

CP - Verfahren zur Bestimmung der cranialen Symmetrie-Ebene

Dipl.-Ing., Dipl.-Inf. Frank Hornung, Chemnitz
 Prof. Dr. Gerhard Polzar, KKU, Büdingen
 Dr. Dr. Stephan Weihe, Dortmund

Parameter zur Bestimmung der audiovisuellen Koordination mammärer Spezii

Die Evolution hat dazu geführt, dass der Mensch mit seinen primären Sinnesorganen, Auge, Gleichgewichtssinn und Gehör, zur Orientierung im Raum eine maximale Kalibrierung erfahren hat.

Die Idee des hier beschriebenen Verfahrens ist es, aus eindeutigen Referenzpunkten im Schädel des Menschen eine Bezugsebene abzuleiten. Diese Ebene dient zur Kalibrierung und Referenzierung aller medizinischen Therapieverfahren, sowohl zahnheilkundlich als auch humanmedizinisch.

Als Referenzpunkte werden in diesem Verfahren erstmalig die Lage der Sinnesorgane am Ort ihrer sensorischen Aufnahme, also die Eintrittspunkte in das Human-System verwendet und miteinander verbunden - der Sehsinn, Gehörsinn und Gleichgewichtssinn. Es werden Achsen aus Gleichgewichtssinn (Innenohr, Abb. 3) und Sehsinn (Auge, Abb. 1) gebildet.

Hierfür werden beispielsweise der Schwerpunkt der Hornhautkrümmung Auge rechts und links sowie Elemente des Innenohrs, z.B. der Schwerpunkt der Bogengänge oder der Amboss (Incus) rechts und links verwendet. Das Gute am Incus ist, dass er, zwar etwas

oberhalb, aber auf nur 2-4 mm genau zwischen den Sinnseforten Gehör und Gleichgewicht liegt.

Aus den vier Referenzpunkten rechtes Auge, linkes Auge, rechtes Ohr und linkes Ohr wird die Cranial Plane gebildet – Easy!?

Der Sehsinn²

Unsere Sinne eröffnen uns unsere Umwelt. Sehen, Hören, Schmecken, Riechen und Tasten ermöglichen eine komplexe Wahrnehmung der Welt. Alle Sinne sind wichtig für uns, doch keiner hat so eine Bedeutung wie das Sehen. Die Frage nach unserem wichtigsten Sinnesorgan dürften wohl die meisten Menschen gleich beantworten: die Augen.

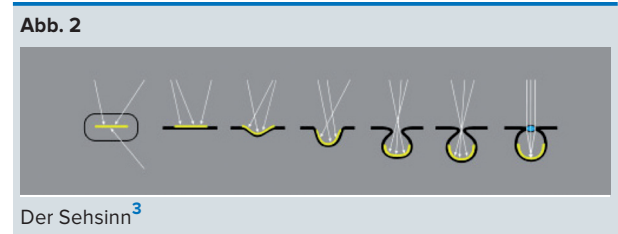
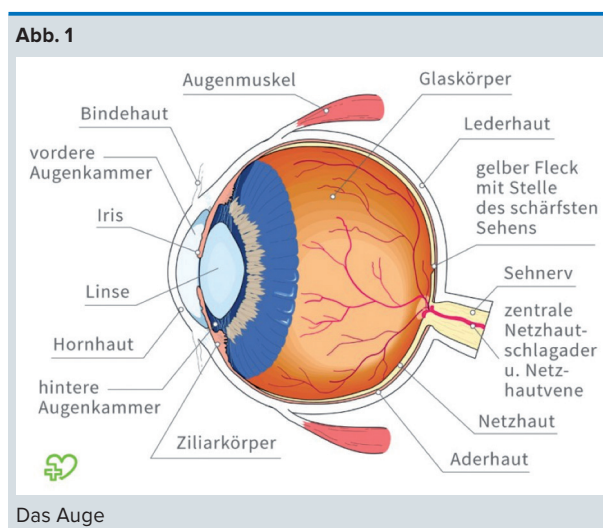
Menschen sind in erster Linie optisch orientierte Wesen. Das wird auch deutlich anhand einer Zahl: 70 Prozent der Gesamtzahl unserer Sinneszellen befinden sich in der Augennetzhaut. Die Natur hat im Laufe der Evolution zahlreiche Augenmodelle hervorgebracht. Die Bandbreite reicht von Lichtsinneszellen (Abb. 2) über linsenlose Gruben- oder Blasenaugen bis hin zum Linsenauge.

Die Augen sind nach vorne gerichtet und ihre Gesichtsfelder (ca. 150°) überschneiden sich für ein gutes räumliches Sehen weitgehend (100-120°). Die Verformungsfähigkeit der Linse erlaubt eine gute Akkommodation und somit scharfes Sehen von nah und fern liegenden Objekten.

Das Ohr

Die Anpassung des Ohrs im Lauf der Evolution

Die Säugetiere haben bei der Empfindlichkeit ihrer Ohren ein außergewöhnliches Niveau erreicht. Im Laufe der Stammesgeschichte der Wirbeltiere hat sich der



Schwerpunkt in der Funktion der Ohren mehr und mehr in Richtung der Schallwahrnehmung verlagert.

Ursprünglich diente das (Innen-)Ohr nur zur Feststellung der Lage im Raum und der Wahrnehmung von Drehbewegungen, eine Aufgabe, die es auch heute noch erfüllt. Es besteht somit ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Sehen und dem Gleichgewichtssinn. Daher ist davon auszugehen, dass die Lagebeziehung der Augen, Gehör- und Gleichgewichtsorgane als Systemanordnung einer symmetrischen Grundlage entsprechen muss.

Das Leben an Land ermöglichte, Schallwellen auch zur Wahrnehmung von Signalen aus großen Entfernungen zu nutzen. Diese neue Funktion erforderte jedoch eine Anpassung des Innenohres, die Entwicklung eines Mittelohres und später eines äußeren Ohres. Dabei griff die Evolution auf vorhandene Teile zurück und baute diese in die Ohrmechanik ein.

So sind Elemente beispielsweise des ursprünglichen Kiefergelenks der niederen Wirbeltiere bei Säugetieren im Mittelohr zu finden, wo sie als Gehörknöchelchen eine ganz neue Funktion ausüben. Die Säugetiere besitzen daher ein neues Kiefergelenk, das sich aus anderen Teilen des Schädels neu gebildet hat.

Aufbau des Ohres - Das äußere Ohr

Das menschliche Ohr (Abb. 3) gliedert sich in drei Teile. Von außen sichtbar ist vor allem die Ohrmuschel, die der Bündelung der Schallwellen dient. Die Schallwellen gelangen über den Gehörgang zum Trommelfell, einer dünnen Membran, die von den Wellen in Schwingung versetzt wird. Alle bisher genannten Teile bilden das äußere Ohr.

Das Mittelohr

Nach innen schließt das luftgefüllte Mittelohr (Abb. 3) an, in dessen Höhle sich die drei Gehörknöchelchen befinden. Das Trommelfell ist mit dem sogenannten Hammer verbunden, der den Schall über den Amboss an den Steigbügel weiterlenkt. Der Steigbügel sitzt dem ovalen Fenster auf, einer kleinen membranüberspannten Öffnung in der knöchernen Ohrkapsel.

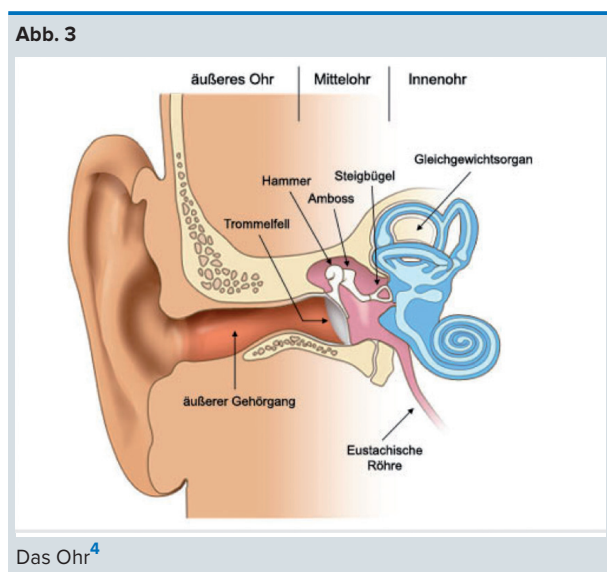
Zwischen dem Rachenraum und dem Mittelohr existiert eine offene Verbindung. Über diese „Eustachische Röhre“ erfolgt gegebenenfalls ein Druckausgleich zwischen Mittelohr und Außenwelt. Mit Hilfe dieses Gangs verschaffen wir uns im Flugzeug durch Schlucken oder Gähnen Erleichterung, wenn bei Start und Landung der Druck auf den Ohren anwächst.

Das Innenohr

Alle Anteile des Innenohres (Abb. 3) sind von einer knöchernen Ohrkapsel umgeben und somit sehr gut geschützt.

Das Innenohr besteht aus den drei Bogengängen, den Vorhofsäckchen und der Schnecke. Die auch als Labyrinth bezeichneten Bogengänge sind halbkreisförmige Schläuche, die in den drei Ebenen des Raumes angeordnet sind. Jeder Bogengang enthält eine so genannte Ampulle, eine Verdickung in der Wand des Bogengangs, deren Boden mit Haarsinneszellen besetzt ist.

Eine gallertige Hülle umgibt die Sinneshaare dieser Zellen. Bewegen wir unseren Kopf, bleibt die zähe Flüssigkeit (Ohrlymphe) in den Bogengängen aufgrund ihrer Trägheit zunächst zurück, während sich die gallertigen Hüllen der Ampullen mit dem Bogengang mitbewegen.



Somit drückt die zurückbleibende Ohrlymphe auf die gallertigen Hüllen und löst in den Haarsinneszellen einen Reiz aus. Weil wir für jede Ebene des dreidimensionalen Raumes einen Bogengang besitzen, können wir somit Drehbewegungen in allen Richtungen wahrnehmen.

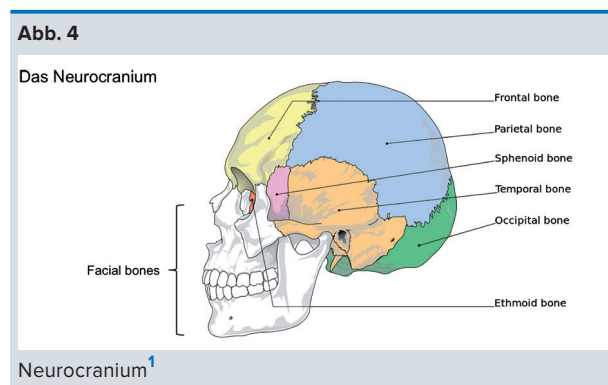
Gleichgewicht und die Wahrnehmung des Raumes

Die unterhalb der Bogengänge liegenden zwei Vorhofsäckchen enthalten ebenfalls Felder mit Haarsinneszellen, deren Sinneshaare gallertig umhüllt sind. In diese Gallerte sind zahlreiche kleine Kalkkristalle eingebettet. Bewegen wir unseren Kopf, werden diese Kristalle von der Schwerkraft nach unten gezogen. Je nach unserer Kopfhaltung wird dabei die Gallerte und mit ihr die Sinneshaare unterschiedlich stark abgelenkt. Die beiden Sinnesfelder in den Vorhofsäckchen sind nahezu senkrecht zueinander angeordnet, so dass unser Gehirn aus den Informationen beider Felder unsere Lage im Raum (genauer: die Lage unseres Kopfes im Raum) errechnen kann.

Bestimmung der Cranial Plane

Um die Sinnhaftigkeit der Cranial Plane zu verstehen, sollte man vorab den Begriff der bilateralen Symmetrie (Abb. 5) erörtern.

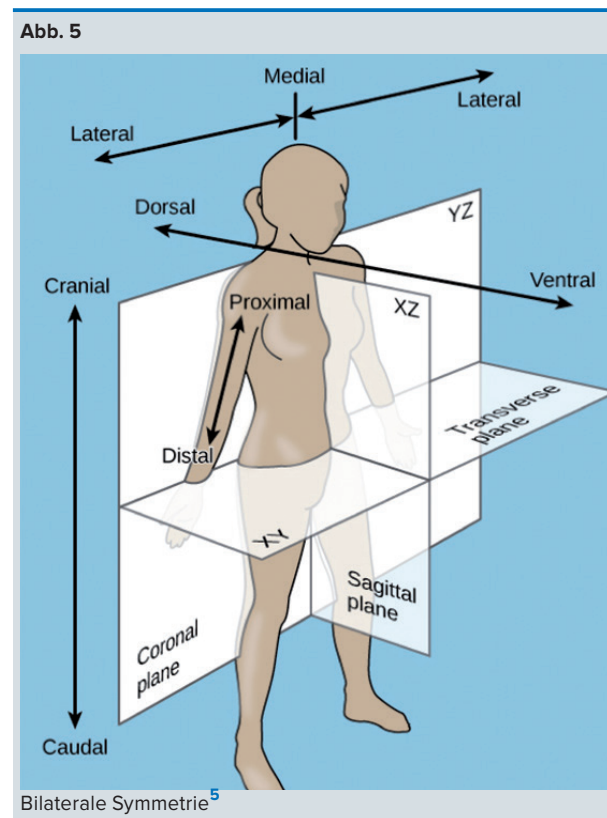
Die bilaterale Symmetrie bedeutet die Teilung des Tieres durch eine sagittale Ebene, es ergeben sich Spiegelbilder, rechts und links Hälften, wie bei Schmetterlingen, Krebsen oder beim menschlichen Körper. Tiere mit einer bilateralen Symmetrie haben einen „Kopf“ und „Schwanz“ (cranial vs. caudal), vorne und hinten (dorsal vs. ventral) sowie rechts und links.



Alle Tiere, außer solche mit radialer Symmetrie, sind bilateral symmetrisch. Die Entwicklung der bilateralen Symmetrie, welche die Bildung von cranial und caudal (Kopf- und Schwanz-)Enden ermöglichte, förderte ein Phänomen namens Kephalisierung, welche sich auf die Sammlung eines organisierten Nervensystems an der ventralen Seite des Tieres bezieht.

Im Gegensatz zur radialen Symmetrie, die sich am besten für stationäre oder begrenzte Lebensformen eignet, erlaubt die bilaterale Symmetrie eine gestraffte und gerichtete Bewegung. Evolutionär betrachtet förderte diese einfache Form der Symmetrie die aktive Mobilität und die gesteigerte Raffinesse von Ressourcensuchenden und Raub-Beute-Beziehungen.

Der bilateral symmetrische menschliche Körper (Abb. 5) kann in Ebenen unterteilt werden. Tiere im Stamm Echinodermata (wie Seesterne, Sanddollar und Seeigel) zeigen eine radiale Symmetrie als Erwachsene, aber ihre Larvenstadien weisen bilaterale Symmetrie auf. Dies wird als sekundäre radiale Symmetrie bezeichnet. Man glaubt, dass sie sich von bilateral symmetrischen Tieren entwickelt haben; sie werden also als bilateral symmetrisch klassifiziert.



Für das Cranium bzw. Neurocranium (Abb.4) wurde eine Symmetriestimmung bisher nicht eindeutig definiert.

Legende Cranial Plane

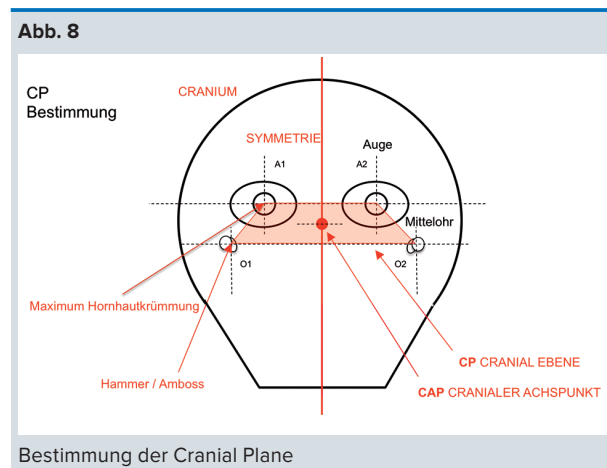
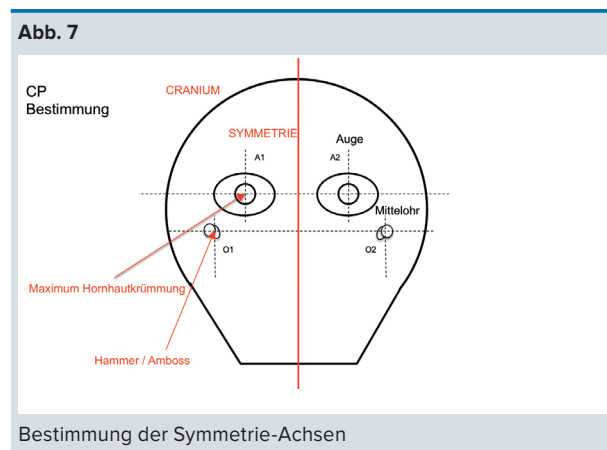
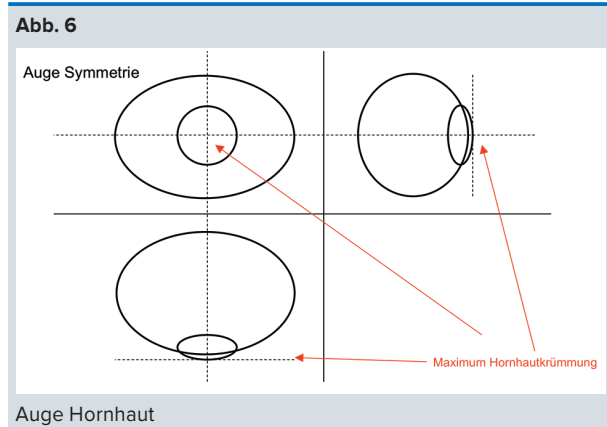
- CP** = Cranial Plane
- CAP** = Cranial Axis Point
- CCP** = Cranial Cross Point
- CSA** = Cranial Symmetry Axis
- CSP** = Cranial Symmetry Plane

- Die Eckpunkte der Trapezfläche CP sind definiert als die Eintrittspforten der sensorischen Afferenzpaare Sehsinn, Gleichgewichts- und Gehörsinn.
- Die Trapezfläche CP wird gebildet aus dem Maximum der Hornhautkrümmung des rechten und linken Auges und dem Zentrum Amboss des linken und des rechten Ohres.
- Der CAP ist der geometrische Schwerpunkt der Trapez-Fläche CP.
- Der CCP ist der Kreuzungspunkt der Trapez-Diagonalen der Trapez-Fläche CP.
- Die CSA ist die senkrechte Achse auf der CP Trapezfläche durch den CAP.
- Die CSP ist die senkrechte Fläche auf der CP durch die Streckenmittelpunkte der Trapez-Parallelen Augenabstand, Innenohr(Amboss)-Abstand!

Vorgehensweise:

Zunächst wird die Ohrenachse als Strecke O1O2 zwischen dem Amboss (Incus) links und rechts festgelegt. Durch Parallelverschiebung der Ohrenachse O1O2 nach vorne auf das Führungsauge wird die Augenachse A1A2 bestimmt. Als Referenz dient hier jeweils rechts und links der Schwerpunkt der Hornhautkrümmung (Abb. 6).

Durch Verbinden der Punkte O1, O2, A1 und A2 (Abb. 7, 8) wird die Trapezfläche Cranial Plane festgelegt. Im Idealfall erhalten wir ein gleichseitiges Trapez - die Ausnahmen sind die Regel, da meist ein Auge abweicht. Das stellt aber kein Problem dar. Es wird eine Dreiecksfläche aus O1O2A1 oder O1A1A2 gebildet. Durch Spiegelung der Dreiecksfläche über Führungsaug und Ohrenachse lässt sich eindeutig die Trapezfläche ermitteln (Abb.9.1-9.7)



Augenachsen⁶

Die Definition von Augenachsen beinhaltet in der Augenheilkunde und Augenoptik eine Reihe von gedachten Verbindungslinien zwischen zwei oder mehr Punkten innerhalb oder außerhalb des Auges. Sie dienen als Orientierung zu bestimmten diagnostischen Zwecken oder bei der Anfertigung von optischen Korrekturen. Die verwendete Terminologie stützt sich dabei auf unterschiedliche Quellen und ist deshalb nicht immer einheitlich. Nachfolgende Definitionen von Augenachsen sind in der Literatur beschrieben:

Anatomische Achse

Sie bezeichnet die Gerade zwischen dem vorderen und hinteren Pol des Augapfels, genauer gesagt, zwischen der Hornhautmitte und dem Krümmungsmittelpunkt des hinteren Augenabschnitts. Diese Definition entspricht auch der Baulänge des Auges, welche zur Bestimmung von axialen Brechungsfehlern herangezogen wird.

Optische Achse

Dies ist die Gerade zwischen den Krümmungsmittelpunkten von brechenden Flächen in einem zentrierten System.

Sehachse

Damit wird eine Achse bezeichnet, die von der Fovea centralis durch den Knotenpunkt des Auges zum Fixierobjekt verläuft.

Gesichtslinie

Diese bezeichnet die Gerade zwischen der Foveola und dem Fixierobjekt.

Blicklinie

Hierunter versteht man die Gerade zwischen dem Drehpunkt des Auges und dem Fixierobjekt.

Pupillenachse

Hiermit wird die Gerade zwischen Hornhautmitte und Pupillenmitte bezeichnet.

Zwischen einzelnen Augenachsen besteht eine Beziehung hinsichtlich ihres Verlaufs zueinander, die mit folgenden Begriffen definiert werden:

Winkel Alpha

Bezeichnet den Winkel zwischen optischer Achse und Gesichtslinie

Winkel Gamma

Bezeichnet den Winkel zwischen optischer Achse und Blicklinie

Winkel Kappa

Bezeichnet den Winkel zwischen Gesichtslinie und Pupillenachse.

Bestimmung der Trapezfläche

Abb. 9.1 - 9.7 CP-Bestimmung

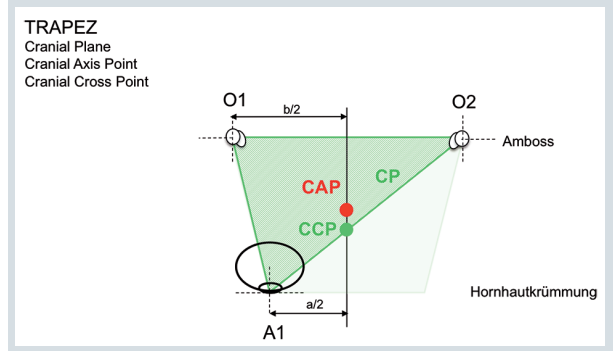


Abb. 9.2

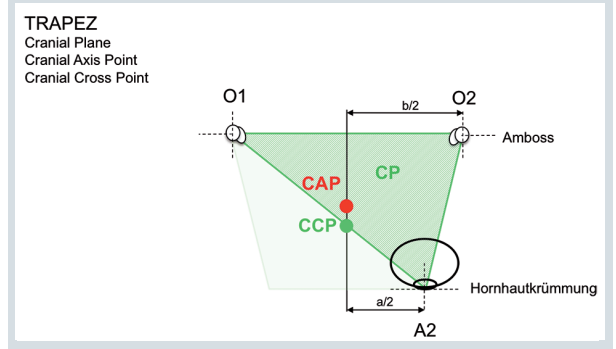
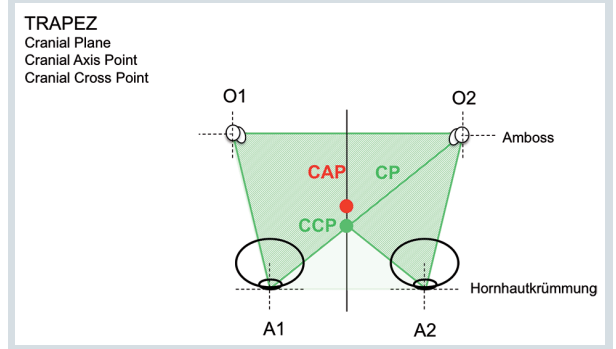


Abb. 9.3



Nach Festlegung der Cranial Plane wird als Senkrechte auf der CP die CSP (Cranial Symmetry Plane) bestimmt. Sie verläuft jeweils durch die achshalbierenden Punkte O1O2/2 A1A2/2.

Abb. 9.4

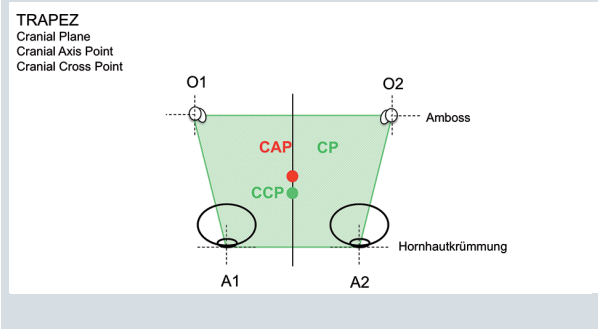


Abb. 9.5

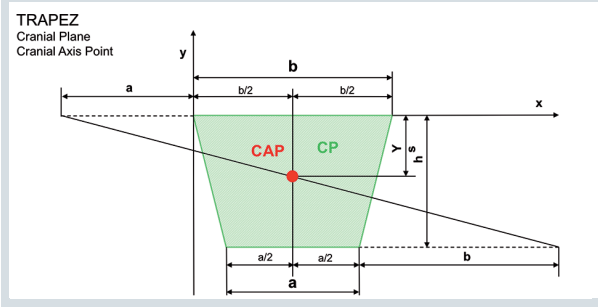


Abb. 9.6

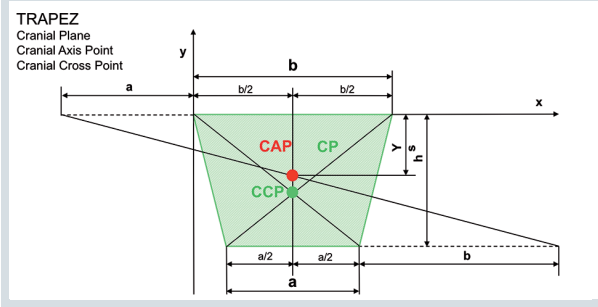
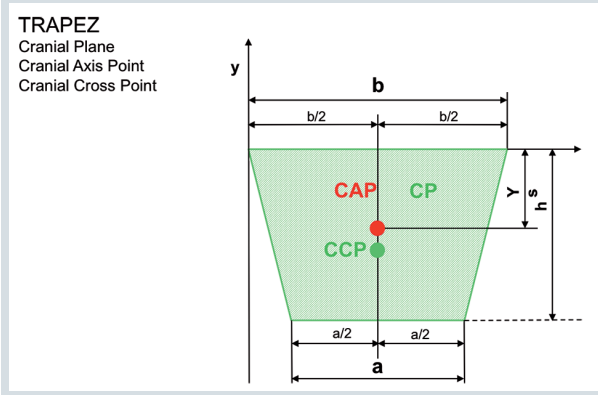


Abb. 9.7



Die CSP bietet, anders als die Campersche Ebene, erstmalig die Möglichkeit, die Craniale Symmetrie abzuleiten, da Sie den Schädel eindeutig in zwei Hälften teilt.

Die CSA (Craniale Symmetrie Achse) als Senkrechte zur CP (Cranial Ebene) ist eine erweiterte und exaktere, da die Referenzpunkte weit auseinander liegen – neue Definition der biologischen Achse. Sie stellt neben der von Jack J. Kanski, Elsevier, Urban & Fischer, München 2008 beschriebenen 2D-Augenachse eine weitere biologische Achse dar, die eine wesentlich höhere Varianz, Anwendbarkeit und Veritabilität hat. Die rein optalmologisch definierten Achsen sind 2D und beziehen sich auf nur ein Sinnesorgan als Grundlage – den Sehsinn.

Die CP (Cranial Ebene) und daraus resultierende CSA (Craniale Symmetrie Achse) und CSP (Craniale Symmetry Ebene) überführen die die zweidimensionale Augenachse durch die Verbindung mit der Gleichgewichtsschwerachse in ein dreidimensionales biologisch orientiertes Koordinatensystem, da die CP 3 Sinnesorgane, Sehsinn, Gleichgewichtssinn und Gehör mit ihren Eintrittsporten in das humane System berücksichtigt (Abb. 10.1-10.15).

Abb. 10.1 - 10.15 Craniale Symmetrie Plane

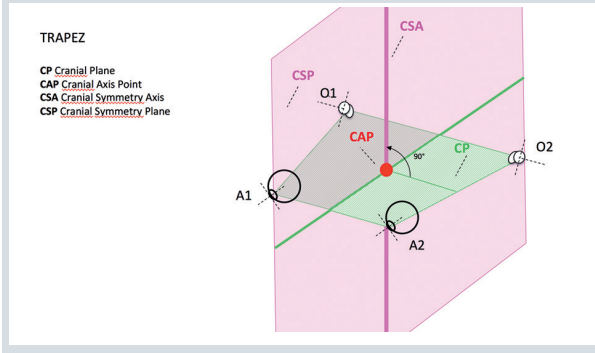


Abb. 10.2

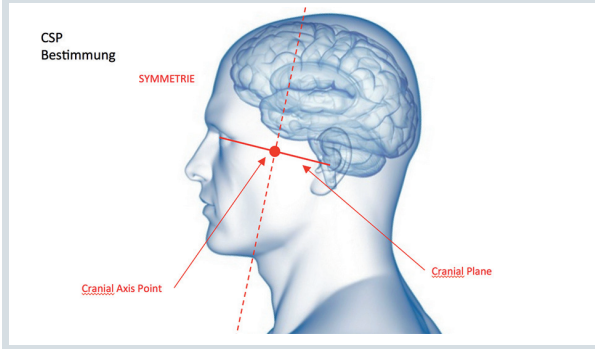
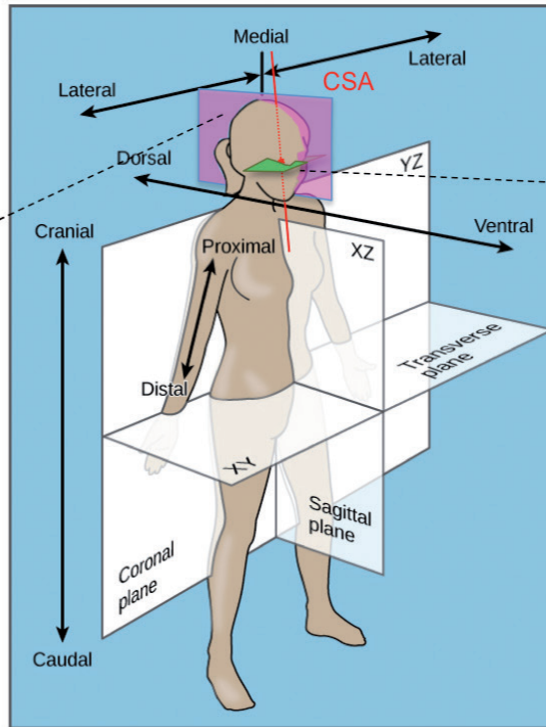


Abb. 10.3

Bilaterale Symmetrie
Cranial Plane
Craniale Symmetry Plane

CSP Cranial Symmetry Plane



CP - Cranial Plane

Craniale Symmetrie Plane.

Abb. 10.4

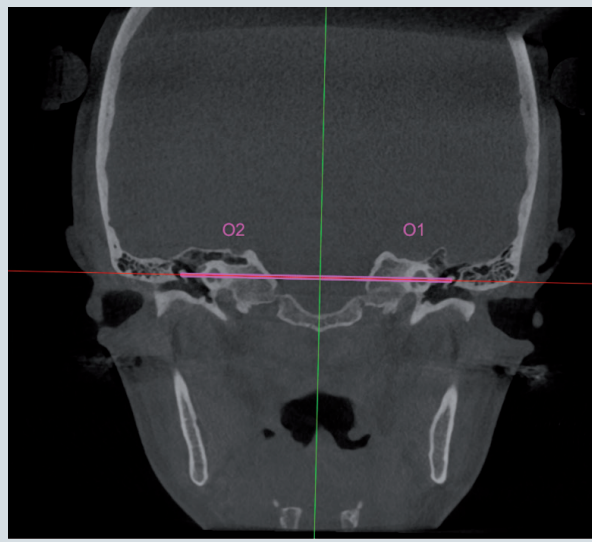


Abb. 10.5

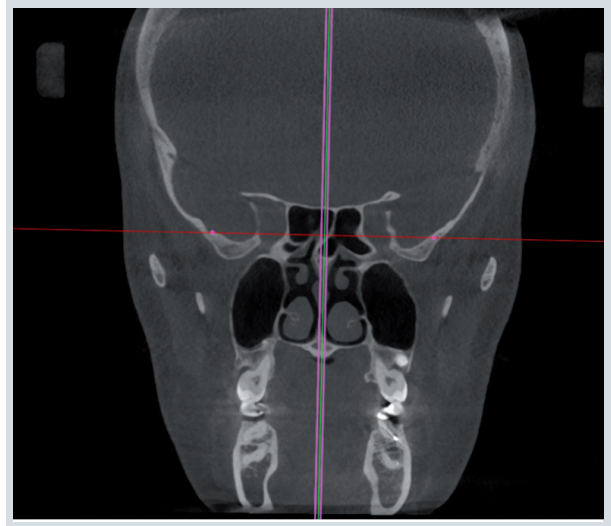


Abb. 10.6

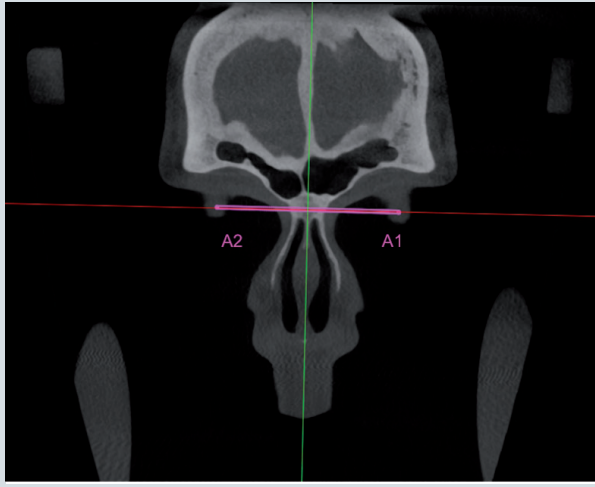


Abb. 10.9

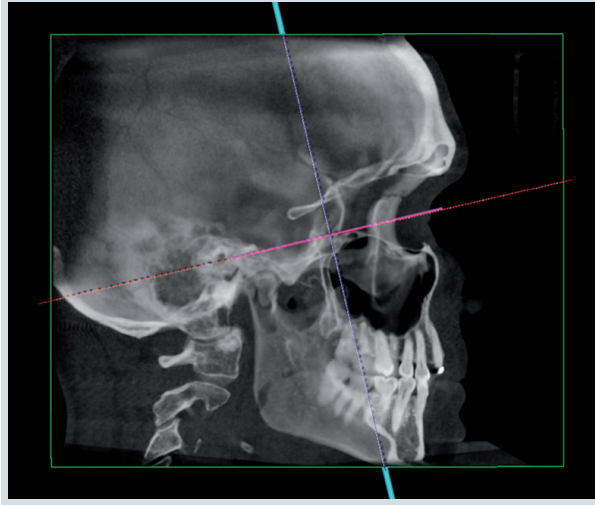


Abb. 10.7

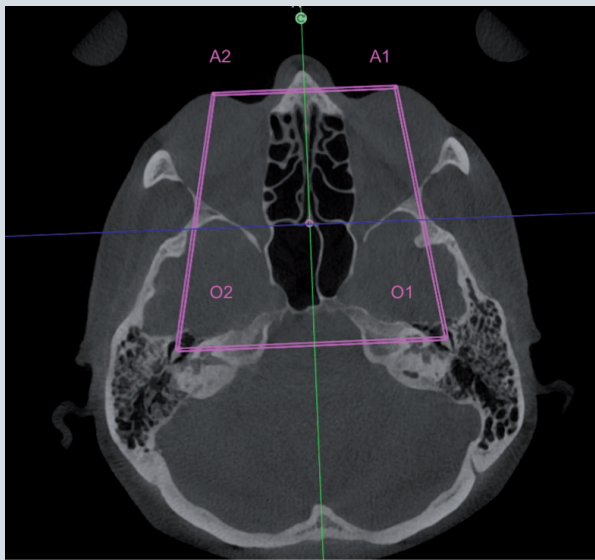


Abb. 10.10

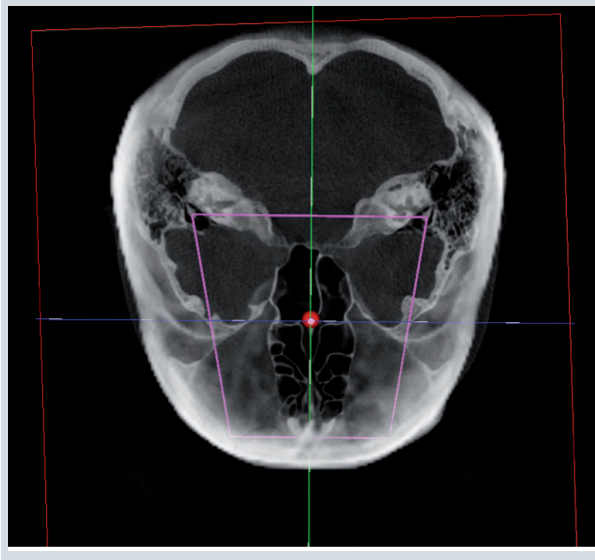


Abb. 10.8



Abb. 10.11

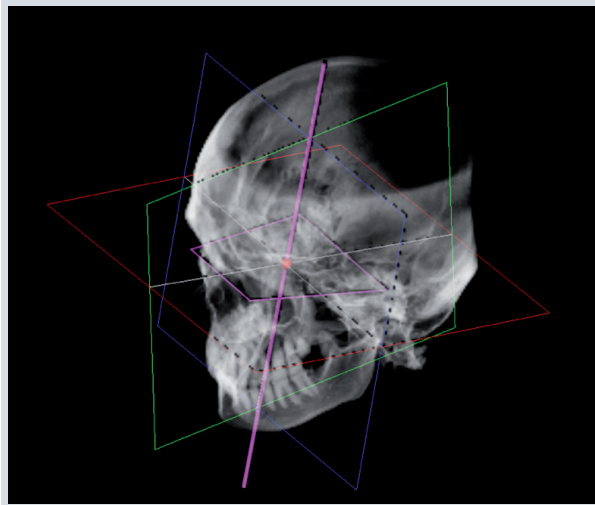


Abb. 10.12

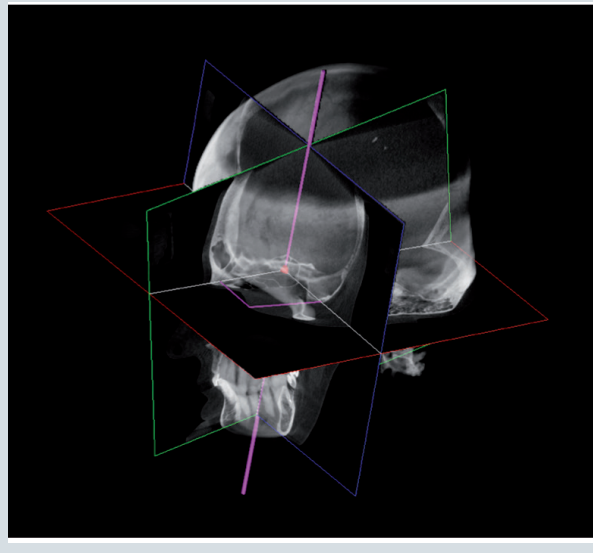


Abb. 10.13

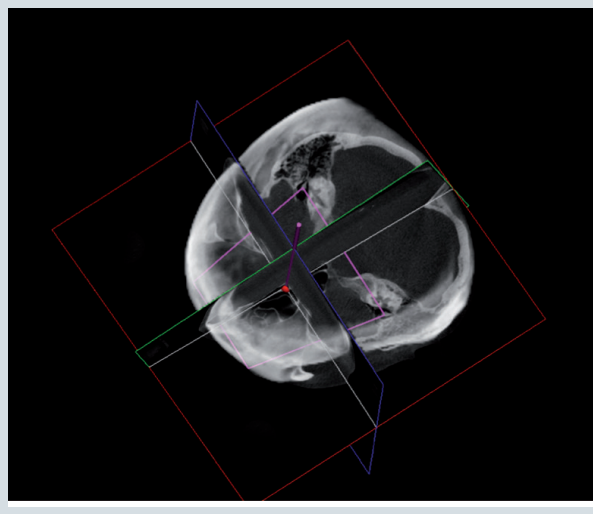
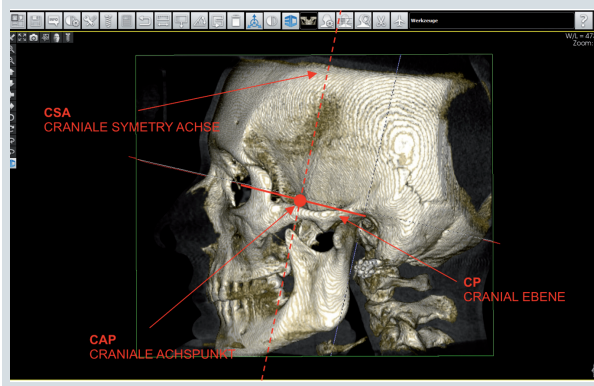


Abb. 10.14



Die Bedeutung der Cranial Plane für die Zahnheilkunde und Chirurgie

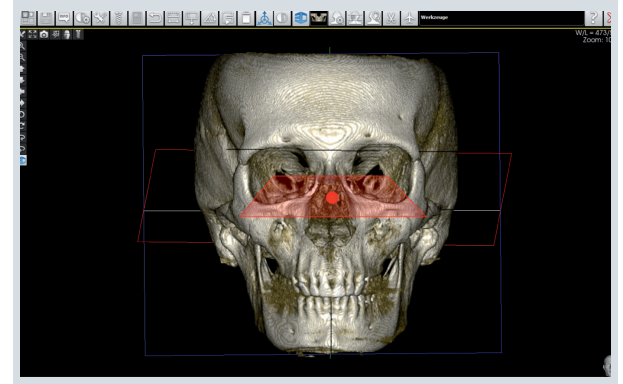
Seit Menschengedenken wird versucht, das Geheimnis von Schönheit eines Menschen zu ergründen und möglichst in eine einfache Formel zu gießen. Dabei spielen die Begriffe Harmonie und Symmetrie seit jeher eine maßgebliche Rolle. So erachteten die alten Griechen nicht nur in der Architektur und der Malerei den Goldenen Schnitt als das ideale Schönheitsverhältnis. Auch ein Gesicht galt demnach als besonders schön, wenn es bestimmte Proportionen aufwies. Die Zauberzahl heißt Phi: 1 zu 1,618 für das Verhältnis von zwei Strecken.

Der griechische Gelehrte und Mathematiker Euklid von Alexandria postulierte um 300 v. Chr. basierend auf dem Goldenen Schnitt folgende Formel für die perfekten Gesichtseigenschaften: Die Nase sollte nicht länger sein als der Abstand zwischen den Pupillen, und die Breite des Gesichtes sollte zwei Drittel der Gesichtslänge betragen.

Tatsächlich zeigen psychologische Studien, dass eine stärkere Symmetrie einen positiven Einfluss auf die Attraktivität von Gesichtern bei Frauen und Männern hat. Manche glauben neben der Attraktivität an zahlreiche weitere Vorteile für Menschen mit symmetrischem Gesicht: sie gehörten einer höheren sozialen Klasse an, fänden leichter Geschlechtspartner, und das andere Geschlecht sähe sie immer als gesünder an als die, die nicht so symmetrisch sind.

Diese Argumentation machen sich nicht zuletzt auch zahlreiche plastische Chirurgen zu Eigen, und auch in

Abb. 10.15

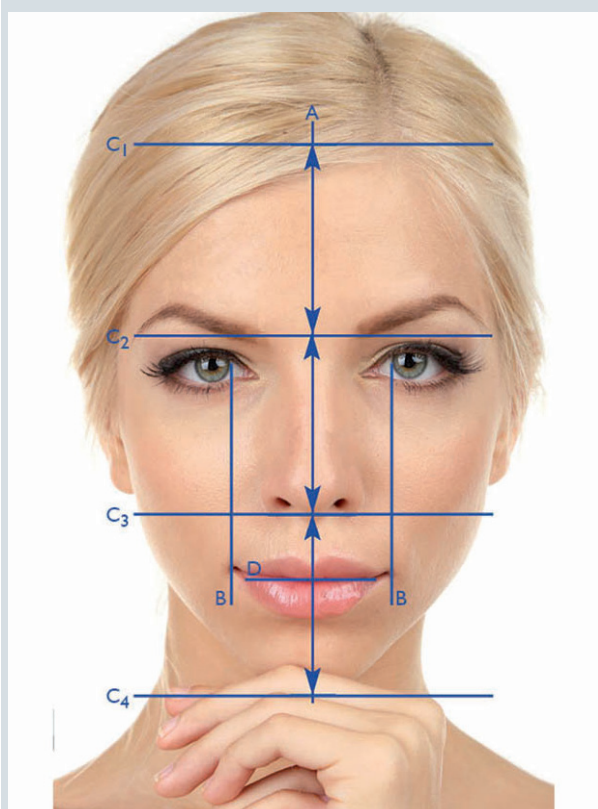


den verschiedenen Fachbereichen der Zahnheilkunde spielt die Ästhetik eine maßgebliche Rolle.

Abb. 11: Die Mittellinie (A) teilt das Gesicht vertikal in zwei Hälften. Idealerweise verläuft diese durch die Nasenspitze, die Mitte der Lippen und zwischen den mittleren Schneidezähnen. Die Pupillen (B) sollten vertikal mit den Mundwinkeln auf einer Linie liegen. Horizontal sollte das Gesicht in drei gleich hohe Abschnitte zwischen Haaransatz (C1), Augenbrauen (C2), Nasenbasis (C3) und Kinnspitze (C4) unterteilt sein. Der Abstand zwischen Nasenbasis und Lippen sollte ein Drittel des unteren Gesichtsdrittels betragen.

Ein symmetrisches Gesicht scheint auf den Betrachter attraktiver zu wirken als ein asymmetrisches. In der Zahnheilkunde dürfen, bei allem Bestreben, die Patienten unter ästhetischen Gesichtspunkten zu rekonstruieren, funktionelle Aspekte nicht unberücksichtigt bleiben. Legt man konservative Maßstäbe und Analyseverfahren an, sind aber Ästhetik und Funktion oftmals nicht oder nur durch Kompromisse miteinander zu vereinbaren.

Abb. 11



Symmetrie

Anders als alle bisherigen bekannten Verfahren basiert die Bestimmung der Cranial Plane auf einer nach ersten Erkenntnissen immer gegebenen Symmetrie zwischen den Sinnesorganen des Schädels: den Augen und dem audioauriculären System. Diese Symmetrie scheint auch immer dann gegeben, wenn klassische Analyseverfahren eine Asymmetrie von Gesicht und Schädel konstatieren. Nutzt man nun die Streckenhalbierende der Augen- und Ohrpunkte, so schneidet diese auch bei augenscheinlicher Schädelasymmetrie die Spina nasalis und den Dens axis.

Auch wenn auf den ersten Blick nicht unbedingt ersichtlich, folgt die Natur offensichtlich einem Prinzip der „inneren Harmonie“.

Gelingt es die Cranial Plane in eine feste Beziehung zu der Okklusionsebene zu setzen, hat dieses neuartige Verfahren das Potential, klassische Analyseverfahren in der Zahnheilkunde abzulösen, resultieren daraus doch neue Konzepte für eine harmonisch-funktionelle Restauration bzw. Rekonstruktion in der Prothetik bzw. Zahntechnik, der Implantologie, der Kieferorthopädie sowie der Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie bzw. der plastisch-rekonstruktiven Chirurgie.

So lassen sich aus der trapezförmigen Cranial Plane weitere Trapeze ableiten, welche die Positionen der Eckzahnspitzen und der distobukkalen Höcker der ersten Molaren des Ober- und Unterkiefers festlegen.

Die nach diesen neuen Erkenntnissen rekonstruierten Patienten werden vielleicht nicht immer als absolut schön oder ästhetisch empfunden, folgen aber einem biologischen Prinzip der „inneren Harmonie“ und somit einer naturgegebenen Ästhetik anstelle einer gesellschaftlichen Ästhetik.

Patientenfälle - Bestimmung der Cranial Plane

Bewusst verzichtet wird in diesem Artikel auf Anamnese und Behandlungsplan - in folgenden Artikeln werden anhand der Festlegung der Cranial Plane abgeleitete veränderte Behandlungsmethoden diskutiert!

Patientin 1 - LL 18 Jahre

Beispiel für Symmetrie:

Aus der Cranial Plane (Abb. 12.1 - 12.5) kann über das CranioSphere®-Verfahren (Abb. 13.1 - 13.8) eindeutig die Okklusionsebene abgeleitet werden. Dieses Verfahren wird im nächsten KFO-IG Journal genauer beschrieben.

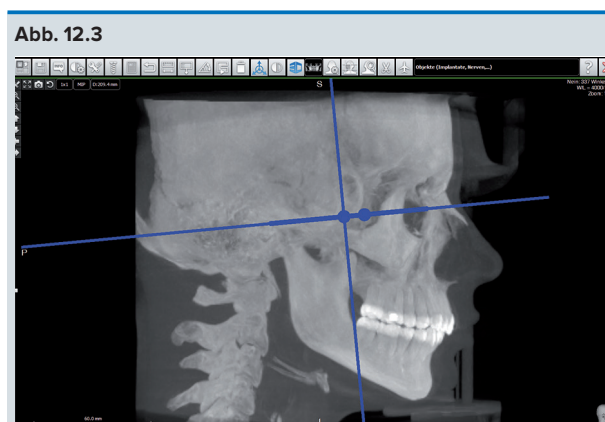
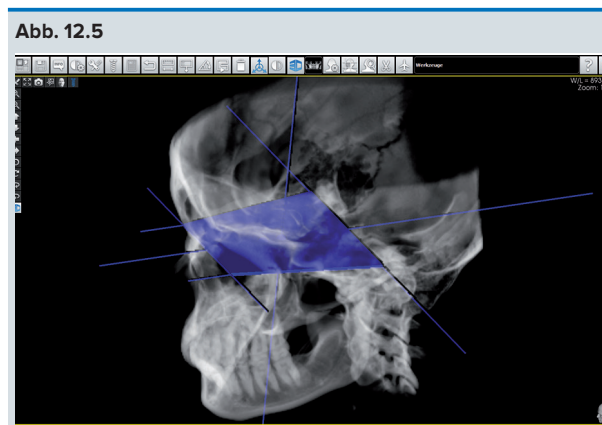
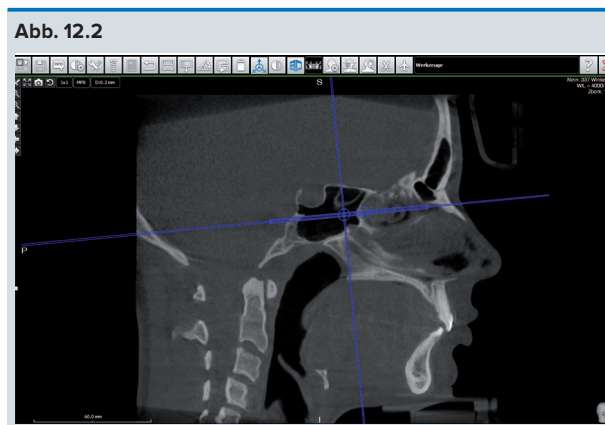
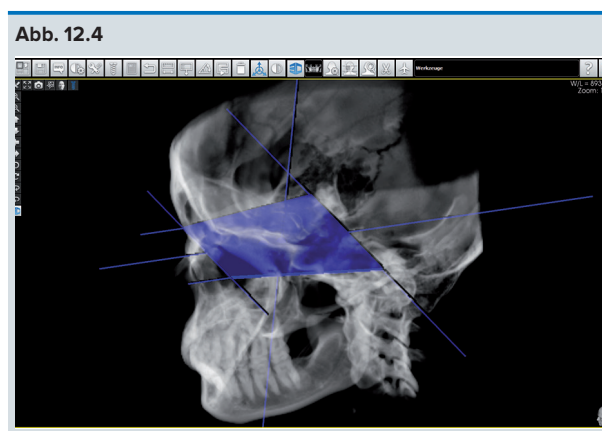
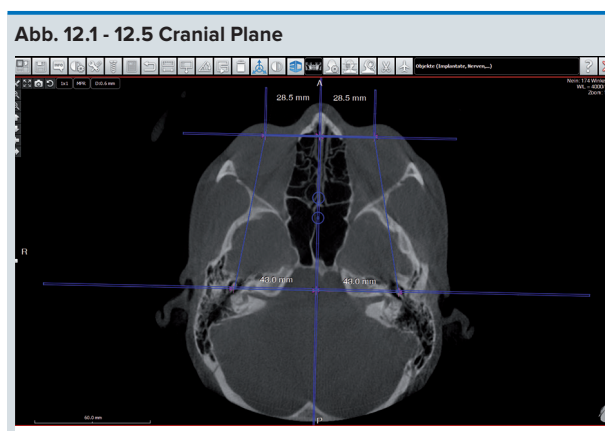


Abb. 13.1 - 13.8 Cranial Sphere

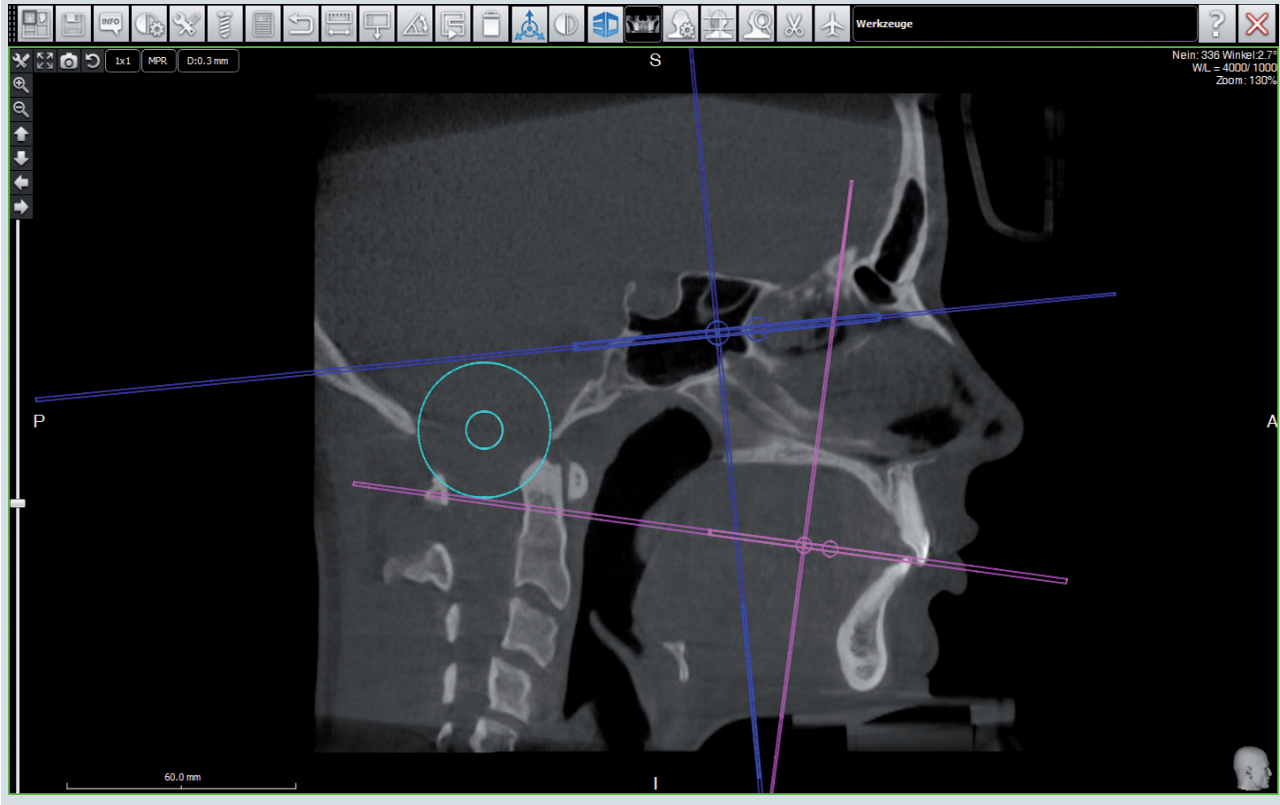
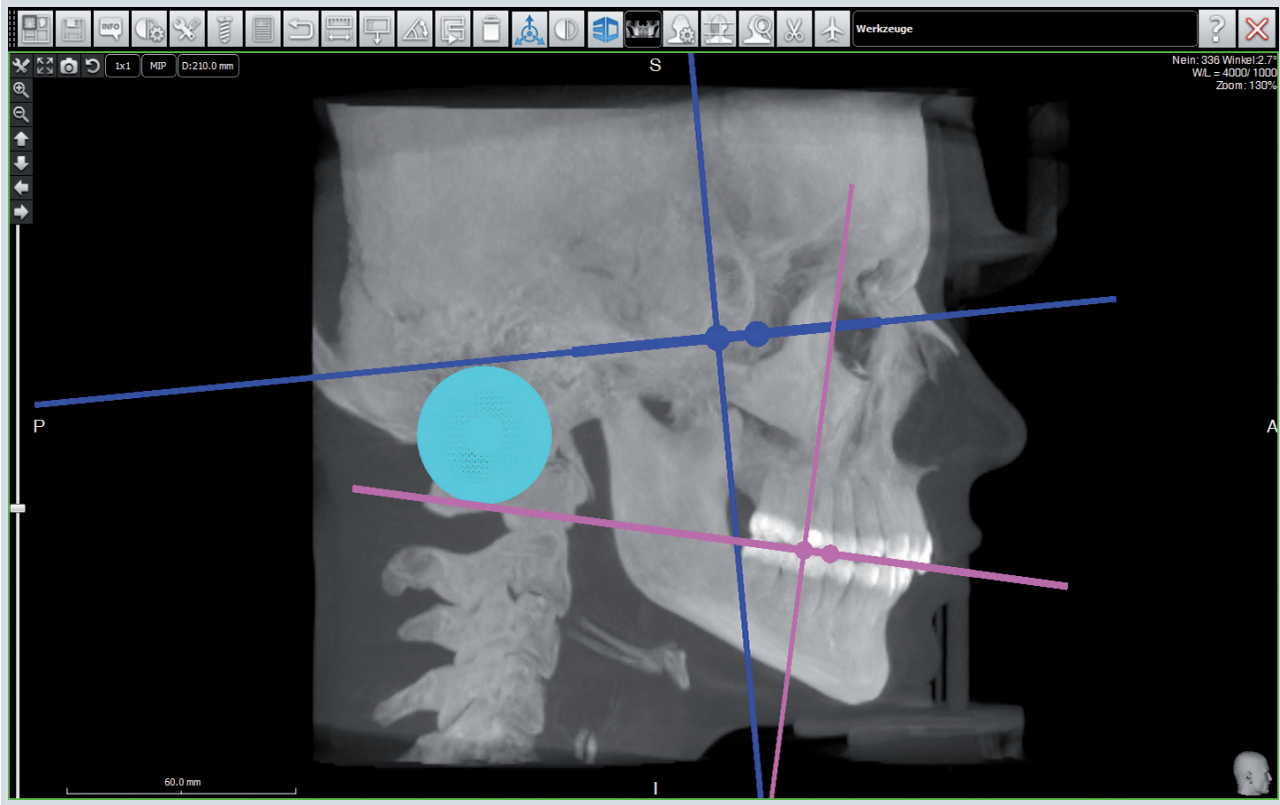


Abb. 13.2



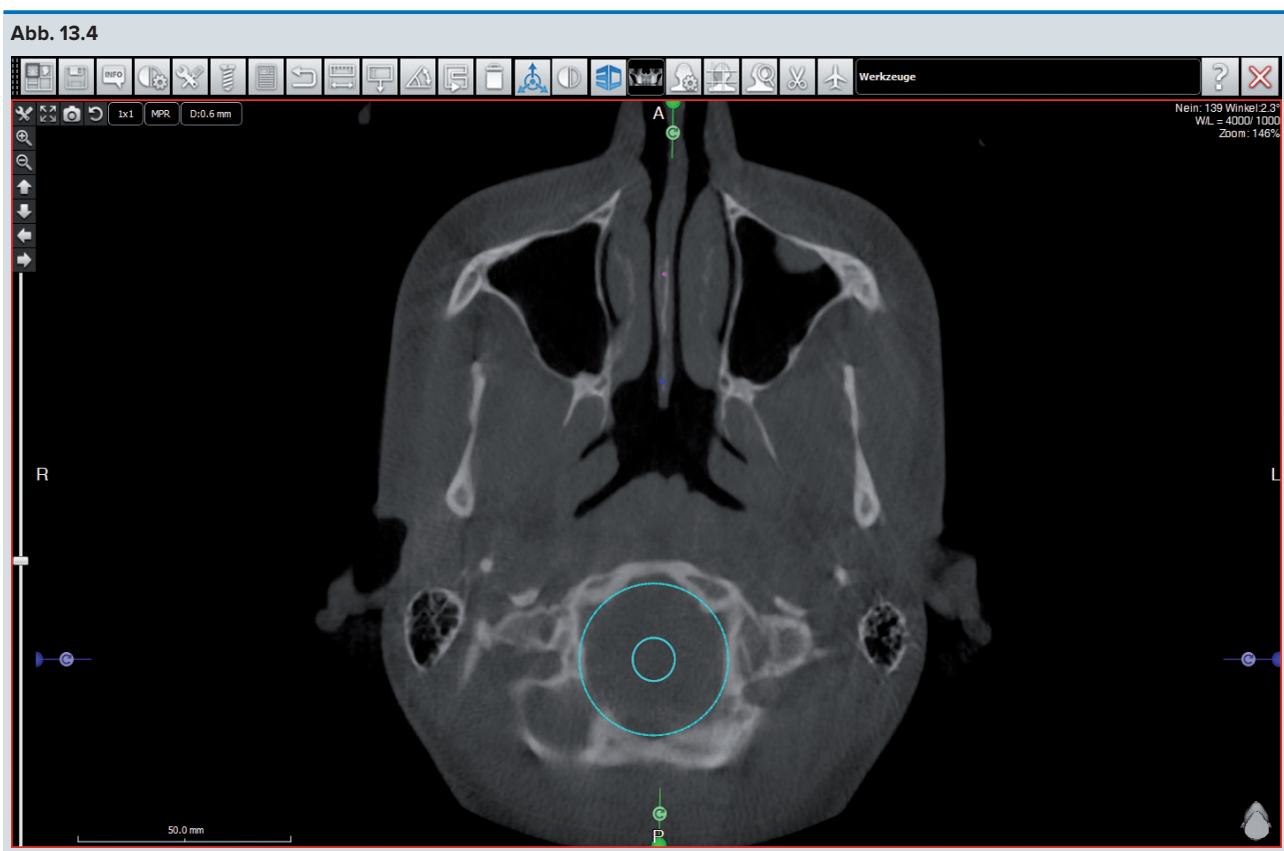
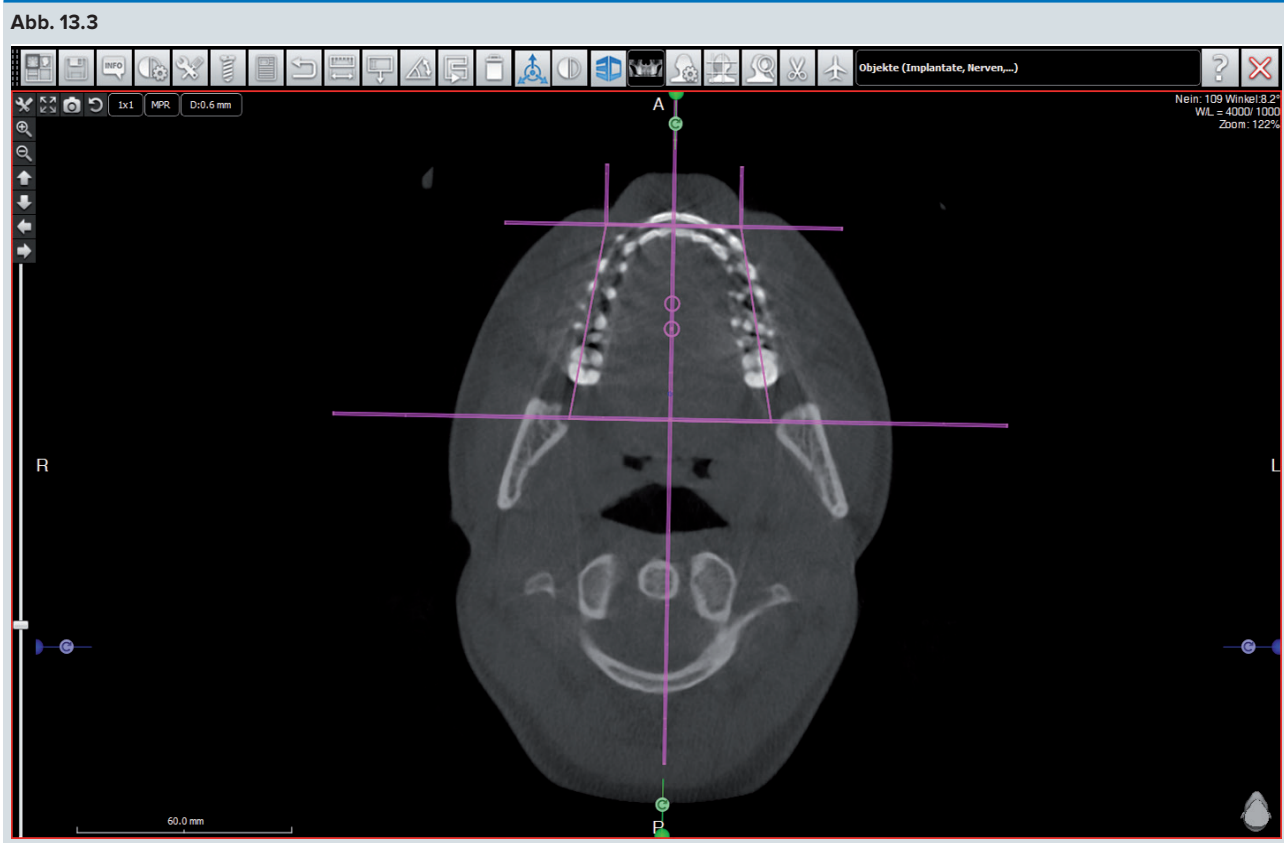


Abb. 13.5

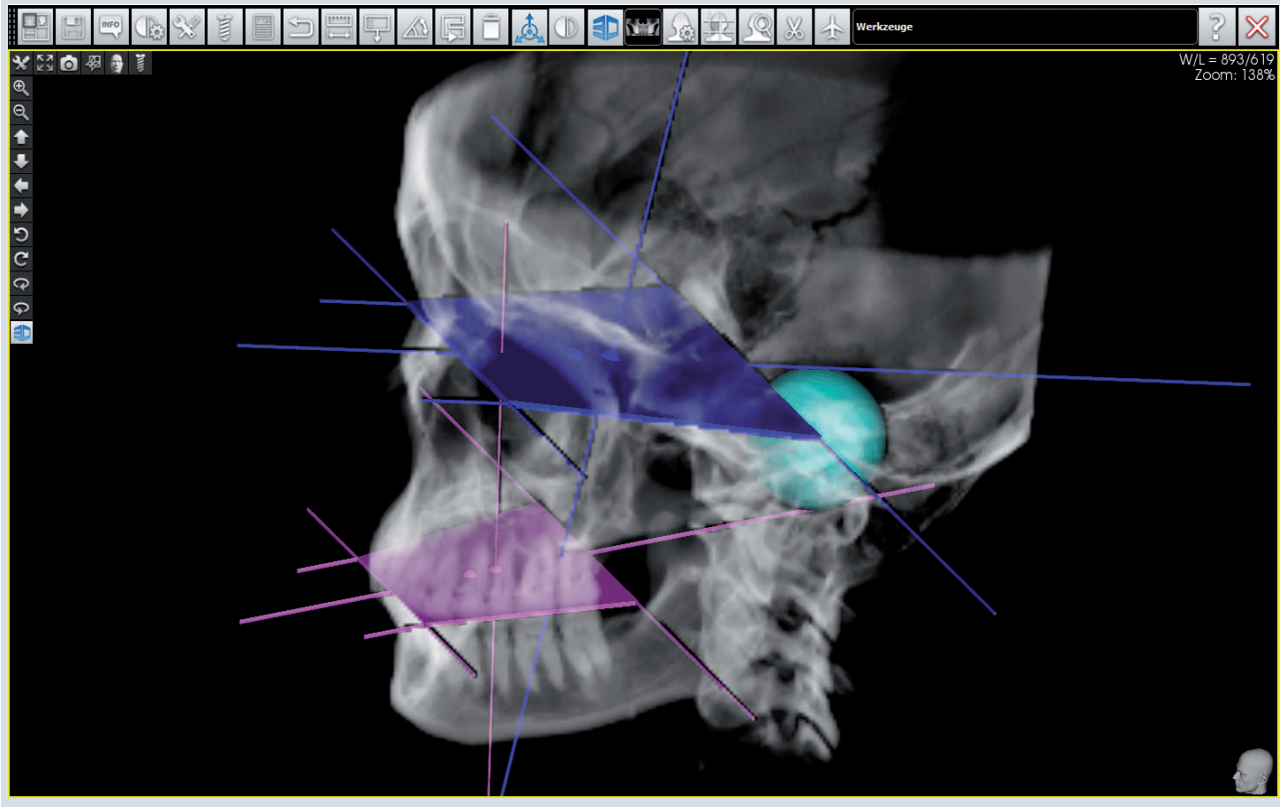


Abb. 13.6

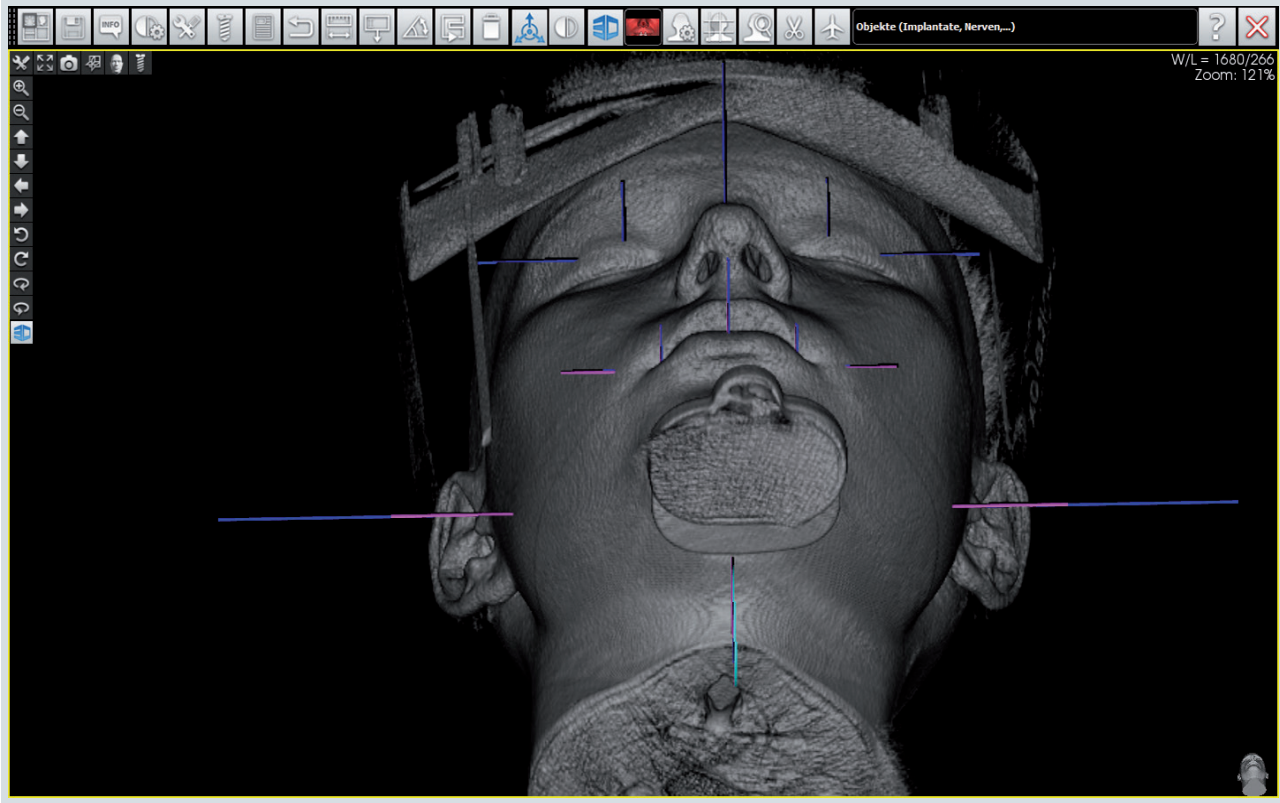
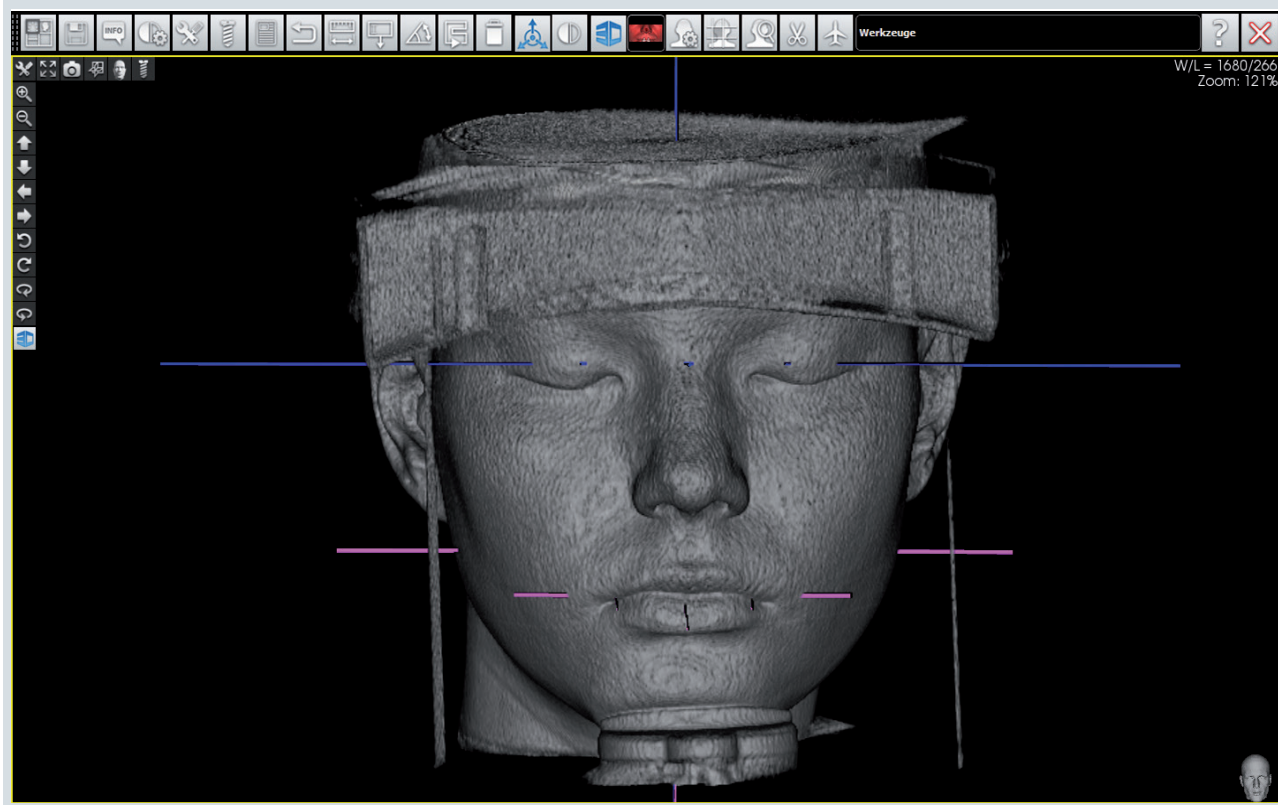
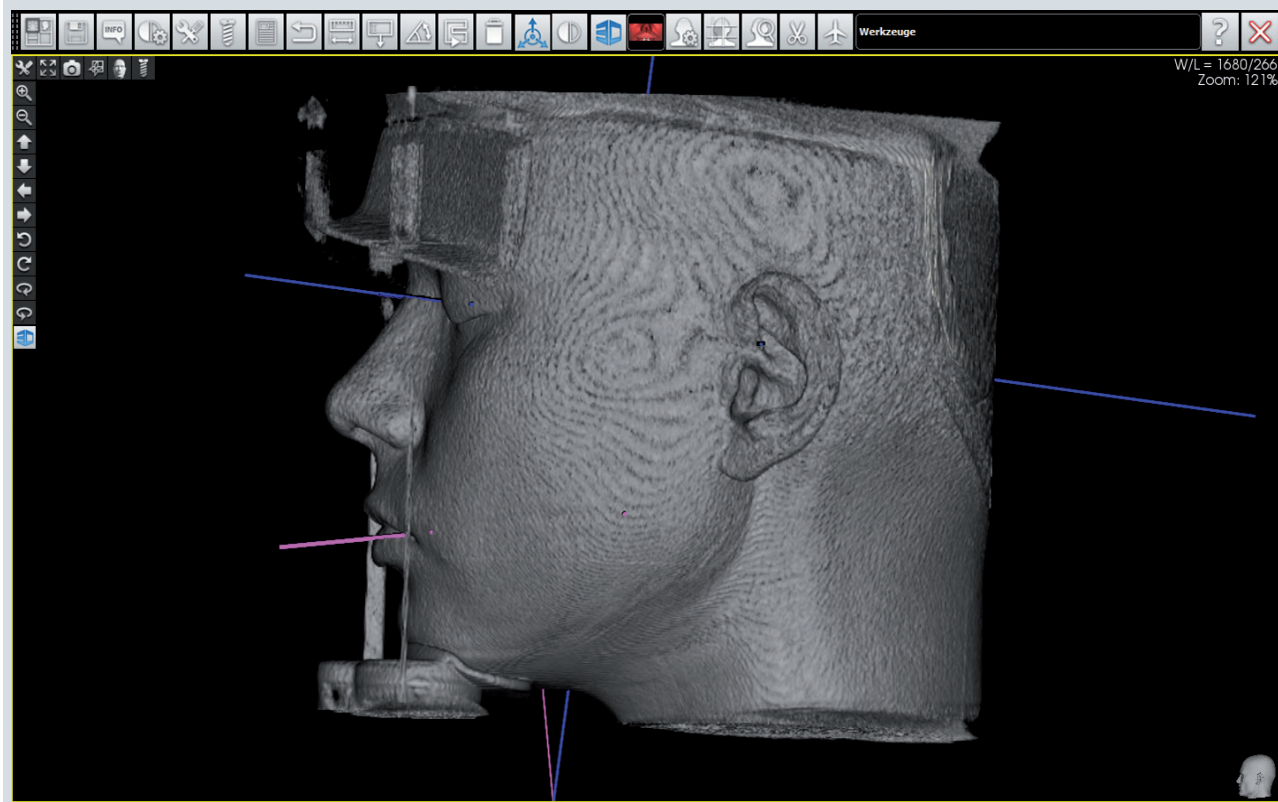


Abb. 13.7

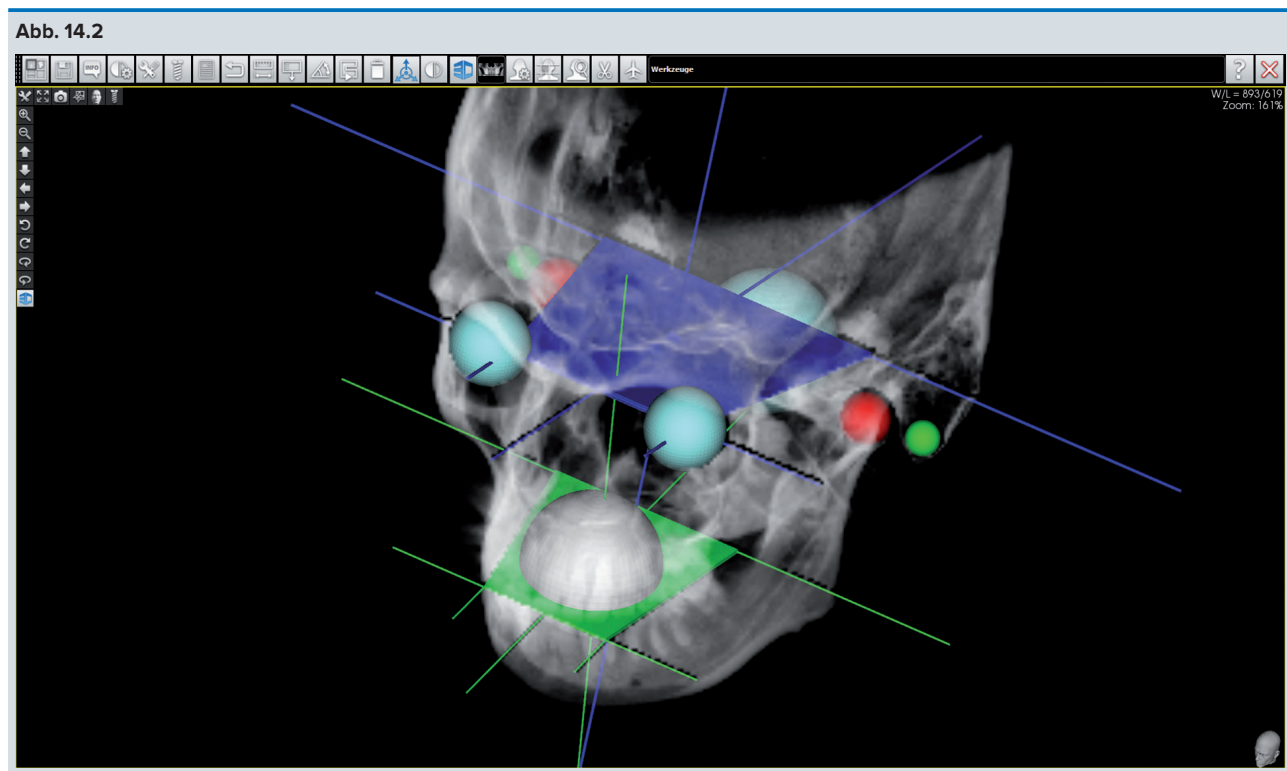
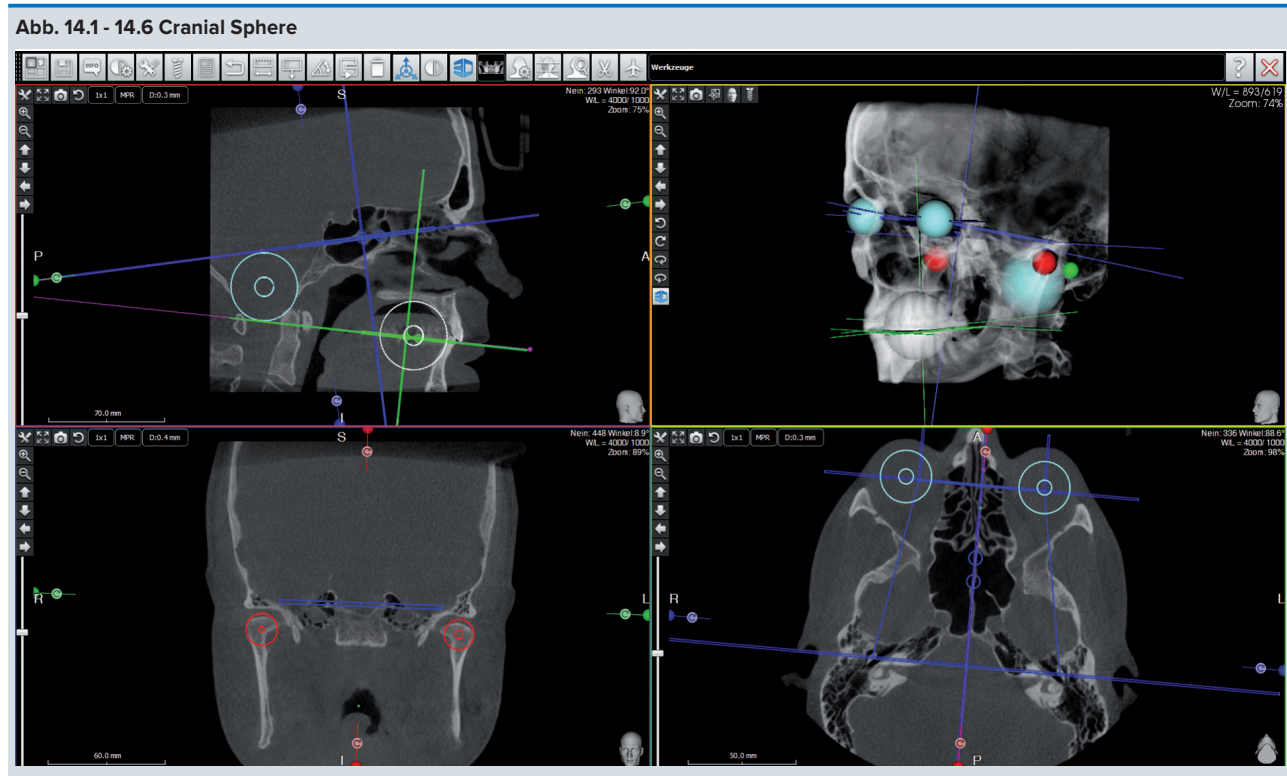


Patient 2 – JL 48 Jahre

Abb. 13.8



Beispiel für Asymmetrie mit Führungsaug links. Durch Ermittlung der Cranialen Symmetrieebene kann die Asymmetrie aufgelöst werden (Abb. 14.1 - 14.6)!



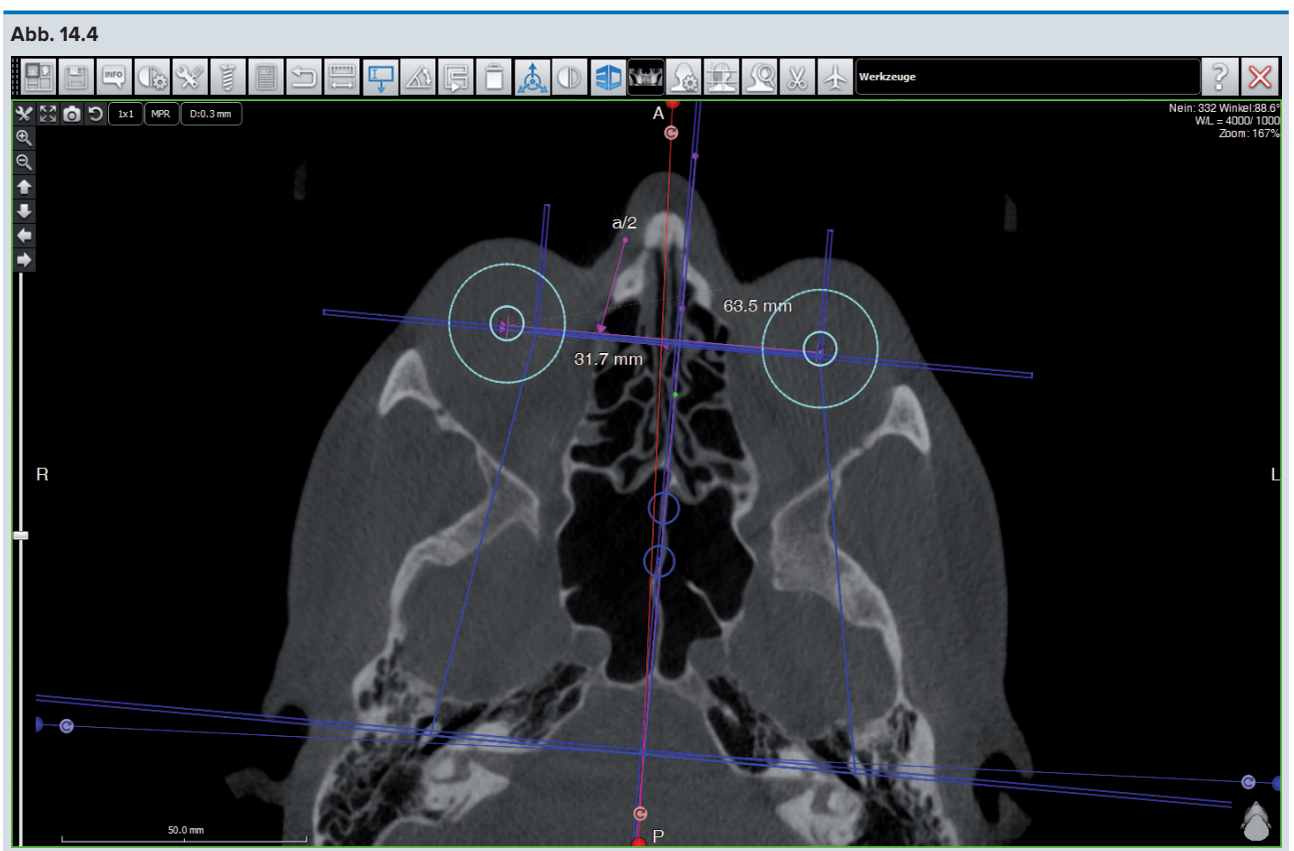
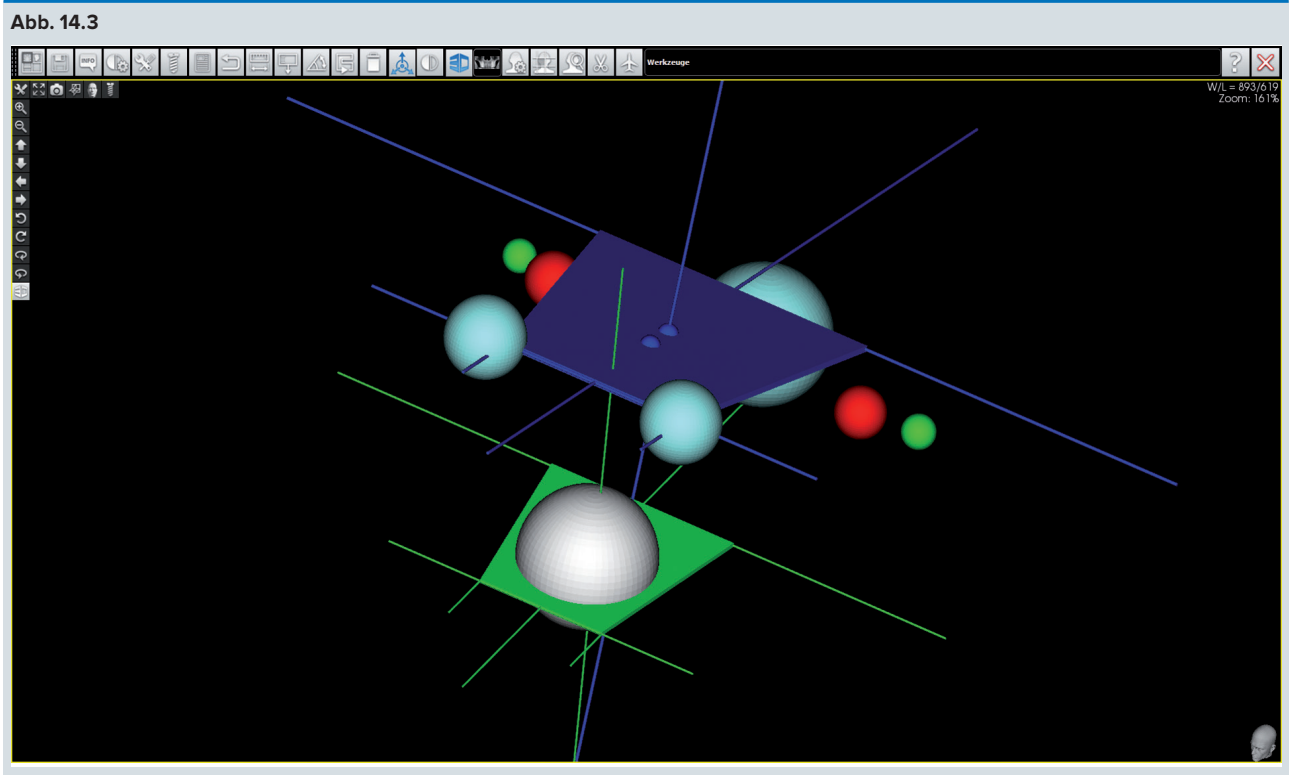


Abb. 14.5

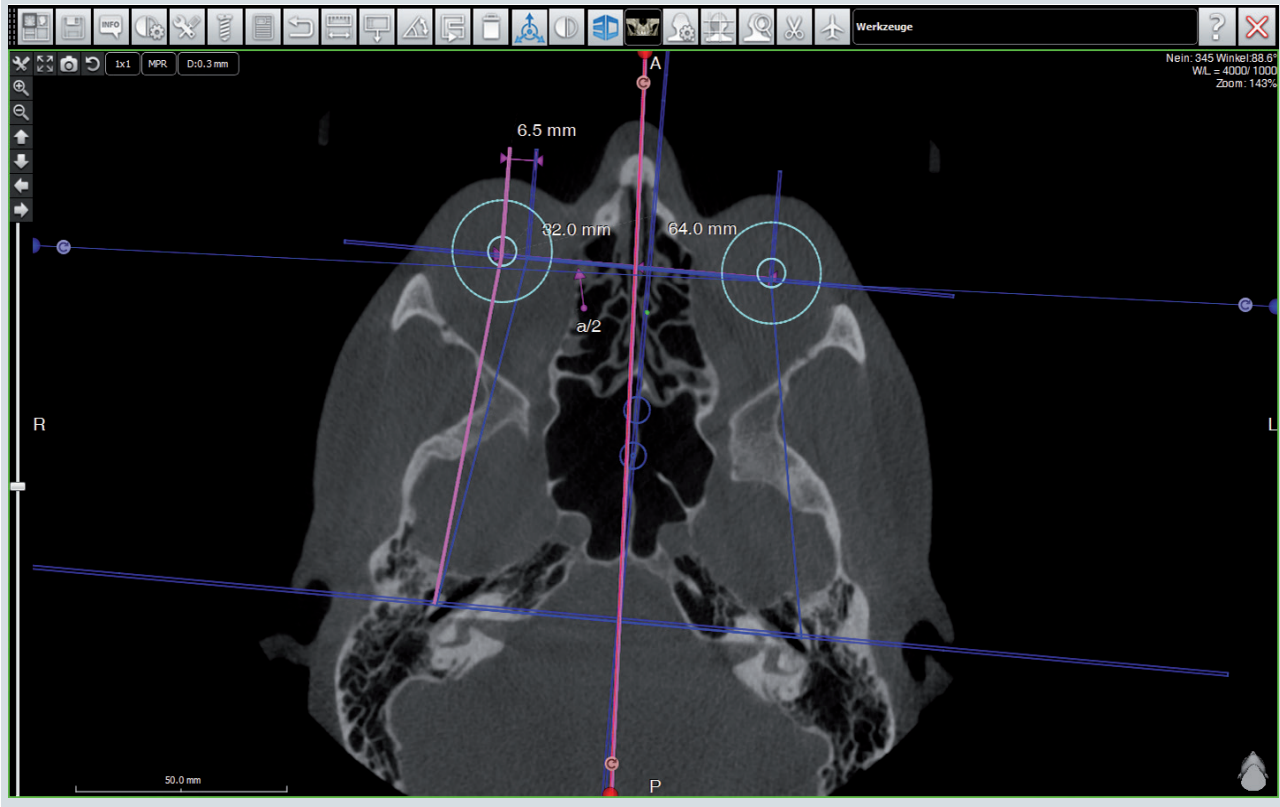
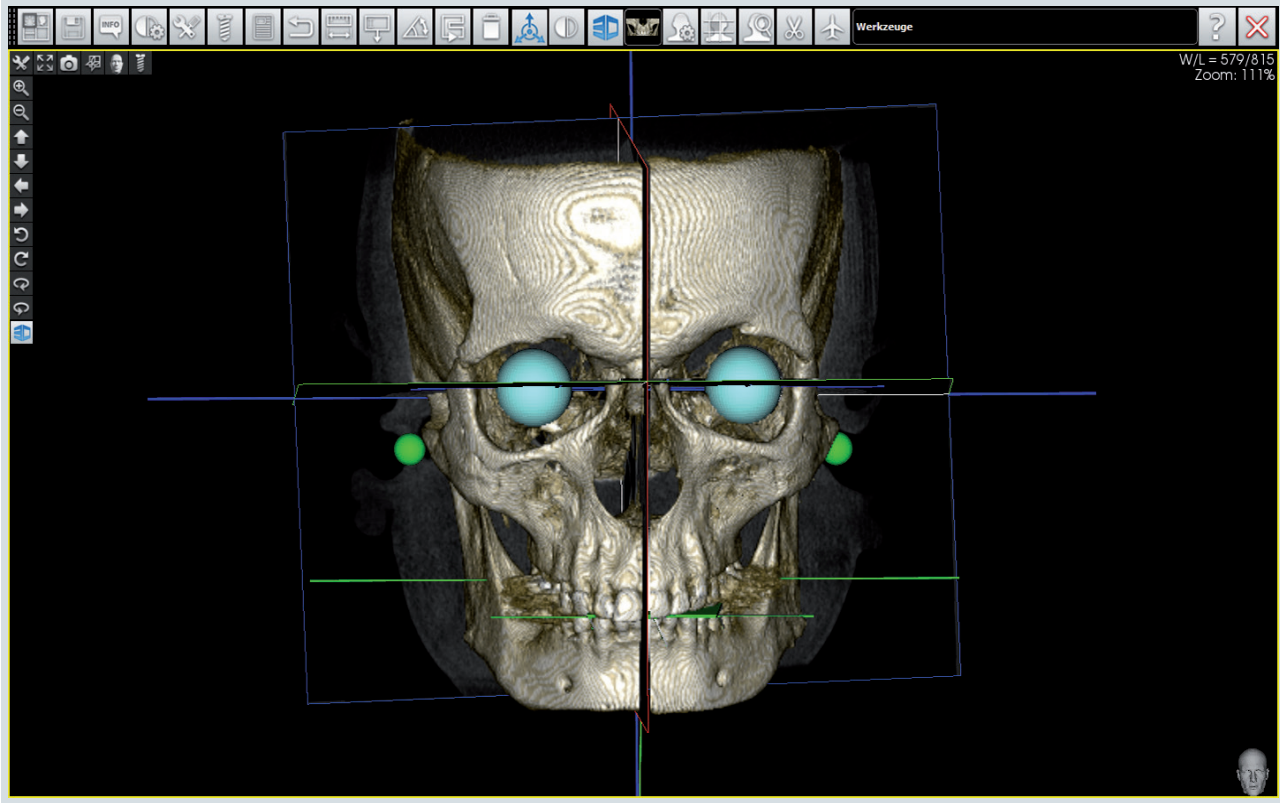


Abb. 14.6



Fazit

Aus einem ingenieurwissenschaftlichen Ansatz heraus wird immer versucht, von kalibrierten Ausgangssituationen Regeln abzuleiten. So gilt es auch im CranioPlan®-Verfahren, einen zunächst kalibrierten Ausgangszustand zu ermitteln. Wie beim Urmeter können wir nur messen, wenn wir einen definierten Referenzkörper als Basis zu Grunde legen. Erstmals wird in diesem Verfahren eine Ohrenachse zur Kalibrierung verwendet.

Das CranioPlan®-Verfahren gibt dem Mediziner sowie dem Wissenschaftler und Techniker nun die Möglichkeit, von definierten Referenzpunkten und Referenzebenen genaue Messungen durchzuführen, um Therapieverfahren abzuleiten bzw. Therapiehilfsmittel wie z.B. temporären Zahnersatz oder Prothesen zu produzieren.

In nachfolgenden Artikeln werden konkrete Messergebnisse aus mehr als 100 Messungen und dem daraus konstruierten Zahnersatz veröffentlicht.

Als Grundlage zur Vermessung dienen vorhandene MRT, CT bzw. DVT Aufnahmen. Zur Ermittlung der Lagebeziehung der Innenohr-Strukturen, Ohrenachse und Augenachsen werden in Zukunft alternative Messmethoden wie optische bzw. Ultraschallvermessungen bevorzugt.

Freuen Sie sich auf eine sehr spannende Serie von Veröffentlichungen.

Quellennachweis

1. Wikipedia - EDORADO
2. www.eyevet.ch - Dr. med vet. Marianne Richter
3. www.planet-schule.de - Matthias Bergbauer, Manuela Kirchner
4. www.planet-schule.de - Dr. Peter Bernstein
5. Philschatz - Biology-Book
6. Wikipedia - Jack J. Kanski: Klinische Ophthalmologie. Elsevier, Urban & Fischer, München 2008



Abb. Autor: Frank Horning, Dipl.-Informatiker; Jahrgang 1966; 1989 Maschinenbau-Techniker mit Schwerpunkt Sondermaschinenbau und Medizintechnik; 1995 Studium Informatik an der FH Würzburg; Schwerpunkt Regelungstechnik und Künstliche Intelligenz; Geschäftsführer Dornmedical GmbH, Chemnitz.



Abb. Autor: Prof. Dr. Gerhard Polzar KKU, Bidingen; Studium der ZHK in Gießen, 1990-93 Weiterbildung KFO u.a. AfZ in Karlsruhe, 1994 Niederlassung in eigener KFO-Praxis in Bidingen; 2006 Gastprofessur in Sevilla und Khon-Kaen (Thailand), 2008 Ernennung zum Prof. in Orthodontics; seit 2008 vis. assoc. Prof. an der Mahidol-University Bangkok (Thailand).



Abb. Autor: Dr. Dr. Stephan Weihe, FA für MKG-Chirurgie; Studium der ZM und Medizin mit Promotionen an den Unis Witten/Herdecke und Bochum; Koordinator mehrerer DFG-geförderter Forschungsprojekte seit 1998; Leiter der AG Biomaterialien/Knochenersatz am „Zentrum für Klinische Forschung - ZKF“ der Uni Bochum 2001 bis 2004; Leiter Klinische Forschung der Uniklinik Dortmund für MKG-Chirurgie; Geschäftsführender Gesellschafter der Dental Innovation GmbH und der MONA_X GmbH seit 2007.