

Kopf, Hals und  
Neuroanatomie

# PROMETHEUS

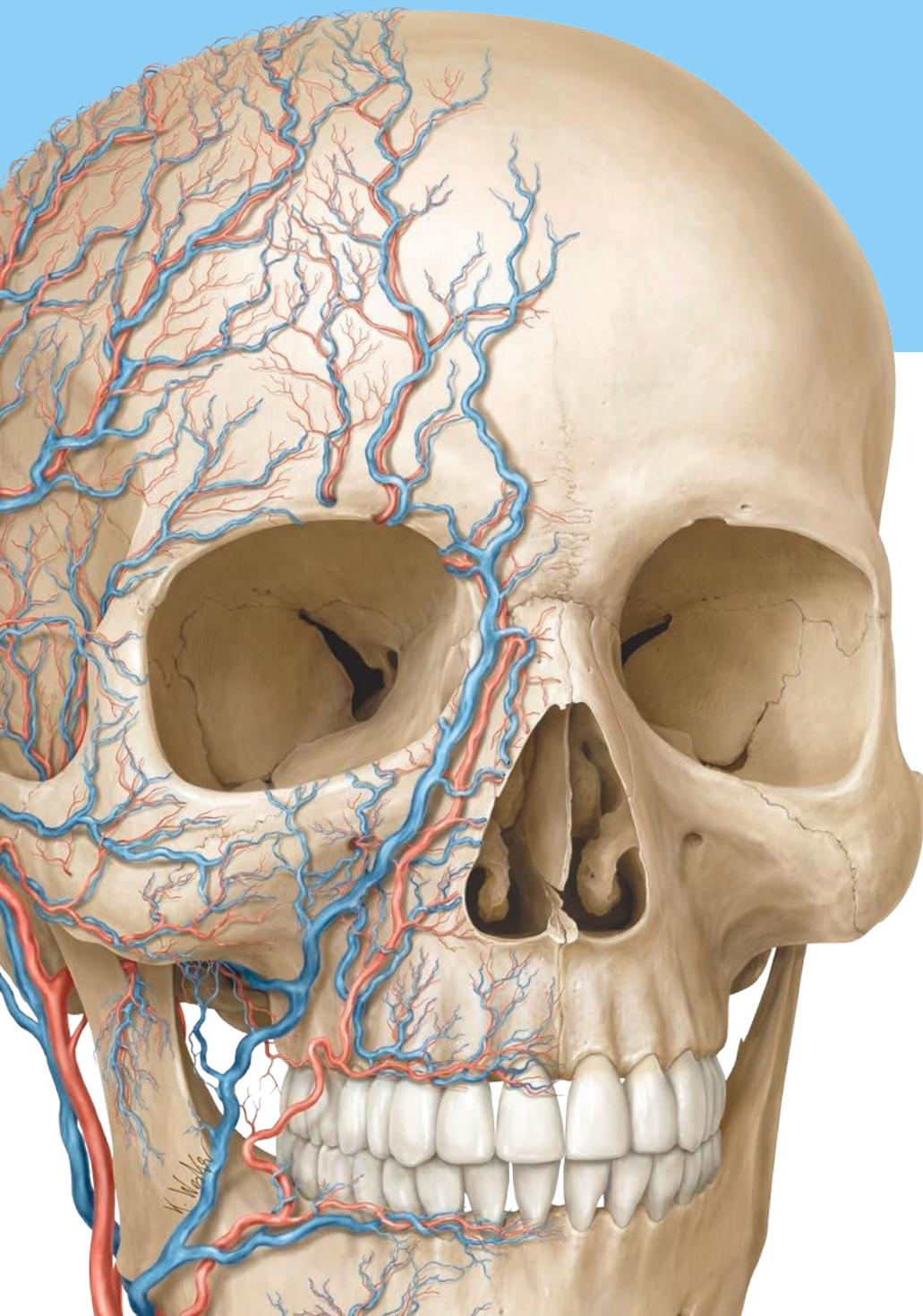
LernAtlas der Anatomie

Michael Schünke  
Erik Schulte  
Udo Schumacher

Markus Voll  
Karl Wesker

5. Auflage

 Online-Version  
in der eRef

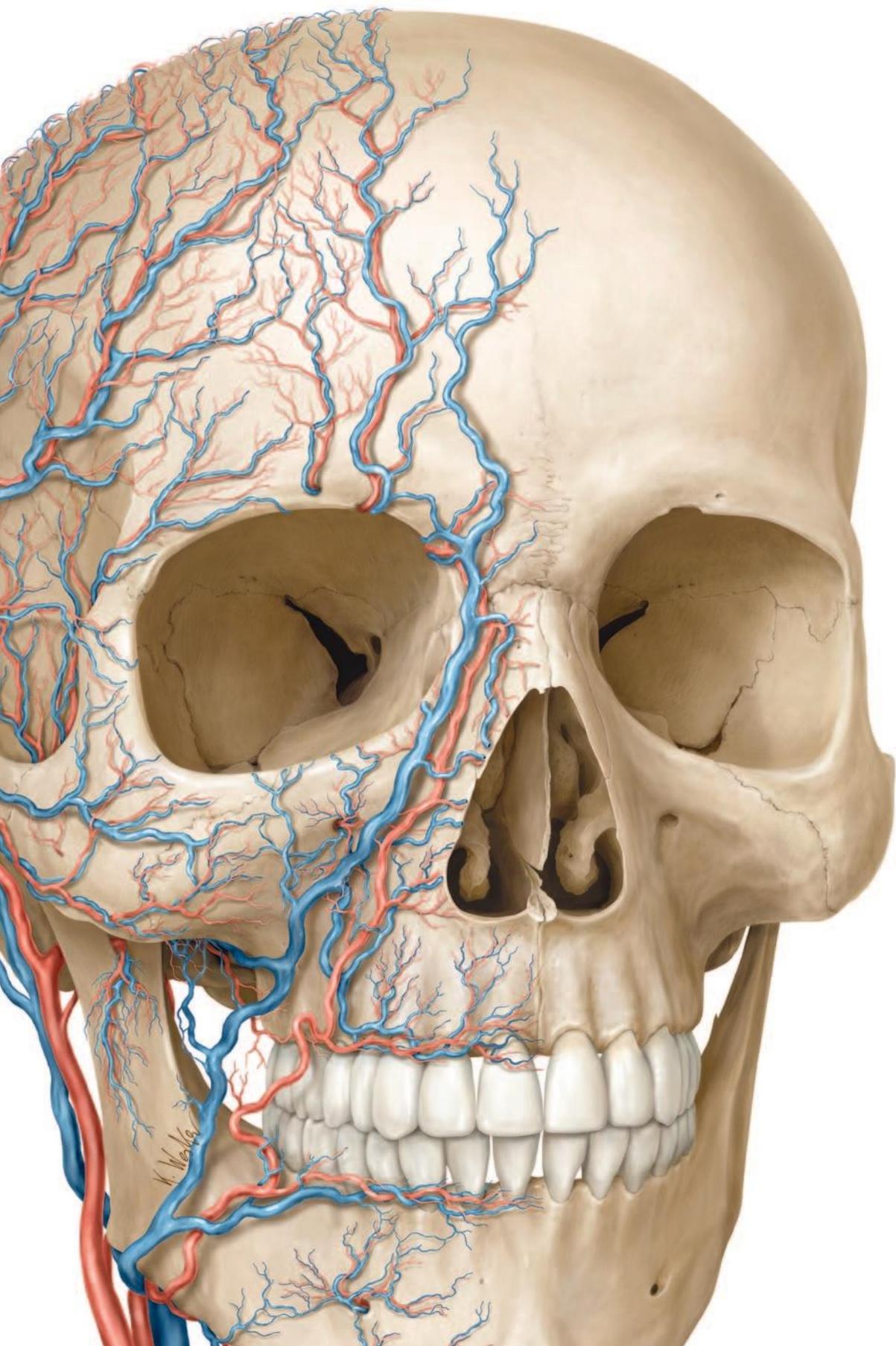


 Thieme



# PROMETHEUS

LernAtlas der Anatomie



Kopf, Hals und  
Neuroanatomie

# PROMETHEUS

LernAtlas der Anatomie

Michael Schünke  
Erik Schulte  
Udo Schumacher

Illustrationen von  
Markus Voll  
Karl Wesker

5., vollständig  
überarbeitete Auflage

1801 Illustrationen  
123 Tabellen

Georg Thieme Verlag  
Stuttgart · New York

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

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

Professor

Dr. med. Dr. rer. nat. Michael Schünke  
Anatomisches Institut der  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Otto-Hahn-Platz 8  
24 118 Kiel

Professor

Dr. med. Erik Schulte  
Universitätsmedizin der  
Johannes Gutenberg-Universität Mainz  
Institut für Funktionelle und Klinische Anatomie  
Johann-Joachim-Becher-Weg 13  
55 128 Mainz

Professor

Dr. med. Udo Schumacher, FRCPATH, FSB, DSc  
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf  
Zentrum für Experimentelle Medizin  
Institut für Anatomie und Experimentelle Morphologie  
Martinistraße 52  
20 246 Hamburg

Grafiker

Markus Voll, München (Homepage: [www.markus-voll.de](http://www.markus-voll.de))  
Karl Wesker, Berlin (Homepage: [www.karlwesker.de](http://www.karlwesker.de))

© 2005, 2018 Georg Thieme Verlag

Rüdigerstraße 14

D-70469 Stuttgart

Telefon: +49/0711/8931-0

Unsere Homepage: [www.thieme.de](http://www.thieme.de)

Prometheus-Homepage: [www.thieme.de/prometheus](http://www.thieme.de/prometheus)

Printed in Germany

Umschlaggestaltung: Thieme Gruppe

Satz und Layout: Gay & Sender, Bremen ([www.gayundsender.de](http://www.gayundsender.de))

Druck: Appl, Wemding

DOI 10.1055/b-006-149644

ISBN 978-3-13-242091-5 1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:

eISBN (PDF) 978-3-13-242092-2

eISBN (epub) 978-3-13-242093-9

1. deutsche Auflage 2005

1. spanische Auflage 2005

1. italienische Auflage 2005

1. englische Auflage 2006

1. niederländische Auflage 2007

1. griechische Auflage 2007

1. portugiesische Auflage 2007

1. polnische Auflage 2008

1. koreanische Auflage 2008

1. französische Auflage 2009

1. japanische Auflage 2009

1. türkische Auflage 2009

2. deutsche Auflage 2009

2. spanische Auflage 2010

2. niederländische Auflage 2010

2. englische Auflage 2010

3. deutsche Auflage 2012

2. portugiesische (Brasilien)  
Auflage 2013

2. japanische Auflage 2014

3. spanische Auflage 2014

2. italienische Auflage 2015

2. türkische Auflage 2015

2. französische Auflage 2016

2. englische Auflage 2016

1. indonesische Auflage 2016

2. polnische Auflage 2016

3. niederländische Auflage 2017

**Wichtiger Hinweis:** Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden **nicht** besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

# Warum PROMETHEUS?

In der griechischen Mythologie ist Prometheus der Titanensohn, der sich Menschen nach seinen eigenen Vorstellungen erschafft. Damit beschwört er den Zorn des Göttervaters Zeus herauf. Zeus muss jedoch der Sage nach wehrlos mit ansehen, wie Prometheus den Menschen das Feuer und damit Erleuchtung bringt – auch im übertragenen Sinne.

Prometheus bedeutet im Griechischen auch „der Vorausdenkende“, so dass unser Atlas neue Wege gehen muss, um seinem Namen gerecht zu werden. Diese neuen Wege wurden bereits bei der Konzeption des Buches beschritten. Sie basieren auf Umfragen und Interviews des Verlages mit Studenten und Dozenten im deutschen Sprachraum sowie in den USA. Ausgangspunkt war die Frage, wie denn der „ideale“ Anatomie-Atlas aussehen müsste. Ideal für Studierende, die mit dem Atlas lernen sollen, die Informationsfülle des Faches Anatomie innerhalb eines sehr gedrängten Stundenplans zu bewältigen und sich dabei dauerhaft solide Kenntnisse zu erarbeiten.

Dass gute Kenntnisse im Fach Anatomie für qualifiziertes ärztliches Handeln eine unverzichtbare Voraussetzung sind, wird schon von Studienanfängern sofort erkannt. Und diese Einschätzung verstärkt sich mit fortschreitendem Studium. Genauso unstrittig ist aber, dass gerade die Anatomie – und hier besonders die Makroskopische Anatomie – den Lernenden wie kaum ein anderes medizinisches Fach vor die Schwierigkeit stellt, sich in einer erdrückenden Fülle von Namen und Fakten zu orientieren. Dies gilt umso mehr, als Anatomie ganz zu Beginn des Studiums gelehrt und gelernt werden muss, zu einem Zeitpunkt also, an dem die Studierenden meist noch nicht genügend Erfahrungen mit sinnvollen Lerntechniken gemacht haben. Sie können daher zwangsläufig Wichtiges noch nicht von weniger Wichtigem trennen und schließlich auch noch kaum Verknüpfungen zu anderen Fächern, wie etwa der Physiologie, aufbauen.

Vor diesem Hintergrund war es eine zentrale Zielsetzung bei der Konzeption des LernAtlas, eine wohlstrukturierte „Lernumgebung“ für den Studierenden zu schaffen. Eine Lernumgebung, die auf die genannten Schwierigkeiten gezielt Rücksicht nimmt und durch ihren Aufbau gleichzeitig Lernhilfe ist. Diesem Ziel diene zum einen die sorgfältige Auswahl der Themen, bei der „Vollständigkeit“ allein kein ausreichendes Kriterium sein konnte. Vielmehr wurde geprüft, inwieweit ein Thema entweder dem erforderlichen Grundverständnis des Faches Anatomie dient oder aber bereits sinnvolle Verbindungen zur klinischen Tätigkeit des späteren Arztes knüpft. Selbstverständlich spielte die Prüfungsrelevanz eines Themas in diesem Zusammenhang ebenfalls eine bedeutende Rolle, so dass sich unterschiedliche Gewichtungen von Themen ergaben.

Ein zweites Anliegen war es, den Studierenden nicht einfach eine wenig oder gar nicht kommentierte Bilderfolge vorzulegen. Vielmehr wurden alle Bildinformationen in engen Zusammenhang mit einem erklärenden Text gestellt. Auch wenn die Bilder teilweise „einfach für sich sprechen“,

schaft der beigefügte Text zusätzliches Verständnis durch Erklärung der Bilder, durch Lernhinweise, fachübergreifende und in die Klinik verweisende Bezüge und vieles mehr. Dabei wird der Leser mit Hilfe des Textes schrittweise durch die Bilder geführt, um so ein tiefergehendes Verständnis auch komplexer Zusammenhänge zu erwerben. Der Grundsatz „Vom Einfachen zum Komplizierten“ war dabei ein Leitmotiv.

Als hilfreich erwies sich die Tatsache, dass die Makroskopische Anatomie in vielen Bereichen – vielleicht mit Ausnahme einiger neuroanatomischer Befunde – als ein „abgeschlossenes“ Fach gilt. Neues im Sinne einer wirklichen inhaltlichen Innovation ist eher die Ausnahme. Die Regel ist ein in vielen Bereichen etabliertes Fachwissen, das lediglich im Licht sich wandelnder klinischer Anforderungen neue Facetten bekommt. So ist die Schnittanatomie seit über 80 Jahren unter Anatomen bekannt, aber kaum genutzt worden. Eine enorme Renaissance erlebte sie mit modernen Bildgebungsverfahren wie CT und NMR, deren Bilder ohne ein profundes Verständnis der Schnittbildanatomie überhaupt nicht interpretiert werden können. „Neu“ im wirklich innovativen Charakter des Wortes konnte also nicht die Anatomie selbst sein. Neu – und auch modern im Sinne von zeitgemäß – sollte aber die Art und Weise der didaktischen Aufarbeitung sein.

Damit war im Grunde das prinzipielle Vorgehen bei der Erstellung des LernAtlas festgelegt: Ein Lernthema wird formuliert und erhält eine Lernumgebung aus Bildern, Legenden und Tabellen; auf benachbarte Themen, die ebenfalls in diesem Buch abgehandelt werden, wird verwiesen. Da also am Anfang die Formulierung des Lernthemas stand und nicht ein Bild oder ein Präparat als Bildvorlage, mussten alle Bilder komplett neu konzipiert und erstellt werden, was allein acht Jahre dauerte. Dabei stand nicht die 1:1-Wiedergabe eines Präparates im Vordergrund, vielmehr sollte das Bild selbst bereits einen anatomischen Befund didaktisch sinnvoll und lerntechnisch hilfreich deuten, um dem Lernenden das Arbeiten mit dem komplexen Bildinhalt zu erleichtern. Es war unser Ziel, mit PROMETHEUS einen LernAtlas zu schaffen, der die Studierenden bei ihrer Arbeit im Fach Anatomie im Sinne einer didaktischen Führung unterstützt, ihre Begeisterung für dieses so spannende Thema noch verstärkt, der dem ganz am Anfang Stehenden ein Zuversicht gebender, lehrreicher Wegweiser durch die Anatomie ist und dem erfahrenen Studenten als zuverlässige Informationsquelle, dem Arzt als vertrautes Nachschlagewerk dient.

„Wenn Du das Mögliche erreichen willst, musst Du das Unmögliche versuchen“ (Rabindranath Tagore).

Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher,  
Markus Voll und Karl Wesker  
Kiel, Mainz, Hamburg, München und Berlin im August 2005



# Danke ...

möchten wir zuallererst und zum wiederholten Male unseren Familien sagen. Ihnen widmen wir PROMETHEUS.

Seit der 1. Band PROMETHEUS 2005 erschienen ist, haben wir zahlreiche Hinweise und Ergänzungsvorschläge erhalten. Wir möchten diese Seite nutzen, um allen, die im Laufe der Jahre in irgendeiner Weise geholfen haben, PROMETHEUS zu verbessern, unseren herzlichen Dank auszusprechen.

Im Einzelnen sind dies:

Frau Dr. rer. nat. Kirsten Hattermann, Frau Dr. med. dent. Runhild Lucius, Frau Prof. Dr. Renate Lüllmann-Rauch, Herr Prof. Dr. Jobst Sievers, Herr Dr. med. dent. Ali Therany, Herr Prof. Dr. Thilo Wedel (alle Anatomisches Institut der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel) sowie Herr Dr. med. dent. Christian Friedrichs (Praxis für Zahnerhaltung und Endodontie, Kiel), Herr Prof. Dr. Reinhart Gossrau (Charité Berlin, Institut für Anatomie), Herr Prof. Dr. Paul Peter Lunkenheimer (Westfälische Wilhelms-Universität Münster), Herr Privat-Dozent Dr. Thomas Müller (Institut für Funktionelle und Klinische Anatomie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz), Herr Dr. Kai-Hinrich Olms, Fußchirurgie Bad Schwartau, Herr Dipl.-phys. cand. med. Daniel Paech (Abteilung Neuroradiologie der Universitätsklinik Heidelberg), Herr OA Dr. Thilo Schwalenberg (Urologische Klinik des Universitätsklinikums Leipzig), Frau Prof. Dr. em. Katharina Spanel-Borowski (Universität Leipzig), Herr Prof. Dr. Christoph Viebahn (Georg-August-Universität Göttingen).

Für aufwändige Korrekturarbeiten danken wir Frau Dipl.-Biologin Gabriele Schünke, Herrn Dr. med. Jakob Fay sowie Frau cand. med. Claudia Dücker, cand. med. Simin Rassouli, cand. med. Heike Teichmann, cand. med. Susanne Tippmann und cand. med. dent. Sylvia Zilles, insbesondere für die Mithilfe bei den Beschriftungen Frau Dr. Julia Jörns-Kuhnke.

Ein ganz besonderer Dank geht an unsere beiden Layouter Stephanie Gay und Bert Sender. Ihre Fähigkeit, Bilder und Text so anzuordnen, dass jede Doppelseite einfach eine „klare Sache“ ist, trägt ganz entscheidend zur didaktischen und optischen Qualität unseres LernAtlas bei.

PROMETHEUS wäre ohne den Verlag nicht zustande gekommen. Da es aber immer Menschen und nicht Institutionen sind, die ein solches Projekt möglich machen, soll von unserer Seite besonders denen gedankt werden, die dieses Projekt von Verlagsseite aus betreut haben.

Das „Unmögliche möglich gemacht“ hat dabei Herr Dr. Jürgen Lüthje, Programmplaner des Thieme-Verlages. Er hat es nicht nur geschafft, die Wünsche der Autoren und Grafiker mit den Zwängen der Realität sinnvoll zu vereinen. Er hat vielmehr über die Jahre der gemeinsamen Arbeit ein Team aus fünf Personen geschlossen bei einem Projekt gehalten, dessen Ziel uns von Anfang an bekannt war, dessen ausladende Dimension sich uns aber erst während der Arbeit im vollen Umfang erschloss. Sein Verdienst ist es in hohem Maße, dass der gemeinsame Wunsch, dieses Ziel zu erreichen, trotz aller Hürden, die überwunden werden mussten, nie erlosch. Bewundernswerte Geduld und die Fähigkeit zum Ausgleich von seiner Seite gerade auch in Problemsituationen kennzeichneten die zahllosen Gespräche mit ihm. Daher gebührt ihm unser aufrichtig und zutiefst empfundener Dank, einmal mehr in diesem Jahr,

in dem Herr Dr. Jürgen Lüthje in den Ruhestand geht. Als seinen Nachfolger begrüßen wir Herrn Dr. Jochen Neuberger, der PROMETHEUS mit großem Engagement übernommen hat und mit dem bisherigen Team zusammen weiterführen und weiterentwickeln wird.

Frau Sabine Bartl wurde im besten Sinne des Wortes zum Prüfstein für die Autoren. Sie hat – als Geisteswissenschaftlerin, nicht als Medizinerin – alle Texte gelesen und im Zusammenhang mit den Bildern darauf hin geprüft, ob einem (Noch-)Nicht-Mediziner – denn dies ist der Student ganz am Anfang noch – die Logik der Darstellung wirklich gut ersichtlich wird. Gedankensprünge, die den Autoren, die das Fach aus einer anderen Perspektive sehen müssen, wohl zwangsläufig unterliefen, hat sie sofort entdeckt und die Neubearbeitung des Textes mit zahllosen Vorschlägen unterstützt. Aufgrund Ihrer Anregungen wurden auch Themen umformuliert und neu gestaltet. Ihr sind nicht nur die Autoren zu Dank verpflichtet: auch der Leser, dem sich nun ein Sachverhalt gut erschließt, profitiert von ihrem didaktischen Talent.

Herr Martin Spencker, Verlagsleiter Studium und Lehre bei Thieme, war, als der für das Projekt aus Verlagsicht Hauptverantwortliche, die letzte Instanz in der Koordination zwischen Verlag einerseits und Autoren und Grafikern andererseits. Seiner Fähigkeit, bei Problemen und Unklarheiten schnell und unkonventionell Entscheidungen zu treffen, verdankt das Projekt enorm viel. Seine Offenheit gegenüber allen Anliegen der Autoren und Grafiker, die Transparenz und Fairness bei allen Diskussionen gaben dem Projekt immer wieder Schwung und klare Rahmenbedingungen für eine offene und partnerschaftliche Kooperation. Auch ihm schulden wir großen Dank.

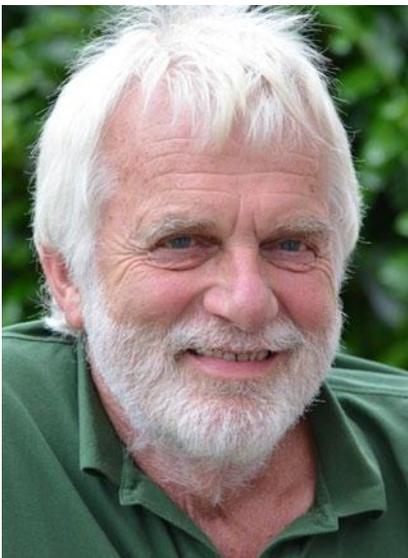
Ganz ausnahmslos war die Zusammenarbeit mit allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Thieme Verlages zu jedem Zeitpunkt angenehm und freundschaftlich. Aus Platzgründen können wir hier leider nicht alle Personen namentlich aufführen, die in irgendeiner Weise an der Fertigstellung von PROMETHEUS beteiligt waren. Wir beschränken uns daher auf einige Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die mit diesem Buch besonders intensiv verbunden sind. In diesem Zusammenhang möchten wir uns bedanken bei Antje Bühl, die als Projektassistentin von Anfang an mit dabei war und als „guter Geist im Hintergrund“ zahlreiche Arbeiten übernommen hat, wie z. B. wiederholtes Korrekturlesen der Layouts und Mithilfe beim Erfassen der Beschriftungen, bei Yvonne Straßburg, Michael Zepf und Laura Diemand, die dafür gesorgt haben, dass PROMETHEUS termingerecht gedruckt, gebunden und auf seinem gesamten Entstehungsweg mit bestem herstellerischem Know-how begleitet wurde; bei Susanne Tochtermann-Wenzel und Anja Jahn für die Unterstützung bei technischen Fragen rund um die Bebilderung, bei Julia Fersch, die dafür gesorgt hat, dass PROMETHEUS auch über eRef zugänglich ist, bei Almut Leopold für das ausgezeichnete Register; bei Marie-Luise Kürschner und Nina Jentschke für die ansprechende Gestaltung des Umschlags sowie bei Dr. Thomas Krimmer, Liesa Arendt, Birgit Carlsen, Stephanie Eilmann und Anne Döbler stellvertretend für alle, die PROMETHEUS im Hinblick auf Marketing, Verkauf und Öffentlichkeitsarbeit betreuen oder betreut haben.

Die Autoren im August 2018

# Die Menschen hinter PROMETHEUS

Ein Werk wie PROMETHEUS kann nur entstehen, wenn die Menschen, die daran beteiligt sind, Hand in Hand zusammenarbeiten. Erst der rege Austausch zwischen den Anatomieprofessoren Michael Schünke, Erik Schulte und Udo Schumacher einerseits und den anatomischen Illustratoren Markus Voll und Karl Wesker andererseits führte zu dem didaktischen und künstlerischen Gesamtwerk, wie es jetzt vor Ihnen liegt.

Lerneinheiten zu schaffen, die ein Thema konsequent auf zwei gegenüberliegenden Seiten abhandeln, ist schon an sich eine besondere Herausforderung. Die Autoren müssen die Inhalte präzise auswählen, zusammenstellen und mit erläuternden Legenden versehen. Wie sich diese Inhalte dann jedoch im Atlas präsentieren, wie ansprechend und einprägsam sie sind, hängt maßgeblich von den Bildern ab – im PROMETHEUS sind es inzwischen gut 5000! Um sie zu zeichnen,



**Prof. Dr. med. Dr. rer.  
nat. Michael Schünke**

Anatomisches Institut der Universität Kiel  
Studium der Biologie und Medizin in  
Tübingen und Kiel  
Intensive Lehrtätigkeit bei Medizin-  
studierenden und Physiotherapeuten  
Autor und Übersetzer weiterer Lehrbücher



**Prof. Dr. med.  
Erik Schulte**

Institut für Funktionelle und Klinische  
Anatomie der Universitätsmedizin Mainz  
Studium der Medizin in Freiburg  
Intensive Lehrtätigkeit bei Medizin-  
studierenden  
Preis für herausragende Leistungen in  
der Lehre in Mainz



**Prof. Dr. med.  
Udo Schumacher**

Anatomisches Institut der Universität  
Hamburg  
Studium der Medizin in Kiel sowie einjähriger  
Studienaufenthalt am Wistar Institute of  
Anatomy and Biology, Philadelphia  
Intensive Lehrtätigkeit bei Studenten, Physio-  
therapeuten und Fachartztkandidaten (FRCS).  
Mehrjähriger Aufenthalt in Southampton,  
dort Erfahrungen in fächerübergreifendem,  
integriertem Unterricht

haben Markus Voll und Karl Wesker jahrzehntelange Erfahrungen in der anatomischen Illustration gesammelt, anatomische Sammlungen besucht, Präparate studiert und alte und neue Werke der Anatomie durchgearbeitet. Auf dieser Basis entstand der PROMETHEUS.

Er führt Sie Schritt für Schritt sicher durch die Anatomie und zeigt, welche bedeutende Rolle die Anatomie in der späteren praktischen

Tätigkeit spielt. Darauf haben die Autoren ganz besonderen Wert gelegt. Ob Darmoperation bei einem Tumor, Trommelfellpunktion bei einer Mittelohrentzündung oder Untersuchung einer Schwangeren – ohne Anatomie ist kein Arzt ein guter Arzt.

Das Lernen kann Ihnen auch PROMETHEUS nicht ersparen, aber er macht es schöner. Dafür garantieren Autoren und Grafiker.



## Markus Voll

Freiberuflicher Illustrator und Grafiker in München  
Grafikausbildung an der Blochererschule für Gestaltung in München  
Studium der Medizin an der LMU München  
Seit 25 Jahren als wissenschaftlicher Illustrator für zahlreiche Buchprojekte tätig



## Karl Wesker

Freiberuflicher Maler und Grafiker in Berlin  
Lehre als Klischeeätzer und Lithograph  
Studium der Visuellen Kommunikation an der FH Münster und an der Hochschule der Künste Berlin sowie der Kunstwissenschaft an der TU Berlin  
Seit über 30 Jahren in der freien Malerei und in der wissenschaftlichen Grafik tätig, u. a. Buchprojekte für Anatomie



# Inhaltsverzeichnis

## A Kopf und Hals

### 1 Übersicht

1.1	Regionen und tastbare Knochenpunkte	2
1.2	Kopf und Hals als Ganzes und Halsfaszien	4
1.3	Klinische Anatomie	6
1.4	Embryologie des Gesichts	8
1.5	Embryologie des Halses	10

### 2 Knochen, Bänder und Gelenke

2.1	Schädel (Cranium) von lateral	12
2.2	Schädel von frontal	14
2.3	Schädel von dorsal und Schädelnähte	16
2.4	Schädeldach (Calvaria) von außen und innen	18
2.5	Schädelbasis von außen (Basis cranii externa)	20
2.6	Schädelbasis von innen (Basis cranii interna)	22
2.7	Hinterhauptsbein (Os occipitale) und Siebbein (Os ethmoidale)	24
2.8	Stirnbein (Os frontale) und Scheitelbein (Os parietale)	26
2.9	Schläfenbein (Os temporale)	28
2.10	Oberkiefer (Maxilla)	30
2.11	Jochbein (Os zygomaticum), Nasenbein (Os nasale), Pflugscharbein (Vomer) und Gaumenbein (Os palatinum)	32
2.12	Keilbein (Os sphenoidale)	34
2.13	Augenhöhle (Orbita): Knochen und Öffnungen für Leitungsbahnen	36
2.14	Orbitae und Nachbarstrukturen	38
2.15	Nase (Nasus): Nasenskelett	40
2.16	Nasennebenhöhlen (Sinus paranasales)	42
2.17	Harter Gaumen (Palatum durum)	44
2.18	Unterkiefer (Mandibula) und Zungenbein (Os hyoideum)	46
2.19	Zähne (Dentes) in situ	48
2.20	Terminologie, Zahnschema und Zahnmerkmale	50
2.21	Stellung der Zähne im Gebiss: Orientierung im Gesichtsschädel und Okklusion der Zähne	52
2.22	Morphologie der bleibenden Zähne (Dentes permanentes)	54
2.23	Zahnhalteapparat (Parodontium)	56
2.24	Milchzähne (Dentes decidui)	58
2.25	Zahnentwicklung (Odontogenese)	60
2.26	Röntgendiagnostik der Zähne	62
2.27	Lokalanästhesie der Zähne	64
2.28	Kiefergelenk (Articulatio temporomandibularis)	66
2.29	Biomechanik des Kiefergelenks	68
2.30	Knochen der Halswirbelsäule	70
2.31	Bandapparat der Halswirbelsäule	72
2.32	Oberes und unteres Kopfgelenk	74
2.33	Unkovertebralgelenke	76

### 3 Systematik der Muskulatur

3.1	Mimische Muskulatur: Überblick	78
3.2	Funktion	80
3.3	Kaumuskeln: Überblick und oberflächliche Muskeln	82
3.4	tiefe Muskeln	84
3.5	Muskelsprünge und -ansätze am Schädel	86
3.6	Halsmuskeln: Überblick und oberflächliche Muskeln	88
3.7	Supra- und infrahyoidale Muskeln	90
3.8	Prävertebrale und seitliche (tiefe) Muskeln	92

### 4 Systematik der Leitungsbahnen

4.1	Systematik der arteriellen Versorgung an Kopf und Hals	94
4.2	A. carotis interna und Systematik der Äste der A. carotis externa	96
4.3	Vordere und hintere Äste sowie medialer Ast der A. carotis externa	98
4.4	Endäste der A. carotis externa	100
4.5	Äste der A. carotis interna, die extrazerebrale Strukturen versorgen	102
4.6	Oberflächliche Kopf- und Halsvenen	104
4.7	Tiefe Kopfvenen und Venen des Hinterhaupts	106
4.8	Venen am Hals	108
4.9	Lymphknotenstationen an Kopf und Hals	110
4.10	Übersicht über die Hirnnerven	112
4.11	Hirnnervenkerne und mit Hirnnerven assoziierte Ganglien	114
4.12	Nervus olfactorius (I) und Nervus opticus (II)	116
4.13	Augenmuskelnerven: Nervus oculomotorius (III), Nervus trochlearis (IV) und Nervus abducens (VI)	118
4.14	Nervus trigeminus (V): Kern- und Versorgungsgebiete	120
4.15	Verlauf der drei Hauptäste	122
4.16	Nervus facialis (VII): Kern- und Versorgungsgebiete sowie viszeroeffere Fasern	124
4.17	Verlauf im Felsenbein; parasymphatische viszeroeffere sowie viszerafferente Fasern	126
4.18	Nervus vestibulocochlearis (VIII)	128
4.19	Nervus glossopharyngeus (IX)	130
4.20	Nervus vagus (X)	132
4.21	Nervus accessorius (XI) und Nervus hypoglossus (XII)	134
4.22	Synopsis der Durchtrittsstellen für Leitungsbahnen an der Schädelbasis	136

4.23 Übersicht über das Nervensystem am Hals und Versorgung durch Spinalnervenäste ..... 138

4.24 Hirnnerven und vegetatives Nervensystem am Hals ..... 140

**5 Organe und ihre Leitungsbahnen**

5.1 Ohr (Auris): Übersicht und Blutversorgung des äußeren Ohrs (Auris externa) ..... 142

5.2 Äußeres Ohr: Ohrmuschel (Auricula), äußerer Gehörgang (Meatus acusticus externus) und Trommelfell (Membrana tympanica) ..... 144

5.3 Mittelohr (Auris media): Paukenhöhle (Cavitas tympani) und Ohrtrumpete (Tuba auditiva) ..... 146

5.4 Gehörknöchelchenkette ..... 148

5.5 Innenohr (Auris interna): Übersicht ..... 150

5.6 Hörorgan ..... 152

5.7 Gleichgewichtsorgan ..... 154

5.8 Blutversorgung des Felsenbeins ..... 156

5.9 Auge: Regio orbitalis, Augenlider (Palpebrae) und Bindehaut (Tunica conjunctiva) ..... 158

5.10 Tränenapparat ..... 160

5.11 Augapfel (Bulbus oculi) ..... 162

5.12 Brechende Medien des Auges: Linse (Lens cristallina) und Hornhaut (Cornea) ..... 164

5.13 Iris und Kammerwinkel ..... 166

5.14 Netzhaut (Retina) ..... 168

5.15 Blutversorgung des Augapfels ..... 170

5.16 Äußere Augenmuskeln ..... 172

5.17 Einteilung und Leitungsbahnen der Augenhöhle (Orbita) ..... 174

5.18 Topografie der Orbita ..... 176

5.19 Topografie des Sinus cavernosus ..... 178

5.20 Nase (Nasus): Übersicht und Schleimhautrelief ..... 180

5.21 Gefäß- und Nervenversorgung der Nasenhaupthöhle ..... 182

5.22 Histologie und klinische Anatomie der Nasenhöhlen ..... 184

5.23 Mundhöhle (Cavitas oris): Übersicht; harter und weicher Gaumen ..... 186

5.24 Zunge (Lingua): Muskeln und Schleimhaut ..... 188

5.25 Leitungsbahnen und Lymphdrainage ..... 190

5.26 Topografie der geöffneten Mundhöhle ..... 192

5.27 Mundboden (Diaphragma oris) ..... 194

5.28 Das lymphatische Gewebe des Rachenrings ..... 196

5.29 Rachen (Pharynx): Muskeln ..... 198

5.30 Schleimhautrelief und Verbindungen zur Schädelbasis ..... 200

5.31 Topografie und Innervation ..... 202

5.32 Spatium peripharyngeum und seine klinische Bedeutung ..... 204

5.33 Leitungsbahnen im Spatium peripharyngeum (oberflächliche Schicht) ..... 206

5.34 Leitungsbahnen im Spatium peripharyngeum (tiefe Schicht) ..... 208

5.35 Kopfspeicheldrüsen ..... 210

5.36 Kehlkopf (Larynx): Lage, Form und Kehlkopfknorpel ..... 212

5.37 Innenrelief und Systematik der Leitungsbahnen ..... 214

5.38 Muskeln ..... 216

5.39 Topografie und klinische Anatomie ..... 218

5.40 Endotracheale Intubation ..... 220

5.41 Schilddrüse (Glandula thyroidea) und Nebenschilddrüsen (Glandulae parathyroideae) ..... 222

5.42 Topografie und Bildgebung der Schilddrüse ..... 224

**6 Topografie**

6.1 Vordere Gesichtsregion ..... 226

6.2 Hals von ventral: oberflächliche Schichten ..... 228

6.3 tiefe Schichten ..... 230

6.4 Oberflächliche Schicht des seitlichen Kopfes ..... 232

6.5 Mittlere und tiefe Schicht des seitlichen Kopfes ..... 234

6.6 Fossa infratemporalis (Unterschläfengrube) ..... 236

6.7 Fossa pterygopalatina (Flügel-Gaumen-Grube) ..... 238

6.8 Laterales Halsdreieck ..... 240

6.9 Übergang in die obere Thoraxapertur, Karotisdreieck und tiefe seitliche Halsregion ..... 242

6.10 Hintere Halsregion und Hinterhauptregion ..... 244

**7 Schnittbilder**

7.1 Frontalschnitte: Höhe Orbitavorderrand und Retrobulbärraum ..... 246

7.2 Höhe Spitze der Orbitapyramide und Hypophyse ..... 248

7.3 Horizontalschnitte: Höhe Orbitae, obere und mittlere „Etage“ ..... 250

7.4 Höhe Sinus sphenoidalis und Conchae nasales mediae ..... 252

7.5 Höhe Nasopharynx und Articulatio atlantoaxialis mediana ..... 254

7.6 Höhe Wirbelkörper C V–VI ..... 256

7.7 Höhe Übergang Th II/I zu C VI/VII ..... 258

7.8 Sagittalschnitte: Mediansagittalschnitt mit Nasenseptum sowie in Höhe der medialen Orbitawand ..... 260

7.9 Höhe inneres Drittel und Mitte der Orbita ..... 262

# B Neuroanatomie

## 1 Einführung in die Neuroanatomie

- 1.1 Einteilung und Grundfunktionen des Nervensystems . . . . . 266
- 1.2 Zellen, Signalübertragung und morphologischer Aufbau des Nervensystems . . . . . 268
- 1.3 Übersicht über das Nervensystem als Ganzes: Morphologie und räumliche Orientierung . . . . . 270
- 1.4 Embryonalentwicklung des Nervensystems . . . . . 272
- 1.5 Nervensystem in situ . . . . . 274
- 1.6 Übersicht über das Gehirn:
  - Telencephalon und Diencephalon . . . . . 276
  - Truncus encephali und Cerebellum . . . . . 278
- 1.8 Übersicht über das Rückenmark . . . . . 280
- 1.9 Blutversorgung von Gehirn und Rückenmark . . . . . 282
- 1.10 Somatosensibilität . . . . . 284
- 1.11 Somatomotorik. . . . . 286
- 1.12 Sinnesorgane. . . . . 288
- 1.13 Prinzipien der neurologischen Untersuchung. . . . . 290

## 2 Histologie von Nerven- und Gliazellen

- 2.1 Das Neuron und seine Verschaltung . . . . . 292
- 2.2 Neuroglia und Myelin . . . . . 294

## 3 Vegetatives Nervensystem

- 3.1 Organisation von Sympathikus und Parasympathikus . . . . . 296
- 3.2 Wirkung des vegetativen Nervensystems auf einzelne Organe und zentrale Verschaltungen des Sympathikus . . . . . 298
- 3.3 Parasympathikus: Übersicht und Verschaltungen . . . . . 300
- 3.4 Eingeweideschmerzen . . . . . 302
- 3.5 Eingeweidenervensystem . . . . . 304

## 4 Hirn- und Rückenmarkshäute

- 4.1 Hirnhäute . . . . . 306
- 4.2 Hirnhäute und Durasepten. . . . . 308
- 4.3 Hirn- und Rückenmarkshäute und ihre Räume . . . . . 310

## 5 Liquorräume

- 5.1 Übersicht. . . . . 312
- 5.2 Liquorzirkulation und Zisternen. . . . . 314
- 5.3 Zirkumventrikuläre Organe und Gewebescheiden im Gehirn. . . . . 316
- 5.4 Projektion von Liquorräumen und weiteren wichtigen Hirnstrukturen auf den Schädel . . . . . 318

## 6 Telencephalon (Groß- oder Endhirn)

- 6.1 Entwicklung und äußere Struktur . . . . . 320
- 6.2 Gyri und Sulci des Telencephalon:
  - konvexe Hirnoberfläche und Endhirnbasis . . . . . 322
  - mediale Hirnoberfläche und Insula . . . . . 324
- 6.4 Histologischer Aufbau und funktionelle Organisation der Großhirnrinde . . . . . 326
- 6.5 Rindenfelder im Neocortex . . . . . 328
- 6.6 Allocortex:
  - Übersicht . . . . . 330
  - Hippocampus und Corpus amygdaloideum . . . . . 332
- 6.8 Die weiße Substanz . . . . . 334
- 6.9 Nuclei basales (Basalkerne) . . . . . 336

## 7 Diencephalon (Zwischenhirn)

- 7.1 Übersicht und Entwicklung . . . . . 338
- 7.2 Äußere Struktur . . . . . 340
- 7.3 Innenstruktur: Etagegliederung und Schnittserie . . . . . 342
- 7.4 Thalamus:
  - Kerngebiete. . . . . 344
  - Projektionen der Thalamuskern. . . . . 346
- 7.6 Hypothalamus. . . . . 348
- 7.7 Hirnanhangsdrüse (Hypophyse, Glandula pituitaria) . . . . . 350
- 7.8 Epi- und Subthalamus. . . . . 352

## 8 Truncus encephali (Hirnstamm)

- 8.1 Gliederung und äußere Struktur . . . . . 354
- 8.2 Hirnnervenkerne, Nucleus ruber und Substantia nigra . . . . . 356
- 8.3 Formatio reticularis. . . . . 358
- 8.4 Ab- und aufsteigende Bahnen . . . . . 360
- 8.5 Querschnitte durch den Hirnstamm:
  - Mittelhirn (Mesencephalon) und Brücke (Pons) . . . . . 362
  - Medulla oblongata . . . . . 364

## 9 Cerebellum (Kleinhirn)

- 9.1 Äußere Struktur . . . . . 366
- 9.2 Innere Struktur . . . . . 368
- 9.3 Kleinhirnstiele und -bahnen . . . . . 370
- 9.4 Vereinfachte funktionelle Anatomie und Läsionen des Kleinhirns . . . . . 372

**10 Blutgefäße des Gehirns**

10.1 Zuführende Arterien und Circulus arteriosus ..... 374  
 10.2 Oberflächlicher Verlauf der Großhirnarterien ..... 376  
 10.3 Versorgungsgebiete der drei großen Arterien im Großhirn (Arteria cerebri anterior, media und posterior) ..... 378  
 10.4 Arterien von Hirnstamm und Kleinhirn ..... 380  
 10.5 Sinus durae matris:  
     Vorkommen und Aufbau ..... 382  
 10.6 Zuflüsse und akzessorische Abflüsse ..... 384  
 10.7 Oberflächliche und tiefe Venen des Gehirns ..... 386  
 10.8 Tiefe Venen des Gehirns:  
     Venen von Hirnstamm und Kleinhirn ..... 388  
 10.9 Intrakranielle Blutungen ..... 390  
 10.10 Zerebrale Durchblutungsstörungen ..... 392

**11 Rückenmark (Medulla spinalis) und seine Blutgefäße**

11.1 Übersicht:  
     Segmentaler Bau des Rückenmarks (Medulla spinalis) ..... 394  
 11.2 Gliederung der Rückenmarkssegmente ..... 396  
 11.3 Graue Substanz (Substantia grisea):  
     Innere Gliederung ..... 398  
 11.4 Reflexbogen und Eigenapparat des Rückenmarks .... 400  
 11.5 Aufsteigende Bahnen im Vorderstrang:  
     Tractus spinothalamici ..... 402  
 11.6 Aufsteigende Bahnen im Hinterstrang:  
     Fasciculus gracilis und Fasciculus cuneatus ..... 404  
 11.7 Aufsteigende Bahnen im Seitenstrang:  
     Tractus spinocerebellares ..... 406  
 11.8 Absteigende Bahnen:  
     Tractus corticospinales anterior und lateralis ..... 408  
 11.9 Extrapyramidale und vegetative Bahnen ..... 410  
 11.10 Synopsis der auf- und absteigenden Bahnsysteme im Rückenmark ..... 412  
 11.11 Arterielle Versorgung ..... 414  
 11.12 Venöse Drainage ..... 416  
 11.13 Topografie ..... 418

**12 Das Gehirn im Schnittbild**

12.1 Frontalschnitte I und II ..... 420  
 12.2 Frontalschnitte III und IV ..... 422  
 12.3 Frontalschnitte V und VI ..... 424  
 12.4 Frontalschnitte VII und VIII ..... 426

12.5 Frontalschnitte IX und X ..... 428  
 12.6 Frontalschnitte XI und XII ..... 430  
 12.7 Horizontalschnitte I und II ..... 432  
 12.8 Horizontalschnitte III und IV ..... 434  
 12.9 Horizontalschnitte V und VI ..... 436  
 12.10 Sagittalschnitte I–III ..... 438  
 12.11 Sagittalschnitte IV–VI ..... 440  
 12.12 Sagittalschnitte VII und VIII ..... 442

**13 Funktionelle Systeme und klinische Bezüge**

13.1 Sensorisches System:  
     Synopsis der Bahnsysteme ..... 444  
 13.2 Prinzipien der Reizverarbeitung ..... 446  
 13.3 Läsionen ..... 448  
 13.4 Schmerz ..... 450  
 13.5 Schmerzbahnen des Kopfes und zentrales schmerzhemmendes System ..... 452  
 13.6 Motorisches System:  
     Übersicht und Prinzip ..... 454  
 13.7 Pyramidenbahn (Tractus pyramidalis) ..... 456  
 13.8 Motorische Kerngebiete ..... 458  
 13.9 Extrapyramidal-motorisches System und Läsionen des motorischen Systems ..... 460  
 13.10 Radikuläre Läsionen:  
     Überblick und sensible Schäden ..... 462  
 13.11 Motorische Schäden ..... 464  
 13.12 Armplexusläsion ..... 466  
 13.13 Beinplexusläsion ..... 468  
 13.14 Läsionen des Rückenmarks und der peripheren Nerven:  
     Sensible Ausfälle ..... 470  
     Motorische Ausfälle ..... 472  
 13.15 Bestimmung der Höhe einer spinalen Läsion ..... 474  
 13.17 Visuelles System:  
     Genikulärer Anteil ..... 476  
 13.18 Läsionen des genikulären Anteils und nicht genikuläre Projektionen ..... 478  
 13.19 Reflexe ..... 480  
 13.20 Koordination der Augenbewegungen ..... 482  
 13.21 Hörbahn ..... 484  
 13.22 Vestibuläres System ..... 486  
 13.23 Geschmackssinn ..... 488  
 13.24 Geruchssinn ..... 490  
 13.25 Limbisches System ..... 492  
 13.26 Kortexgliederung, Assoziationsgebiete ..... 494  
 13.27 Hemisphärendominanz ..... 496  
 13.28 Korrelation klinischer Symptome mit neuroanatomischen Befunden ..... 498

# C ZNS:

## Glossar und Synopsen

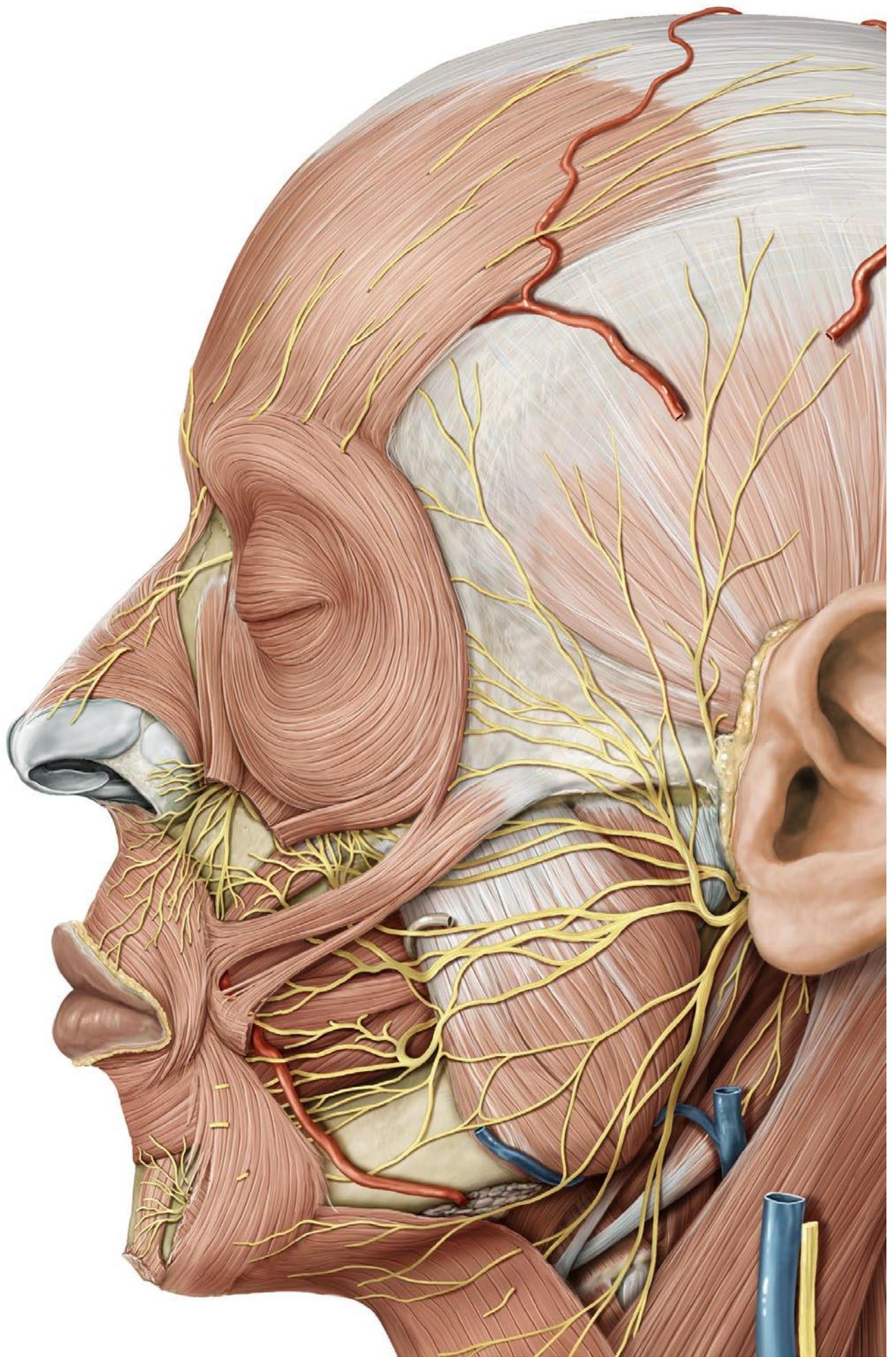
<b>1</b>	<b>Glossar</b>	
1.1	Substantia grisea (graue Substanz) .....	502
1.2	Substantia alba (weiße Substanz) .....	504
1.3	Sensibilität und Motorik; Übersicht Rückenmark und Rückenmarksbahnen .....	506
<b>2</b>	<b>Synopsen</b>	
2.1	Sensible Bahnen im Rückenmark .....	508
2.2	Motorische Bahnen im Rückenmark .....	510
2.3	Sensible Trigeminiusbahn .....	512
2.4	Hörbahn .....	514
2.5	Geschmacksbahn .....	516
2.6	Riechbahn .....	518
2.7	Kontrolle der motorischen Hirnnervenkerne .....	520
2.8	Kontrolle der Augenmotorik .....	522
2.9	Bahnen im Hirnstamm .....	524
2.10	Projektionen der Retina .....	526
2.11	Vegetative und sensible Ganglien am Kopf .....	528
2.12	Verschaltung der Motorik .....	530
2.13	Verschaltungen des Kleinhirns (Cerebellum) .....	532
2.14	Funktionelle Kortexareale .....	534
2.15	Assoziations- und Projektionsbahnen .....	536
2.16	Obere und untere Olive sowie die vier Lemniskens .....	538
2.17	Links-rechts-Verschaltungen im ZNS: Kommissuren und Kreuzungen .....	540
2.18	Kerne im Diencephalon und Kerngebiete des Thalamus ..	542
2.19	Kerne der Hirnnerven und vegetative Kerne .....	544
2.20	Leitungsbahnen der Nase .....	546
2.21	Gefäße der Orbita .....	548
2.22	Nerven der Orbita .....	550
2.23	Larynx .....	552
2.24	Glandula thyroidea .....	553
2.25	Pharynx .....	554

## Anhang

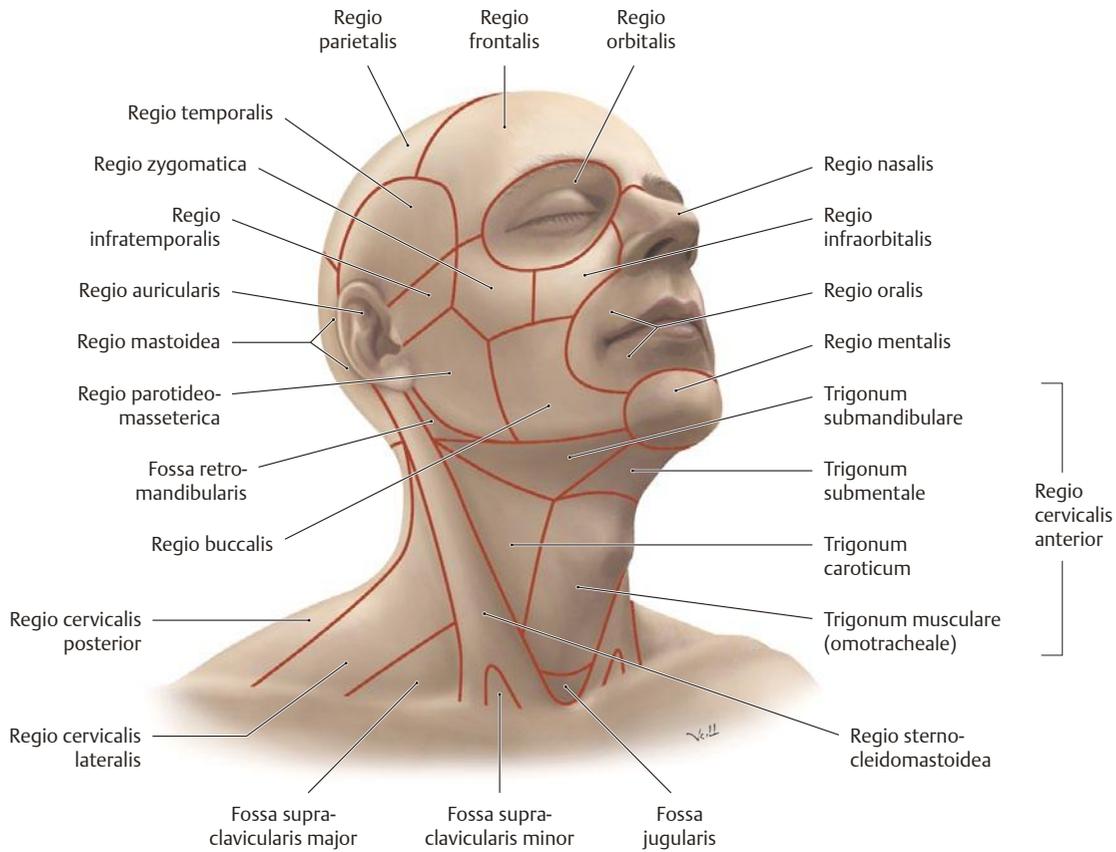
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	557
<b>Sachverzeichnis</b> .....	559

# A Kopf und Hals

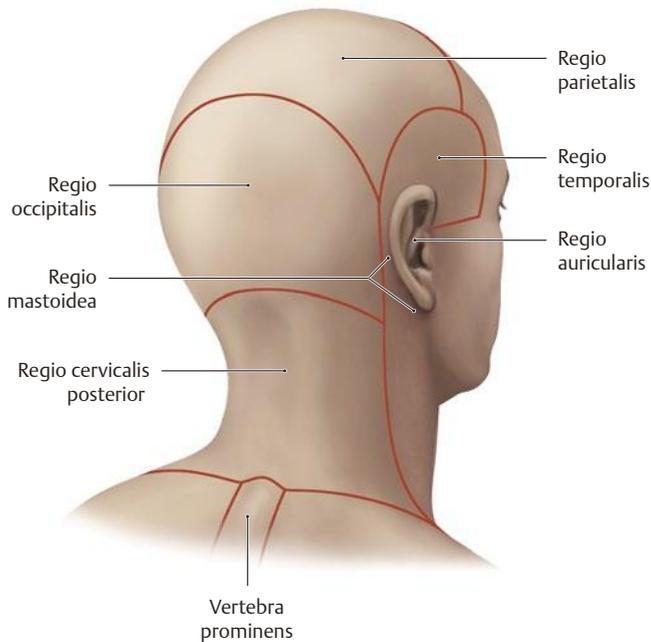
1	Übersicht .....	2
2	Knochen, Bänder und Gelenke .....	12
3	Systematik der Muskulatur .....	78
4	Systematik der Leitungsbahnen .....	94
5	Organe und ihre Leitungsbahnen .....	142
6	Topografie .....	226
7	Schnittbilder .....	246



# 1.1 Regionen und tastbare Knochenpunkte



**A Regionen von Kopf und Hals**  
Ansicht von ventral-rechts.

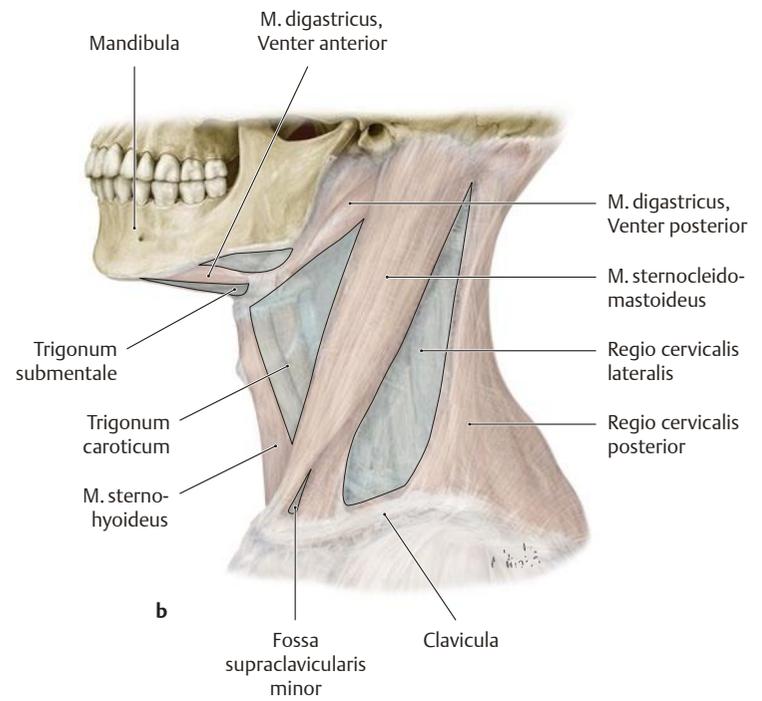
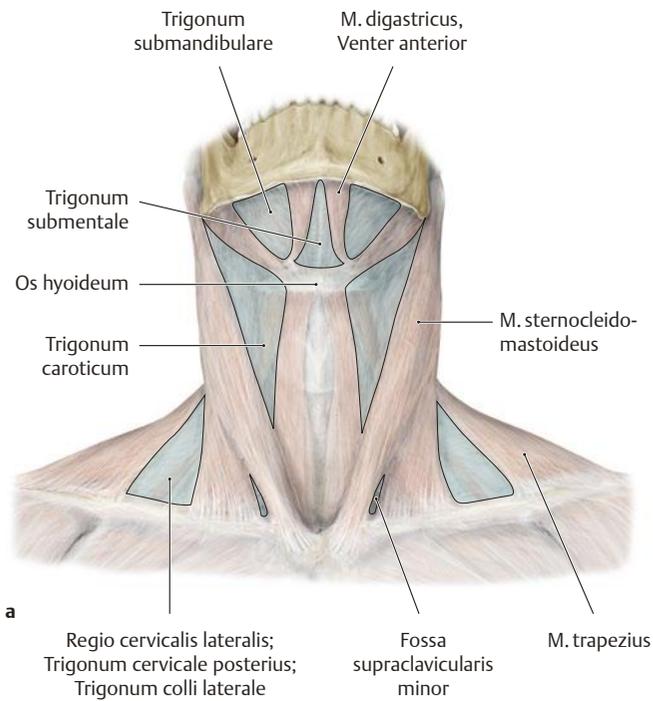


**B Regionen von Kopf und Hals**  
Ansicht von dorsal-rechts.

**C Regionen von Kopf und Hals (Regiones capitis und cervicales)**

Kopfreionen (Regiones capitis)	Halsregionen (Regiones cervicales)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regio frontalis</li> <li>• Regio parietalis</li> <li>• Regio occipitalis</li> <li>• Regio temporalis</li> <li>• Regio auricularis</li> <li>• Regio mastoidea</li> <li>• Regio facialis                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Regio orbitalis</li> <li>– Regio infraorbitalis</li> <li>– Regio buccalis</li> <li>– Regio parotideo-masseterica</li> <li>– Regio zygomatica</li> <li>– Regio nasalis</li> <li>– Regio oralis</li> <li>– Regio mentalis</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regio cervicalis anterior                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Trigonum submandibulare</li> <li>– Trigonum caroticum</li> <li>– Trigonum musculare (omotracheale)</li> <li>– Trigonum submentale</li> </ul> </li> <li>• Regio sternocleidomastoidea                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fossa supraclavicularis minor</li> </ul> </li> <li>• Regio cervicalis lateralis                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Trigonum omoclaviculare (Fossa supraclavicularis major)</li> </ul> </li> <li>• Regio cervicalis posterior</li> </ul>

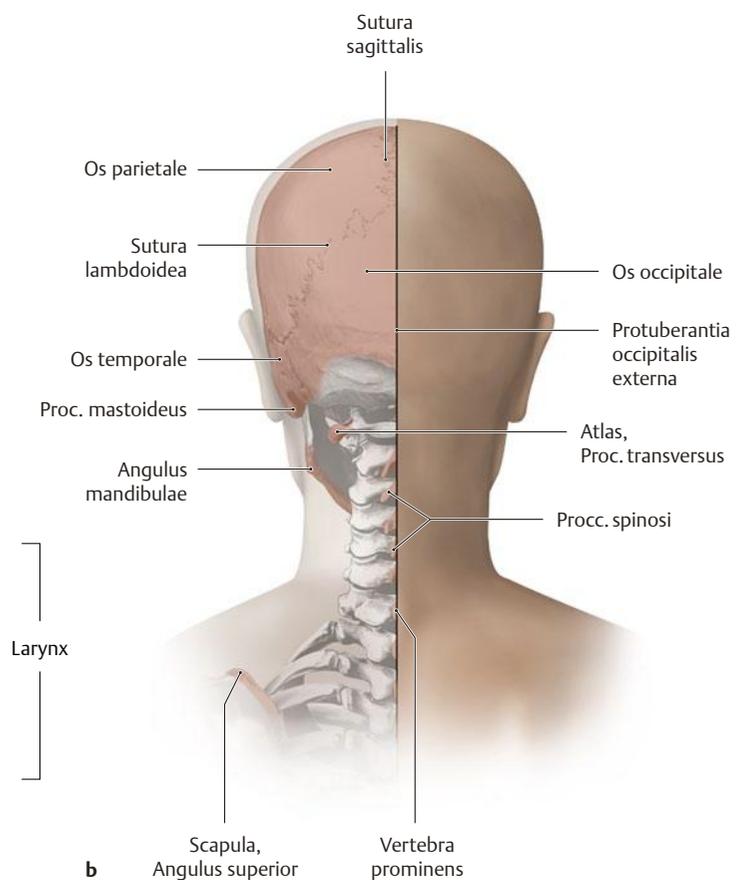
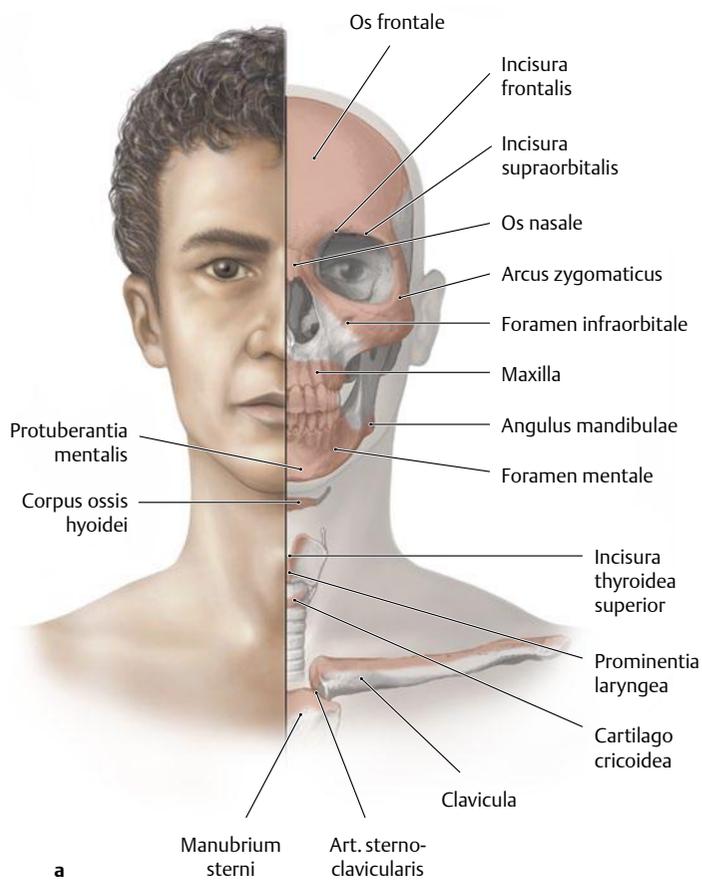
Die Regionen von Kopf und Hals haben auch klinisch Bedeutung, da viele Hautläsionen in beiden Regionen mit bloßem Auge zu erkennen sind und ihre Lokalisation exakt beschrieben werden muss. Dies ist besonders bei Hautkrebs wichtig, da die Lymphe, über die der Tumor seine Zellen streuen kann, je nach Lokalisation in unterschiedliche Lymphknotenstationen abfließt.



**D Regionen des Halses in ein Muskelpräparat eingezeichnet**

**a** Ansicht von ventral bei leicht dorsalflektiertem Kopf; **b** Ansicht von links.

Da die hier dargestellten Muskeln leicht sicht- und tastbar sind, eignen sie sich besonders als Orientierungspunkte für eine topografische Einteilung des Halses.



**E Tastbare Knochenpunkte an Kopf und Hals**

**a** Ansicht von frontal; **b** Ansicht von dorsal.

## 1.2 Kopf und Hals als Ganzes und Halsfaszien

Kopf und Hals bilden anatomisch und funktionell eine Einheit, wobei der Hals den Kopf mit dem Rumpf verbindet. Deshalb enthält der Hals besonders viele Leitungsbahnen, an welche die Halseingeweide sozusagen im Nebenschluss angelagert sind. Während im Kopfbereich außer den Organfaszien (z. B. um die Ohrspeicheldrüse) keine allgemeinen Faszien vorhanden sind, wird der Hals durch mehrere Faszien in Räume unterteilt. Sie sind hier der Besprechung von Organen und Leitungsbahnen vorangestellt, da die folgenden Kapitel immer wieder auf die Lage der Strukturen innerhalb dieser Faszien Bezug nehmen.

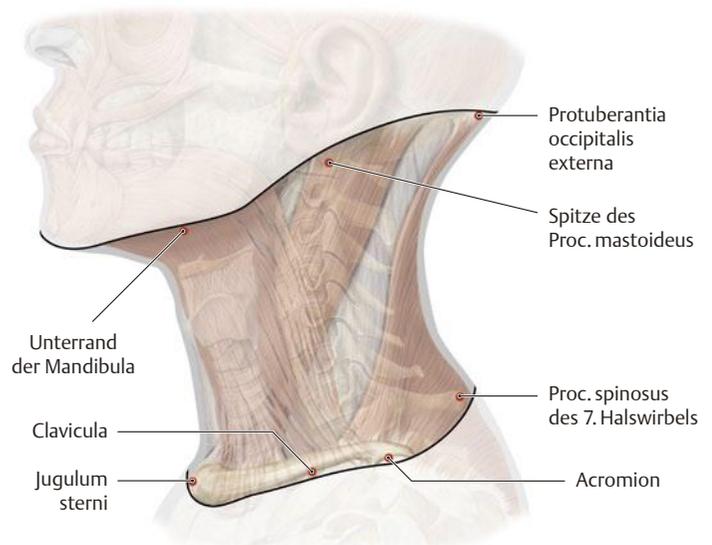
### A Gliederung des Kopf- und Halskapitels

<b>Übersicht</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regionen und tastbare Knochenpunkte</li> <li>• Kopf und Hals als Ganzes und Halsfaszien</li> <li>• Klinische Anatomie von Kopf und Hals</li> <li>• Embryologie Gesicht</li> <li>• Embryologie Hals</li> </ul>
<b>Knochen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schädelknochen</li> <li>• Zähne</li> <li>• Halswirbelsäule</li> <li>• Bandapparat</li> <li>• Gelenke</li> </ul>
<b>Muskulatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mimische Muskulatur</li> <li>• Kaumuskeln</li> <li>• Halsmuskeln</li> </ul>
<b>Systematik der Leitungsbahnen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arterien</li> <li>• Venen</li> <li>• Lymphknotenstationen</li> <li>• Nerven</li> </ul>
<b>Organe und ihre Leitungsbahnen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohr</li> <li>• Auge</li> <li>• Nase</li> <li>• Mundhöhle</li> <li>• Rachen</li> <li>• Kopfspeicheldrüsen</li> <li>• Kehlkopf</li> <li>• Schilddrüse und Nebenschilddrüsen</li> </ul>
<b>Topografische Anatomie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vordere Gesichtsrregion</li> <li>• Hals von ventral, oberflächliche Schichten</li> <li>• Hals von ventral, tiefe Schichten</li> <li>• oberflächliche Schicht des seitlichen Kopfes</li> <li>• mittlere und tiefe Schicht des seitlichen Kopfes</li> <li>• Fossa infratemporalis (Unterschläfengrube)</li> <li>• Fossa pterygopalatina (Flügel-Gaumen-Grube)</li> <li>• laterales Halsdreieck</li> <li>• Übergang in die obere Thoraxapertur, Karotisdreieck und tiefe seitliche Halsregion</li> <li>• hintere Halsregion und Hinterhauptsregion</li> <li>• Kopf und Hals im Schnittbild</li> </ul>

### B Halsfaszie (Fascia cervicalis)

Man unterscheidet eine Muskelfaszie mit drei Blättern sowie eine Leitungsbahnen- und eine Eingeweidefaszie:

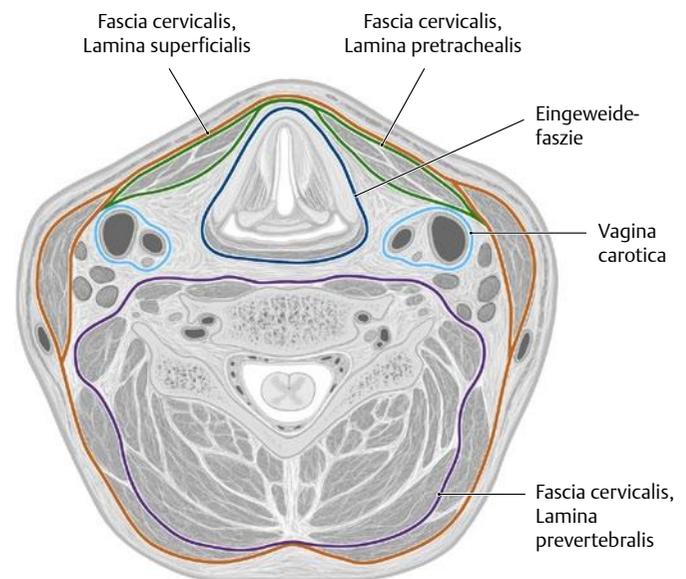
1. Lamina superficialis: umhüllt den ganzen Hals und liegt dem M. trapezius und dem M. levator scapulae außen an, sie umscheidet den M. sternocleidomastoideus
2. Lamina pretrachealis: umscheidet die infrahyoidalen Muskeln
3. Lamina prevertebralis: umscheidet die Mm. scaleni, die prävertebrale Muskulatur und die autochthone Rückenmuskulatur
4. Vagina carotica: umscheidet die Gefäß-Nerven-Straße
5. Eingeweidefaszie: umscheidet Larynx, Trachea, Pharynx, Oesophagus und Gl. thyroidea



### C Grenzflächen des Halses

Ansicht von links. Folgende tastbare Strukturen bilden die Grenzflächen des Halses:

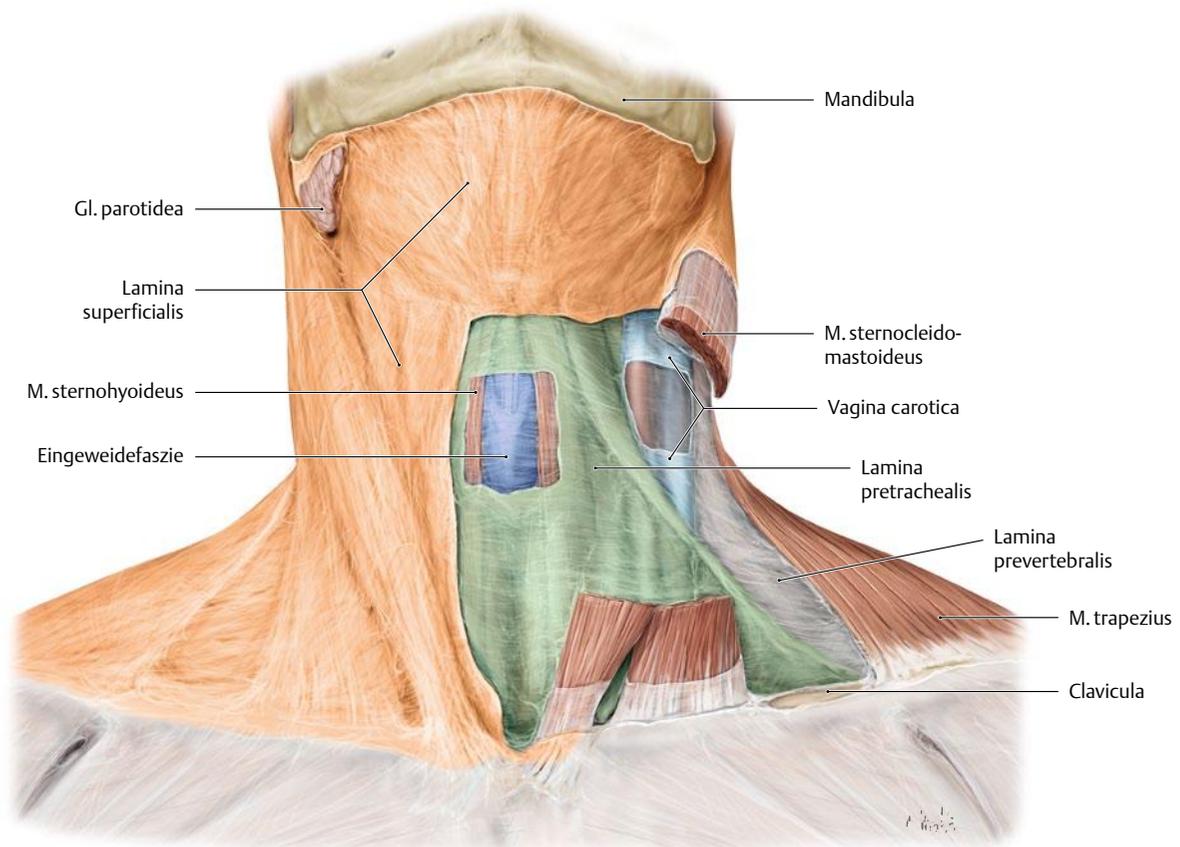
- kranial: Unterrand der Mandibula, Spitze des Proc. mastoideus und Protuberantia occipitalis externa;
- kaudal: Jugulum sterni, Clavicula, Acromion und Proc. spinosus des 7. Halswirbels.



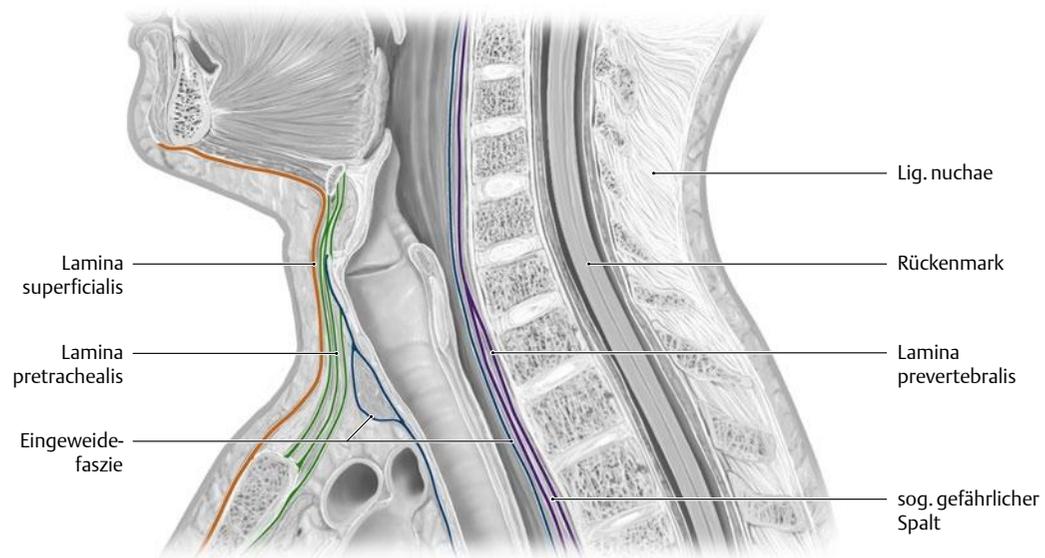
### D Faszienvverhältnisse am Hals; Querschnitt in Höhe des 5. Halswirbels

Die gesamte Ausdehnung der Halsfaszie ist orientierend am besten in einem Querschnitt zu erkennen:

- Die *Muskelfaszie* spaltet sich in drei Blätter auf:
  - Lamina superficialis (orange),
  - Lamina pretrachealis (grün) und
  - Lamina prevertebralis (violett);
- darüber hinaus gibt es eine *Leitungsbahnenfaszie*: Vagina carotica (hellblau) und
- eine *Eingeweidefaszie* (dunkelblau).



a



b

## E Faszienvverhältnisse am Hals

**a Ansicht von ventral.** Der sehr variabel ausgebildete Hautmuskel des Halses, das Platysma, liegt oberhalb (epifaszial) der oberflächlichen Halsfaszie, er wurde beiderseits in Höhe des Unterrandes der Mandibula entfernt. Die Halsfaszien bilden ein bindegewebiges Blatt um die Muskulatur, die Leitungsbahnen und die Halseingeweide (zur näheren Unterteilung s. **B**). Auf diese Weise unterteilen sie den Hals in Räume, von denen einige, durch die die Leitungsbahnen ziehen, nach kaudal und kranial hin offen sind. Unter dem oberflächlichen Blatt der Halsfaszie, der *Lamina superficialis*, das mitte-links gefenstert wurde, liegt das mittlere Blatt, die *Lamina pretrachealis*. Unterhalb der *Lamina pretrachealis* wird in einem Fenster die *Eingeweidefaszie* sichtbar. Die Leitungsbahnen sind von einer weiteren Faszie umgeben, der *Vagina carotica*. Dorsal links wird das tiefe Blatt der Halsfaszie, die *La-*

*mina prevertebralis* sichtbar. Diese, durch die Faszien begrenzten Bindegewebsschläuche des Halses haben klinisch insofern Bedeutung, als sie z. T. begrenzende Leitstrukturen darstellen, in denen sich Entzündungen ausbreiten können, wobei die Entzündung (zumindest initial) auf diesen bestimmten Bindegewebsraum begrenzt bleiben kann.

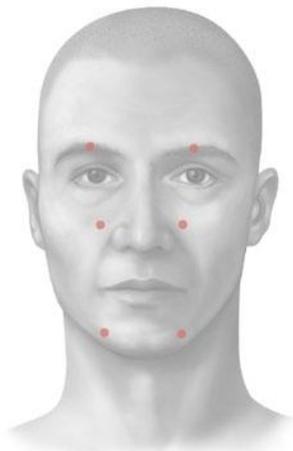
**b Ansicht von links.** Mediansagittalschnitt: In dieser Darstellung erkennt man, dass das tiefe Blatt der Halsfaszie, die *Lamina prevertebralis*, median direkt auf der Wirbelsäule aufliegt und gespalten ist. Bei einer Knochentuberkulose der Halswirbelsäule z. B. kann sich hier ein Senkungsabszess entlang der Faszie ausbilden (sog. gefährlicher Spalt, Retropharyngealabszess). Lateral und dorsal umschneidet diese Faszie Muskulatur (s. **D**). Die weiter lateral gelegene *Vagina carotica* ist in diesem medianen Schnitt nicht mit anzutreffen.

## 1.3 Klinische Anatomie

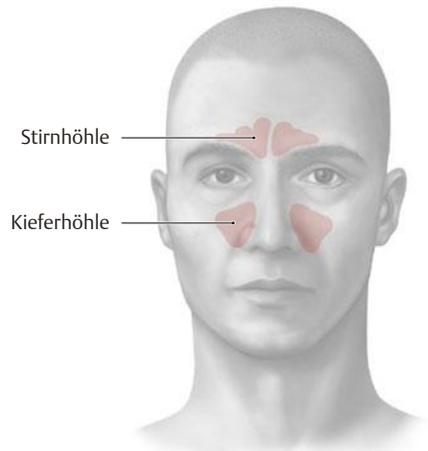
### A Spalt- oder Spannungslinien am Kopf

Ansicht von schräg vorne.

Haut und Subkutis stehen unter Spannung, weshalb ein Stich mit einer kleinen runden Nadel zu einem kleinen länglichen Spalt in der Haut führt. Dieser Spalt richtet sich nach den Spannungslinien im Bereich des Einstichs aus. Um eine rasche Wundheilung und wenig auffällige Narbenbildung zu gewährleisten, müssen Schnitte im Kopfbereich daher entlang dieser Spannungslinien ausgerichtet werden. Diese Schnittführung ist gerade im Bereich des Kopfes wichtig, da dort Narben besonders gut zu sehen sind.



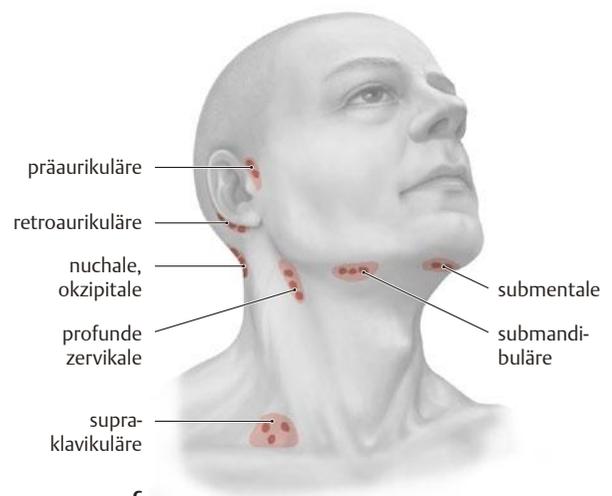
a



Stirnhöhle

Kieferhöhle

b



präaurikuläre

retroaurikuläre

nuchale,  
okzipitale

profunde  
zervikale

supra-  
klavikuläre

submentale

submandi-  
buläre

c

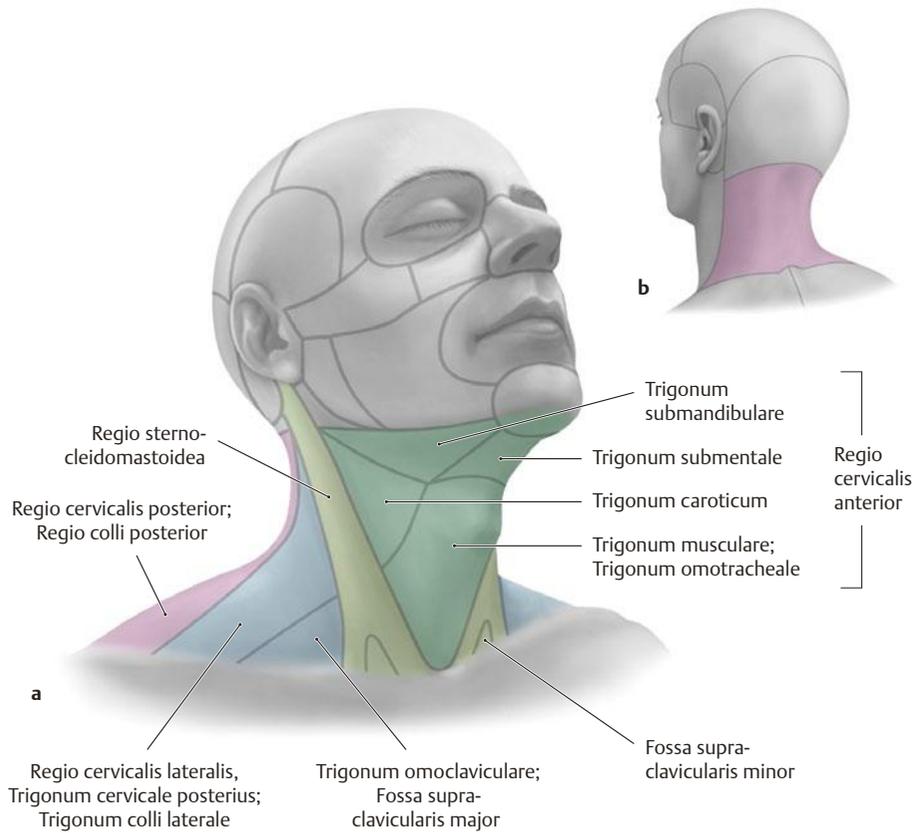
### B Projektionen klinisch wichtiger Strukturen auf den Kopf

Ansicht von frontal (a u. b) und von schräg rechts (c).

**a** Austrittspunkte des sensiblen N. trigeminus: Sie sind für die klinische Prüfung der Sensibilität des Kopfes von Bedeutung. Wenn der Druck der Fingerkuppe an diesen Austrittspunkten Schmerzen auslöst, ist der entsprechende Trigeminasast gereizt.

**b** Hautareale über den Nasennebenhöhlen: Sie sind bei Entzündungen der Nebenhöhlen, die sehr häufig vorkommen, (druck)schmerzempfindlich.

**c** Abführende Lymphknotenstationen am Übergang von Kopf zu Hals: Die wichtigsten dieser Lymphknotenstationen sind hier benannt. Wenn die Lymphknoten vergrößert sind, liegt z. B. eine Entzündung oder ein Tumor im Einflussgebiet dieses Lymphknotens vor. Bei der klinischen Untersuchung des Kopfes sind die abführenden Lymphknotenstationen daher abzutasten.



### C Zuordnung anatomisch wichtiger Strukturen zu den topografischen Feldern und Regionen des Halses (nach Anschütz)

**a** Ansicht von schräg rechts; **b** Ansicht von dorsal-links.

Bestimmte tiefer gelegene Strukturen des Halses projizieren auf verschiedene Regionen.

Umgekehrt kann bei pathologischen Veränderungen in einer Region auf die zugrundeliegende anatomische Struktur rückgeschlossen werden. So sind z. B. Glomustumoren im Trigonum caroticum lokalisiert.

#### Regio cervicalis anterior

- Trigonum submandibulare
  - submandibuläre Lymphknoten
  - Gl. submandibularis
  - N. hypoglossus
  - Gl. parotis (dorsal)
- Trigonum caroticum
  - Karotisbifurkation
  - Glomus caroticum
  - N. hypoglossus
- Trigonum musculare
  - Gl. thyroidea
  - Larynx
  - Trachea
  - Oesophagus
- Trigonum submentale
  - submentale Lymphknoten

#### Regio sternocleidomastoidea

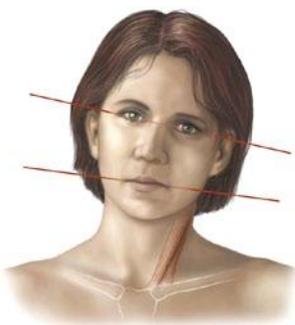
- M. sternocleidomastoideus
- A. carotis
- V. jugularis interna
- N. vagus
- juguläre Lymphknoten

#### Regio cervicalis lateralis

- laterale Lymphknoten
- N. accessorius
- Plexus cervicalis
- Plexus brachialis

#### Regio cervicalis posterior

- Nackenmuskeln
- Trigonum arteriae vertebralis



### D Muskulärer Schiefhals (Torticollis muscularis) links (nach Anschütz)

Schiefhals und Struma (s. E) können alleine durch die Inspektion diagnostiziert werden (Blickdiagnose). Beim Schiefhals ist der M. sternocleidomastoideus – meist aufgrund intrauteriner Fehllage – verkürzt. Dadurch halten die Betroffenen den Kopf zur erkrankten Seite geneigt und leicht zur Gegenseite gedreht. Ohne Therapie (Krankengymnastik/Operation) führt der Schiefhals sekundär zu schiefe Wachstum von Wirbelsäule und Gesichtsschädel. Die Schädelasymmetrie äußert sich u. a. durch die Konvergenz der Gesichtsebenen auf der erkrankten Seite (s. Linien).



### E Retrosternale Struma (nach Hegglin)

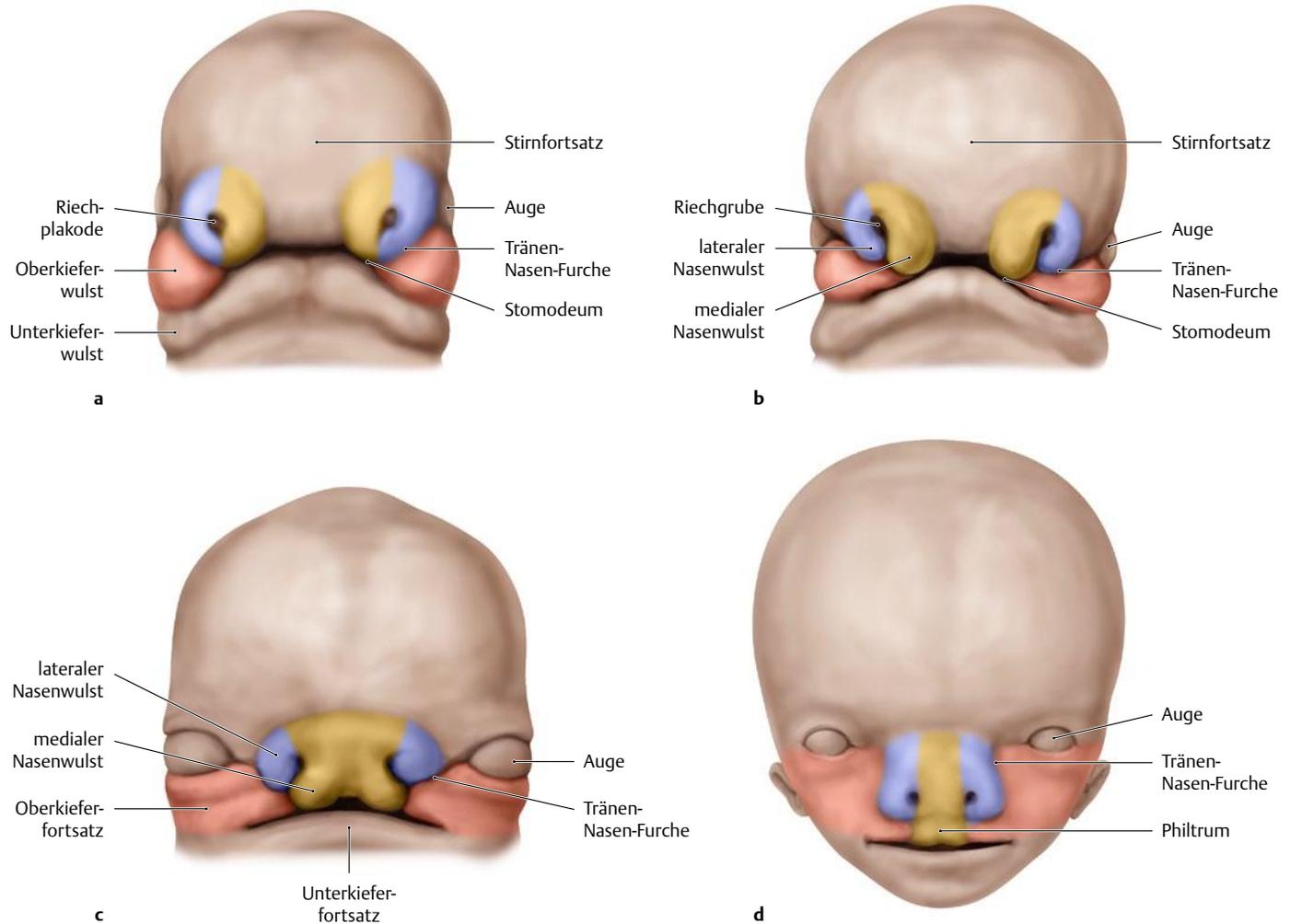
Eine Struma, die von den unteren Polen (s. S. 224) der Schilddrüse ausgeht, kann bis in die obere Thoraxapertur reichen und dort die Halsvenen komprimieren. Die Folge ist eine venöse Stauung mit Venenerweiterung an Kopf und Hals (sog. kongestionierter Hals).



### F Abschätzung des zentralen Venendrucks am Hals in halbaufrechter Körperhaltung

Normalerweise sind die Halsvenen im Sitzen kollabiert. Liegt allerdings eine Rechtsherzinsuffizienz vor, so staut sich das Blut vor dem rechten Herzen, was zu einem Rückstau des Blutes in die Vv. jugulares führt. Die Höhe des Rückstaus wird durch eine Pulsation in der V. jugularis externa erkenntlich (sog. Venenpuls, Ende der oberen blauen Markierung). Je höher dieser Punkt liegt, desto mehr Blut wird rückgestaut. Folglich kann man an diesem Punkt die Schwere der Rechtsherzinsuffizienz bestimmen.

## 1.4 Embryologie des Gesichts



### A Gesichtswülste und deren Verschmelzung (nach Sadler)

Ansichten von frontal. Um die Entstehung der klinisch wichtigen Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten (c) zu verstehen, muss man die Entwicklung des Gesichts kennen.

**a** Fünf Wochen alter Embryo. Das Oberflächenektoderm des 1. Schlundbogens hat sich zum Stomodeum eingefaltet, das später Anschluss an das endodermale Epithel der Mundhöhle gewinnt. Die Kontur des Gesichts entwickelt sich aus Gesichtswülsten, deren Gewebe aus dem 1. Schlundbogen oder aus Neuralleistenmesenchym stammt. Kaudal des Stomodeums liegen die Unterkieferwülste, lateral die Oberkiefer-

wülste, daran anschließend lateraler und medialer Nasenwulst. Beide medialen Nasenwülste grenzen an den Stirnfortsatz an.

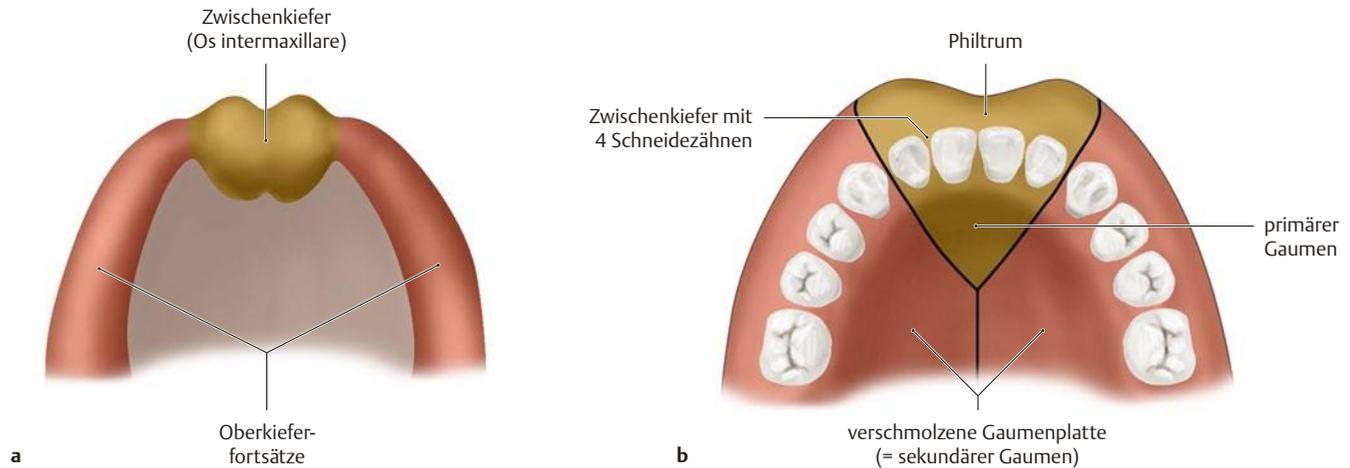
**b** Beim sechs Wochen alten Embryo grenzen sich durch Furchung die Nasenwülste vom Oberkieferwulst ab.

**c** Beim sieben Wochen alten Embryo sind die medialen Nasenwülste in der Mittellinie miteinander und an ihren lateralen Rändern mit den Oberkieferwülsten verschmolzen.

**d** Beim zehn Wochen alten Embryo sind die Wanderungsbewegungen abgeschlossen.

### B Derivate der Gesichtswülste (nach Sadler)

Gesichtswulst	Derivate
Stirnfortsatz	Stirn, Nasenwurzel, medialer und lateraler Nasenwulst
Oberkieferfortsatz	Wangen, laterale Anteile der Oberlippe
medialer Nasenwulst	Philtrum, Nasenspitze und Nasenrücken
lateraler Nasenwulst	Nasenflügel
Unterkieferfortsatz	Unterlippe

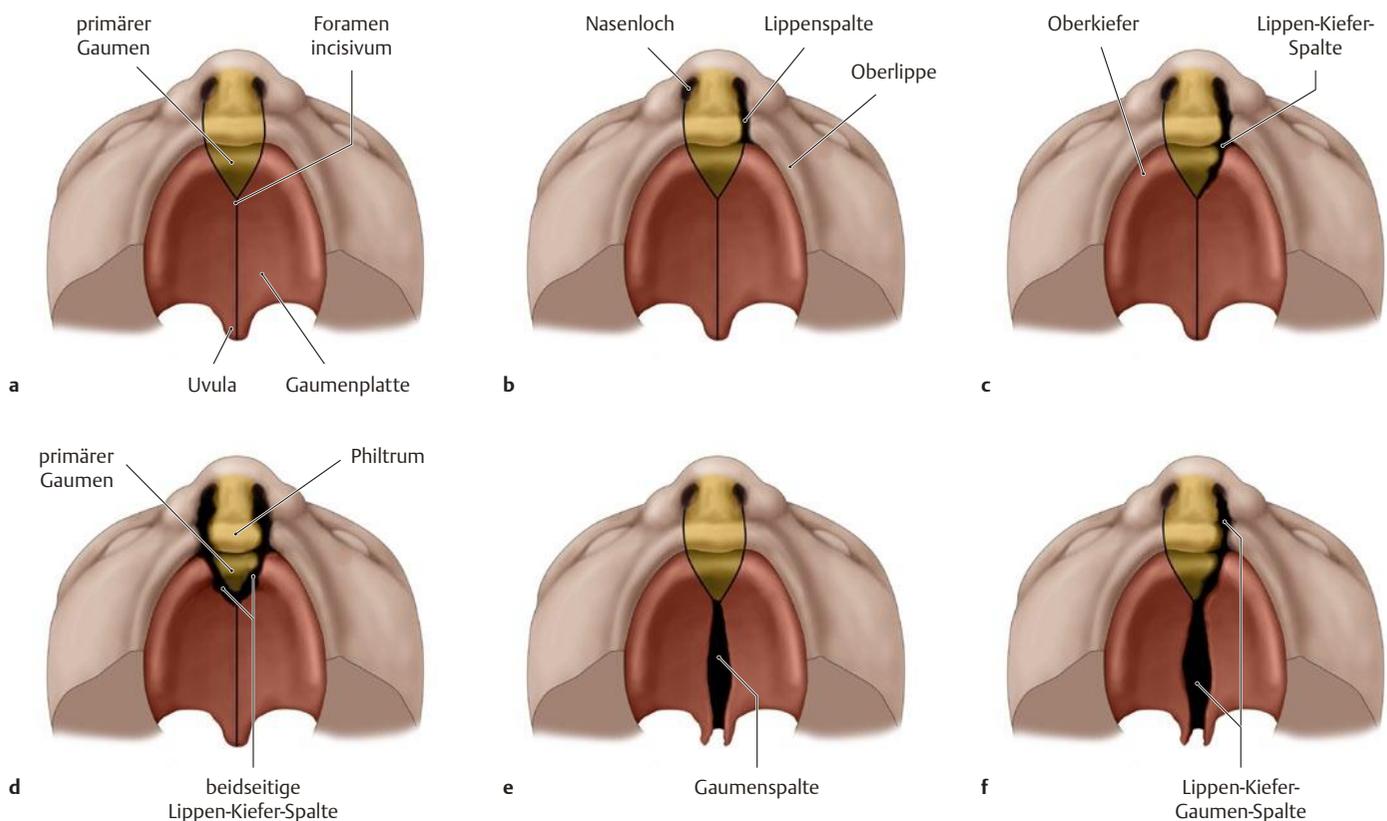


**C Zwischenkiefersegment** (nach Sadler)

a u. b Sicht auf den Gaumen von kaudal.

a Die medialen Nasenwülste bilden in der Tiefe Knochengewebe, das in der Mittellinie verschmilzt und einen in der Entwicklung eigenständigen Knochen bildet, den Zwischenkieferknochen (Os intermaxillare).

b Das Philtrum der Oberlippe entsteht ebenso aus dem Gewebe des medialen Nasenwulstes wie der Zwischenkieferknochen mit seinen vier Schneidezähnen. Der Knochen des primären Gaumens verschmilzt mit dem Knochen der Gaumenplatten der Oberkieferwülste und ist beim Erwachsenen kein eigenständiger Knochen mehr.



**D Spaltbildungen im Gesichtsbereich** (nach Sadler)

a-f Ansicht von kaudal und ventral.

a **Normalzustand.** Die Knochen der Gaumenplatten der Oberkieferwülste sind mit denen des primären Gaumens des medialen Nasenwulstes verschmolzen. Das Oberflächenepithel des Gesichts bildet um Mund und Nasenöffnung ein geschlossenes Gewebe.

b **Cheiloschisis.** Verschmilzt das Gewebe der Oberlippe links nicht, bildet sich eine bis in die Nase reichende Lippenspalte (Hasenscharte) links.

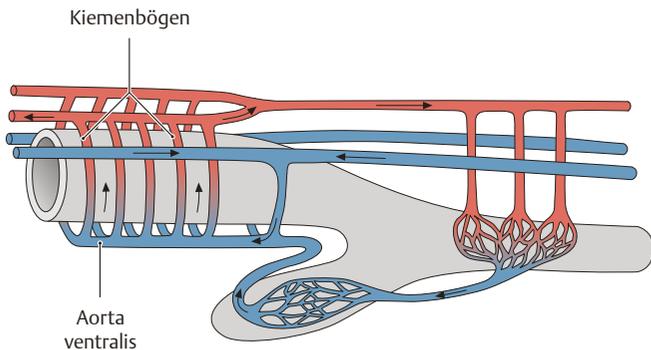
c **Cheilognathoschisis.** Ist auch der Oberkiefer links in die Spaltbildung mit einbezogen, ergibt sich links eine Lippen-Kiefer-Spalte.

d Eine Spaltbildung kann auch beiderseits auftreten: beidseitige Lippen-Kiefer-Spalte.

e **Palatoschisis.** Verschmelzen die Gaumenplatten der beiden Oberkieferwülste nicht miteinander, entsteht eine isolierte Gaumenspalte.

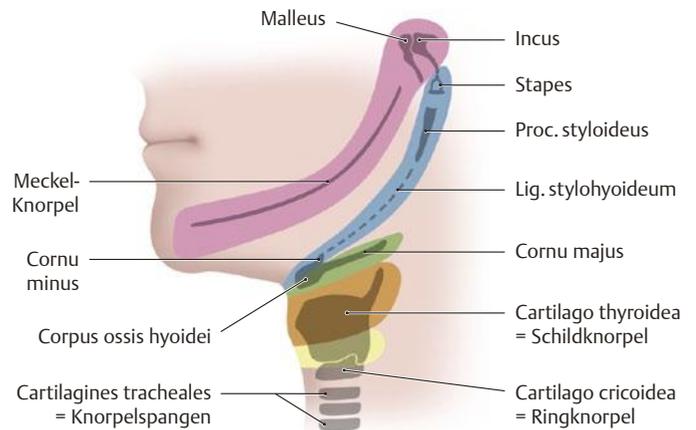
f **Cheilognathopalatoschisis.** Alle drei Spaltformen können miteinander kombiniert sein: einseitige Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte. Wenn diese beidseits auftritt, spricht man vom „Wolfsrachen“.

## 1.5 Embryologie des Halses



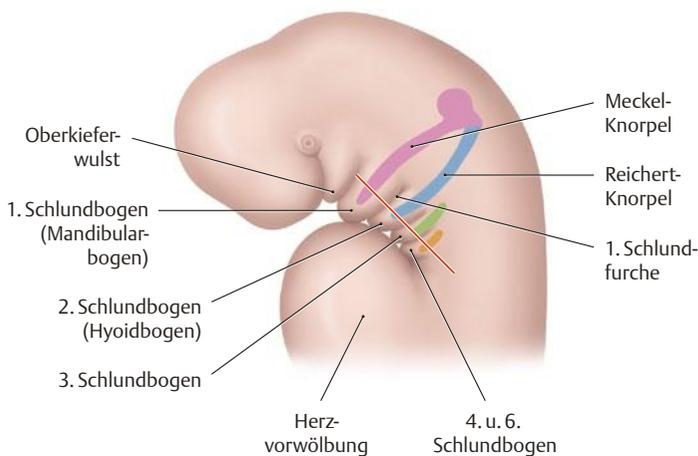
### A Schema der Kiemenbögen beim Lanzettfischchen (nach Romer, Parsons u. Frick)

Ansicht von links. Beim Lanzettfischchen, dessen Bauplan hier exemplarisch für den der Chordaten (zu denen auch die Wirbeltiere gehören) dargestellt ist, strömt das venöse Blut in einer Aorta ventralis kopfwärts. Von ihr ziehen beiderseits Kiemenbogenarterien dorsalwärts. In den Kiemen wird dann das venöse Blut arterialisiert. Die Kiemenbogenarterien stellen also einen paarigen segmentalen Arterienbogen dar (vgl. Thoraxsegment beim Menschen!). Während der Embryonalentwicklung treten beim Menschen ähnliche Gefäßverläufe auf. Da aber beim Menschen keine Kiemen gebildet werden, spricht man von Schlund- statt von Kiemenbögen. Die Schlundbögen enthalten in ihrem bindegewebigen Kern die Kiemenbogenarterien. Relativ häufige Fehlbildungen am Hals werden als Fehlbildungen dieser Strukturen angesehen (s. G).



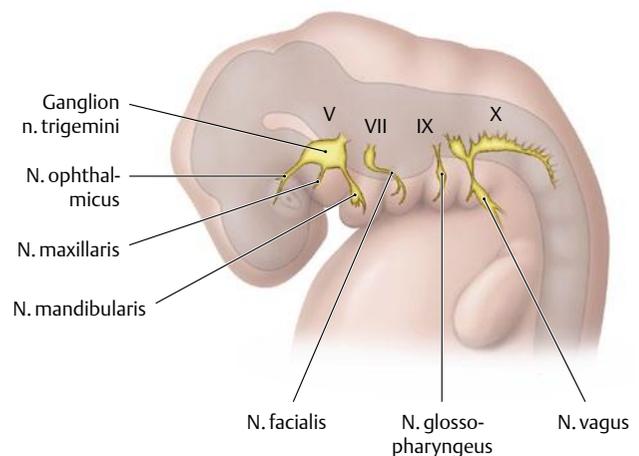
### C Herkunft von Skelett und Muskeln aus den Schlundbögen beim Erwachsenen (nach Sadler)

Ansicht von links. Neben den knorpeligen Grundlagen des Skeletts (s. Beschriftungen) können auch die Muskeln und die sie innervierenden Nerven aufgrund ihrer embryonalen Herkunft bestimmten Schlundbögen zugewiesen werden. Vom 1. Schlundbogen stammt die Kaumuskulatur und der M. mylohyoideus, der vordere Bauch des M. digastricus, der M. tensor veli palatini und der M. tensor tympani. Dem 2. Schlundbogen ist die mimische Muskulatur zugeordnet, der hintere Bauch des M. digastricus, der M. stylohyoideus sowie der M. stapedius. Vom 3. Schlundbogen stammt der M. stylopharyngeus ab. Vom letzten stammen M. cricothyroideus, M. levator veli palatini, die Schlundschnürer und die intrinsischen Muskeln des Kehlkopfes ab. Diese embryologische Herleitung der Muskeln erklärt auch ihre Innervation (s. D).



### B Schlundbögen und Schlundfurchen eines vierwöchigen Embryos (nach Sadler)

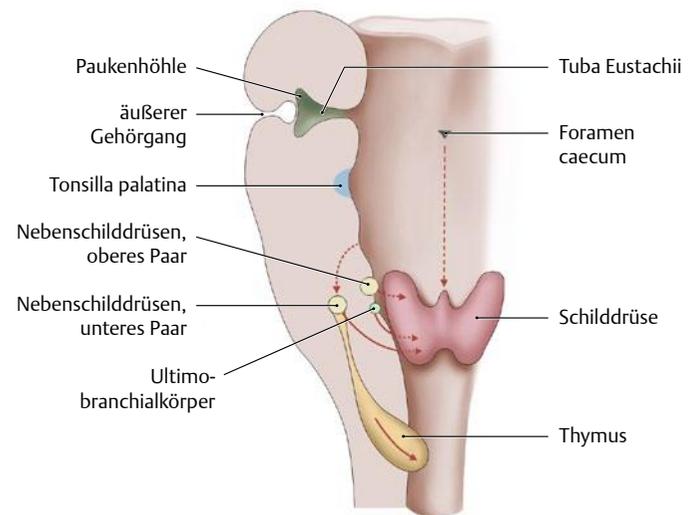
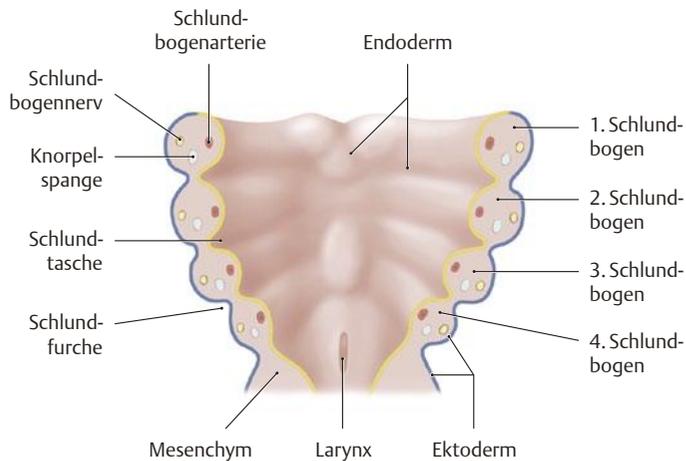
Ansicht von links. Man erkennt die beim Menschen angelegten vier Schlundbögen, zwischen denen die Schlundfurchen liegen. Die Knorpel der vier Schlundbögen sind verschiedenfarbig markiert. Sie wandern – wie andere Gewebe der Schlundbögen auch – während der weiteren Entwicklung aus und bilden im Erwachsenen verschiedene Skelett- und Banelemente (s. C).



### D Innervation der Schlundbögen

Ansicht von links. Jedem Schlundbogen kann ein Hirnnerv zugeordnet werden:

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| 1. Schlundbogen       | N. trigeminus (V) (N. mandibularis)                |
| 2. Schlundbogen       | N. facialis (VII)                                  |
| 3. Schlundbogen       | N. glosso-pharyngeus (IX)                          |
| 4. u. 6. Schlundbogen | N. vagus (X) (N. laryngeus superior und recurrens) |

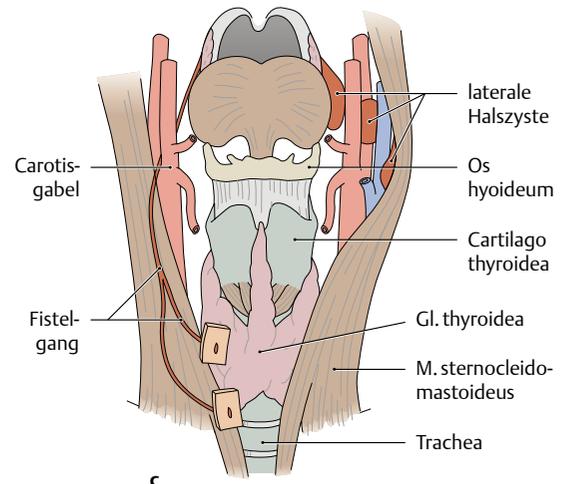
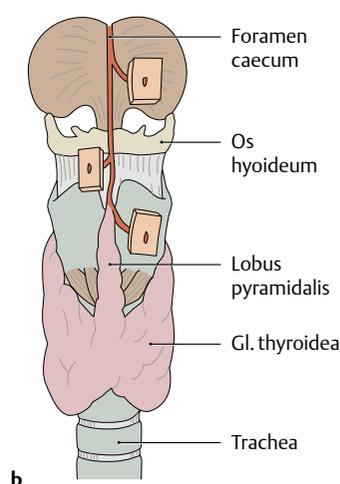
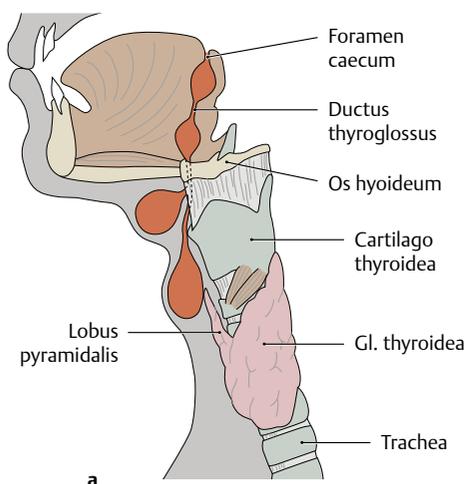


**E Innerer Aufbau der Schlundbögen** (nach Sadler)

Ansicht von ventral; zur Schnittebene s. B. Außen sind die Schlundbögen von Ektoderm bedeckt, innen von Endoderm. Das Innere eines Schlundbogens besteht aus einer Schlundbogenarterie, einem Schlundbogennerve und einer Knorpelspange. Diese Strukturen werden von mesodermalem Gewebe und Muskulatur umgeben. Die äußeren Einfaltungen nennt man Schlundfurchen, die inneren Schlundtaschen. Die Schlundtaschen werden von Endoderm ausgekleidet, aus diesem entwickeln sich u. a. die Drüsen des Halses. Dabei wandern die Drüsenanlagen z.T. erheblich.

**F Wanderungsbewegungen der Gewebe der Schlundbögen**

(nach Sadler)  
Frontalansicht. Während der Entwicklung wandert das Epithel, aus dem sich die Schilddrüse bildet, von seinem Ursprungsort in der Mittellinie des Zungengrundes bis in Höhe des 1.Trachealknorpels, wo die Schilddrüse nachgeburtlich liegt. Am Zungengrund verbleibt das Foramen caecum als Rudiment, von dem aus sich das Schilddrüsengewebe abknospt hat. Die Nebenschilddrüsen stammen vom 4. (oberes Paar) bzw. 3. (unteres Paar) Schlundbogen, der Thymus ebenfalls vom 3. Schlundbogen ab. Der Ultimobranchialkörper, dessen Zellen in die Schilddrüse einwandern und dort die Calcitonin bildenden C-Zellen oder parafollikuläre Zellen bilden, stammt vom 5. Schlundbogen ab. Dieser entwickelt sich zuletzt und wird meist als Abschnitt des 4. Schlundbogens angesehen. Aus der 1. Schlundfurche entwickelt sich der äußere Gehörgang, aus der 1. Schlundtasche die Paukenhöhle und die Tuba auditiva, aus der 2. die Tonsilla palatina.



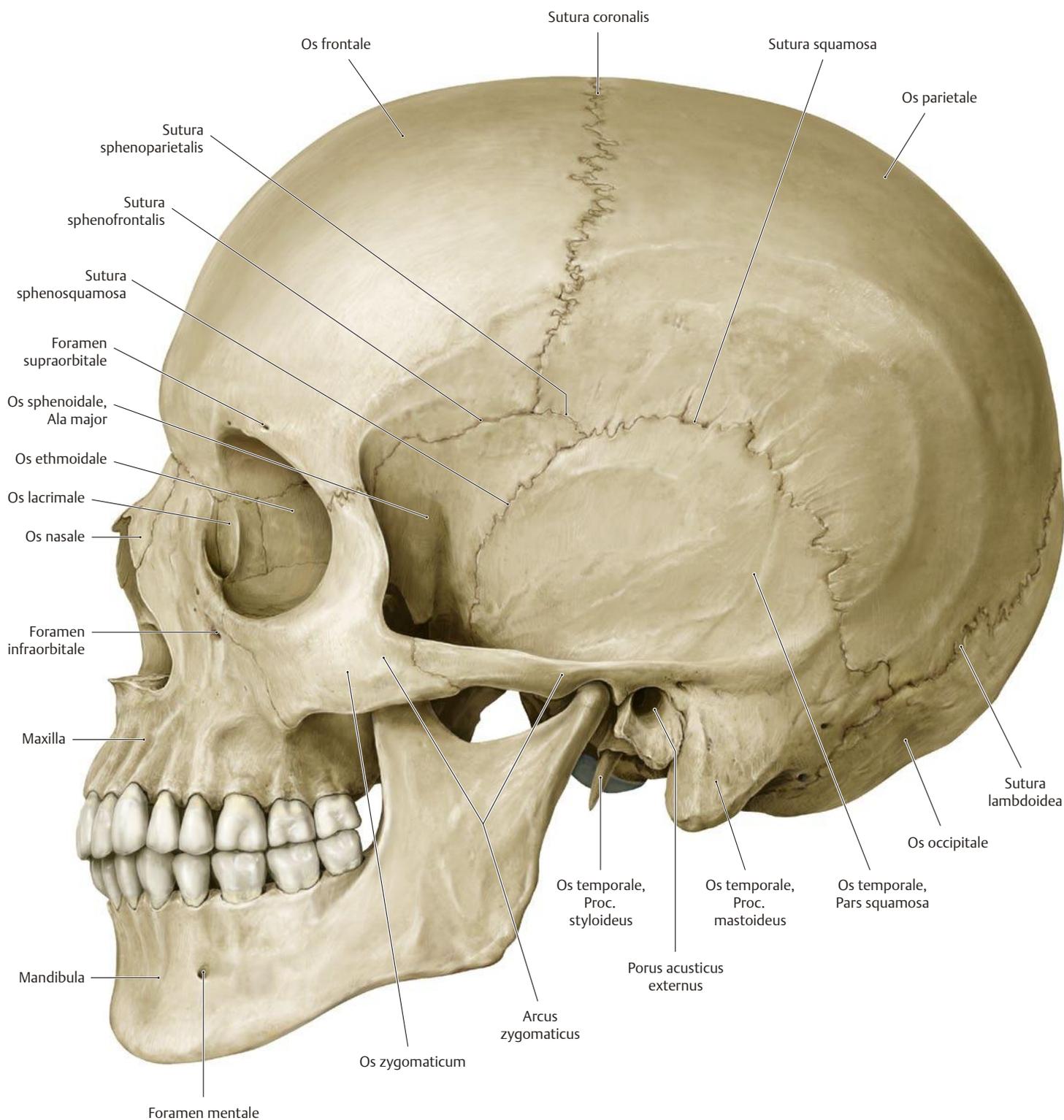
**G Lage von Halszysten und Fisteln**

**a** Mediane Halszysten; **b** mediane Halsfisteln; **c** laterale Halsfisteln und Zysten.

**Mediane Halszysten und Fisteln (a u. b)** sind Reste des Ductus thyroglossus. Bildet er sich nicht vollständig zurück, können mit Schleim gefüllte Hohlräume (Zysten) verbleiben. Diese treten als prallelastische Vergrößerungen am Hals auf.

**Laterale Halszysten und Fisteln** entstehen aus Resten der Gangabschnitte des Sinus cervicalis, der sich während der Entwicklung als Folge der Wanderungsbewegungen bildet. Persistieren epithelausgekleidete Reste, können sich Zysten (rechts) oder Fisteln (links) bilden (c). Eine vollständige Fistel ist eine Verbindung zwischen Halsoberfläche und Rachenraum, eine inkomplette Fistel endet blind. Die Öffnungen lateraler Halsfisteln liegen typischerweise am Vorderrand des M. sternocleidomastoideus.

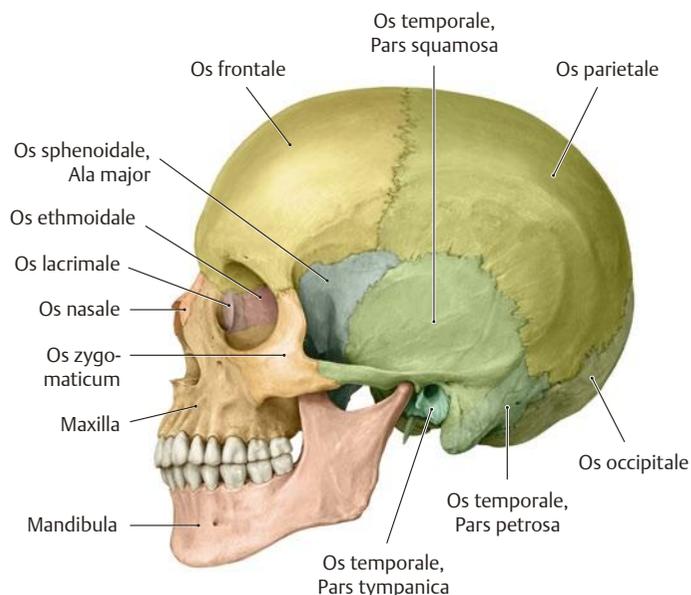
## 2.1 Schädel (Cranium) von lateral



### A Schädel von lateral (Norma lateralis)

Ansicht von links. Diese Ansicht wurde als Einführung in das Gebiet des Schädels gewählt, weil in ihr die meisten Schädelknochen zu erkennen sind (in **B** mit unterschiedlichen Farben markiert). Die einzelnen Knochen und ihre markanten Punkte sowie die Suturen (= Nähte) und Öffnungen werden in den nachfolgenden Lerneinheiten besprochen. Diese

Lerneinheit dient der Übersicht über die wichtigsten Strukturen am seitlichen Schädel. Das Kapitel insgesamt ist so aufgebaut, dass man sich immer zunächst nur mit den Bezeichnungen der Knochen vertraut machen kann, bevor man die Einzelheiten und Beziehungen der Knochen zueinander studiert. Die Zähne (Dentes) werden in eigenen Lerneinheiten erklärt (s. S. 48 ff).



**B Schädelknochen von lateral**

Ansicht von links. Die Knochen sind unterschiedlich farbig hervorgehoben, damit die Ausdehnung bzw. Begrenzung des jeweiligen Knochens deutlich wird.



**C Knochen von Neuro- (grau) und Viscerocranium (orange)**

Ansicht von links. Der Schädel bildet eine Knochenkapsel um Gehirn, Sinnesorgane und Kopfeingeweide. Das Überwachsen des Neurocranium (Hirnschädel) über das Viscerocranium (Gesichtsschädel) ist typisch für Primaten und eine direkte Folge des Größenwachstums des Gehirns.



**D Ossifikation der Schädelknochen**

Ansicht von links. Die Knochen des Schädels entstehen entweder direkt aus dem mesenchymalen Bindegewebe (desmale Ossifikation, grau) oder indirekt über den Umbau eines knorpeligen Modells (chondrale Ossifikation, blau). Anteile von desmaler und chondraler Ossifikation (Desmocranium, Chondrocranium) können zu einem einheitlichen Knochen verschmelzen (z. B. Os occipitale, Os temporale und Os sphenoidale). Von den Röhrenknochen ossifiziert nur die Clavicula desmal. Bei einer Entwicklungsstörung der desmalen Ossifikation, sind daher Schädel und Clavicula betroffen: *Dysostosis cleidocranialis*.

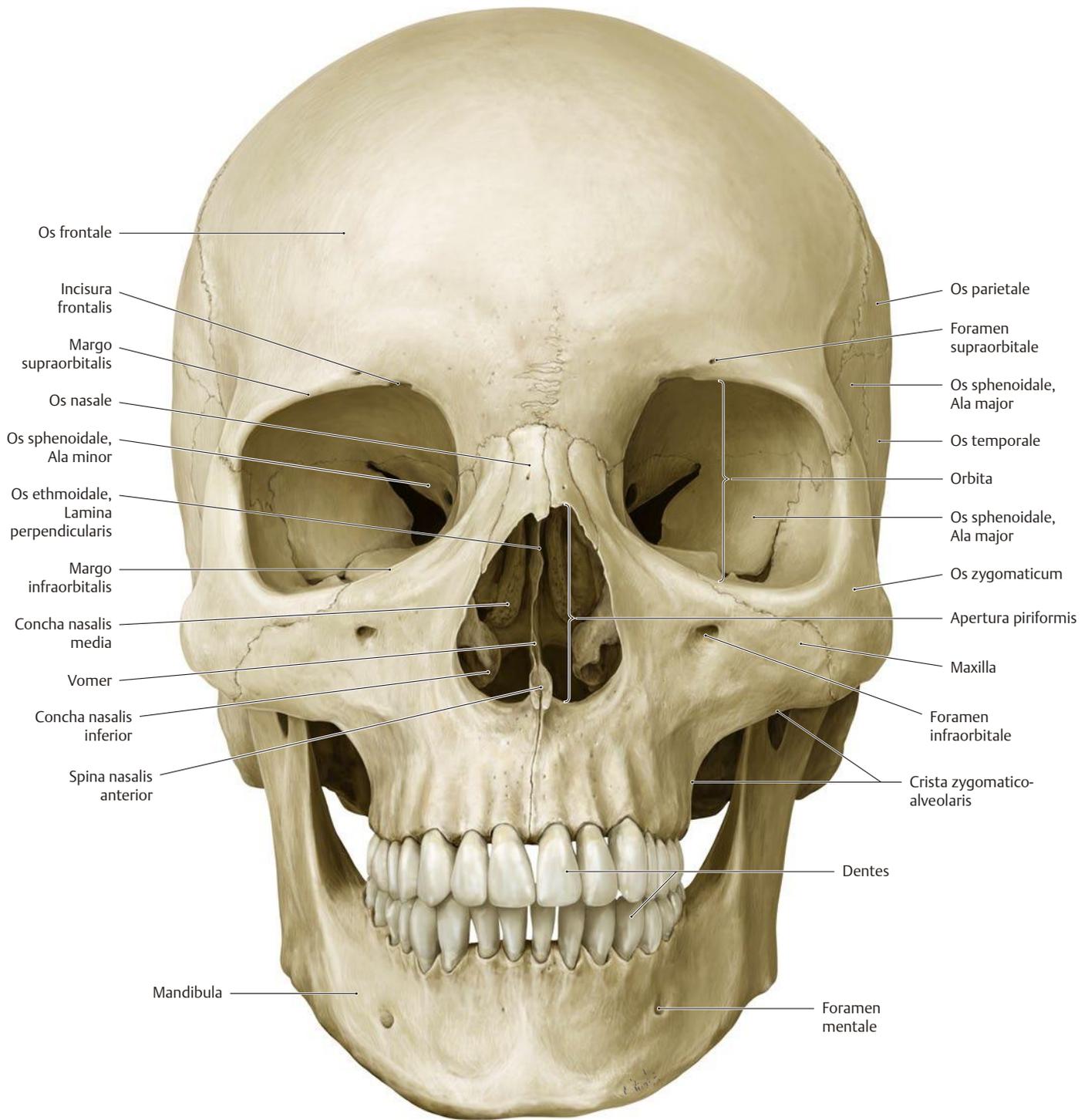
**E Knochen des Neuro- und Viscerocranium**

Neurocranium (grau)	Viscerocranium (orange)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os frontale</li> <li>• Os sphenoidale (bis auf Proc. pterygoideus)</li> <li>• Os temporale (Pars squamosa, Pars petrosa)</li> <li>• Os parietale</li> <li>• Os occipitale</li> <li>• Os ethmoidale (Lamina cribrosa)</li> <li>• Gehörknöchelchen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os nasale</li> <li>• Os lacrimale</li> <li>• Os ethmoidale (bis auf Lamina cribrosa)</li> <li>• Os sphenoidale (Proc. pterygoideus)</li> <li>• Maxilla</li> <li>• Os zygomaticum</li> <li>• Os temporale (Pars tympanica, Proc. styloideus)</li> <li>• Mandibula</li> <li>• Vomer</li> <li>• Concha nasalis inferior</li> <li>• Os palatinum</li> <li>• Os hyoideum (s. S. 47)</li> </ul>

**F Knochen des Desmo- und Chondrocranium**

Desmocranium (grau)	Chondrocranium (blau)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os nasale</li> <li>• Os lacrimale</li> <li>• Maxilla</li> <li>• Mandibula</li> <li>• Os zygomaticum</li> <li>• Os frontale</li> <li>• Os parietale</li> <li>• Os occipitale (oberer Teil der Squama)</li> <li>• Os temporale (Pars squamosa, Pars tympanica)</li> <li>• Os palatinum</li> <li>• Vomer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os ethmoidale</li> <li>• Os sphenoidale (bis auf mediale Lamelle des Proc. pterygoideus)</li> <li>• Os temporale (Pars petrosa, Proc. styloideus)</li> <li>• Os occipitale (bis auf oberen Anteil der Squama)</li> <li>• Concha nasalis inferior</li> <li>• Os hyoideum (s. S. 47)</li> <li>• Gehörknöchelchen</li> </ul>

## 2.2 Schädel von frontal

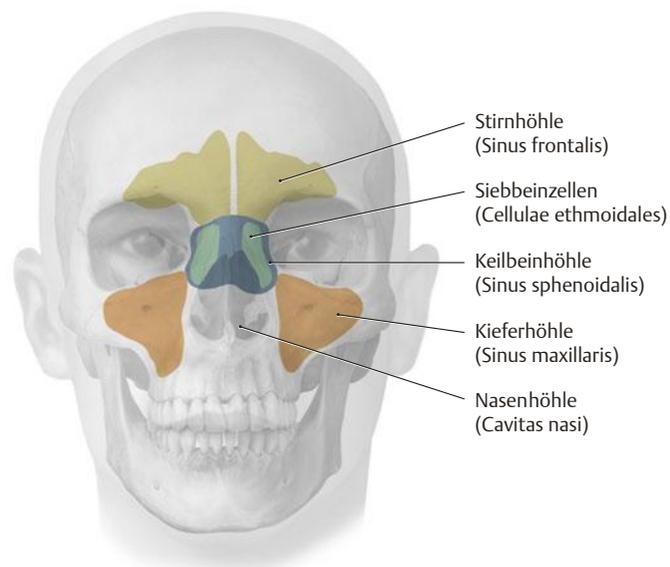
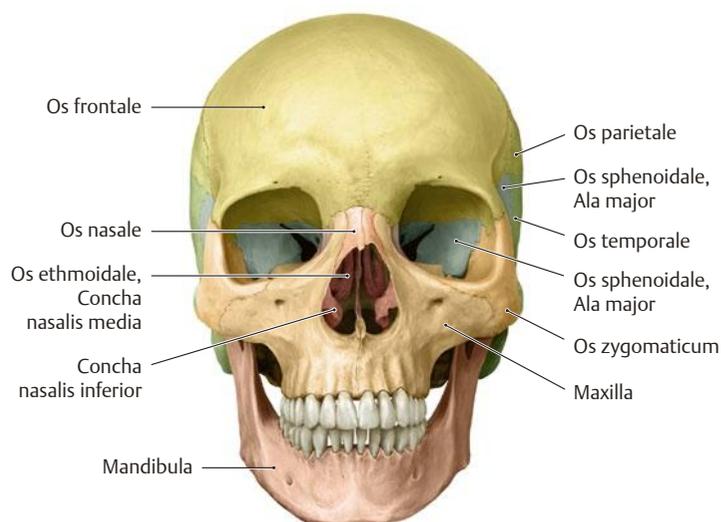


### A Schädel von frontal (Norma facialis)

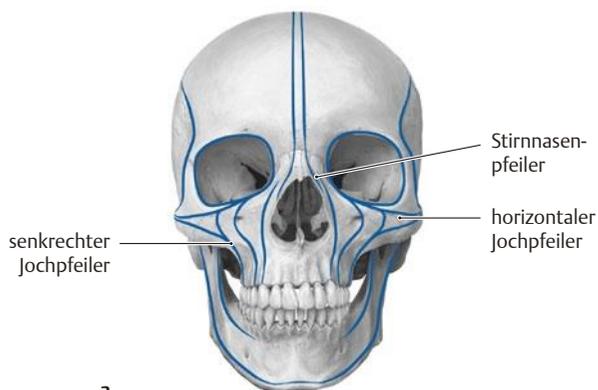
In dieser Ansicht wird die Ausdehnung des Gesichts(Eingeweide-)schädels (Viscerocranium) besonders deutlich (zu den einzelnen Knochen vgl. B). Die knöcherne Umrandung der Nasenhöhle (Apertura piriformis) stellt am Schädel den Beginn des Respirationstraktes dar. Die Nasenhöhle dient ebenso zur Aufnahme von Sinnesorganen (Riechschleimhaut) wie die Orbitae (Augenhöhlen). Zu den Nasennebenhöhlen s. C. In der Frontalansicht sind auch die drei klinisch wichtigen Öffnungen zu

erkennen, aus denen die Nervenäste austreten, die das Gesicht sensibel versorgen: Foramen supraorbitale, Foramen infraorbitale und Foramen mentale (s. S. 123 u. 227).

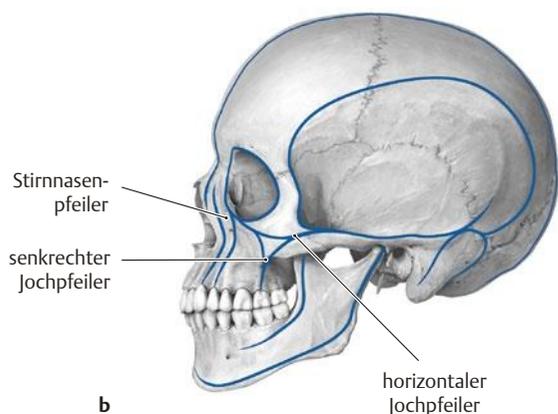
*Beachte:* Bei Verdacht auf Mittelgesichtsfrakturen (v. a. Le Fort I und II) sollte u. a. eine intraorale Palpation der Crista zygomaticoalveolaris erfolgen (evtl. Stufenbildung und veränderte Mobilität des Oberkiefers gegen den Schädel bei dislozierten Jochbeinfrakturen).



**B Schädelknochen von frontal**



a



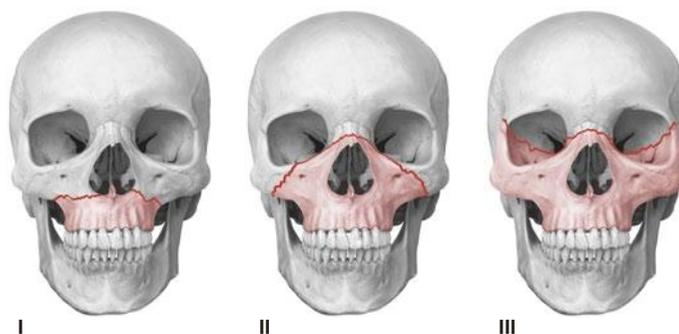
b

**D Hauptkraftlinien (blau) im Bereich des Gesichtsschädels**

**a** Ansicht von frontal; **b** Ansicht von lateral. Das mechanische „Gegengstück“ zu den pneumatisierten Nasennebenhöhlen (s. C) sind Verdickungen (Pfeiler) der Knochensubstanz im Bereich des Gesichtsschädels, die die Höhlen des Gesichtsschädels teilweise umranden. Diese Verdickungen werden im Bereich der Hauptkraftlinien als Reaktion auf die mechanische Belastung gebildet (z. B. Kaudruck). Bildlich gesprochen kann man die Rahmenkonstruktion des Gesichtsschädels mit der eines Fachwerkhauses vergleichen: Die Nebenhöhlen entsprechen den Zimmern während die Verdickungen (entlang der Hauptkraftlinien) den Ständern entsprechen.

**C Nasennebenhöhlen: Gewichtsreduktion durch Rahmenkonstruktion**

Ansicht von frontal. Im Bereich des Gesichtsschädels sind einige Knochen pneumatisiert, das heißt sie enthalten im Inneren mit Luft gefüllte Hohlräume, die eine Gewichtsersparnis bedeuten. Diese Hohlräume heißen Nasennebenhöhlen (Sinus paranasales). Sie besitzen Zugänge zur Nasenhöhle und sind wie diese mit respiratorischem Flimmerepithel ausgekleidet. Entzündungen dieser Nasennebenhöhlen und damit verbundene Beschwerden sind häufig. Da bei diesen Entzündungen die Schmerzen z. T. auf die Hautoberfläche über den Höhlen projiziert werden, müssen die Projektionen der Höhlen auf den Schädel bekannt sein.



**E Bruchlinien bei Mittelgesichtsfrakturen in der Einteilung nach Le Fort**

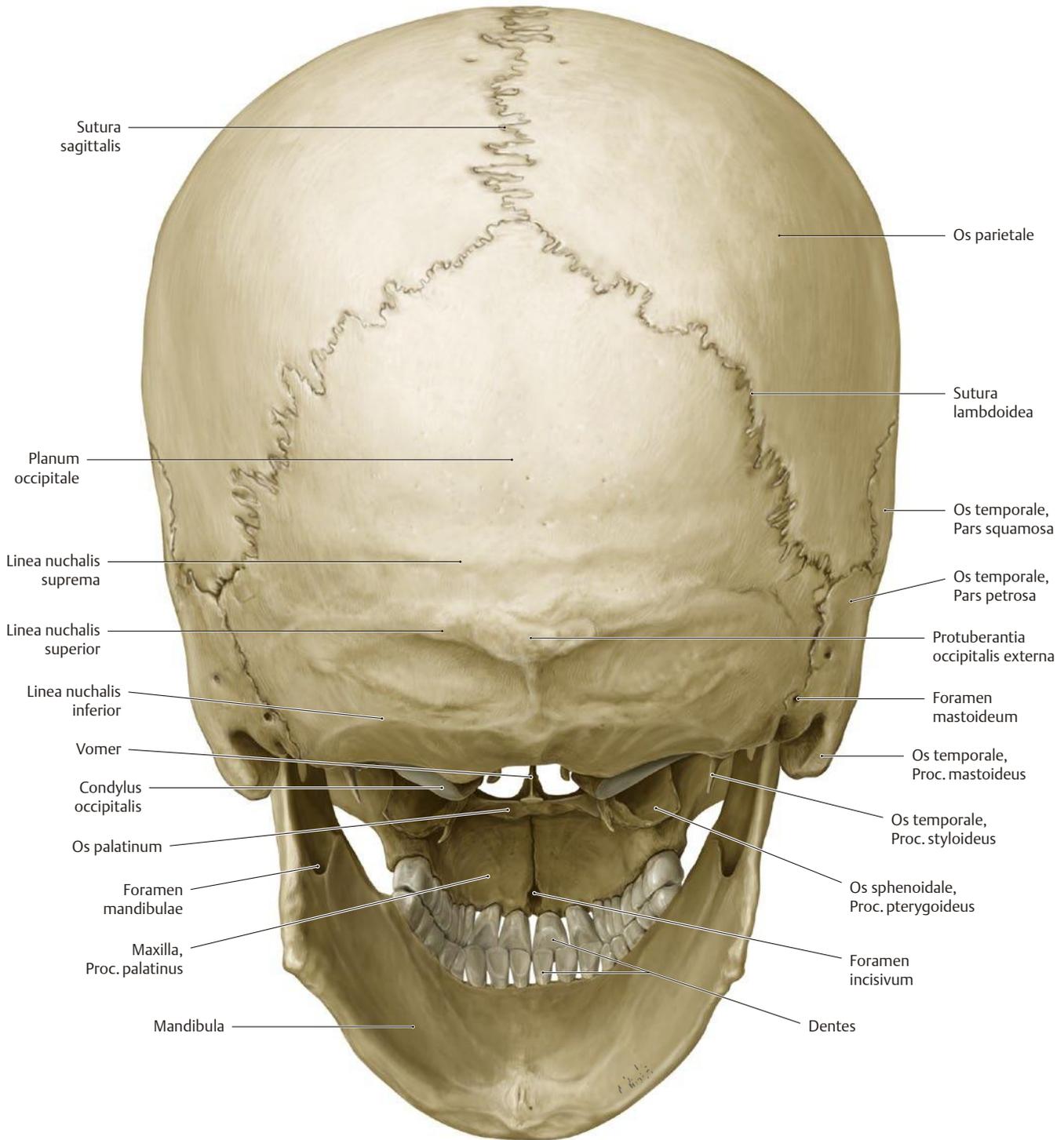
Durch die Rahmenkonstruktion ergeben sich im Bereich des Mittelgesichts verschiedene typische Bruchlinien (Le Fort I, II, III).

**Le Fort I:** Die Bruchlinie zieht quer durch die Maxilla oberhalb des harten Gaumens: Abriss des Oberkiefers unter Verletzung der Integrität der Kieferhöhle: sog. *unterer Querbruch*.

**Le Fort II:** Die Bruchlinie zieht quer über Nasenwurzel, Ossa ethmoidalia, Ossa maxillaria und Ossa zygomatica. Die Integrität der Orbita wird bei diesem sog. *Pyramidenbruch* zerstört.

**Le Fort III:** Der Gesichtsschädel wird von der Schädelbasis abgerissen. Die Hauptbruchlinie zieht durch die Orbitae, es können zusätzlich noch Siebbeine, Stirnhöhlen, Keilbeinhöhlen und Jochbeine mit betroffen sein.

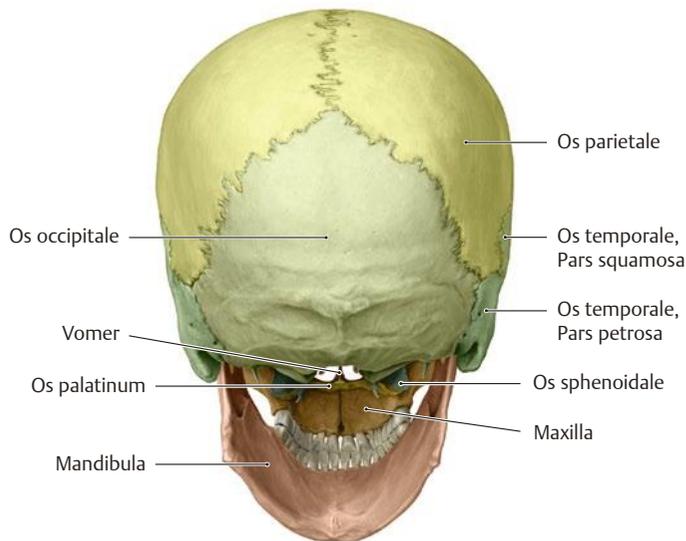
## 2.3 Schädel von dorsal und Schädelnähte



### A Schädel von dorsal (Norma occipitalis)

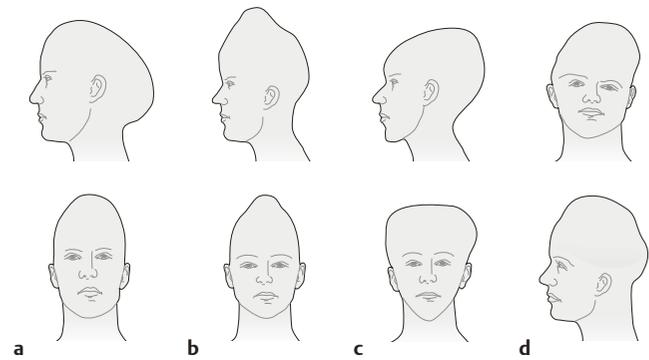
Das Os occipitale, das in dieser Ansicht dominiert, grenzt an die Ossa parietalia an, mit denen es durch die Lambdanaht (Sutura lambdoidea) verbunden ist. Die Schädelnähte (Suturen) sind eine Sonderform der Syndesmosen (= Bandhaften, die im höheren Lebensalter verknöchern, s. F). An seiner Außenfläche wird das Os occipitale durch Muskelansätze

bzw. -ursprünge modelliert: die Lineae nuchales inferior, superior und suprema. Einen topografisch-anatomischen Bezugspunkt stellt die *Protuberantia occipitalis externa* dar: Sie kann äußerlich am Hinterhaupt getastet werden. Das Foramen mastoideum ist eine Durchtrittsstelle für eine Vene (s. S. 19).



**B Schädelknochen von dorsal**

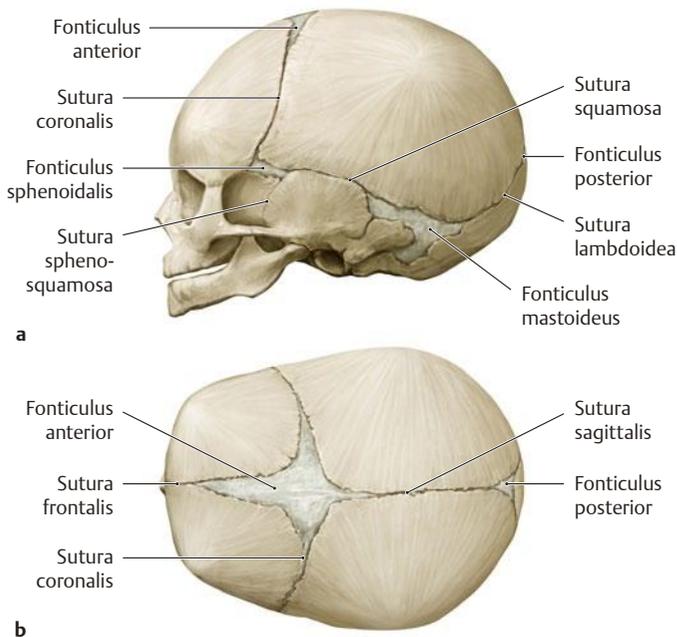
Beachte: Das Os temporale setzt sich, entwicklungsgeschichtlich bedingt, aus zwei Knochen zusammen, der Pars squamosa und der Pars petrosa (vgl. S. 28).



**D Schädeldeformitäten bei vorzeitigem Suturenverschluss**

Durch einen vorzeitigen Verschluss einer Suture können charakteristische Schädeldeformitäten entstehen, die Normvarianten ohne Krankheitswert darstellen. Folgende Nähte können vorzeitig verschlossen sein und bestimmte Schädelformen bedingen:

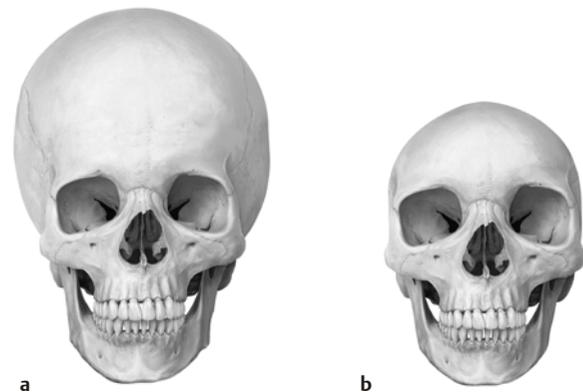
- a Sutura sagittalis (Scaphocephalus = Kahnschädel),
- b Sutura coronalis (Oxycephalus = Spitzschädel),
- c Sutura frontalis (Trigonocephalus = Dreiecksschädel),
- d asymmetrische Nahtfusion, meist Sutura coronalis (Plagiocephalus = Schiefschädel).



**C Schädel eines Neugeborenen**

a Ansicht von links; b Ansicht von oben.

Die hier dargestellten, platten Schädelknochen müssen mit dem Gehirn mitwachsen, so dass sie erst viel später knöchern zusammenwachsen (s. F). Beim Neugeborenen finden sich zwischen den noch wachsenden Schädelknochen sogar Bereiche, die noch nicht einmal von Knochen bedeckt sind: die Fontanellen (= Fonticulus). Ihr Verschluss erfolgt zu unterschiedlichen Zeiten (Fonticulus posterior: 3. Lebensmonat; Fonticulus sphenoidalis: 6. Lebensmonat; Fonticulus mastoideus: 18. Lebensmonat; Fonticulus anterior: 36. Lebensmonat). Die *hintere Fontanelle* ist ein Orientierungspunkt für die Lage des kindlichen Kopfes unter der Geburt, die *vordere Fontanelle* ein möglicher Ort zur Liquorpunktion bei Säuglingen (z. B. bei Meningitisverdacht).



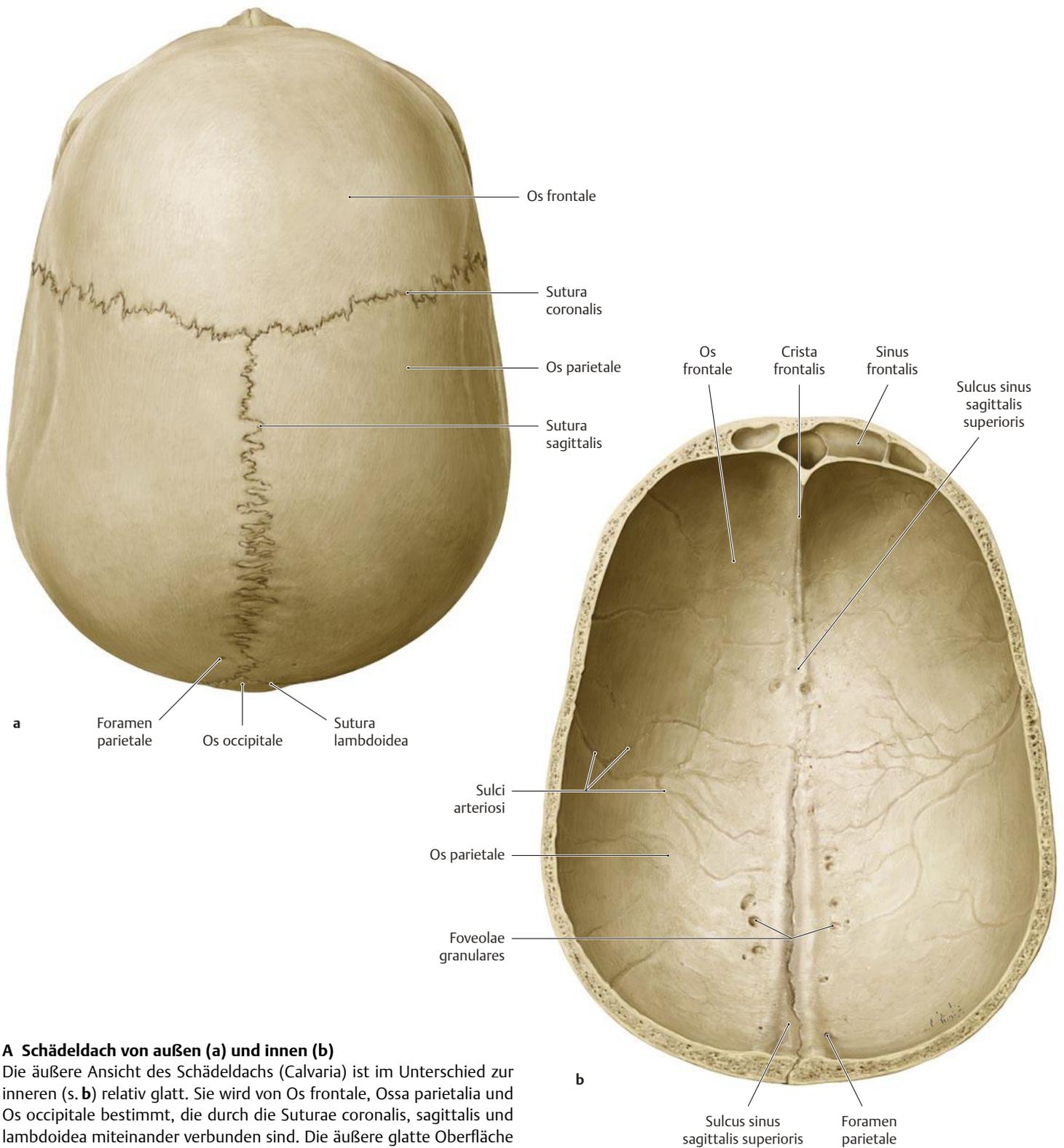
**E Hydrocephalus und Microcephalus**

- a Charakteristische Schädelmorphologie bei *Hydrocephalus*. Wird das Gehirn durch Zunahme des Liquor cerebrospinalis („Hirnwasser“) vor der Verknöcherung der Suturen auseinandergedrängt (Hydrocephalus, „Wasserkopf“), so vergrößert sich das betroffene Neurocranium, das Viscerocranium bleibt unverändert.
- b Bei vorzeitigem Verschluss der Suturen entsteht ein *Microcephalus*. *Beachte* das kleine Neurocranium und die im Vergleich dazu großen Orbitae.

**F Verknöcherungsalter der wichtigsten Suturen**

Sutura	Verknöcherungsalter
Sutura frontalis (Stirnnaht)	Kindesalter
Sutura sagittalis (Pfeilnaht)	20.–30. Lebensjahr
Sutura coronalis (Kranznaht)	30.–40. Lebensjahr
Sutura lambdoidea (Lambdanaht)	40.–50. Lebensjahr

## 2.4 Schädeldach (Calvaria) von außen und innen



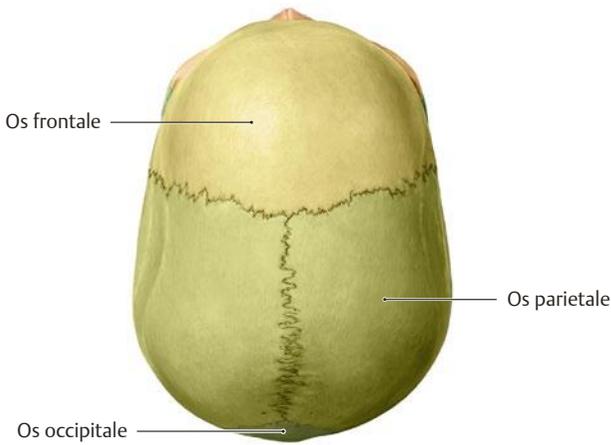
### A Schädeldach von außen (a) und innen (b)

Die äußere Ansicht des Schädeldachs (Calvaria) ist im Unterschied zur inneren (s. b) relativ glatt. Sie wird von Os frontale, Ossa parietalia und Os occipitale bestimmt, die durch die Suturae coronalis, sagittalis und lambdoidea miteinander verbunden sind. Die äußere glatte Oberfläche wird durch das Foramen parietale, durch das die V. emissaria parietalis (s. F) zieht, unterbrochen. Auf der Innenseite sind dagegen – außer dem Foramen parietale – noch mehrere Furchen und Ausbuchtungen zu erkennen:

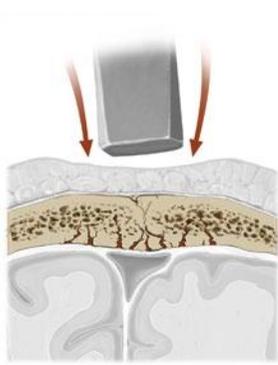
- die Foveolae granulares (kleine Ausbuchtungen in das Schädeldach hinein, die durch Aussackungen der das Gehirn bedeckenden Spinnwebshaut entstehen),
- der Sulcus sinus sagittalis superioris (eine Furche, in welcher der gleichnamige venöse Blutleiter des Gehirns entlangzieht),

- die Sulci arteriosi (in denen die Arterien der harten Hirnhaut verlaufen, wie z. B. die A. meningea media, die den größten Teil der harten Hirnhaut und den darüber liegenden Knochen versorgt) sowie
- die Crista frontalis (ein Knochenkamm, an dem sich die Falx cerebri, die bindegewebige Hirnsichel, anheftet, s. S. 308).

Am Os frontale fällt auf der Innenansicht zudem die Stirnhöhle (Sinus frontalis) auf.

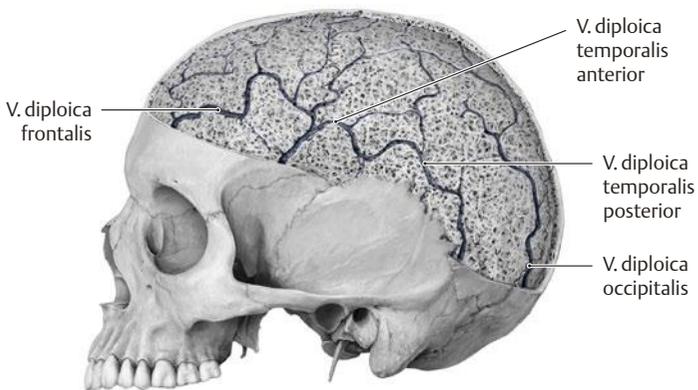


**B Knochen des Schädeldachs von außen oben (Norma verticalis)**



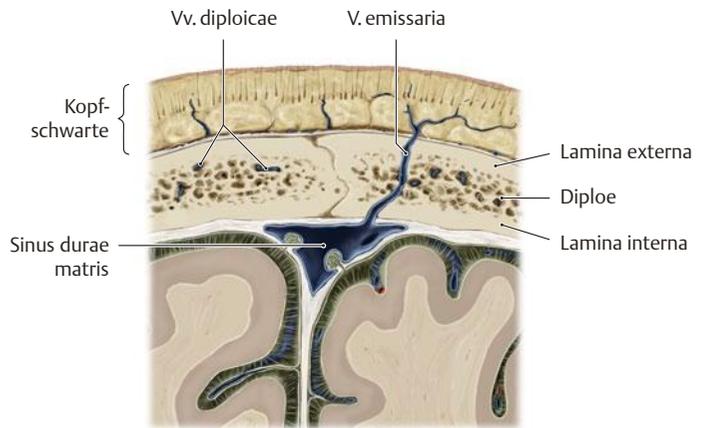
**D Brüchigkeit des Schädeldaches bei Gewalteinwirkung**

Die Lamina interna ist bei äußerer Gewaltanwendung besonders brüchig, so dass sie selbst bei intakter Lamina externa gesplittert sein kann (Röntgenkontrolle!). Sie wird deshalb auch als *Glashaut (Lamina vitrea)*, bezeichnet.



**E Diploevenen im Schädeldach**

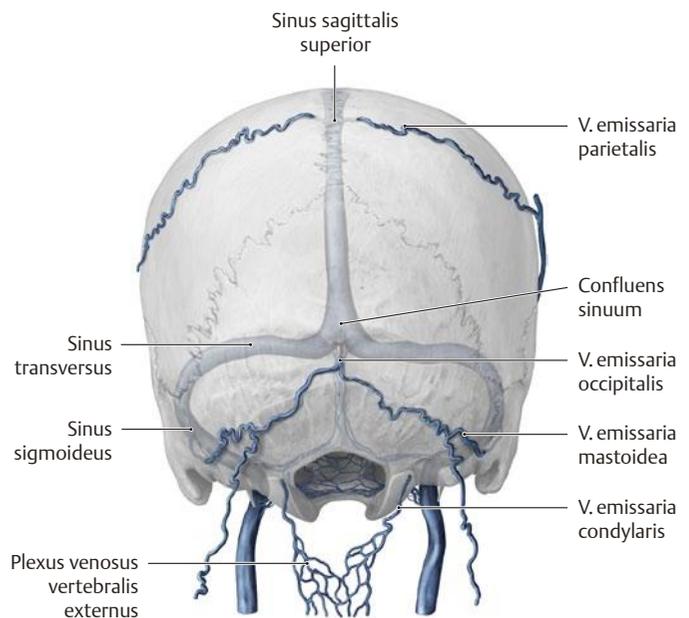
Die Diploevenen (Vv. diploicae) liegen in der Spongiosa (= Diploe) der Schädelknochen und werden nach Entfernung der Lamina externa der Kalotte sichtbar. Über die Emissarien stehen sie mit den venösen Blutleitern der harten Hirnhaut (Sinus durae matris) und den Venen der äußeren Kopfschwarte in Verbindung: Gefahr der Infektionsausbreitung!



**C Kopfschwarte und Schädeldach**

Beachte den dreischichtigen Aufbau der Calvaria aus: Lamina externa, Diploe und Lamina interna.

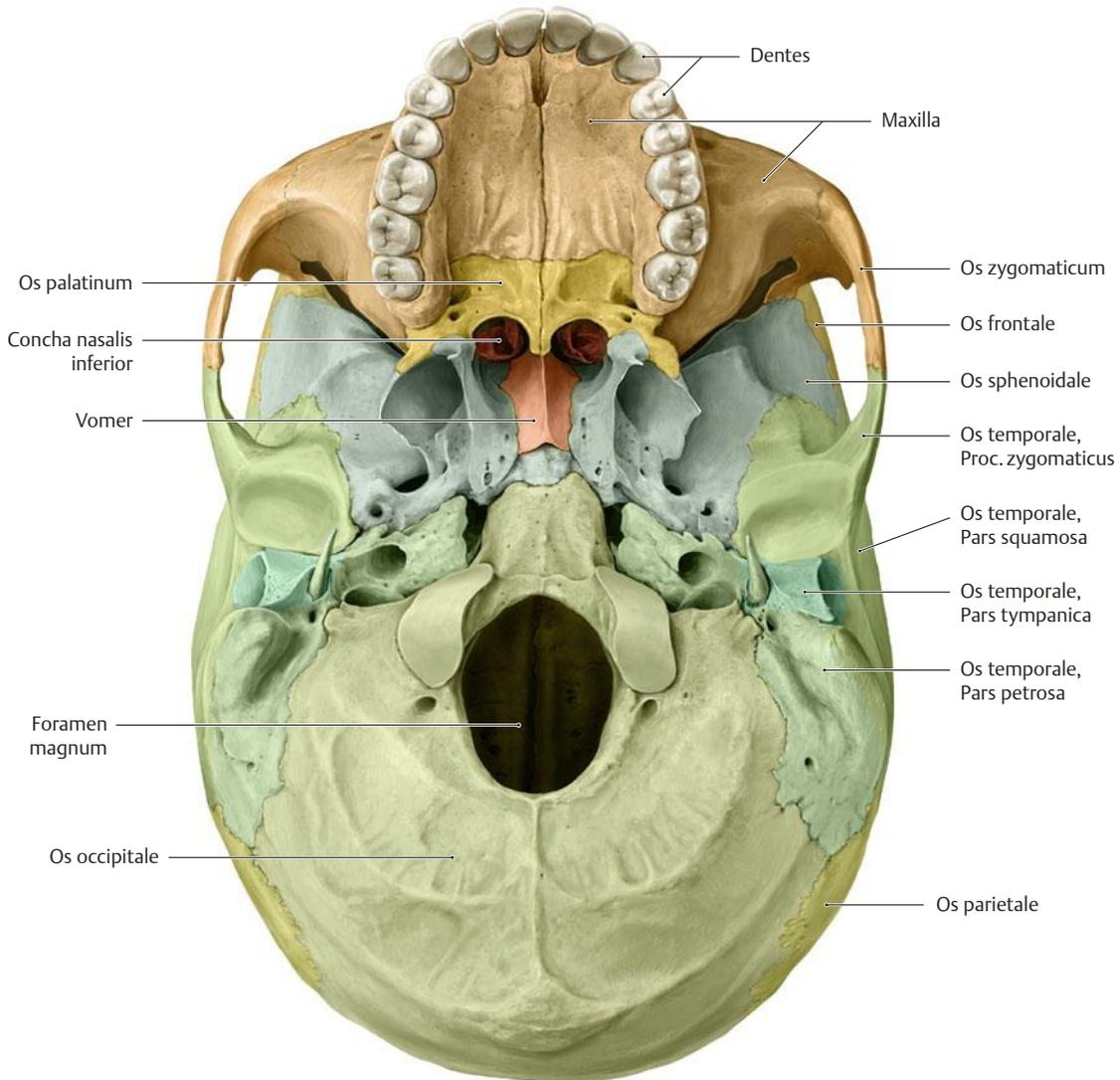
Die Diploe ist schwammartig aufgebaut und enthält rotes Knochenmark (Blutbildung!). Beim Plasmozytom (bösartige Entartung bestimmter weißer Blutzellen) können viele kleine Nester von Tumorzellen die umgebenden Knochenbälkchen zerstören, so dass es im Röntgenbild zu multiplen Aufhellungen der Knochen des Schädeldaches kommt (wie nach einem Schrotschuss: Schrotschussschädel). Durch die Calvaria können Venen hindurchziehen, die eine Verbindung zwischen den venösen Blutleitern des Gehirns und den Venen der Kopfschwarte herstellen, die Vv. emissariae (vgl. F; zu den Vv. diploicae s. E).



**F Venae emissariae am Hinterhaupt**

Emissarien stellen eine direkte Verbindung zwischen den Blutleitern der harten Hirnhaut (den Sinus durae matris) und den extrakraniellen Venen dar. Sie verlaufen über präformierte Schädelöffnungen wie das Foramen parietale und das Foramen mastoideum. Vv. emissariae sind deshalb von klinischem Interesse, weil entlang der Emissarien Bakterien von der Kopfschwarte bis nach innen zur harten Hirnhaut vordringen und so eine Meningitis verursachen können.

## 2.5 Schädelbasis von außen (Basis cranii externa)

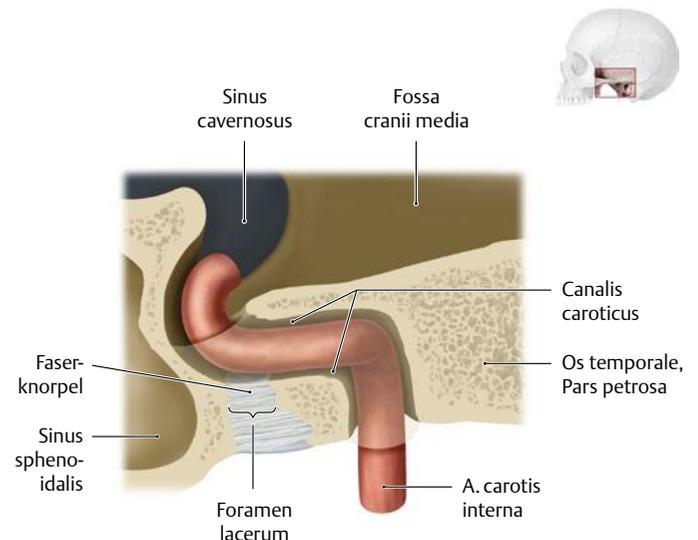


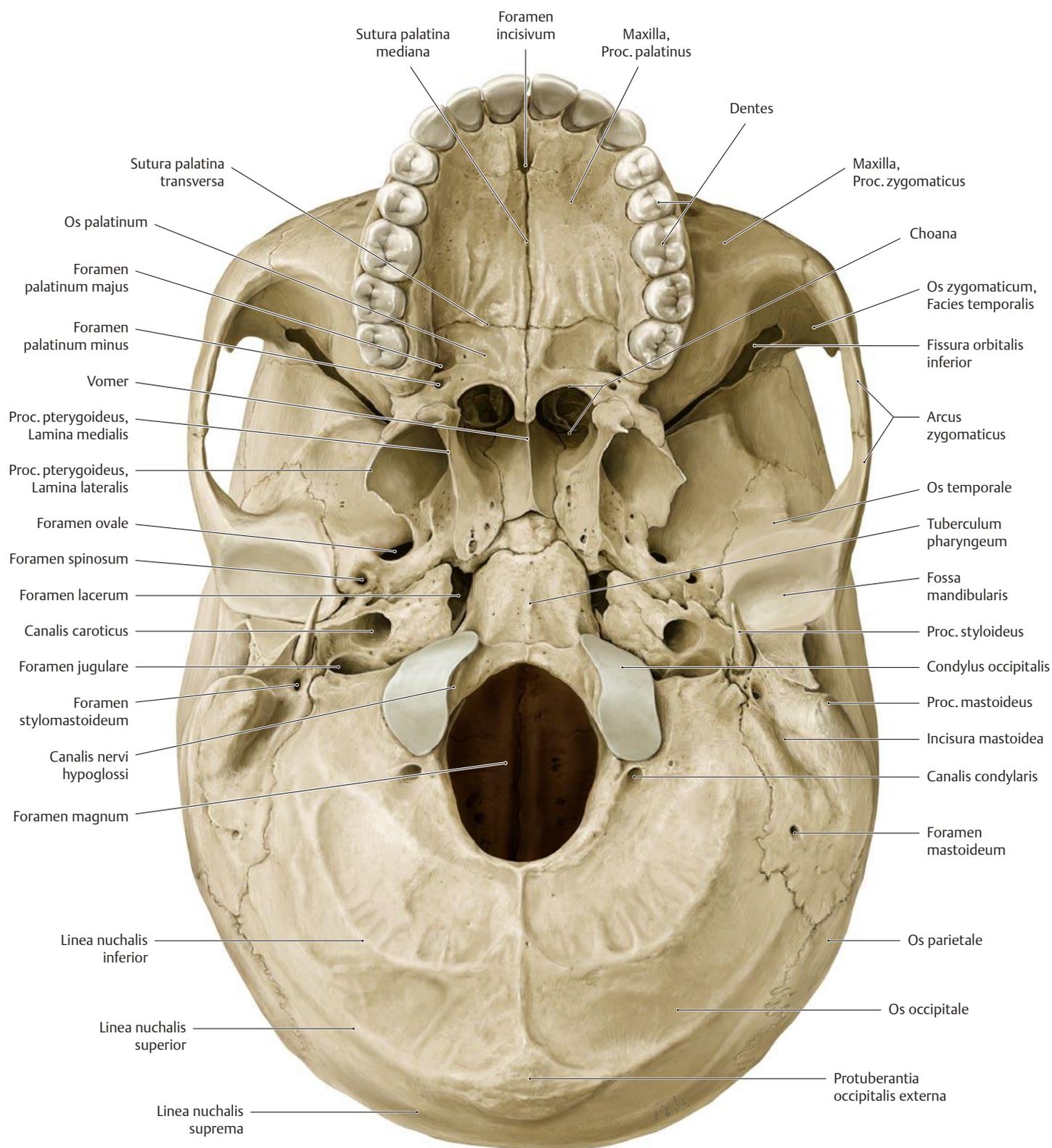
### A Knochen an der Schädelbasis von außen

Ansicht von kaudal. Die Schädelbasis ist mosaikartig aus verschiedenen Knochen zusammengesetzt, über deren Form und Lage man sich zunächst orientieren sollte, ehe die weiteren Einzelheiten studiert werden.

### B Topografische Beziehung des Foramen lacerum zum Canalis caroticus und der A. carotis interna

Ansicht von links. Das Foramen lacerum ist ein künstliches Loch, das beim Lebenden durch eine Faserknorpelplatte verschlossen ist; es ist daher nur am mazerierten Schädel zu erkennen. Das Foramen lacerum steht in enger topografischer Beziehung zum Canalis caroticus und der darin enthaltenen A. carotis interna. Durch das Foramen lacerum ziehen der N. petrosus major und der N. petrosus profundus (s. S. 127, 131 u. 136).



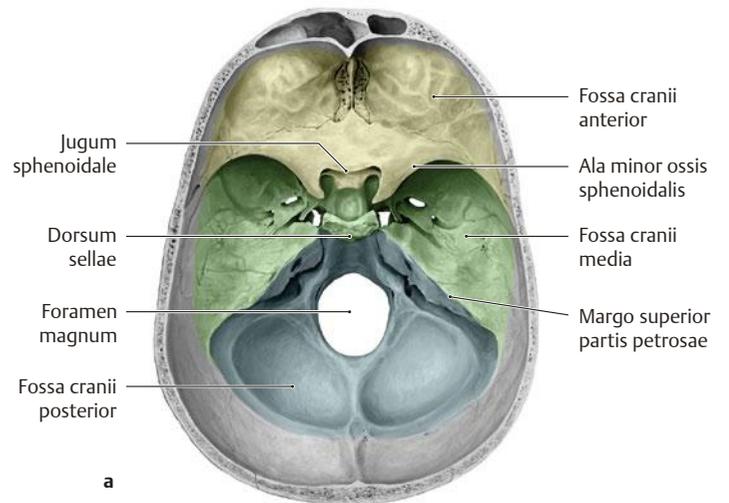
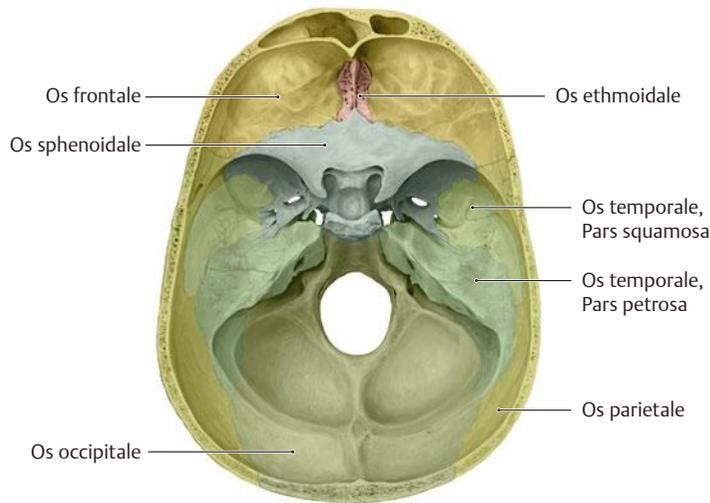


### C Schädelbasis

Ansicht von außen. Die wichtigsten Strukturen der Schädelbasis von unten sind hier beschriftet. Besonders wichtig sind die Öffnungen, durch die Gefäße und Nerven ein- und austreten. Bei Störungen des Knochenwachstums können diese Öffnungen zu klein bleiben bzw. eingengt werden und so auf die hindurchziehenden Leitungsbahnen drücken.

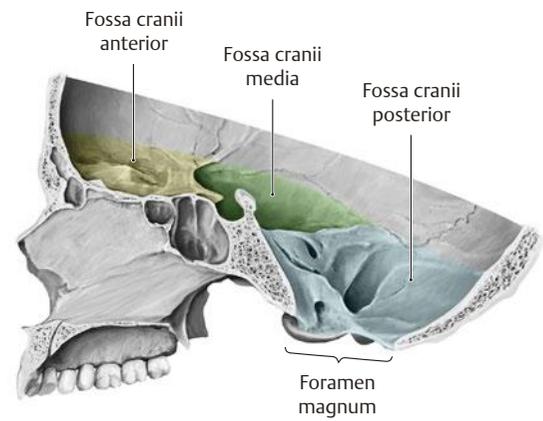
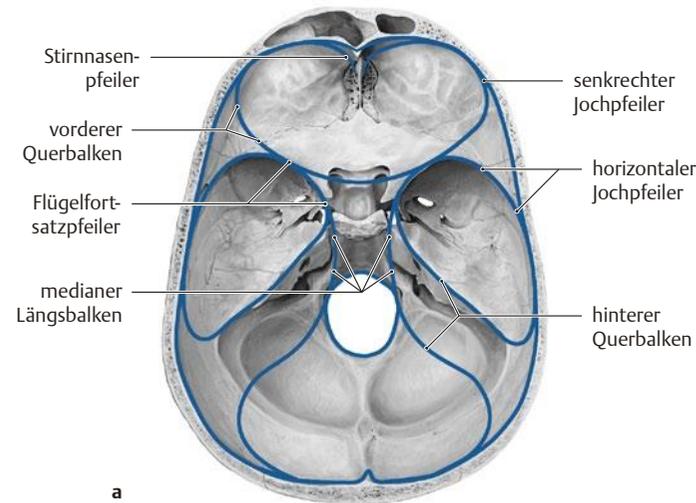
Wächst aufgrund einer solchen Störung der Canalis opticus ungenügend, wird der Sehnerv beschädigt, es kommt zu Gesichtsfeldausfällen. Die Symptomatik bei solchen Läsionen richtet sich dann nach der betroffenen Öffnung. Auf alle hier bezeichneten Strukturen wird in den späteren Lerneinheiten Bezug genommen.

## 2.6 Schädelbasis von innen (Basis cranii interna)



### A Knochen an der Schädelbasis von innen

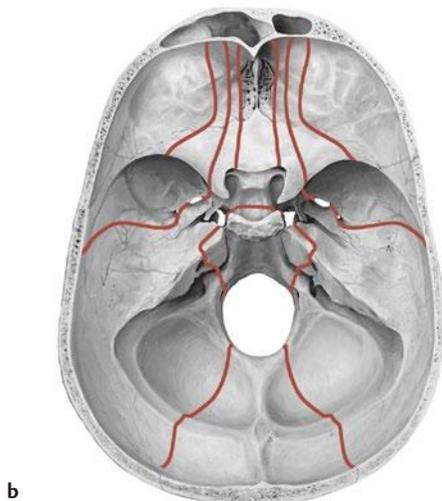
Zur Übersicht mache man sich zunächst mit den verschieden farbig markierten Knochen vertraut.



### B Schädelgruben (Fossae cranii) an der Schädelbasis

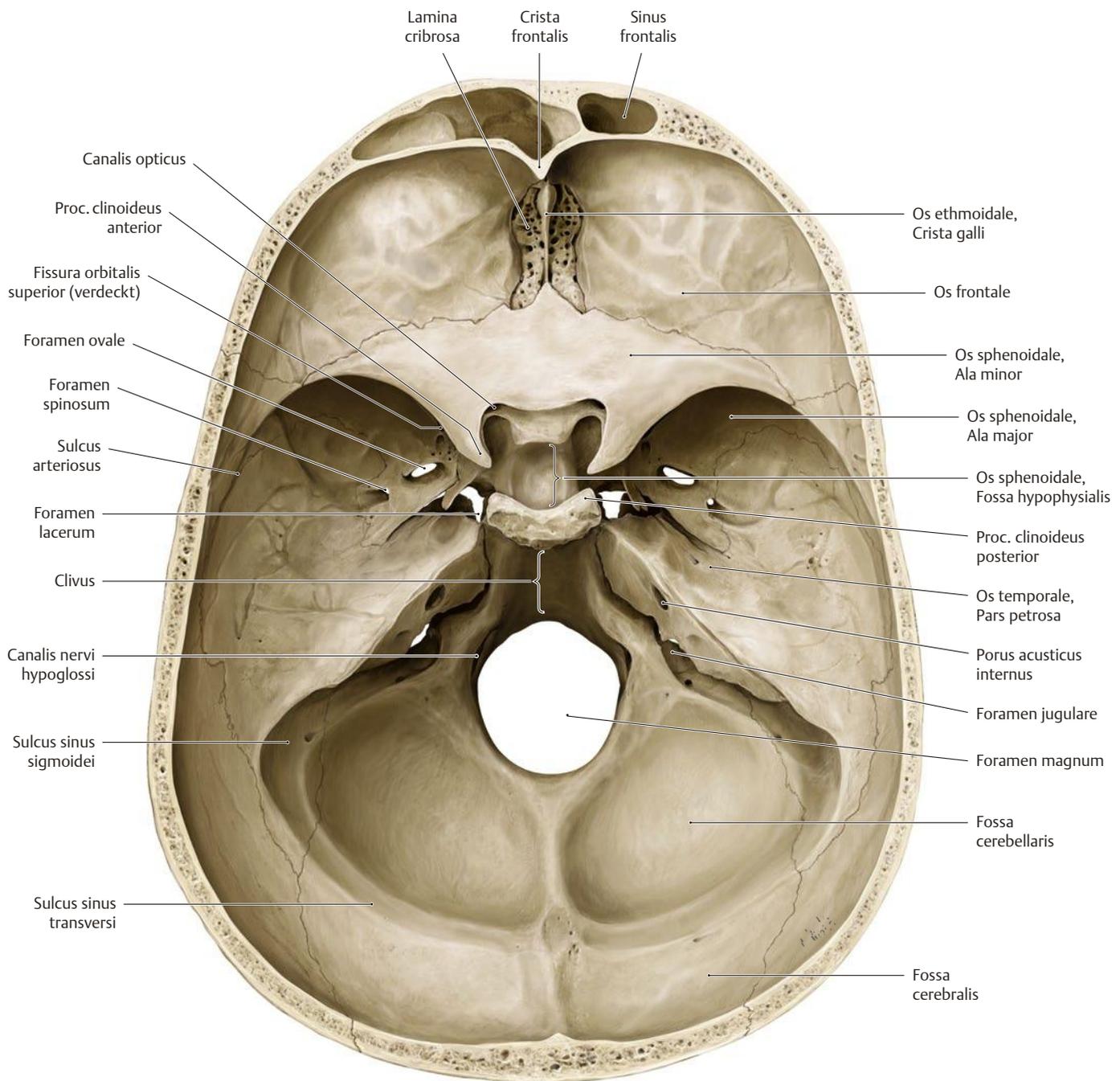
**a** Ansicht von innen; **b** Mediansagittalschnitt. Die innere Schädelbasis ist nicht flach, sondern weist drei hintereinander absteigende Gruben auf: vordere, mittlere und hintere Schädelgrube (Fossae cranii anterior, media und posterior). Ihre Tiefe nimmt von frontal nach okzipital stetig zu, diese treppenförmige Anordnung ist in **b** besonders gut zu erkennen. Die Grenzen der drei Schädelgruben sind:

- vordere – mittlere: Alae minores ossis sphenoidalis, Jugum sphenoidale,
- mittlere – hintere: Margo superior partis petrosae, Dorsum sellae.



### C Schädelbasis, Hauptkraftlinien und häufige Bruchlinien

**a** Hauptkraftlinien; **b** häufige Bruchlinien (Ansicht jeweils von innen). Aufgrund der mechanischen Belastungen (u.a. auch durch den Kaudruck) sind die Knochen entlang dieser Hauptkraftlinien verstärkt (vgl. mit der Kräfteverteilung in der Ansicht von frontal, S. 15). Bruchlinien treten häufig in den nicht verstärkten Zwischenräumen auf, wodurch es die hier typischen häufigsten Bruchlinien bei der Schädelbasisfraktur gibt. Ein analoges Phänomen der typischen Bruchlinien findet sich bei Mittelgesichtsfrakturen (vgl. die Le-Fort-Bruchlinien am Schädel von frontal, S. 15).



#### D Schädelbasis von innen

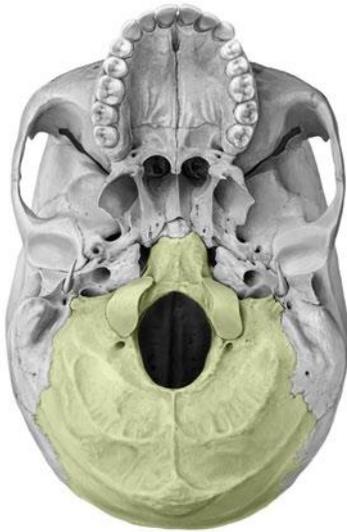
Man vergleiche die Öffnungen der Schädelbasis von innen mit den Öffnungen der Schädelbasis von außen (s. S. 21). Diese Öffnungen entsprechen sich nicht immer, da einige Leitungsbahnen während ihres Durchtritts durch den Knochen abknicken bzw. einen längeren intraosseären Verlauf haben. Ein Beispiel dafür ist der Porus acusticus internus, durch den u. a. der N. facialis aus dem Schädelinneren in das Felsenbein einzieht, während die meisten seiner Anteile an der äußeren Schädelbasis das Felsenbein durch das Foramen stylomastoideum verlassen (Einzelheiten s. S. 126, 137 u. 151).

Zur Strukturierung und Portionierung des Lernens der einzelnen Durchtrittsstellen orientiere man sich zunächst, ob sie in der vorderen, mitt-

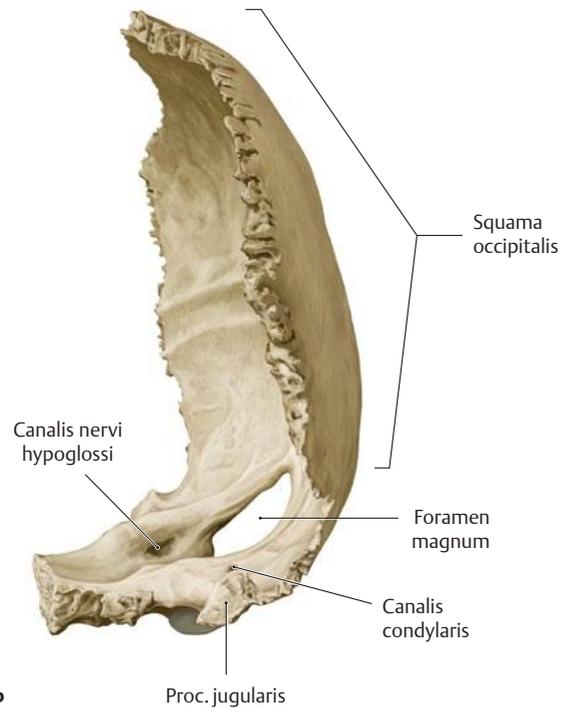
leren oder hinteren Schädelgrube liegen. Zur Einteilung der Schädelgruben s. B. Die Siebbeinplatte (Lamina cribrosa) des Siebbeins (Os ethmoidale) verbindet die Nasenhöhle mit der vorderen Schädelgrube; durch ihre Löcher ziehen die Riechfäden (s. S. 182).

*Beachte:* Aufgrund der hier verdünnten Knochenplatte kommt es bei Unfällen an dieser Stelle leicht zu Brüchen mit Einrissen der harten Hirnhaut. Es tritt dann Liquor cerebrospinalis in die Nase über: Gefahr der Meningitis, da die Bakterien von der unsterilen Nase in den sterilen Liquor einwandern können!

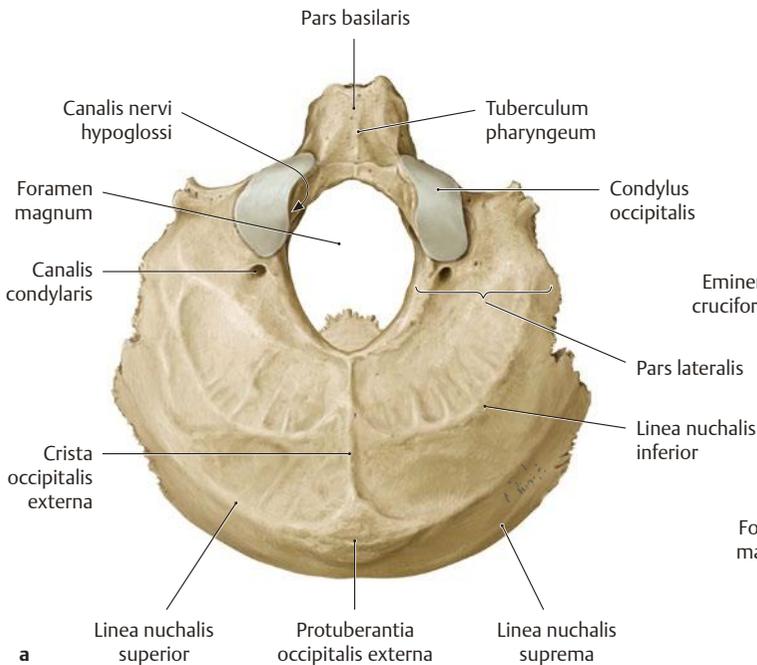
## 2.7 Hinterhauptsbein (Os occipitale) und Siebbein (Os ethmoidale)



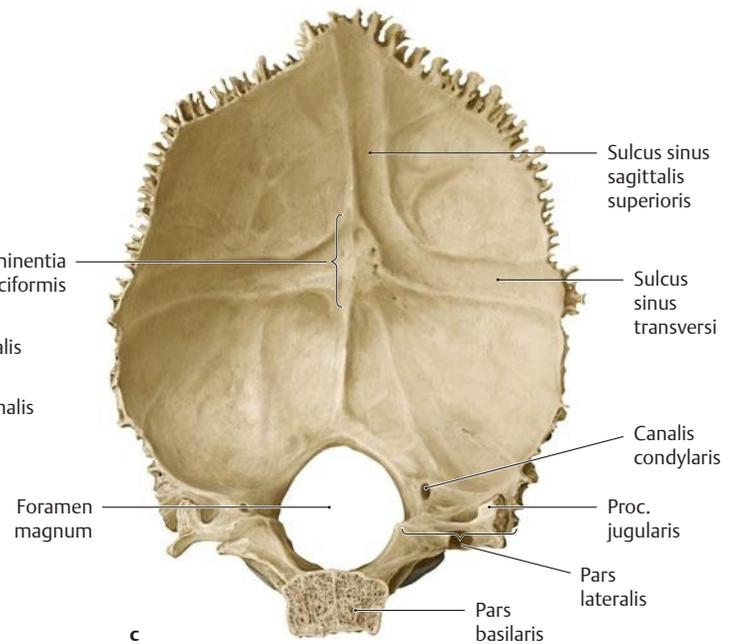
**A Einbau des Hinterhauptsbeins (Os occipitale) in die Schädelbasis**  
 Beachte die Verbindung mit den benachbarten Knochen.  
 Das Os occipitale verwächst während der Pubertät mit dem Os sphenoidale zum sog. Os tribasilare.



**b**



**a**



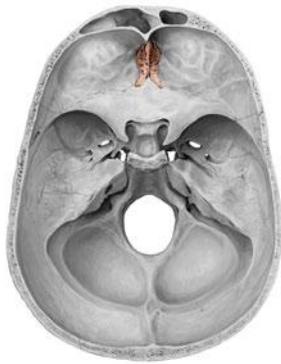
**c**

### B Isoliertes Os occipitale

- a Ansicht von kaudal.** Man erkennt die Pars basilaris, deren vorderer Abschnitt mit dem Keilbein verwächst. Der Canalis condylaris endet hinter dem Gelenkfortsatz, während der Canalis hypoglossi unterhalb des Gelenkfortsatzes verläuft. Ersterer enthält die V. emissaria condylaris, die im Sinus sigmoideus beginnt und im Plexus venosus vertebralis externus endet (Emissarie, s. S. 19), letzterer enthält neben einem Venenplexus den N. hypoglossus (XII. Hirnnerv). Das Tuberculum pharyngeum ist eine Anheftungsstelle für die Schlundmuskulatur, während die Protuberantia occipitalis externa einen tastbaren Knochenpunkt am Hinterhaupt darstellt.
- b Ansicht von links.** In dieser Ansicht ist die Ausdehnung der Hinterhauptschuppe (Squama occipitalis), die oberhalb des Foramen ma-

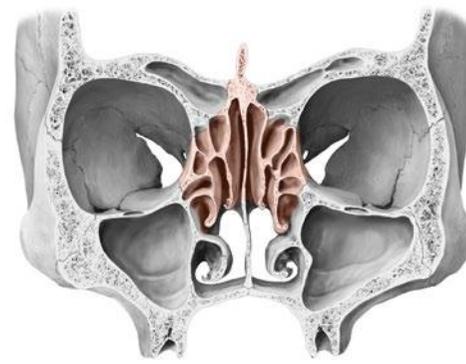
gnum liegt, gut zu erkennen. Die inneren Öffnungen des Canalis condylaris und des Canalis nervi hypoglossi sind sichtbar sowie der Proc. jugularis, der sich am Aufbau des Foramen jugulare (s. S. 21) beteiligt. Dieser Fortsatz entspricht dem Querfortsatz eines Wirbels.

- c Ansicht von der Schädelinnenfläche.** Hier sind die Rinnen für die venösen Blutleiter des Gehirns, die Sinus durae matris, zu erkennen. Die Eminentia cruciformis wird durch den Confluens sinuum hervorgerufen. Man sieht an diesen Knochen, dass in Einzelfällen der Sinus sagittalis bevorzugt in den linken Sinus transversus drainiert. Im Regelfall jedoch mündet er zu gleichen Teilen in beide Sinus transversi (s. S. 384).



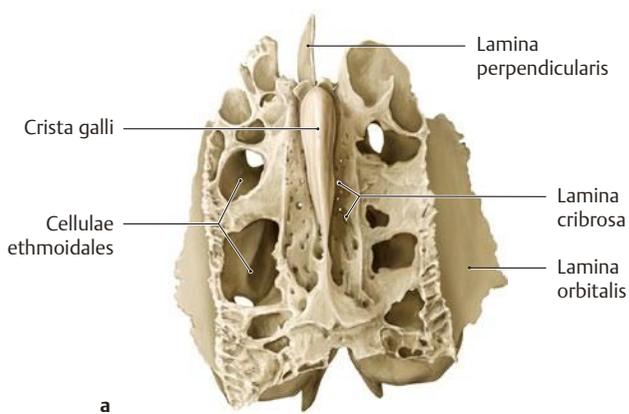
**C Einbau des Siebbeins (Os ethmoidale) in die innere Schädelbasis**

Ansicht von kranial. Der kraniale Abschnitt des Os ethmoidale bildet einen Teil der vorderen Schädelgrube, seine kaudalen Teile bilden Abschnitte der Nasenhaupthöhlen. Seine Nachbarknochen sind Os frontale und Os sphenoidale.

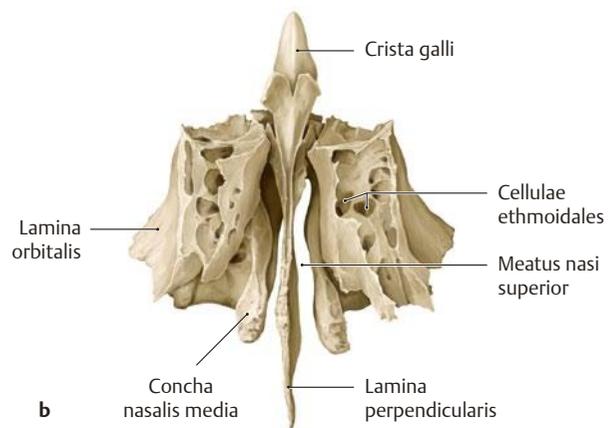


**D Einbau des Siebbeins (Os ethmoidale) in den Gesichtsschädel**

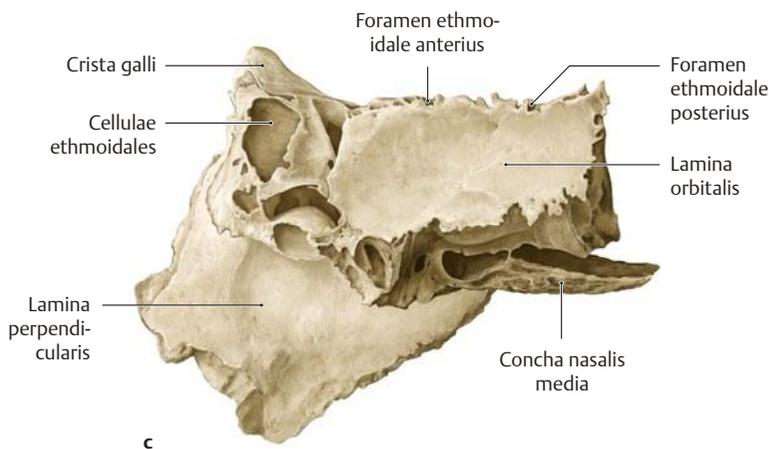
Ansicht von frontal. Das Siebbein ist der zentrale Knochen der Nasenhöhlen.



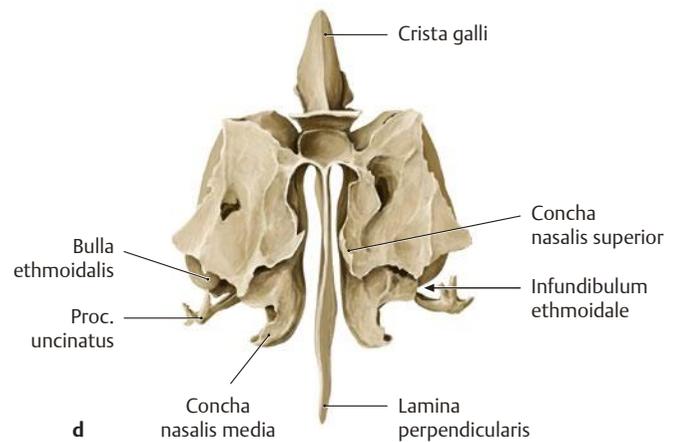
a



b



c



d

**E Isoliertes Os ethmoidale**

**a Ansicht von kranial.** Hier erkennt man die Crista galli, die der Anheftung der Hirnsichel (Falx cerebri) dient (s. S. 308) sowie die horizontal verlaufende Siebplatte (Lamina cribrosa). Sie enthält Löcher, durch die Riechfäden von der Nasenhöhle in die vordere Schädelgrube ziehen. Aufgrund dieser Durchlöcherung ist die Lamina cribrosa mechanisch schwach und bricht bei Traumen leicht. Klinisch erkennt man eine solche Fraktur daran, dass Liquor aus der Nase tropft. Der Patient klagt über Schnupfen!

**b Ansicht von frontal.** Die Mittellinienstruktur (Lamina perpendicularis = Pendel wie bei einer Großvateruhr), die beide Nasenhöhlen trennt, ist zu sehen. Man erkennt die mittlere Muschel (Concha nasalis media), die ein Teil des Siebbeins ist (nur die untere Muschel ist ein eigener Knochen), und die Siebbeinzellen (Cellulae ethmoidales), die sich beiderseits der mittleren Muschel ausdehnen.

**c Ansicht von links.** Man erkennt die Lamina perpendicularis und die eröffneten vorderen Siebbeinzellen. Die Orbita ist durch die Lamina orbitalis, eine dünne Knochenplatte, von den Siebbeinzellen getrennt.

**d Ansicht von dorsal.** Nur in dieser Ansicht erkennt man den Proc. uncinatus, der in situ fast vollständig von der mittleren Nasenmuschel verdeckt wird. Er verschließt teilweise den Eingang in die Kieferhöhle, den Hiatus semilunaris, und ist ein wichtiger Orientierungspunkt bei der endoskopischen Kieferhöhlenchirurgie. Die schmale Grube zwischen Bulla ethmoidalis und Proc. uncinatus wird als Infundibulum ethmoidale bezeichnet. In diesen „Trichter“ münden Sinus frontalis, Sinus maxillaris und vordere Siebbeinzellen. Am dorsalen Siebbeinende liegt die Concha nasalis superior.

## 2.8 Stirnbein (Os frontale) und Scheitelbein (Os parietale)

### A Stirnbein (Os frontale)

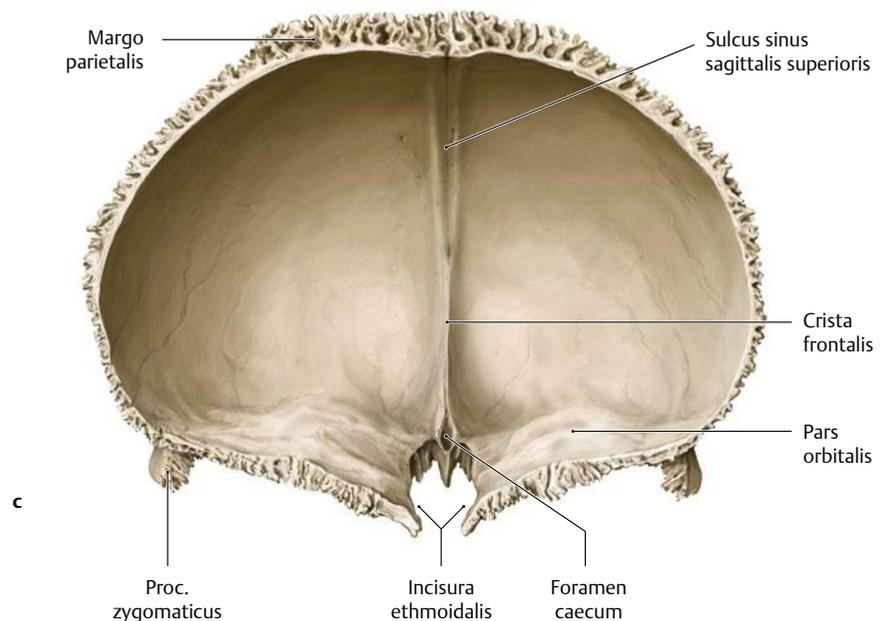
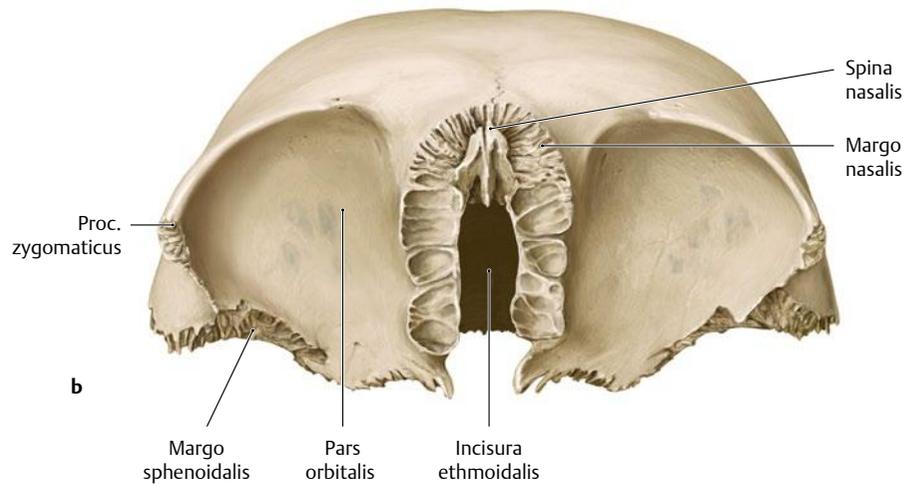
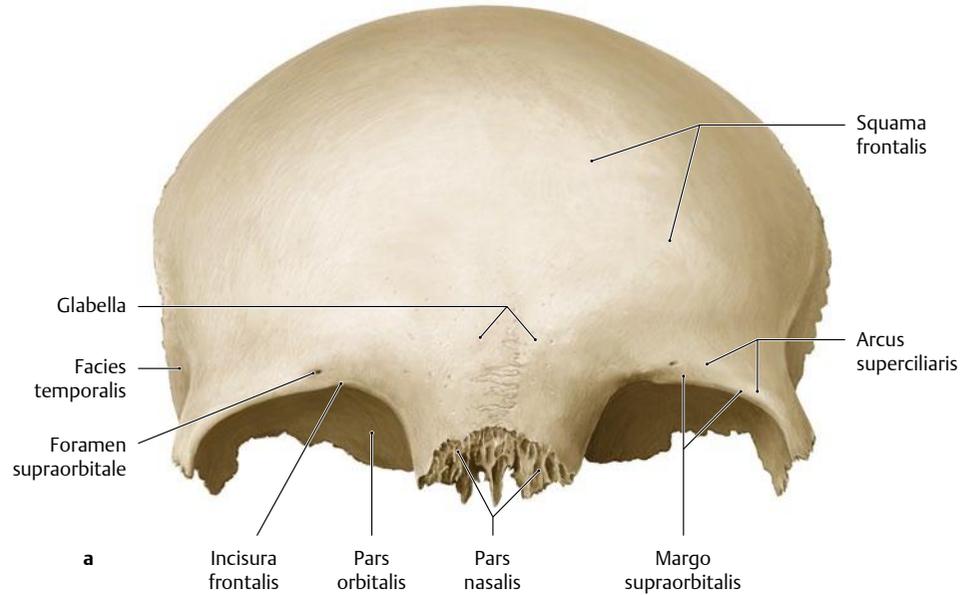
**a** Ansicht von vorne (Facies externa), **b** von unten (Facies orbitalis) und **c** von hinten (Facies interna).

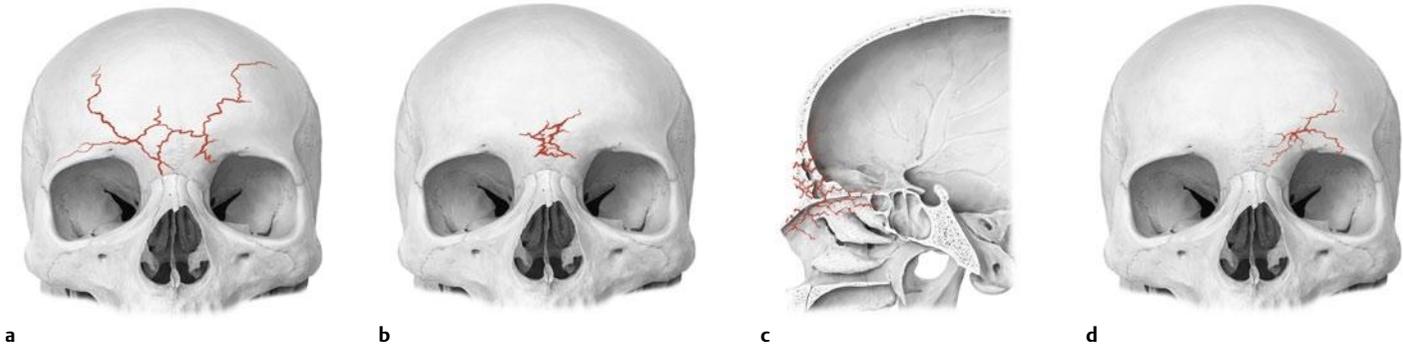
Das **Stirnbein** bildet die knöcherne Grundlage des vorderen Schädeldgewölbes (zur Lage im Schädel s.S. 14 u. 34). Es entwickelt sich aus zwei Knochen, die in der Mittellinie fusionieren. Bei Jugendlichen ist die Trennlinie zwischen beiden Knochen noch zu erkennen (Sutura frontalis); bei Erwachsenen ist sie in der Regel verknöchert, so dass keine Sutura mehr vorliegt. Das Stirnbein gliedert sich in

- Squama frontalis (Stirnbeinschuppe, knöcherne Grundlage der Stirn),
- zwei horizontale Partes orbitales (Hauptanteil der knöchernen Grundlage des Daches der Orbitae) und
- die dazwischen gelegene Pars nasalis (Teil des kranialen Nasenskeletts).

An der Squama frontalis unterscheidet man eine Facies externa und eine Facies interna, die einen Teil der vorderen Schädelgrube darstellt. Sie biegt nach beiden Seiten zur Facies temporalis um.

**Klinisch** sind beim Os frontale besonders die paarig angelegten und durch ein knöchernes Septum getrennten Stirnhöhlen wichtig, die einen Teil des Orbitadaches bilden. Von hier aus können sich Infektionen ausbreiten (s. C). Auch Frakturen spielen hier eine Rolle. Sie entstehen meist bei Arbeits- und Verkehrsunfällen, wenn die Gewalt von frontal einwirkt (z.B. bei Auffahrunfällen: Schädel prallt gegen die Windschutzscheibe). Die Folge ist eine frontobasale oder vordere Schädelbasisfraktur. Sie wird nach der anatomisch betroffenen Region nach Escher eingeteilt (s. B).

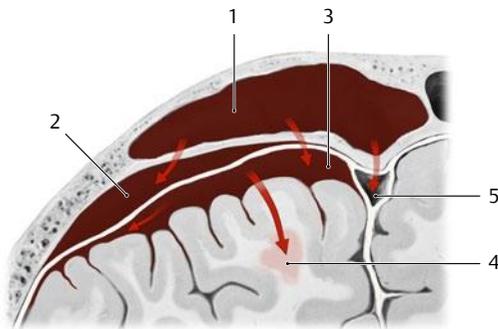




**B Einteilung der frontobasalen Frakturen nach Escher**

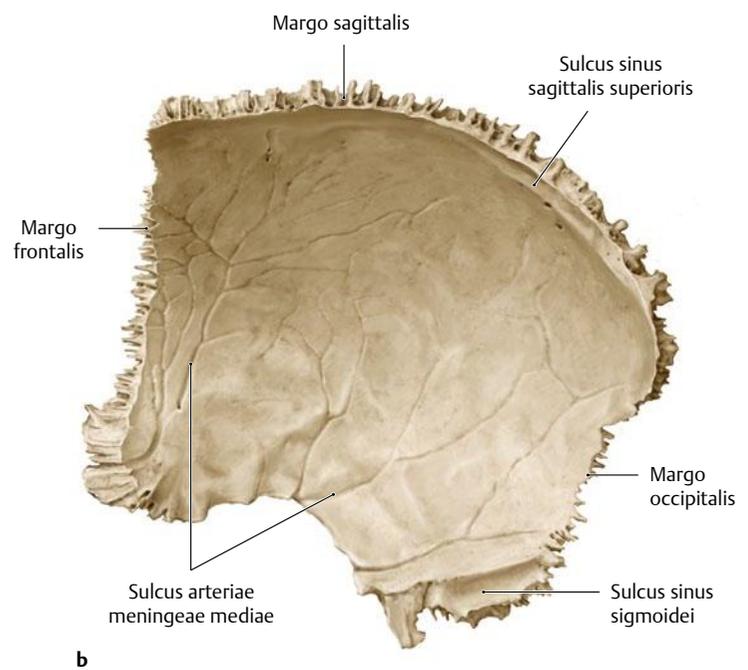
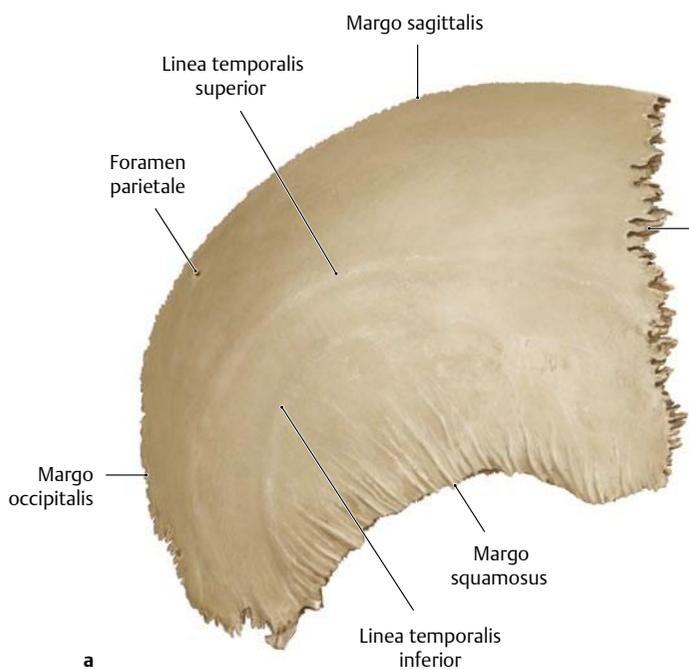
- a Typ I:** Hohe frontobasale Fraktur: die Gewalt wirkt auf die oberen Anteile der Squama ein. Die Frakturlinien ziehen von oben in die Stirnhöhlen hinein.
- b Typ II:** Mittlere frontobasale Fraktur: Gewalteinwirkung in der Stirn-Nasenwurzel-Region führt zur Impressionsfraktur der Stirnhöhle, des Siebbeins und ggfs. auch der Keilbeinhöhle. Wenn die Dura mit einreißt, fließt Liquor cerebrospinalis durch die Nase ab (Rhinoliquor-

- rhoe; Gefahr der aufsteigenden bakteriellen Infektion mit Meningitis).
- c Typ III:** Tiefe frontobasale Fraktur: Gewalteinwirkung zentral von vorne. Mittelgesicht wird von der Schädelbasis abgerissen, was in die vertikalen oder transversalen Mittelgesichtsfrakturen übergeht (Le Fort III, s.S. 15).
- d Typ IV:** Lateroorbitale Frakturen: Gewalt von seitlich vorn. Stirnhöhle und Orbitadach sind betroffen.



**C Anatomische Basis der Komplikationen einer bakteriellen Stirnhöhleninfektion**

Ansicht von kranial auf das aufgesägte Stirnbein. Aufgrund der engen Nachbarschaft der Stirnhöhle (als Bestandteil des Os frontale) zum Gehirn, können Infektionen der Stirnhöhle leicht auf vitale Strukturen übergreifen. Die Stirnhöhle selbst kann sich mit Eiter füllen (Empyem) (1), der Eiter kann durch den Knochen auf die Dura mater durchbrechen (epiduraler Abszess) (2). Wird die Dura durchbrochen, kommt es zur Meningitis (3). Gelangt diese Infektion ins Gehirn, ist die Folge eine Abszessbildung (4). Der Einbruch in den Sinus sagittalis superior führt zur Sinusvenenthrombose (5).

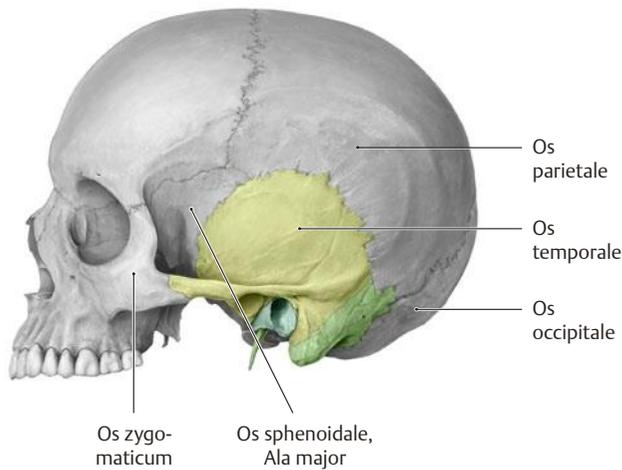


**D Scheitelbein (Os parietale)**

- a** rechtes Scheitelbein, Ansicht von lateral (Facies externa); **b** rechtes Scheitelbein, Ansicht von medial (Facies interna).
- Beide Scheitelbeine bilden den mittleren Teil des Schädeldgewölbes mit seinem höchsten Teil, dem Scheitel. Man gliedert das Scheitelbein

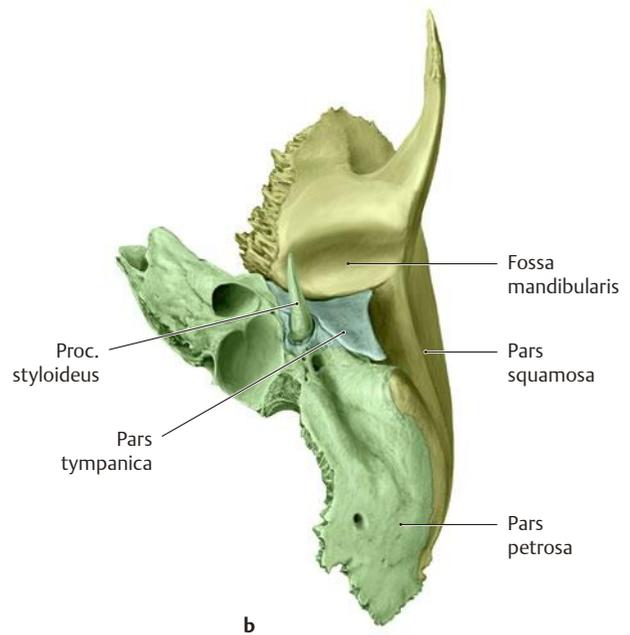
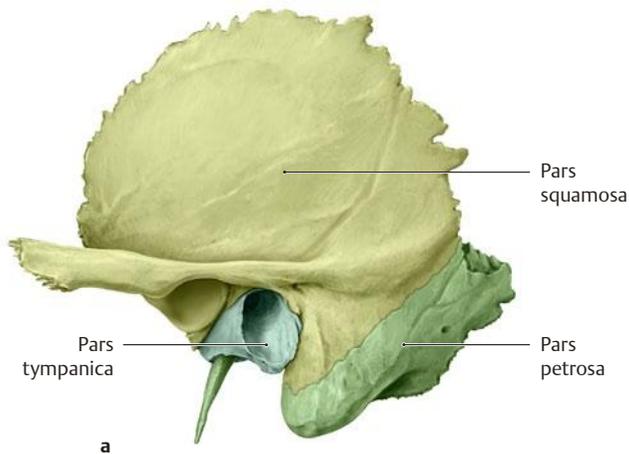
in eine Facies externa und interna. An der Facies interna erkennt man den Sulcus arteriae meningae mediae. Die A. meningea media spielt eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit epiduralen Hämatomen (s.S. 390).

## 2.9 Schläfenbein (Os temporale)



### A Lage des Schläfenbeins (Os temporale) im Schädel

Ansicht von links. Das Schläfenbein ist ein wichtiger Knochen der Schädelbasis. Er bildet die Kapsel für das Gehör- und Gleichgewichtsorgan und die Gelenkpfanne für den Kiefer. Damit hat sein Aufbau auch klinische Bedeutung (s. **B**). Die Bezeichnung „Schläfenbein“ resultiert daraus, dass man sich zum Schlafen auf diesen Knochen legt. *Beachte* die angrenzenden Knochen.



### B Knochenanlagen eines linken Os temporale

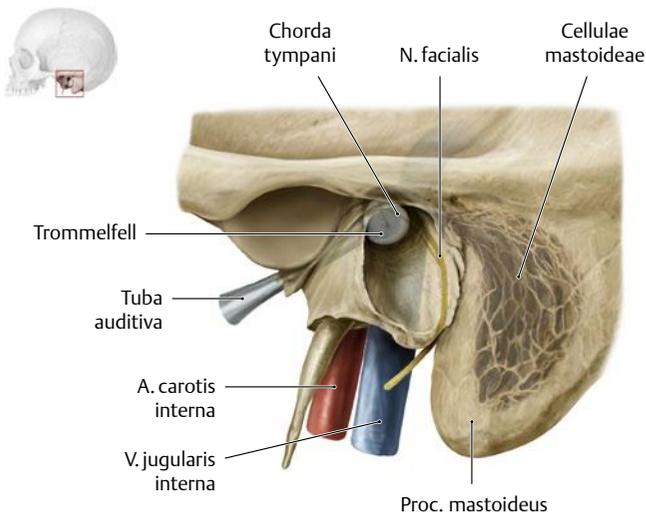
**a** Ansicht von links; **b** Ansicht von kaudal.

Das Schläfenbein entwickelt sich aus drei Anlagen, die zu einem einheitlichen Knochen verschmelzen. Man unterscheidet:

- Pars squamosa, Schläfenbeinschuppe (helloliv), trägt die Pfanne des Kiefergelenks,

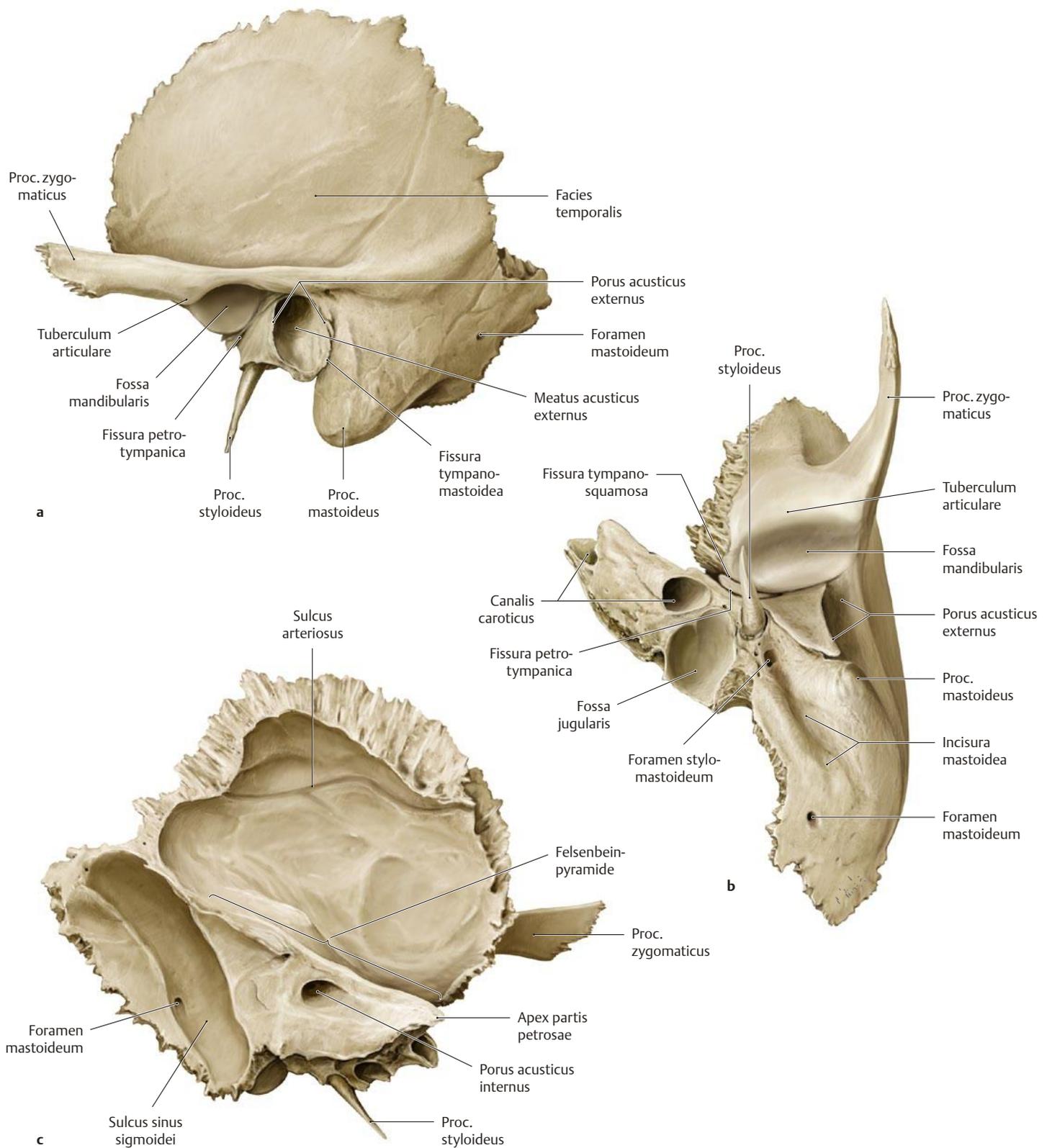
- Pars petrosa, Felsenbein (dunkeloliv), enthält Gehör- und Gleichgewichtsorgan und
- Pars tympanica, Paukenteil (türkis), bildet große Teile des äußeren Gehörgangs.

*Beachte:* Der Proc. styloideus, den man von seiner Lage her fälschlicherweise als Teil der Pars tympanica ansehen könnte, ist aufgrund seiner Entwicklung ein Teil der Pars petrosa.



### C Projektion klinisch wichtiger Strukturen auf das linke Os temporale

Ansicht von lateral, Trommelfell (Membrana tympanica) durchsichtig dargestellt. Da im Felsenbein Mittel- und Innenohr sowie das Trommelfell liegen, ist die Kenntnis seiner Anatomie von großer klinischer Bedeutung für die Ohrchirurgie. Das Felsenbein formt an der inneren Schädelbasis ganz oder teilweise wichtige Durchtrittsstellen (vgl. **D**) für folgende Strukturen: N. facialis, A. carotis interna und V. jugularis interna. Durch die Paukenhöhle, die hinter dem Trommelfell liegt, zieht ein feiner Nerv, die Chorda tympani. Sie geht aus dem N. facialis hervor, der bei Operationen gefährdet ist (vgl. **A**, S. 126). Der Proc. mastoideus des Felsenbeins bildet mit Luft gefüllte Kammern, die Cellulae mastoideae, deren Größe individuell sehr stark variiert. Da die Kammern mit dem Mittelohr in Verbindung stehen, das seinerseits durch die Tube (Tuba auditiva) mit dem Nasenrachen verbunden ist, können die Bakterien über Nasenrachen → Tube → Mittelohr → Cellulae mastoideae ins Schädelinnere gelangen und dort eine Hirnhautentzündung verursachen.



#### D Linkes Schläfenbein (Os temporale)

**a Ansicht von lateral.** Die wichtigsten Strukturen des Schläfenbeins sind benannt. Durch das Foramen mastoideum (äußere Öffnung in **a**, innere Öffnung in **c** zu sehen) zieht eine Emissarie (zu den Vv. emissariae s. S. 19), durch den medialen Teil der Fissura petrotympanica die Chorda tympani (s. S. 149). Der Proc. mastoideus wird erst im Laufe des Lebens durch den Zug des M. sternocleidomastoideus ausgebildet und ist von innen pneumatisiert (s. **C**).

**b Ansicht von kaudal.** In dieser Ansicht ist die flache Gelenkpfanne des Kiefergelenks, die Fossa mandibularis, gut zu erkennen. Durch das

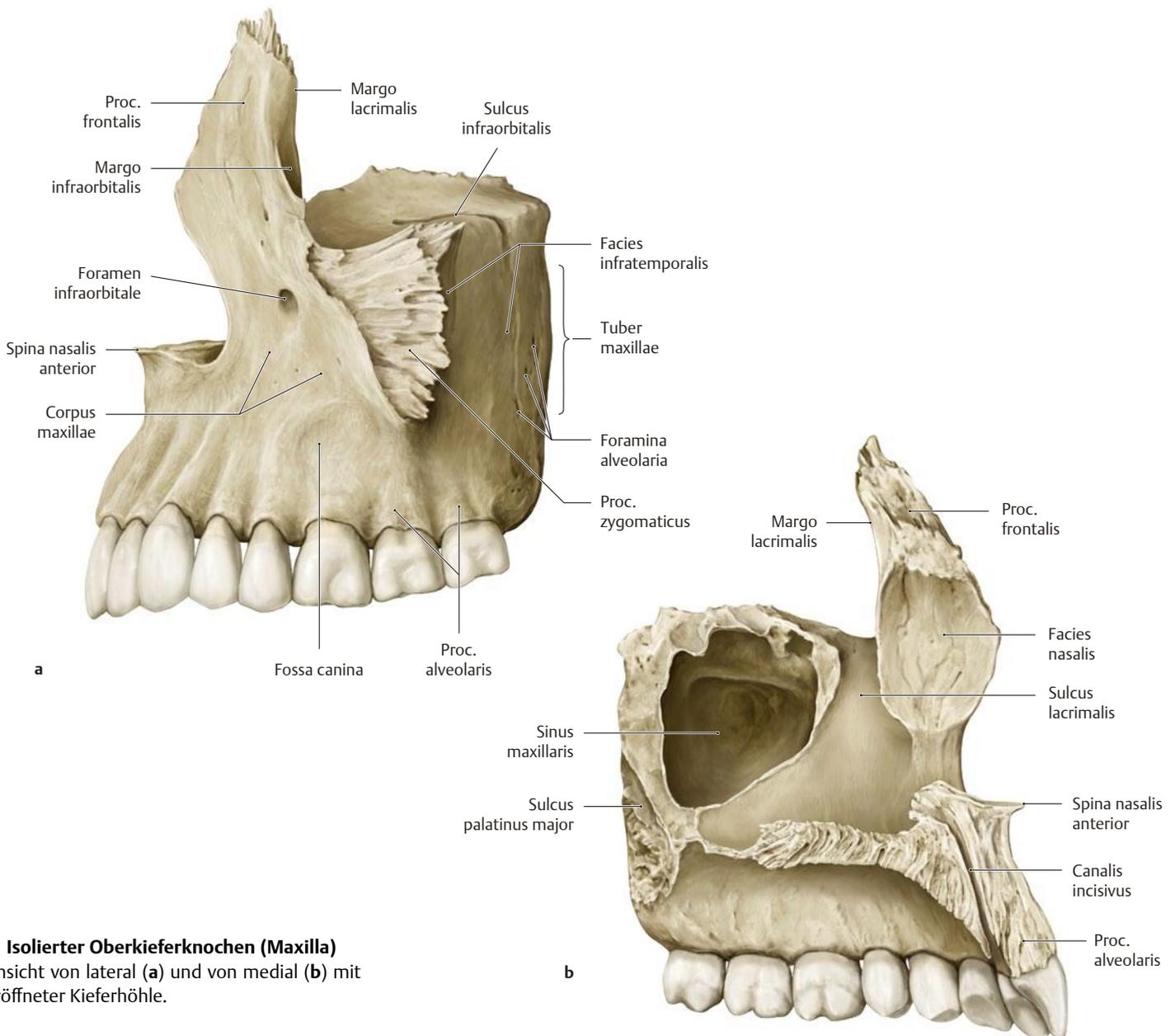
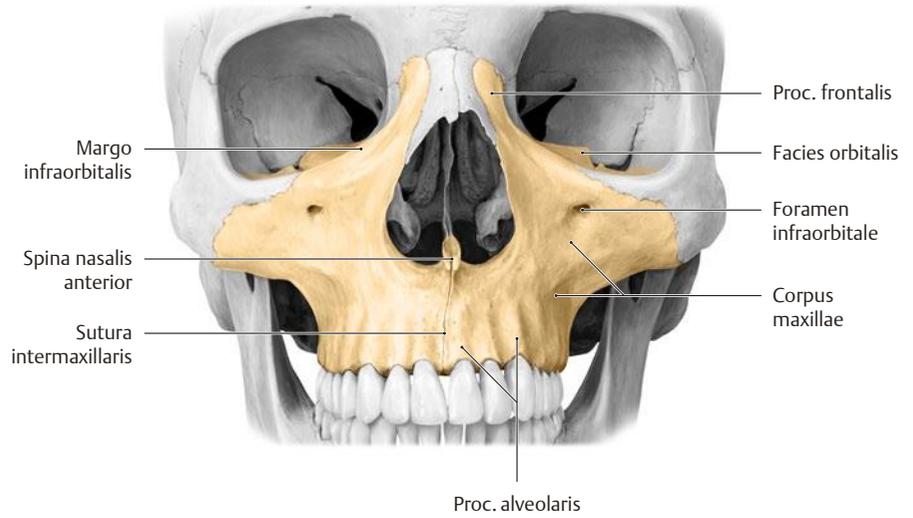
Foramen stylomastoideum tritt der N. facialis aus der Schädelbasis aus. An der Fossa jugularis heftet sich der Anfang der V. jugularis interna an, die A. carotis interna gelangt durch den Canalis caroticus in das Schädelinnere.

**c Ansicht von medial.** Man erkennt die innere Öffnung des Foramen mastoideum sowie den Porus acusticus internus. Durch ihn ziehen unter anderem der N. facialis und der N. vestibulocochlearis in das Felsenbein hinein. Der hier dargestellte Teil des Felsenbeins wird auch als *Felsenbeinpyramide* bezeichnet, die Spitze der Pyramide (Apex partis petrosae) liegt im inneren Teil der Schädelbasis.

## 2.10 Oberkiefer (Maxilla)

### A Lage der beiden Oberkiefer (Maxillae) im Schädel

Ansicht von frontal. Die beiden Oberkiefer (Maxillae) bestimmen durch ihre Struktur wesentlich die Form des Gesichts. Sie tragen die obere Zahnreihe und übertragen den Kau- druck mit Stirn- und Jochbogenpfeiler auf den Hirnschädel. Durch ihre zentrale Lage sind sie am Aufbau der Augen- (s. S. 36) und der Nasen- höhlenwand (s. S. 40) sowie am Aufbau des Gaumens (s. S. 44 f) beteiligt. Die im Oberkiefer gelegene Kieferhöhle (Sinus maxillaris) ist eine wesentliche Höhle der Nasennebenhöh- len (s. S. 41 f u. 184).

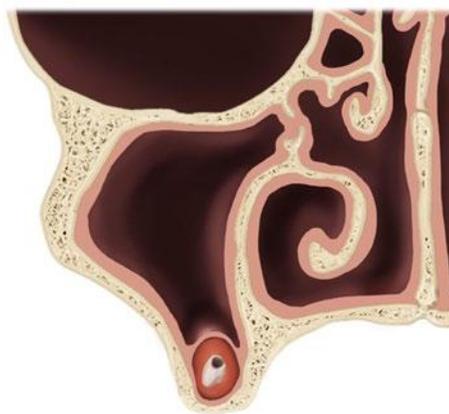


### B Isolierter Oberkieferknochen (Maxilla)

Ansicht von lateral (a) und von medial (b) mit eröffneter Kieferhöhle.



a



b

### C Odontogene Zysten im Oberkiefer

Sicht von vorne auf eine rechte Kieferhöhle. Die Zahnwurzeln der Zähne im Oberkiefer wölben sich in die Kieferhöhle vor. Diese anatomische Beziehung ist klinisch wichtig, da in die Oberkieferhöhle projizierte Schmerzen von Zähnen ausgehen können. Umgekehrt können Entzündungen in der Kieferhöhle auf die Zähne im Oberkiefer übergreifen.

**a Radikuläre Zysten** gehen von der Wurzelspitze eines Zahnes aus. Die chronische Entzündung in der Zahnwurzel führt dann zu einer Zystenbildung in der Oberkieferhöhle.

**b Follikuläre Zysten** entstehen durch die Ausweitung des Zahnsäckchens im Kronenbereich eines an seinem Durchbruch behinderten Zahnes (z. B. Weisheitszahn).

Klinisch muss deshalb bei einer Oberkieferhöhlenentzündung immer an eine Ursache in den Zähnen gedacht werden. Deshalb können Erkrankungen der Kieferhöhle die enge Zusammenarbeit zwischen HNO-Ärzten und Zahnärzten erfordern.



a



b



c

### D Oberkieferresektionen

Tumoren in der Kieferhöhle können chirurgisch entfernt werden. Je nach Lage und Ausdehnung der Tumoren unterscheidet sich die Radi-

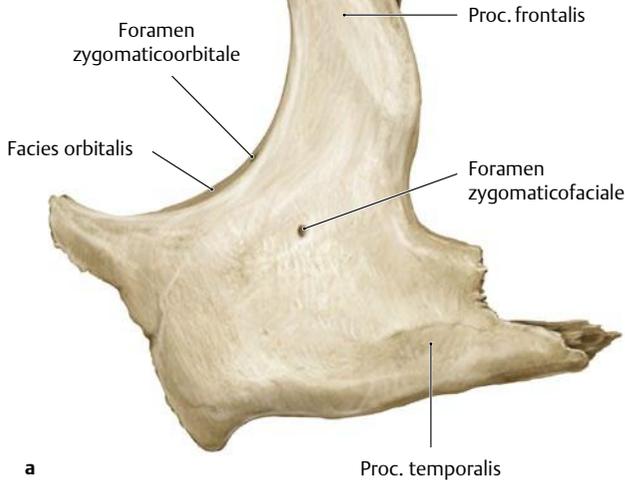
kalität der Operation. Man unterscheidet eine partielle Oberkieferresektion (a), eine Totalresektion (b) und eine Totalresektion mit zusätzlicher Entfernung der Orbita und ihres Inhaltes (Exenteratio orbitae) (c).



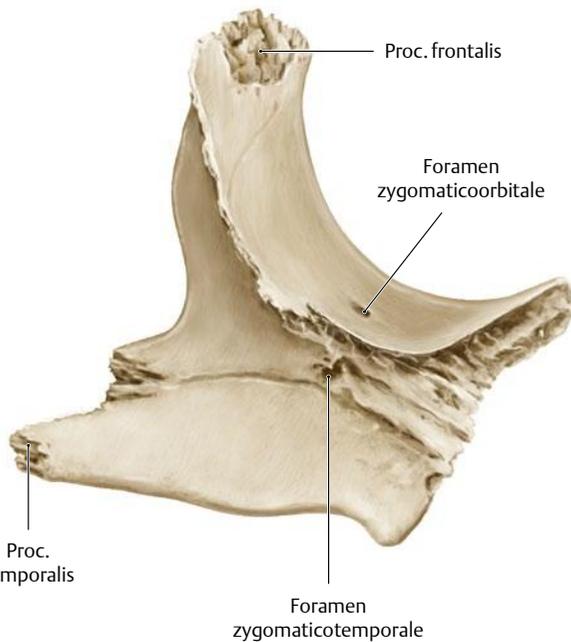
### E Chirurgischer Zugang zur Kieferhöhle

Um chirurgisch einen Tumor aus der Kieferhöhle zu entfernen, wird häufig ein Zugang durch das Vestibulum oris gewählt. Dazu schiebt man die Oberlippe mit einem Spatel beiseite und entfernt dann die vordere Wand der Kieferhöhle. Dadurch wird die Kieferhöhle freigelegt. Dieser Eingriff kann dann ggfs. in benachbarte Regionen erweitert werden (u. a. Siebbein, Orbita, Keilbeinhöhle). Bei einer chronischen Sinusitis wird ein endonasaler Zugang gewählt (s. Ed, S.25 u. F, S.43).

## 2.11 Jochbein (Os zygomaticum), Nasenbein (Os nasale), Pflugscharbein (Vomer) und Gaumenbein (Os palatinum)



a



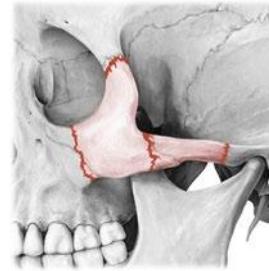
b

### A Jochbein (Os zygomaticum)

a Ansicht von links-lateral (Facies lateralis) und b von medial (Facies temporalis).

Das Jochbein bildet eine Brücke, ein Joch (Name!) zwischen seitlicher Schädelwand und Gesichtsschädel. Es ist die knöcherne Grundlage der Wange und daher bei mageren Menschen oft gesichtsformend. Am Jochbein unterscheidet man Wangenfläche, Facies lateralis, sowie Facies orbitalis und temporalis.

Das Foramen zygomaticoorbitale an der Facies orbitalis stellt den Eingang zum Canalis zygomaticus dar. Er spaltet sich innerhalb des Jochbeins in zwei Kanäle auf, die am Foramen zygomaticofaciale und zygomaticotemporale enden. In den Canalis zygomaticus zieht der gleichnamige Ast des N. maxillaris ein, der sich in den beiden Kanälen verzweigt.



a



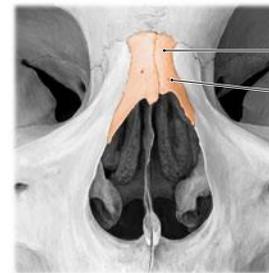
b

### B Frakturen des Os zygomaticum

Ansicht von lateral (a) und von frontal (b).

Frakturen des Os zygomaticum sind relativ häufig nach stumpfem Trauma des lateralen Mittelgesichts. Oft bricht der Knochen an allen drei Verbindungsstellen zu seinen beiden Nachbarknochen.

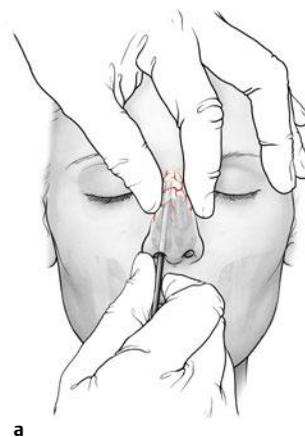
Aufgrund der Weichteilschwellung werden Jochbeinfrakturen jedoch manchmal übersehen. Deshalb ist nach einem stumpfen Trauma immer abzuklären, ob eine Jochbeinfraktur vorliegt. Dies geschieht durch Seitenvergleiche (Form der Wangen, Bulbusmotilität) und Sensibilitätsprüfungen (der N. zygomaticus, der im knöchernen Kanal verläuft, ist evtl. mitverletzt).



Os nasale  
Foramen nasale

### C Nasenbein (Os nasale)

Die beiden Nasenbeine bilden die knöcherne Basis des Nasenrückens. Ihre oberen Ränder verbinden sich mit dem Stirnbein, ihre seitlichen mit der Maxilla. Der Unterrand ist Teil der Apertura piriformis (s.S. 14). Frakturen des Nasenbeins sind häufig und bedürfen oft der Reposition.



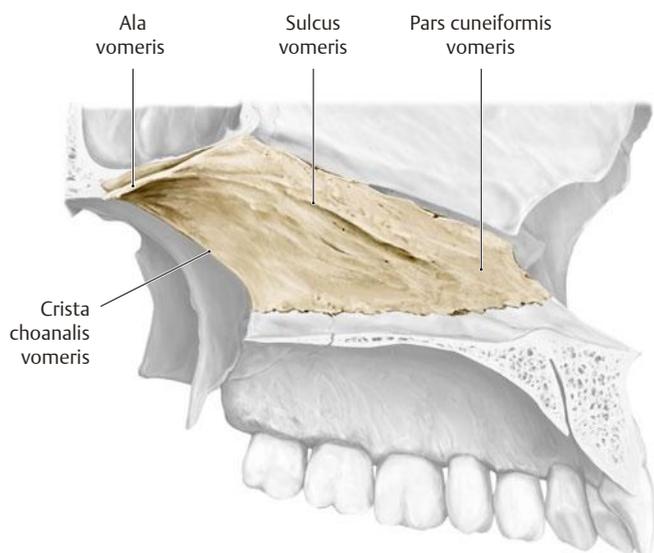
a



b

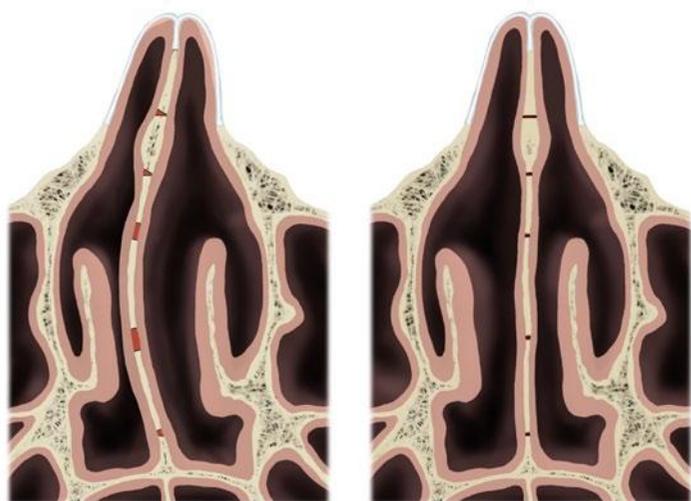
### D Prinzip der Reposition der Nasenbeinfrakturen

Bei frontalem Trauma erfolgt die Reposition von innen mit einem Spatel (a), bei lateralem Trauma von außen manuell (b).



**E Pflugscharbein (Vomer)**

Ansicht von rechts lateral. Das Pflugscharbein (Vomer) bildet zusammen mit der Lamina perpendicularis des Siebbeins die knöcherne Grundlage des Nasenseptums (s. S. 14). An seiner oberen Kante bildet es zwei Flügel (Alae vomeris), welche die Verbindung zum Keilbeinkörper herstellen. Als Mittellinienstruktur ist es an der Trennung der beiden hinteren Nasenöffnungen (Choanae) beteiligt (s. S. 44 u. 185).



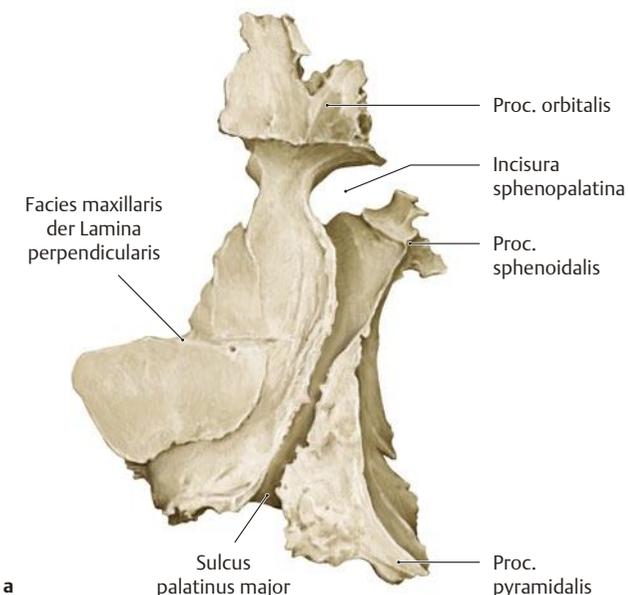
**F Nasenseptumkorrektur**

Ansicht von kranial. Gekrümmte Nasensepten sind eine häufige Ursache für die Behinderung der Nasenatmung. Bei der chirurgischen Korrektur wird u. U. das Nasenseptum entnommen, begradigt und dann reimplantiert.

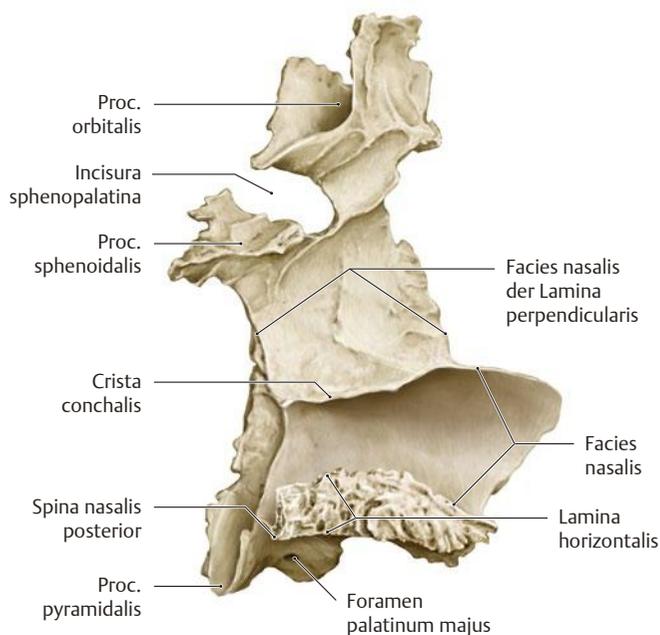
**G Gaumenbein (Os palatinum)**

a Gaumenbein von lateral, b medial und c dorsal.

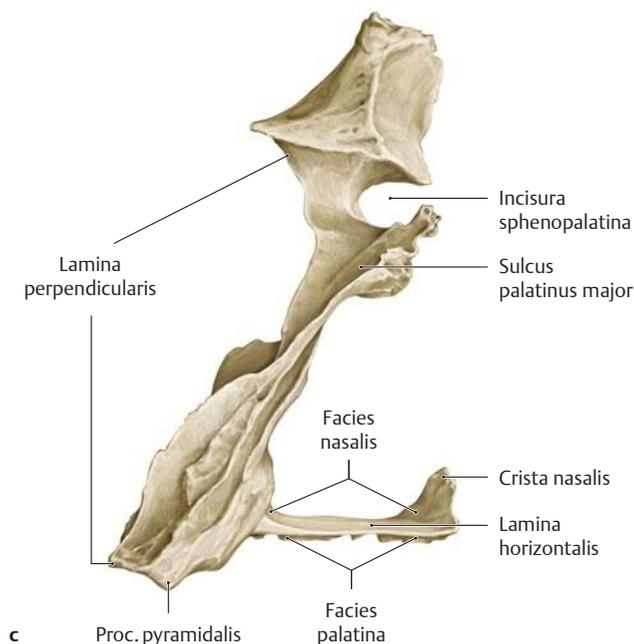
Das Gaumenbein besteht aus einer waagerechten und einer senkrechten Platte (Lamina horizontalis und Lamina perpendicularis). Die **Lamina horizontalis** ist die hintere Begrenzung des harten Gaumens (s. S. 41), die **Lamina perpendicularis** ist der Teil der lateralen Nasenhaupthöhle, der vor der Lamina medialis des Proc. pterygoideus liegt. Das Os palatinum ergänzt die Maxilla von okzipital und grenzt – wie diese – die Mundhöhle von der Nasenhöhle ab.



a

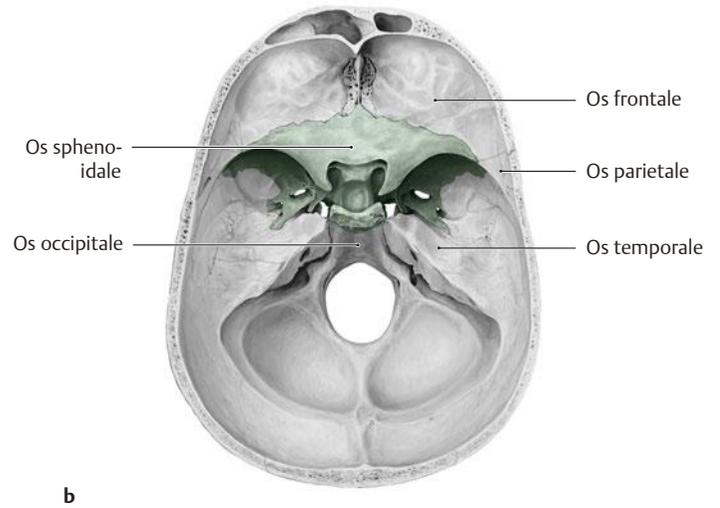
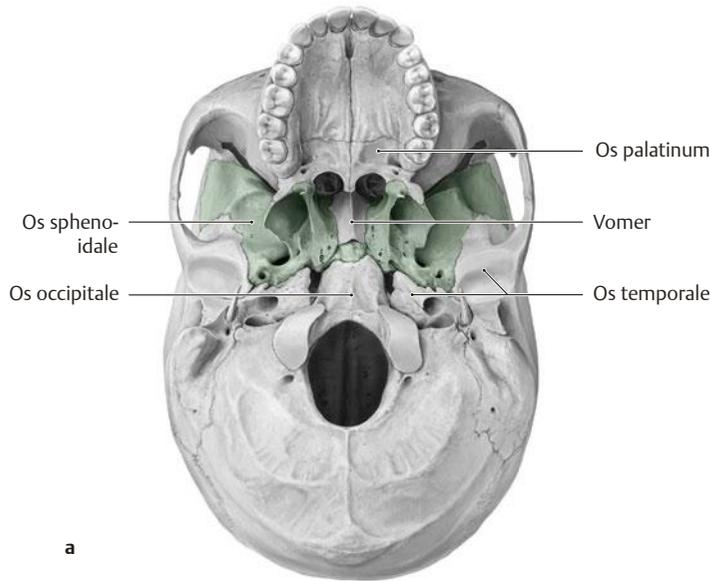


b



c

## 2.12 Keilbein (Os sphenoidale)

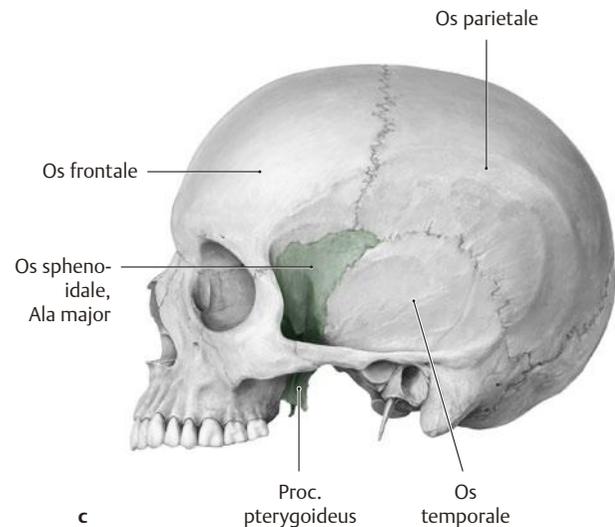


### A Lage des Keilbeins (Os sphenoidale) im Schädel

Das Keilbein ist der am komplexesten aufgebaute Knochen des menschlichen Körpers. Man benötigt daher verschiedene Ansichten, um die unterschiedlichen Strukturen alle gut zu erkennen (vgl. auch B):

- a Lage in der äußeren Schädelbasis.** Das Keilbein bildet zusammen mit dem Hinterhauptsbein (Os occipitale) die tragende Mittellinienstruktur der Schädelbasis.
- b Lage in der inneren Schädelbasis.** Das Keilbein bildet die Grenze zwischen vorderer und mittlerer Schädelgrube. Man erkennt deutlich die Durchtrittsstellen für Nerven und Gefäße (Details s. B).
- c Lage am Schädel links.** Oberhalb des Jochbogens erkennt man Teile des großen Flügels (Ala major), unterhalb des Jochbogens Teile des Flügelfortsatzes (Proc. pterygoideus).

Beachte jeweils die benachbarten Knochen.

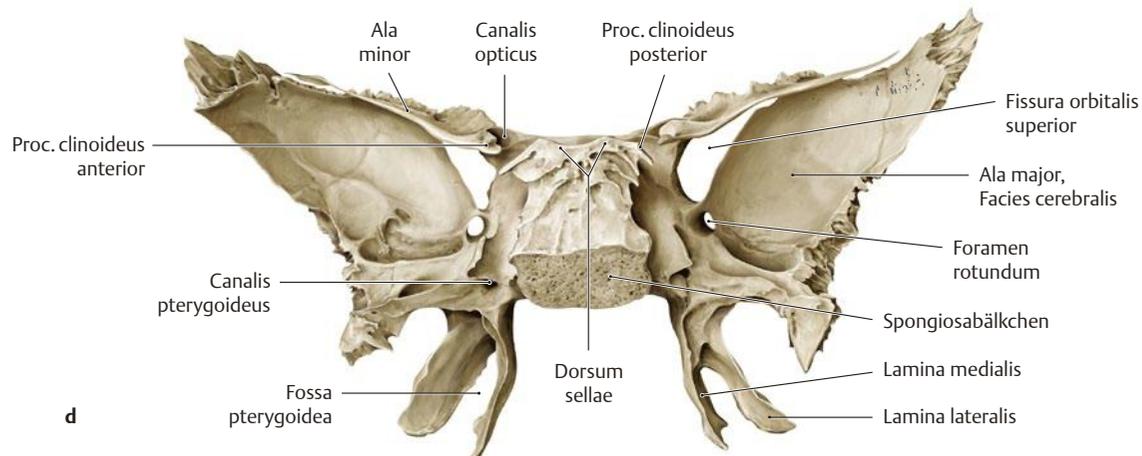
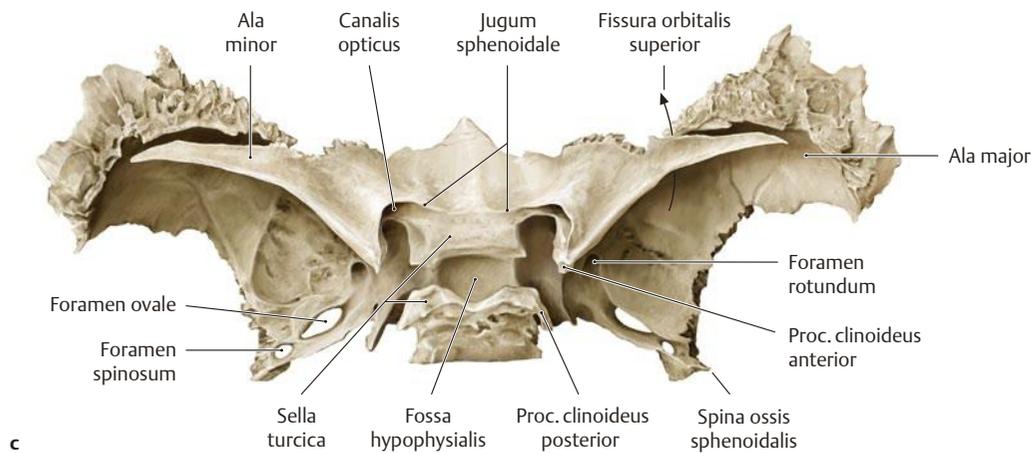
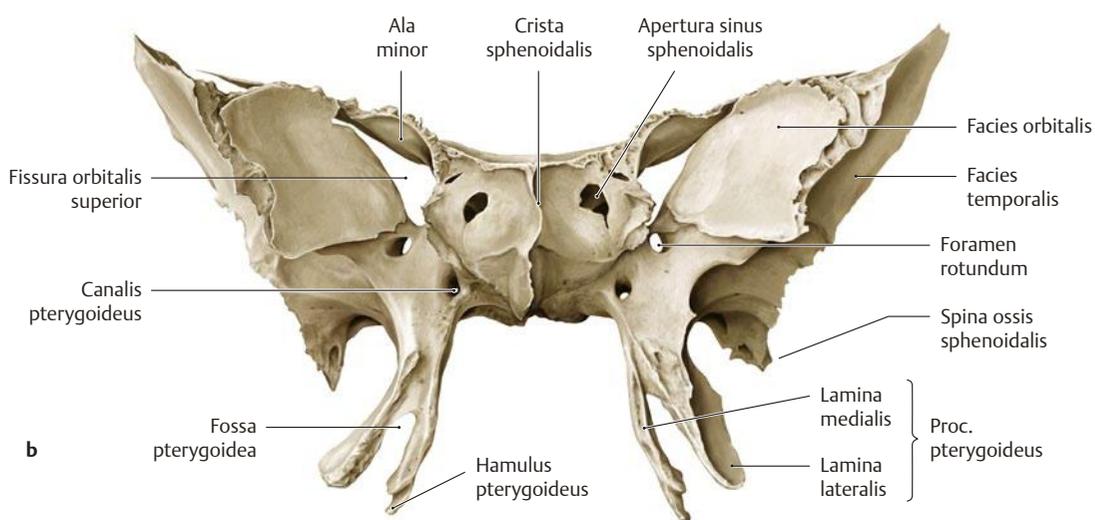
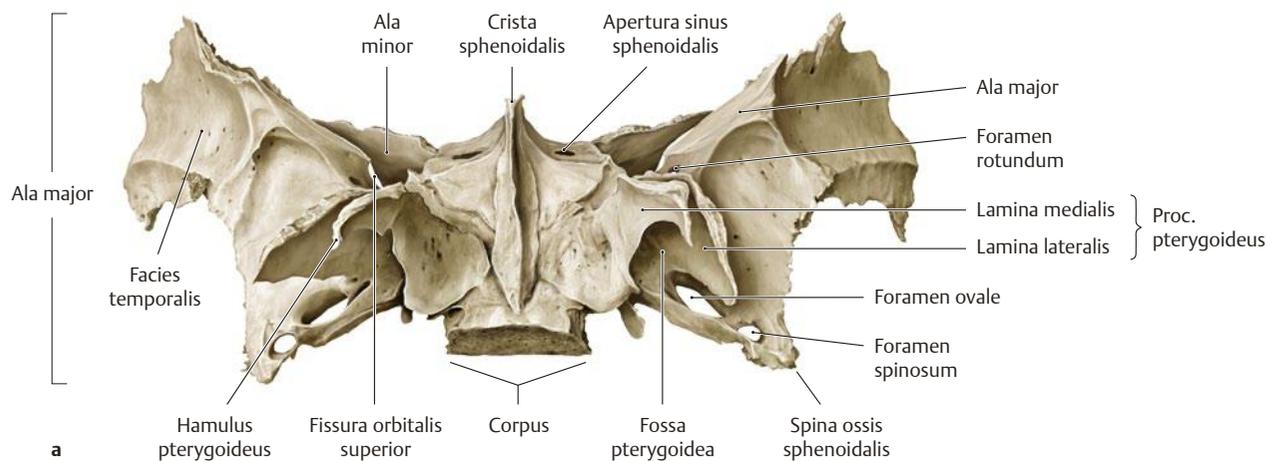


### B Isoliertes Os sphenoidale

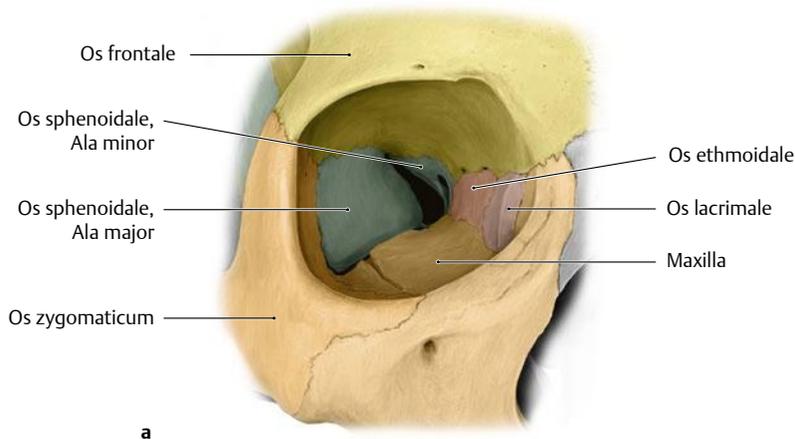
- a Ansicht von unten;** zur Lage in situ vgl. A. Man erkennt die Laminae medialis und lateralis des Flügelfortsatzes (Proc. pterygoideus). Zwischen beiden befindet sich die Fossa pterygoidea, in welcher der M. pterygoideus medialis liegt. Foramen spinosum und Foramen rotundum verbinden die mittlere Schädelgrube mit der äußeren Schädelbasis.
- b Ansicht von vorne.** In dieser Ansicht wird besonders schön deutlich, warum das Keilbein ursprünglich Os sphenoidale (= Wespenbein) genannt wurde, bevor ein Übertragungsfehler zur Bezeichnung Os sphenoidale (= Keilbein) führte. Der beiderseits vorhandene Eingang in die Keilbeinhöhle (Apertura sinus sphenoidalis) erscheint als Augen der Wespe, zwischen den Beinen der Wespe (den Flügelfortsätzen des Keilbeins) sind die Fossae pterygoideae zu sehen. Man erkennt die Fissura orbitalis superior, welche die mittlere Schädelgrube

mit der Orbita verbindet. Die beiden Keilbeinhöhlen sind in ihrem Inneren durch ein Septum getrennt (s. S. 43).

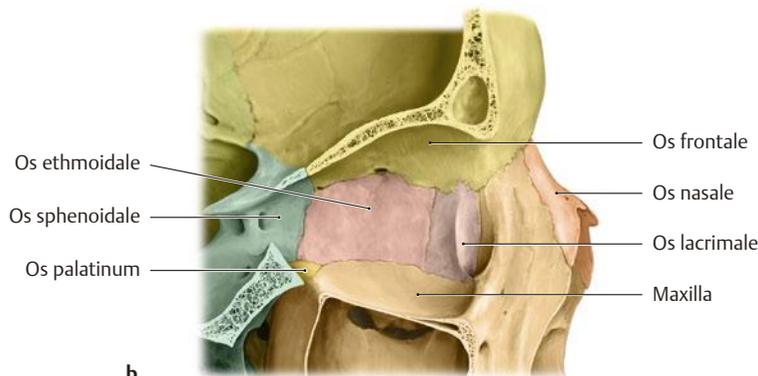
- c Ansicht von oben.** In dieser Ansicht erkennt man den Türkensattel (Sella turcica), in dessen Mitte sich die Fossa hypophysialis für die Hypophyse befindet. Aus der Sicht der mittleren Schädelgrube erkennt man das Foramen spinosum und das Foramen ovale sowie das Foramen rotundum.
- d Ansicht von hinten.** Die Fissura orbitalis superior ist in dieser Ansicht besonders deutlich, der Canalis opticus wird durch den Proc. clinoides anterior fast vollständig verdeckt. Das Foramen rotundum verbindet die mittlere Schädelgrube mit der äußeren Schädelbasis (Foramen spinosum hier nicht zu sehen, vgl. a). Da Keilbein und Hinterhauptsbein (Os occipitale) während der Pubertät zusammenwachsen (= Os tribasilare), gibt es zwischen beiden Knochen keine Suture mehr; die Spongiosabälkchen liegen frei und erscheinen porös.



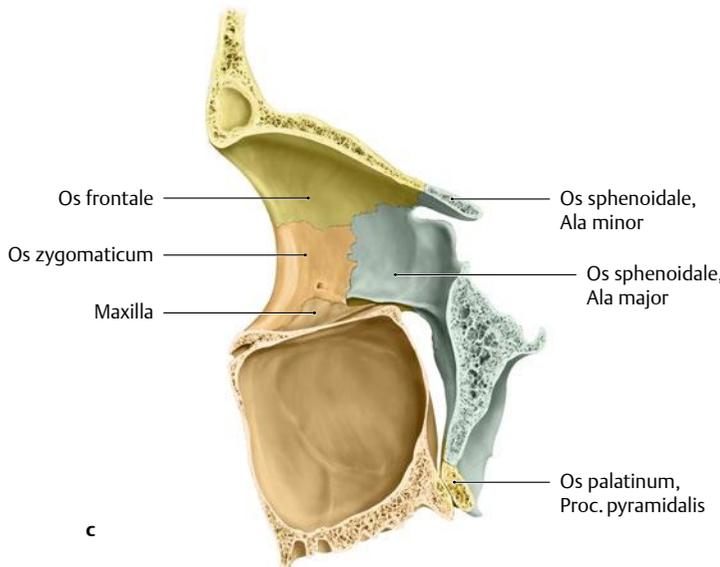
## 2.13 Augenhöhle (Orbita): Knochen und Öffnungen für Leitungsbahnen



a



b



c

### A Knochen der rechten Augenhöhle (Orbita)

Ansicht von frontal (a), lateral (b) und medial (c); laterale bzw. mediale Orbitawand in b u. c entfernt.

Die Augenhöhle wird von sieben verschiedenen Knochen (hier farbig markiert) gebildet: Os frontale, Os zygomaticum, Maxilla, Os ethmo-

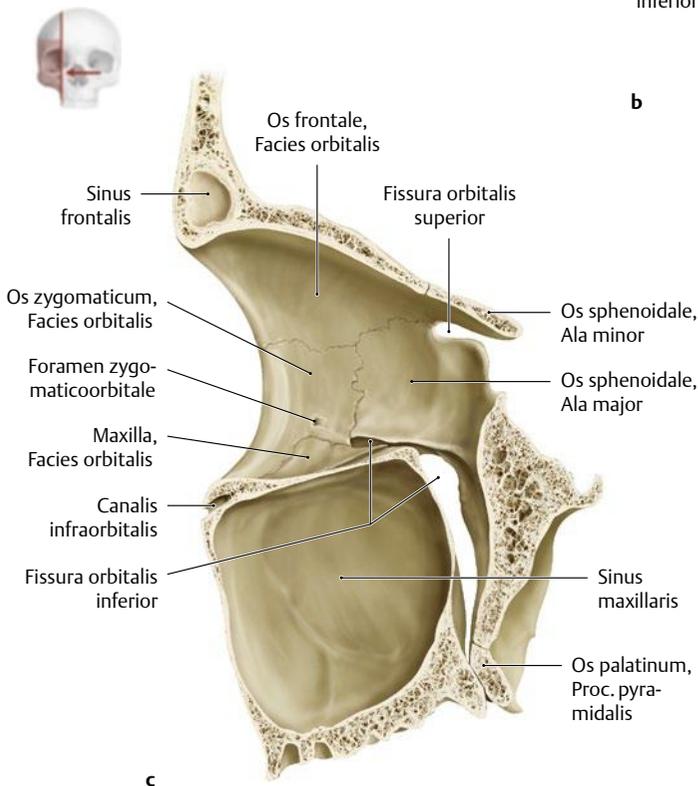
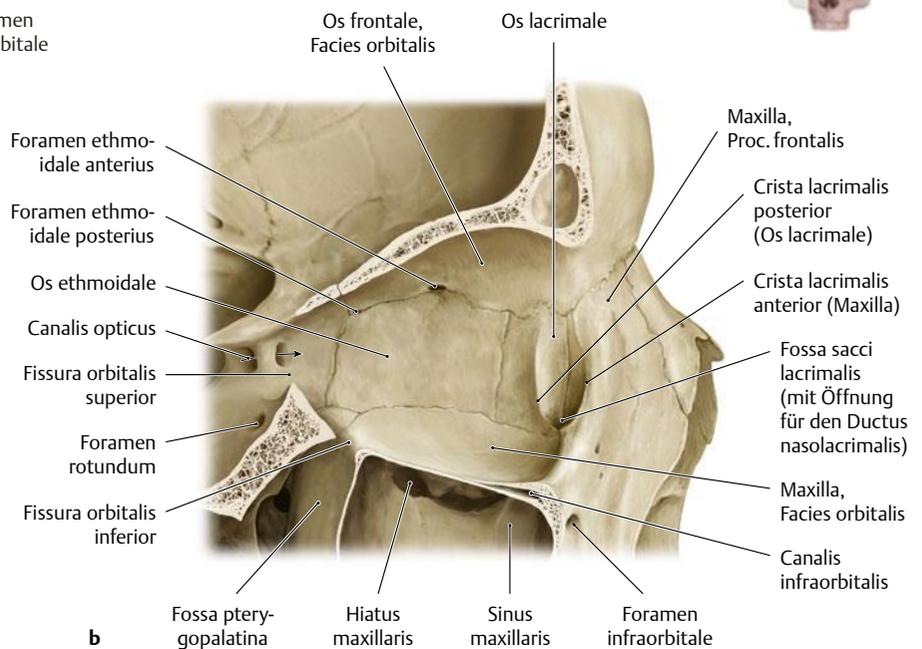
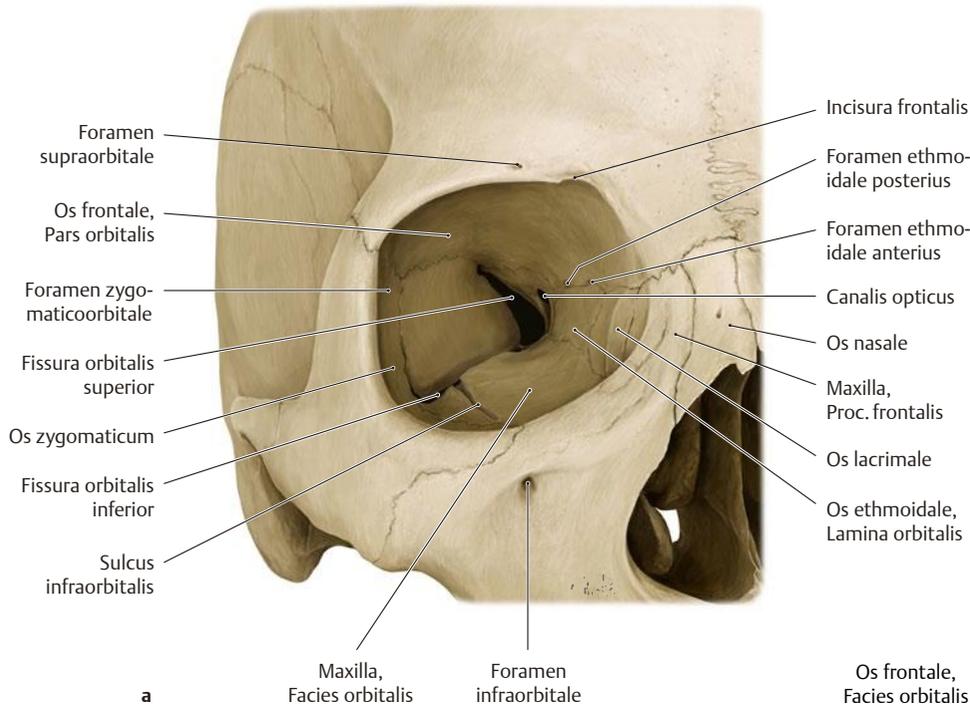
idale und Os sphenoidale (s. a bzw. c) sowie Os lacrimale und Os palatinum, die nur in der medialen Ansicht (s. b) zu erkennen sind.

Diese Lerneinheit behandelt den knöchernen Aufbau der einzelnen Orbita, die folgende Lerneinheit die Nachbarschaftsbeziehungen beider Orbitae zueinander.

### B Öffnungen für Leitungsbahnen der Orbita

*Beachte:* Das Foramen supraorbitale hat auch klinisch große Bedeutung, da man bei der klinischen Routineuntersuchung an dieser Stelle mit dem Daumen auf den Orbitarand drückt, um die Sensibilität/Schmerzempfindung zu prüfen, die durch den N. supraorbitalis vermittelt wird. Der N. supraorbitalis ist ein Endast des 1. Astes des N. trigeminus (V. Hirnnerv, s. S. 122). Bei Schmerzen im Trigeminiusbereich kann an diesem Punkt eine erhöhte Druckempfindlichkeit bestehen.

Durchtrittsstelle	Leitungsbahn
Canalis opticus	<ul style="list-style-type: none"> <li>N. opticus (N. II)</li> <li>A. ophthalmica</li> </ul>
Fissura orbitalis superior	<ul style="list-style-type: none"> <li>N. oculomotorius (N. III)</li> <li>N. trochlearis (N. IV)</li> <li>N. ophthalmicus (N. V<sub>1</sub>)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>N. lacrimalis</li> <li>N. frontalis</li> <li>N. nasociliaris</li> </ul> </li> <li>N. abducens (N. VI)</li> <li>V. ophthalmica superior</li> </ul>
Fissura orbitalis inferior	<ul style="list-style-type: none"> <li>N. infraorbitalis (aus N. V<sub>2</sub>)</li> <li>N. zygomaticus (aus N. V<sub>2</sub>)</li> <li>Rr. orbitales (aus N. V<sub>2</sub>)</li> <li>A. infraorbitalis</li> <li>V. ophthalmica inferior</li> </ul>
Foramen ethmoidale anterius	<ul style="list-style-type: none"> <li>A., V. u. N. ethmoidalis anterius</li> </ul>
Foramen ethmoidale posterius	<ul style="list-style-type: none"> <li>A., V. u. N. ethmoidalis posterius</li> </ul>
Canalis infraorbitalis	<ul style="list-style-type: none"> <li>N. infraorbitalis (aus N. V<sub>2</sub>)</li> <li>A. infraorbitalis</li> </ul>
Foramen supraorbitale	<ul style="list-style-type: none"> <li>N. supraorbitalis (R. lateralis)</li> <li>A. supraorbitalis</li> </ul>
Incisura frontalis	<ul style="list-style-type: none"> <li>N. supraorbitalis (R. medialis)</li> <li>A. supratrochlearis</li> </ul>
Foramen zygomatico-orbitale	<ul style="list-style-type: none"> <li>N. zygomaticus (aus N. V<sub>2</sub>)</li> </ul>
Canalis nasolacrimonalis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ductus nasolacrimonalis</li> </ul>



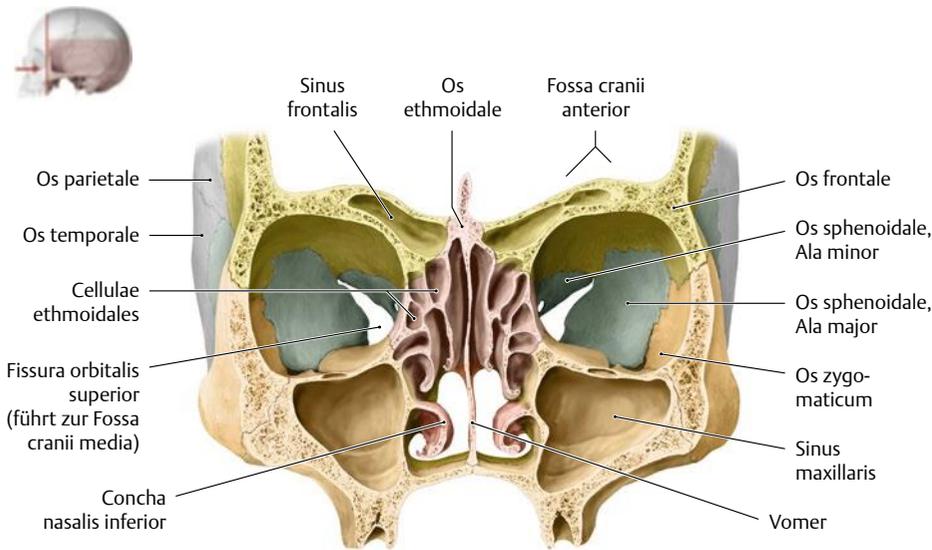
**C Öffnungen für Leitungsbahnen in einer rechten Orbita**

Ansicht von frontal (a), lateral (b) und medial (c); in b u. c sind die laterale bzw. mediale Orbitawand entfernt. Folgende Öffnungen für Leitungsbahnen (s. dazu B) sind zu erkennen: Canalis opticus (a, b); Fissurae orbitales superior und inferior (a–c); Foramina ethmoidalia anterius und posterius (a, b); Sulcus infraorbitalis (a), der in den Canalis infraorbitalis (b, c) übergeht und im Foramen infraorbitale (a, b) mündet; Foramen supraorbitale und Incisura frontalis (a); Foramen zygomaticoorbitale (c).

In b erkennt man die Öffnung des Ductus nasolacrimalis, über den die Tränenflüssigkeit in den unteren Nasengang abgeleitet wird (s. S. 42).

In der Ansicht von lateral (b) ist der trichterförmige Aufbau der Orbita gut zu erkennen. Er stellt eine Art „Gelenkpfanne“ dar, in der sich der Augapfel bewegt. Durch die Fissura orbitalis inferior gelangt man in die Fossa pterygopalatina. Sie grenzt an die Hinterwand des Sinus maxillaris; in ihr befindet sich das Ganglion pterygopalatinum, eine wichtige Umschaltstation des Parasympathikus (s. S. 239 u. 127). In der freigelegten Kieferhöhle erkennt man den hochgelegenen Hiatus maxillaris, durch den die Kieferhöhle unter der mittleren Nasenmuschel mit der Nasenhöhle verbunden wird.

## 2.14 Orbitae und Nachbarstrukturen



### A Knochen der Orbitae und angrenzende Höhlen

Die schon bekannten und verschiedenfarbig kolorierten Knochen, welche die Orbita bilden, stellen z.T. Grenzen zu benachbarten Höhlen dar. Folgende angrenzende Strukturen sind hier zu sehen:

- vordere Schädelgrube (Fossa cranii anterior),
- Stirnhöhle (Sinus frontalis),
- mittlere Schädelgrube (Fossa cranii media),

- Siebbeinzellen (Cellulae ethmoidales\*) und
- Kieferhöhle (Sinus maxillaris).

Krankheitsprozesse in der Orbita können auf diese Höhlen übergehen bzw. aus diesen Höhlen in die Orbita übertreten.

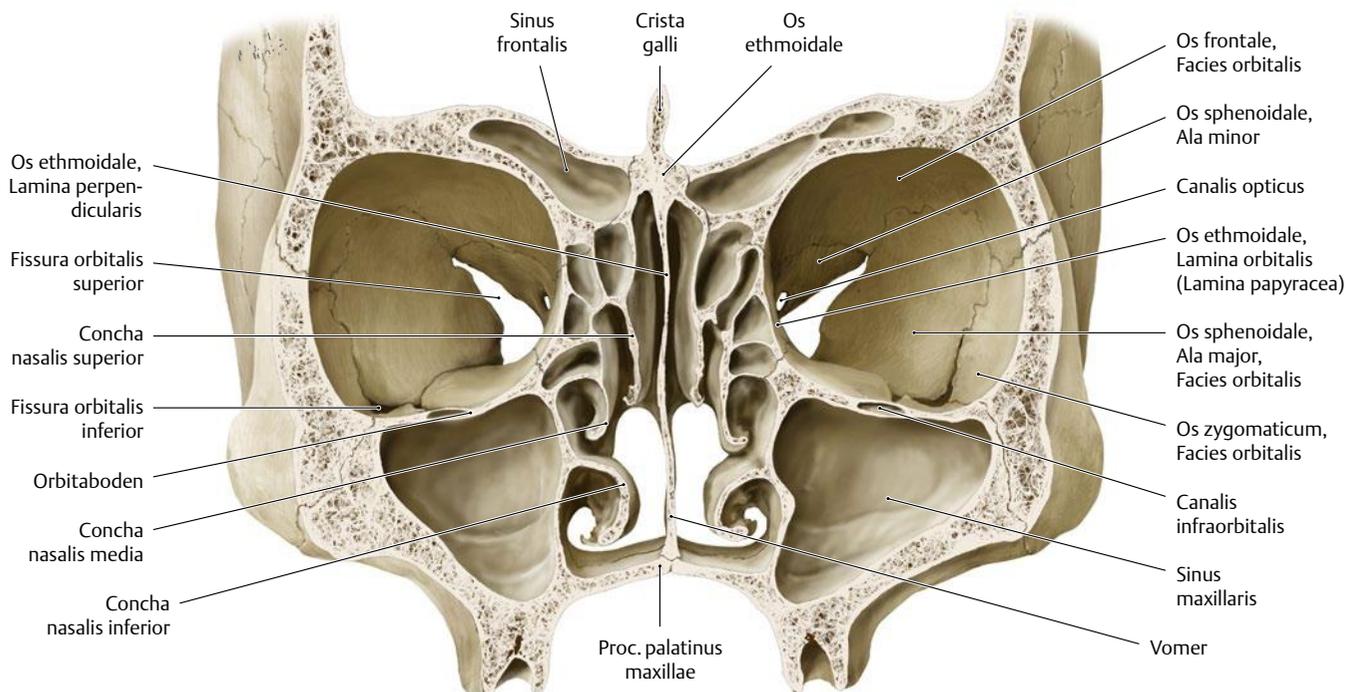
\* Die Terminologia anatomica hat den weiterhin sehr gebräuchlichen Begriff „Sinus ethmoidalis“ gestrichen.

### B Klinisch wichtige Beziehungen zwischen den Orbitae und umliegenden Strukturen

Lage zur Orbita	Benachbarte Struktur
kaudal	• Kieferhöhle (Sinus maxillaris)
kranial	• Stirnhöhle (Sinus frontalis) • vordere Schädelgrube (Fossa cranii anterior mit Frontalhirn)
medial	• Siebbeinzellen (Cellulae ethmoidales)

tiefere gelegene Strukturen, die klinisch-topografisch von Interesse sind:

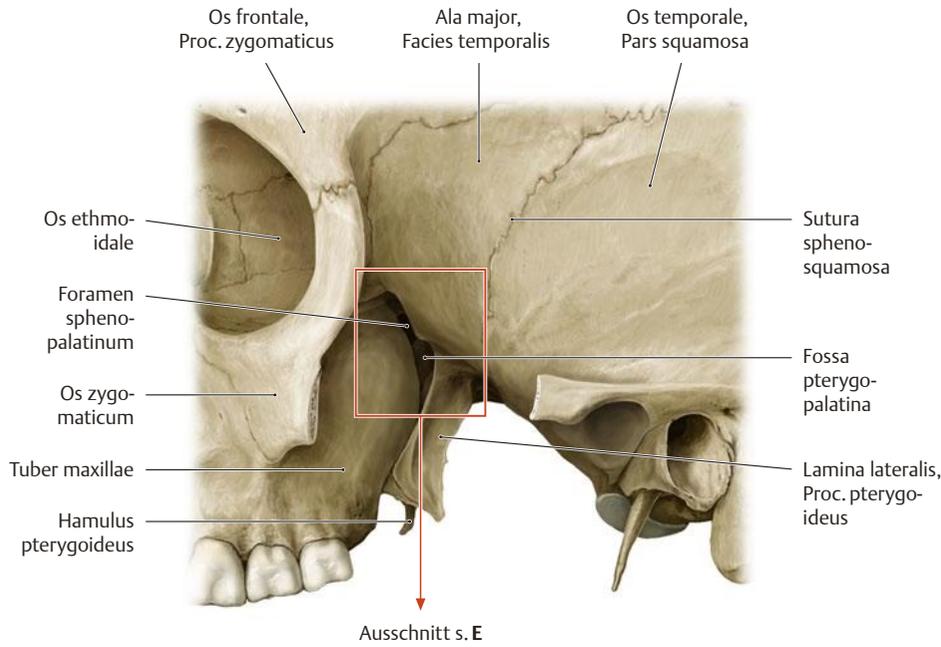
- Keilbeinhöhle (Sinus sphenoidalis)
- mittlere Schädelgrube
- Chiasma opticum
- Hypophyse
- Sinus cavernosus
- Fossa pterygopalatina



### C Orbitae und Nachbarstrukturen

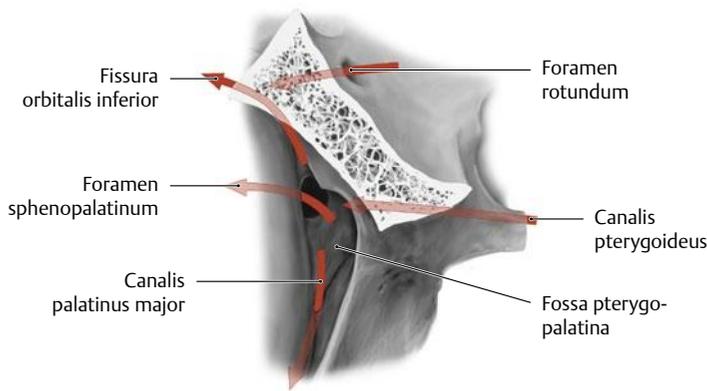
Frontalschnitt auf Höhe der beiden Orbitae in der Ansicht von frontal. Die Wände der Orbita zu den Cellulae ethmoidales (0,3 mm, Lamina papyracea) und zum Sinus maxillaris (0,5 mm, Orbitaboden) sind sehr dünn; deshalb können an diesen beiden Orten besonders leicht Fraktu-

ren auftreten und Tumoren und Entzündungen auf die Nachbarschaft übergreifen bzw. von ihr stammen. Durch die Fissura orbitalis superior gelangt man in die mittlere Schädelgrube. Die hier nicht dargestellten Strukturen Keilbeinhöhle, Hypophyse und Chiasma opticum liegen damit ebenfalls in unmittelbarer Nachbarschaft der Orbita.



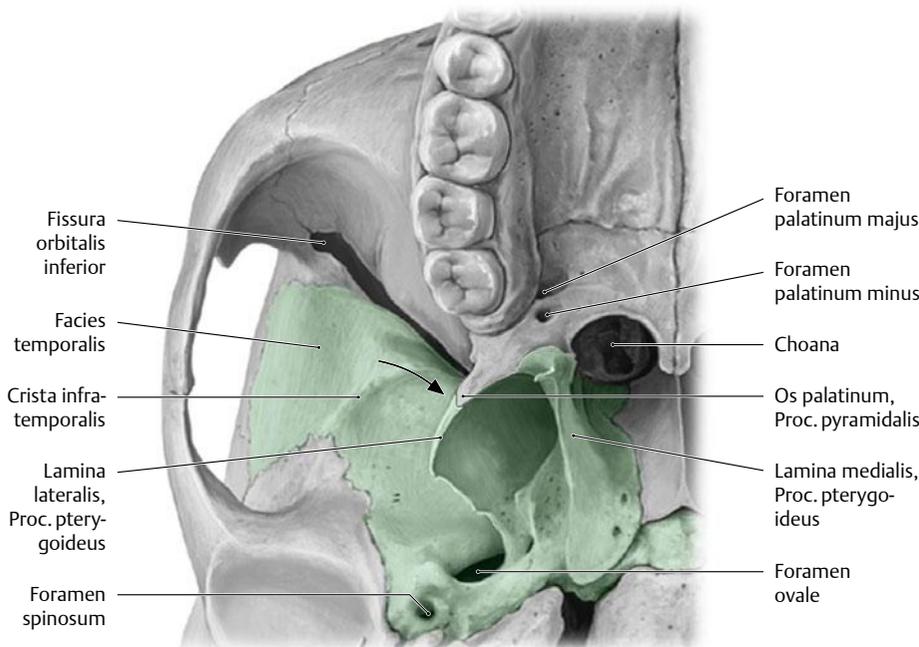
**D Detaildarstellung der linken Fossa pterygopalatina**

Ansicht von lateral. Die Fossa pterygopalatina (Flügelgaumengrube) ist ein Knotenpunkt zwischen mittlerer Schädelgrube, Orbita und Nase. Durch sie ziehen viele Nerven und Gefäße zur Versorgung dieser Strukturen. Lateral geht die Fossa pterygopalatina ohne scharfe Begrenzung in die Fossa infratemporalis über. Der hier dargestellte, seitliche Zugangsweg zur Fossa pterygopalatina durch die Fossa infratemporalis wird bei der Operation von Tumoren dieser Region gewählt (z.B. beim Nasen-Rachen-Fibrom).



**E Verbindungen der linken Fossa pterygopalatina zu benachbarten Strukturen**

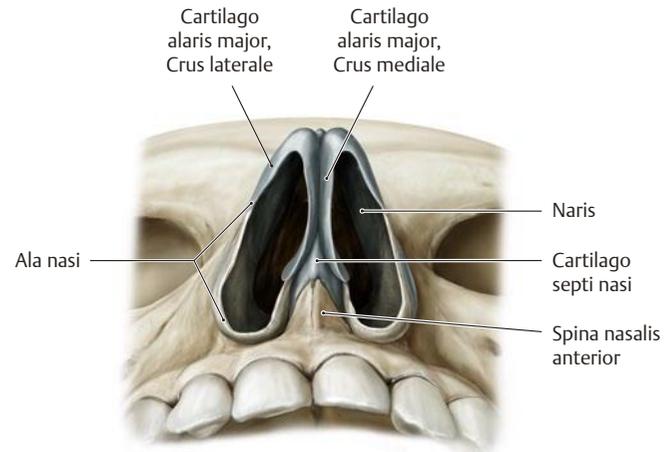
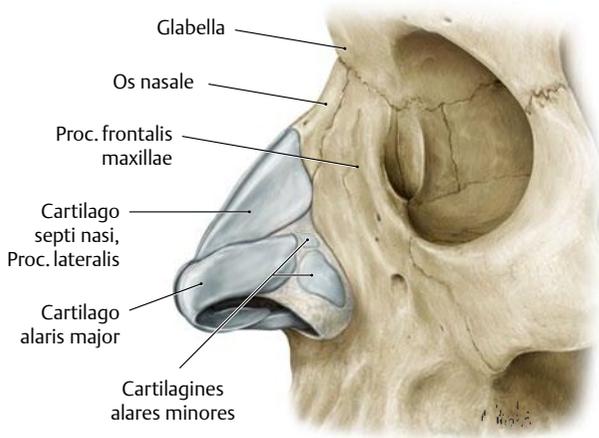
Ausschnitt von D. Die Fossa pterygopalatina enthält u.a. das Ganglion pterygopalatinum (s.S. 239 u.127), eine wichtige Umschaltstation des Parasympathikus. Beachte deshalb die Verbindungswege, die zur Fossa pterygopalatina hin bzw. von ihr weg führen.



**F Benachbarte Strukturen der rechten Fossa pterygopalatina an der rechten Schädelbasis**

Ansicht von kaudal. Der Zugang zur Fossa pterygopalatina von der Schädelbasis aus ist durch den Pfeil markiert. Sie selbst (in dieser Ansicht nicht sichtbar) liegt lateral der Lamina lateralis proc. pterygoidei ossis sphenoidalis. Zu den Begrenzungen der Fossa pterygopalatina sowie Zugangswegen und Leitungsbahnen s.S. 238 f.

## 2.15 Nase (Nasus): Nasenskelett

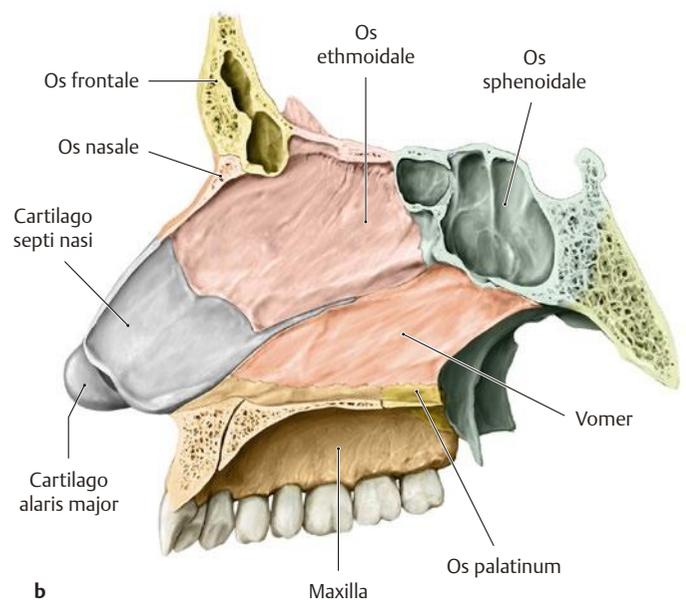
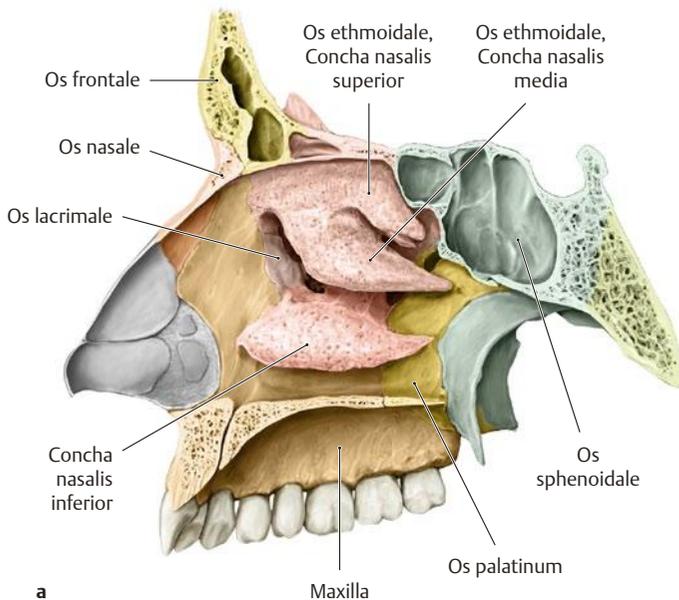


### A Skelett der äußeren Nase

Ansicht von links. Das Skelett der Nase besteht aus Knochen, Knorpel und Bindegewebe. Sein kranialer Teil ist knöchern und deshalb häufig bei Mittelgesichtsfrakturen betroffen, während die kaudal-distalen Anteile aus Knorpel bestehen, somit elastischer und weniger gefährdet sind. Der kaudal-proximale Abschnitt der Nasenflügel (Alae nasi) besteht aus Bindegewebe mit eingelagerten kleinen Knorpelstücken. Die Knorpelplatte des Proc. lateralis stellt eine flügelartig abgespreizte Platte des knorpeligen Nasenseptums dar und ist kein eigenes Knorpelstück.

### B Nasenknorpel

Ansicht von unten. Man unterscheidet am großen Flügelknorpel (Cartilago alaris major) ein Crus mediale und ein Crus laterale. Man erkennt die beiden Nasenöffnungen (Nares) als Eingänge in die beiden Nasenhöhlen. Die Nasenhöhlen sind durch das Nasenseptum (Septum nasi) getrennt, dessen kleinerer unterer knorpeliger Anteil sichtbar ist. In dieser Lerneinheit wird zunächst der Aufbau der Wände einer Nasenhöhle geschildert. Ihre Beziehung zu den Nasennebenhöhlen wird in der nächsten Lerneinheit abgehandelt.



### C Knöcherne Wände der Nasenhöhle

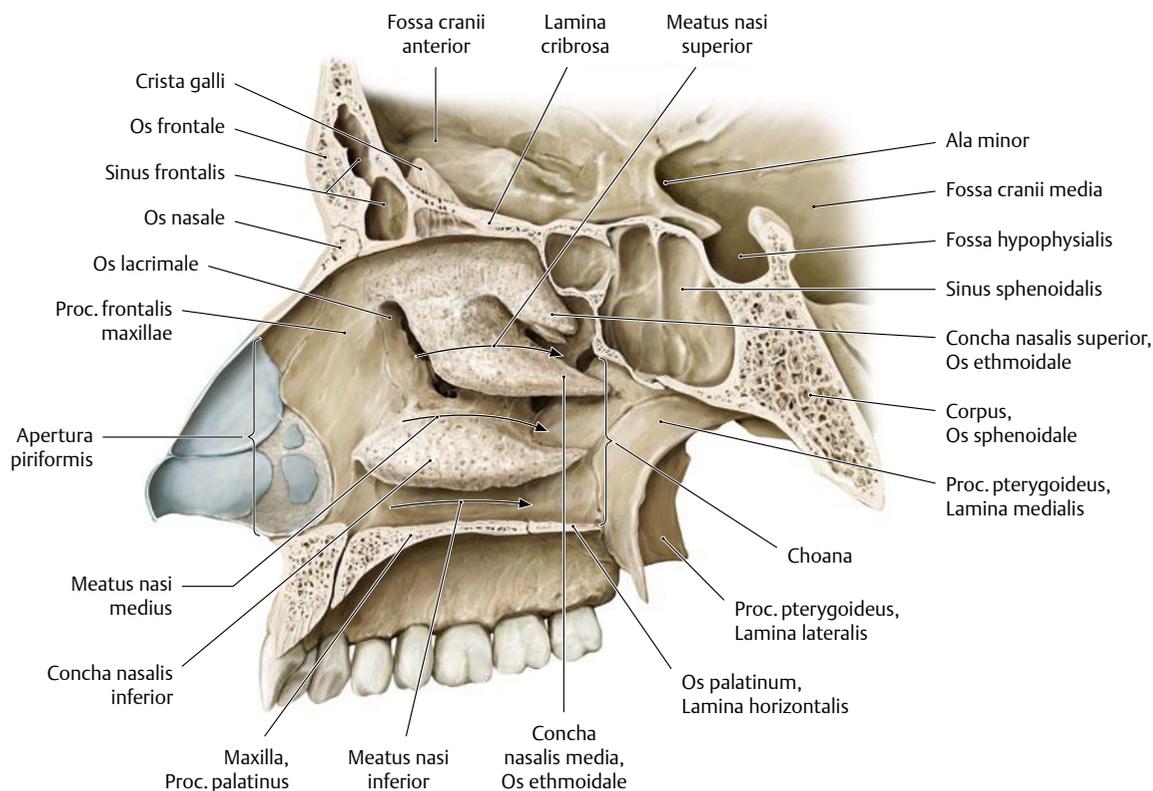
**a** rechte Nase, Ansicht von links; Nasenseptum entfernt, um die Sicht auf die Nasenhöhle zu ermöglichen. **b** Paramedianschnitt, Ansicht von links.

Die Nasenhöhle hat vier Wände:

- das Dach (Os nasale, Os frontale und Os ethmoidale),
- den Boden (Maxilla und Os palatinum),
- die laterale Wand mit Maxilla, Os nasale, Os lacrimale, Os ethmoidale, Os palatinum und Concha nasalis inferior,

- die mediale Wand (Septum nasi, s. **b** u. **E**), die aus Knorpel und folgenden Knochen besteht: Os nasale, Os ethmoidale, Vomer, Os sphenoidale, Os palatinum und Maxilla, wobei die letzten drei nur mit kleinen Knochenspannen am Nasenseptum beteiligt sind.

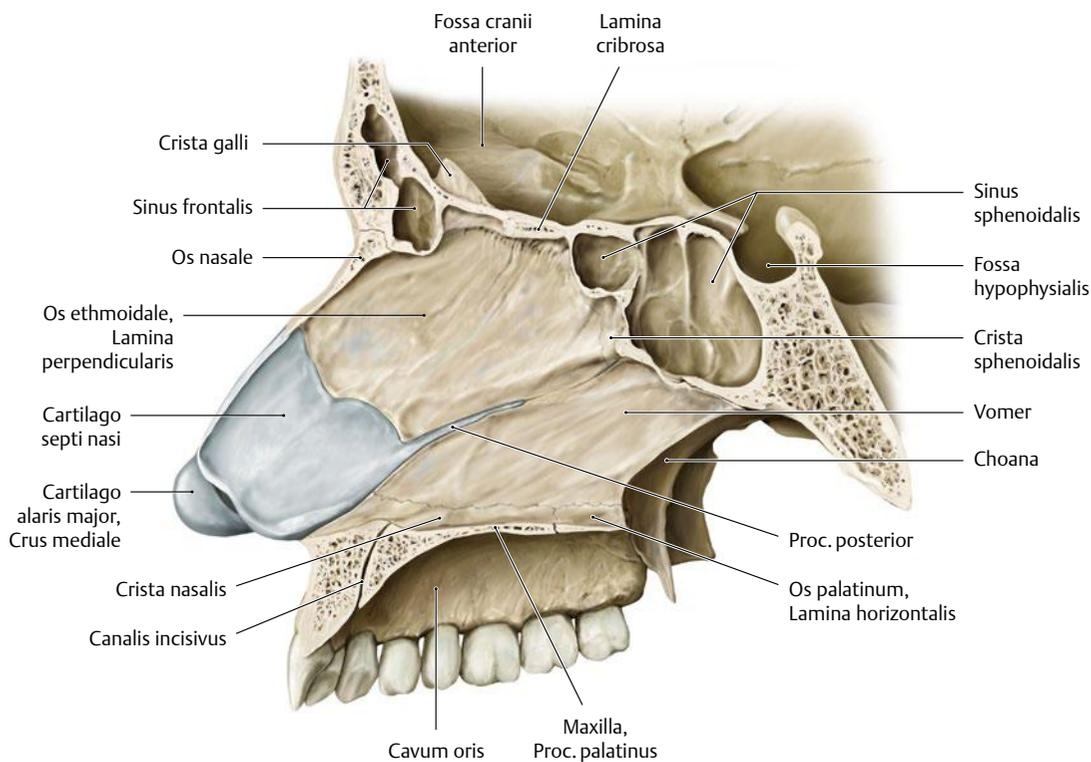
Von hinten wird die Nasenhöhle in ihrem oberen Abschnitt durch das Os sphenoidale begrenzt. Von den drei Conchae ist nur die Concha nasalis inferior ein eigener Knochen, die beiden übrigen sind Bestandteile des Siebbeins.



**D Nasenhöhle mit Darstellung des Luftstroms durch die drei Nasengänge**

Ansicht von links. Die Luft tritt durch die Apertura piriformis in die knöcherne Nasenhöhle ein und zieht über die drei Nasengänge, Meatus nasi

superior, medius und inferior zu den Choanen in den Nasenrachen. Die drei Nasengänge werden durch die drei Muscheln, Conchae nasales superior, media und inferior getrennt.

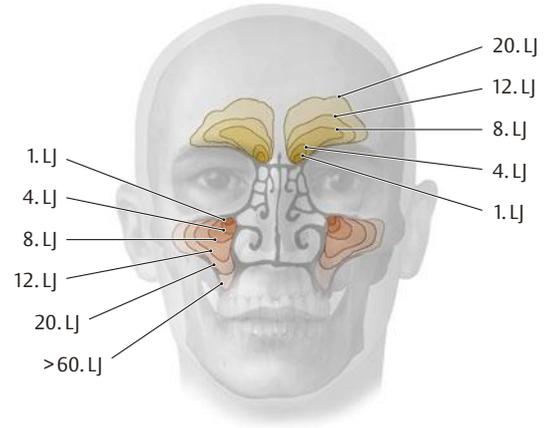
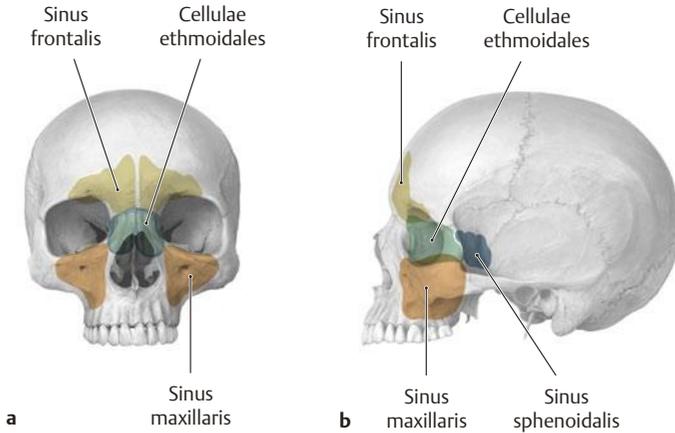


**E Nasenseptum**

Paramedianschnitt. Ansicht von links. Die linke laterale Wand der Nasenhöhle mit angrenzenden Knochen wurde entfernt. Das Nasenseptum besteht aus einem vorderen, knorpeligen Anteil, der Cartilago septi nasi und einem hinteren, knöchernen Anteil (s. **Cb**). Der Proc. posterior

des knorpeligen Septums wächst tief in den knöchernen Teil hinein. Abweichungen des Nasenseptums sind häufig. Sie können den knorpeligen und/oder den knöchernen Anteil betreffen. Ist diese Septumdeviation so ausgedehnt, dass sie Beschwerden verursacht (Behinderung der Nasenatmung), kann sie operativ korrigiert werden.

## 2.16 Nase: Nasennebenhöhlen (Sinus paranasales)



### A Projektion der Nasennebenhöhlen auf den Schädel

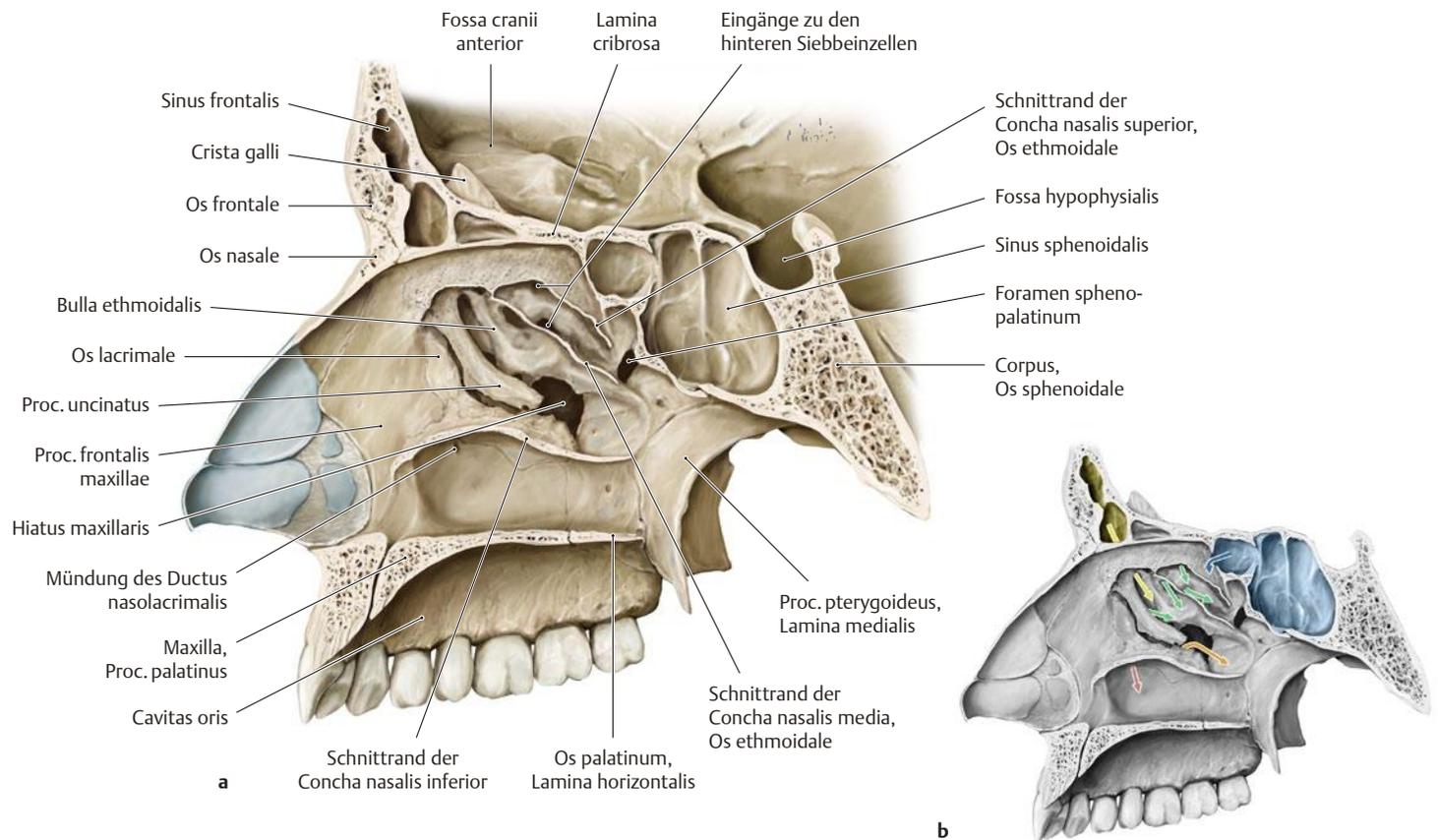
**a** Ansicht von frontal; **b** Ansicht von links.

Die Nasennebenhöhlen sind mit Luft gefüllte Hohlräume (Leichtbauweise des Schädels!). Da hier Entzündungen entstehen können, die evtl. Schmerzen über der betroffenen Höhle verursachen (z. B. Stirnkopfschmerz bei Entzündung des Sinus frontalis), ist die Kenntnis der Lage der Höhlen richtungsweisend für die Diagnostik.

*Beachte:* Die Bezeichnung „Cellulae ethmoidales (Siebbeinzellen)“ hat den früher verwendeten Begriff „Siebbeinhöhle (= Nasennebenhöhle)“ abgelöst.

### B Pneumatisation der Kiefer- und Stirnhöhle

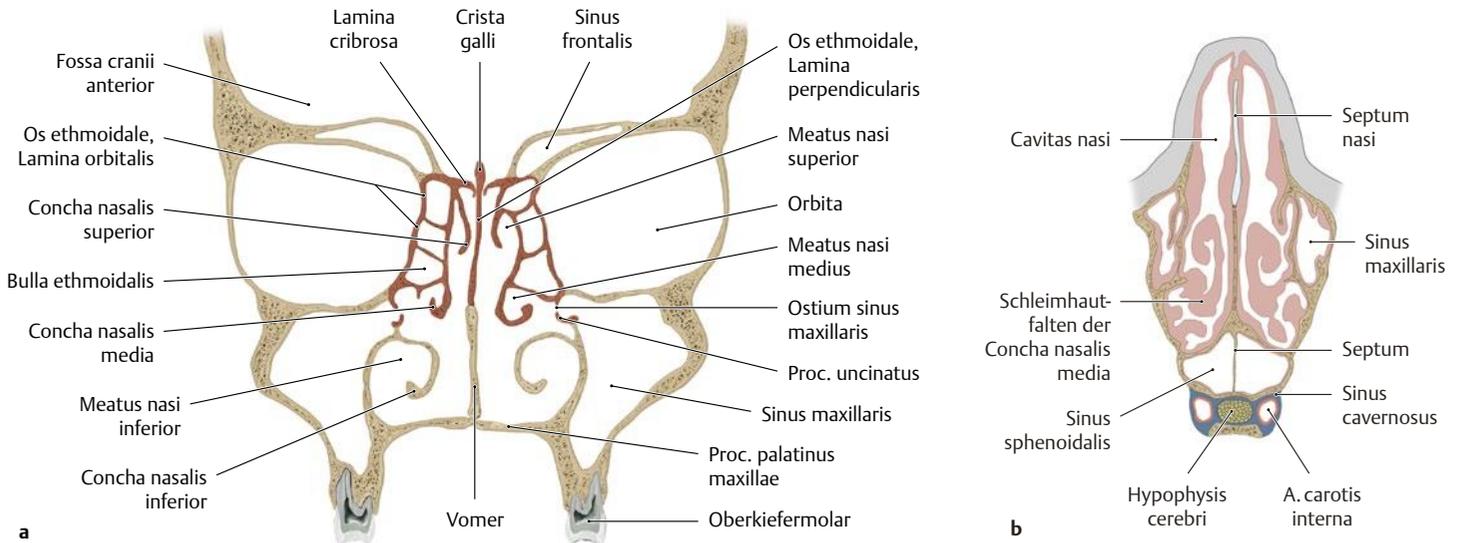
Ansicht von frontal. Stirn- und Kieferhöhle bilden sich erst im Laufe des Lebens während des Schädelwachstums aus (Pneumatisation); die Siebbeinzellen (Cellulae ethmoidales) sind dagegen schon von Geburt an pneumatisiert. Nebenhöhlenentzündungen (Sinusitis ethmoidalis) finden sich bei Kindern deshalb vorwiegend in den Siebbeinzellen (Gefahr des Orbitadurchbruchs: zugeschwollenes rotes Auge, s. **D**).



### C Laterale Wand der rechten Nasenhöhle

**a** u. **b** Ansicht von links; Nasenmuschel entfernt, um die Mündungen von Tränen-Nasen-Gang und Nasennebenhöhlen in die Nasenhaupthöhle sichtbar zu machen (s. farbige Pfeile in **b**: rot: Ductus nasolacrimalis; gelb: Sinus frontalis; orange: Sinus maxillaris; grün: Cellulae ethmoidales anteriores bzw. posteriores; blau: Sinus sphenoidalis; zu den

Drainagewegen vgl. auch **E**). Neben den Öffnungen der Nebenhöhlen in die Nasenhaupthöhle wird hier auch die enge topografische Beziehung der Nasenhöhle zu vorderer Schädelgrube (Fossa cranii anterior) und Mundhöhle (Cavitas oris) sichtbar.



**D Knöcherner Struktur der Nasenhöhlen**

**a** Ansicht von frontal; **b** Transversalschnitt, Schleimhaut belassen, Ansicht von kranial.

Die zentrale Struktur der *Nebenhöhlen* ist das Siebbein (Os ethmoidale, rot), dessen Lamina cribrosa einen Teil der vorderen Schädelbasis bildet. Um das Siebbein herum liegen Stirn- und Kieferhöhle (Sinus frontalis und maxillaris). In der *Haupthöhle* sind unterer, mittlerer und oberer Nasengang zu sehen (Meatus nasi inferior, medius und superior), die von den analog benannten Muscheln (Conchae nasales inferior etc.) begrenzt werden. Die *mittlere* Muschel ist Orientierungspunkt bei Eingriffen im vorderen Siebbein und an der Kieferhöhle, deren knöcherner Öffnung (Ostium sinus maxillaris) *lateral* dieser Muschel in den mittleren Nasengang mündet. *Unter* dieser Muschel liegt kranial die größte Kammer des Siebbeins, die Bulla ethmoidalis. Am vorderen Rand ihrer knöchernen Begrenzung ist ein knöcherner Haken zu sehen, der den Eingang zur Kieferhöhle nach vorne begrenzt (Proc. uncinatus). Die late-

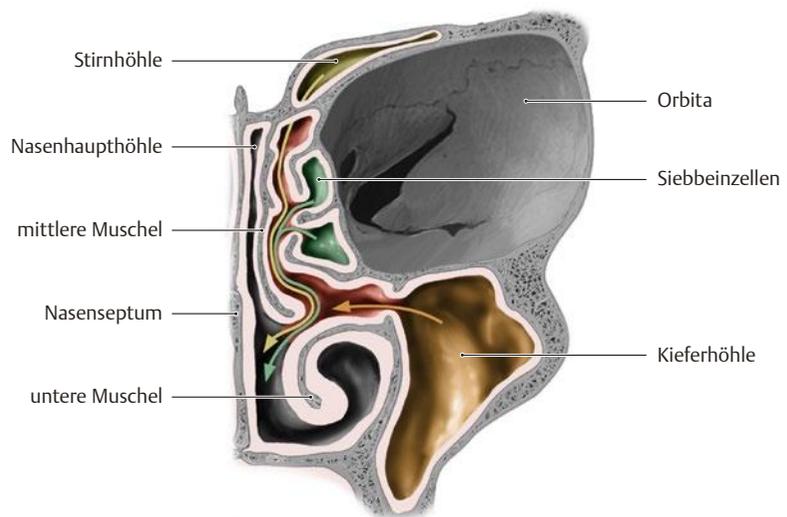
rale Wand des Siebbeins zur Orbita ist papierdünn (Lamina orbitalis = Lamina papyracea): Gefahr des Durchbruchs von Entzündungen und Tumoren in beide Richtungen.

*Beachte:* Der tiefste Punkt des Sinus maxillaris liegt im Wurzelbereich des Oberkiefermolaren (bei 30% der Menschen weniger als 1 mm Abstand zwischen Sinus maxillaris und bukkaler Wurzel). Periapikale Entzündungen in diesem Bereich können daher bis zum Sinusboden durchbrechen. Eine Kieferhöhleneröffnung ist bei Extraktion eines oberen Molaren am wahrscheinlichsten.

Im Transversalschnitt (**b**) wird erkennbar, dass die Hypophyse, die hinter der Keilbeinhöhle (Sinus sphenoidalis) in der Fossa hypophysialis (s. **C**) liegt, über die Nasenhöhle zugänglich und daher transnasal gut zu operieren ist. Am hier belassenen Schleimhautrelief ist sichtbar, wie eng die Nasenhöhle insgesamt ist und wie schnell sie aufgrund dessen zuschwellen kann (s. **E**).

**E Mündungen von Tränen-Nasen-Gang und Nasennebenhöhlen**

Nasengang (Meatus nasi)	Strukturen, die sich in den Gang öffnen
unterer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tränen-Nasen-Gang (Ductus nasolacrimalis)</li> </ul>
mittlerer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stirnhöhle (Sinus frontalis)</li> <li>Kieferhöhle (Sinus maxillaris)</li> <li>vordere Siebbeinzellen (Cellulae ethmoidales anteriores)</li> </ul>
oberer	<ul style="list-style-type: none"> <li>hintere Siebbeinzellen (Cellulae ethmoidales posteriores)</li> </ul>
Recessus sphenoidalis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keilbeinhöhle (Sinus sphenoidalis)</li> </ul>

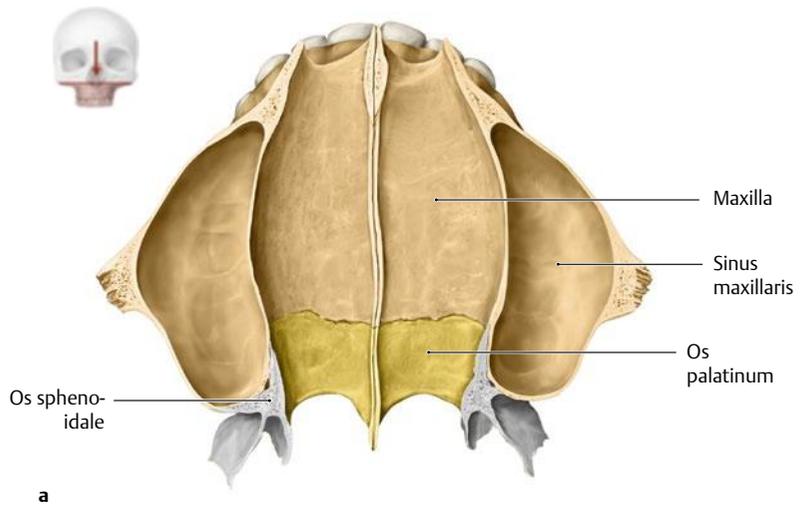
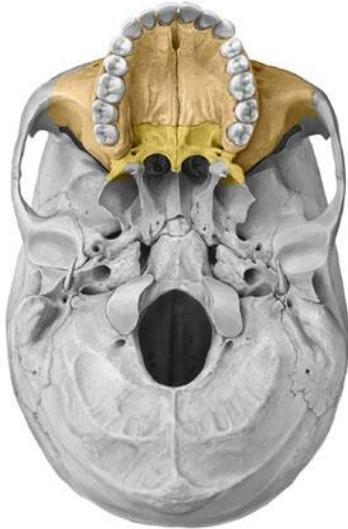


**F Ostiomeatale Einheit der linken Nase**

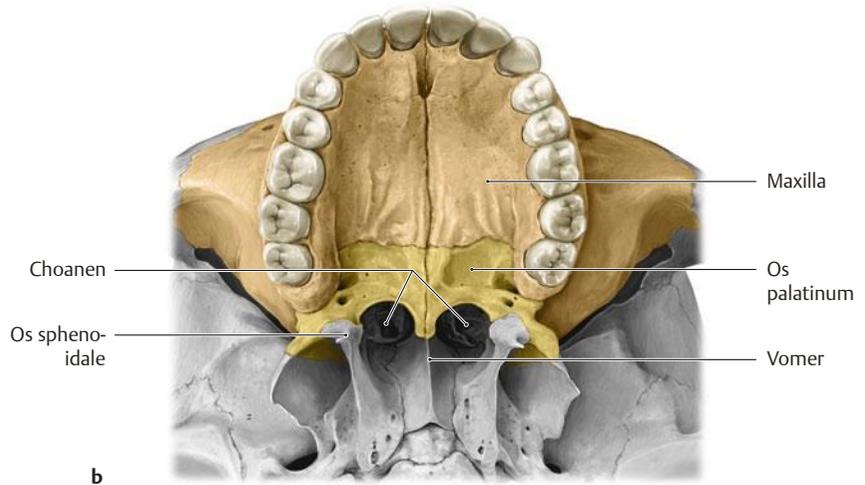
Frontalschnitt. Wenn die Schleimhaut (respiratorisches Flimmerepithel) in den Siebbeinzellen (grün) aufgrund einer Entzündung (Sinusitis) anschwillt, blockiert sie den Sekretfluss (s. Pfeile) aus Stirn- (gelb) und Kieferhöhle (ocker) in der ostiomeatalen Einheit (rot). Durch die Blockade des Sekretflusses verbleiben auch in den anderen Sinus Keime und füh-

ren dort ebenfalls zu einer Sinusitis. Obwohl der Sitz der Erkrankung also anatomisch in den Siebbeinzellen liegt, machen sich die Entzündungssymptome in der Stirn- und Kieferhöhle bemerkbar. Bei einer *chronischen Sinusitis* versucht man, durch Ausräumung dieser anatomischen Enge den Sekretfluss wieder zu ermöglichen und so die Erkrankung auszuheilen, was in vielen Fällen erfolgreich ist.

## 2.17 Harter Gaumen (Palatum durum)



**A Einbau des harten Gaumens (Palatum durum) in die Schädelbasis**  
Ansicht von kaudal.



### B Knochen des harten Gaumens

**a Ansicht von kranial.** Der harte Gaumen ist eine horizontale Knochenplatte, die von Teilen der Maxilla und Teilen des Os palatinum (Gaumenbein) gebildet wird. Er trennt Mund- und Nasenhöhle voneinander. In dieser Ansicht blickt man auf den Boden der Nasenhöhle, an dessen Unterseite sich die Mundhöhle befindet. Der kraniale Teil der Maxilla wurde entfernt. Dorsal an das Os palatinum schließt sich das Os sphenoidale an.

**b Ansicht von kaudal.** Am Hinterrand des harten Gaumens beginnen die Choanen, die hinteren Öffnungen der Nasenhöhle.

**c Harter Gaumen und Nasenhöhle, Ansicht von schräg-dorsal.** In dieser Ansicht erkennt man die enge Beziehung zwischen Mund- und Nasenhöhle. *Beachte* den Einbau des Proc. pyramidalis des Gaumenbeins in die Lamina lateralis des Flügelfortsatzes des Keilbeins.

