

Erich Wühr, Wolfgang H. Koch (Hrsg.)

# Lehrbuch der Oralen Medizin

Grundlagen und Praxiskonzepte  
der Systemischen Zahnmedizin

## Herausgeber

Dr. med. dent. Erich Wühr, MSc, Professor am  
Gesundheitscampus der Technischen Hochschule Deggendorf

Dr. med. dent. Wolfgang H. Koch, Zahnarzt, Umwelt-  
ZahnMedizin, orales Gesundheitsmanagement; Zentrum für  
Ganzheitliche ZahnMedizin, Tagesklinik für Metallfreie  
Implantate, Herne

## Autoren

Dr. med. Frank Bartram, Weißenburg

Tanja Blank, Lauf an der Pegnitz

Dr. med. dent. Uwe Drews, Rodgau

Dr. med. dent. Wolfgang Funk, Bad Kötzing und Regensburg

Hardy Gaus, Straßberg

Dr. med. dent. Wolfgang H. Koch, Herne

Dr. med. dent. Wolf-Dieter Seeher, München

Dipl.-Psych. Martin Simmel, Regensburg

Dr. med. Roland Werk, Würzburg

Dr. med. dent. Thomas Weidenbeck, Deggendorf

Dr. med. dent. Ann Wittenberg, Bochum

Prof. Dr. Erich Wühr, MSc, Bad Kötzing und Deggendorf



### **Dr. med. Frank Bartram**

Facharzt für Allgemeinmedizin, Kurative und Präventive Umweltmedizin in Weißenburg/Bayern  
Seit 1993 eigene überregionale Spezialpraxis für Kurative Umweltmedizin, Praxisschwerpunkte: umweltmedizinische Diagnostik und Therapie, europaweite Beratung von Firmen in belasteten Gebäuden

### **Tanja Blank**

Zahntechnikerin

Ausbildung zum Zahntechniker, 2006 Gesellenprüfung, 2009 Betriebswirt des Handwerks, danach einjährige Tätigkeit in zahntechnischen Laboren in Marburg und Warburg, seit 2011 bei Zahntechnik Blank in Lauf a.d. Pegnitz; Arbeitsschwerpunkt: Verarbeitung von Kunststoffen, Abrechnung

### **Dr. med. dent. Uwe Drews**

Zahnarzt

1978–1985 Studium der BWL und Zahnmedizin, seit 1988 Niederlassung in Rodgau, 2003 Gründung des Zentrums für ganzheitliche Zahnmedizin mit eigenem Meisterlabor, 2005 QM-Zertifizierung, Ressortleiter UmweltZahnMedizin in der GZM, Referent und Autor von Fachartikeln

### **Dr. med. dent. Wolfgang Funk**

Zahnarzt

Studium der Zahnmedizin an der LMU in München, von 1976 bis 2010 eigene Praxis in München, seit 2006 Partnerschaft in der Zahnarztpraxis Dr. Erich Wühr in Bad Kötzing, seit 2013 Partnerschaft in der Praxisgemeinschaft Systemische Medizin in Regensburg, Praxisschwerpunkte: Kraniofaziale Orthopädie, Systemische ZahnMedizin

### **Hardy Gaus**

Zahnarzt und Heilpraktiker

Seit 1984 niedergelassen als Zahnarzt in Straßberg/Zollernalbkreis, Heilpraktikertätigkeit seit 1996, Praxisschwerpunkte: Ganzheitliche Zahnmedizin und Schmerztherapie, Akupunktur, Störherdbehandlung, Homöopathie; seit 1996 Dozent für Akupunktur, Ganzheitliche Zahnmedizin und Schmerztherapie

### **Dr. med. dent. Wolfgang H. Koch**

Zahnarzt

Dr. Koch leitet das Zentrum für Ganzheitliche ZahnMedizin mit angeschlossener Tagesklinik für Metallfreie Implantate in Herne. Als engagierter Umwelt-Zahnarzt referiert er auf Symposien und nimmt an zahlreichen, fachübergreifenden Kolloquien teil. Als kritischer Autor etablierte er die wissenschaftlich orientierte, ganzheitliche ZahnMedizin national und international

### **Dr. med. dent. Wolf-Dieter Seeher**

Zahnarzt

1979 Staatsexamen in München, seit 1982 niedergelassen in München, von 1999 bis 2007 Vizepräsident der DGFDT. Lehrer für Funktionslehre in der APW, beim Zahnärztlichen Arbeitskreis Kempten und beim Gnathologischen Arbeitskreis Stuttgart. Spezialist für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT). Spezialist für rekonstruktive Zahnmedizin, Ästhetik und Funktion (EDA)

### **Dipl.-Psych. Martin Simmel**

Diplom-Psychologe

Langjähriger Abteilungsleiter an der Ersten Deutschen Klinik für TCM in Bad Kötzing, seit 2012 Geschäftsführer der Professor Wühr und Simmel Gesundheits MANAGE-MENT Systeme in Regensburg mit Schwerpunkt Betriebliches Gesundheitsmanagement, Mitbegründer der Praxisgemeinschaft Systemische Medizin in Regensburg, Lehrbeauftragter an der Hochschule Regensburg

### **Dr. med. dent. Thomas Weidenbeck**

Zahnarzt

Studium der Zahnmedizin an der RWTH Aachen, 1993 Niederlassung in Hengersberg, seit 2010 in Deggendorf, Praxisschwerpunkte: Endodontie, Parodontologie, Funktionsdiagnostik, seit 2002 sachverständiger Gutachter für Prothetik, Konservierende Zahnheilkunde und Funktionsanalyse

### **Dr. med. Dipl.-Biol. Roland Werk**

Arzt für Mikrobiologie, Arzt für Laboratoriumsmedizin, Mikrobiologe

Studium der Mikrobiologie, Molekularbiologie, Medizin, seit 1984 wissenschaftlicher Leiter des BABENDE Instituts in Würzburg mit Schwerpunkt Systemische Mikrobiologie, niedergelassener Mikrobiologe

### **Dr. med. dent. Ann Wittenberg**

Kieferorthopädin

Studium an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, seit 1991 niedergelassen in eigener Praxis in Velbert, seit 2009 zusätzliche Niederlassung in Herne in der Kinderzahnarztpraxis Dr. Koch; Praxisschwerpunkte: Kieferorthopädie, CMD, Kraniofaziale Orthopädie

### **Prof. Dr. Erich Wühr, MSc**

Zahnarzt, Osteopath DROM, MSc Kieferorthopädie

Seit 1983 als Zahnarzt in Bad Kötzing niedergelassen, seit 1994 in privater Praxis mit Praxisschwerpunkt Kraniofaziale Orthopädie bzw. myofasziale Schmerzen innerhalb und außerhalb des Kausystems, seit 2012 Professor für das Lehrgebiet Gesundheitsförderung und Prävention am Gesundheitscampus der Technischen Hochschule Deggendorf

## **Zuschriften, Verbesserungsvorschläge und Kritik**

Verlag Systemische Medizin AG  
Müllerstraße 7 – 93444 Bad Kötzing  
info@verlag-systemische-medizin.de

## **Wichtiger Hinweis für den Leser**

Durch Forschung und klinische Erfahrungen unterliegen die Erkenntnisse in Medizin und Naturwissenschaften einem beständigen Wandel. Die Autoren haben sorgfältig geprüft, dass die in diesem Werk getroffenen therapierelevanten Aussagen und Angaben dem derzeitigen Wissensstand entsprechen. Hierdurch wird der Leser dieses Werkes jedoch nicht von der Verpflichtung entbunden, ggf. auch anhand anderer Werke zu diesem Thema zu prüfen, ob die dort getroffenen Aussagen und Angaben von denen in diesem Werk abweichen. Der Leser trifft seine Therapieentscheidung in eigener Verantwortung. Ggf. erwähnte Produktnamen sind geschützte Marken oder eingetragene Markenzeichen der jeweiligen Eigentümer, Unternehmen oder Organisationen, auch wenn sie im Einzelnen nicht ausdrücklich als solche gekennzeichnet wurden.

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

Alle Rechte vorbehalten

1. Auflage 2013

Das Werk ist, einschließlich aller seiner Teile, urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der durch das Urheberrechtsgesetz gesetzten Grenzen ist ohne ausdrückliche und schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in digitalen On- und Offlinemedien bzw. -systemen.

Lektorat: Lisa Lorz, Bayreuth

Redaktion: Lisa Lorz, Bayreuth; Sabine Neumann, Malmö

Fotos: siehe Abbildungsnachweis im Anhang

Illustrationen: Stefan Dangl, München

Satz und Herstellung: SZ Publishing Support, München

Druck und Bindung: aprinta druck GmbH, Wemding

Umschlaggestaltung: Mogwitz Schwarz Rusitschka, München Leipzig

ISBN 978-3-86401-005-7

Aktuelle Informationen finden Sie im Internet unter [www.verlag-systemische-medizin.de](http://www.verlag-systemische-medizin.de)

# Inhalt

<b>Vorwort der Herausgeber</b>	VIII
<b>Teil I   Grundlagen der Oralen Medizin</b>	1
Kapitel 1   Systemische Grundlagen der Oralen Medizin	3
Kapitel 2   Anatomisch-strukturelle und neuroanatomische Grundlagen	17
Kapitel 3   Toxikologische und immunologische Grundlagen	35
Kapitel 4   Schmerzmedizinische Grundlagen	45
Kapitel 5   Mikrobiologische Grundlagen	59
Kapitel 6   Psychologische und psychosomatische Grundlagen	85
Kapitel 7   Anamnese in der Oralen Medizin	97
<b>Teil II   Teilgebiete der Oralen Medizin</b>	105
Kapitel 8   Umwelt-ZahnMedizin und Umwelt-ZahnTechnik	107
Kapitel 9   Parodontologie und Immunologie	137
Kapitel 10   Kraniofaziale Orthopädie	155
Kapitel 11   Systemische Restaurative Zahnmedizin	179
Kapitel 12   Systemische Kieferorthopädie	195
Kapitel 13   Oralmedizinische Prävention und systemische Kinderzahnheilkunde	213
Kapitel 14   Schmerzzahnmedizin	229
Kapitel 15   Psychische Erkrankungen und ihre Manifestationen im Mundraum	269
<b>Teil III   Organisation und praktische Umsetzung der Oralen Medizin</b>	283
Kapitel 16   Networking	285
Kapitel 17   Wissenschaftliches Qualitätsmanagement	297
<b>Anhang</b>	301
Abkürzungsverzeichnis	303
Abbildungsnachweis	304
Stichwortverzeichnis	305
Nachwort der Herausgeber	316

## Vorwort der Herausgeber

In den vergangenen Jahren wurden in Politik und Medien immer wieder Stimmen laut, Forschung und Lehre der Zahnmedizin aus den medizinischen Fakultäten der Universitäten an die Fachhochschulen zu verlagern – sozusagen aus einer medizinischen Disziplin eine Disziplin der angewandten Ingenieurwissenschaften zu machen. Diese Meinungen spiegeln weitgehend das Image der zahnärztlichen Berufsausübung in unserer modernen Zivilisationsgesellschaft wider: Der Zahnarzt als „besserer“ Handwerker – Löcher bohrend und wieder abfüllend, Prothesen handwerklich herstellend, auf Kosmetik und Aussehen achtend. Und seien wir ehrlich: Dieses Image ist weitgehend auch berechtigt. Die Zahnmedizin wird in einem eigenen Studium gelehrt und geprüft. Medizinische Disziplinen werden nur peripher vermittelt und abgefragt. Zahnmediziner sind tatsächlich als „Schmalspurmediziner“ ausgebildet. Ihr Berufsleben verbringen sie mehr oder weniger isoliert von anderen medizinischen Fachdisziplinen.

Nur vereinzelt und rudimentär werden Schnittstellen praktiziert: Notfallmedizin, Berücksichtigung der Wirkung systemischer Medikamente in der Oralchirurgie, immunologische Aspekte in der Parodontologie, der Zusammenhang von Diabetes und Parodontopathien oder von kranio-mandibulären Form- und Funktionsstörungen und orthopädischen Befunden und Symptomen.

Dabei stellen sich tagtäglich viele Patienten mit Anliegen und Fragestellungen beim Zahnarzt vor, die vom Zahnarzt interdisziplinäres medizinisches Denken, Entscheiden und Handeln erfordern. Zum Beispiel:

- „Ich leide unter Allergien. Vertrage ich die zahnärztlichen Materialien, die ich im Mund habe?“ Oder: „Vertrage ich die Materialien, die in meinem Mund eingesetzt werden sollen?“
- „Ich leide unter Parodontitis. Ist mein Immunsystem zu schwach?“
- „Ich leide unter Kopf- und Nackenschmerzen. Hat das was mit meinen schiefen Zähnen zu tun?“
- „Ich leide unter Schlafstörungen. Können Sie als Zahnarzt etwas für mich tun?“
- „Ich habe Angst vor der zahnärztlichen Behandlung. Können Sie mir die Angst nehmen?“
- „Mein Kind hat schiefe Zähne. Welche Rolle spielt das für seine körperliche Entwicklung?“
- „Mein Kind leidet unter einer Skoliose. Hat das was mit seinen schiefen Zähnen zu tun?“
- „Ich leide unter chronischen Schmerzen? Was können Sie als Zahnarzt für mich tun?“

Außerdem: Der Zahnarzt ist derjenige Facharzt, den Menschen routinemäßig und regelmäßig aufsuchen. Daraus ergeben sich für uns Zahnärzte die Gelegenheit und die allgemeine ärztliche Verantwortung, eine umfassende Anamnese zu erstellen und medizinische Probleme rechtzeitig zu erkennen sowie dem Betroffenen vertiefende Untersuchungen und geeignete Lösungen anzuraten.

Das Problem: Die meisten Patienten erwarten von ihrem Zahnarzt nicht, dass er sich auch um medizinische Probleme kümmern kann und muss. Sie kommen zum „Nachschauen“ und zur Zahnsteinentfernung. Sie wissen nicht, dass zahnärztliche Befunde auch medizinische Befunde sind und dass beides oft miteinander zusammenhängt.

Es liegt an uns Zahnärzten – an jedem Einzelnen von uns –, dass sich dies ändert. Es ist die Aufgabe der Oralen Medizin, die Zahnmedizin wieder mitten im Kreis der medizinischen Disziplinen zu platzieren – im Bewusstsein unserer Patienten und im Bewusstsein von uns Oralmediziner.

Die Orale Medizin umfasst diagnostische und therapeutische Methoden und Vorgehensweisen für Patientenanliegen und Probleme, die über die lokale Perspektive der Zahnmedizin hinausgehen und die systemisches und interdisziplinäres Wahrnehmen, Denken, Entscheiden und Handeln erfordern. Die Notwendigkeit dazu ergibt sich daraus, dass das Kranio-mandibuläre System intensiv mit anderen Teilsystemen des biologischen Systems Mensch vernetzt ist. Diese Vernetzungen beschreiben wir im ersten Teil des Buchs über die Grundlagen der Oralen Medizin auf verschiedenen Ebenen: der anatomisch-funktionellen und neurophysiologischen Ebene (► Kap. 2), der immunologischen und toxikologischen Ebene (► Kap. 3), der schmerzmedizinischen (► Kap. 4), der mikrobiologischen (► Kap.5) und der psychologischen Ebene (► Kap.6). Im ersten Kapitel besprechen wir außerdem die Grundlagen der Systemischen Medizin. Sie erklärt das Prinzip der Selbstregulation und die Möglichkeit, dass Form- und Funktionsstörungen des Kranio-man-

dibulären Systems auf die vernetzten Systeme belastend wirken und umgekehrt (► Kap. 1).

Bei zahnärztlichen Befunden und Symptomen stellt sich die Frage, welche belastenden Wechselwirkungen aus vernetzten Systemen neben lokalen Belastungen vorliegen. Und umgekehrt: Bei systemischen Befunden und Symptomen müssen wir fragen, welche belastenden Wechselwirkungen aus dem Kraniomandibulären System bestehen. Die übliche zahnärztliche Anamnese und Befunderhebung wird deshalb in der Oralen Medizin deutlich erweitert. In Kapitel 7 beschreiben wir, wie der Oralmediziner von einer Basisanamnese ausgeht und entsprechend der individuellen Patientensituation schrittweise die Anamnese und Befunderhebung erweitert, um zu einer umfassenden Bewertung des Patienten und seiner Lebensbedingungen zu kommen.

Die Orale Medizin umfasst verschiedene Teildisziplinen, von denen der zweite Teil des Buchs in den Kapiteln 8 bis 17 handelt:

- Die Themen von Kapitel 8 sind die Umwelt-Zahn-Medizin und die Umwelt-Zahn-Technik. Die Umwelt-Zahn-Medizin beschäftigt sich als Teilgebiet der Umweltmedizin mit der Verträglichkeit (Biokompatibilität) zahnärztlicher Werkstoffe aus immunologischer und toxikologischer Sicht. In der Umwelt-Zahn-Technik geht es um die Herstellung von Zahnersatz unter Berücksichtigung von möglichen Wechselwirkungen der verwendeten Materialien mit der individuellen Verträglichkeit der Patienten.
- In Kapitel 9 werden chronische Entzündungen im Kausystem besprochen. Parodontopathien und andere chronische Entzündungen im Kausystem belasten das Immunsystem und können entsprechende Fernwirkungen haben. Und umgekehrt: Bei der Diagnostik und Therapie von Parodontopathien müssen immunologische Zusammenhänge berücksichtigt werden.
- Kapitel 10 ist der Kraniofazialen Orthopädie gewidmet. Sie ist ein interdisziplinäres Konzept zur Diagnostik und Therapie von Patienten mit Muskel- und Gelenkschmerzen innerhalb und außerhalb des Kraniomandibulären Systems.
- In Kapitel 11 wird die Systemische Restaurative Zahnmedizin diskutiert. Die restaurative bzw. prothetische Zahnmedizin hat die Aufgabe, Form und Funktion des Kraniomandibulären Systems wiederherzustellen. Die eingesetzten Methoden reichen von der Füllungstherapie bis zur Implantatprothetik.
- Thema von Kapitel 12 ist die Systemische Kieferorthopädie. Ausgeprägte Form- und Funktionsstörungen des Kraniomandibulären Systems müssen kieferorthopädisch behandelt bzw. vorbehandelt werden, und zwar bei Erwachsenen ebenso wie bei Kindern. Die Systemische Kieferorthopädie berücksichtigt dabei die Vernetzungen und Wechselwirkungen mit anderen Teilsystemen des Körpers. Gerade bei Kindern ist die körperliche, emotionale und mentale Entwicklung maßgeblich von der Entwicklung der Form und Funktion des Kraniomandibulären Systems abhängig, und umgekehrt.
- In Kapitel 13 werden Prävention und systemische Kinderzahnheilkunde besprochen. Volkskrankheiten wie Karies und Parodontopathien sind nicht nur lokale Beschwerden, sondern wirken systemisch auf den ganzen Körper. Zahnfehlstellungen und Kieferanomalien sind überwiegend genetisch angelegt, entstehen jedoch zum Teil aufgrund belastender Lebensbedingungen. Eine präventive Lebensweise muss von klein auf geübt werden und kann sogar schon in der Schwangerschaft beginnen.
- Kapitel 14 ist eine ausführliche Darstellung der Schmerzzahnmedizin, die sich als Teilgebiet der Schmerzmedizin mit der Diagnostik und Therapie von orofazialen Schmerzen beschäftigt. Dabei kommen die unterschiedlichen Schmerzformen, mit denen der Oralmediziner konfrontiert wird, ebenso zur Sprache wie die medikamentöse allopathische Schmerztherapie und komplementärmedizinische Methoden zur Schmerzbekämpfung.
- In Kapitel 15 werden psychische Erkrankungen und ihre Manifestationen im Mundraum besprochen. Statistisch betrachtet, leidet jeder vierte Patient in einer Zahnarztpraxis an einer psychosomatischen bzw. psychiatrischen Krankheit. Dies kann die zahnärztliche Behandlung unter Umständen erheblich beeinflussen. Der Oralmediziner sollte deshalb in der Lage sein, psychosomatische und psychiatrische Störungen bei seinen Patienten zu erkennen und entsprechende Maßnahmen einzuleiten.
- In Kapitel 16 geht es um das Thema Networking. Komplexe Patientenanliegen und Probleme erfordern eine interdisziplinäre Zusammenarbeit von Zahnärzten, Ärzten und weiteren Therapeuten. Schritt für Schritt wird besprochen, wie interdiszi-

plinäre Netzwerke aufgebaut, gepflegt und unterhalten werden.

- Im abschließenden Kapitel 17 wird das wissenschaftliche Qualitätsmanagement in der Oralen Medizin besprochen. Die Orale Medizin steckt aus wissenschaftlicher Sicht noch in den Kinderschuhen. Viel Grundlagenforschung und klinische Studien müssen noch betrieben werden. Die Komplexität der Zusammenhänge macht es schwierig, geeignete und praktikable Konzepte dafür zu finden. Einfacher durchzuführen sind dagegen Praxisstudien: Bei jedem Patienten kann der behandelnde Zahnarzt im Behandlungsverlauf abfragen, ob und in welchem Maße sich die Lebensqualität des Patienten verbessert hat. Am Beispiel der Kraniofazialen Orthopädie wird in fünf Schritten dargelegt, wie

ein solches Konzept des Qualitätsmanagements erarbeitet und in die Praxis eingeführt werden kann.

Der Anhang des Buches umfasst ein Abkürzungsverzeichnis, den Abbildungsnachweis und ein ausführliches Stichwortverzeichnis.

Dieses Buch soll Wissen und Fähigkeiten vermitteln, die einen Zahnmediziner wieder mehr zum Mediziner machen. Es soll helfen, die Trennung von Zahnmedizin und Medizin zu überwinden und die Zahnmedizin wieder mitten im Kreis der medizinischen Teildisziplinen zu platzieren. Durch die Orale Medizin wird die Zahnmedizin (wieder) zur Zahn-Medizin – und der Zahnarzt wird zum Zahn-Arzt. Er wird zum Oralmediziner.

Erich Wühr  
Bad Kötzing,  
im Sommer 2013

Wolfgang H. Koch  
Herne, im Sommer 2013

# 2 Anatomisch-strukturelle und neuroanatomische Grundlagen

*Erich Wühr*

<b>2.1 Anatomisch-strukturelle Vernetzungen des Mundraums</b>	<b>18</b>
2.1.1 Anatomisch-strukturelle Vernetzung im Faszien-system	18
2.1.2 Histologie und Funktion des Bindegewebes	21
<b>2.2 Neuroanatomische Vernetzung des Mundraums</b>	<b>23</b>
2.2.1 Funktionen des Nervus trigeminus	23
2.2.2 Vernetzung der sensiblen Kerne des Nervus trigeminus	24
<b>2.3 Gleichgewichtsregulation und Körperhaltung</b>	<b>26</b>
2.3.1 Gleichgewichtsregulation als Funktion des Posturalen Systems	26
2.3.2 Reflexapparat	27
2.3.3 Kortikale und subkortikale Zentren	27
2.3.4 Nervus trigeminus	28
2.3.5 Kleinhirnsystem	28
2.3.6 Emotionaler Anteil der Psyche	28
<b>2.4 Ätiologie und Pathogenese von Körperfehlhaltungen und Beweglichkeitseinschränkungen</b>	<b>29</b>
2.4.1 Iritierende und belastende Lebensbedingungen	29
2.4.2 Pathohistologie des Bindegewebes	31
2.4.3 Klinische Manifestationen im Faszien-system als Körperfehlhaltung und Beweglichkeitseinschränkung	32
<b>2.5 Praktische Konsequenzen für die Orale Medizin</b>	<b>33</b>



Die Orale Medizin geht über die lokale Perspektive der Zahnmedizin hinaus. Die Notwendigkeit für einen erweiterten Blickwinkel ergibt sich aus den intensiven Vernetzungen des Mundraums mit anderen Teilsyste-

men des biologischen Systems Mensch (► Kap. 1.1). In diesem Kapitel werden die anatomisch-strukturellen und neuroanatomischen Vernetzungen des Mundraums beschrieben.

## 2.1 Anatomisch-strukturelle Vernetzungen des Mundraums

Die anatomisch-strukturellen Vernetzungen des Mundraums betreffen das Selbstregulationssystem Bindegewebe – und zwar auf einer strukturell-mechanischen Ebene. Die Bedeutung des Selbstregulationssystems Bindegewebe auf biochemischer Ebene ebenso wie bei immunologischen Prozessen werden in Kapitel 3 beschrieben.

### 2.1.1 Anatomisch-strukturelle Vernetzung im Faszien-system

Der Mundraum ist mit dem Faszien-system im Sinne eines ubiquitären Bindegewebsorgans (► Kap. 1.2.2) vernetzt. Histologisch lassen sich verschiedene Arten von Bindegewebe unterscheiden:

- Lockeres faseriges Bindegewebe: Dies ist das interstitielle Bindegewebe zwischen den und um die parenchymatösen Zellen.
- Straffes faseriges Bindegewebe: Dieses Bindegewebe bildet u.a. das Parodontium, die Ligamente, das Periost und die Faszien von Haut, Muskeln und inneren Organen sowie die meisten bindegewebigen Gelenke (Syndesmosen) zwischen den Schädelknochen (Suturen).
- Knorpelgewebe: Dieses Bindegewebe findet sich in Knochen (Gelenkköpfe) und in Gelenken (Gelenkpfannen, Disci und Menisci) sowie in der *Sutura sphe-no occipitalis*.
- Knochengewebe: Dieses Gewebe ist das härteste Bindegewebe und bildet das Stützgerüst des muskuloskelettalen Systems.

#### Die Hautfaszie als oberflächlichste Faszien-schicht

Die oberflächlichste Schicht des Bindegewebssystems bildet die Hautfaszie (subkutanes Bindegewebe). In diesem Bindegewebe verlaufen die versorgenden und entsorgenden Blutgefäße der Haut. In der Hautfaszie verlaufen und enden außerdem die peripheren Nerven mit ihren sensorischen Endorganen. Sie machen die Haut zum Sinnesorgan und vermitteln den Tastsinn sowie Temperatur- und Schmerzempfinden. Mit Ausnahme des Gesichts überspannt die Hautfaszie den ganzen Körper und ist gegenüber darunter liegenden Strukturen beweglich (Van den Berg 1999, De Morree 2001).

#### Muskuloskelettales Faszien-system

Unter der Hautfaszie liegt das muskuloskeletta-le System. Jede Muskelzelle ist von interstitiellem Bindegewebe umgeben. Mehrere Muskelzellen sind wiederum durch eine bindegewebige Membran zu einer Muskelfaser gebündelt. Mehrere Muskelfasern werden von einer bindegewebigen Hülle zu Muskelfaserbündeln zusammengefasst. Und schließlich wird der ganze Muskel von dem bindegewebigen Muskelbeutel umgeben. Wie in der Haut verlaufen und enden auch im Muskel alle Blutgefäße und Nerven in den bindegewebigen Strukturen, die die Muskelzellen versorgen und entsorgen. Auch die Propriozeptoren und Nozi-zeptoren der Muskeln liegen in diesem Bindegewebe (Pischinger und Heine 1983, 2009, Barral und Mer-cier 2001).

Nach zentral und peripher werden alle bindegewe-bigen Muskelhüllen zu Muskelsehnen. Die Muskelseh-

nen gehen in das Periost von Knochen, in Gelenkknorpel oder in Gelenkkapseln über. Auch diese Gewebe sind Bindegewebe.

### Vernetzung des Kraniomandibulären Systems mit dem muskuloskelettalen Faszien-system

Kranial ist das muskuloskelettale Faszien-system an der Schädelbasis (Okziput, Temporalia, Sphenoid) und am Unterkiefer aufgehängt. In der Oralen Medizin ist die Aufhängung am Unterkiefer besonders wichtig, da die räumliche Lage des Unterkiefers wesentlich von den Spannungsverhältnissen des muskuloskelettalen Faszien-systems abhängt. Diese Zusammenhänge müssen bei der Befunderhebung (► Kap. 7) ebenso berücksichtigt werden wie bei der Therapie mit einer Aufbiss-schiene (► Kap. 10.6.8).

### Interstitielles Bindegewebe

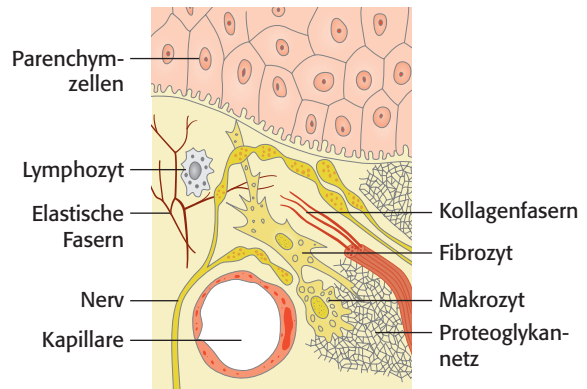
Im Bereich der inneren Organe sind alle Parenchym-zellen von interstitiellem Bindegewebe umgeben, das hauptsächlich aus Gewebsflüssigkeit (Lymphe), fa-serigen Bestandteilen (elastische und kollagene Bindegewebsfasern), zellulären Bestandteilen (Fibrozyten und Makrozyten) und aus einem Netzwerk von Makromolekülen (Proteoglykane und Glykosamine) be-steht (► Abb. 2.1).

Nirgendwo im Körper haben Endstrombahnen des Blutgefäßsystems und Nervenendigungen direkten Kontakt zu parenchymatösen Geweben. Überall enden Blutgefäße und Nerven im vorgeschalteten interstitiellen Bindegewebe. Der gesamte Stoff- und Informati-onsfluss zur Zelle hin und von der Zelle weg muss das interstitielle Bindegewebe passieren. Die Makromole-küle des interstitiellen Bindegewebes bilden ein dreidi-mensionales Netzwerk, das wie ein Transport- und Fil-ter-system funktioniert: Schadstoffe werden im interstitiellen Bindegewebe „herausgefiltert“ und la-gern sich dort ab.

### Grundregulationssystem nach Pischinger

Das interstitielle Bindegewebe ist auch der Ort für unspezifische Immunreaktionen auf Fremdstoffe oder Keime (Makrozytolysen). Erst nach diesen unspezifischen Abwehrreaktionen wird das spezi-fische Immunsystem aktiv. Das interstitielle Bindegewebe ist phylogenetisch die älteste Form eines Immun- und Regulationssystems. Pischinger und Heine bezeichnen dieses Regulationssystem deshalb

Erich Wühr, Wolfgang H. Koch - Lehrbuch der Oralen Medizin



**Abb. 2.1** Schematische Darstellung des interstitiellen Bindegewebes (Grundregulationssystem nach Pischinger) (nach Van den Berg 1999)

als Grundregulationssystem (Pischinger und Heine 1983, 2009<sup>11</sup>).

Das interstitielle Bindegewebe ist außerdem die Endstrecke der psychoemotionalen Stressreaktion. Bei Stress werden Makrozyten durch nervale Impulse und Botenstoffe dazu veranlasst, Entzündungsmediatoren (Zytokine) auszuschütten. Fibrozyten bilden v.a. um die nozizeptiven Nervenendigungen herum vermehrt kollagene Fasern. Diese „Kollagenmanschetten“ erregen die Nerven und führen zu Schmerz-sensationen. In der Oralen Medizin sind diese Zusammenhänge besonders wichtig, weil psychoemotionaler Stress über das Kraniomandibuläre System abregiert wird. In Kapitel 10 wird dargelegt, warum das Kraniomandibuläre System eher ein Stress-Verarbeitungsorgan als ein Kauorgan ist.

### Viszerales Faszien-system

Die parenchymatösen Zellgruppen innerer Organe und ihr interstitielles Bindegewebe werden durch bindegewebige Hüllen zusammengefasst. Wie bei den Muskeln verlaufen in diesen Organfaszien die Blutgefäße für die Versorgung und Entsorgung der parenchymatösen Gewebe sowie die versorgenden peripheren Nerven. Ebenfalls wie bei den Muskeln sind innere Organe von einer äußeren bindegewebigen Hülle umgeben. Diese „Organbeutel“ dienen als Befestigung der Organe an Wirbelsäule, Brustkorb, Zwerchfell, Bauch- und Rumpfwand sowie am Becken und Beckenboden (► Abb. 2.2) (Myers 20010, Schwind 2009, Kahle et al. 1991).

Die Leber wird beispielsweise durch bindegewebige Septen in mehrere Leberlappen eingeteilt. Die äußere

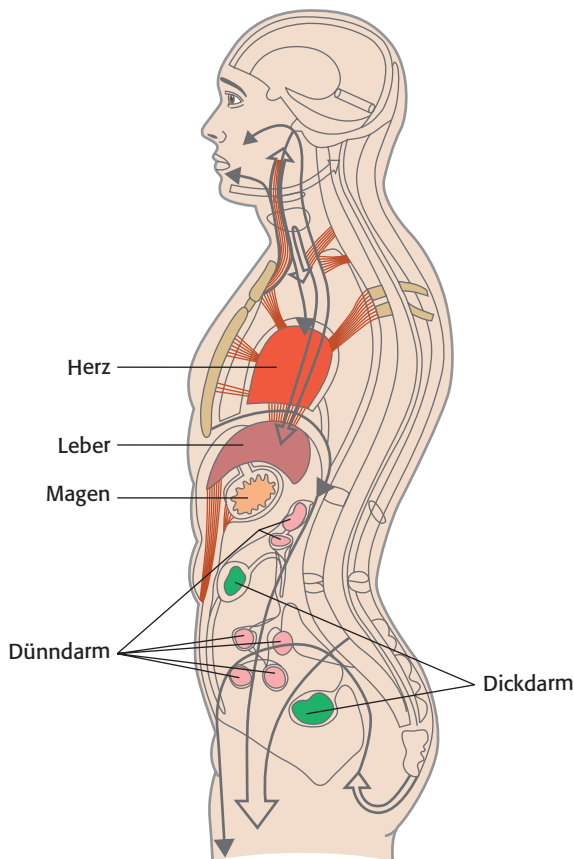


Abb. 2.2 Schematische Darstellung des viszeralen Faszien-systems

Leberhülle ist über das *Ligamentum coronarium* und die *Ligamenta triangulare dextrum* und *sinistrum* am Zwerchfell aufgehängt und über das *Ligamentum falcis*

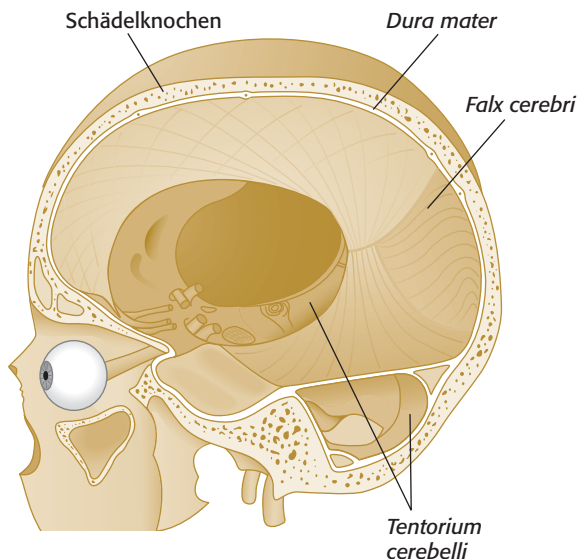


Abb. 2.3 *Falx cerebri* und *Tentorium cerebelli*  
Erich Wühr, Wolfgang H. Koch - Lehrbuch der Oralen Medizin

forme an der ventralen Bauchwand befestigt. Auch untereinander stehen die Organe über Faszien miteinander in Verbindung, z.B. Leber und Magen über das *Omentum minus*.

Die Übergänge in andere Organfaszien, in Muskelfaszien oder in das Periost von Knochen verlaufen kontinuierlich und ohne erkennbare Demarkation. Zum Beispiel ist das Perikard über die ganze Fläche des Sternums mit dessen Periost verbunden. Auch sein kaudaler Übergang in die Faszie des Zwerchfells ist fließend und kontinuierlich. Man kann nicht erkennen, wo genau das Perikard aufhört und das Zwerchfell beginnt. Dorsal ist das Perikard am Periost der Wirbelsäule befestigt. Diese fasziale Aufhängung ist nicht nur im Bereich der Brustwirbelsäule zu finden, sondern bis hinauf zum zweiten Halswirbel.

### Die formgebende Bedeutung des viszeralen Faszien-systems für Schädelbasis und Gesicht

Kranial ist das viszerale Faszien-system am *Tuberculum pharyngeale* der *Pars basilaris* des Okziputs aufgehängt. Dieser Zusammenhang lässt Rückschlüsse auf die Bedeutung von Form und Funktion des viszeralen Faszien-systems (v.a. bei der Atmung) für die Morphogenese der Schädelbasis zu. Dies ist wiederum für die Systemische Kieferorthopädie von Bedeutung: Ob sich bei Kindern der Gesichtsschädel mesiofazial (neutraler Wachstumstyp), brachyfazial (horizontaler Wachstumstyp) oder dolichofazial (vertikaler Wachstumstyp) entwickelt, hängt wohl entscheidend von Form und Funktion des viszeralen Faszien-systems ab (► Kap. 12.4.7).

### Faszien-schichten

Aus anatomischer Sicht treten muskuloskeletale und viszerale Faszien an vielen Körperstellen miteinander in Verbindung. In der Osteopathie werden unterschiedliche Faszien-schichten differenziert (Heine 2006):

- oberflächliche Faszien-schicht: muskuloskelettales Faszien-system mit der Hautfaszie (s.o.),
- mittlere Faszien-schicht: viszerale Faszien-system (s.o.),
- tiefe Faszien-schicht: durales Faszien-system im Schädel und im Rückenmarkkanal der Wirbelsäule.

### Durales Faszien-system

Die *Dura mater* ist eine Duplikatur der Schädelknochen und der Wirbel. Sie haftet an den Innenflächen

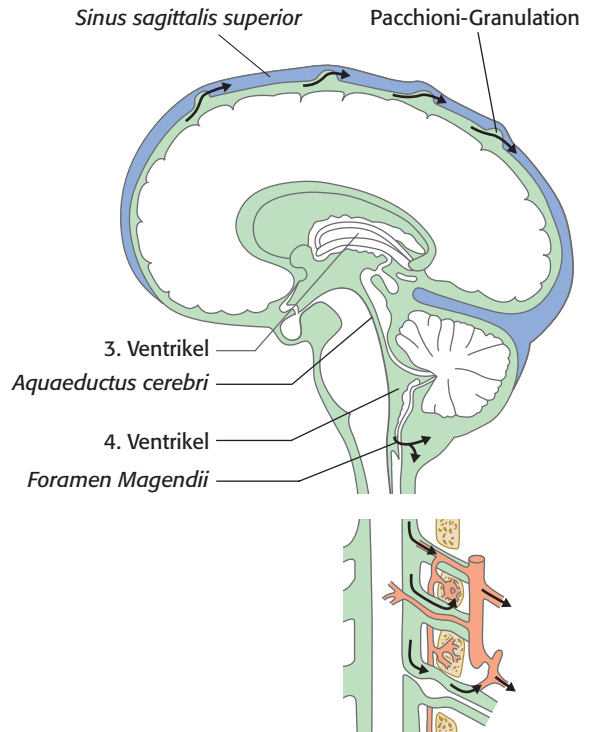
der Schädelknochen und bildet das innere Periost der Schädelknochen. Gleichzeitig ist sie die äußere Hülle des Gehirns. Durch Einstülpungen entstehen die *Falx cerebri* und das *Tentorium cerebelli* (► Abb. 2.3).

Ab dem *Foramen magnum* setzt sich die Dura nach kaudal bis zum Sakrum als „Duraschlauch“ fort und umhüllt das Rückenmark im Wirbelkanal. Außerdem begleitet sie jeden Spinalnerven zwei bis drei Zentimeter nach seinem Durchtritt durch das *Foramen vertebrale*. Zwischen Duraschlauch und jeder einzelnen Bandscheibe bestehen feine bindegewebige Faserverbindungen.

Fest angewachsen ist der Duraschlauch nur im Bereich des *Foramen magnum* und am Sakrum. Deshalb wird das durale Fasziensystem in der Osteopathie auch „kraniosakrales Fasziensystem“ genannt. Das durale Fasziensystem ist als tiefe Faszienschicht über den knöchernen Schädel und die Wirbelsäule mit der oberflächlichen und mittleren Faszienschicht verbunden. Wie bei der oberflächlichen und mittleren Faszienschicht verlaufen auch in dieser Schicht alle versorgenden und entsorgenden Blutgefäße und Nerven (Randoll und Hennig 2005).

Eine Besonderheit des duralen Fasziensystems besteht darin, dass das Nervengewebe des Gehirns und des Rückenmarks innen und außen von Gehirnflüssigkeit (*Liquor cerebrospinalis*) umspült wird (► Abb. 2.4). Würde man das Gehirn und das Rückenmark aus seiner Hülle herauslösen, bliebe das durale Fasziensystem mit Liquor gefüllt zurück. Der Liquor wird von den *Plexus choroidei* der Gehirnventrikel aus dem Blut gebildet (Blut-Hirn-Schranke). Vom vierten Ventrikel aus tritt der Liquor durch das *Foramen Luschkae* und das *Foramen Magendii* in den äußeren Liquorraum über und umspült Gehirn und Rückenmark. Im Bereich der Spinalnerven fließt er in interstitielles Bindegewebe ab. Außerdem wird er im venösen *Sinus sagittalis superior* ins Blut rückresorbiert. Das Liquorsystem ist kein Kreislaufsystem. Der Liquor wird an anderer Stelle gebildet als er rückresorbiert wird bzw. abfließt. Wir sprechen dabei von Liquorfluktuation: Das Liquorsystem ist kein zirkulierendes, sondern ein fluktuierendes System.

Die Einteilung des Fasziensystems in eine oberflächliche (dermale, muskuloskelettale), mittlere (viszerale) und tiefe (durale) Schicht (► Abb. 2.5) hat didaktische Gründe. Tatsächlich ist es ein einziges kontinuierliches, bindegewebiges System. Von Erich Wüehr, Wolfgang H. Koch - Lehrbuch der Oralen Medizin



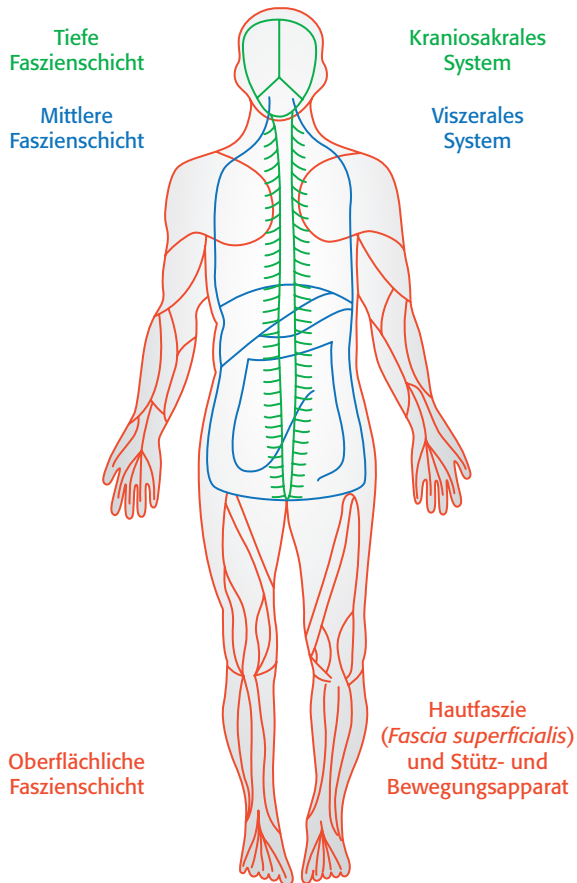
**Abb. 2.4** Das Liquorsystem: Liquor wird in den Seitenventrikeln gebildet, schützt das ZNS vor Stoß und Druck, fließt bei den Spinalnerven in interstitielles Bindegewebe ab und wird vom *Sinus sagittalis superior* rückresorbiert.

Bedeutung für die Orale Medizin ist die Tatsache, dass das Kranio-mandibuläre System integrierter Bestandteil dieses Systems ist.

## 2.1.2 Histologie und Funktion des Bindegewebes

Histologisch gesehen, besteht das Bindegewebsorgan aus einem Kontinuum von Bindegeweben verschiedener Dichtigkeit: lockeres faseriges Bindegewebe, straffes faseriges Bindegewebe sowie Knorpel- und Knochengewebe (► Kap. 2.1.1).

Das interstitielle, lockere faserige Bindegewebe ist im menschlichen Körper ubiquitär vorhanden. Alle parenchymatösen Gewebe „schwimmen“ im interstitiellen Bindegewebe und werden von ihm ver- und entsorgt. Es wird deshalb auch als Matrix (= Muttergewebe) bezeichnet (Heine 2006). Die Funktion der parenchymatösen Gewebe ist grundlegend von der Matrixfunktion abhängig. Nach Randoll „ist das Bindegewebe das Wasser, indem der Fisch Mensch schwimmt“ (Randoll und Hennig 2005). In gleichem Maß wie der Fisch von der Sauberkeit des Wassers abhängig ist, in dem er schwimmt, sind der Mensch und



**Abb. 2.5** Die Schichten und Funktionen des Faszienorgans (Bindegewebsorgan)

die Funktion seiner parenchymatösen Zellen abhängig von der „Sauberkeit“ und Funktionsfähigkeit seines Bindegewebes.

An seinen Grenzflächen wird das lockere Bindegewebe durch relative Vermehrung seiner Faseranteile kontinuierlich und ohne deutlich erkennbare Demarkation dichter und geht in straffes faseriges Bindegewebe über, das sich makroskopisch in Sehnen, Faszien (Haut-, Muskel- und Organfaszias sowie Dura), Gelenkkapseln, Ligamente und Periost einteilen lässt.

Bei weiterer Verdichtung des straffen faserigen Bindegewebes entstehen, histologisch gesehen, Knorpel bzw. Knochengewebe. Auch diese Übergänge verlaufen kontinuierlich und ohne deutlich erkennbare Demarkation.

Da das Bindegewebsorgan den gesamten Körper durchzieht und die Faszien ein wesentlicher Teil dieses Bindegewebsorgans sind, hat sich in der Osteopathie für das Bindegewebsorgan der Begriff „Faszienorgan“ eingebürgert.

## Funktionen des Bindegewebes (► Abb. 2.5)

- Sensorische Funktionen (Tast- und Temperaturempfinden, Propriozeption, Nozizeption).
- Ver- und Entsorgung parenchymatöser Gewebe.
- Unspezifische und spezifische Immunfunktionen.
- Hämo- und Neurodynamik.
- Stressreaktion.
- Halte- und Stützfunktion (Kraftübertragung).
- Aufnahme und Verteilung rhythmischer Kräfte.

### Sensorische Funktionen

Im Bindegewebe enden alle peripheren Nerven und liegen alle sensorischen Rezeptoren: Tastkörperchen, Temperaturezeptoren, Propriozeptoren, Nozizeptoren. Nozizeptiver Schmerz im Mundraum (z.B. Kaumuskel Schmerzen, Kiefergelenkschmerz oder Parodontalschmerz) entsteht aufgrund pathohistochemischer Prozesse im Bindegewebe der betreffenden Strukturen (► Kap. 4.3).

### Hämo- und Neurodynamik

Alle Blutgefäße und Nerven verlaufen und enden im Bindegewebe. Der gesamte Stoffaustausch parenchymatöser Gewebe findet über das Bindegewebe statt. Eine reguläre Zellfunktion ist daher nur möglich, wenn das Faszienorgan diese Funktion erfüllt. Da Nerven und Blutgefäße in den Faszien verlaufen, wirkt sich jegliche pathologische Verspannung oder Distorsion der Faszien störend auf Hämo- und Neurodynamik und damit auf die reguläre Funktion der Blut- und Nervenversorgung aus.

### Immunfunktion

Im Faszienorgan finden unspezifische und spezifische Immunreaktionen statt. Diese Funktionen sind gründlich erforscht und wurden ausführlich dargestellt (Pischinger und Heine 1983, 2009, Heine 2006). Die Immunfunktionen des Bindegewebsorgans werden in den Abschnitten über die immunologischen Grundlagen (► Kap. 3) und die chronischen Entzündungen im Mundraum (► Kap. 9) näher beschrieben.

### Stressreaktion

Im Bindegewebsorgan ist die physiologische Endstrecke der Stressreaktion lokalisiert. Psychoemotionaler Stress führt zur Ausschüttung von Zytokinen aus den Makrozyten im interstitiellen Bindegewebe (Arnetz

und Ekman 2006). Diese Funktion des Bindegewebsorgans kann bei nahezu allen Pathologien des Mundraums eine entscheidende oder mitwirkende Rolle spielen (► Kap. 6, ► Kap. 15.4).

### Stütz- und Bewegungsfunktion

Die kontraktile Elemente der Stütz- und Bewegungsmuskulatur entfalten ihre Kraft nicht in eine bestimmte Richtung. Erst durch die gleich ausgerichteten bindegewebigen Hüllen von Muskelzellen, Muskelfaserbündeln, Muskelbeutel und Sehnen erhält die kontraktile Kraftentfaltung eine Richtung. Die Kontraktionskraft des Muskels wird auf diese Weise auf Knochen und Gelenke übertragen. In dieses Netzwerk ist das Kranio-mandibuläre System intensiv eingebunden: Form und Funktion des Faszien-systems bestimmen Form und Funktion des Kranio-mandibulären Systems – und umgekehrt. Diese Zusammenhänge werden in den Kapiteln über die Kraniofaziale Orthopädie (► Kap. 10) und über die Systemische Kieferorthopädie (► Kap. 12) ausführlich beschrieben.

### Aufnahme und Verteilung von Kräften

Die kontraktile Kräfte, die im Körper entstehen, können rhythmisch oder episodisch sein. Rhythmische Kräfte entstehen z.B. bei der Atmung, beim Herzschlag, bei der Darmperistaltik, bei den Kontraktionen des *Ductus thoracicus* und bei der Liquorfluktuation. Episodische Kräfte entwickeln sich bei allen möglichen willkürlichen und unwillkürlichen Kontraktionen der Stütz- und Bewegungsmuskulatur und immer dann, wenn Kräfte von außen auf den Körper einwirken. Alle diese inneren und äußeren Kräfte könnten ab einer gewissen Intensität parenchymatöses Gewebe schädigen, wenn sie nicht zerstreut und abgeleitet würden. Dies geschieht über das Faszien-system, das als Puffer- und Kraftverteilungssystem wirkt. Die eingeleiteten Kräfte führen zu einer Eigenbeweglichkeit des Faszien-systems. Diese Faszienbewegung wird in der Osteopathie als „kraniosakraler Rhythmus“ oder „primäre Atmung“ bezeichnet (Sutherland 1939). Die Theorie hierzu wird ausführlich im Kapitel über die Kraniofaziale Orthopädie (► Kap. 10) erörtert.

## 2.2 Neuroanatomische Vernetzung des Mundraums

### 2.2.1 Funktionen des Nervus trigeminus

Der wichtigste Nerv im Mundraum ist der *Nervus trigeminus* (Hirnnerv V) (Rohen 1994), der zugleich der größte Hirnnerv ist (► Abb. 2.6). Der *Nervus trigeminus* leitet afferente Berührungs-, Druck-, Schmerz- und Temperaturempfindungen aus dem Gesichts- und Stirnbereich, den Schleimhäuten der Nase und des Mundes, den Zähnen und Parodontien, dem harten Gaumen, dem Kiefergelenk und der harten Hirnhaut (Dura). Seine propriozeptiven Afferenzen kommen aus den Kaumuskeln: *M. masseter*, *M. temporalis*, *M. pterygoideus lateralis* und *medialis*. Diese Muskeln steuert er auch somato-efferent. Viszeral-efferent innerviert der *N. trigeminus* die Kaumuskulatur, den *M. tensor veli palatini*, den *M. tensor tympani*, den *M. mylohyoideus* und den *M. digastricus venter anterior*.

Die afferenten Nervenzellen sind pseudounipolare Zellen, deren Zellkörper im *Ganglion trigeminale* lokalisiert sind. Dieses liegt innerhalb der Schädelbasis auf der Vorderfläche der *Pars petrosa* (Felsenbeinpyramide) des *Os temporale*. Vom *Ganglion trigeminale* gehen die drei großen Nervenäste des *N. trigeminus* aus: *N. ophthalmicus*, *N. maxillaris* und *N. mandibularis*.

- *N. ophthalmicus* (N. V<sub>1</sub>): Kranialer Ast des *N. trigeminus*, der durch die *Fissura orbitalis superior* in die Augenhöhle tritt. Dort verzweigt er sich in einen rückläufigen Ast, der die Dura der vorderen Schädelgrube sensibel versorgt, und in einen Ast, der das Auge und nach seinem Austritt aus der Orbita durch das *Foramen supraorbitale* die Haut von Nase und Stirn versorgt.
- *N. maxillaris* (N. V<sub>2</sub>): mittlerer Ast des *N. trigeminus*.
  - Ein rückläufiger Ast des *N. maxillaris* versorgt als *N. meningeus medius* die Dura der vorderen und mittleren Schädelgrube. Er durchdringt die Schädelbasis über das *Foramen rotundum* und tritt in die *Fossa pterygopalatina* ein.
  - Ein Nebenast läuft nach kaudal und versorgt nach Durchtritt durch die *Foramina palatina major* und *minus* sensibel den Gaumen.
  - Der Hauptstamm des *N. maxillaris* verläuft weiter durch die *Fissura orbitalis inferior* und die Orbita. Hier zweigen die Alveolaräste ab, die den Oberkiefer (Gingiva, Zähne und deren Parodontien) versorgen. Der Hauptstamm durchtritt das

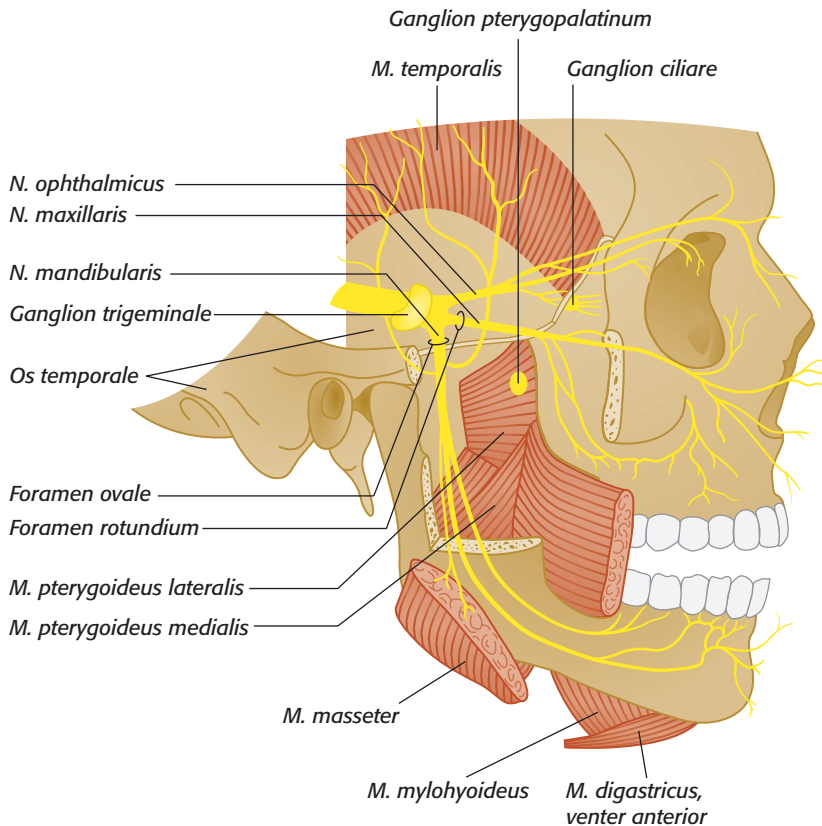


Abb. 2.6 Nervus trigeminus

Foramen infraorbitale und versorgt als *N. infraorbitalis* das Unterlid, den Nasenflügel und die Oberlippe sowie die Front-, Eck- und Seitenzähne.

- *N. mandibularis* (N. V<sub>3</sub>): Kaudaler Ast des *N. trigeminus*, der die Schädelbasis durch das *Foramen ovale* durchtritt. Vorher gibt er einen rückläufigen Ast zur Versorgung der Dura der mittleren Schädelgrube ab. Dieser Ast befördert als einziger Ast des *N. trigeminus* die motorischen Efferenzen zur Steuerung der Kaumuskulatur.

Zu jedem Trigeminasast gehören ein bzw. zwei vegetative Ganglien: *Ggl. ciliare* (N. V<sub>1</sub>), *Ggl. pterygopalatinum* (N. V<sub>2</sub>) sowie *Ggl. oticum* und *Ggl. submandibulare* (N. V<sub>3</sub>). In diesen Ganglien werden die parasympathischen Nervenzellen weitergeschaltet. Die sensiblen Afferenzen bzw. Äste des *N. mandibularis* versorgen ebenfalls die Kaumuskulatur, das Kiefergelenk, die Mundschleimhaut und den Unterkiefer (Gingiva, Zähnen und deren Parodontien) sowie die Haut von Unterlippe und Kinn.

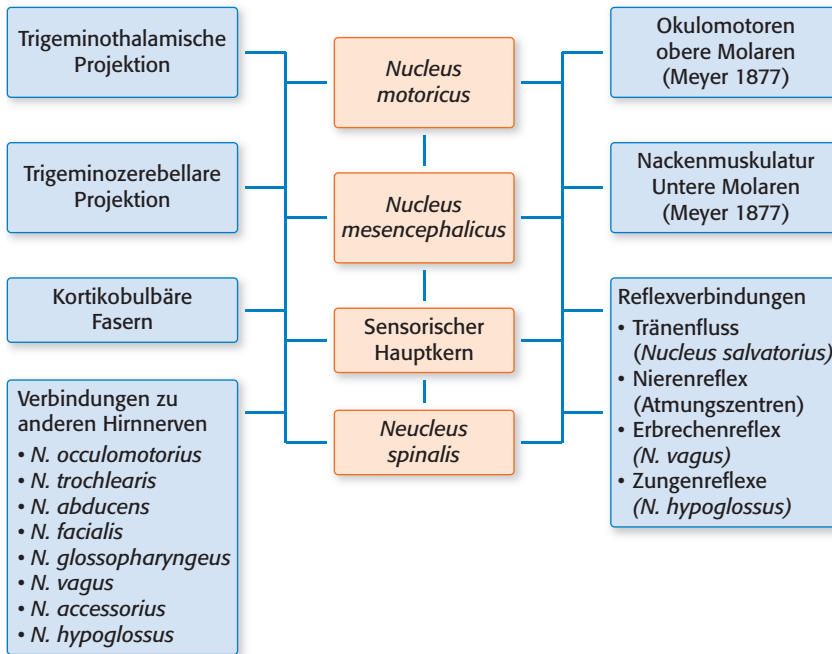
Die anatomischen Verläufe der Äste des *N. trigeminus* sind in der Kraniofazialen Orthopädie (► Kap. 10)

und in der Schmerz Zahnmedizin (► Kap. 14) von Bedeutung. Die hohen Kräfte, die beim Bruxismus auftreten, können das Nervengewebe an seinen Durchtrittsstellen durch die Schädelbasis und in seinem peripheren Verlauf mechanisch stark belasten und schädigen (► Kap. 10.4.2). Dies kann beispielsweise eine Trigemineuralgie auslösen.

### 2.2.2 Vernetzung der sensiblen Kerne des Nervus trigeminus

Die zentralen Fortsätze der pseudounipolaren Nervenzellen des *Ggl. trigeminale* enden in den drei sensiblen Kernen des *N. trigeminus*: *Nucleus mesencephalicus*, *Nucleus principalis* und *Nucleus spinalis*. Diese Kerngebiete des *N. trigeminus* reichen vom Mittelhirn bis auf Höhe des zweiten Zervikalsegments des Rückenmarks und sind damit die größten Kerngebiete aller Hirnnerven. Die große Ausdehnung der afferenten Kerne des *N. trigeminus* spiegelt die sensorische Bedeutung seines Versorgungsgebiets wider. Sein motorischer Kern ist dagegen vergleichsweise klein, da er nur vier Muskeln versorgt (► Kap. 2.2.1).

Für die Orale Medizin sind die weiteren zentralen Vernetzungen der Kerne des *N. trigeminus* wichtig, die



**Abb. 2.7** Schematische Darstellung der Vernetzungen der Kerne des *N. trigeminus* (nach Parent 1996)

den Mundraum mit anderen Körpersystemen verbinden. Abbildung 2.7 zeigt die Vernetzung der Trigeminuskern mit anderen Gehirnzentren. Zunächst fällt die Projektion der sensiblen Kerne des *N. trigeminus* in der Großhirnrinde über die trigeminothalamischen Projektionen und die kortikobulbären Fasern auf. In die Präzentralregion des Kortex werden alle sensiblen Afferenzen des Körpers zur bewussten Wahrnehmung und der entsprechenden funktionellen Steuerung projiziert. Dabei fällt auf, dass die Handregion und die Mund-Gesichtsregion gegenüber anderen Körperregionen überrepräsentiert sind. Die Mundraumfunktionen haben für das biologische System Mensch existenzielle und damit grundlegende Bedeutung. Denken wir nur an die Aufnahme von Nahrung, ohne die wir nicht überleben könnten, oder an die Bedeutung der Sprache, ohne die das soziale Zusammenleben und Überleben nur schwer zu bewerkstelligen ist.

Die Kerne des *N. trigeminus* haben Verbindungen zu allen Hirnnerven mit Ausnahme der sensorischen Hirnnerven (*N. olfactorius*, *N. opticus*, *N. vestibulocochlearis*). Von besonderer Bedeutung v.a. für die Kraniofaziale Orthopädie sind die Verschaltungen zu den Augenmuskelnerven (*N. oculomotorius*, *N. trochlearis* und *N. abducens*), zum *N. accessorius*, der den *M. trapezius* und den *M. sternocleidomastoideus* innerviert, sowie zu den Spinalnerven der oberen Zervikalsegmente, die die Subokzipital- und Nackenmuskulatur versorgen. Diese neuroanatomischen Verbindungen

sind der Grund dafür, dass der Tonus der Kaumuskulatur, der Tonus der Augenmuskulatur und der Tonus der Nackenmuskulatur stark voneinander abhängen. Die klinische Bedeutung dieser Zusammenhänge sind Thema des Kapitels über die Kraniofaziale Orthopädie (► Kap. 10).

Es sollen sogar direkte neuroanatomische Vernetzungen zwischen den Afferenzen aus den Parodontien der Oberkiefermolaren und den Augenmuskelnkernen sowie zwischen den Afferenzen aus den Parodontien der Unterkiefermolaren und den Nackenmuskelnkernen bestehen. Impulse aus den afferenten Trigeminuskernen sind außerdem an unterschiedlichen Reflexen beteiligt wie Tränenfluss, Speichelfluss, Niesreflex, Würg- und Erbrechenreflex (*N. vagus*) und Zungenreflexe (*N. hypoglossus*).

Die intensiven Vernetzungen der Trigeminuskern mit anderen Nervenzentren legen den Schluss nahe, dass durch die Vernetzungen die Funktionen des motorischen Trigeminuskerns und damit der Tonus und die Funktionen der Kaumuskulatur beeinflusst werden. Da die räumliche Lage des Unterkiefers wesentlich vom Tonus und von der Funktion der Kaumuskulatur bestimmt wird, müssen bei ihrer Beurteilung und Registrierung diese neuroanatomischen Vernetzungen und Einflüsse auf den *N. trigeminus* berücksichtigt werden. Die neuroanatomische Vernetzung des motorischen Kerns des *N. trigeminus* erklärt außerdem das Phänomen des Bruxismus: Über kortikobulbäre und



retikuläre Verbindungen werden bei psychoemotionalem Stress der motorische Kern des *N. trigeminus* und damit die Kaumuskulatur aktiviert, was zu Knirschen und Pressen mit den Zähnen führt (► Kap. 10.4.2). Diese Bewegungsprogramme dienen v.a. dem nächtlichen Abreagieren und der Verarbeitung gefühlsbetonter Erlebnisse beim Träumen und können als Psychohygiene verstanden werden.

Von besonderer Bedeutung für die Orale Medizin sind die Vernetzungen der Trigeminuskern mit dem Kleinhirn über die trigeminozerebellaren Projektionen.

Über diese Projektionen ist der Einfluss der Afferenzen aus dem Trigeminogebiet auf die Gleichgewichtsregulation und damit auf die Körperhaltung zu erklären. In der Kraniofazialen Orthopädie werden Formstörungen des Kraniomandibulären Systems als Körperfehlhaltungen aufgefasst, die ätiologisch mit Körperfehlhaltungen außerhalb des Mundraums eng zusammenhängen (► Kap. 2.4). Im Folgenden werden deshalb Gleichgewichtsregulation und Körperhaltung ausführlicher beschrieben.

## 2.3 Gleichgewichtsregulation und Körperhaltung

Aus osteopathischer Sicht ist die Körperhaltung eine Funktion des Faszien-systems. Aus systemischer Sicht ist sie Ergebnis und Ausdruck einer lebenslangen Morphogenese des Faszien-systems aufgrund von Regulation, Adaptation und Kompensation von Einflussfaktoren, die von innen oder in Form von Umwelteinflüssen unter genetisch determinierten Rahmenbedingungen andauernd auf das biologische System Mensch einwirken (► Kap. 1.3.3). Eine besondere Rolle spielt dabei die Regulation der räumlichen Lage des Körpers unter dem ständigen Einfluss der Erdschwerkraft als physikalischer Umweltfaktor (Gleichgewichtsregulation). Das Gleichgewicht ist die Basis jeglicher Körperbewegung. Nur im Gleichgewicht können bewusste und unbewusste Körperbewegungen angemessen, effektiv und effizient erfolgen.

### 2.3.1 Gleichgewichtsregulation als Funktion des Posturalen Systems

Die Gleichgewichtsregulation ist ein komplexer Steuerungs- und Regelungsprozess und als biokybernetischer Regelkreis zu verstehen, an dem neben dem Faszien-system (► Kap. 2.1) bestimmte Sinnessysteme und neurale Zentren beteiligt sind. Diese Teilsysteme lassen sich unter dem Begriff „Posturales System“ (postural: die Körperhaltung betreffend) zusammenfassen. Die Körperhaltung ist eine Funktion des Posturalen Systems und das sichtbare Ergebnis der Gleichgewichtsregulation.

Aus Sicht der funktionellen Neuroanatomie werden drei Elementarbereiche des Nervensystems unterschieden: sensorische, sensomotorische und vegetative Systeme. Die sensomotorischen Systeme werden wieder-

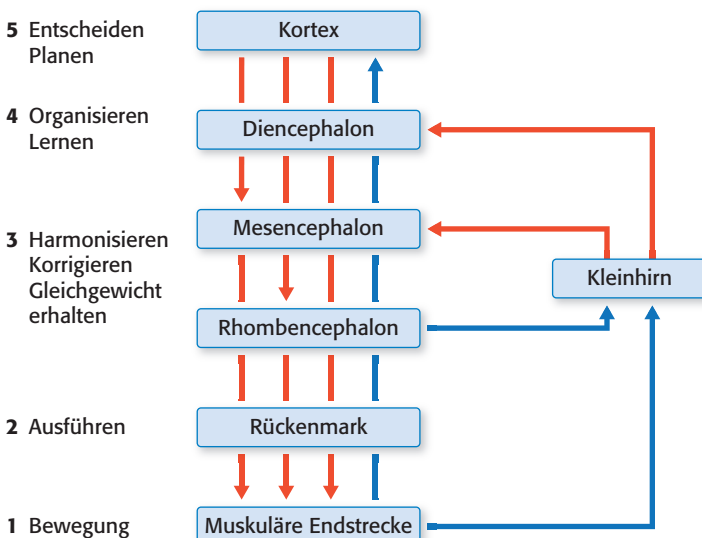


Abb. 2.8 Funktionelle Gliederung der großen sensomotorischen Systeme

rum in fünf funktionelle Teilsysteme aufgeteilt (► Abb. 2.8):

- basales sensomotorisches System (Eigenreflexapparat [1]),
- Schaltsysteme des Rückenmarks (Fremdreflexapparat [2]),
- Gleichgewichtssystem und motorische Kerne des Hirnstamms in Verbindung mit dem Kleinhirn (3),
- subkortikale Funktionssysteme (Basalganglien, Thalamus etc. [4]),
- Großhirnrinde (somatomotorischer und somatosensorischer Kortex, Assoziationskortex [5]).

Nach Rohen (2001) ist das Nervensystem als Ganzheit zu verstehen, und alle systematischen und didaktischen Untergliederungen sind dementsprechend als willkürliche Grenzziehungen einzustufen.

Das konstruktive Bauelement des sensomotorischen Systems ist der geschlossene Nervenleitungsbogen von der Muskulatur zu den neuralen Zentren in Rückenmark und Gehirn und wieder zurück zur Muskulatur. Auf der Basis dieses Bauprinzips ist der Mensch in der Lage, einfache reflektorische Bewegungen, gezielte Einzelbewegungen, Bewegungen zur Gleichgewichtsregulation bis hin zu komplexen willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungsprogrammen auszuführen. All diese Möglichkeiten zusammen bilden die Vielfalt menschlichen Verhaltens.

## 2.3.2 Reflexapparat

### Eigenreflexapparat

Das grundlegende System der Sensomotorik ist der Eigenreflexapparat. Jeder Muskel wird von einem Hirnnerv oder vom Spinalnerv eines Rückenmarksegments afferent und efferent versorgt. Afferenzen und Efferenzen sind im Hirnstamm oder im Rückenmark direkt miteinander verschaltet. Fasziale Rezeptoren (Muskel- und Sehnenspindeln) senden afferente Reize (z.B. Dehnungsreize) an das Rückenmark und bewirken dort unmittelbar efferente Steuerimpulse, wodurch die reflektorische Kontraktion des betroffenen Muskels ausgelöst wird (z.B. Patellarsehnenreflex). Länge und Spannung der Muskulatur werden durch die Muskel- und Sehnenspindeln der jeweiligen Situation automatisch angepasst. Das Längenkontrollsystem bezieht sich im Wesentlichen auf den eigenen Muskel, während das Spannungskontrollsystem meist mehrere Muskeln einbezieht.

Die Afferenzen des Eigenreflexapparats aus den Muskel- und Sehnenrezeptoren werden als Information über den Längen- und Spannungszustand des Muskels und der Faszien über die Hinterstrangbahnen an das Gehirn weitergeleitet. In der Gegenrichtung überträgt das Gehirn über die pyramidalen und extrapyramidalen Bahnen Steuerimpulse auf die Efferenzen des Eigenreflexapparats, der dadurch zur „gemeinsamen Endstrecke“ für alle übergeordneten sensomotorischen Systeme und Funktionen wird.

### Fremdreflexapparat

Auf der nächsthöheren Stufe ist das sensomotorische System als Fremdreflexapparat organisiert, mit Schutz- und Abwehrreflexen als einfachsten Bewegungsformen. Sie werden von faszialen Rezeptoren (Hautrezeptoren, Rezeptoren im Bindegewebe der inneren Organe, Rezeptoren des Periosts) außerhalb des Muskels ausgelöst, weshalb sie Fremdreflexe heißen. Die Übertragung der Impulse auf die Efferenzen des Eigenreflexapparats als gemeinsame Endstrecke geschieht im Rückenmark durch Schalt- und Assoziationszellen. Dabei können auch die kontralateralen Efferenzen sowie die Efferenzen benachbarter Rückenmarksegmente aktiviert werden. Die Aktivität des Fremdreflexapparats führt zu sinnvollen Bewegungskombinationen, um störende Umwelteinflüsse reflexartig zu bewältigen.

## 2.3.3 Kortikale und subkortikale Zentren

Die Afferenzen des Fremdreflexapparats (► Kap. 2.3.2) werden über die Hinterstrangbahnen und die Vorderseitenstrangbahnen an übergeordnete Gehirnzentren weitergeleitet. Die Afferenzen des Fremdreflexapparats und die Afferenzen aus Muskulatur und Sehnen sind die Basis für die bewusste Wahrnehmung von Druck, Temperatur und Schmerz (Oberflächensensibilität) sowie für Körpergefühl, Muskeltonus und Gelenkstellungen (Tiefensensibilität). Diese Informationen kommen im *Gyrus postcentralis* der Großhirnrinde an und bilden die Grundlage für komplexe, bewusst intendierte oder automatisierte Bewegungsprogramme. Diese Programme entstehen in der Großhirnrinde bzw. in den subkortikalen Kernen und greifen über die pyramidalen bzw. extrapyramidalen Bahnen auf die Efferenzen des Eigenreflexapparats als motorische Endstrecke (► Kap. 2.3.2) zurück. Dabei hat sich die hochdifferenzierte Willkürmotorik erst bei den höheren Primaten und beim Menschen ausgebildet. Bewusst

intendierte und geplante Bewegungsprogramme entstehen in den kortikalen Zentren des *Gyrus praecentralis*, die Funktionen des bewussten Denkens und Entscheidens im Assoziationskortex des Frontal- und des Parietallappens.

Die subkortikalen Zentren organisieren und automatisieren diese Programme. Organisieren bedeutet, dass die Bewegungsprogramme durch die subkortikalen Kerne mit der Körperhaltung und dem Gleichgewicht abgestimmt werden. Die Bewegungsprogramme werden so erlernt, dass sie schließlich automatisch und unbewusst ablaufen können. Direkte efferente Verbindungen zwischen den subkortikalen Kernen und dem Rückenmark existieren nicht. Sie greifen durch Rückkopplungsbahnen auf die Großhirnrinde und die Pyramidenbahn zu.

### 2.3.4 Nervus trigeminus

Kranial werden die Afferenzen aus der Peripherie durch Afferenzen des *N. trigeminus* vervollständigt, dessen sensibler Teil gewissermaßen die Summe der Afferenzen im Kopfbereich repräsentiert und damit die Funktionen eines „kranialen Spinalnervs“ erfüllt. Die sensiblen, propriozeptiven und motorischen Funktionen des *N. trigeminus* wurden bereits weiter oben detailliert dargestellt (► Kap. 2.2).

Komplexe kortikale Bewegungsprogramme mit dem motorischen Teil des *N. trigeminus* als motorische Endstrecke ermöglichen beim Menschen die Entwicklung von Sprache und Gesang. Automatisierte Bewegungsprogramme der subkortikalen Kerne in Kombination mit anderen motorischen Endstrecken machen die kraniomandibulären Funktionen des Atmens, Kauens, Schluckens sowie des parafunktionellen Knirschens und Pressens mit den Zähnen möglich.

Das Kraniomandibuläre System ist als Teil des Versorgungsgebiets des *N. trigeminus* ebenso Teil des Posturalen Systems (► Kap. 2.3.1) und gibt mittels der Rezeptoren von Mundschleimhaut, Zahnhalteapparat, Kaumuskelatur und Kiefergelenkkapseln wichtigen sensiblen und propriozeptiven Input über trigeminozerebellare Bahnen an das Kleinhirn, über den Thalamus an den Kortex und über kortikobulbäre Bahnen an die subkortikalen Zentren weiter. Außerdem dient der motorische Teil des *N. trigeminus* als motorische Endstrecke entsprechender Bewegungsprogramme beim Beißen, Kauen und Schlucken. Eine besondere Rolle spielt außerdem die parafunktionelle motorische Aktivität

des Kraniomandibulären Systems beim Knirschen und Pressen mit den Zähnen (Bruxismus) (► Kap. 2.2.2).

Die enge neurofunktionelle Einbindung des Kraniomandibulären Systems ist wahrscheinlich dadurch begründbar, dass dieses System entwicklungsgeschichtlich auch Beutefass- und Kampforgan war. Für eine effektive und effiziente Ausführung dieser Funktionen musste der Trigeminozerebellarbereich mit den Gleichgewichts- und Bewegungssystemen des ganzen Körper ausreichend koordiniert sein.

### 2.3.5 Kleinhirnsystem

Die Basis für die komplexen willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungsprogramme der kortikalen und subkortikalen Zentren bildet das Kleinhirnsystem als dritte Ebene der Sensomotorik. Es gleicht die Bewegungsprogramme der kortikalen und subkortikalen Zentren mit der gegenwärtigen Gleichgewichtssituation ab und glättet und harmonisiert die Bewegungen, sodass das Gleichgewicht erhalten bleibt. Dabei greift das Kleinhirnsystem nicht direkt auf die motorischen Endstrecken des Rückenmarks zu, sondern nimmt über den Thalamus Einfluss auf die Planungsebenen im Kortex und über die motorischen Kerne im Hirnstamm auf die motorischen Zentren im Rückenmark.

Afferente Information bekommt das Kleinhirnsystem vom Kortex über kortikopontozerebellare Bahnen, aus der Peripherie über spinozerebellare Bahnen, aus der Kopfelenkmuskulatur über die kuneozerebellare Bahnen, aus dem *N. trigeminus* über trigeminozerebellare Verbindungen und aus den Sinnesorganen Auge und Innenohr.

Das Kleinhirnsystem vermittelt demnach zwischen den beiden großen Polen des sensomotorischen Systems, dem willkürlichen Pol der kortikalen und subkortikalen Zentren und dem unwillkürlichen, reflektorischen Pol des Eigen- und Fremdrelexapparats. Diese Harmonisierungsfunktion des Kleinhirnsystems durch Regelung und Aufrechterhaltung des Gleichgewichts läuft unter der ständigen Einwirkung der Schwerkraft ab (Rohen 2001). Dies bedeutet, dass das Kleinhirnsystem die zentrale Stellung im Posturalen System einnimmt.

### 2.3.6 Emotionaler Anteil der Psyche

Ein offensichtlicher Beleg für den Einfluss des emotionalen Anteils der Psyche auf das Posturale System ist die Tatsache, dass die Gefühls- und Stimmungslage die

Körperbewegung und Körperhaltung maßgeblich mitbestimmen (► Kap. 6.2). Emotionen (lat.: emotus = hinausbewegt) entstehen im limbischen System (Archaeokortex), das sich im Laufe der Evolution vom olfaktorischen System abgespalten und weiterentwickelt hat. Äußere Sinnesreize und kortikal konstruierte innere Wahrnehmungen veranlassen das limbische System zur Aktivierung unbewusster Bewegungs- und Haltungsprogramme, die über die subkortikalen Kerne und über die motorischen Kerne im Hirnstamm ausgeführt werden. Zentrale Schaltstelle im limbischen System ist der Mandelkern (Amygdala), wo archetypische und triebhafte Bewegungsprogramme wie Kampf oder Flucht abgelegt sind (Bauer 2004). Sie lau-

fen automatisch ab, wenn sie durch innere und äußere Wahrnehmungen aktiviert werden. Auf diese unbewussten und triebgesteuerten Bewegungsprogramme kann allerdings vom Assoziationskortex des Frontallappens nur über eine synaptische Verbindung bewusst Einfluss genommen werden. Nur der Mensch hat diese Fähigkeit der bewussten Steuerung der Gefühls- und Stimmungslage, die als „emotionale Intelligenz“ bezeichnet wird (Goleman 1999). Emotionale Intelligenz setzt sich aus fünf Teilkompetenzen zusammen: die drei personalen Kompetenzen der Selbstwahrnehmung, Selbstregulierung und der Selbstmotivation und die zwei interpersonalen Kompetenzen der Empathie (Einfühlungsvermögen) und der Beziehungskompetenz.

## 2.4 Ätiologie und Pathogenese von Körperfehlhaltungen und Beweglichkeitseinschränkungen

### 2.4.1 Irritierende und belastende Lebensbedingungen

Unter irritierenden und belastenden Lebensbedingungen (► Kap. 1.3) entstehen Form- und Funktionsstörungen des Faszien-systems. Formstörungen werden im Posturalen System als Körperfehlhaltungen sicht-

bar, Funktionsstörungen als Einschränkungen der Beweglichkeit.

In der Praxis werden Irritationen und Belastungen in vier Kategorien eingeteilt: mechanische, (bio-)chemische, psychische und physikalische bzw. physiologische Belastungen. Tabelle 2.1 gibt (ohne Anspruch

**Tab. 2.1** Einteilung von Irritationen und Belastungen als Ursache für Körperfehlhaltungen und Beweglichkeitseinschränkungen

Mechanisch	Mechanische Dysfunktionen im Faszien-system
	Unfälle, Verletzungen und Operationen
	Habits, Fehlhaltungen, Parafunktionen
	Körperliche Überlastungen (Beruf und Sport)
	Körperliche Unterforderung
	Morphologische Veränderungen bzw. Degenerationen
	Narben, Ulzerationen, Wundheilungsstörungen
(Bio-)Chemisch	Umweltbelastungen
	Allergene
	Mangelzustände
	Ernährungsfehler
	Hormonelle Dysfunktionen
	Immunologische Dysfunktionen (v.a. Darm, chronische Entzündungen)
	Stoffwechselfunktionsstörungen
Psychisch	Dysfunktionen im Säure-Basen-Haushalt
	Psychoemotionale Störungen
	Psychosoziale Störungen
Physikalisch bzw. physiologisch	Psychomentale Störungen und Unterforderung
	Dysfunktionen im Zentralnervensystem (sensorisch, sensomotorisch, vegetativ)
	Dysfunktionen des peripheren Nervensystems
	Belastungen durch äußere physikalische Störfelder

auf Vollständigkeit) Anhaltspunkte zu möglichen Belastungen.

Ein biologisches System besitzt Selbstregulationssysteme, die Irritationen ausregulieren und Belastungen adaptieren und kompensieren können und die Ordnung im System wiederherstellen bzw. versuchen, die Ordnung trotz belastender Einwirkungen auf bestmögliche Weise aufrechtzuerhalten (► Kap. 1.3.3).

**Beispiel: okklusaler Fehlkontakt**

Wird durch eine Zahnfüllung ein überhöhter okklusaler Kontakt etabliert, ist dies eine mechanische Irritation der Funktion des Kraniomandibulären Systems (► Abb. 2.9). Die Okklusionsstörung wird unmittelbar neurophysiologisch registriert.

**Akute Irritation**

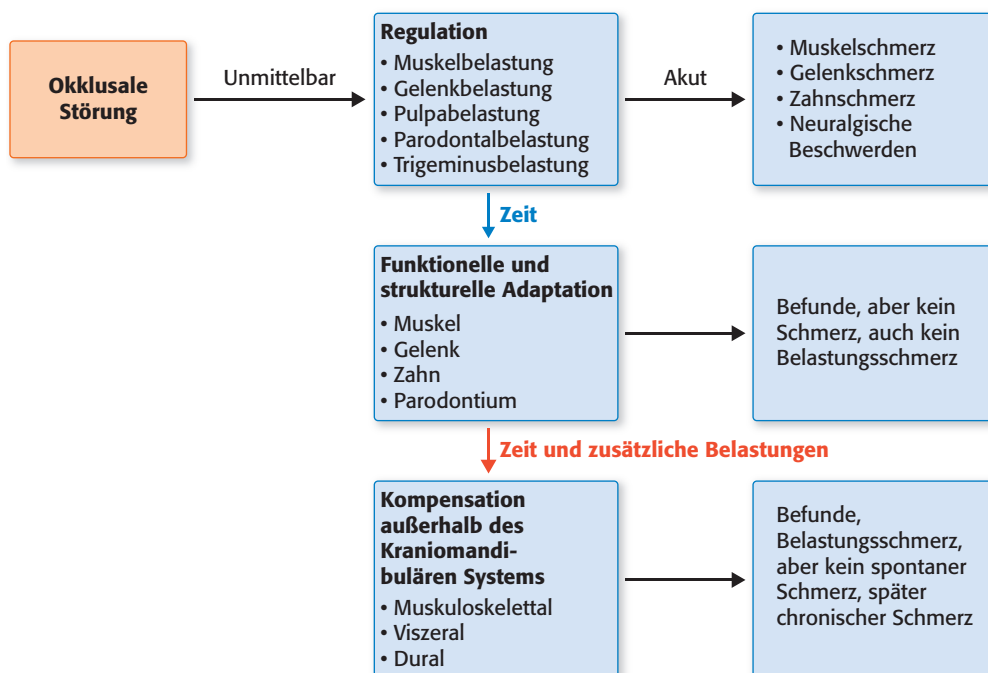
Regulative Prozesse werden in Gang gesetzt. Um den überhöhten Kontakt zu umgehen und/oder „wegzuknirschen“, wird die Muskulatur aktiviert. Diese regulativen Vorgänge können symptomlos und damit unbemerkt oder symptomatisch bzw. schmerzhaft ablaufen. Schmerzen der Kaumuskelatur und der Kiefergelenke können ebenso auftreten wie Zahnschmerzen, Schmerzen im Parodontium oder neuralgiforme Beschwerden. Diese akuten Symptome sind unmittelbare und lokale Reaktionen auf eine akut einwirkende Irritation. Diagnostik und Therapie erfolgen rein lokal

im betroffenen System, und die Therapie führt in der Regel schnell und sicher zu vollständiger Beschwerdefreiheit. Bei akuten Beschwerden im Kraniomandibulären System wird der Zahnarzt den okklusalen Fehlkontakt meist schnell entdecken und eliminieren. Diese Vorgehensweise entspricht dem Prinzip einer kausalen Therapie. Die Beschwerden klingen innerhalb kurzer Zeit nach Eliminierung der Ursache ab und treten nicht wieder auf.

**Chronische Belastung**

Wird der okklusale Fehlkontakt nicht entfernt und besteht als chronische Belastung weiter, kommt es im Laufe der Zeit zu lokalen funktionellen und strukturellen Adaptationen. Muskuläre Verspannungen werden von faszialen Umbauprozessen unterstützt. Im Kiefergelenk und im Zahnhalteapparat bzw. im Alveolarfortsatz kommt es zu Umbauvorgängen in Form einer Intrusion oder Kippung des betroffenen Zahns. Zahnhartsubstanz wird „weggeknirscht“. Das Resultat sind dauerhafte Befunde in der Muskulatur, in den Gelenken, im Zahnhalteapparat und an der Zahnhartsubstanz als Ausdruck adaptativer Vorgänge. Solche Befunde sind weder bei Belastung noch spontan schmerzhaft. Der akute Schmerz verschwindet aufgrund der Adaptation.

Bleibt die ursprüngliche okklusale Belastung weiter bestehen, wird die Anpassungsleistung des Kraniomandibulären Systems zunehmend beansprucht und



**Abb. 2.9** Regulationspathologie am Beispiel eines okklusalen Fehlkontakts

schließlich voll ausgeschöpft und überlastet, sodass es zu einer Kompensation kommt. Nachbarsysteme übernehmen kompensatorisch die Entlastung des ursprünglich betroffenen Systems. Für das Kraniomandibuläre System sind das die fasziellen Systeme des Schädels, des Halses, des Nackens und des Schultergürtels. Es entstehen muskuläre und artikuläre Befunde in den kompensierenden Teilsystemen. Im Gegensatz zu Adaptationsbefunden sind Kompensationsbefunde bei Belastung oder spontan schmerzhaft. Mit der Zeit werden auch diese Kompensationsleistungen überbeansprucht. Weitere Nachbarsysteme greifen kompensatorisch ein, sodass regelrechte Kompensationsketten entstehen.

### Regulation akuter Irritationen

Die Beschreibung der Belastung durch einen okklusalen Fehlkontakt gilt beispielhaft auch für alle anderen Irritationen (► Abb. 2.10): Eine akute Irritation bedeutet eine Störung der Ordnung im System, die dazu führt, dass die Selbstregulationssysteme aktiv werden und versuchen, die Irritation zu eliminieren und die Ordnung wiederherzustellen. Dies geschieht tausendfach in jeder Sekunde unseres Lebens, ohne dass wir etwas davon bemerken. Manche Irritationen bewirken jedoch derart intensive Regulationsvorgänge, dass die Symptome einer akuten Erkrankung entstehen. In diesem Fall ist in der Praxis eigentlich nichts zu tun, da wir der Regulation die Arbeit überlassen können. Optimalerweise wird die Regulationstätigkeit z.B. durch Ruhe, Fasten, Vitalstoffzufuhr o.Ä. unterstützt. Auf keinen Fall darf die Regulation durch den Versuch einer Symptomunterdrückung behindert werden. Nur in lebensbedrohlichen Situationen wie z.B. bei lebensbedrohlich hohem Fieber muss symptomatisch eingegriffen werden.

### Regulation, Adaptation und Kompensation chronischer Belastungen

Bei chronisch einwirkenden Belastungen versucht das betroffene System zunächst zu regulieren. Dann passt es sich an. Dann kompensieren die direkten Nachbarsysteme, schließlich die Nachbarn der Nachbarn etc. Im Laufe seines Lebens ist der Mensch vielen chronischen Irritationen ausgesetzt. Jeder einzelne dieser Prozesse ist eine lineare Kette von Regulation, Adaptation und Kompensation, wobei jede Adaptation und

jede Kompensation einen funktionellen und morphologischen Befund bewirkt. Die einzelnen Ketten können sich in unterschiedlichen Körpersystemen überschneiden und sich gegenseitig beeinflussen. Schon eine geringe Zahl sich überschneidender Kompensationsketten lässt komplexe Wechselwirkungen und Muster von funktionellen und morphologischen Befunden entstehen. Diese Zustände sind nicht mehr linear im Sinne von Ursache und Wirkung zu erklären. Auf neu hinzukommende Belastungen reagieren solche nicht-linearen Kompensationsmuster unvorhersehbar (► Abb. 2.11). Ein einfacher linearer Zusammenhang wie z.B. zwischen Kieferanomalien und Körperfehlhaltungen existiert also nicht und kann deshalb mit den üblichen statistischen Methoden nicht nachgewiesen werden. Hier stößt die wissenschaftliche Medizin an ihre Grenzen.

Früher oder später erreicht irgendein besonders belastetes Teilsystem die Grenze seiner Kompensationskapazität und wird überlastet. Die entsprechenden Befunde werden vom betroffenen Menschen als Symptom wahrgenommen. In der Praxis können wir durch die Behandlung am Ort des Symptoms bestenfalls die Kompensationskapazität des Teilsystems wieder verbessern und das Symptom lindern. Dieser Therapieerfolg ist aber nicht von Dauer, da die eigentlichen Belastungen außerhalb des betroffenen Systems weiter bestehen. Solange wir dort nicht entlasten, wird das Symptom therapieresistent oder rezidivierend bleiben. Die chronische Krankheit ist „geboren“. Oder das Symptom verschwindet, weil sich das System andere Kompensationswege sucht. Letzteres ist ein gefährlicher Prozess, weil in der Regel ernsthaftere Kompensationsmuster entstehen, z.B. kommt es durchaus vor, dass sich aus einem „erfolgreich“ behandelten chronischen Rückenschmerz eine chronische Colitis ulcerosa entwickelt. Therapieerschwerend kommt hinzu, dass bei solchen Prozessen in der Regel die ärztlichen Fachgebiete wechseln, sodass diese Muster und Zusammenhänge meist unerkannt bleiben.

### 2.4.2 Pathohistologie des Bindegewebes

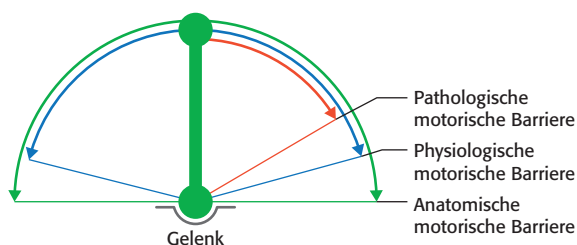
Das anatomische Substrat der regulativen, adaptativen und kompensatorischen Abläufe ist das Bindegewebe. Für die pathohistologischen Veränderungen im Bindegewebe aufgrund einwirkender Irritationen und der entsprechenden Prozesse gibt es verschiedene Erklärungsmodelle.

Pischinger und Heine (Pischinger und Heine 1983, 2009) legen den Fokus auf die unspezifischen regulativen Vorgänge im interstitiellen Bindegewebe, die nach ihrer Ansicht unabhängig von der Art der Irritation immer die initialen und grundlegenden Regulationsprozesse sind. Erst danach setzen spezifische Regulationsmechanismen (z.B. spezifische Immunregulationen) ein. Sie bezeichnen das interstitielle Bindegewebe deshalb als „Grundregulationssystem“.

Travell und Simons (2002) beschreiben mit ihrem Triggerpunktmodell die pathologischen Veränderungen im muskulären Bindegewebe, die wahrscheinlich analog für alle Veränderungen im straffen faserigen Bindegewebe gelten und bereits als adaptative und kompensatorische Veränderungen angesehen werden können. Sie sind dauerhafte Mikrokontrakturen muskulärer und faseriger Elemente im sauren und ischämischen Bindegewebsmilieu und stellen sich klinisch als tastbare knotige Verquellungen, Verspannungen und Verhärtungen in der Muskulatur dar (Randoll und Hennig 2005). Auf lange Sicht kann es sogar zu Kalzifizierungen von Faseranteilen des Bindegewebes kommen. Im Bereich von Knorpel- und Knochengewebe führen adaptative und kompensatorische Vorgänge zu Abbau- bzw. Umbauprozessen.

### 2.4.3 Klinische Manifestationen im Faszien-system als Körperfehlhaltung und Beweglichkeitseinschränkung

Die klinischen Manifestationen der pathohistologischen Veränderungen sind Dysfunktionen und Dysmorphien der betroffenen Bewegungssysteme. Funktionell äußern sich die pathohistologischen Veränderungen als Beweglichkeitseinschränkungen, wobei alle Bewegungssysteme betroffen sein können. In der schematischen Darstellung hat ein Bewegungssystem eine Ruheposition und ein oder mehrere Freiheitsgrade (► Abb. 2.10, ► Abb. 2.11). In allen Bewegungsrich-



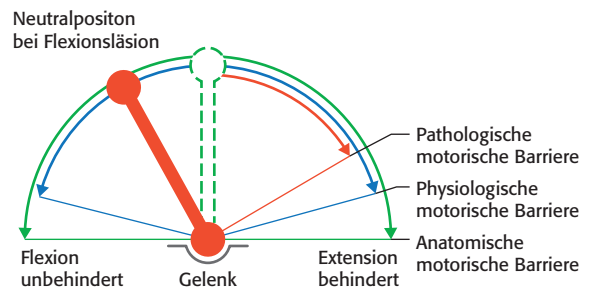
**Abb. 2.10** Physiologische und anatomische Bewegungsgrenzen eines Bewegungssystems

tungen hat das System einen aktiven Bewegungsraum bis zur sogenannten physiologischen motorischen Barriere. Diese aktive Beweglichkeit wird muskulär und ligamentär geführt. Durch passive Krafteinwirkung kann die physiologische motorische Barriere überwunden werden, bis das Bewegungssystem an seiner anatomischen Barriere nicht mehr ohne Verletzung weiterbewegt werden kann.

Eine pathologische motorische Barriere entsteht, wenn es durch pathohistologische Veränderungen (Mikrokontrakturen) in der bewegenden Muskulatur oder in den führenden Ligamenten und Gelenkkapseln zu Einschränkungen des Bewegungsraums kommt (► Kap. 2.4.2). Diese Beweglichkeitseinschränkung führt auch zur Veränderung der Ruhehaltung. Sie wird zur Schonhaltung und ist dadurch gekennzeichnet, dass sie weg von der pathologischen motorischen Barriere zur beweglichen Seite hin abweicht.

Eine Körperfehlhaltung kann als die Summe solcher Abweichungen der Ruhepositionen von Bewegungssystemen erklärt werden und ist demnach Ausdruck pathohistologischer Veränderungen im Bindegewebe aufgrund vielfältiger regulativer, adaptativer und kompensatorischer Reaktionen auf akute und chronische Irritationen im ganzen Faszien-system. Die Veränderung manifestiert sich zunächst funktionell und führt auf Dauer zur Formveränderung: Die Form passt sich der veränderten Funktion an. Die Dysfunktion manifestiert sich als Dysmorphie.

Das Kraniomandibuläre System ist Teil des Faszien-systems. Deshalb eignet sich das beschriebene Erklärungsmodell der Ätiologie und Pathogenese von Körperfehlhaltungen bzw. von Dysfunktionen und Dysmorphien im Faszien-system auch zur Erklärung funktioneller und morphologischer Veränderungen (Formstörungen) im Kraniomandibulären System (► Kap. 12). Kieferanomalien entwickeln sich individuell unterschiedlich über einen längeren Zeitraum und



**Abb. 2.11** Beweglichkeitseinschränkung und „Schonhaltung“ weg von der pathologischen Bewegungsgrenze  
Copyright © 2013  
Verlag Systemische Medizin AG

unter dem Einfluss zahlreicher chronischer Irritationen (mechanisch, chemisch, psychisch, physikalisch-physiologisch, ► Tab. 2.1) auf das ganze Faszien-system. Körperfehlhaltungen und Kieferanomalien sind somit Ausdruck ein und derselben ätiologischen und pathogenetischen Prozesse im Faszien-system. Eine Kieferanomalie lässt sich demnach als Körperfehlhal-

tung im Bereich des Kraniomandibulären Systems verstehen. Kieferanomalien und Körperfehlhaltungen sind klinisch oft vergesellschaftet und immer das Ergebnis eines komplexen Kompensationsmusters des ganzen Faszien-systems aufgrund vielfältiger mechanischer, chemischer, psychischer und physikalischer Irritationen und Belastungen.

## 2.5 Praktische Konsequenzen für die Orale Medizin

Kieferanomalien und Zahnfehlstellungen und die entsprechenden Funktionsstörungen sind Körperfehlhaltungen und Beweglichkeitseinschränkungen im Kraniomandibulären System. Form- und Funktionsstörungen des Kraniomandibulären Systems müssen außerhalb des Kraniomandibulären Systems kompensiert werden und bewirken dort Form- und Funktionsstörungen anderer Teilsysteme des Faszien-systems. Umgekehrt können Form- und Funktionsstörungen anderer Teilsysteme des Faszien-systems im Kraniomandibulären System kompensiert werden und bewirken dort Form- und Funktionsstörungen.

Diese Zusammenhänge sind in der Oralen Medizin relevant bei der

- Diagnostik und Therapie von Muskel- und Gelenks-schmerzen innerhalb und außerhalb des Kraniomandibulären Systems (► Kap. 10: Kraniofaziale Orthopädie),
- Diagnostik und Therapie von Form- und Funktionsstörungen im Kraniomandibulären System (► Kap. 12: Systemische Kieferorthopädie) sowie bei der
- restaurativen bzw. prothetischen Wiederherstellung von Form und Funktion des Kraniomandibulären Systems (► Kap. 11: Systemische Restaurative Zahnmedizin).

### Literatur

Arnetz BB, Ekman R (Ed.) (2006): *Stress in Health and Disease*. Weinheim: Wiley

- Barral JP, Mercier P (2001): *Lehrbuch der Viszeralen Osteopathie*, Bd. 1. München: Elsevier/Urban & Fischer
- Bauer J (2004): *Das Gedächtnis des Körpers. Wie Beziehungen und Lebensstile unsere Gene steuern*. 18. Aufl. München: Piper
- De Morree JJ (2001): *Dynamik des menschlichen Bindegewebes. Funktion, Schädigung und Wiederherstellung*. München: Urban & Fischer
- Goleman D (1999): *Emotionale Intelligenz*. 11. Aufl. München: dtv
- Heine H (2006): *Lehrbuch der biologischen Medizin*. 3. Aufl. Stuttgart: Hippokrates
- Kahle W, Leonhardt H, Platzer W (1991): *Taschenatlas der Anatomie für Studium und Praxis*. 6. Aufl. Stuttgart: Thieme
- Myers TW (2010): *Anatomy Trains. Myofasziale Meridiane*. 2. Aufl. München: Elsevier/Urban & Fischer
- Parent A (1996). *Carpenter's Human Neuroanatomy*. 9<sup>th</sup> ed., Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins
- Pischinger A, Heine H (1983, 200911): *Das System der Grundregulation: Grundlagen einer ganzheitsbiologischen Medizin*. Heidelberg: Haug
- Randoll UG, Hennig FF: *Matrix-Rhythmus-Therapie für Zeit-Strukturen und Prozesse*. GZM Praxis und Wissenschaft 2005; 10(1):20–25
- Rohen J (1994): *Anatomie für Zahnmediziner. Ein Lehrbuch der makro- und mikroskopischen Anatomie des Menschen nach funktionellen Gesichtspunkten*. 3. Aufl. Stuttgart: Schattauer
- Rohen J (2001): *Funktionelle Neuroanatomie*. 6. Aufl. Stuttgart: Schattauer
- Schwind P (2009): *Faszien- und Membrantechnik*. 2. Aufl. München: Elsevier/Urban & Fischer
- Sutherland WG (1939): *The Cranial Bowl. A Treatise Relating To Cranial Articular Mobility, Cranial Articular Lesions and Cranial Technic*. Mankato: Free Press Company
- Travell JG, Simons DG (2002): *Handbuch der Muskel-Triggerpunkte. Obere Extremität, Kopf und Rumpf*. Bd. 1. 2. Aufl. München: Urban & Fischer
- Van den Berg F (1999): *Das Bindegewebe des Bewegungsapparats verstehen und beeinflussen*. Bd. 1: *Angewandte Physiologie*. Stuttgart: Thieme