, bei dem in Form eines Beobachtungsinterviews insgesamt 216 arbeitswissenschaftliche Merkmale einer Tätigkeit mit unterschiedlichen Merkmalsschlüsseln jeweils auf einer 5stufigen Skala kodiert werden (W = Wichtigkeitsschlüssel; H = Häufigkeitsschlüssel; Z = Zeitschlüssel; S = Sonderschlüssel).

Die Darstellung in Abb. 8 zeigt eine Auswertung in Form eines Anforderungsprofils. Dabei werden zu den angegebenen definierten Anforderungsbereichen entsprechende AET-Merkmale integrativ zusammengefaßt.

Aufgrund des vorliegenden Anforderungsprofils werden als zu beachtende Bereiche die Informationsaufnahme (Sicht, Tastsinn u. a.) und Kontrolle, die erforderlichen Kenntnisse bei zu treffenden Entscheidungen (auch in Verbindung mit organisatorischen Aspekten), der Handlungsbereich bezüglich seines hier besonders interessierenden Bereichs der statischen Haltungsarbeit mit ihrem hohen zeitlichen Anteil sowie die spezifischen Umwelteinflüsse bzw. Anforderungen deutlich. Es wurde bereits im Rahmen einer detaillierten Analyse aufgezeigt, daß die Zusammenhänge zwischen bestimmten Anforderungsbereichen (z. B. Sichtgeometrie, erforderliche Genauigkeit bei der Informationsaufnahme und Körperhaltung) eine bedeutende Rolle bei der Bewertung der jeweiligen Auswirkungen haben.

Die vorliegenden Tätigkeitsanforderungen bzw. ihre Kombination verdeutlichen diesen Umstand und unterstreichen die relativ hohen Anforderungen im Haltebereich bei zahnärztlicher Tätigkeit. Als eine zusätzliche Belastung ist in diesem Zusammenhang die Haltearbeit zu werten, die durch eine Anzahl von Randbedingungen (z. B. Abhalten der Lippen des Patienten, Halten der Instrumente mit Zuleitungen in fallweise ungünstigen Positionen) bedingt werden kann.

Neben den hier untersuchten, dem Bereich „körperliche Arbeit“ zuzuordnenden Anforderungen sind es auch die für die ärztliche Tätigkeit charakteristischen Bereiche der erforderlichen Kenntnisse, der kognitiv-intellektuellen Anforderungen, der organisatorische Bereich (freier Beruf) und nicht zuletzt auch die allgemeine Gefährdung durch Infektionskrankheiten, die zu einem differenzierten Anforderungsbild mit mehreren Schwerpunkten führen. Eine einseitige Charakteristik der zahnärztlichen Tätigkeit schließt sich daher aus.

Die vorliegende Untersuchung erfaßte lediglich den spezifischen Anforderungsbereich „Haltungsarbeit“. Zur Differenzierung von zahnärztlichen Tätigkeiten nach ihren spezifischen Anforderungen wären weitere Untersuchungen an einer inhomogenen Stichprobe von Tätigkeiten erforderlich.

3 Beschreibung und Beurteilung von Körperhaltungen bei zahnärztlicher Tätigkeit

3.1 Erfassung und Typologisierung von Körperhaltungen bei zahnärztlicher Tätigkeit

Der verfolgte Untersuchungsansatz setzte eine objektive Beschreibung von Körperhaltungen bei zahnärztlicher Tätigkeit voraus. Folgende Informationen galt es zu ermitteln:

- Vorkommende Körperhaltungen und ihre Zuordnung zu definierten Behandlungsschritten.
- Dauer, Häufigkeit und Wechsel von Körperhaltungen.
- Randbedingungen und Merkmale der Behandlung, die die eingenommenen Körperhaltungen beeinflussen können.

Die Erfassung von Körperhaltungen erfolgte unmittelbar bei den jeweiligen Behandlungen in den Praxen anhand einer eigens zu diesem Zweck entwickelten Methodik (vgl. Kap. 6.3 im Anhang).

Die aufgenommenen geometrischen Parameter von Körperhaltungen sollten ihre Reproduzierbarkeit im geometrischen Sinne und damit eine quantifizierbare objektive Beschreibung der Körperhaltungen ermöglichen. Es erfolgte eine Beschränkung auf wesentliche Parameter, die relativ unabhängig von den anderen verändert werden können.

Die Erfassung der jeweiligen Körperhaltung erfolgte für die einzelnen berücksichtigten geometrischen Parameter in Form einer Einstufung auf einer 4stufigen Ordinalskala. Der erste Bereich bedeutete nur eine geringfügige Abweichung von der entspannten Null-Stellung eines Gelenkes. Der dritte Bereich lag in der Nähe der maximal erreichbaren Abwinkelung und war damit mit einer hohen Beanspruchung, die nur kurzfristig zu ertragen ist, verbunden. Der zweite bzw. der mittlere Bereich bedeutete eine mittelfristig zu Ermüdungen führende Beanspruchung im Gegensatz zum Bereich 1, in dem eine niedrige Beanspruchung mit kaum zu erwartender Ermüdung während der Tätigkeit vorausgesetzt wird.

Die Registrierung von Körperhaltungen bei den Behandlungen in den Praxen wurde mit Hilfe von Kleinbildkameras aus 3 aufeinander senkrechten Blickrichtungen vorgenommen. Auf diese Weise konnten die Haltungen sowohl des Zahnarztes als auch der Helferin und zum Teil auch des Patienten erfaßt werden.

Eine Einschränkung ergab sich hinsichtlich der Beinstellungen, die im Rahmen der Untersuchung nicht systematisch untersucht wurden.

Eine Videokamera mit angeschlossener elektronischer Uhr ermöglichte die Erfassung des gesamten Behandlungsablaufs mit den entsprechenden Körperhaltungen.

Damit konnte ihre Dauer, Reihenfolge und Häufigkeit registriert werden. Auf die Tonspur des Videobandes konnten die Anmerkungen und Hinweise des Zahnarztes aufgenommen werden.

Die Untersuchungen fanden an allen vier ISO-Konzepten (Kap. 6.3.1) bei insgesamt 19 ausgewählten Zahnärzten statt. Bei jeweils ganztägigen Aufnahmen direkt in den Praxen konnten insgesamt etwa 200 Patientenbehandlungen beobachtet und für die Untersuchung knapp 150 Behandlungen ausgewertet werden.

Bei der Untersuchungsplanung konnte die Anzahl der behandelten Patienten sowie die Art der Behandlungen durch eine geeignete Terminplanung beeinflusst werden. Es mußte dennoch davon ausgegangen werden, daß nicht alle interessierenden Fälle (vgl. die Auflistung in Kap. 1) systematisch erfaßt werden konnten. Um die Vorgehensweise eines zahnärztlichen Teams vollständig charakterisieren zu können, wurde neben den Aufnahmen der konkreten Behandlungen auch der sogenannte **Standardtest** eingeführt.

Mit dem **Standardtest** wird eine systematische Aufnahme der Körperhaltungen des Zahnarztes und seiner Helferin bei simulierter Behandlung von unterschiedlichen Zahnflächen einer Versuchsperson bezeichnet. Bei dem Standardtest wurde so vorgegangen, daß — beginnend mit einem beliebigen Mundsegment — das Behandlungsteam systematisch vorführte, in welchen Körperhaltungen die jeweilige Zahnfläche behandelt würde. Als ein Mundsegment wird hier jeweils im Ober- und Unterkiefer der mittlere, linke und rechte Bereich (vereinfacht auch Quadrant) bezeichnet. Eine Überprüfung der Ergebnisse des Standardtests mit vergleichbaren Fällen bei realen Behandlungen zeigte, daß die Behandlungsteams ihre Haltungen realistisch vorgeführt haben.

Die Ergebnisse des Standardtests lassen sich wie folgt charakterisieren: In Abhängigkeit vom Behandlungsfall, Mundsegment und der Zahnfläche können die charakteristischen Arbeitspositionen und die Haltungen des Zahnarztes und der Helferin dokumentiert werden.

Informationen zur Häufigkeit des Vorkommens und der Dauer von Haltungen können aufgrund der Aufnahmen von realen Behandlungen gewonnen und anhand von zahnärztlichen Abrechnungsstatistiken zu den ausgewählten Leistungspositionen bewertet werden.

Die bei den Standardtests und den konkreten Patientenbehandlungen vorkommenden Körperhaltungen waren vielfältig. Sie konnten jedoch in bestimmte Gruppen eingeteilt und zu Körperhaltungstypen verdichtet werden. Für den Zahnarzt ergaben sich 11 Grundtypen der Haltungen (7 sitzend, 4 stehend) und für die Helferin 7, zu denen alle während dieser Untersuchung beobachteten Körperhaltungen zugeordnet werden konnten. Die Abbildungen 9a bis d zeigen jeweils in allen 3 orthogonalen Ansichten die festgestellten Haltungstypen der Zahnärzte und der Helferinnen.

Die typischen Körperhaltungen wurden nach folgendem Schema gekennzeichnet: Der Buchstabe Z bedeutet Zahnarzt, der Buchstabe H die Helferin. Die erste Ziffer steht mit 1 für sitzende und mit 0 für stehende Körperhaltungen. Die zweite Ziffer in der Reihenfolge kennzeichnet eine bestimmte Körperhaltung, wobei mit der Größe der Ziffer keine Bewertung verbunden ist.

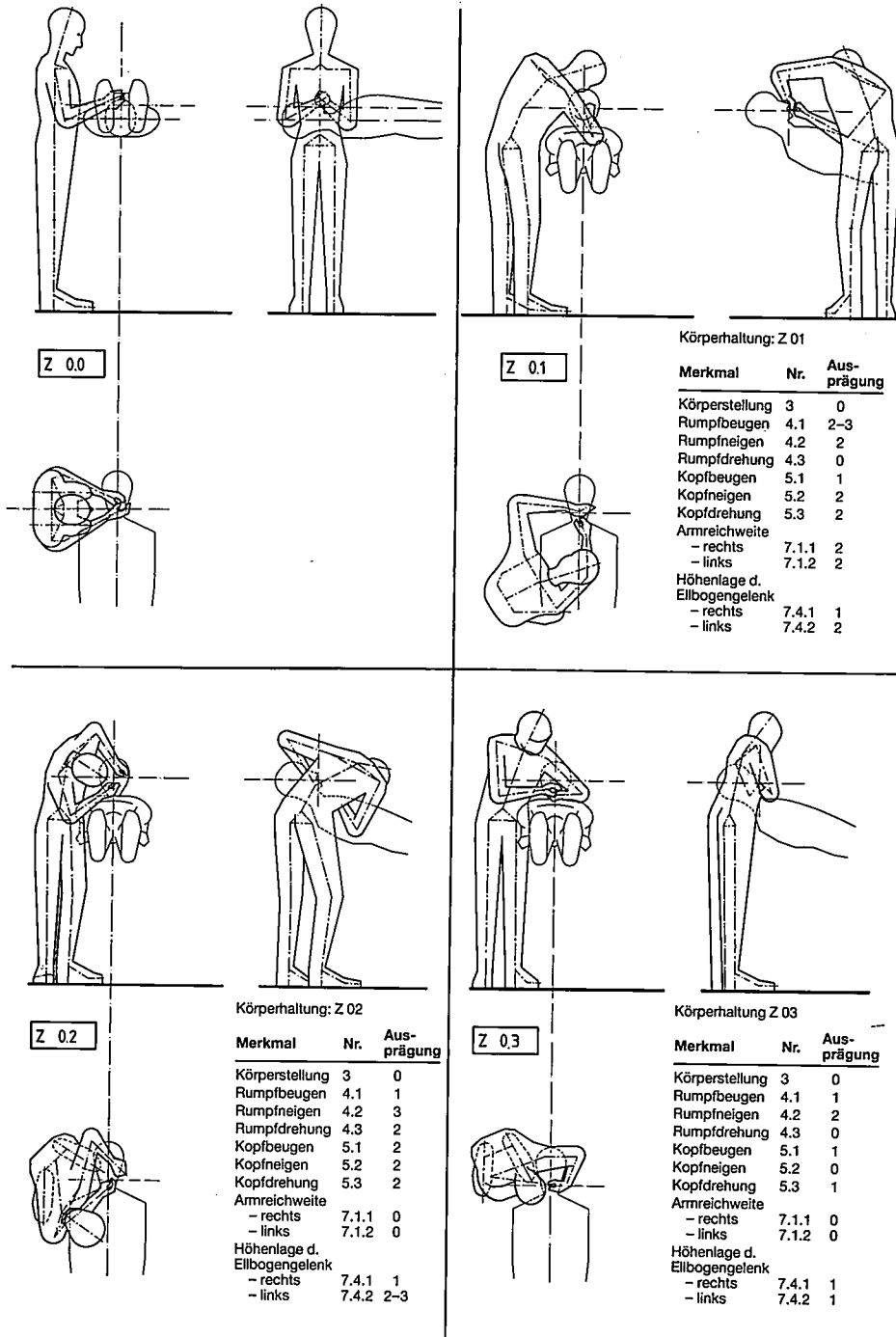


Abb. 9a: Körperhaltungstypen der Zahnärzte (stehend)

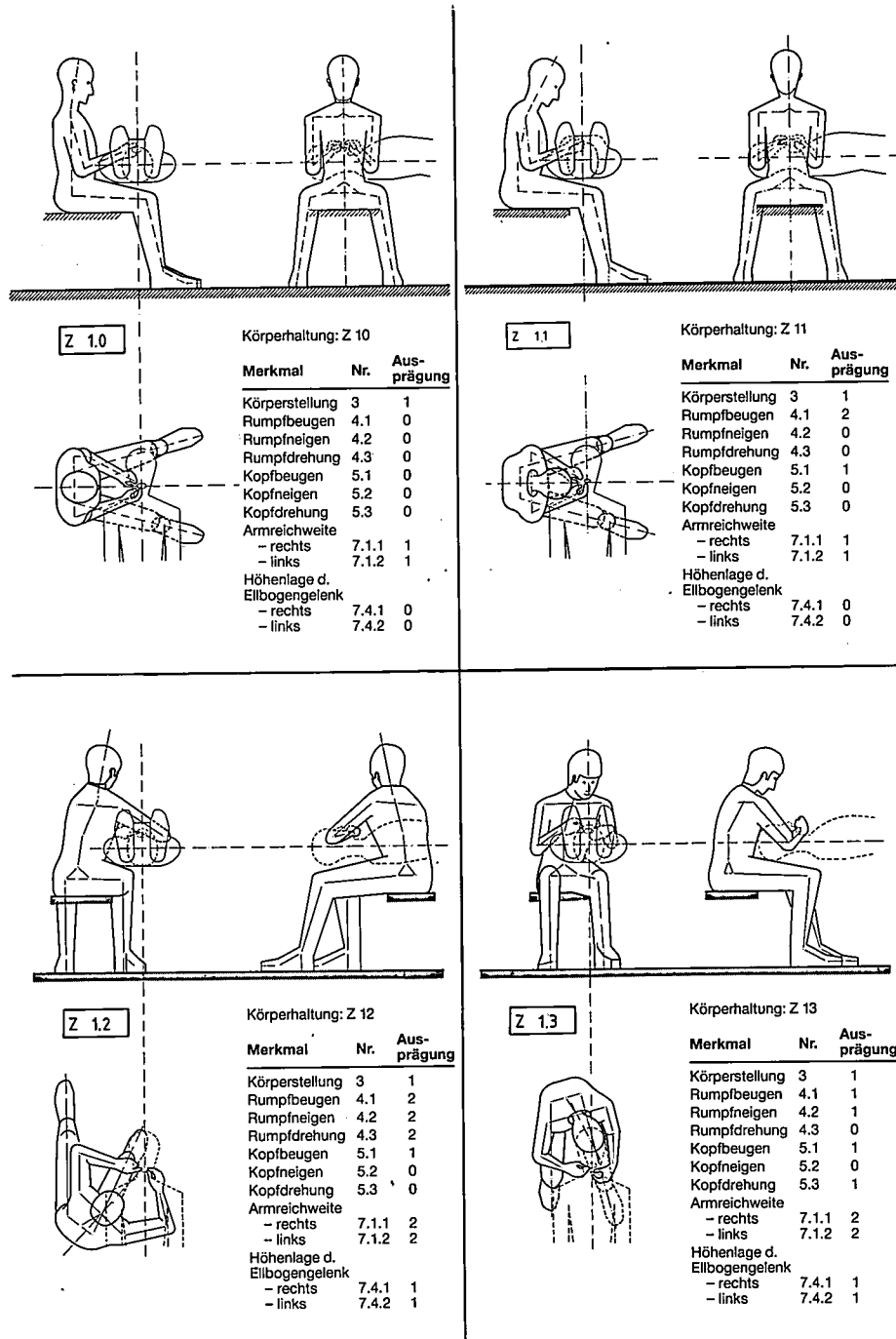
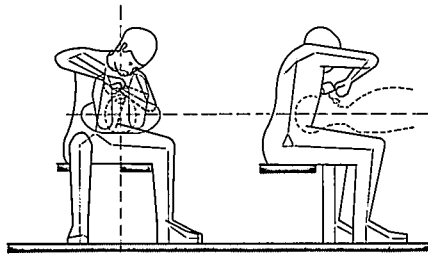


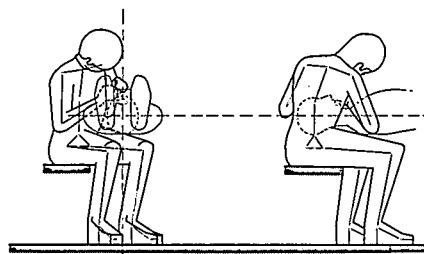
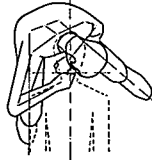
Abb. 9 b: Körperhaltungstypen der Zahnärzte (sitzend)



Z 1.4

Körperhaltung Z 14

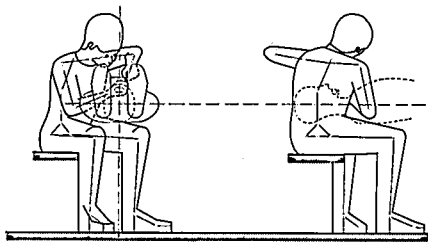
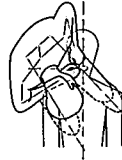
Merkmal	Nr.	Ausprägung
Körperstellung	3	1
Rumpfneigen	4.1	1
Rumpfdrehung	4.2	2
Rumpfdrehung	4.3	0
Kopfneigen	5.1	2
Kopfdrehung	5.2	2
Kopfdrehung	5.3	1
Armreichweite		
- rechts	7.1.1	2
- links	7.1.2	2
Höhenlage d. Ellbogengelenk		
- rechts	7.4.1	2-3
- links	7.4.2	1



Z 1.5

Körperhaltung Z 15

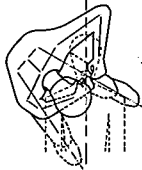
Merkmal	Nr.	Ausprägung
Körperstellung	3	1
Rumpfneigen	4.1	2
Rumpfdrehung	4.2	2
Rumpfdrehung	4.3	0
Kopfneigen	5.1	3
Kopfdrehung	5.2	2
Kopfdrehung	5.3	3
Armreichweite		
- rechts	7.1.1	1
- links	7.1.2	1
Höhenlage d. Ellbogengelenk		
- rechts	7.4.1	0
- links	7.4.2	0



Z 1.6

Körperhaltung Z 16

Merkmal	Nr.	Ausprägung
Körperstellung	3	1
Rumpfneigen	4.1	2
Rumpfdrehung	4.2	2
Rumpfdrehung	4.3	0
Kopfneigen	5.1	1
Kopfdrehung	5.2	2
Kopfdrehung	5.3	3
Armreichweite		
- rechts	7.1.1	1
- links	7.1.2	1
Höhenlage d. Ellbogengelenk		
- rechts	7.4.1	0
- links	7.4.2	2-3



Fortsetzung Abb. 9b: Körperhaltungstypen der Zahnärzte (sitzend)

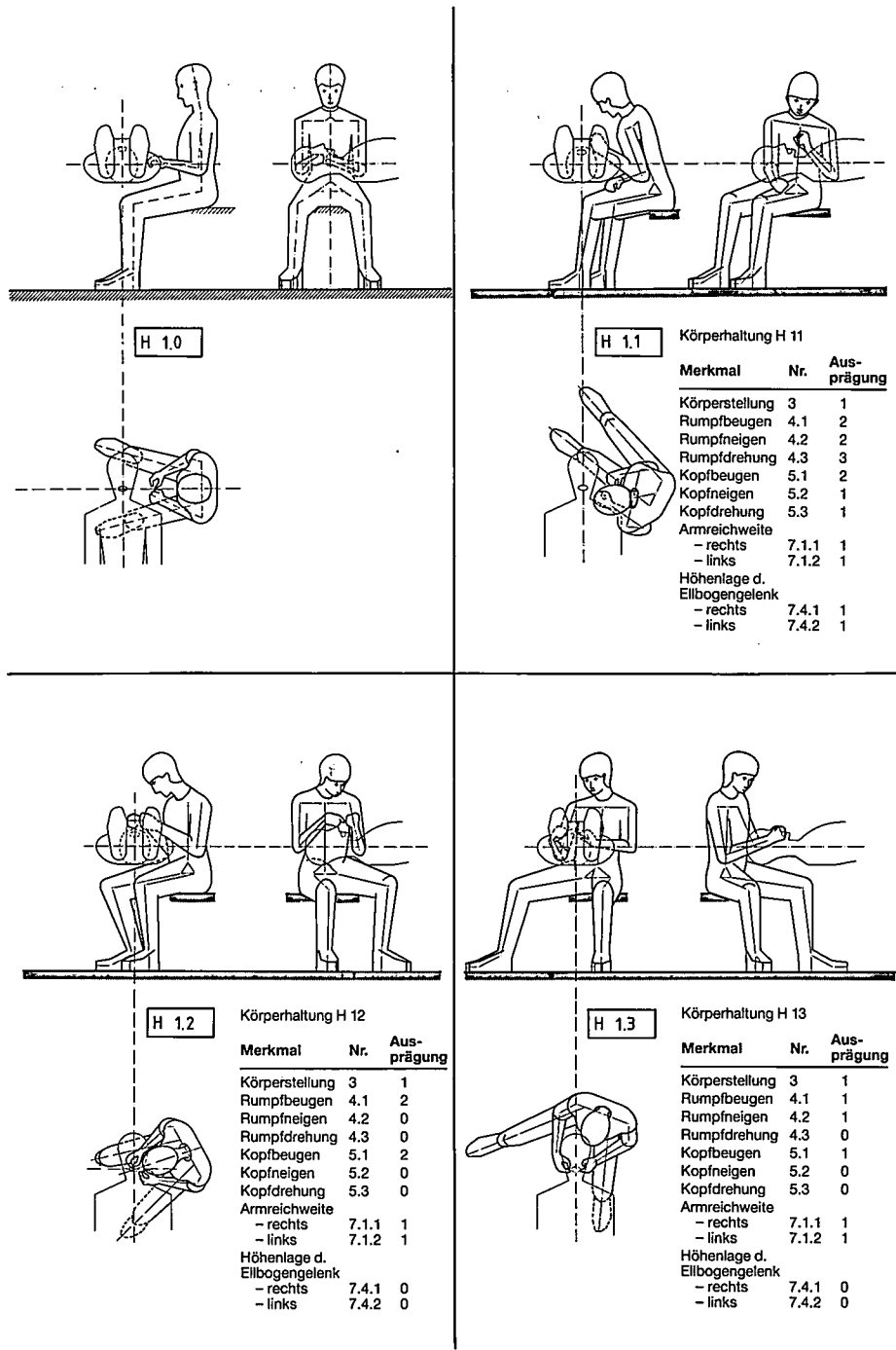


Abb. 9c: Körperhaltungstypen der Helferinnen (sitzend)

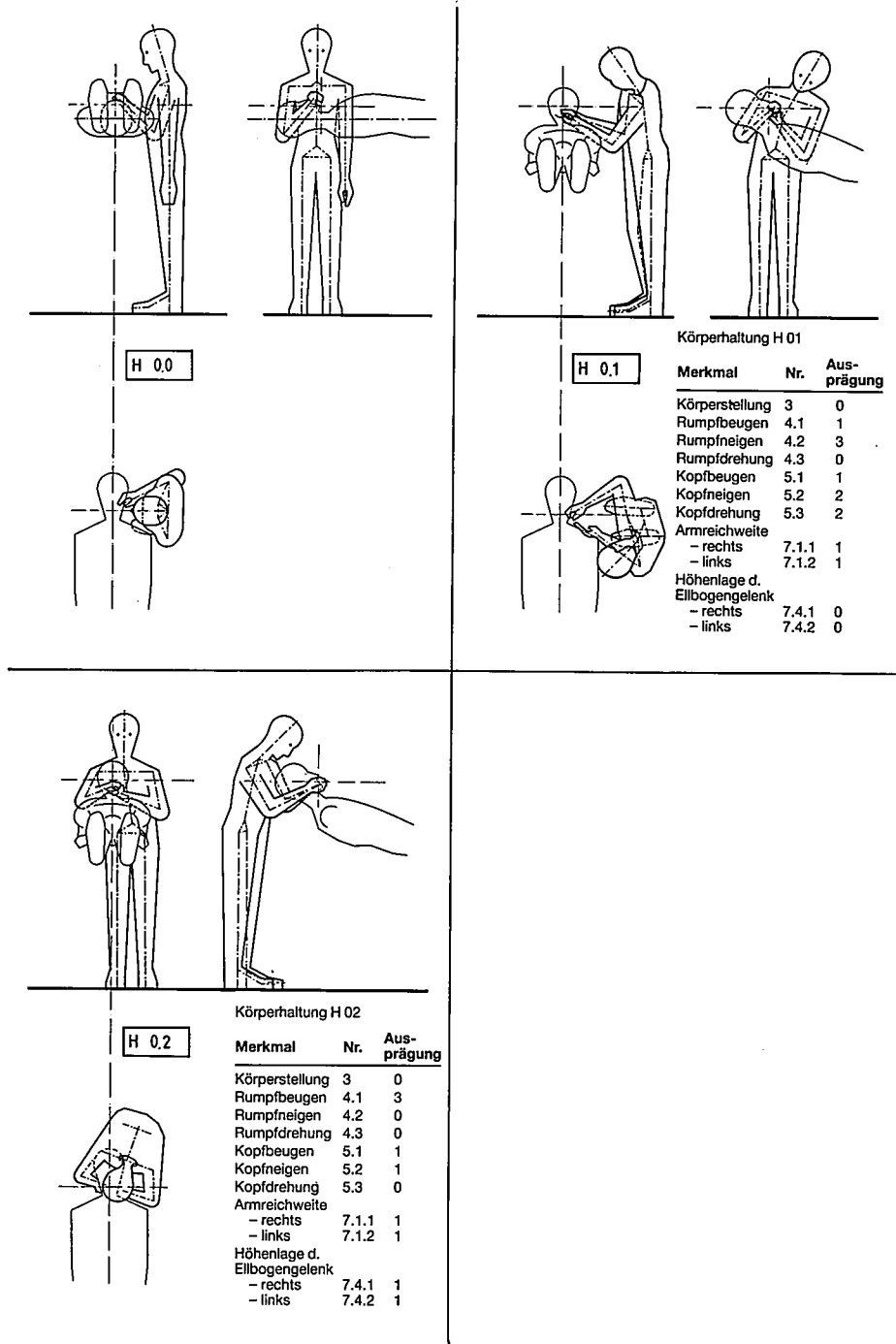


Abb. 9 d: Körperhaltungstypen der Helferinnen (stehend)

Zu den vorgestellten Körperhaltungstypen ist noch festzustellen, daß sie jeweils eine charakteristische Haltung darstellen, d. h. geringfügige Abweichungen von diesen Körperhaltungen kamen bei einzelnen Parametern vor. Selten vorkommende, bei einzelnen Zahnärzten festgestellte Haltungen, wurden nicht aufgenommen.

Die Beinhaltung ist jeweils lediglich beispielhaft angegeben. Eine Systematisierung der Beinhaltungen und ihrer Randbedingungen ist in künftigen Untersuchungen ergänzend durchzuführen.

Im folgenden werden die ermittelten zahnärztlichen Körperhaltungen, deren Bewertung im Vordergrund steht, charakterisiert. Sowohl bei der Auswahl der zu untersuchenden Muskeln als auch bei der Beurteilung der Auswirkungen einzelner Körperhaltungen bildet die folgende Charakteristik eine Ausgangsbasis.

Körperhaltung

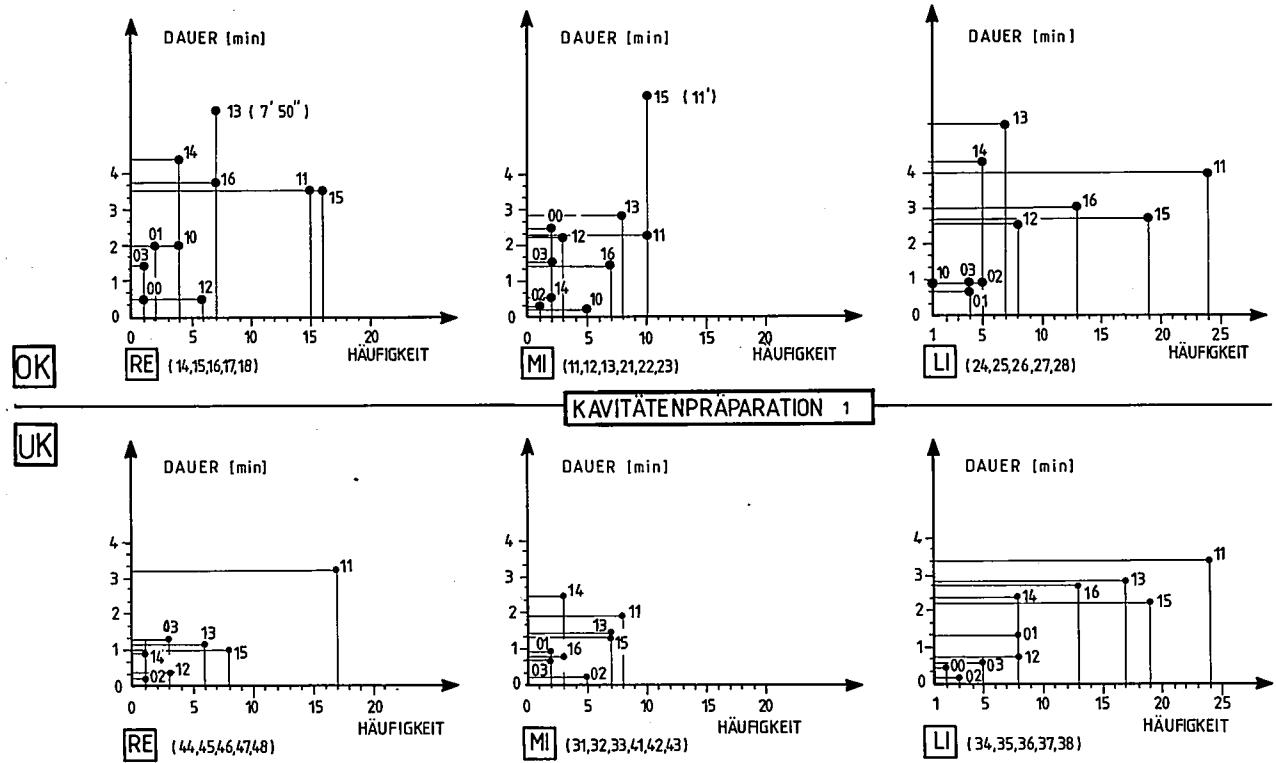
- Z0.0 Aufrecht, entspannt stehend, Kopf nach ventral geneigt, Arme adduziert und leicht innenrotiert eleviert, hängend in den Ellenbogengelenken gebeugt.
- Z0.1: Nacken gebeugt, Kopf links rotiert.
Rumpf: nach ventral und rechts lateral geneigt.
Schulter-Arme: Links innenrotiert in Elevations- und Abduktionsstellung. Rechts adduziert und Elevationsstellung.
Becken-Beine: Flexionsstellung in Hüft- und Kniegelenken.
- Z0.2: Kopf-Nacken: Ventrolaterale Beugung bei Linksrotation.
Rumpf: Ventrolaterale Beugung nach rechts.
Schulter-Arme: Rechts in Innenrotation und Abduktions-Elevationsstellung. Links in Abduktionsstellung über 70%.
Becken-Beine: Becken gekippt (nach rechts), Beine in Hüft- und Kniegelenken gebeugt.
- Z0.3 Nacken gebeugt, Kopf rechts rotiert, Rumpf gebeugt.
Schulter-Arme: Rechts innenrotiert bei Abduktion und Elevation, Ellenbogen gebeugt.
Links Abduktion 70° Elevation und Innenrotation im Ellenbogen gebeugt.
Becken-Beine: Becken aufgerichtet, Beine gestreckt bei Mehrbelastung des linken Beines.
- Z1.0 Kopf: aufrecht
Rumpf: aufrecht sitzend
Schulter-Arme: innenrotiert hängend mit flexierten Unterarmen.
Becken-Beine: Beine gespreizt, in den Hüftgelenken rechtwinkelig gebeugt, die Kniegelenke gebeugt.
- Z1.1 Kopf: geneigt
Rumpf: geneigt
Schulter-Arme: innenrotiert hängend mit flexierten Unterarmen.
Becken-Beine: Entspannte Sitzposition geschlossen.

- Z1.2 Kopf: aufrecht
Rumpf: nach ventral geneigt, gestrafft.
Schulter-Arme: Abduktion, Elevation, Innenrotation.
Becken-Beine: Rechtes Bein in Sitzposition stützend, linkes Bein entspannte Sitzposition, locker im Knie gebeugt.
- Z1.3 Kopf: geneigt
Rumpf: ventral geneigt
Schulter-Arme: Elevation etwa 50° und innenrotiert, Unterarme in Beugstellung.
Becken-Beine: in Sitzhaltung in Hüft- und Kniegelenken gebeugt.
- Z1.4 Kopf: geneigt nach ventral und links seitlich.
Rumpf: nach ventral und seitlich geneigt und links rotiert.
Schulter-Arme: Rechts Abduktion und Elevation bis 90° bei starker Innenrotation, Unterarm gebeugt.
Links etwa 60° Abduktion und Elevation innen rotiert.
Becken-Beine: Becken aufgerichtet, Beine in Sitzstützhaltung in Hüft- und Kniegelenken etwa 90° gebeugt.
- Z1.5 Kopf-Nacken: Stark nach rechts ventral geneigt und leicht links rotiert.
Rumpf: nach ventral und seitlich geneigt und links rotiert.
Schulter-Arme: etwa 40° abduziert und innenrotiert, Unterarme gebeugt.
Becken-Beine: In Sitzhaltung in Hüft- und Kniegelenken gebeugt.
- Z1.6 Im wesentlichen wie Z1.4, spiegelbildlich verkehrt.
Im Unterschied zu Z1.4 sind die Bewegungswinkel teilweise geringer.

3.1.1 Dauer und Häufigkeit verschiedener Körperhaltungstypen

Die Beurteilung der Belastung durch Körperhaltungen erfordert die Berücksichtigung ihrer jeweiligen Dauer und Vorkommenshäufigkeit. Die Ermittlung dieser Informationen erfolgte aufgrund der aufgenommenen realen Behandlungen in den Praxen. Die Abb. 10, 11, 12 und 13 zeigen die entsprechenden Ergebnisse für die Kavitätenpräparationen, die Kronenpräparationen und die Extraktionen, sowie eine Zusammenfassung, die sich auf alle in den Praxen erfaßten Fälle bezieht. Eingeteilt nach den unterschiedlichen Mundsegmenten werden in den genannten Abbildungen für die einzelnen Haltungstypen die beobachteten Vorkommenshäufigkeiten für alle Behandlungen der gesamten Untersuchung — verknüpft mit der durchschnittlichen gesamten Expositionsdauer einer Körperhaltung während einer Behandlung — aufgetragen.

Für den jeweiligen Körperhaltungstyp ergibt sich durch eine Multiplikation der aufgetragenen Häufigkeit mit der durchschnittlichen Expositionsdauer pro Behandlung die gesamte beobachtete Expositionszeit im Rahmen der gesamten Untersuchung (Ergebnisse aus unterschiedlichen Praxen werden hier zusammengefaßt). Das genannte Multiplikant, das in den Diagrammen bei den einzelnen Körperhaltungen durch die jeweils eingerahmte Rechteckfläche dargestellt wird, stellt einen denkbaren Gewichtungsfaktor für die festgestellten Körperhaltungstypen dar.



- DAUER: DURCHSCHNITTLICHE GESAMTDAUER EINER KÖRPERHALTUNG PRO BEHANDLUNG
- HÄUFIGKEIT: ANZAHL BEOBACHTETER FÄLLE BEI ~150 REALEN BEHANDLUNGEN

Abb. 10: Vorkommenshäufigkeit und -dauer unterschiedlicher Körperhaltungstypen bei Kavitätenpräparation

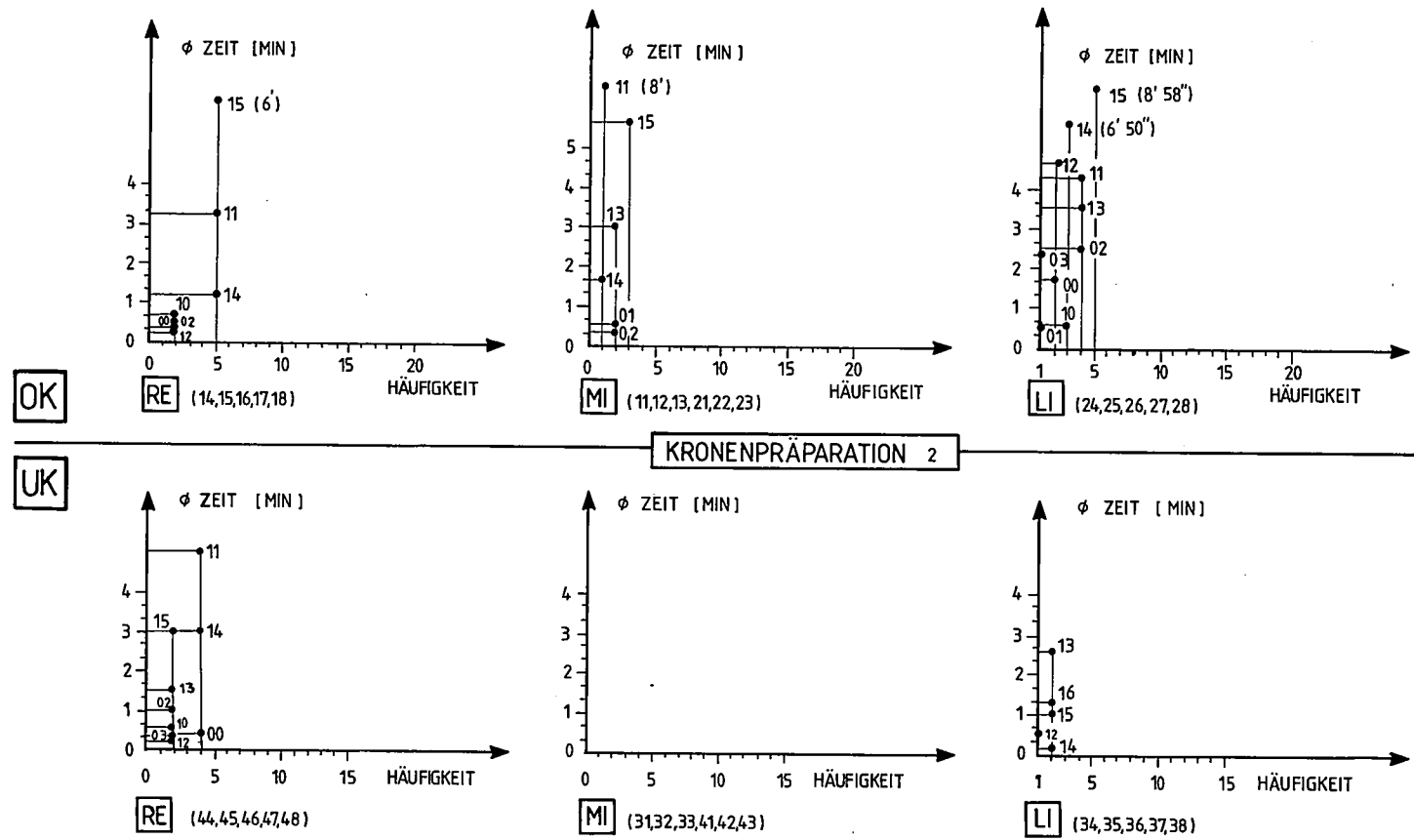


Abb. 11: Vorkommenshäufigkeit und -dauer unterschiedlicher Körperhaltungstypen bei Kronenpräparation

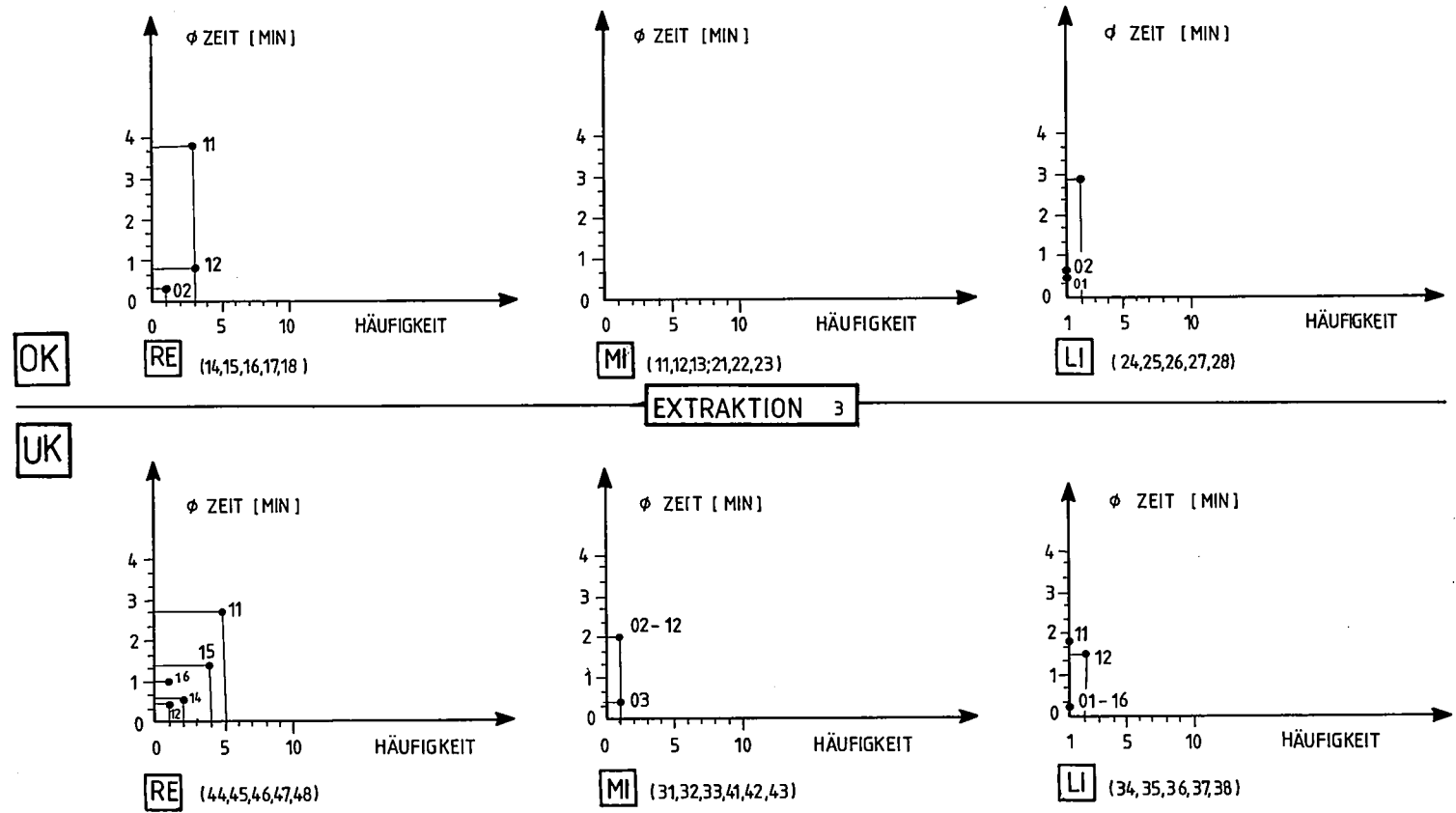


Abb. 12: Vorkommenshäufigkeit und -dauer unterschiedlicher Körperhaltungstypen bei Extraktion

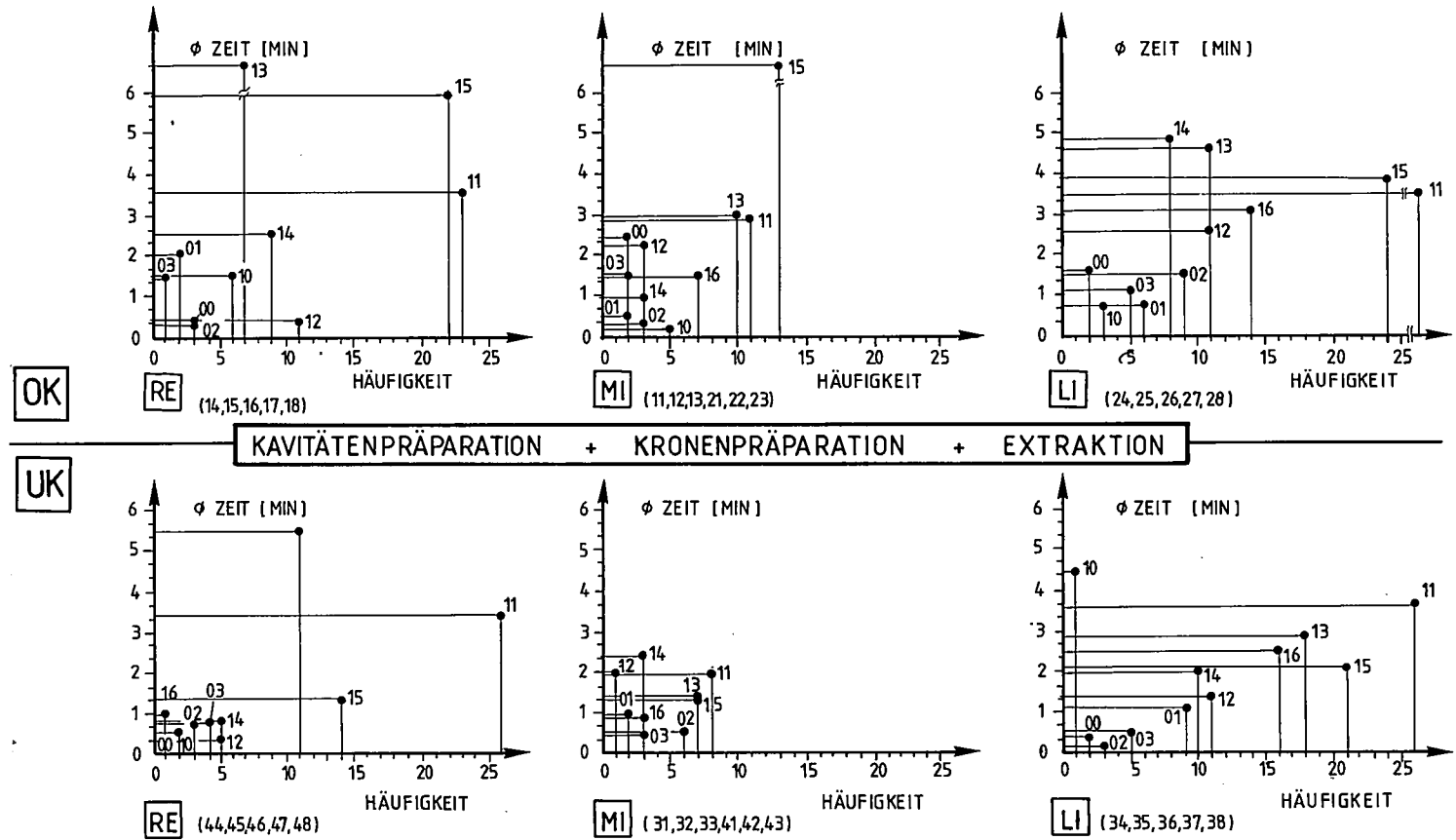


Abb. 13: Vorkommenshäufigkeit und -dauer unterschiedlicher Körperhaltungstypen bei unterschiedlichen Behandlungen

Eine wichtige zusätzliche Information liefert die Abbildung 14, die die Häufigkeitsverteilungen der einzelnen ununterbrochenen Verweilzeiten für sitzende Körperhaltungen (bei 8 Zahnärzten) im Laufe der Behandlung wiedergibt. (Anmerkung: Die gesamte Dauer einer Körperhaltung während einer Behandlung ergibt sich als eine Summe der einzelnen durch ablaufbedingte Wechsel begrenzten Verweilzeiten. Die in Abb. 14 enthaltenen **einzelnen** ununterbrochenen Verweilzeiten für sitzende Körperhaltungen sind nicht mit der genannten Summe von Verweilzeiten bei einer Behandlung zu verwechseln.) Aufgrund der Häufigkeitsverteilungen wird deutlich, daß die durchschnittliche ununterbrochene Verweildauer in einer Körperhaltung etwas länger als eine halbe Minute dauert. Die Ergebnisse der durchgeführten Ist-Zeiten-Aufnahme verdeutlichen, daß der häufig beklagte statische Charakter von Körperhaltungen bei der zahnärztlichen Tätigkeit bestätigt wird.

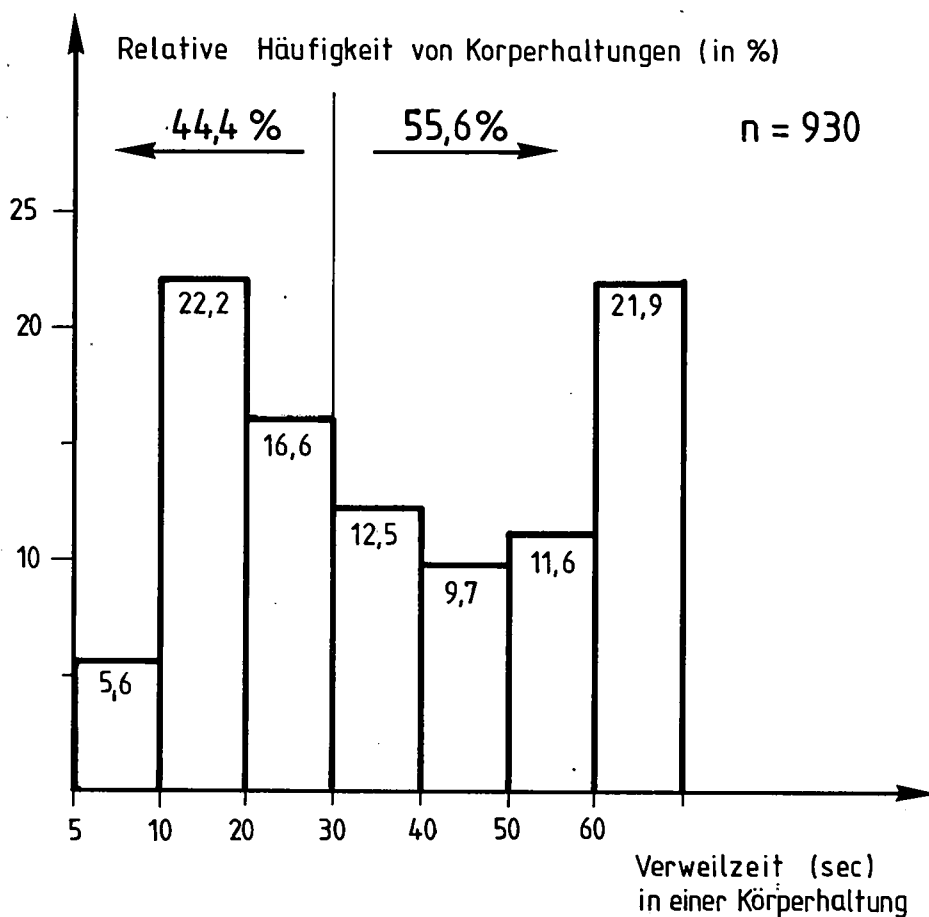


Abb. 14: Relative Häufigkeitsverteilung der einzelnen ununterbrochenen Verweildauern in statischen Körperhaltungen

3.1.2 Relative zeitliche Anteile verschiedener Körperhaltungstypen während der Beanspruchungsmessungen

In Abb. 15 (Seite 60) ist für jeden der sechs Zahnärzte, die an den Beanspruchungsmessungen teilgenommen haben, dargestellt, welchen Anteil seiner Arbeitszeit die einzelnen Körperhaltungen einnehmen. Die Körperhaltung in der Pause zwischen zwei Behandlungsabschnitten umfaßt sowohl entspanntes Sitzen z. B. im Gespräch mit dem Patienten als auch Stehen und Gehen.

Die dargestellten zeitlichen Anteile der einzelnen Körperhaltungen geben natürlich nur die Verhältnisse am Untersuchungstag wieder. Sie sind für den einzelnen Zahnarzt nicht untypisch, können aber keinen Anspruch auf Repräsentativität erheben. Beispielsweise dürfte am Untersuchungstag der zeitliche Anteil der Pausen infolge der Anwesenheit der Untersucher und der hieraus sich ergebenden fachlichen Gespräche überproportional groß sein.

Bei Zahnarzt G fällt auf, daß neben der Haltung Z1.1 weitere Haltungen kaum auftreten. Zahnarzt G arbeitet nach dem Basiskonzept IV und bevorzugt daher die Arbeitsposition hinter dem Kopf des Patienten.

Zahnärztin A weist einen ebenfalls sehr hohen zeitlichen Anteil von Haltung 1.1 auf. Sie arbeitet nach dem Basiskonzept I. Offensichtlich ist es auch mit diesem Basiskonzept möglich, einen großen Zeitanteil in einer aufrechten Sitzhaltung zu verbringen. Im Gegensatz zum Zahnarzt G findet man bei Zahnärztin A allerdings auch größere Zeitanteile in den übrigen Arbeitshaltungen.

3.2 Bewertung von Körperhaltungen bei zahnärztlicher Tätigkeit

Die Bewertung von Körperhaltungen kann auf der Basis ihrer unterschiedlichen kurz- und langfristigen endogenen und exogenen Auswirkungen vorgenommen werden. Die entsprechenden Methoden der Bewertung von Körperhaltungen sind in Abb. 16 systematisiert (vgl. *Rohmert, Mainzer, 1985*).

Die Methoden der Bewertung von Körperhaltungen können zunächst in objektiv und subjektiv orientierte eingeteilt werden.

Die objektiven Bewertungsmethoden beziehen sich auf meßbare und quantifizierbare Parameter auf einem hohen Skalenniveau (Proportional- und Intervallskalen).

Die untersuchten Phänomene innerhalb des objektiven Ansatzes können in exogene (Haltungen und äußere mechanische Aktivitäten) und endogene (kurz- und langfristige Reaktionen sowie morphologische Veränderungen) eingeteilt werden.

Die subjektiv orientierten Bewertungsmethoden von Körperhaltungen können sich auf die erlebte Beanspruchung beziehen oder aber die äußeren Merkmale der Tätigkeit (z. B. auch die Arbeitsplatzgestaltung) erfassen. In Abb. 16 (Seite 61) sind zu den jeweiligen Bereichen beispielhaft typische Untersuchungsmethoden zugeordnet.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden die 4 genannten Bewertungsbe-
reiche (objektive und subjektive Bewertung, jeweils bezogen auf endogene und exogene Merkmale), wie sie in Abb. 16 dargestellt wurden, abgedeckt.

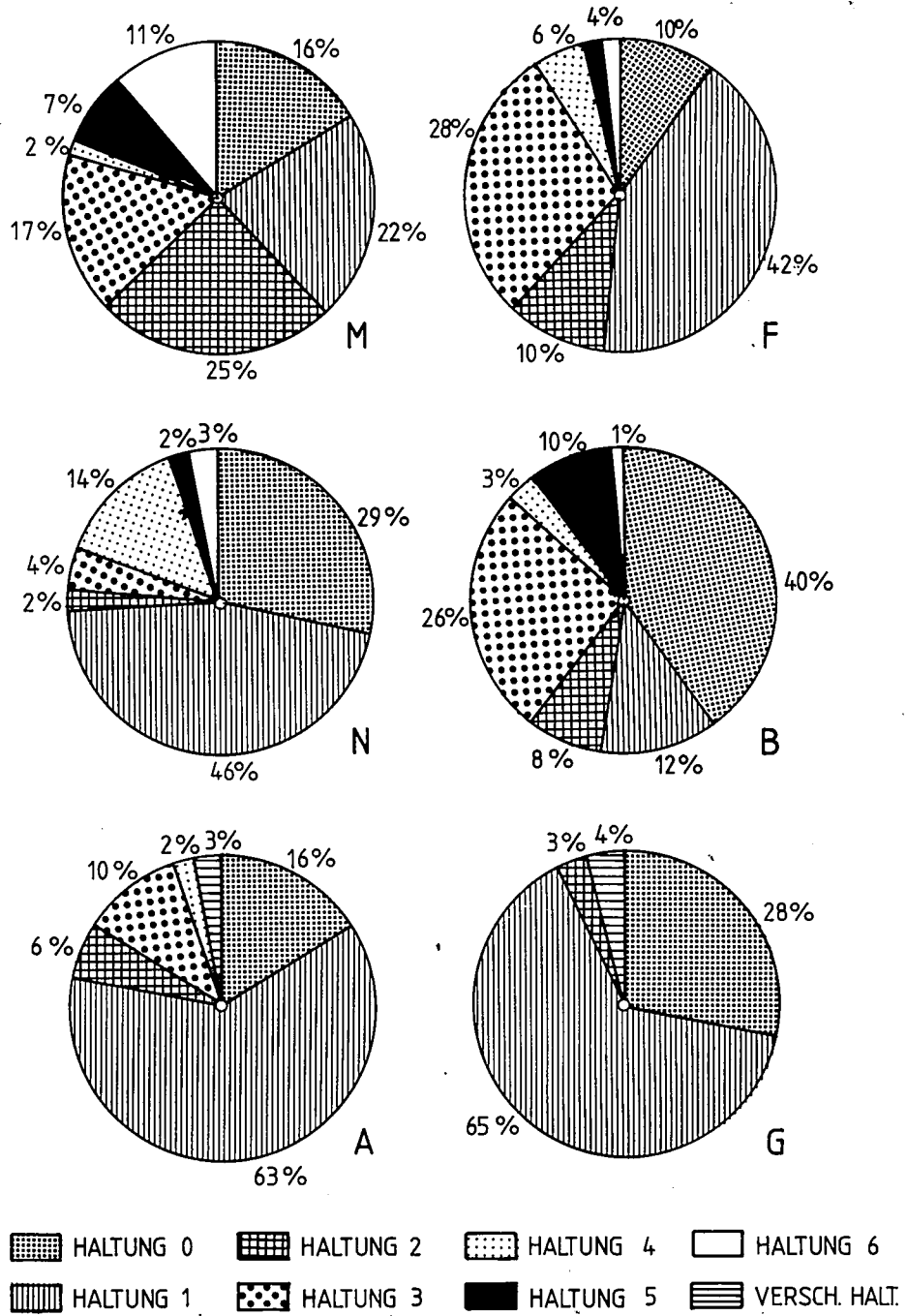


Abb. 15: Relative zeitliche Anteile der unterschiedlichen Arbeitshaltungen

Klassifikation von ergonomischen Bewertungsmethoden				
Objektiv			Subjektiv	
Phänomen	äußere Aktivitäten	Reaktionen von Organen	äußere Merkmale	erlebte Beanspruchung
Methoden (Bsp.)	<ul style="list-style-type: none"> * Biomechanik * Aktivitätsanalysen (z.B. Körperhaltungen) * Arbeitsstudien (Leistungsbezug) 	<ul style="list-style-type: none"> * Physiologie (kurzfristige Reaktionen) * Epidemiologie (langfristige Auswirkungen) 	Psychophysik	Introspektion

Abb. 16: Klassifikation von ergonomischen Bewertungsmethoden der Körperhaltungen

Im weiteren werden die methodischen Ansätze und die gewonnenen Ergebnisse für die jeweiligen Bereiche dargestellt.

3.2.1 Biomechanischer Ansatz

Die Berücksichtigung von anatomischen Aspekten bei der Erfassung von Körperhaltungen aufgrund einzelner geometrischer Parameter (vgl. Kap. 3.1) erlaubt einen Schluß auf die partielle relative Belastungshöhe.

Die **Summe der Kodierungen** einzelner Parameter eines Körperhaltungstypes (vgl. Kap. 3.1) wurde als **Belastungsindex** definiert. Der Belastungsindex dient innerhalb der Haltungstypologie als ein summarisches Maß einer Bewertung der durch einen Körperhaltungstyp verursachten relativen Belastungshöhe.

Eine Anzahl von offenen Fragen (z. B. nach der relativen Bewertung der Kodierungen einzelner Handlungsparameter) unterstreicht den hinweisenden Charakter des Belastungsindex. Weiterhin ist festzustellen, daß mit Hilfe des Belastungsindex die Belastungsdauer, Häufigkeit und Reihenfolge der Expositionen nicht abgedeckt werden.

In Abb. 17 wurde anhand des relativierten Belastungsindex eine Rangfolge der untersuchten Haltungstypen abgeleitet. In der oberen Hälfte der Abbildung wurden die Haltungstypen der Zahnärzte, in der unteren Hälfte diejenigen der Helferinnen nach ihrem relativen Belastungsindex geordnet. Demnach ist bei sitzenden Körperhaltungen der Zahnärzte der Belastungsindex der Haltung Z1.4 am größten. Die Haltung Z1.1 weist den mit Abstand niedrigsten Belastungsindex auf.

Man könnte in diesem Sinne von einer „bequemen“ Haltung sprechen. Bei den Helferinnen ist dies für sitzende Haltungen bei der Haltung H1.3 der Fall.

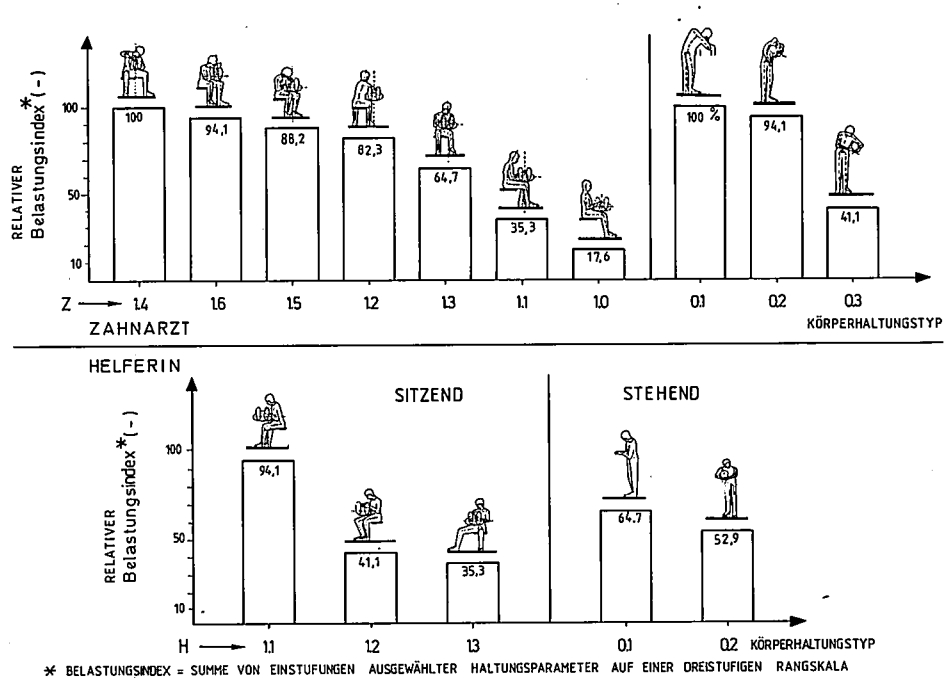


Abb. 17: Relativer Belastungsindex unterschiedlicher Körperhaltungstypen

Die Haltung Z1.0 entspricht der „idealen“ Körperhaltung, die von der FDI (Fédération Dentaire Internationale) empfohlen wird: Aufrecht und nicht verdreht sitzen, Oberarme dicht am Körper halten, angewinkelte Unterarme aufstützen, Füße flach auf den Boden stellen, Kopf nur leicht beugen. Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen hatte diese Haltung keine Bedeutung, da sie bei konkreten Behandlungen kaum vorkam.

Die Beurteilung der Belastung durch Körperhaltungen erfordert das Hinzuziehen ihrer jeweiligen Dauer und Vorkommenshäufigkeit. Die bereits in Kap. 3.1 vorgestellten Abbildungen 10 bis 13 zeigen entsprechende Ergebnisse, die sich auf alle in den Praxen erfaßten Fälle beziehen.

Durch eine Multiplikation des Belastungsindex mit der Vorkommenshäufigkeit und durchschnittlichen Expositionsdauer der einzelnen Haltungstypen ergibt sich eine Kennzahl, die als der **Schwierigkeitsgrad** der Körperhaltung bezeichnet und als ein relatives Maß der Belastung durch die einzelnen Körperhaltungstypen betrachtet wird. Alle Schwierigkeitsgrade wurden auf den höchsten vorkommenden Wert (Körperhaltungstyp Z1.5) relativiert.

In Abb. 18 sind die einzelnen Körperhaltungstypen nach der Höhe ihres relativen Schwierigkeitsgrades geordnet.

Die relative Bewertung der einzelnen Körperhaltungstypen aufgrund des Schwierigkeitsgrades führt zu anderen Ergebnissen als im Falle des Belastungsgrades.

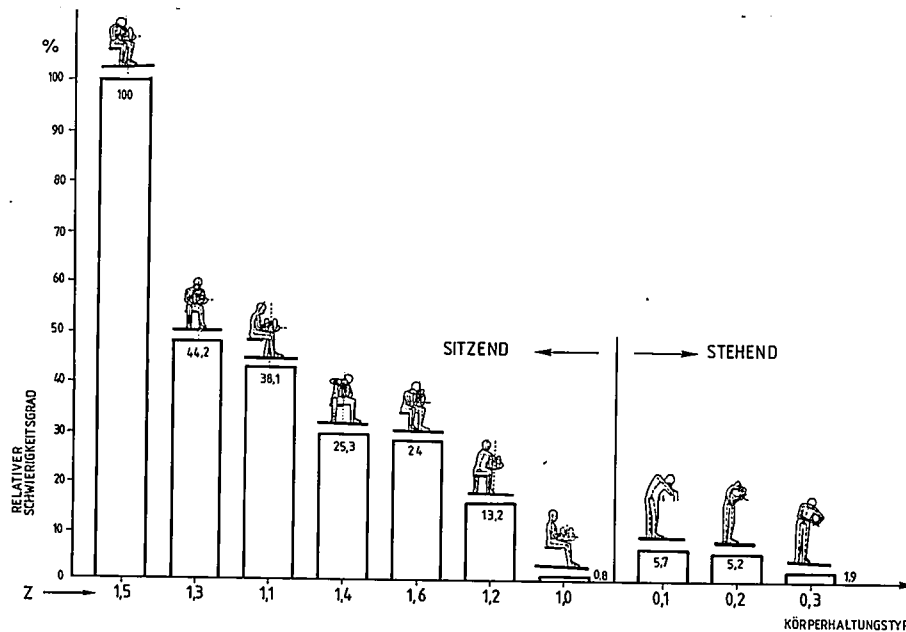


Abb. 18: Relativer Schwierigkeitsgrad zahnärztlicher Körperhaltungstypen

3.2.2 Psychophysischer Ansatz

Grundlage der psychophysischen subjektiven Beurteilung von Beanspruchungen ist das natürliche Empfindungsvermögen des Menschen für eine durch Belastung hervorgerufene Beanspruchung. Für die vorliegende Untersuchung wurde die Bewertungsmethode von *Borg* (1982) verwendet. Die Versuchsperson wird dabei einer Belastung ausgesetzt und aufgefordert, eine subjektive Bewertung der empfundenen Beanspruchung vorzunehmen. Dabei kommt eine Verhältnisskala zum Einsatz, mit deren Hilfe eine relative Zuordnung der wahrgenommenen Beanspruchung ermöglicht wird.

Ausgehend von einem Nullpunkt ist die Beanspruchungsempfindung in gleichen Stufen bis zum Maximalwert gestaffelt. Mit der *Borg*-Skala ist es möglich, einmalige subjektive Bewertungen kurzzeitiger Beanspruchungen vorzunehmen, sowie den Anstieg einer Beanspruchung infolge von Ermüdung bei länger andauernden Belastungen zu verfolgen (vgl. Tabelle 26 S. 64).

In zahlreichen Versuchen wurde gezeigt, daß eine enge Beziehung zwischen den subjektiven Einschätzungen und physiologisch meßbaren Beanspruchungsparametern besteht.

Mit der Methode nach *Borg* wird eine relative und verhältnismäßige Bestimmung der Beanspruchungsempfindung vorgenommen. Auch aus diesem Grunde erscheint die Anwendung der *Borg*-Skala auf die typischen Körperhaltungen bei zahnärztlicher Tätigkeit sinnvoll.

Die Untersuchungen wurden im Labor bei simulierten quasistatischen Körperhaltungen an einem konkreten Behandlungsarbeitsplatz vorgenommen.

Tabelle 26: Einstufung subjektiv erlebter Beanspruchung nach der BORG-Skala	
Einstufung der Beanspruchung	Erläuterung
0	keine
0,5	äußerst schwach/gerade wahrnehmbar
1	sehr schwach
2	schwach/leicht
3	mäßig
4	etwas stark
5	stark/schwer
6	stark/schwer
7	sehr stark
8	sehr stark
9	sehr stark
10	äußerst stark/beinahe maximal
*	maximal

Folgende Randbedingungen wurden vorgegeben: Die bei der Ausübung der Tätigkeit auszuübenden Kräfte wurden nicht berücksichtigt. Die Zahnärzte stützen sich bei ihrer Tätigkeit häufig am Patienten oder am Stuhl ab, wodurch oft eine Entlastung beanspruchter Muskeln erfolgt. Da sich die dadurch erzielte Beanspruchungsminderung kaum systematisch bestimmen läßt, durften sich die Versuchspersonen unter den gegebenen Laborbedingungen nicht abstützen.

Das vorliegende Versuchskonzept ist somit als eine „quasistatische“ Simulation einzelner Körperhaltungstypen ohne Abstützung im Armbereich und ohne Ausübung von Körperkräften zu verstehen.

Die Ermittlung der subjektiv empfundenen Beanspruchung erfolgte über Abfragen in regelmäßigen Intervallen von jeweils 15 Sekunden. Entsprechende Vorversuche verdeutlichten den zunächst nicht vermuteten, raschen Anstieg der subjektiv empfundenen Beanspruchung. Die Versuchszeit wurde aus diesem Grunde auf 5 Minuten begrenzt.

Am Ende eines jeden Versuchsabschnittes haben die Versuchspersonen die subjektiv als Engpässe empfundenen Muskelgruppen bzw. Körperregionen angegeben.

Im Laufe eines Untersuchungstages hatte eine Person höchstens 4 bis 5 Versuche durchzuführen, um eine Anhäufung von Ermüdungserscheinungen zu verhindern.

Bei den Untersuchungen wurden 7 männliche Versuchspersonen im Alter zwischen 20 und 36 Jahren eingesetzt, die eigenen Angaben nach keine orthopädischen Beschwerden aufgewiesen haben.

Der zeitabhängige Anstieg der subjektiv empfundenen Beanspruchung pro Versuchsperson und Haltung kann als das primäre Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen angesehen werden. Der zeitliche Anstieg der vorgenommenen Bewertungen kann vereinfacht als linear betrachtet werden, die Steigung der Geraden ergibt sich aus entsprechender linearer Regressionsgleichung.

Die interindividuell ermittelten mittleren Steigungen der Bewertungen einzelner Körperhaltungstypen wurden **Anstrengungsindex** genannt. Sie erlauben die Bildung einer Rangreihe der Körperhaltungstypen (die Ergebnisse der einzelnen Personen unterscheiden sich nur wenig), die in Abbildung 19 wiedergegeben wird.

Auffällig ist der Unterschied zwischen den Grundstellungen Sitzen und Stehen. Das Gesamtniveau des mittleren Anstrengungsindexes ist beim Stehen höher. Innerhalb der Grundstellung Sitzen weisen die Haltungstypen Z1.4 und Z1.6 die höchsten mittleren Anstiege auf. Die übrigen Haltungen dieser Grundstellung sind deutlich gegeneinander abgestuft.

Den niedrigsten untersuchten Anstrengungsindex weist der Körperhaltungstyp Z1.3 auf, der Körperhaltungstyp Z1.1 hat bei den Untersuchungen zu keinen subjektiv bestimmbar Beanspruchungen bzw. ihren Anstiegen geführt.

Das Gesamtniveau des Anstrengungsindexes liegt bei den Körperhaltungen der Zahnarzthelferinnen niedriger als bei denjenigen des Zahnarztes.

Auch bei den Körperhaltungen der Helferin spiegelt sich der grundsätzliche Unterschied zwischen dem Stehen und dem Sitzen wider. Die Differenz zwischen den beiden Grundstellungen bei Helferin und Zahnarzt ist vergleichbar. Zwischen den sitzenden Körperhaltungstypen wurde bei den Helferinnen keine ausgeprägte Abstufung ermittelt (Anm.: Der Einfluß der Arbeitsweise der Helferinnen — einhändig oder beidhändig — wurde nicht untersucht).

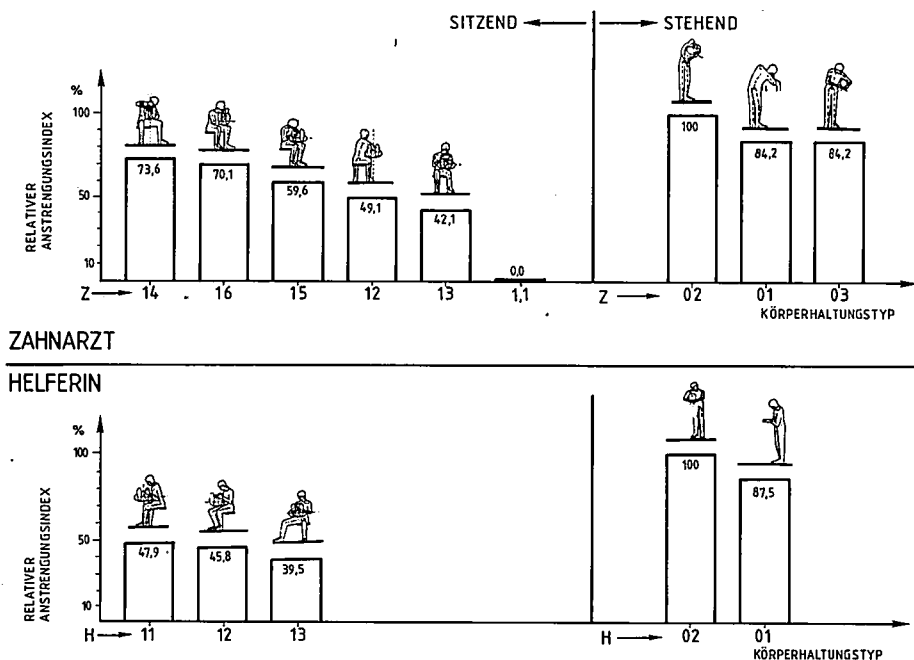


Abb. 19: Relativer Anstrengungsindex unterschiedlicher Körperhaltungstypen

Analog zu der Ermittlung des Schwierigkeitsgrades (Kap. 3.2.1) kann zur Gewichtung des Anstrengungsindex die durchschnittliche Gesamtdauer einer Körperhaltung pro Behandlung sowie die Anzahl der beobachteten Fälle verwendet werden. Die entsprechenden Ergebnisse sind in Abb. 20 zusammengefaßt, die resultierenden Maße aus der Multiplikation des mittleren Anstiegs mit der Haltungsdauer und Häufigkeit werden als der **Anstrengungsgrad** einer Körperhaltung definiert und auf das Maximum relativiert. Es zeigt sich wiederum, daß die Körperhaltung Z1.5 besonders auffällt, die Gruppe der Körperhaltungen Z1.6, Z1.3 sowie Z1.4 liegt im mittleren Bereich, während die Körperhaltung Z1.2 einen relativ niedrigen Anstrengungsgrad aufweist.

Die Angaben der in unterschiedlichen Körperregionen aufgetretenen Schmerzen bzw. Engpässe wurden für den jeweiligen Körperhaltungstyp registriert. Abb. 21 zeigt eine Gesamtübersicht der Engpaßnennungen ohne Differenzierung nach Körperhaltungstypen.

Eine Differenzierung der Körperhaltungstypen war in Abb. 21 nicht sinnvoll, da eine relative Bewertung gleicher genannter Engpässe bei unterschiedlichen Haltungen nicht möglich war. Die Anzahl der Engpässe bei relativ wenig belastenden Haltungen unterschied sich folglich kaum von solcher bei insgesamt höher bewerteten Haltungen. Die Nennungen von Engpässen ermöglichten lediglich eine relative Betrachtung innerhalb eines bestimmten Körperhaltungstypes. In Abb. 22 ist das Ergebnis dieser Betrachtungen für einzelne Körperhaltungstypen dargestellt.

Es ist festzustellen, daß die aufgrund von kurzfristigen Expositionen bei psychophysischer Beurteilung angegebenen Engpaßbereiche einen Hinweis auf die längerfristigen zu erwartenden Beschwerden liefern (vgl. mit Ergebnissen der Befragung; Kap.

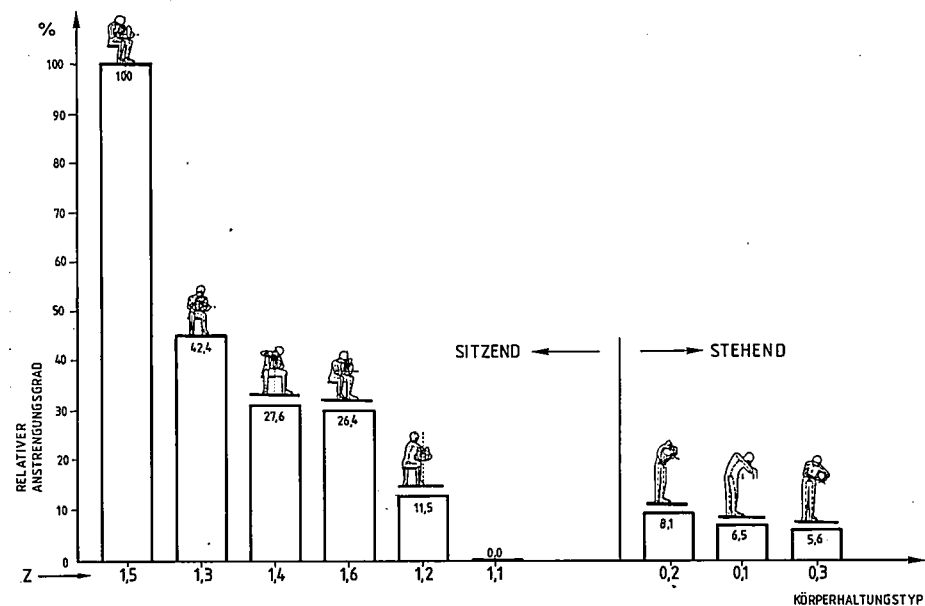


Abb. 20: Relativer Anstrengungsgrad zahnärztlicher Körperhaltungstypen

Lfd. Nr.	Beschwerde- regionen	Haltungen von Zahnärzten		Haltungen von Helferinnen	
		Anzahl von Angaben	Angaben in %	Anzahl von Angaben	Angaben in %
1.	Nacken	39	31,7	33	42,3
2.	Rücken (Mitte)	34	27,6	30	38,5
3.	Schulter	14	11,4	3	3,9
4.	Oberarm	10	8,1	–	–
5.	Rücken (oben)	8	6,5	7	9,0
6.	Trapezius	8	6,5	3	3,9
7.	Rücken (unten/ Hüfte)	5	4,1	2	2,6
8.	Oberschenkel	5	4,1	–	–
		Σ 123	Σ 100	Σ 78	Σ 100

$n = 7 V_{pn}$

Haltungen von Zahnärzten: Z1.2, Z1.3, Z1.4, Z1.5, Z1.6, Z0.1, Z0.2, Z0.3

Haltungen von Helferinnen: H1.1, H1.2, H1.3, H0.1, H0.2

Abb. 21: Verteilung von Angaben von Engpaßbereichen bei kurzfristigen Expositionen durch untersuchte Körperhaltungen

2.1), mit den Ergebnissen der Beanspruchungsmessungen einzelner Muskeln jedoch nicht voll übereinstimmen können: Die subjektiven Bewertungen schließen auch die Beschwerden im Bereich von passiven Strukturen ein (z. B. Sehnen, Gelenke) und haben darüber hinaus einen integrativen Charakter.

3.2.3 Physiologischer Ansatz

Die physiologische Beurteilung von Körperhaltungen basiert auf den objektiv meßbaren Beanspruchungen, die während des Ausübens einer Körperhaltung auftreten. Im vorliegenden Falle ist das Beurteilungskriterium die Beanspruchung der bei den Felduntersuchungen gemessenen Muskeln. Die verschiedenen Körperhaltungen können zum einen anhand der Größe der gemessenen myoelektrischen Aktivitäten (MEA) verglichen werden, wobei die MEA ein relatives Maß für die Anspannungsintensität eines Muskels ist. Zum anderen kann man zur Differenzierung von Körperhaltungen die Häufigkeit des Auftretens von Ermüdungsprozessen in den untersuchten Muskeln heranziehen. Ermüdungsindikator ist die Destabilisierung der MEA, d. h. der zeitliche Anstieg der MEA bei unveränderter Körperhaltung.

Die im folgenden dargestellten Ergebnisse wurden bei ganztägigen Beanspruchungsmessungen bei sechs verschiedenen Zahnärzten gewonnen (vgl. Kap. 2.3). Näheres zur Untersuchungsmethodik ist in Kap. 6.2 zu finden.

Für die Auswertung der physiologischen Daten wurden aus dem Zeitband der EMG-Verläufe diejenigen Abschnitte herausgesucht, in denen eine Körperhaltung 70 sec oder länger ununterbrochen eingenommen wurde.

Beschwerderegionen des Körpers													
Körperhaltungstypen	1.		2.		3.		4.		5.		6.		
	Nacken		Rücken mitte		Schulter		Oberarm		Rücken oben		Trapez.		
	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	
Z1.2			XXX		X								Rücken mitte, Schulter (L)
Z1.3	X	X	X	X		XX	X	X					Schulter (R), Rücken mi., Nacken, Oberarme
Z1.4	XX	XX		X				X				XX	Nacken, Trap. (R), Oberarm (R)
Z1.5	XXX		X			X							Nacken (L), Rücken mi. (L), Schulter (R)
Z1.6	X				X				X		X		Nacken (L), Schulter (L), Trap. (L), Rücken ob. (L)
Z0.1	XX		XXX		X								Rücken mi. (L), Nacken (L), Schulter (L)
Z0.2			XXX								XX		Rücken mi. (L), Trap. (L)
Z0.3	X	X	X	X									Nacken, Rücken mi.
H1.1	X	X		X						X		X	Nacken, Rücken mi./ob. (R), Trap. (R)
H1.2	XXX	XXX											Nacken
H1.3	XX	XX	XX	XX									Nacken, Rücken mi.
H0.1		XXX		XX		X			X	X			Nacken (R), Rücken mi. (R), Rücken ob., Schulter (R)
H0.2			XXX	XXX									Rücken mi

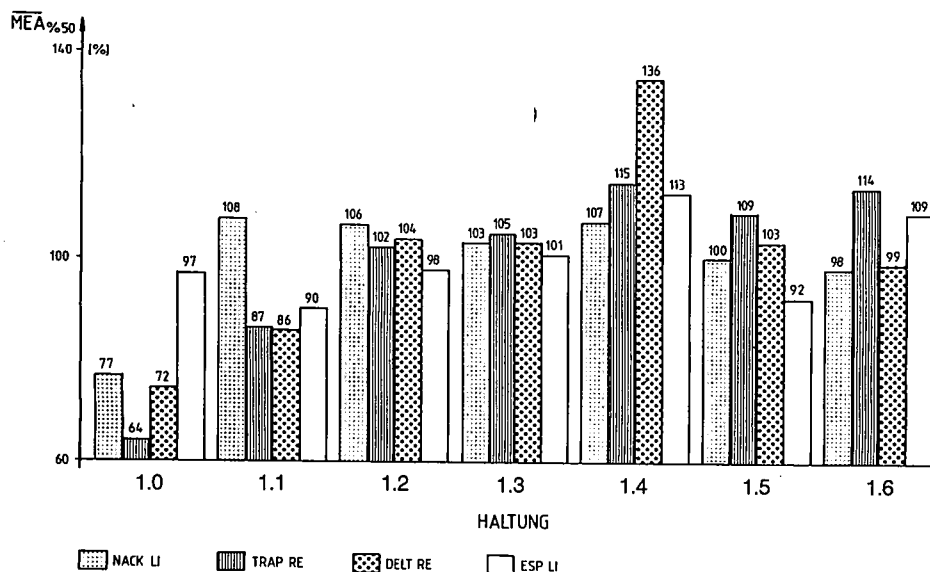
XXX 7,6 Nennungen (max. 7), XX 5,4 Nennungen, X 3,2 Nennungen

Abb. 22: Schwerpunkte von Engpaßnennungen bei kurzfristigen Expositionen durch unterschiedliche Körperhaltungen $n = 7 V_{pn}$

Getrennt nach Körperhaltungen wurden aus den Daten die Summenhäufigkeitskurven der MEA-Werte errechnet und hieraus als Maß der mittleren Anspannungsintensität das 50. Perzentil ermittelt (d. h. 50% der ermittelten MEA-Werte liegen oberhalb und 50% unterhalb der betrachteten **mittleren** Anspannungsintensität). In Abb. 23 sind die für die sechs Zahnärzte gemittelten MEA-Werte in relativen Einheiten getrennt nach den Körperhaltungen und nach den untersuchten Muskeln dargestellt. Beim Übergang von der Pausenhaltung zur Haltung Z1.1 steigen die MEA-Werte des Nackenmuskels im Mittel von 77 Einheiten auf 108 Einheiten. Nimmt der Zahnarzt andere Körperhaltungen ein, so hat dies einen vergleichsweise geringen Einfluß auf die MEA-Werte des Nackenmuskels.

Die MEA-Werte des Trapezius zeigen hingegen eine deutlichere Differenzierung nach den unterschiedlichen Körperhaltungen. Mit 64 Einheiten finden sich wiederum die geringsten MEA-Werte dieses Muskels während der Arbeitspausen. Die höchsten MEA-Werte zwischen 109 und 115 Einheiten treten bei den Haltungen Z1.4, Z1.5 und Z1.6 auf. Bei Haltung Z1.4 ist die Ursache hierfür in der starken Abduktion des rechten Oberarmes zu suchen. Bei der Haltung Z1.5 und Z1.6 dürften die hohen MEA-Werte des Trapezius durch ein Hochziehen der Schulter begründet sein, wodurch die Seitwärtsneigung des Oberkörpers nach rechts wieder teilweise ausgeglichen werden kann.

Der Deltoideus weist ebenso wie die beiden bisher besprochenen Muskeln die geringsten MEA-Werte während der Arbeitspausen auf. Die höchsten MEA-Werte die-



Muskuläre Beanspruchung des Zahnarztes

Abb. 23: Mittlere Anspannungsintensität verschiedener Muskeln bei unterschiedlichen Körperhaltungen

ser Muskeln treten während der Körperhaltung Z1.4 auf und sind durch die Abduktion des rechten Oberarmes begründet.

Im Gegensatz zu den drei bisher besprochenen Muskeln zeigt der Rückenmuskel die geringsten MEA-Werte nicht während der Arbeitspausen, sondern in Körperhaltung Z1.1. Die vergleichsweise höhere Aktivität des Rückenmuskels in den Arbeitspausen rührt daher, daß die Arbeitspausen von den Zahnärzten überwiegend im Stehen oder im Gehen zugebracht wurden. Die höchsten MEA-Werte weist der Rückenmuskel während der Körperhaltung Z1.4 auf. Als Ursache hierfür ist die Torsion des Rumpfes anzusehen.

Mittelt man die MEA-Werte der vier untersuchten Muskeln für jede Körperhaltung, so erhält man einen haltungsspezifischen **Beanspruchungsindex**. In Abb. 24 ist das Ergebnis dieses Mittelungsprozesses dargestellt, wobei der größte Beanspruchungsindex gleich 100% gesetzt wurde. Je höher der Beanspruchungsindex ausfällt, desto physiologisch ungünstiger muß eine Arbeitshaltung relativ bewertet werden. Die Haltung Z1.1 mit 75% weist den relativ niedrigsten Beanspruchungsindex auf.

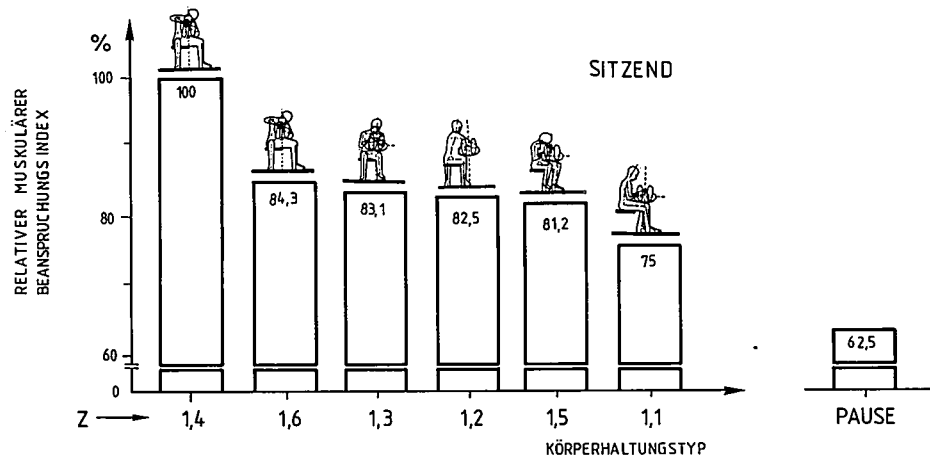


Abb. 24: Muskulärer Beanspruchungsindex bei verschiedenen Körperhaltungen

Sie ist gekennzeichnet durch ein leicht vornübergebeugtes Sitzen mit relativ stark geneigtem Kopf. Seitwärtsneigungen in der Frontalebene oder gar Torsionen des Rumpfes treten in Haltung Z1.1 nicht auf.

Die Haltungen Z1.2, Z1.3, Z1.5 und Z1.6 weisen einen relativen Beanspruchungsindex zwischen 84,3% und 81,2% auf und sind als ungünstiger einzustufen. Am ungünstigsten mit einem relativen Beanspruchungsindex von 100% schneidet die Haltung Z1.4 ab. Sie besteht aus einer Kombination von Seitwärtsneigung und Torsion des Rumpfes, Seitwärtsneigung und Drehung des Kopfes sowie einer starken Abduktion des rechten Oberarmes.

Die dargestellten Analysen ermöglichen eine Differenzierung der untersuchten Körperhaltungstypen nach der mittleren Anspannungsintensität — d. h. der mittleren

Beanspruchung der untersuchten Muskeln. Damit wird ein Schluß auf die relative Belastungshöhe durch einzelne Körperhaltungstypen möglich.

Anschließend wurde analysiert, ob in den untersuchten Haltungsabschnitten der MEA-Verlauf Zeichen einer Destabilisierung bzw. eines Anstieges in Abhängigkeit von der Fortschrittszeit aufwies.

In Abb. 25 ist getrennt für die 6 Körperhaltungen dargestellt, wie häufig bei den untersuchten Muskeln Ermüdungsprozesse auftraten. Arbeitshaltung Z1.1 führte in ca. 60% der untersuchten Abschnitte zu Ermüdungsprozessen der Nackenmuskulatur. Die übrigen 3 untersuchten Muskeln zeigten vergleichsweise seltener Ermüdungsprozesse. Hieraus kann geschlossen werden, daß in Arbeitshaltung Z1.1 die Nackenmuskulatur einen physiologischen Engpaß darstellt. Bei Arbeitshaltung Z1.2 hebt sich keiner der untersuchten Muskeln als Engpaß heraus. Bei Arbeitshaltung Z1.3 scheint der Rückenmuskulatur die Rolle eines Engpasses zuzukommen. Die Arbeitshaltungen Z1.4 bis Z1.6 traten nur selten in der zugrunde gelegten Dauer von 70 sec auf, so daß die Häufigkeitsbetrachtung entsprechend ungenau wird.

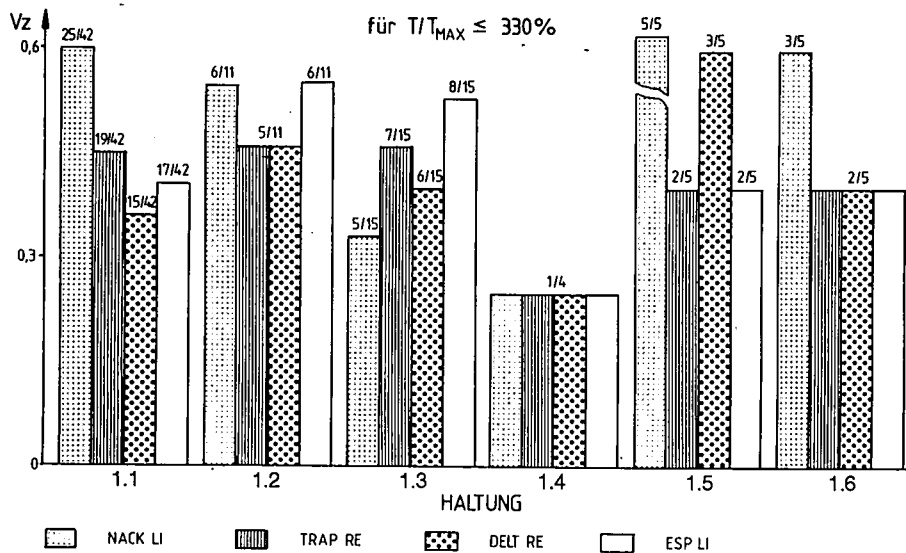


Abb. 25: Häufigkeit von muskulären Ermüdungsprozessen in ausgewählten Haltungsabschnitten

In Kap. 2.3 wurde bereits dargestellt, daß bei zusammenfassender Betrachtung aller Körperhaltungstypen bei der untersuchten Zahnarztgruppe die Nackenmuskulatur als der wichtigste muskuläre Engpaß anzusehen ist. Ein Unterschied in der Häufigkeit kritischer Ermüdungsprozesse ließ sich zwischen den Muskeln jedoch nicht feststellen.

Die in Abb. 25 enthaltenen Häufigkeiten der Ermüdungsprozesse bei einzelnen Muskeln innerhalb eines Körperhaltungstypes können auf die Anzahl der jeweils untersuchten Fälle relativiert werden. Für die unterschiedlichen Körperhaltungen wurde

anschließend ein Mittelwert aus den Ergebnissen für 4 Muskeln gebildet und relativer **Beanspruchungsgrad** genannt. Angesichts der fallweise geringen Anzahl der untersuchten Fälle ist der Beanspruchungsgrad begrenzt aussagekräftig. Die gebildete Rangreihe der Körperhaltungen anhand des Beanspruchungsgrades beinhaltet Abb. 26.

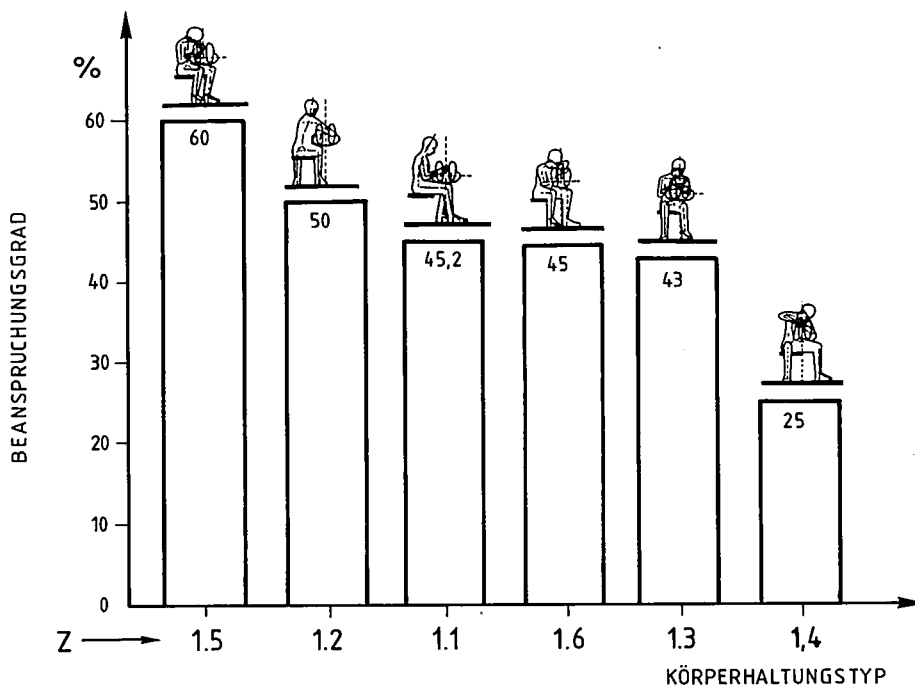


Abb. 26: Beanspruchungsgrad unterschiedlicher Körperhaltungstypen (bestimmt auf der Basis der Häufigkeit von Ermüdungsprozessen unterschiedlicher Muskeln)

3.2.4 Zusammenfassende Bewertung der untersuchten Körperhaltungen

Die Ergebnisse der 3 verwendeten Beurteilungsansätze von Körperhaltungen (biomechanische, psychophysische und physiologische Beurteilung) werden nun verglichen und zusammengefaßt.

Folgende Tabelle 27 gibt eine systematische Übersicht der verwendeten Parameter zur Beurteilung von Körperhaltungen wieder.

Im ersten Schritt werden der **Belastungsindex**, der **Anstrengungsindex** und der **Beanspruchungsindex** zu einer zusammenfassenden Beurteilung der Belastungshöhe herangezogen. Die Erkenntnisse aufgrund der einzelnen genannten Parameter sind grundsätzlich vergleichbar: In allen 3 Fällen wurde ein relativer Vergleich der untersuchten Körperhaltungstypen durchgeführt. Prinzipiell handelte es sich dabei um die relative Beurteilung der durch eine Körperhaltung bedingten Belastungshöhe, die Belastungsdauer und -häufigkeit wurden dabei nicht berücksichtigt.

Tabelle 27: Übersicht der verwendeten Parameter zur Beurteilung von zahnärztlichen Körperhaltungen, geordnet nach Beurteilungsansatz und Fragestellung		
Beurteilungsansatz	Beurteilung der Belastungshöhe	zeitliche Bewertung der Belastungshöhe
Biomechanischer Ansatz (Kap. 3.2.1)	Belastungsindex	Schwierigkeitsgrad
Psychophysischer Ansatz (Kap. 3.2.2)	Anstrengungsindex	Anstrengungsgrad
Physiologischer Ansatz (Kap. 3.2.3)	Beanspruchungsindex	Beanspruchungsgrad

Die mit Hilfe der einzelnen Beurteilungsansätze weiter oben ermittelten Rangreihen der Körperhaltungstypen mit der entsprechenden relativen Bewertung werden in Abb. 27 wiedergegeben. Als Grundlage werden dabei die Abbildungen 17, 19 und 24, die die Ergebnisse der jeweiligen Beurteilungsansätze zusammenfassen, verwendet.

Im wesentlichen lassen sich die Ergebnisse eines jeden Beurteilungsansatzes in 3 Gruppen von Körperhaltungstypen aufteilen. In der Gruppe A werden die hinsichtlich ihrer Belastungshöhe besonders zu beachtenden Haltungen angesiedelt. Die Gruppe B faßt einen mittleren Belastungsbereich zusammen, in der Gruppe C werden niedrig bewertete Körperhaltungen zusammengefaßt. Die Aufteilung in die genannten 3 Gruppen geschieht separat innerhalb eines jeden Beurteilungsansatzes aufgrund von quantitativen Abstufungen der Ergebnisse für einzelne Körperhaltungstypen. In Abb. 27 wird durch horizontale Linien eine Abgrenzung der Körperhaltungsgruppen dort angezeigt, wo eine deutliche Gruppenbildung vorliegt. Durch horizon-

	Rang	Belastungsindex	Anstrengungsindex	Beanspruchungsindex
sitzend	1	Z 1.4 (100) A	Z 1.4 (74) A	Z 1.4 (100) A
	2	Z 1.6 (94) —	Z 1.6 (70)	Z 1.6 (84) B
	3	Z 1.5 (88) B	Z 1.5 (60) B	Z 1.3 (83) Z 1.2 (82) Z 1.5 (81)
	4	Z 1.2 (82)	Z 1.2 (50)	
	5	Z 1.3 (65) C	Z 1.3 (42) C	
	6	Z 1.1 (35)	Z 1.1 (—)	Z 1.1 (75) C
stehend	1	Z 0.1 (100) A	Z 0.2 (100) A	X
	2	Z 0.2 (94)	Z 0.1 (84) B	
	3	Z 0.3 (42) C	Z 0.3 (84)	

Klasse Ia : Z 1.4 Z 1.6 Z 0.1 Z 0.2

Klasse IIa : Z 1.5 Z 1.2 Z 0.3

Klasse IIIa : Z 1.1 Z 1.3 (Z 1.0)

Abb. 27: Klassifizierung von zahnärztlichen Körperhaltungstypen bei Verwendung unterschiedlicher Beurteilungsansätze der Belastungshöhe (In Klammern: Relative Abstufung der Körperhaltungstypen in % anhand des jeweiligen verwendeten Parameters).

tale gestrichelte Linien wird eine Aufteilung dort durch eine Setzung vorgenommen, wo eine weniger deutliche Abstufung der Körperhaltungen vorliegt.

Für sitzende Körperhaltungen ergibt sich eine weitgehende Übereinstimmung der Ergebnisse aller 3 Beurteilungsansätze. Der Belastungsindex und der Anstrengungsindex führen zur gleichen Rangreihe der Körperhaltungstypen.

Im Falle des Beanspruchungsindex ergibt sich an den ersten zwei Stellen die gleiche Rangreihe wie aufgrund vorhergenannter Parameter, im mittleren Bereich der Rangreihe werden die Körperhaltungen Z1.3, Z1.2 und Z1.5 mit Hilfe des Beanspruchungsindexes ähnlich bewertet, ihre Reihenfolge spielt dabei keine wesentliche Rolle. Im Vergleich zu den Ergebnissen anhand des Belastungsindex und des Anstrengungsindex haben hier lediglich die Körperhaltungen Z1.3 und Z1.5 ihre Plätze getauscht. Am Ende der Rangreihe findet sich auch aufgrund des Beanspruchungsindex die Körperhaltung Z1.1.

Die Körperhaltungen im Stehen wurden lediglich anhand des Belastungsindex und Anstrengungsindex untersucht. Aufgrund des Anstrengungsindex werden die stehenden Körperhaltungen relativ hoch bewertet und höher als die sitzenden Körperhaltungen angesetzt. Im Falle des Belastungsindex ergeben sich ähnliche Ergebnisse für die Körperhaltung Z01. und Z0.2 insofern, als diese ebenfalls zur Gruppe A zuzuordnen sind, allerdings sind sie mit den sitzenden Körperhaltungen vergleichbar. Die Körperhaltung Z0.3 wird aufgrund des Belastungsindex erst in der Gruppe C angesiedelt. Es ist wahrscheinlich, daß mit Hilfe des Belastungsindex diese Körperhaltung unterbewertet wird.

Die gute Übereinstimmung der Ergebnisse erlaubt die Bildung von in Abb. 27 angegebenen 3 Klassen Ia, IIa, IIIa von Körperhaltungen (Bem.: Index a bezieht sich auf die Klassenbildung anhand der Belastungshöhe. Für weiter unten anhand der zeitlichen Bewertung gebildeten Klassen von Körperhaltungen wird Index b verwendet).

Als Konsequenz der obigen Übersicht ist festzuhalten, daß die Körperhaltungstypen in der Klasse Ia bei der zahnärztlichen Tätigkeit zu vermeiden sind. Demgegenüber sind die Körperhaltungstypen in der Klasse IIIa bezüglich der Belastungshöhe relativ günstig einzustufen und sollten durch Gestaltungsmaßnahmen sowie Hinweise zur günstigen Verhaltensweise angestrebt werden. Die Körperhaltungen in der Klasse IIa sollten verbessert werden, ihre Auswirkungen sind allerdings niedriger einzustufen als im Falle der Klasse Ia.

Methodisch ist das obige Ergebnis wichtig im Hinblick auf die Möglichkeit, durch eine analytische Beurteilung von Körperhaltungen eine relativ gute Übereinstimmung mit Ergebnissen der subjektiven psychophysischen Beurteilungen und der objektiven physiologischen Beanspruchungsmessungen zu erreichen. Mit Hilfe der durchgeführten aufwendigen physiologischen Messungen ist die grundsätzliche Richtigkeit der beiden anderen Beurteilungsansätze bestätigt worden, gleichzeitig konnte ihre Präzisierung erreicht werden.

Eine Beurteilung untersuchter Körperhaltungstypen im Zusammenhang mit der Belastungsdauer ist aufgrund des Schwierigkeitsgrades und des Anstrengungsgrades möglich. Weiterhin können die durchgeführten physiologischen Messungen zu diesem Zweck herangezogen werden. Die Abb. 28 zeigt vergleichend die Ergebnisse der 3 verwendeten Beurteilungsansätze (Abb. 18, 20, 24).

Es wurden analog wie bei der Beurteilung der Belastungshöhe 3 Klassen von Körperhaltungstypen gebildet (Bem.: Die gebildeten Klassen werden hier mit b indexiert).

Die Ergebnisse der 3 Beurteilungsansätze stimmen — was die Gruppeneinteilung betrifft — relativ gut überein, wobei allerdings im Falle der physiologischen Messungen die relative Bewertung im mittleren Bereich nur bedingt aussagekräftig ist.

Es ist von Bedeutung, daß die nun in der Klasse Ib angesiedelten Haltungen Z1.5, Z1.3 und Z1.1 eine relativ niedrige Belastungshöhe bei dem Vergleich nach Abb. 27 aufgewiesen haben. Die Körperhaltungen Z1.4, Z1.6, Z0.1 und Z0.2 bildeten demgegenüber bezüglich ihrer Belastungshöhe die höchste Klasse Ia und sind nun aufgrund ihrer zeitlichen Bewertung in der Klasse IIIb angesiedelt.

Beim Vergleich der Abbildungen 27 und 28 ist festzustellen, daß sich die Ergebnisse plausibel ergänzen. Die in ihrer Belastungshöhe hoch beurteilten Haltungen (vgl. Gruppe Ia in Abb. 27) sind im Hinblick auf die gesamte Belastung (d. h. beim Hinzuziehen ihrer realen Vorkommenshäufigkeit und -dauer) weniger bedeutend und finden sich in Gruppe IIIb in Abb. 28 wieder. Dies könnte darauf hindeuten, daß diese hoch belastenden Haltungen bewußt oder unbewußt gemieden werden. Die beobachteten Zahnärzte hätten sich folglich im physiologischen Sinne „richtig“ verhalten. Es stellt sich angesichts dieser Tendenz jedoch die Frage, aus welchen Gründen die hoch belastenden Haltungen dennoch in bestimmten Fällen eingenommen werden und welche Ursachen dabei vorliegen.

Die Körperhaltung Z1.5 ist in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung, da sie allein die Klasse Ib in Abb. 28 bildet und eine hohe Belastung mit sich bringt (nach ihrer Belastungshöhe wurde die Haltung Z1.5 in Klasse IIa eingeordnet).

	Rang	Schwierigkeitsgrad	Anstrengungsgrad	Beanspruchungsgrad
sitzend	1	Z 1.5 (100) A	Z 1.5 (100) A	Z 1.5 (60) A
	2	Z 1.3 (44) B	Z 1.3 (42,4) B	Z 1.2 (50) B
	3	Z 1.1 (38) C	Z 1.4 (27,6) C	Z 1.1 (45)
	4	Z 1.4 (25) C	Z 1.6 (26,4)	Z 1.6 (45)
	5	Z 1.6 (24)	Z 1.2 (11,5)	Z 1.3 (45)
	6	Z 1.2 (13)	Z 1.1 (—)	Z 1.4 (25) C
	7	Z 1.0 (0,8)		
stehend	1	Z 0.1 (6) C	Z 0.2 (8) C	
	2	Z 0.2 (5)	Z 0.1 (7)	
	3	Z 0.3 (2)	Z 0.3 (6)	

Klasse Ib : Z 1.5

Klasse IIb : Z 1.3; Z 1.1

Klasse IIIb : Z 1.4; Z 1.6; Z 1.2; Z 1.0; Z 0.1; Z 0.2; Z 0.3

Abb. 28: Klassifizierung von zahnärztlichen Körperhaltungstypen anhand zeitlicher Bewertung ihrer Belastungshöhe (In Klammern: Relative Abstufung der Körperhaltungstypen in % anhand des jeweiligen verwendeten Parameters).

Aufgrund der durchgeführten Bewertung der zahnärztlichen Körperhaltungen ergeben sich Hinweise zu Prioritäten bei der anzustrebenden Optimierung der zahnärztlichen Tätigkeit:

- Eine Reduzierung der Körperhaltung Z1.5 (Klasse Ib) sollte vorrangig angestrebt werden (Gestaltungs- und Verhaltensmaßnahmen sind erforderlich).
- Die Körperhaltungen Z1.1 und Z1.3 (Klasse IIb) weisen eine relativ niedrige Belastungshöhe auf, werden jedoch aufgrund ihrer Vorkommenshäufigkeit und -dauer relativ hoch bewertet und führen auch zu Destabilisierungen der muskulären Beanspruchungen.

Das Problem der gegebenen Einseitigkeit von „leichten“ bzw. „guten“ Körperhaltungen liegt in diesem Falle vor.

Organisatorische und gestalterische Maßnahmen, die einen Haltungswchsel und damit einen Abbau ununterbrochener statischer Expositionen fördern würden, wären hier sinnvoll. Auch der Wechsel zu in ihrer Belastungshöhe insgesamt ungünstigeren, jedoch andere Körperregionen beanspruchenden Körperhaltungstypen kann hier fallweise von Vorteil sein.

Optimale Haltungswchselregime können aufgrund der durchgeführten Untersuchungen nicht abgeleitet werden, weiterführende physiologische Untersuchungen wären zum Vergleich unterschiedlicher Haltungswchselregime erforderlich.

Eine Vorgehensweise aufgrund subjektiver Bewertung kann jedoch mit entsprechendem Verständnis der Problematik durchaus wirksam sein.

Zu sinnvollen Maßnahmen sind auch angepasste körperliche Übungen innerhalb von geplanten Pausen zu rechnen.

- Die Körperhaltungstypen der Klasse IIIb können differenziert betrachtet werden. Die bezüglich ihrer Belastungshöhe (Klasse Ia) hoch bewerteten Körperhaltungen sollten durch Gestaltung der Arbeitsplätze oder subjektive Arbeitsweise nicht gefördert werden. Im Sinne des erforderlichen Haltungswchels kommen die restlichen Haltungen in Frage.

4 Einflußgrößenanalyse von zahnärztlichen Körperhaltungen

Die zahnärztlichen Körperhaltungen sind das Ergebnis einer Anzahl von unterschiedlichen gleichzeitig wirkenden Einflußgrößenbereichen (vgl. Abb. 29). Es handelt sich folglich um keine eindimensionalen Beziehungen zwischen einer hervorragenden Einflußgröße und der resultierenden Körperhaltung.

Die ausgewählten Untersuchungsschwerpunkte mit ihren unterschiedlich detaillierten Ergebnissen werden im folgenden dargestellt.

4.1 Art der Behandlung

Die Ergebnisse vorliegender Untersuchung führen hinsichtlich der **Belastungshöhe** durch Körperhaltungen zu keiner Differenzierung der interessierenden Behandlungspositionen (Kavitäten- und Kronenpräparation, Extraktion sowie allgemeine Untersuchung).

Im Falle der Kronenpräparationen ist die zu erwartende Tendenz zu längeren Zeiten in einzelnen Körperhaltungen nur bedingt feststellbar.

Dieses Ergebnis ist wie folgt zu interpretieren: Die längere Gesamtdauer der Kronenpräparationen bedeutet nicht, daß die einzelne Verweildauer in den jeweiligen Kör-

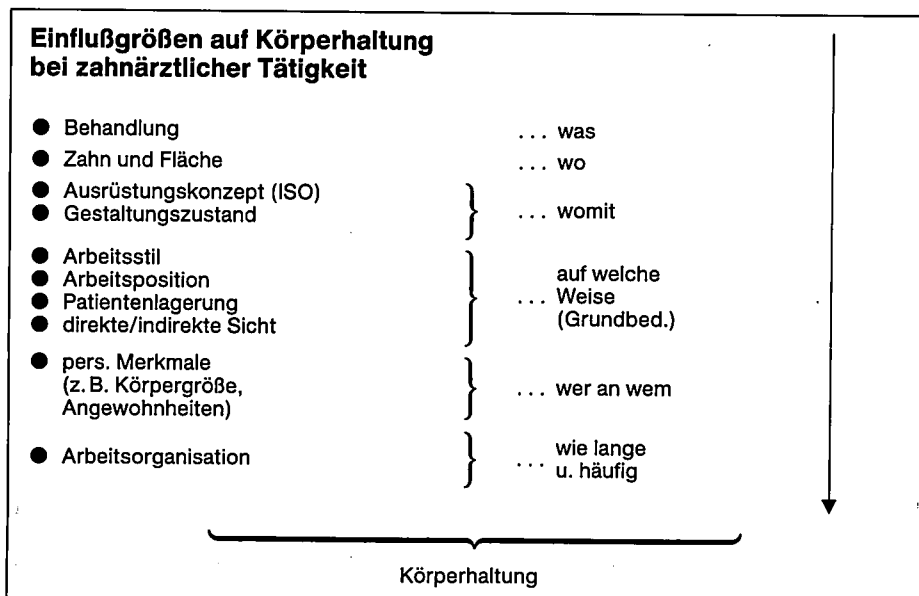


Abb. 29: Einflußgrößen auf Körperhaltung bei zahnärztlicher Tätigkeit

perhaltungen (d. h. zwischen zwei Haltungsverwechslungen) länger wird. Dies könnte durch erforderliche Unterbrechungen der Behandlung — z. B. beim kurzfristigen Umlagern des Patientenkopfes beim Beschleifen unterschiedlicher Flächen sowie durch Tätigkeitsunterbrechungen und Haltungsverwechslungen des Zahnarztes — erklärt werden.

Die insgesamt längere Behandlungsdauer bei Kronenpräparationen bedeutet mit der zunehmenden Behandlungszeit eine zunehmende Destabilisierung der exponierten Muskeln (vgl. Kap. 2.3).

Die Belastungshöhe durch unterschiedliche Körperhaltungen ist jeweils für sich betrachtet bei beiden Behandlungen vergleichbar, angesichts der insgesamt längeren Behandlungsdauer ist allerdings die Kronenpräparation als anstrengender zu betrachten. Unterbrechungen der Tätigkeit bzw. Erholungspausen und Belastungsverwechslungen durch Einnahme von alternativen Körperhaltungen gewinnen im Falle der Kronenpräparation noch mehr an Bedeutung.

4.2 Mundsegment und Uhr-Position

Für die Beurteilung der Auswirkung der Behandlung in unterschiedlichen Mundsegmenten auf die resultierenden Belastungen durch Körperhaltungen wurden für die jeweiligen Segmente die Belastungs- und Anstrengungsgrade der vorkommenden Körperhaltungstypen aufsummiert und auf die Gesamtsumme für alle 6 Segmente relativiert (Abb. 30).

Der Unterkiefer ist insgesamt niedriger zu bewerten, die relative Belastung durch zeitlich bewertete Körperhaltungen beträgt im Unterkiefer lediglich annähernd 30%. Die restlichen 70% entfallen auf den Oberkiefer.

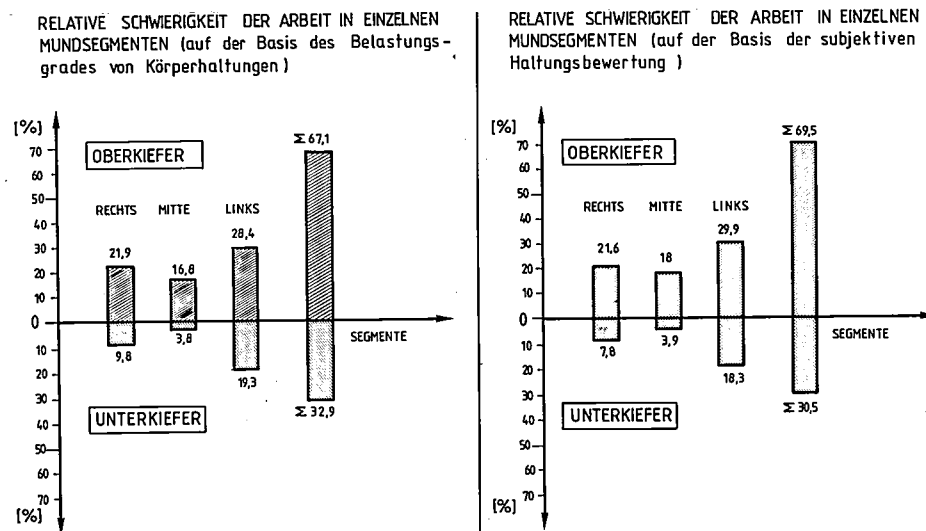


Abb. 30: Bewertung von Mundsegmenten auf der Basis des relativen Belastungs- und Anstrengungsgrades

Unterkiefer rechts und Mitte ist im Hinblick auf die Körperhaltungen niedrig zu bewerten. Im Unterkiefer links ergibt sich dagegen ein zu beachtender Wert von annähernd 20%.

Im Oberkiefer Mitte und rechts liegen jeweils Werte von annähernd 20% vor. Die linke Seite des Ober- und Unterkiefers überwiegt im Hinblick auf die Körperhaltungen mit etwa 50% der Gesamtbelastung eindeutig.

Dieses Ergebnis weist deutlich darauf hin, daß vor allem die Arbeit im Oberkiefer und in linken Mundsegmenten unter heutigen Gegebenheiten mit hoher Belastung durch Körperhaltungen verbunden ist.

Die Ursache hierfür liegt in den natürlichen Gegebenheiten (Vorkommenshäufigkeit von Behandlungen und Zugänglichkeit), aber auch in ungünstigen Vorgehensweisen sowie einer nicht optimalen Arbeitsplatzgestaltung.

Werden die einzelnen Segmente für sich betrachtet und pro Segment eine relative Rangreihe der Körperhaltungstypen nach ihrem dort erreichten Belastungsgrad (bezogen auf das im jeweiligen Segment vorkommende Maximum) gebildet, ergeben sich die in Abb. 31 dargestellten Rangreihen innerhalb einzelner Segmente.

Folgende Interpretation der Ergebnisse ist möglich:

- Im Oberkiefer rechts, Mitte und links bildet die Körperhaltung Z1.5 jeweils eine eindeutige Belastungsspitze. Als wesentliche Ursachen dürften hier vor allem falsche Patientenlagerung sowie eine nicht ausreichende vertikale Verstellbarkeit des Patientenstuhles eine Rolle spielen.
- Im Oberkiefer links spielen die hoch belastenden Körperhaltungen der Klasse Ia zusätzlich eine bedeutende Rolle. Dies bedeutet, daß die Anforderungen an die Lagerung und die Gestaltung des Arbeitsplatzes besonders hoch sind.
- Im Unterkiefer liegt eine andere Tendenz vor: Im rechten Bereich sind die günstigen Körperhaltungen der Klasse IIIa von besonderer Bedeutung. Die Körperhaltung Z1.5 dürfte hier auf Fehler bei der Lagerung (vor allem bei lingualen Flächen) zurückzuführen sein.
- Im mittleren und linken Segment des Unterkiefers bilden die Körperhaltungen Z1.5, Z1.4 und Z1.6 zusammen mit den weniger belastenden Körperhaltungen Z1.1 und Z1.3 eine relativ homogene Gruppe. Weiterhin spielen insbesondere im mittleren Bereich auch die stehenden Haltungen eine wesentliche Rolle.
- Im mittleren Bereich ergeben sich bei falscher Lagerung insbesondere bei der Behandlung von lingualen Flächen häufig Probleme. Diese Tatsache wird durch die hier häufiger vorkommenden stehenden Haltungen unterstrichen. Die niedrige absolute Häufigkeit der Behandlungen in diesem Bereich ist hier als ein positiver Umstand zu werten (vgl. die insgesamt niedrige Bewertung in Abb. 30).
- Im linken Bereich deutet — ähnlich wie im Oberkiefer — das Vorkommen von Körperhaltungen der Klasse Ia und IIa auf eine insgesamt problematischere Zugänglichkeit hin.

Zusammengefaßt kann festgestellt werden, daß insbesondere im Hinblick auf den linken Bereich des Ober- und Unterkiefers Verbesserungen erforderlich sind. Teilweise

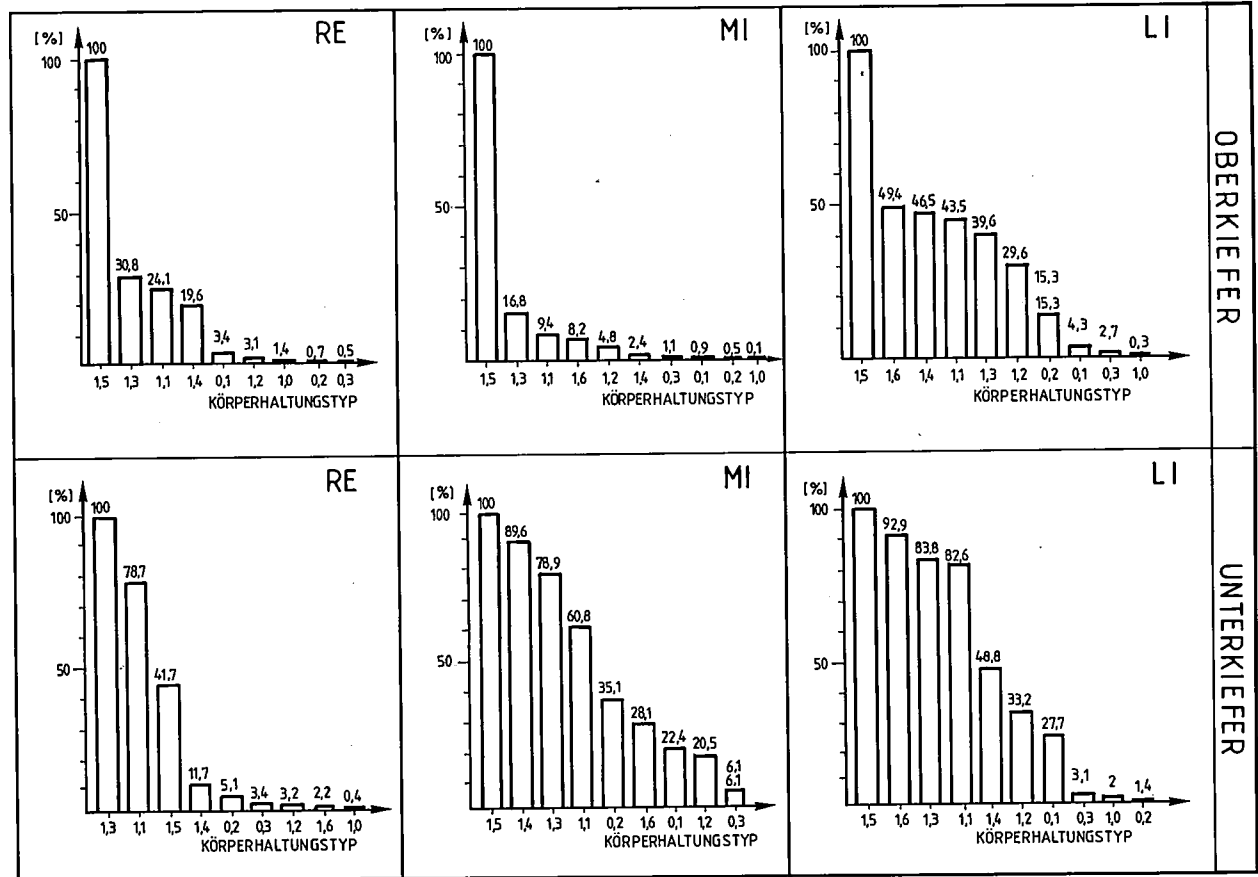


Abb. 31: Relative Rangreihe von Körperhaltungstypen in einzelnen Segmenten aufgrund des Belastungsgrades

trifft dies auch für den Unterkiefer Mitte lingual zu, allerdings ist hier die niedrige Vorkommenshäufigkeit von Behandlungen für die Beurteilung ausschlaggebend. Sinnvolle Gestaltungsmaßnahmen hinsichtlich der genannten Engpässe müssen einhergehen mit einer optimierten Patientenlagerung.

Den Einfluß der eingenommenen Uhr-Stellung auf die resultierenden Körperhaltungen bei Standardtests aller untersuchten Zahnärzte verdeutlicht Abb. 32.

Uhrposition	Körperhaltungstyp								
	Z 01	Z 02	Z 03	Z 1.1	Z 1.2	Z 1.3	Z 1.4	Z 1.5	Z 1.6
8 ⁰⁰	2	1	0,5	1,5	4	0,5			
9 ⁰⁰			0,5	2,3	2,5	1,5	0,5	10	3
10 ⁰⁰	0,5	0,5	2,5	7,5		6	0,5	7,5	5,5
11 ⁰⁰	0,5	0,5	1	1,5		7	1,5	4	
12 ⁰⁰						1		1	
1 ⁰⁰			1						

Abb. 32: Relative Häufigkeit von Körperhaltungstypen in Abhängigkeit von Uhrpositionen beim Standardtest. n = 198

Die Zahlenangaben in den jeweiligen Feldern geben die relative Vorkommenshäufigkeit eines Körperhaltungstyps in Abhängigkeit von der eingenommenen Uhr-Position an.

Es fällt auf, daß die günstige Körperhaltung Z1.1 vor allem in den Uhr-Positionen 9 und 10 Uhr vorkommt. Dies trifft allerdings auch bei der ungünstigen Körperhaltung Z1.5 zu.

Aufgrund dieser knappen Betrachtung kann festgestellt werden, daß **die Uhr-Position die resultierende Körperhaltung nicht ausschließlich bestimmt**. Es sind vielmehr die jeweiligen Mundsegmente mit ihrer Zugänglichkeit und verwendeter Patientenlagerung, die auf die resultierende Körperhaltung einen entscheidenden Einfluß haben.

In Abb. 33 sind die Vorkommenshäufigkeiten von Kombinationen der Körperhaltungen der HelferIn und des Zahnarztes aufgetragen.

Es ergeben sich besonders häufig vorkommende Kombinationen, wie sie im Falle der Körperhaltungen Z1.1 und H1.2 sowie Z1.5 mit H1.2 vorliegen.

		ZAHNARZT											
ZA ZH	00	01	02	03	04	11	12	13	14	15	16	%	
HELPERIN	00	0,5%	0,5%									1,0	
	01		1,0%		1,6%		4,2%	1,0%	3,7%		5,2%	1,6%	16,3
	02												
	03												
	04												
	10						0,5%		0,5%				1,0
	11						1,0%	1,6%	8,4%	1,0%	4,7%	1,0%	17,7
	12						20,9%	2,1%	7,9%	1,0%	9,4%	2,1%	43,4
	13			0,5%		0,5%	8,4%	0,5%	3,1%		3,1%	2,1%	16,2
	%	0,5	1,5	0,5	1,6	0,5	35,0	5,2	23,6	2,0	22,4	6,8	
	n = 191												

Abb. 33: Relative Vorkommenshäufigkeiten von Kombinationen von Körperhaltungstypen der Zahnärzte und der Helferinnen. n = 191

Insgesamt sind die Ergebnisse so zu interpretieren, daß trotz einer engen Zusammenarbeit des Teams ein zwingender Zusammenhang zwischen Körperhaltungen des Zahnarztes und der Helferin nicht vorliegt. Die verwendete Lagerungs- und Absaugtechnik sowie die Vorgehensweise des Teams spielen eine wichtigere Rolle.

4.3 Einfluß der Basiskonzepte

Die Ergebnisse aller durchgeführten Standardtests werden im folgenden im Hinblick auf den Einfluß der Basiskonzepte auf die Uhr-Positionen und Körperhaltungen der Zahnärzte ausgewertet. (Anm.: Die einzelnen Basiskonzepte wurden in der Untersuchung nicht gleichmäßig vertreten. Die Möglichkeit der Auswahl von zugänglichen Praxen nach Basiskonzepten war begrenzt.)

Einfluß auf die Uhr-Position (Abb. 34)

ISO 1: Am häufigsten hielten sich die Zahnärzte in der 9-Uhr-Position auf, dicht gefolgt von der 10-Uhr-Position. Erheblich seltener hielten sich die Zahnärzte in der 11-Uhr-Position auf, noch seltener in der 8-Uhr-Position. Die relativ hohe Gesamtzahl der 10- bis 11-Uhr-Positionen im Verhältnis zur sehr geringen Zahl der 8-Uhr-Positionen ist vermutlich auf die schlechte Zugänglichkeit der zahnärztlichen Einheit in der 8-Uhr-Position zurückzuführen, da sich diese hierbei nahezu im Rücken des Zahnarztes befindet.

ISO 2: Die häufigste Position ist die 9-Uhr-Position. Das Verhältnis der Häufigkeit von 8-Uhr- zu 10-Uhr-Position bis 11-Uhr-Position ist jedoch umgekehrt als bei ISO 1.

HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER ZA / ZH - UHRSTELLUNGEN (ST.TEST)

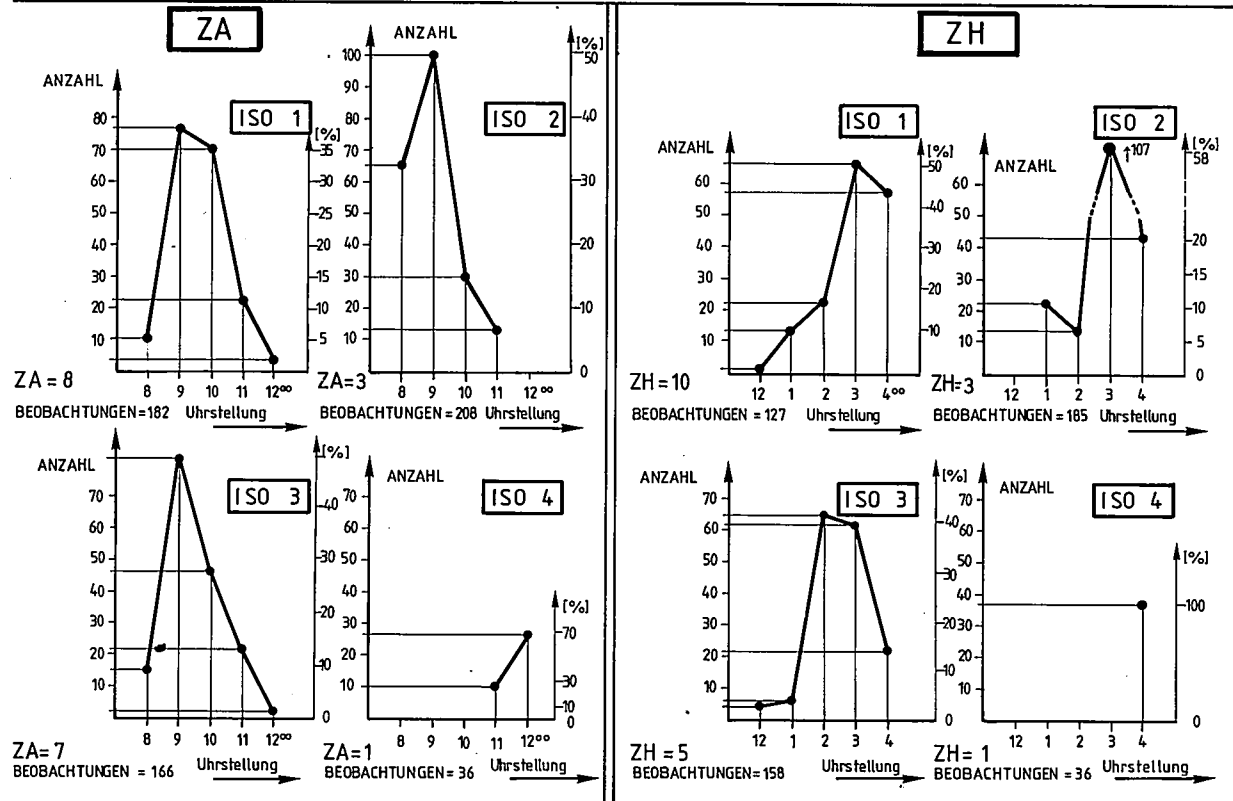


Abb. 34: Einfluß unterschiedlicher Basiskonzepte der Arbeitsplatzanordnung (ISO-Konzepte) auf die Häufigkeit von Uhr-Positionen beim Standardtest

ISO 3: Die Reihenfolge der Häufigkeiten der beobachteten Uhr-Position ist hier die gleiche wie bei ISO 1.

ISO 4: Häufigste Uhr-Position ist entsprechend der Grundidee dieses Konzeptes die 12-Uhr-Position, gefolgt von 11 Uhr. Der Einfluß des Basissystems auf die Uhr-Position kann als eindeutig bezeichnet werden.

Ergebnis: Es kann für die unterschiedlichen Basiskonzepte ISO 1, ISO 2, ISO 3 und ISO 4 ein deutlicher Einfluß der Wahl des Basissystems auf die Uhr-Position des Zahnarztes festgestellt werden.

Einfluß auf die zahnärztlichen Körperhaltungen (Abb. 35)

Betrachtet werden nur die sitzenden Körperhaltungen, da die Anzahl der stehenden Körperhaltungen zu klein war.

ISO 1: Häufigste Körperhaltung ist die günstige Z1.1, gefolgt von der ungünstigen Z1.5. Die ungünstigen Körperhaltungen Z1.2, Z1.4 und Z1.6 traten relativ selten auf.

ISO 2: Die günstige Körperhaltung Z1.1 wies mit fast 50% die größte Häufigkeit auf. Es folgt mit über 35% die relativ günstige Körperhaltung Z1.3. Die ungünstigen Haltungen traten deutlich seltener auf.

ISO 3: Häufigste Körperhaltung mit ebenfalls fast 50% ist Z1.1. Es folgt mit ca. 18% Häufigkeit Z1.3, anschließend Z1.5 mit ca. 12%.

ISO 4: Häufigste Körperhaltung ist Z1.3 mit fast 60%, gefolgt von der Z1.5 mit über 35% Häufigkeit. Lediglich in 5% aller Fälle trat die günstige Körperhaltung Z1.1 auf.

Ergebnis

Die relative Häufigkeit des Auftretens bestimmter Körperhaltungen beim Standardtest weist bei den verschiedenen Basissystemen Unterschiede auf.

Beim Konzept ISO 2 traten beim Standardtest die günstigeren Haltungen relativ zu ungünstigen häufiger auf als bei den ISO-Konzepten 3 und 1, das Konzept ISO 4 war bei dem untersuchten Zahnarzt mit einer insgesamt negativen Haltungstendenz verknüpft.

Aufgrund durchgeführter Untersuchungen zur günstigen Patientenlagerung (vgl. weiter unten) ist festzustellen, daß die offensichtlich bei den untersuchten Zahnärzten vorliegende Verknüpfung ISO-Konzept — Uhr-Position — Körperhaltung zu einem bedeutenden Teil auf die dem jeweiligen Konzept nicht optimal angepaßte Arbeitsweise der Zahnärzte zurückzuführen ist.

Dies wird auch dadurch unterstrichen, daß der Zusammenhang Uhr-Position — Körperhaltungen innerhalb der einzelnen Systeme nicht zwingend ist.

Es konnte keine eindeutige Abhängigkeit der Zahnarzhelferinnen-Körperhaltungen von der Auswahl eines Basissystems festgestellt werden.

Es deutet sich an, daß mehr Lagerungs- und damit auch Haltungsfehler beim Arbeiten in ansteigenden Uhr-Positionen vorliegen können.

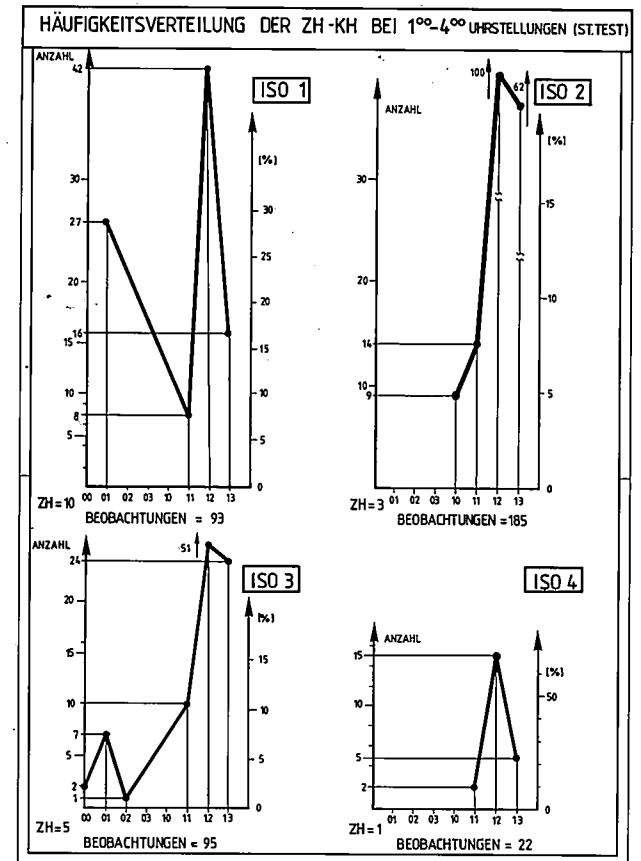
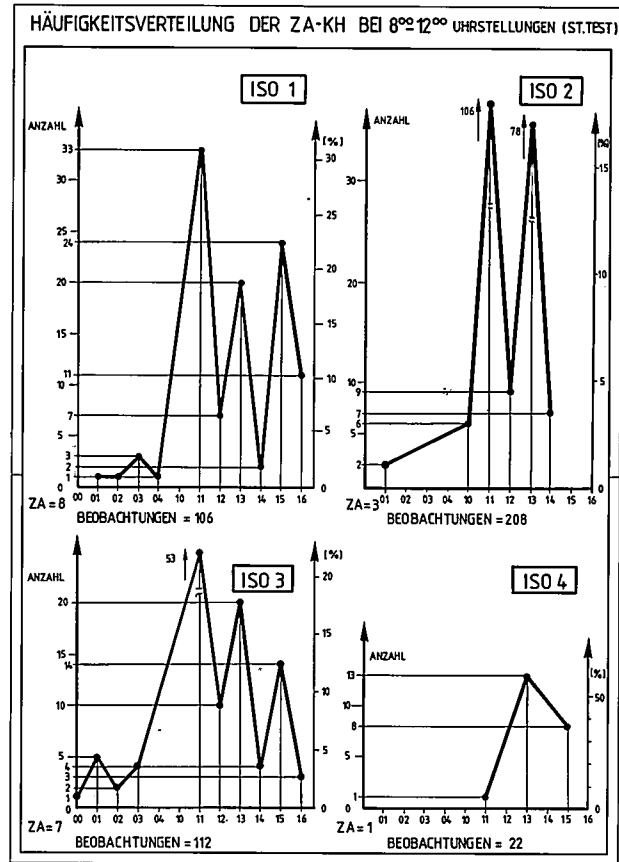


Abb. 35: Einfluß unterschiedlicher Basiskonzepte der Arbeitsplatzanordnung auf die zahnärztlichen Körperhaltungen beim Standardtest

Bei den Zahnärzten konnte innerhalb der untersuchten Stichprobe keine eindeutige Abhängigkeit von Körperhaltung und Uhr-Position vom gewählten Basissystem festgestellt werden. Der Einfluß auf die Körperhaltungen wird mehr den in bestimmten ISO-Konzepten häufiger vorkommenden unangepaßten Lagerungen und Arbeitsweisen als zwingenden Einflüssen der Geräteaufstellung zugeordnet.

Bei den Zahnarzhelferinnen konnte eine Abhängigkeit von der Aufstellung der Einheiten für die Uhr-Positionen festgestellt werden, nicht aber bei den Körperhaltungen.

Hier liegt jedoch die Vermutung nahe, daß die Abhängigkeit der Uhr-Position der Helferin mehr indirekt, d. h. eher von der Uhr-Position des Zahnarztes, beeinflußt wird.

Diese Feststellung wird unterstützt durch die in Abb. 36 ausgewerteten Antworten auf die Frage, welche Kombinationen der Uhr-Positionen bei 347 befragten Teams bevorzugt werden.

ZA ZH	8 ⁰⁰	9 ⁰⁰	10 ⁰⁰	11 ⁰⁰	%
1 ⁰⁰	0,6%	4,9%	5,2%	2,9%	13,5
2 ⁰⁰	3,5%	20,7%	26,5%	4,6%	55,3
3 ⁰⁰	5,8%	20,2%	2,9%	0,9%	29,7
4 ⁰⁰	1,4%	/	/	/	1,4
%	11,2	45,8	34,6	8,3	

Abb. 36: Prozentuelle Verteilung der als vorwiegend angegebenen Kombinationen der Uhrposition Zahnarzt/Helferin. n = 347 Teams

Die deutlich vorhandenen Schwerpunkte (insgesamt 67 % aller Fälle) entfallen auf die 9- und 10-Uhr-Position des Zahnarztes und die 2- und 3-Uhr-Position der Helferin. Es handelt sich um Kombinationen mit relativ geringen gegenseitigen Beeinflussungen. Der Fall ZA 10⁰⁰/H 2⁰⁰ bildet hier eine gewisse Ausnahme, da die weitgehend gegenüberliegenden Positionen hier nicht eingehalten werden.

5 Schlußfolgerungen

Die Schlußfolgerungen aus den Einzelergebnissen können wie folgt zusammengefaßt werden:

- Die Fehler bei der Lagerung des Patienten beeinflussen in starkem Maße die Körperhaltungen des zahnärztlichen Teams. Zur Verringerung der Anteile ungünstiger Körperhaltungen bei der zahnärztlichen Tätigkeit ist die konsequente Anwendung einer Lagerungssystematik erforderlich. Diese soll sich an der Zielsetzung der Optimierung von zahnärztlichen Körperhaltungen bei Einhaltung der wesentlichen Forderungen nach optimaler visueller und manueller Zugänglichkeit des Behandlungsortes unter Berücksichtigung der erforderlichen Arbeitstechnik (dazu gehört die Zusammenarbeit des zahnärztlichen Teams beim Absaugen, Abhalten und eigentlichem Behandlungseingriff) orientieren. Eine weitere wichtige Randbedingung stellen die physiologischen Gegebenheiten beim Patienten dar (z. B. maximale Bewegungsbereiche der Halswirbelsäule, Zugang zu Zahnflächen beim Abhalten der Lippe und Zunge und anderes mehr).
- Der unmittelbare Arbeitsraum beim zahnärztlichen Arbeitsplatz kann im Hinblick auf seine günstige anthropometrische Gestaltung auf Grund einer konsequent umzusetzenden Lagerungssystematik definiert werden.

5.1 Lagerung des Patienten

Als wichtigste Zielsetzung bei der Entwicklung von sinnvollen Lagerungen des Patienten wird die Optimierung von Körperhaltungen des zahnärztlichen Teams bei Einhaltung einer für den Patienten erträglichen Körperhaltung betrachtet.

Es wird — im Interesse einer eindeutigen analytischen Vorgehensweise — die Behandlung einer einflächigen Kavität am liegenden Patienten betrachtet, die für mehrflächige Kavitäten und das Beschleifen erweitert wird.

Im relativen Vergleich der festgestellten Körperhaltungstypen erwiesen sich für den Zahnarzt die Haltungen Z1.1 und Z1.3 und für die Helferin die Haltungen H1.2 und H1.3 als weniger belastend. Durch eine sinnvolle Lagerung des Patienten sollten daher diese Haltungen prinzipiell ermöglicht werden.

Bei dem Patienten wird davon ausgegangen, daß die erforderlichen Drehungen um die Längsachse des Kopfes („Kopfrotation“) und die Beugungen in der Sagittalebene („Kopfbeugung“) nach Möglichkeit begrenzt und die denkbare seitliche Neigung eliminiert werden sollte.

Die in jedem Falle zu erfüllenden Anforderungen an die günstige Patientenlagerung sind die gleichzeitige visuelle und manuelle Zugänglichkeit der zu behandelnden Fläche. Weiterhin sind die Standardtechniken beim Absaugen zu berücksichtigen.

Da es sich bei der Anwendung von Werkzeugen beim Öffnen der Kavität oder beim Beschleifen einer Fläche um Fein- bzw. Feinstarbeit handelt, sollte die Zahnfläche im

Fälle der direkten Sicht eine Relativlage zum Betrachter haben, welche die visuelle Kontrolle der behandelten Stelle (vgl. als Bsp. Abb. 37) erlaubt.

Im Falle eines flachen Einfallwinkels der Blicklinie auf die betrachtete Fläche können sich Sichtschatten und Verzerrungen des Betrachtungsobjekts ergeben, eine direkte visuelle Kontrolle der bearbeiteten Zahnfläche wird erheblich erschwert. Eine Lagerung des Patientenkopfes entsprechend der Lage des günstigen Blicksektors für die behandelte Fläche ist daher erforderlich.

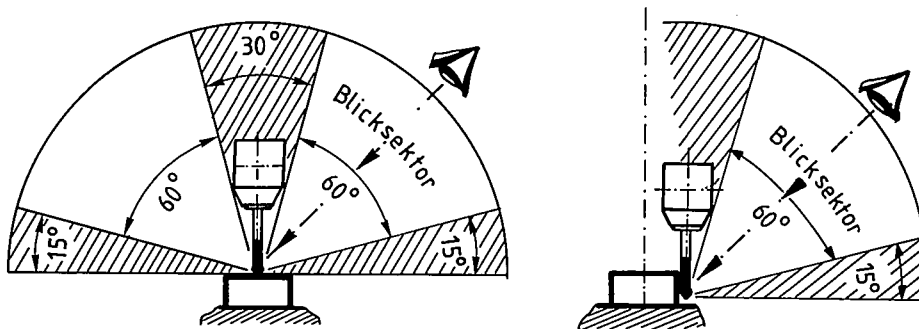


Abb. 37: Blicksektoren bei der Anwendung eines Instrumentes

Die Arbeitsweise bei der Kavitätenpräparation (insbesondere beim Öffnen der Kavität) erfordert eine weitgehend senkrechte Zuordnung der Werkzeugachse relativ zur Zahnfläche. Gleichzeitig gibt es nur eine begrenzte Anzahl von möglichen Varianten des günstigen Haltens des Werkzeuges in der Hand innerhalb des festgelegten Arbeitsbereiches. Zur Ausübung der erforderlichen Feinstarbeit muß das Werkzeug mit einem Zufassungsgriff — ähnlich einer Haltung vom Schreibgerät — gehalten werden, wobei seine Längsachse drehbar und im Bewegungsbereich von Handgelenk und Unterarm in seiner Raumlage veränderbar ist.

Die begrenzten Haltemöglichkeiten des Instrumentes, die Anforderungen an die Sichtgeometrie, die aufgabenspezifische Zuordnung zwischen Werkzeug und Zahnfläche, nicht zuletzt auch die Sichtbehinderung durch das Instrument selbst, schränken die möglichen Relativlagen zwischen der Zahnfläche und der Blicklinie des Zahnarztes stark ein (vgl. Abb. 37). In Abb. 37 sind beispielhaft 2 Varianten angegeben, eine für das Öffnen der Kavität bei einer senkrechten Anordnung des Werkzeuges, die zweite Alternative bezieht sich auf seitliches Beschleifen einer Fläche.

Wird die Tatsache beachtet, daß die Lage von einzelnen Zahnflächen unterschiedlich ist, bei der Behandlung aber den angedeuteten geometrischen Bedingungen Rechnung getragen werden muß, ergibt sich für die günstigen räumlichen Zuordnungen zwischen der jeweiligen Zahnfläche und dem Zahnarzt ein geringer Spielraum.

Erfüllt eine Zahnfläche bei ihrer gegebenen Anordnung die genannten Anforderungen, so kann davon ausgegangen werden, daß sie — unter der Bedingung einer ausreichenden räumlichen Einstellbarkeit des Patientenstuhles — in einer günstigen Körperhaltung des Zahnarztes und der HelferIn zu behandeln ist. Wie bereits er-

wähnt, kommt dabei selbstverständlich auch der jeweils angewendeten Technik des Absaugens bzw. der Zusammenarbeit im Mund eine Bedeutung zu.

Im Rahmen simulierter und realer Behandlungen wurden Versuche unter systematischer Vorgabe von Uhr-Position, Zahnfläche und Kiefersegment vorgenommen mit dem Ziel, entsprechend der Fragestellung optimale Kopflagerungen des Patienten zu ermitteln.

Die Lagerungsoptimierung wurde mit insgesamt 5 Zahnärzten (in einzelnen Praxen) vorgenommen.

Festgelegt wurden bei den durchgeführten Untersuchungen systematisch die einzunehmenden Uhr-Positionen (8.00, 9.00, 10.30) und die Bearbeitungsflächen innerhalb der Kiefersegmente.

Pro Kieferquadrant wurden jeweils 5 Behandlungsflächen angenommen (okklusal, bukkal, oral, mesial und distal). Es hat sich herausgestellt, daß im Falle der vorhandenen Nachbarzähne die Distal- und Mesialflächen unter Ausnutzung von den restlichen Zugangsrichtungen behandelt werden. Aus diesem Grunde wurde die später entwickelte Lagerungssystematik auf die bukkalen, okklusalen und oralen Flächen konzentriert.

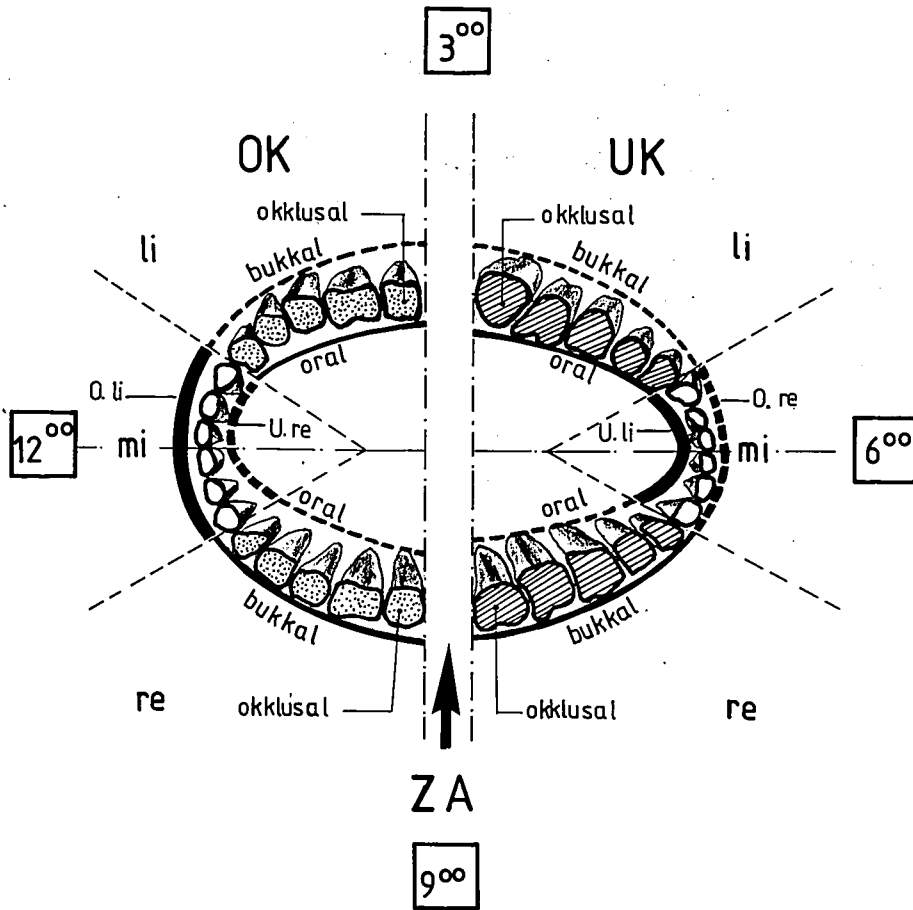
Die gesamten Untersuchungen gingen von der direkten Sicht bei einem maximalen Sehabstand von etwa 300 mm aus.

Die festgestellten einzelnen Lagerungen wurden nach eingehender Untersuchung zu insgesamt 8 Lagerungstypen (A bis H) verdichtet. Es zeigte sich bei einer Einzelanalyse, daß die Differenzen zwischen beieinander liegenden Einzellagerungen bzw. Einzelergebnissen aufgrund von objektiven Kriterien kaum nachvollziehbar waren; eine Anzahl von Zufallseinflußgrößen sowie eventuell auch der subjektiven Merkmale der Behandlungsteams und der Patienten dürfte dabei ausschlaggebend gewesen sein.

Es hat sich gezeigt, daß es vor allem die geometrische Orientierung der jeweiligen Zahnfläche relativ zum Zahnarzt ist, die wesentlich die jeweils erforderliche Lagerung bestimmt (vgl. Abb. 38).

Die in Abb. 38 durch unterschiedliche Linienkodierung dargestellten Flächen können nach geometrischen Gesichtspunkten gruppiert werden. Es ergeben sich folgende räumliche Zuordnungen zum Zahnarzt:

- Zum Zahnarzt orientiert sind die bukkalen Flächen rechts und die oralen Flächen links.
- Vom Zahnarzt weg orientiert sind die oralen Flächen rechts und die bukkalen Flächen links.
- Nach oben oder nach links sind die okklusalen Flächen im Unterkiefer, nach oben oder nach rechts sind die okklusalen Flächen im Oberkiefer orientiert.
- Nach links (je nach Lagerung des Patienten auch eventuell nach oben oder nach unten) sind die bukkalen Flächen im Oberkiefer front und die bukkalen Flächen im Unterkiefer lingual orientiert.



Orientierung der Zahnflächen

○	—	ZUM ZA.	▬	LINKS OBEN/UNTEN
○	- - -	VOM ZA. WEG	- - -	RECHTS OBEN/UNTEN
▨	▨	NACH OBEN / LINKS		
●	●	NACH OBEN / RECHTS		

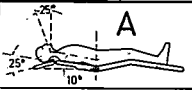
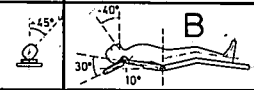
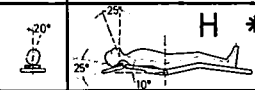

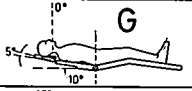
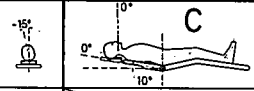
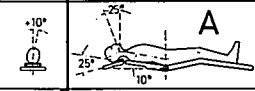


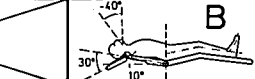
GLEICHE ORIENTIERUNG UNTERSCHIEDLICHER ZAHNFLÄCHEN
RELATIV ZUM ZA (Bsp. $\varphi_1 = -25^\circ$; $\varphi_4 = 0^\circ$)

Abb. 38: Räumliche Orientierung unterschiedlicher Zahnflächen relativ zum Zahnarzt

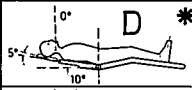
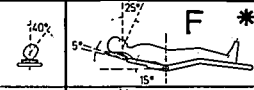
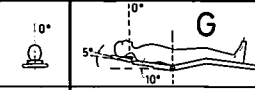

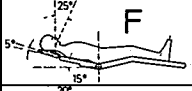
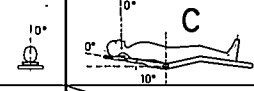
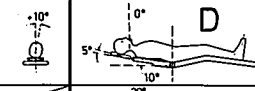

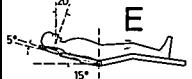
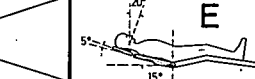
— Nach rechts (eventuell auch nach oben oder nach unten je nach Lagerung) sind die oralen Flächen im Oberkiefer front und die bukkalen Flächen im Unterkiefer front orientiert.

Die Abb. 38 verdeutlicht diese Zusammenhänge aus der Sicht des Zahnarztes (vgl. den eingezeichneten Pfeil), wobei davon ausgegangen wird, daß der Zahnarzt in der 9-Uhr-Position sitzt, der Patient liegt, und der Mund des Patienten bei einer Kopfbeugung (ohne Kopffrotation) geöffnet ist.

In Abb. 39 sind die einzelnen Lagerungstypen in einer Gesamtübersicht zusammengefaßt. Der Beugewinkel des Kopfes wird als der Winkel zwischen der Senkrechten und der Okklusalebene des Oberkiefers angegeben. Der Öffnungswinkel zwischen dem Ober- und dem Unterkiefer wird nicht angegeben. Es wird davon ausgegangen, daß sich die günstige Lage des Unterkiefers aus der definierten Lage des Oberkiefers beim Öffnen des Mundes jeweils ergibt. Für Behandlungen im Unterkiefer wird im Interesse der Einheitlichkeit und der überprüften einfachen Einstellung des Beu-

OK				
UHRPOS. ZA 8 ⁰⁰ /9 ⁰⁰ /10 ³⁰	re	mi		li
ORAL				
BUKKAL				
OKKLUSAL		X		

* Bei 8⁰⁰-Position wie OK re bukkal

UK				
UHRPOS. ZA 8 ⁰⁰ /9 ⁰⁰ /10 ³⁰	re	mi		li
ORAL				
BUKKAL				
OKKLUSAL		X		

* Hier die 8⁰⁰-Position zu vermeiden

* Hier die 8⁰⁰-Position zu vermeiden

Abb. 39: Lagerungssystematik für einflächige Kavitätenpräparation am liegenden Patienten bei direkter Sicht

gewinkels des Kopfes ebenfalls auf die Okklusalebene des Oberkiefers Bezug genommen.

Die Rotation des Kopfes wurde in Blickrichtung von der 12-Uhr-Position aus dargestellt. Es wurden gleichzeitig die entsprechenden Einstellungswinkel der Rückenlehne und Kopfstütze angegeben (ausgegangen wird aus Einfachheitsgründen von planaren Stützelementen). Ein Vergleich der einzelnen zu behandelnden Flächen bezüglich ihrer Orientierung ergibt, daß vergleichbare geometrische Orientierungen von Zahnflächen zu einer vergleichbaren Lagerung des Patientenkopfes führen.

Im Falle des Beschleifens eines Zahnes kommt es darauf an, die Einstellung des Arbeitsstuhles nach Möglichkeit nicht mehr zu verändern. Es bliebe in solchen Fällen dann die Kopfrotation für die Anpassung an die jeweils zu bearbeitende Fläche in Frage. Eine Überprüfung der ermittelten Lagerungstypen führte zu der Feststellung, daß im Falle des Oberkiefers für alle 3 Mundsegmente der **Lagerungsfall B** als eine Basis bei der jeweiligen Beschleifung unterschiedlicher Flächen verwendet werden kann. Dabei ist davon auszugehen, daß während der Arbeit am einzelnen Zahn die Kopfrotation der jeweiligen Fläche angepaßt wird.

Im Falle des Unterkiefers ergibt der **Lagerungsfall E** eine sinnvolle Lösung.

Die beiden genannten Lagerungsfälle B und E verstehen sich im gegebenen Zusammenhang auf die **Kopfneigung** begrenzt.

Die beiden genannten Fälle stellen hinsichtlich der Beugung des Kopfes den jeweiligen größten Winkel innerhalb der Lagerungssystematik dar. Eine Überprüfung dieser Beugungswinkel führte zu der Feststellung, daß sie auch bei längerfristigen Behandlungen von den Patienten toleriert werden können.

Der Zusammenhang zwischen der Absaugtechnik und der optimalen Lagerung kann zu unterschiedlichen Ergebnissen bezüglich der Lagerung führen. Bei einer weitergehenden Überprüfung der Lagerungssystematik bezüglich anderer Arbeitsweisen (*Kotschy, 1981; Speich, 1984*) zeigten sich einige Differenzen zur entwickelten Lagerungssystematik. Diese ist daher nicht als ein ausschließliches System zu betrachten.

Es wurde festgestellt, daß die dargestellten Lagerungstypen die meisten in den Praxen vorkommenden Lagerungsfälle abdecken (abgesehen von sitzenden Körperhaltungen des Patienten). Es ist jedoch anzumerken, daß in vielen Fällen falsche Lagerungstypen für die Behandlung einer bestimmten Zahnfläche verwendet werden. Häufig ist auch eine relativ statische Lagerung feststellbar, d. h. die Einstellung des Patientenstuhles wird unabhängig von dem durchzuführenden Eingriff einbehalten. Es könnte von einer „gewohnten“ oder „bevorzugten“ Lagerung gesprochen werden.

Die resultierenden Abweichungen von den sinnvollen Lagerungstypen führen unmittelbar zu den als ungünstig eingestuften Körperhaltungstypen. Eine systematische Betrachtung der denkbaren Abweichungen zeigte, daß der Zusammenhang zwischen falscher Lagerung und ungünstiger Körperhaltung unmittelbar nachgewiesen werden kann.

Die entwickelte Lagerungssystematik mit ihren lediglich 8 Lagerungstypen ermöglicht eine sinnvolle Arbeitsweise und überfordert nicht das zahnärztliche Team und den Patienten. Die Kenntnis der sinnvollen Lagerungsfälle sowie ihre grundsätzliche

Überprüfung und Einhaltung entsprechend dem jeweiligen individuellen Arbeitsstil ist erforderlich. Insbesondere ist zu unterstreichen, daß — unabhängig von der bevorzugten Arbeitsposition des Zahnarztes im Bereich von 8.00 bis 10.30 bzw. 11.00 Uhr — jeweils günstige Lagerungen des Patienten möglich sind und daraus optimierte Körperhaltungen des zahnärztlichen Teams resultieren.

5.2 Gestaltungsaspekte

Die durchgeführten Untersuchungen konzentrierten sich auf die Problematik der Körperhaltungen des zahnärztlichen Teams. Es handelt sich dabei lediglich um einen Teilaspekt der zahnärztlichen Tätigkeit. Bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen gilt es, eine Anzahl von Anforderungen aus anderen Gebieten zu berücksichtigen. Dazu zählen auch ergonomisch bedeutsame Gestaltungsansätze wie z. B. die Bewegungsgestaltung, optimale Anordnung und Zugänglichkeit von Arbeitsmitteln und Stellteilen sowie die Umweltgestaltung. Der zahnmedizinische, hygienische, psychologische und andere Bereiche werden hier nicht angesprochen.

Es wurde im Kap. 5.1 dargelegt, daß eine unabdingbare Voraussetzung für günstige Körperhaltungen des zahnärztlichen Teams eine optimierte Lagerung des Patienten darstellt. Aus der Sicht des Optimierungskriteriums „Körperhaltungen“ stellt sich daher die Frage, welche Anforderungen an den Arbeitsplatz gestellt werden müssen, um die entsprechenden Lagerungen des Patienten sowie eine adäquate Zugänglichkeit des Arbeitsortes für das zahnärztliche Team zu ermöglichen.

Mit Hilfe der Somatographie (*Jenik, 1972*) können bei unterschiedlichen Lagerungsfällen für unterschiedlich große Personen bzw. Kombinationen von Körpergrößen die Grundanforderungen an die Arbeitsplatzabmessungen und ihre Verstellbarkeiten abgeleitet werden. In Abb. 40 ist eine Zusammenfassung der durchgeführten Analysen für ausgewählte Extremfälle dargestellt. Als „Extremfall“ werden diejenigen Kombinationen von Körpergrößen bezeichnet, die die Extremwerte einzelner Parameter des Arbeitsplatzes eingrenzen bzw. bestimmen. In der vereinfachten Darstellung in Abb. 40 wurde absichtlich auf die Darstellung der Helferin sowie der verwendeten Absaugtechnik bzw. der Zusammenarbeit des zahnärztlichen Teams verzichtet. Es wird davon ausgegangen, daß sowohl bei der Lagerung des Patienten als auch aus den daraus resultierenden anthropometrischen Parametern des Arbeitsplatzes der Patientenmund bestimmender Ausgangspunkt ist (bei der Entwicklung der Lagerungssystematik wurde überprüft, wie weit die gängigen Absaugtechniken realisierbar sind und welche Körperhaltungen die Helferin einnehmen muß).

Als eine wichtige Randbedingung ist zu berücksichtigen, daß die Sehentfernung bei der Helferin als Folge der niedrigeren visuellen Anforderungen größer sein kann als beim Zahnarzt. Sehentfernungen der Helferinnen von 500 mm und mehr wurden bei Felduntersuchungen in den Praxen festgestellt und hinsichtlich der Sehanforderungen als ausreichend eingestuft. Weiterhin ist festzustellen, daß — unabhängig von dem Verhältnis der Körpergrößen des Zahnarztes und der Helferin — die Einstellung des Patientenstuhles nach den Bedürfnissen des Zahnarztes vorgenommen werden muß. Die Helferin muß daher in der Lage sein, in Abhängigkeit von der Einstellung des Patientenstuhles und ihrer Körpergröße ihre Einheit und ihren Arbeitsstuhl einzustellen.

Die resultierenden Anforderungen werden im weiteren berücksichtigt.

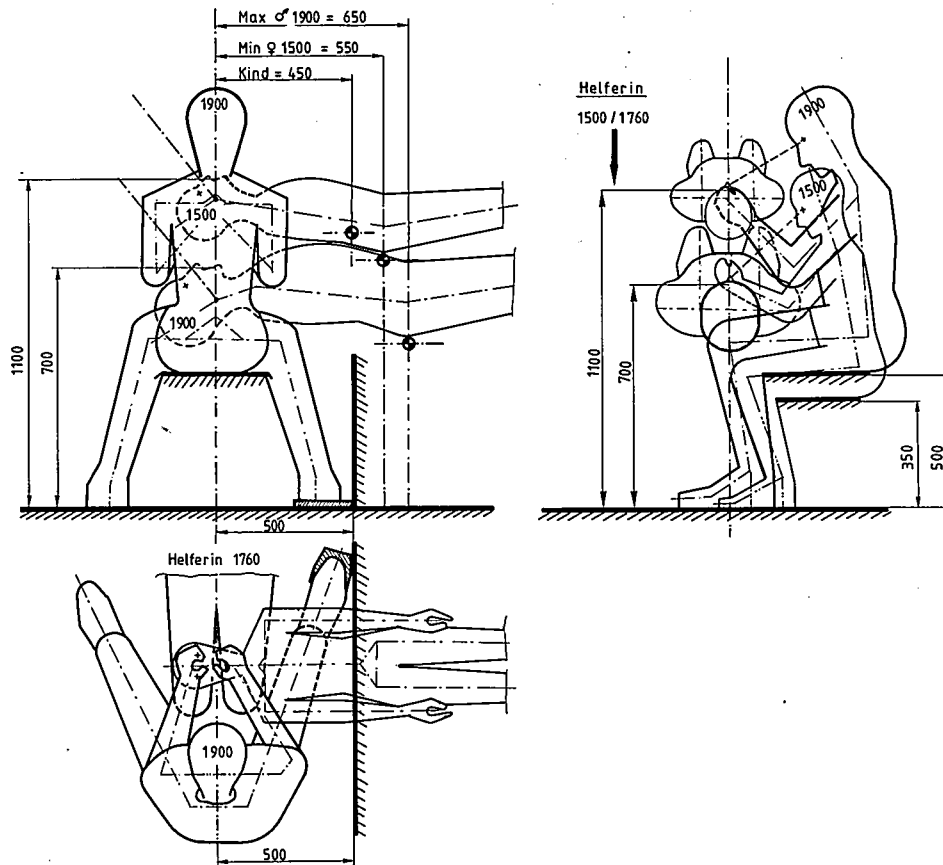


Abb. 40: Somatographische Analyse für Extremwerte der räumlichen Parameter des Arbeitsplatzes

Bei der Darstellung in Abb. 40 wird weiterhin davon ausgegangen, daß im Hinblick auf die Beinraumabmessungen der Extremfall dann eintritt, wenn der Zahnarzt (größte männliche Gestalt mit 1900 mm Körpergröße) mit gespreizten Oberschenkeln in 9-Uhr-Position sitzt. Bei dieser Beinhaltung des Zahnarztes kann die Helferin mit geschlossenen Beinen sitzen. Dieser Fall wurde angenommen, da er im Hinblick auf die erforderliche ungehinderte Bedienung des Fußschalters durch den Zahnarzt — in der Regel mit dem rechten Fuß — als vorteilhaft erscheint. Die angenommene Betätigung mit Hilfe eines Fußschalters wird als derzeit realistische Annahme mit einbezogen.

In der gegebenen Beinhaltung ist die 9-Uhr-Position bezüglich der Beinraumgestaltung mit der 8-Uhr-Position vergleichbar. In der 8-Uhr-Position werden lediglich andere Voraussetzungen hinsichtlich der Breite des Patientenstuhles gegeben. Von der Längsachse des Patienten ausgehend sollte der Stuhl zum Arzt hin möglichst begrenzte Breite aufweisen, wobei insbesondere die Art der Armabstützung in diese Überlegungen einzubeziehen ist. Alle den Körperumfang des Patienten überschreitenden Stützflächen erschweren die Körperhaltungen des Zahnarztes und der Helferin.

In Tabelle 28 wurden in einer Tabelle die Verstellbereiche der wichtigsten anthropometrischen Parameter des zahnärztlichen Arbeitsplatzes auf der Basis der Lagerungssystematik und der Variation der Körpergrößen der betreffenden Personen zusammengefaßt. Die Anordnungen der Einheiten des Zahnarztes und der Helferin wurden bei diesen Überlegungen absichtlich nicht mit einbezogen. Zum einen ist die Verwendung unterschiedlicher ISO-Konzepte mit der Anordnung der Einheit und ihren Hauptanordnungsmaßen direkt verknüpft, zum anderen sind neben den Körperhaltungen auch die Fragen der Bewegungsabläufe, des optimalen Zugriffes und auch des resultierenden Haltungswechsels zu berücksichtigen.

Tabelle 28: Wichtigste anthropometrische Parameter eines zahnärztlichen Arbeitsplatzes bei der Behandlung im Sitzen am liegenden Patienten		
Nr.	Parameter	Werte
1	Neigung der Kopfstütze zur Horizontalebene	-20° bis +20°
2	Neigung der Rückenlehne zur Horizontalebene	0° bis 15°
3	Winkel Kopfstütze — Rückenlehne	-30° bis +10°
4	Vertikale Höhe des Oberkiefers front eines liegenden Patienten über dem Boden	700 bis 1100
5	Horizontale Entfernung des Oberkiefers front eines liegenden Patienten von der vertikalen Beinraumbegrenzung	min. 500
6	Vertikale Höhe der Sitzfläche des Zahnarztes	350 bis 500
7	Vertikale Höhe der Sitzfläche der Helferin	350 bis 700
8	Neigung der Sitzfläche der Helferin (nach vorne)	0° bis 30°

Die in Tabelle 28 dargestellten Hauptmaße mit ihren Verstellbereichen ermöglichen bei ihrer sinnvollen Ausnutzung (richtige Lagerung des Patienten und richtige Einstellung im Hinblick auf die Körpergrößen des Behandlungsteams) dem Behandlungsteam das Einnehmen günstiger Körperhaltungen während der Behandlung.

Es ist in diesem Zusammenhang noch auf einen wesentlichen Aspekt bei der Gestaltung von neuen Arbeitsplätzen hinzuweisen: Ausgehend von dem „Arbeitsobjekt Patientenmund“ ist der Arbeitsplatz im Sinne eines Polarkoordinatensystems von dem Patientenmund aus zu entwickeln. Dies bedeutet nicht, daß der Patientenmund räumlich fest angeordnet werden soll, sondern für die einzelnen Positionierungsfälle des Patienten sowie die gegebenen Körpergrößenkombinationen des Behandlungsteams und des Patienten sind alle resultierenden Hauptmaße und Verstellbarkeiten des Arbeitsplatzes vom Arbeitsobjekt (Patientenmund; vgl. Abb. 40) aus zu bestimmen.

Im Hinblick auf den Abbau von Belastungen durch zahnärztliche Körperhaltungen ist festzustellen, daß die Verwendung eines Fußschalters Probleme bereitet. Die in der Regel nach vorne orientierten bzw. gebeugten Haltungen erfordern aus biomechanischen Stabilitätsgründen ein Abstützen der Beine auf dem Boden. Gleichzeitige Betätigung eines Fußschalters bedeutet eine Erschwernis. Weitere Probleme der Fußschaltergestaltung (z. B. Art, Abmessungen und Betätigungsrichtung einzelner Stellteile, erforderliche Funktionen) werden hier nicht untersucht.

Eine direkte Beziehung zu den Belastungen bei Körperhaltungen hat auch die Möglichkeit des Abstützens. Die Rückenlehne von zahnärztlichen Arbeitsstühlen kann bei der eigentlichen Behandlung bei gebeugten Haltungen selten benutzt werden.

Demgegenüber sind die unterschiedlichen Möglichkeiten der Abstützung der Arme als eine wesentliche Erleichterung zu betrachten.

Neben den gängigen ergonomischen Anforderungen in Verbindung mit Verstellungen anthropometrischer Parameter (z. B. Zugänglichkeit der Stellteile, Kinematik der Verstellbewegung entsprechend der Kinematik des menschlichen Körpers, Anpassung der Form der Stützflächen an ihre Nutzung bei unterschiedlichen Einstellungen) wird von den untersuchten Zahnärzten die Forderung nach möglichst minimalen Dicken der verwendeten Stützflächen des Patienten (Kopfstütze, Patientenstuhllehne u. a. m.) erhoben.

Bei der Kopfstütze werden allerdings unterschiedliche Meinungen vertreten, da zum Teil geformte Kopfstützen zum Zwecke der Fixierung der Kopflage und teilweise flache Kopfstützen im Hinblick auf die erforderliche Rotationsbeweglichkeit des Kopfes bei mehrflächigen Behandlungen gefordert werden. Insbesondere im Zusammenhang mit der zuletzt genannten Lösung wird deutlich, daß die Vorgehensweise des jeweiligen Teams bei den Forderungen eine Rolle spielt: Der auf einer flachen Kopfstütze liegende Kopf wird in der Regel von der Helferin fixiert.

Die Auswertung der Stellungnahmen zu eigenen Einrichtungen in den jeweiligen Praxen sowie die festgestellten Beeinträchtigungen bzw. Probleme lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen:

- Der Patientenstuhl wird im Hinblick auf den resultierenden Beinraum in der Regel im Zusammenhang mit Beeinträchtigung im Bereich der Knie und Oberschenkel kritisiert. Die Patientenstuhllehne, die Patientenkopfstütze sowie die Anordnung der Grundplatte bzw. der Basis des Patientenstuhles wird in diesem Zusammenhang erwähnt. Im gleichen Zusammenhang wird auch die mangelnde Möglichkeit des Spreizens der Oberschenkel genannt. Weiterhin wird die Erreichbarkeit des Fußschalters im Zusammenhang mit Behinderungen durch den Patientenstuhl bzw. seine Basis bemängelt.
- Als ein weiterer wesentlicher Bereich der Bemängelungen wird der Rollenring des eigenen Arbeitsstuhls und derjenige des Mitarbeiters genannt.
- Im gleichen Zusammenhang werden Probleme mit der Platzierung der eigenen Füße erwähnt, wobei neben den Rollenringen auch die Rollen der Arbeitsstühle genannt werden.
- Als ein weiterer charakteristischer Bereich von Bemängelungen werden die Form und Verstellbarkeit der Patientenkopfstütze erwähnt.
- Die Lage der Instrumenteneinheiten der Helferin und des Zahnarztes wird in vielen Fällen als ungünstig bezeichnet.

Eine der Fragen des verwendeten Fragebogens bezog sich auf Verbesserungen am Arbeitsplatz, die nach Meinung der Zahnärzte am vordringlichsten erforderlich sind.

Mehr als $\frac{1}{3}$ der Befragten machte Angaben zu den dringend erforderlichen Verbesserungen. Die genannten Verbesserungswünsche wurden bei der Auswertung in Kategorien aufgespalten. In Tabelle 29 sind die anthropometrisch relevanten Wünsche in relativen Häufigkeiten aufgeführt, mit denen sie genannt wurden. Die Frage bezog sich auf die Veränderungen an Zahnarzt- und Patientenstuhl, die zu einer Reduzierung der körperlichen Beanspruchung des Zahnarztes beitragen könnten.

Tabelle 29: Relative Häufigkeit verschiedener Kategorien von Verbesserungswünschen an Zahnarzt- oder Patientenstuhl. Mehrfachnennungen möglich			
Veränderungen an Zahnarzt- und Patientenstuhl	relative Häufigkeit in %		
	Frauen + Männer n = 159	Frauen n = 22	Männer n = 137
Patientenstuhl			
— Kopfstütze	25	14	26
— Form	25	27	25
— Einstellbarkeit	19	9	20
Arztstuhl	28	27	28
Sonstiges	31	27	31

Wie Tabelle 29 zeigt, äußerten etwa ¼ der Befragten konkrete Verbesserungswünsche, wobei überwiegend Kritik an Kopfstütze, Form und Einstellbarkeit des Patientenstuhls geäußert wurde.

Insbesondere größere Zahnärzte (vgl. Kap. 2) äußerten häufig Verbesserungswünsche im anthropometrischen Bereich. In Abb. 41 wird die vermutliche nicht ausreichende vertikale Verstellbarkeit der Arbeitsplätze als eine Ursache von gebeugten Körperhaltungen bei größeren Zahnärzten verdeutlicht. Diese Feststellung unterstreicht noch einmal die Richtigkeit der Orientierung der Verstellbarkeit und ihrer Bereiche nach den extremen Körpergrößen.

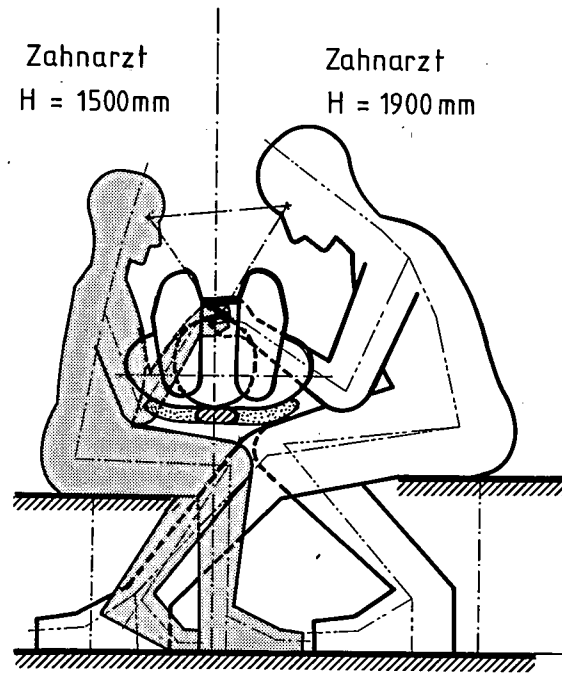
Die in diesen und vorhergehenden Kapiteln dargestellten Erkenntnisse zur Gestaltung der Arbeitsplätze können wie folgt zusammengefaßt werden:

- Die sinnvolle Gestaltung von Arbeitsplätzen ist im Hinblick auf die Körperhaltungen auf der Basis einer optimierten Lagerungs- und Vorgehensweise bei der Behandlung vorzunehmen. Der resultierende Gestaltungszustand eines Arbeitsplatzes verkörpert folglich eine konkrete Vorstellung über die optimale Arbeitsweise des zahnärztlichen Teams im Hinblick auf die resultierenden Anforderungen an die Körperhaltungen.
- Die Anwendung eines solchen Arbeitsplatzes setzt voraus, daß der Anwender über die sinnvolle Anwendung informiert und in diese eingewiesen wird. Dabei ist auch eine sinnvolle Einstellung entsprechend der Körpergröße des zahnärztlichen Teams vorzuführen.
- Die Kenntnis der Körperhaltungsproblematik mit ihren Auswirkungen ist bei den Zahnärzten nicht vorauszusetzen.

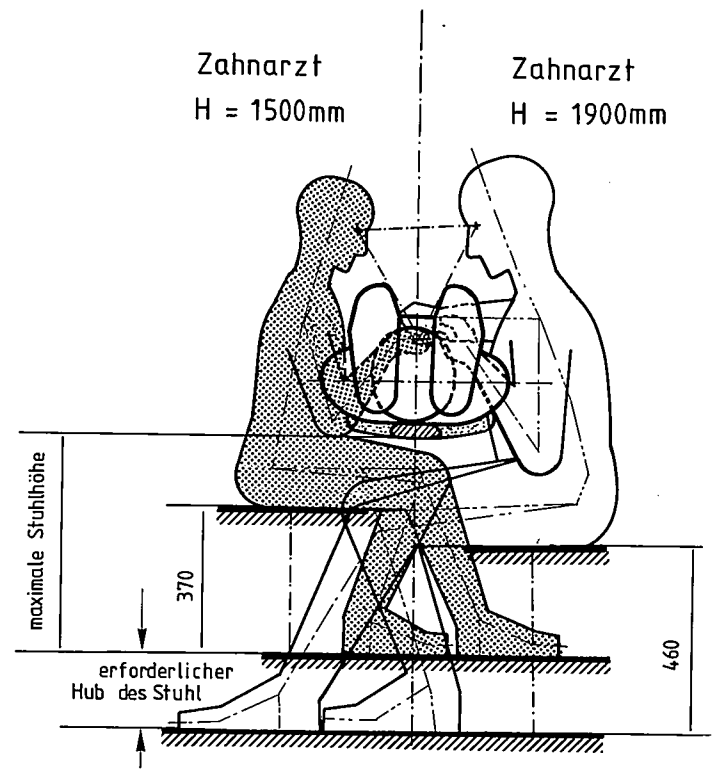
5.3 Verhaltensweise

Folgende ausgewählte Schlußfolgerungen sind hinsichtlich der Verhaltensweise der Zahnärzte zum Zwecke der Vermeidung orthopädischer Schäden bzw. Beschwerden von Bedeutung:

- Der eigene Arbeitsstil mit den subjektiven Vorgehensweisen und Angewohnheiten sollte einer kritischen Bestandsaufnahme unterzogen werden.



Bemerkung : Bei nicht ausreichender vertikaler Verstellbarkeit des Patientenstuhles stärkere Rumpfbeugung bei großen Zahnärzten



Bemerkung : Ergonomische Gestaltungsmaßnahmen ermöglichen unabhängig von der Körpergröße eine günstige Körperhaltung

Abb. 41: Grundanforderungen an die vertikale Verstellbarkeit des Patientenstuhles

- Sowohl bei konkreten Behandlungen als auch eventuell im Rahmen eines simulierten Standardtests sollten bei unterschiedlichen Behandlungen in unterschiedlichen Mundbereichen und Zahnflächen die Lagerung des Patienten, die Zusammenarbeit mit der Helferin und eigene Körperhaltungen aufgenommen und kritisch beurteilt werden. Die vorkommenden anspruchsvollen Körperhaltungen sollten hinsichtlich ihrer Ursachen analysiert und im Vergleich mit der Lagerungssystematik nach Verbesserungsmöglichkeiten gesucht werden.
- Die anschließende mögliche Optimierung kann betreffen:
 - erforderliche Lagerungsverbesserungen
 - Nutzung der Arbeitsplatzmöglichkeiten
- Entsprechende Schulung und anschließende Kontrolle (auch mit Hilfe der Helferin) kann zu erforderlichen Verbesserungen führen. Eine selbstverständliche Differenzierung der Lagerungen nach Quadrant und Fläche sind den konstanten pauschalen Lagerungen vorzuziehen und einzuüben.
- Die Untersuchungen haben gezeigt, daß auch weniger belastende Haltungen nicht optimal sind, auch diese verursachen ermüdende Beanspruchungen.

Ein Wechsel von Körperhaltungen bei längerfristigen Behandlungen ist daher vorteilhaft.

Die durchgeführten Analysen zeigten, daß die meisten Körperhaltungen unterhalb von Expositionszeiten von 1 Minute liegen. Dennoch zeigten sich im Laufe des Arbeitstages Ermüdungserscheinungen einzelner Muskeln. Dies bedeutet, daß selbst im Bereich von Haltungsexpositionen unterhalb von 1 Minute Wechsel und Unterbrechungen von statischen Haltungen vorteilhaft sind. Insbesondere sind längerfristige Expositionsauern durch eine Haltung zu begrenzen.

- Der Wechsel zu einer anderen Körperhaltung hat nur dann einen Sinn, wenn dabei andere Muskeln bzw. Muskelgruppen beansprucht werden.

Der Wechsel zwischen stehender und sitzender Haltung sollte vorgenommen werden, da — wie die Ergebnisse der Befragungen zeigten — unterschiedliche Muskelgruppen beansprucht bzw. entlastet werden. Dabei ist allerdings eine entsprechende ArbeitsplatzEinstellung und damit verbunden eine Veränderung der Patientenlagerung erforderlich. Bei Verwendung mehrerer Behandlungsplätze können vorteilhaft unterschiedliche Grundeinstellungen verwendet werden.

- Die Möglichkeiten und eventuelle Mängel des bereits benutzten Arbeitsplatzes sind zu überprüfen und eventuelle Konsequenzen für die Lagerung des Patienten, die Einstellung des Arbeitsplatzes, die Uhr-Position u. a. m. zu ziehen.
- Bei Anschaffung von neuen Arbeitsplätzen sollte systematisch die eigene Vorgehensweise beim Behandeln und die Lagerungsmöglichkeiten bei unterschiedlichen Behandlungen überprüft werden. Ein in Frage kommender Arbeitsplatz sollte nach Möglichkeit im konkreten Einsatz getestet werden.

Die zahnmedizinische Spezialisierung (Prothetik, Konservierung u. a.) ist dabei zu berücksichtigen. Der Einfluß bestimmter Eingriffe auf die erforderliche oder bevorzugte Uhrstellung ist zu bewerten.

- Eigene Körpergröße und die der Helferin sollte bei der zu testenden Einstellung bewußt berücksichtigt werden. Insbesondere bei großen Zahnärzten ist auf die Möglichkeiten des Arbeitsplatzes Bezug zu nehmen.

- Es ergeben sich einfachere räumliche Beziehungen am Arbeitsplatz, wenn die Helferin nicht bedeutend kleiner als der Zahnarzt ist. Dies gilt insbesondere bei sitzender Arbeitsweise.
- Insbesondere bei nach vorne gebeugten und tordierten Haltungen zeigt sich, daß die Lagerung des Patienten nicht optimiert wurde. Die besonders häufig vorkommende belastende Körperhaltung Z1.5 kann durch sorgfältiges Befolgen der Lagerungsfälle nach der Lagerungssystematik weitgehend vermieden werden. Häufiger wird von der 11-Uhr- und 10-Uhr-Position aus bei der Behandlung im Oberkiefer keine ausreichende Beugung des Patientenkopfes nach hinten und entsprechende Rotation eingestellt. Entsprechende Hinweise und Korrekturen haben im Laufe der Feld- und Laboruntersuchungen zu unmittelbaren Verbesserungen geführt. Die in der Lagerungssystematik dargestellten Lagerungswinkel des Kopfes sind von dem Patienten tolerierbar.
- Als eine begleitende Maßnahme sind zur Vermeidung von Haltungsschäden körperliche Ausgleichsübungen — auch bei Pausen im Laufe des Arbeitstages — vorteilhaft.

5.4 Abschließende Betrachtung

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchung konnte die Beziehung zwischen den körperhaltungsbedingten Belastungen, Beanspruchungen und körperlichen Beschwerden der Zahnärzte aufgezeigt werden. Die durchgeführte ergonomische Bewertung der festgestellten Körperhaltungstypen zeigte die Körperhaltungstypen auf, die im Hinblick auf ihre Belastungshöhe und im Zusammenhang mit ihrer zeitlichen Bewertung besonders zu beachten sind.

Die Einflußgrößenanalyse der ungünstigen Körperhaltungen führte zu der Feststellung, daß neben bestimmten Aspekten der Arbeitsplatzgestaltung auch ungünstige Lagerung des Patienten für diese verantwortlich ist. Darüber hinaus ist allerdings festzustellen, daß — bedingt durch eine Anzahl von objektiven Gegebenheiten (Patient, Zugänglichkeit des Arbeitsortes in Extremfällen) — die optimalen Körperhaltungen nicht in allen Fällen eingenommen werden können.

Aus diesem Grunde und auch im Hinblick auf die festgestellte ermüdende Auswirkung auch im Bereich von unterhalb 1 Minute Expositionszeit eingenommenen Haltungen ist festzustellen, daß die durch die zahnärztlichen Arbeitsabläufe vorhandenen Haltungswechsel und Kurzpausen zur erforderlichen Erholung nicht ausreichen und im Laufe des Tages eine Ermüdungskumulation vorliegen kann. Häufigere Unterbrechungen der Tätigkeit, als sie bei den zahnärztlichen Behandlungsabläufen erforderlich sind, wären daher angezeigt.

Ein optimales Regime der Pausen kann aufgrund der durchgeführten Untersuchungen nicht angegeben werden, die Ergebnisse lassen jedoch darauf schließen, daß bereits nach Expositionen von mehr als 30 Sekunden eine Mikropause im Bereich von einigen Sekunden angezeigt wäre.

Die Beherrschung einer optimalen Lagerungstechnik bei der Behandlung ist als eine unabdingbare Voraussetzung für die Einhaltung günstiger Körperhaltungen seitens des ärztlichen Teams zu nennen.

Gestaltungsansätze im anthropometrischen Bereich sollten günstige Lagerung des Patienten ermöglichen und die variablen Körpergrößen des Behandlungsteams unter der Voraussetzung von günstigen Körperhaltungen berücksichtigen.

Gestaltungsansätze, die ausschließlich auf eine Bewegungsverdichtung, optimale Anordnung der Instrumente im Greifraum in der Nähe des Arbeitsortes, eine Vermeidung von Blickwechseln und dergleichen mehr abzielen, können zur weiteren Vergrößerung der haltungsmäßig statischen Anteile der zahnärztlichen Tätigkeit beitragen und sind daher unter diesem Gesichtspunkt zusätzlich zu betrachten.

Die durchgeführten Untersuchungen haben eine Anzahl von Fragen offen gelassen. Die optimale Gestaltung des Arbeitsplatzes unter Berücksichtigung der gesamten ergonomischen Gestaltungsproblematik konnte nicht angegangen werden. Die Begrenzung auf konservierende Behandlungen am liegenden Patienten in sitzender Körperhaltung des Behandlungsteams stellt einen Ausschnitt aus dem Spektrum der zahnärztlichen Arbeitstechniken und Vorgehensweisen dar. Eine Übertragung der Ergebnisse auf andere Bereiche der zahnärztlichen Tätigkeit ist daher nur bedingt möglich.

6 Ausgewählte Hinweise zur Methodik (Anhang)

6.1 Methodenbeschreibung der Befragung

Die vorliegende Untersuchung gehört zum Typ der Querschnittsstudie. Zur Datenerhebung diente ein Befragungsbogen, der einer repräsentativen Stichprobe von 990 Zahnärzten zugeschickt wurde. Fragebogenabfassung, Stichprobenauswahl und die praktische Durchführung wurden in enger Zusammenarbeit mit dem FZV realisiert.

Der Befragungsbogen enthält 4 Fragengruppen. Die erste Fragengruppe erhebt Informationen über berufliche Belastungsfaktoren des Zahnarztes (z. B. Behandlungsschwerpunkt, Praxisgröße, tägliche Behandlungsdauer, Dauer der Berufsausübung, Körperstellung, Arbeitsposition).

In einer weiteren Fragengruppe werden persönliche Charakteristika abgefragt (z. B. Geschlecht, Alter, Größe, Gewicht).

Die dritte Fragengruppe erfaßt die subjektiv empfundene Beanspruchung durch die berufliche Tätigkeit sowie Gesundheitsstörungen mit vermutlich beruflichem Bezug.

In einer vierten Fragengruppe sind schließlich diverse Fragen enthalten, die unter anderem auf Verbesserungsvorschläge zur Arbeitssituation abzielen.

Insgesamt bestand der Befragungsbogen aus 25 Fragen. Bei 22 Fragen waren geschlossene, bei 3 Fragen hingegen offene Antwortmöglichkeiten vorgegeben.

Es kamen drei verschiedene Fragebogenversionen zum Einsatz, die sich hinsichtlich Frage 20 unterscheiden. Hier wurde für verschiedene Behandlungsarten gefragt, welche Behandlungsorte den Zahnarzt am höchsten beanspruchen. Bei der Version 1 richtete sich Frage 20 auf die Behandlungsart „Präparieren einer zweifachen Kavität“, bei Version 2 „Beschleifen eines Zahnes zur Versorgung mit einer Krone“ und bei Version 3 „Extraktion“.

Insgesamt 517 ausgefüllte Fragebögen wurden zurückgesandt, 79 davon waren von weiblichen, 438 von männlichen Zahnärzten ausgefüllt. Die Rücklaufquote betrug somit insgesamt 52 %, bei den Frauen 45 %, bei den Männern 54 %. Von den zurückgesandten Bögen wurden 44 wegen großer Antwortlücken nicht in die Auswertung einbezogen.

Zur Auswertung der Daten wurden die Beschwerdeangaben nach der interessierenden Einflußgröße aufgespalten und relative Häufigkeiten gebildet. Die Auswirkung von Störvariablen wurde durch Bildung homogener Untergruppen weitgehend eliminiert. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden sämtliche Prozentangaben auf ganze Zahlen gerundet.

Zur Statistischen Signifikanzprüfung der relativen Häufigkeiten wurde der G-Test herangezogen (Sachs, 1974).

Es folgt ein Exemplar des Befragungsbogens.

FORSCHUNGSINSTITUT FÜR DIE ZAHNÄRZTLICHE VERSORGUNG

INSTITUT FÜR ARBEITSWISSENSCHAFT
DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE DARMSTADT

GESUNDHEITSBEFRAGUNG ZAHNÄRZTE

<p>1. Handelt es sich bei Ihrer Praxis um eine Einzelpraxis, um eine Praxisgemeinschaft oder um eine Gemeinschaftspraxis?</p> <p>Einzelpraxis () Gemeinschaftspraxis () Praxisgemeinschaft ()</p>																																			
<p>2. Beschäftigen Sie in Ihrer Praxis einen oder mehrere Assistenten?</p> <p>nein () ja: _____ (bitte Zahl angeben)</p>																																			
<p>3. Wenn Sie Ihre gesamte Arbeitszeit mit 100 Prozent ansetzen. Wie verteilt sich ungefähr Ihre Tätigkeit auf die folgenden Leistungsbereiche? Bitte schätzen Sie in groben Prozentsätzen.</p> <table><tr><td>Konservierende und chirurgische Behandlung ..</td><td>ca.</td><td>----</td><td>%</td></tr><tr><td>Prothetik</td><td>ca.</td><td>----</td><td>%</td></tr><tr><td>Behandlung von Parodontopathien</td><td>ca.</td><td>----</td><td>%</td></tr><tr><td>Kieferchirurgie</td><td>ca.</td><td>----</td><td>%</td></tr><tr><td>Kieferorthopädie</td><td>ca.</td><td>----</td><td>%</td></tr><tr><td></td><td></td><td>-----</td><td></td></tr><tr><td>Insgesamt</td><td></td><td></td><td>100 %</td></tr></table>								Konservierende und chirurgische Behandlung ..	ca.	----	%	Prothetik	ca.	----	%	Behandlung von Parodontopathien	ca.	----	%	Kieferchirurgie	ca.	----	%	Kieferorthopädie	ca.	----	%			-----		Insgesamt			100 %
Konservierende und chirurgische Behandlung ..	ca.	----	%																																
Prothetik	ca.	----	%																																
Behandlung von Parodontopathien	ca.	----	%																																
Kieferchirurgie	ca.	----	%																																
Kieferorthopädie	ca.	----	%																																

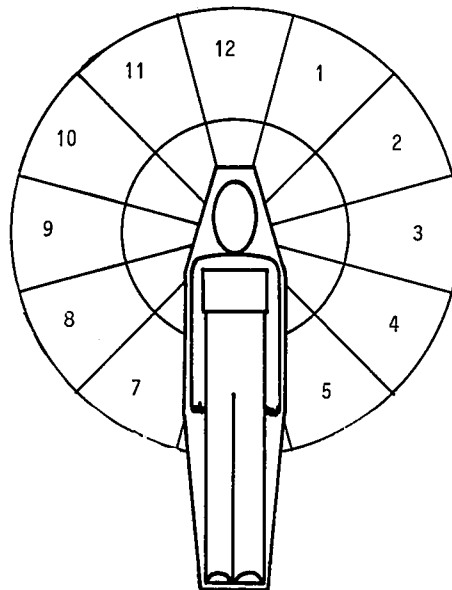
Insgesamt			100 %																																

4. Wie groß ist Ihre Praxis? Bitte kreuzen Sie an, wieviele Behandlungsscheine pro Quartal bei Ihnen anfallen.

- unter 200 Scheine ()
- 200 bis unter 400 Scheine ()
- 400 bis unter 600 Scheine ()
- 600 bis unter 800 Scheine ()
- 800 bis unter 1000 Scheine ()
- 1000 Scheine und mehr ()

5. Die folgende Skizze zeigt Ihren Behandlungsplatz von oben gesehen. Bitte kennzeichnen Sie durch ein "Z" den Ort, den Sie üblicherweise einnehmen, durch ein "E" den Ort der Zahnarztseinheit und durch ein "H" den Ort Ihrer Helferin. Arbeiten Sie meistens mit mehreren Helferinnen, tragen Sie bitte entsprechend mehrfach ein "H" ein.

Wenn Sie in der Regel ohne Helferin arbeiten, kreuzen Sie bitte unten die entsprechende Rubrik an.



Ich arbeite in der Regel ohne Helferin ()

<p>6. Welche Körperstellung nehmen Sie bei der Behandlung am häufigsten ein?</p> <p>Sitzen () Stehen ()</p>
<p>7. In welcher Körperstellung befindet sich Ihr Patient im allgemeinen?</p> <p>Sitzen () Liegen ()</p>
<p>8. In welcher Sicht arbeiten Sie im allgemeinen?</p> <p>Indirekt () Direkt ()</p>
<p>9. Verändern Sie regelmäßig die Kopflagerung des Patienten je nach dem Behandlungsort?</p> <p>Nein () Ja ()</p>
<p>10. Mit welchem Patientenstuhl arbeiten Sie am häufigsten? Bitte geben Sie die Herstellerfirma und die Typenbezeichnung an.</p> <p>Firma: _____ Typ: _____</p>

11. Wie lange üben Sie Ihren Beruf aus? _____ Jahre
12. Ihr Alter _____ Jahre
13. Ihre Körpergröße _____ cm
14. Ihr Gewicht _____ kg
15. Treiben Sie Sport? nein, gar nicht () ja, kaum () ja, gelegentlich () ja, regelmäßig ()
16. Tragen Sie bei Ihrer Arbeit eine Brille oder Kontaktlinsen? nein () ja, Brille () ja, Kontaktlinsen ()
17. Benutzen sie während der Arbeit häufig eine Lupenbrille? ja () nein ()

18. Wie lange behandeln Sie normalerweise täglich?

_____ Stunden

19. Wie sehr fühlen Sie sich am Ende eines Arbeitstages normalerweise körperlich beansprucht?

äußerst leicht ()

sehr leicht ()

etwas schwer ()

schwer ()

sehr schwer ()

äußerst schwer ()

20. Bitte zeichnen Sie durch Einkreisen der entsprechenden Ziffern in das folgende Zahnschema ein, welche Behandlungsorte Sie beim Präparieren einer zweiflächigen Kavität körperlich am höchsten beanspruchen.

18 17 16 15 14 13 12 11 21 22 23 24 25 26 27 28

55 54 53 52 51 61 62 63 64 65

85 84 83 82 81 71 72 73 74 75

48 47 46 45 44 43 42 41 31 32 33 34 35 36 37 38

21. Bitte erläutern Sie kurz, wie sich die körperliche Beanspruchung bei Ihnen äußert .

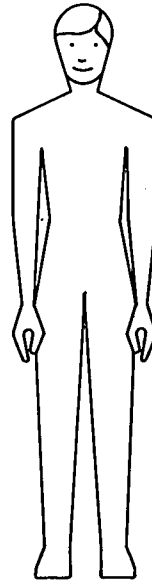
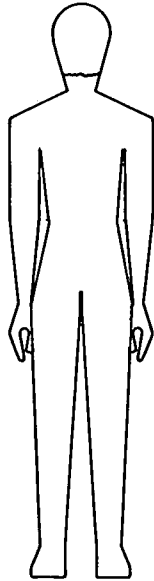
22. Welche Verbesserungen an Ihrem Arbeitsplatz sind Ihrer Meinung nach am dringenden erforderlich?

23. Welche Veränderungen insbesondere beim Zahnarzt und Patientenstuhl könnten nach Ihrer Einschätzung zu einer Reduzierung der körperlichen Beanspruchung des Zahnarztes beitragen?

24. Hatten Sie innerhalb des letzten Jahres an den folgenden Körperregionen oder Organen gesundheitliche Beschwerden, die Ihrer Meinung nach Folge der beruflichen Belastung sind? Wenn Sie bei einer Frage "Nein" ankreuzen, können Sie gleich zur nächsten Frage übergehen.

	Nein	manchmal	oft	primäre Körperseite		deswegen fähig nein	arbeitsun- Tage (Anzahl)
				links	rechts		
a) Hals/ Nacken	()	()	()	()	()	()	_____
b) Schulter	()	()	()	()	()	()	_____
c) Oberer Rücken	()	()	()	()	()	()	_____
d) Unterer Rücken	()	()	()	()	()	()	_____
e) Hüftge- lenke	()	()	()	()	()		
f) Ellbogen	()	()	()	()	()		
g) Unterarm	()	()	()	()	()		
h) Handge- lenke	()	()	()	()	()		
i) Hände	()	()	()	()	()		
j) Fingerge- lenke	()	()	()	()	()		
k) Knie	()	()	()	()	()		
l) Unter- schenkel	()	()	()	()	()		
m) Füße	()	()	()	()	()		
n) Herz/ Kreislauf	()	()	()				
o) Atemwege	()	()	()				
p) Magen	()	()	()				
q) Augen	()	()	()				
r) Schlaf- störungen	()	()	()				
s) Nervosität	()	()	()				
t) Schwindel- gefühl	()	()	()				
u) _____	()	()					
v) _____	()	()					

25. Markieren Sie bitte durch ein Kreuz in den folgenden Skizzen den Ort Ihrer Hauptbeschwerden!



Für Ihre Mühe und Unterstützung unseres Projektes danken wir Ihnen ganz herzlich!

6.2 Elektrophysiologische Beanspruchungsmessungen

6.2.1 Personenkollektiv

Die Untersuchungen wurden an 5 Zahnärzten und 1 Zahnärztin im Zeitraum vom 21. Februar bis 27. März 1984 in der Regel ganztägig in ihren Praxen durchgeführt. Die folgende Tabelle 30 führt die wichtigsten Daten der untersuchten Personen auf.

Frage	M	F	N	B	A	G
Männlich	X	X	X	X		X
Weiblich					X	
Alter	36	42	57	38	60	35
Größe	180	170	172	169	160	180
Gewicht	68	74	67	81	54	75
Brillenträger	N	N	J	N	J	N
Sehtest						
Fern F3	9	10	11	8	11	9
F4	7	9	1	8	11	7
F5	8	10	10	10	11	9
Nah N1	11	11	(3) 12	12	(3) 11	11
N2	10	11	(3) 8	10	(4) 11	6
N3	12	11	(4) 12	11	(8) 12	11
Tätigkeit als Zahnarzt in Jahren	5	15,5	30	12	33	7
Tägliche Arbeitszeit in Stunden	—	11	7,5	8	10	10
Subjektive Beanspruchung durch den Beruf						
äußerst leicht						
sehr leicht						
etwas schwer	X					
schwer		X		X	X	X
sehr schwer			X			
äußerst schwer						
Gesundheitliche Beschwerden	N	J	J	J	J	J
Hals/Nacken	N	J	J	J	N	J
Schulter rechts	N	N	J	N	N	J
Schulter links	N	J	N	J	J	J
Oberer Rücken	N	N	N	N	N	J
Unterer Rücken	N	N	J	J	N	N
In ärztlicher Behandlung	N	N	J	J	N	N
Deswegen arbeitsunfähig	N	N	J	N	N	N

1) MH Bausch & Lomb, Master Ortho Rater, Sehtestgerät

2) Angaben in Klammern ohne Brille

6.2.2 Erfassen von Beanspruchungsmeßgrößen

Die Beanspruchung von Skelettmuskeln kann anhand des myoelektrischen Signals beurteilt werden. Hierzu wurde das Elektromyogramm (EMG) von Rumpfmuskeln mittels Oberflächenelektroden registriert. Die untersuchten Muskeln wurden so aus-

gewählt, daß die Regionen mit den häufigsten Beschwerdenennungen erfaßt wurden. Standardmäßig wurden die folgenden vier Muskeln untersucht:

- M. erector spinae, Zervikalanteil, links
- M. trapezius, p. descendens, rechts
- M. deltoideus, p. acromialis, rechts
- M. erector spinae, Lumbalanteil, links.

Zusätzlich wurde bei jedem Zahnarzt ein fünfter Muskel untersucht, der nach dem individuellen Beschwerdebild ausgewählt wurde. Die Lokalisation der Ableitorte kann Abb. 42 (s. S. 114) entnommen werden.

Das EMG wurde mit Oberflächen Elektroden registriert, die auf die Haut über die zu untersuchenden Muskeln geklebt wurden. Durch Gleichrichtung und Mittelung erhält man aus dem EMG die sogenannte myoelektrische Aktivität (MEA). Die MEA ist in erster Näherung proportional der Anspannungsintensität des Muskels.

Eine zeitliche Zunahme der MEA bei einer konstanten Muskelbelastung wird als Destabilisierung bezeichnet. Eine Destabilisierung wird als Zeichen einer Muskelermüdung und damit als Zeichen einer Überbeanspruchung des Muskels interpretiert. Aus der Zunahmerate der MEA kann ermittelt werden, wie lange der Muskel die in Frage stehende ermüdende Tätigkeit maximal ausführen kann (Laurig, 1974). Entsprach die tatsächlich ausgeübte Tätigkeitsdauer in etwa der maximal möglichen Tätigkeitsdauer, so wird von einer kritischen Destabilisierung gesprochen. Eine kritische Destabilisierung zeigt an, daß die Überbeanspruchung des Muskels bis nahe an die Erschöpfung geführt hat.

Zeitgleich mit den fünf Elektromyogrammen wurde die Körperhaltung des Zahnarztes kontinuierlich registriert. Hierzu wurde die Körperhaltung von einem Beobachter in ein Klassifikationsschema eingeordnet, dessen Herleitung an anderer Stelle beschrieben wird. Die Kennnummer der Körperhaltung wurde vom Beobachter mit Hilfe einer Tastatur eingegeben und zusammen mit den EMG-Signalen auf einem Magnetbandgerät aufgezeichnet.

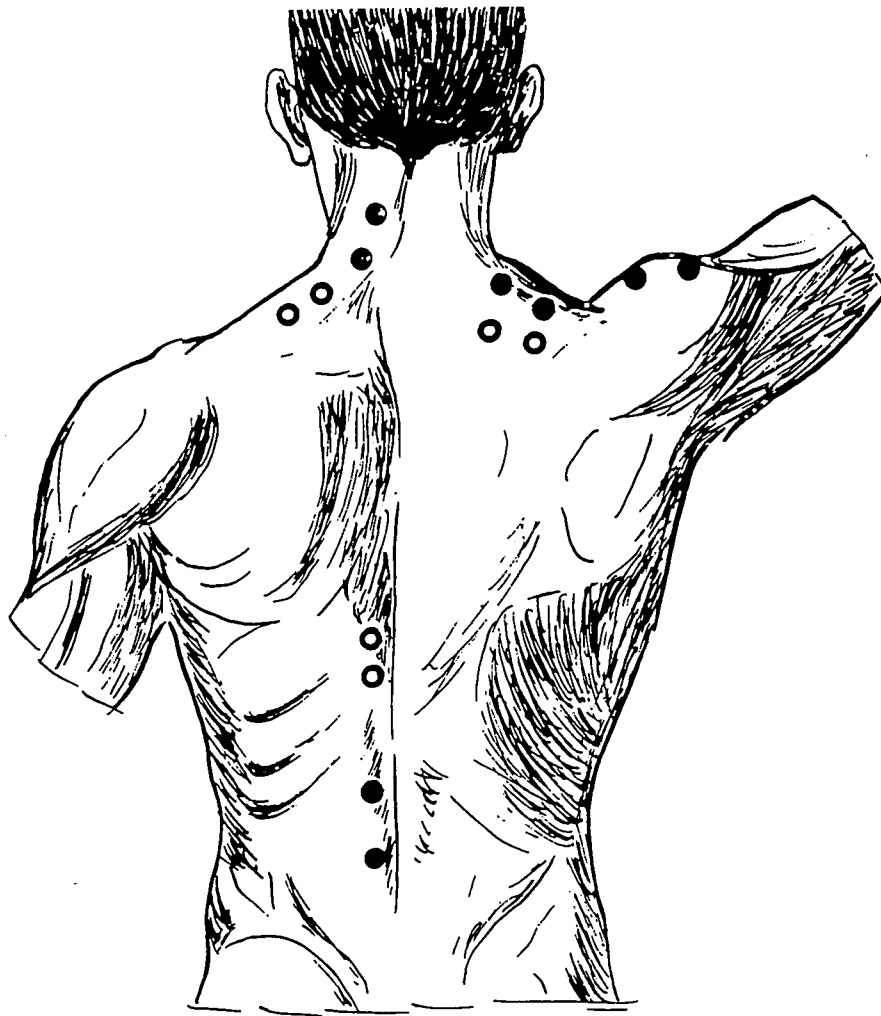
Die Übertragung der Elektromyogramme und der Haltungskodierung erfolgte drahtlos über Telemetriesender, um dem Zahnarzt und dem Beobachter eine größtmögliche Bewegungsfreiheit zu garantieren. Abb. 43 (S. 115) zeigt eine Prinzipskizze der gesamten Meßanlage. Die weitere Auswertung der Daten erfolgte rechnergestützt.

6.3 Erfassung von Körperhaltungen und Arbeitspositionen bei zahnärztlicher Tätigkeit

6.3.1 Methodik

Die Fragestellung der gesamten Untersuchung erforderte für die Erfassung von Körperhaltungen bei zahnärztlicher Tätigkeit die Anwendung von objektiven quantitativen Beschreibungskriterien.

Die **Körperhaltungen** werden hier in ihren geometrischen und biomechanischen Aspekten als räumliche bzw. dreidimensionale Gebilde verstanden.



- Standard - Ableitorte
- Individuelle - Ableitorte

Abb. 42: Verwendete Ableitorte für EMGs bei den physiologischen Untersuchungen

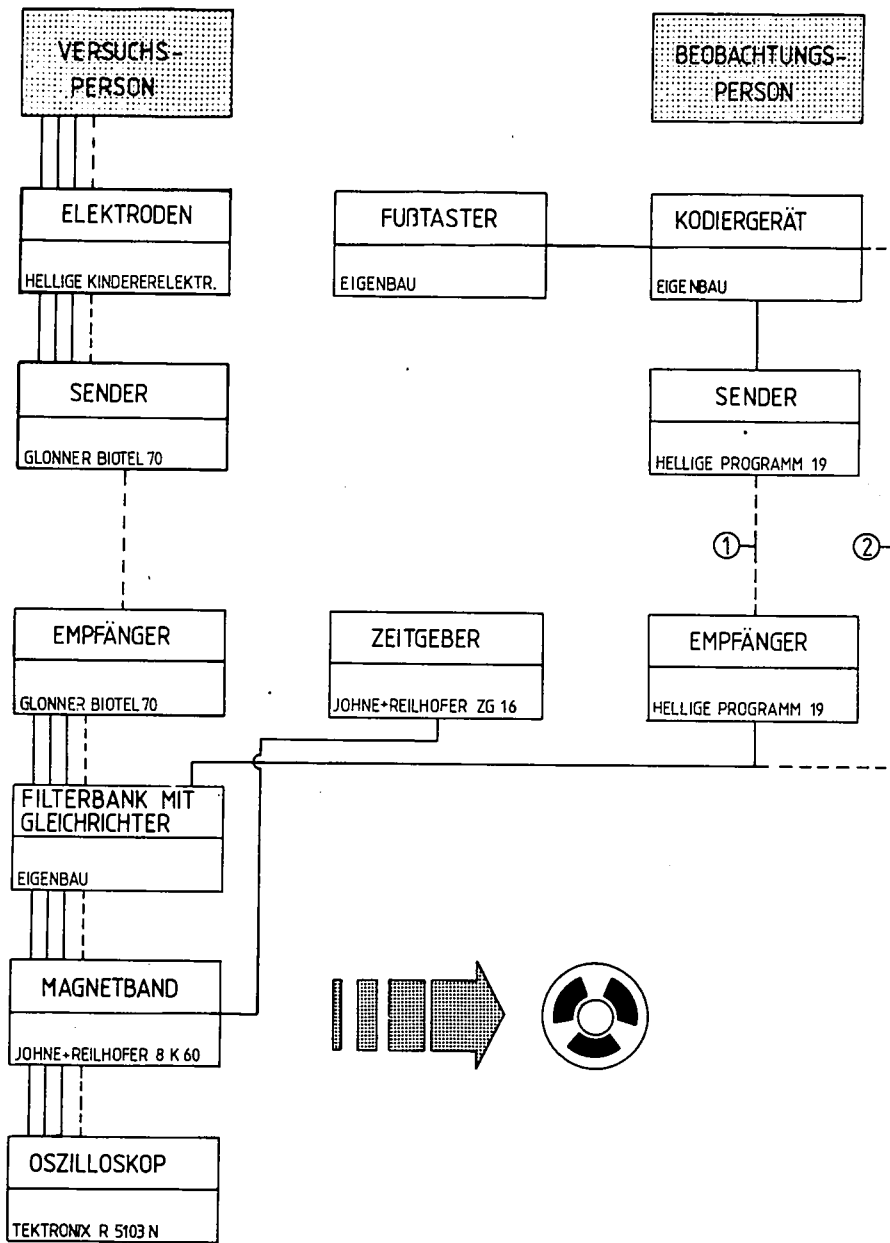


Abb. 43: Prinzipskizze der Meßanlage

Mit **Arbeitsposition** oder **Uhr-Position** wird nach DIN- bzw. ISO-Empfehlungen die Lage einzelner Ausrüstungsgegenstände relativ zum Patienten bezeichnet. Das gleiche Konzept wird hier auch für die Position des Zahnarztes und der HelferIn verwendet. Abb. 44 zeigt eine Draufsicht des liegenden Patienten mit einer Zuordnung des Identifikationssystems: Ein Ziffernblatt mit dem Mittelpunkt im Patientenmund dient als ein Koordinatensystem, eine Uhr-Position bedeutet die Lage einzelner Elemente innerhalb des entsprechenden Segments.

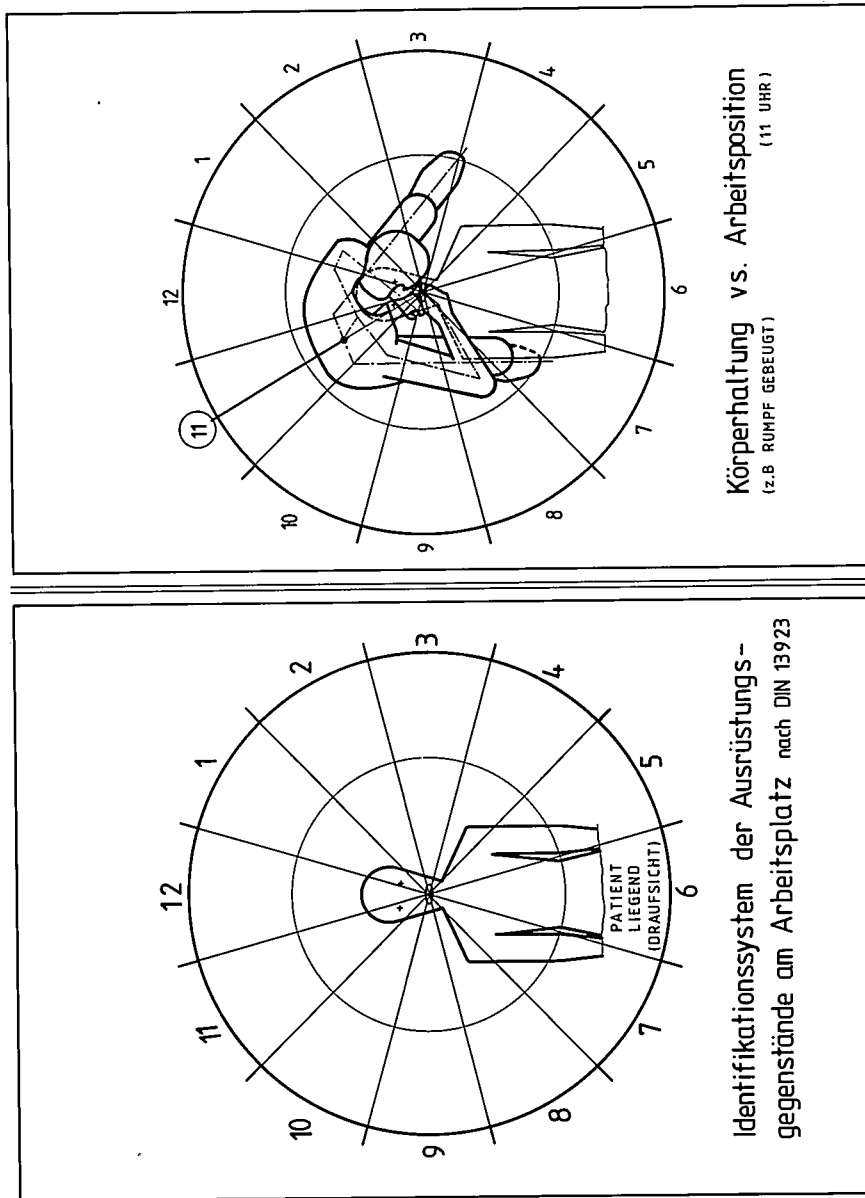


Abb. 44: Erfassung von Körperhaltungen innerhalb des Identifikationssystems der Ausrüstungsgegenstände am Arbeitsplatz (ISO)

Abb. 44 links verdeutlicht, daß je nach Lage der Instrumenteneinheit des Zahnarztes prinzipiell von 4 Basis- bzw. ISO-Konzepten des Behandlungsplatzes des Zahnarztes gesprochen wird:

ISO 1: Instrumenteneinheit (IE) annähernd in 8-Uhr-Position neben dem Behandlungsstuhl

ISO 2: IE annähernd in 12-Uhr-Position hinter dem Patientenkopf

ISO 3: IE annähernd in 4- bis 5-Uhr-Position über der Patientenbrust aufgehängt.

ISO 4: IE in der Kopfstütze des Behandlungsstuhles eingebaut.

Eine analoge Systematisierung wird auch für die Uhr-Position der Instrumenteneinheit der Helferin verwendet, so daß die Gesamtaufstellung des Behandlungsplatzes durch eine Angabe der Anordnungskombination beider Instrumenteneinheiten beschrieben werden kann. Bei der Bezeichnung der untersuchten Arbeitsplätze wird in vorliegender Untersuchung auf die Instrumenteneinheit des Zahnarztes Bezug genommen.

Bedingt durch unterschiedliche Körperhaltungen kann sich die Position eines Zahnarztes über mehrere Segmente erstrecken. Die Arbeitsposition wurde anhand der Lage des gedachten Mittelpunktes zwischen beiden Hüftgelenken angegeben. Die Abb. 44 zeigt, daß bei gleichen Arbeitspositionen unterschiedliche Körperhaltungen denkbar sind.

Zur objektiven quantitativen Erfassung von zahnärztlichen Körperhaltungen wurde im Rahmen der Untersuchung eine praxisorientierte Methode entwickelt (eine detaillierte Beschreibung vgl. *Mainzer*, 1985).

Die Tabelle 31 zeigt die in der Endauswertung verwendeten Parameter zur Erfassung von Körperhaltungen, die ihre Reproduzierbarkeit im geometrischen Sinne weitge-

Tabelle 31: Ausgewählte geometrische Parameter für die Erfassung von Körperhaltungen				
Bezeichnung Körperhaltung	Einstufung			
	0 Stehen	1 Sitzen	2	3
Rumpf				
Beugen	ohne	bis 20°	bis 45°	über 45°
Seitl. Neigen	ohne	bis 10°	bis 30°	über 30°
Rumpfdrehung	ohne	bis 10°	bis 25°	über 25°
Kopf				
Beugen	bis 5°	bis 15°	bis 30°	über 30°
Seitl. Neigen	ohne	bis 10°	bis 30°	über 30°
Kopfdrehung in Horizontalebene	ohne	bis 20°	bis 40°	über 40°
Obere Extremitäten				
Armreichweite (re, li)	bis 25%	bis 50%	bis 75%	über 75%
Höhenlage des Ellenbogengelenks (re, li)	ohne	bis Brusth.	bis SGH	über SGH

hend ermöglichen. Es erfolgte eine Beschränkung auf diejenigen Parameter, die relativ unabhängig von den anderen gewählt werden können. Eine Anzahl von anderen Parametern ergibt sich anhand vorhandener Randbedingungen der zahnärztlichen Tätigkeit.

Infolge der Berücksichtigung der anatomischen Aspekte von Körperhaltungen erlaubte ihre Beschreibung einen Schluß auf ihre Belastungshöhe. Zu diesem Zweck wurden die gesamten Bewegungsbereiche einzelner berücksichtigter Gelenke nach anatomischen Gesichtspunkten in jeweils drei Bereiche aufgeteilt (vgl. Kap. 3.1).

Wie in Abb. 45 deutlich wird, kamen im gegebenen Falle Fotoaufnahmen von Körperhaltungen mit Kleinbildkameras aus drei aufeinander senkrechten Blickrichtungen zum Einsatz.

Die Anordnung der 3 Kameras ist in Abb. 45 erkennbar. Alle 3 Kameras wurden gekoppelt und jeweils gleichzeitig ausgelöst. In der Abb. 45 sind auch die den jeweiligen Kameras zugeordneten 3 Aufnahmen verdeutlicht, mit deren Hilfe die Körperhaltungen räumlich reproduzierbar sind.

Eine Videokamera mit angeschlossener elektronischer Uhr ermöglichte die Erfassung des gesamten Behandlungsablaufs mit den entsprechenden Körperhaltungen. Damit konnte ihre Dauer, Reihenfolge und Häufigkeit registriert werden. Während die Kleinbildkameras eine momentane Erfassung von Körperhaltungen ermöglichten, diente das Videosystem der reproduzierbaren Erfassung der gesamten Abläufe. Als statisch bzw. quasistatisch wurden Haltungen betrachtet, die innerhalb eines Zeitraumes von mehr als fünf Sekunden eingehalten wurden.

Es erfolgten keine Aufnahmen in regelmäßigen oder nach statistischen Gesichtspunkten gewählten Zeitabständen. In der Regel wurde schon vor der Behandlung der betreffende Zahnarzt nach dem vermutlichen Ablauf der Behandlung befragt. Bei sich wiederholenden Körperhaltungen während einer Behandlung wurden keine neuen Fotoaufnahmen erforderlich.

Im parallel geführten Handprotokoll wurden die Zeitpunkte der Fotoaufnahmen zu den jeweiligen Ablaufabschnitten zugeordnet und eine Anzahl von weiteren Informationen erfaßt (z. B. Art der Behandlung, Zahn und Fläche).

Für die Ausrüstung des Zahnarztes und der Helferin war lediglich das Anbringen von schwarzen Klebestreifen auf der Kleidung vorgesehen, wobei die Lage und Anordnung der Klebestreifen im Hinblick auf eine gute Erkennbarkeit von Körperhaltungen gewählt wurde.

Die Fotoaufnahmen wurden erst nach der Felduntersuchung manuell kodiert und ausgewertet. Im Vordergrund stand bei den Auswertungen die Frage, ob sich charakteristische Profile (Körperhaltungen) bei variablen Randbedingungen der Tätigkeit ableiten lassen (vgl. Kap. 3.1).

Die dargestellte Methodik stellt einen praxisorientierten Kompromiß dar, bei dem es galt, eine Anzahl von unterschiedlichen Anforderungen zu berücksichtigen. Beispielförmig können genannt werden:

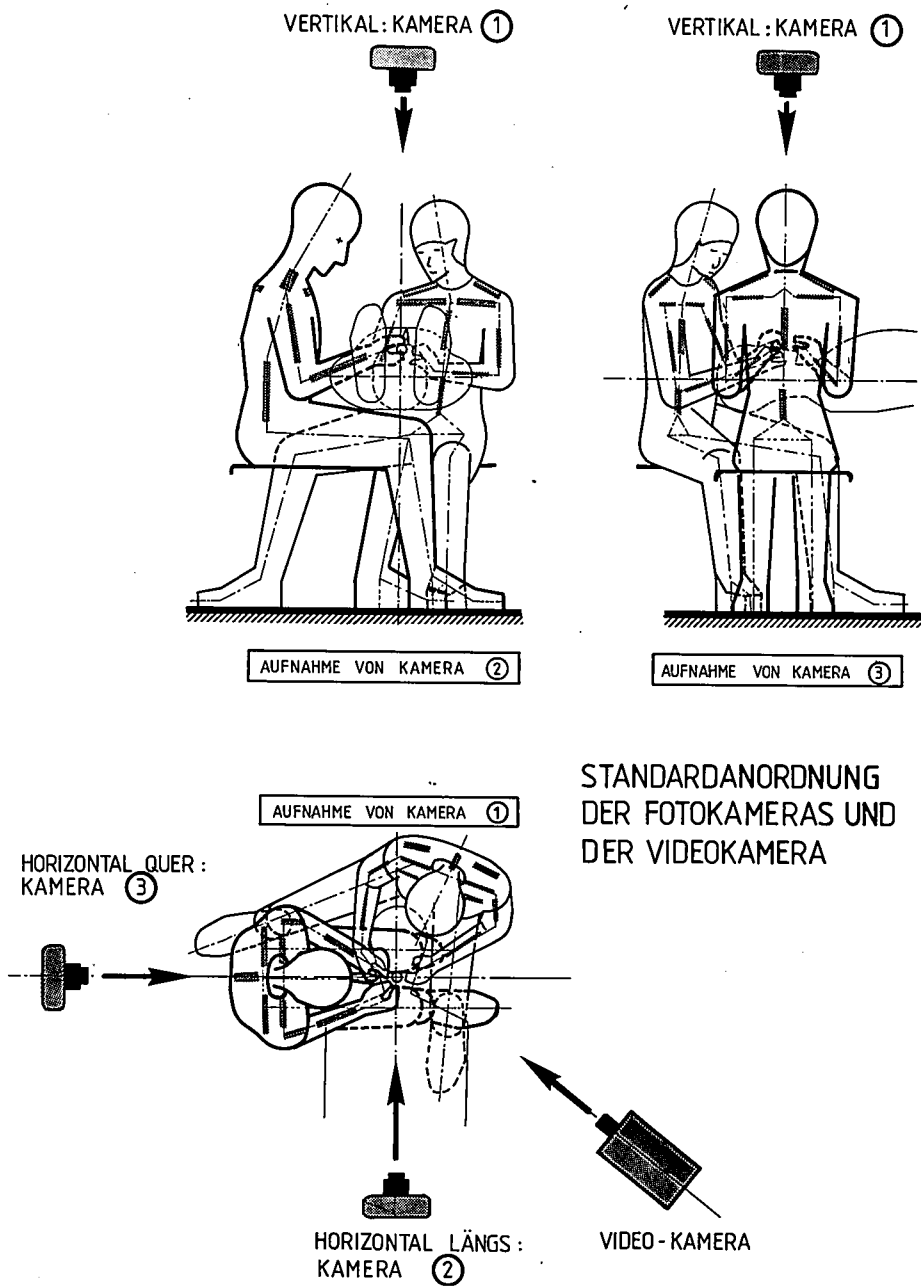


Abb. 45: Standardanordnung der Fotokameras und der Videokamera

- Vermeidung von Anpassungsmaßnahmen in den jeweiligen Praxen;
- Minimale Beeinträchtigung des beteiligten Teams und des Patienten;
- Die Aufnahmevorrichtungen sollten transportierbar und universal einsetzbar sein, und
- nicht zuletzt sollte sich der gesamte Aufwand im wirtschaftlich vernünftigen Rahmen bewegen.

Die entwickelte Methode ist auf die zahnärztlichen Tätigkeiten orientiert, d. h., sie ist mit entsprechenden Randbedingungen verknüpft.

Eine objektive Erfassung von Körperhaltung bei der zahnärztlichen Tätigkeit kann mit Hilfe der entwickelten Methode durchgeführt werden.

6.3.2 Durchgeführte Aufnahmen von Körperhaltungen bei Patientenbehandlungen und Standardtests

An den Untersuchungen nahmen insgesamt 19 Zahnärzte teil (davon 1 Frau). Alle beteiligten Zahnärzte (Alter zwischen 28 und 65 Jahren) führten einen Standardtest durch, bei insgesamt 16 Zahnärzten wurden bei ganztägigen Aufnahmen reale Behandlungen mit ihren interessierenden Merkmalen und die resultierenden Körperhaltungen aufgenommen.

Insgesamt 148 Behandlungen wurden ausgewertet, davon 15 Extraktionen, 24 Kronenpräparationen, der Rest entfiel auf Kavitätenpräparationen.

Vertreten waren bezüglich der Praxiseinrichtung 8 Basiskonzepte I, 3 Basiskonzepte II, 7 Basiskonzepte III und 1 Basiskonzept IV.

Die Aufnahmen fanden im wesentlichen in städtischen Praxen (Kempten, Altötting, Darmstadt, Düsseldorf) und in 3 kleineren Orten statt.

7 Literaturverzeichnis

- 1 *Borg, G.*: A Category Scale with Ratio Properties for Intermodal and Interindividual Comparisons. In: Geissler, H.-G., Petzold, P. (Hrsg.): Psychophysical Judgement and the Process of Perception. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1982
- 2 DIN 13923 (6. 1978): „Ausrüstungsgegenstände am Arbeitsplatz; Identifikationssystem.“ Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1978
- 3 *Djerassi, E.*: Some Problems of the occupational diseases of dentists. *Int. Dent. J.* 21 (1971) 252—269
- 4 *Eccles, J. D.; Powell, M.*: The health of dentists — A survey in South Wales. *British Dental Journal* 10 (1967) 379—387
- 5 *Fox, J. G.; Jones, J. M.*: Occupational stress in dental practice. *British Dental Journal* 10 (1967) 465—473
- 6 *Jenik, P.*: Maschinen menschlich konstruiert. *Maschinenmarkt — (MM) — Industriejournal* 78 (1972) 5, 87—90
- 7 *Kentner, M.; Valentin, H.*: Arbeitsbedingte Gesundheitsschäden und Frühinvalidisierung. *Arbeitsmed., Sozialmed., Präventivmed.* 21 (1986) 25—32
- 8 *Kotschy, P.*: Teamarbeit am liegenden Patienten (I—IV). Sonderdruck; *Quintessenz Journal* (11), 1981, Beitrag 1149
- 9 *Lange, H.-J.*: Strategien bei der Durchführung epidemiologischer Studien im Bereich der Arbeitsmedizin. In: Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin e. V., Berlin 1981
- 10 *Laurig, W.*: Beurteilung einseitig dynamischer Muskularbeit. Berlin, Köln, Frankfurt: Beuth 1974
- 11 *Mainzer, J.*: Arbeitswissenschaftliche Bewertung von Körperstellungen bei Berufsarbeit. Vortrag bei der 13. Arbeitstagung der Gesellschaft für Wirbelsäulenforschung, Bad Homburg, 1984
- 12 *Mainzer, J.*: Methodik zur Erfassung von Körperhaltungen bei zahnärztlicher Tätigkeit. In: Heners, M., Krieger, H. G., Behne, E.-A.: Arbeitswissenschaft in der Zahnheilkunde — Methoden und Ergebnisse. Berlin usw.: Quintessenz Verlags-GmbH, 1985
- 13 *Matthiass, H. H.*: Der Kreuzschmerz des Zahnarztes — Berufserkrankung oder vermeidbares Übel? *Der Freie Zahnarzt*, 25 (1961) 6
- 14 *Micheelis, W.*: Merkmale zahnärztlicher Arbeitsbeanspruchung. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag 1983
- 15 *Murtomaa, H.*: Work-related complaints of dentists and dental assistants. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 50 (1982) 231—236
- 16 *Pöllmann, L.*: Die zahnärztliche Tätigkeit im Blickfeld der Arbeitsmedizin. *Arbeitsmed., Sozialmed., Präventivmed.* 19 (1984) 138—142
- 17 *Reus, J.*: Repräsentative Untersuchungsergebnisse mit dem Arbeitswissenschaftlichen Erhebungsverfahren zur Tätigkeitsanalyse (AET). Darmstadt: Verlag für Fachliteratur, 1983
- 18 *Rohmert, W.*: Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept. *Z. Arb.wiss.* 38 (10 NF) 1984/4, 193—200

- 19 *Rohmert, W.; Landau, K.*: Das Arbeitswissenschaftliche Erhebungsverfahren zur Tätigkeitsanalyse (AET). Bern, Stuttgart, Wien: Verlag Hans Huber, 1979
- 20 *Rohmert, W.; Mainzer, J.*: Influence Parameters and Assessment Methods for Evaluating Body Postures. Zadar, 1985; im Druck
- 21 *Sachs, L.*: Angewandte Statistik. Berlin usw.: Springer 1974
- 22 *Sommer, G.*: Vergleichende Untersuchung über Berufskrankheiten bei Ärzten, Zahnärzten und Pädagogen. Inauguraldissertation, Eberhard-Karls-Universität Tübingen, 1978
- 23 *Speich, M.*: Zusammenarbeit im Mund. Eine Arbeitsanleitung zur systematischen Halte- und Absaugtechnik. Berlin: Siegfried Klages Verlag, 1984
- 24 *Walter, J.*: Die orthopädischen Berufskrankheiten des Zahnarztes. Dtsch. Stomat. 18 (1968) 677—687
- 25 *Watermann, F.*: Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Erkrankungen vor dem Hintergrund arbeitsmedizinischer Prävention der Berufsgenossenschaften. In: W. Gitter, W. Thieme, F. Zacher (Hrsg.): Im Dienst des Sozialrechts, Köln 1981

8 Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
Abb. 1: Beziehungen zwischen Ursachen und Auswirkungen von Körperhaltungen	12
Abb. 2: Einzelne Fragestellungen und Ablauf des Projektes	15
Abb. 3: Epidemiologisches Modell der Entstehung arbeitsbedingter Erkrankungen	17
Abb. 4: Arbeitswissenschaftlich-epidemiologisches Modell der Entstehung arbeitsbedingter Erkrankungen	18
Abb. 5: Schematische Darstellung von Beziehungen zwischen Belastung, Individuum und Beschwerden mit untersuchten Einflußgrößen	23
Abb. 6: Häufigkeiten von Destabilisierung in verschiedenen Muskeln (Kurzzeitabschnitte)	40
Abb. 7: Häufigkeit von Destabilisierung der untersuchten Muskeln (Langzeitabschnitte)	41
Abb. 8: AET-Anforderungsprofil für konservierende zahnärztliche Tätigkeit	43
Abb. 9a: Körperhaltungstypen der Zahnärzte (stehend)	47
Abb. 9b: Körperhaltungstypen der Zahnärzte (sitzend)	48
Abb. 9b Forts.: Körperhaltungstypen der Zahnärzte (sitzend)	49
Abb. 9c: Körperhaltungstypen der Helferinnen (sitzend)	50
Abb. 9d: Körperhaltungstypen der Helferinnen (stehend)	51
Abb. 10: Vorkommenshäufigkeit und -dauer unterschiedlicher Körperhaltungstypen bei Kavitätenpräparation	54
Abb. 11: Vorkommenshäufigkeit und -dauer unterschiedlicher Körperhaltungstypen bei Kronenpräparation	55
Abb. 12: Vorkommenshäufigkeit und -dauer unterschiedlicher Körperhaltungstypen bei Extraktion	56
Abb. 13: Vorkommenshäufigkeit und -dauer unterschiedlicher Körperhaltungstypen bei unterschiedlichen Behandlungen	57
Abb. 14: Relative Häufigkeitsverteilung der einzelnen ununterbrochenen Verweildauern in statischen Körperhaltungen	58
Abb. 15: Relative zeitliche Anteile der unterschiedlichen Arbeitshaltungen	60
Abb. 16: Klassifikation von ergonomischen Bewertungsmethoden der Körperhaltungen	61
Abb. 17: Relativer Belastungsindex unterschiedlicher Körperhaltungstypen	62
Abb. 18: Relativer Schwierigkeitsgrad zahnärztlicher Körperhaltungstypen	63
Abb. 19: Relativer Anstrengungsindex unterschiedlicher Körperhaltungstypen	65
Abb. 20: Relativer Anstrengungsgrad zahnärztlicher Körperhaltungstypen	66

Abb. 21:	Verteilung von Angaben von Engpaßbereichen bei kurzfristigen Expositionen durch untersuchte Körperhaltungen	67
Abb. 22:	Schwerpunkte von Engpaßnennungen bei kurzfristigen Expositionen durch unterschiedliche Körperhaltungen, n = 7 Vpn	68
Abb. 23:	Mittlere Anspannungsintensität verschiedener Muskeln bei unterschiedlichen Körperhaltungen	69
Abb. 24:	Muskulärer Beanspruchungsindex bei verschiedenen Körperhaltungen ...	70
Abb. 25:	Häufigkeit von muskulären Ermüdungsprozessen in ausgewählten Haltungsabschnitten	71
Abb. 26:	Beanspruchungsgrad unterschiedlicher Körperhaltungstypen (bestimmt auf der Basis der Häufigkeit von Ermüdungsprozessen unterschiedlicher Muskeln)	72
Abb. 27:	Klassifizierung von zahnärztlichen Körperhaltungstypen bei Verwendung unterschiedlicher Beurteilungsansätze der Belastungshöhe (in Klammern: Relative Abstufung der Körperhaltungstypen in % anhand des jeweiligen verwendeten Parameters)	73
Abb. 28:	Klassifizierung von zahnärztlichen Körperhaltungstypen anhand zeitlicher Bewertung ihrer Belastungshöhe (in Klammern: Relative Abstufung der Körperhaltungstypen in % anhand des jeweiligen verwendeten Parameters)	75
Abb. 29:	Einflußgrößen auf Körperhaltung bei zahnärztlicher Tätigkeit	77
Abb. 30:	Bewertung von Mundsegmenten auf der Basis des relativen Belastungs- und Anstrengungsgrades	78
Abb. 31:	Relative Rangreihe von Körperhaltungstypen in einzelnen Segmenten aufgrund des Belastungsgrades	80
Abb. 32:	Relative Häufigkeit von Körperhaltungstypen in Abhängigkeit von Uhr-Positionen beim Standardtest, n = 198	81
Abb. 33:	Relative Vorkommenshäufigkeiten von Kombinationen von Körperhaltungstypen der Zahnärzte und der Helferinnen, n = 191	82
Abb. 34:	Einfluß unterschiedlicher Basiskonzepte der Arbeitsplatzanordnung (ISO-Konzepte) auf die Häufigkeit von Uhr-Positionen beim Standardtest ..	83
Abb. 35:	Einfluß unterschiedlicher Basiskonzepte der Arbeitsplatzanordnung auf die zahnärztlichen Körperhaltungen beim Standardtest	85
Abb. 36:	Prozentuelle Verteilung der als vorwiegend angegebenen Kombinationen der Uhr-Position Zahnarzt/Helferin, n = 347 Teams	86
Abb. 37:	Blicksektoren bei der Anwendung eines Instrumentes	89
Abb. 38:	Räumliche Orientierung unterschiedlicher Zahnflächen relativ zum Zahnarzt	91
Abb. 39:	Lagerungssystematik für einflächige Kavitätenpräparation am liegenden Patienten bei direkter Sicht	92
Abb. 40:	Somatographische Analyse für Extremwerte der räumlichen Parameter des Arbeitsplatzes	95
Abb. 41:	Grundanforderungen an die vertikale Verstellbarkeit des Patientenstuhles ..	99
Abb. 42:	Verwendete Ableitorte für EMGs bei den physiologischen Untersuchungen	114

Abb. 43:	Prinzipskizze der Meßanlage	115
Abb. 44:	Erfassung von Körperhaltungen innerhalb des Identifikationssystems der Ausrüstungsgegenstände am Arbeitsplatz (ISO)	116
Abb. 45:	Standardanordnung der Fotokameras und der Videokamera	119

9 Verzeichnis der Tabellen

	Seite
Tabelle 1: Relative Häufigkeit von berufsbedingten körperlichen Beschwerden gesamte Stichprobe, n = 466	19
Tabelle 2: Relative Häufigkeit von berufsbedingten körperlichen Beschwerden Frauen, n = 73	20
Tabelle 3: Relative Häufigkeit von berufsbedingten körperlichen Beschwerden Männer, n = 393	21
Tabelle 4: Relative Häufigkeit (Ärzte, Tage) der Arbeitsunfähigkeit aufgrund orthopädischer Beschwerden gesamte Stichprobe, n = 466 Tage Arbeitsunfähigkeit insgesamt, n = 534	21
Tabelle 5: Vergleich von Ergebnissen unterschiedlicher Untersuchungen. Bei der eigenen Untersuchung sind nur die Häufigkeiten der Oft-Nennungen aufgeführt	22
Tabelle 6: Relative Häufigkeiten (in %) der Scheine pro Quartal bei unterschiedlichem Lebensalter Randbedingungen: Männer, n = 391	24
Tabelle 7: Relative Häufigkeiten (in %) der Scheine pro Quartal bei unterschiedlicher täglicher Behandlungsdauer Randbedingungen: Männer, Praxis ohne ärztliche Assistenz, n = 314	24
Tabelle 8: Relative Beschwerdebhäufigkeit (in %) bei unterschiedlicher Anzahl der Scheine pro Quartal Randbedingungen: Männer, 25 – 44 Jahre, 7 oder 8 Stunden tägliche Behandlungsdauer, n = 144	25
Tabelle 9: Relative Häufigkeit (in %) der täglichen Behandlungsdauer bei unterschiedlichem Lebensalter Randbedingungen: Männer, n = 393	26
Tabelle 10: Relative Beschwerdebhäufigkeit (in %) bei unterschiedlicher täglicher Behandlungsdauer Randbedingungen: Männer, 45 Jahre und älter, Arbeitsposition 8 – 10 Uhr, n = 154	26
Tabelle 11: Relative Beschwerdebhäufigkeit (in %) bei unterschiedlicher täglicher Behandlungsdauer Randbedingungen: Männer, 45 Jahre und älter, Arbeitsposition 8 – 10 Uhr, n = 73	27
Tabelle 12: Vergleich von relativen Beschwerdebhäufigkeiten (in %) ausgewählter Beschwerdebereiche bei überwiegender Tätigkeit im Sitzen und Stehen Randbedingungen: Männer, n = 392	28
Tabelle 13: Relative Beschwerdebhäufigkeit (in %) bei Tätigkeit im Sitzen und Stehen Randbedingungen: Männer, 45 Jahre und älter, tägliche Behandlungsdauer 7 oder 8 Stunden, 400 bis 799 Scheine/Quartal, n = 59	29

Tabelle 14:	Qualitative Bewertung der sitzenden und stehenden Arbeitsweise in bezug auf orthopädische Beschwerden	30
Tabelle 15:	Vergleich der relativen Häufigkeit (in %) der überwiegenden Arbeitsstellung (Sitzen, Stehen) bei unterschiedlichem Lebensalter, n = 466	30
Tabelle 16:	Relative Beschwerdehäufigkeit (in %) bei unterschiedlicher Einsichtnahme in den Mund des Patienten Randbedingungen: Männer, n = 390	31
Tabelle 17:	Relative Häufigkeit (in %) der Körperstellung des Zahnarztes bei unterschiedlicher Einsichtnahme in den Mund des Patienten, n = 461	31
Tabelle 18:	Relative Häufigkeit (in %) der Körperstellung des Zahnarztes bei unterschiedlicher Körperstellung des Patienten, n = 461	32
Tabelle 19:	Vergleich der relativen Beschwerdehäufigkeit (in %) bei unterschiedlichen Arbeitspositionen Randbedingungen: Männer, Arbeitsdauer 7 oder 8 h, sitzende Arbeitsweise, n = 217	32
Tabelle 20:	Relative Beschwerdehäufigkeit (in %) bei Frauen und Männern	33
Tabelle 21:	Relative Beschwerdehäufigkeit (in %) bei unterschiedlichem Lebensalter Randbedingungen: Männer, n = 393	34
Tabelle 22:	Relative Beschwerdehäufigkeit (in %) bei unterschiedlichem Lebensalter Randbedingungen: Männer, tägliche Behandlungsdauer 7 oder 8 h, 400–799 Scheine/Quartal, überwiegend sitzende Körperstellung, n = 130	35
Tabelle 23:	Relative Beschwerdehäufigkeit (in %) bei unterschiedlicher Körpergröße Randbedingungen: Männer, 45 Jahre und älter, tägliche Behandlungsdauer 7 oder 8 h, Behandlungsposition 8–11 Uhr, n = 116 ..	36
Tabelle 24:	Relative Häufigkeit (in %) der Nennung anthropometrischer Arbeitsplatzmängel bei unterschiedlicher Körpergröße des Zahnarztes Randbedingungen: Männer, n = 56	37
Tabelle 25:	Relative Beschwerdehäufigkeit (in %) bei unterschiedlichem Körpergewicht Randbedingungen: Männer, n = 393	38
Tabelle 26:	Einstufung subjektiv erlebter Beanspruchung nach der BORG-Skala	64
Tabelle 27:	Übersicht der verwendeten Parameter zur Beurteilung von zahnärztlichen Körperhaltungen, geordnet nach Beurteilungsansatz und Fragestellung ..	73
Tabelle 28:	Wichtigste anthropometrische Parameter eines zahnärztlichen Arbeitsplatzes bei der Behandlung im Sitzen am liegenden Patienten	96
Tabelle 29:	Relative Häufigkeit verschiedener Kategorien von Verbesserungswünschen an Zahnarzt- oder Patientenstuhl Mehrfachnennungen möglich	98
Tabelle 30:	Daten der mit Hilfe von Beanspruchungsmessungen untersuchten Zahnärzte	112
Tabelle 31:	Ausgewählte geometrische Parameter für die Erfassung von Körperhaltungen	117

Das Buch „Der Zahnarzt im Blickfeld der Ergonomie“ greift das Problem der arbeitstypischen Gesundheitsbeschwerden des Zahnarztes mit einer empirischen Untersuchung über Ursachen und Auswirkungen von Körperhaltungen der zahnärztlichen Tätigkeit auf.

Im ersten Teil werden die Ergebnisse einer epidemiologischen Erhebung der tätigkeitsbedingten Beschwerden niedergelassener Zahnärzte vorgestellt und vor allem die berufstypischen Belastungen und Beanspruchungen des Bewegungs- und Stützapparats ermittelt. Aufbauend auf diesen Ergebnissen werden im zweiten Teil die Erhebungsdaten von arbeitsphysiologischen Messungen in ausgewählten Zahnarztpraxen und Laborsimulationen präsentiert und insbesondere die Wechselwirkungen zwischen typischen Körperhaltungen bei der Behandlungsarbeit und den ermittelten Beanspruchungsreaktionen analysiert.

Das Buch versteht sich als ein Beitrag zur zahnärztlichen Ergonomie und zur Gesunderhaltung des Zahnarztes. Ausführlichen Raum nehmen daher auch die aus den Untersuchungen abzuleitenden praktischen Hinweise und möglichen konkreten Konsequenzen für eine Verbesserung der zu wählenden Arbeitssystematik unter ergonomischen Gesichtspunkten ein. Die Autoren sind der Überzeugung, daß eine akzeptable Arbeitshaltung für die Zahnärzte — durch die richtige Lagerung des Patienten und eine gute Assistenz durch die Helferin in der Praxis — bereits heute möglich ist. Verbesserungen werden in Zukunft realisierbar sein, wenn auch die Industrie Gestaltungshinweise zur weiteren Optimierung zahnärztlicher Einheiten umsetzt.