

# **Funktionslehre I**

## **Biomechanik**

E. PARSCHE

GRAZ, Oktober 2006

Abteilung für Zahnersatzkunde 1  
Univ.Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Graz

# TERMINOLOGIE

## Gnathologie

McCullum und Stallard haben den Begriff Gnathologie geprägt. Es ist die Wissenschaft, die sich mit Anatomie, Histologie, Physiologie und Pathologie des stomatognathen Systems beschäftigt. Die Gnathologie befaßt sich mit dem stomatognathen System in seiner Gesamtheit, sie ist das Studium des gesamten, als Einheit funktionierenden Kausystems.

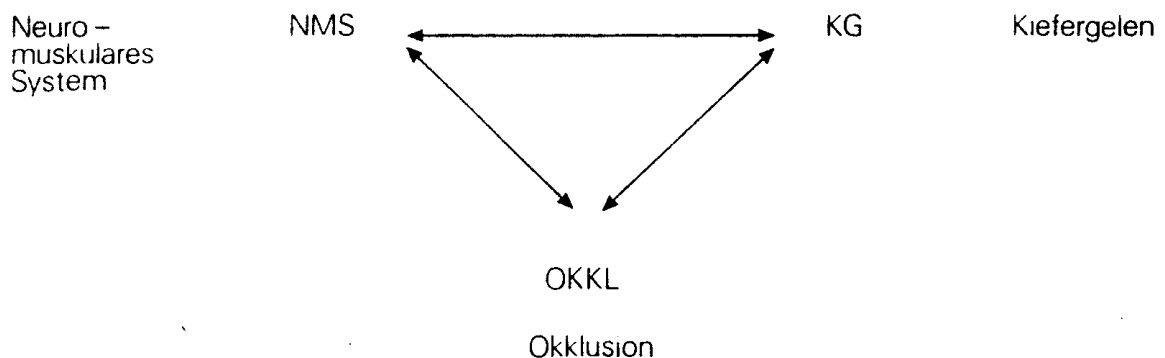
Das stomatognathe System besteht aus folgender Trias:

**Kiefergelenke**  
**Neuromuskuläres System**  
**Zähne**

Das neuromuskuläre System ist der bewegende Apparat, Kiefergelenke und Zähne sind die bewegten und führenden Teile.

Der scheinbar statische Begriff der Okklusion wird durch die beiden anderen bestimmenden Faktoren dynamisiert.

Es besteht eine dynamische Wechselbeziehung zwischen der Funktion der Kiefergelenke und der Anatomie der Einzelzähne.



Die Morphologie der Zähne mit all ihren Details muß aus dynamisch-funktioneller Sicht gesehen werden.

Gefordert wird in der **Regel-** oder **Neutralverzahnung** eine Harmonie zwischen Front-Eckzahnführung und Kiefergelenk, eine stabile Zentrik und eine gute Kaueffektivität durch maximale Verzahnungstiefe in Zentrik bei genügend Freiheit in Exzentrik.

Die Aufgaben der Zahnreihen sind:

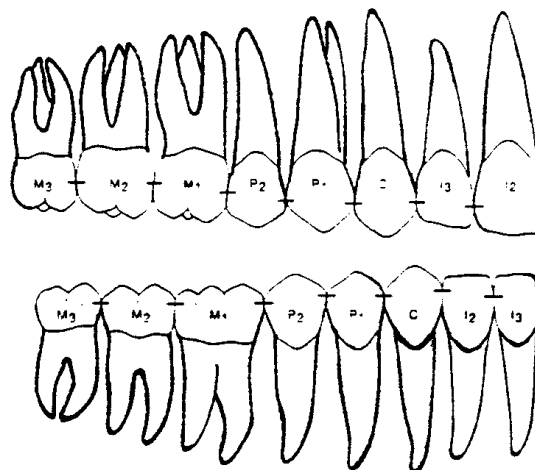
**Nahrungszerkleinerung**  
**Sprachbildung**  
**Streßverarbeitung**

### Frontzahngruppe

Mittlere Schneidezähne	-	Zentrale Incisivi (1er)
Seitliche Schneidezähne	-	Laterale Incisivi (2er)
Eckzähne	-	Canini (3er)

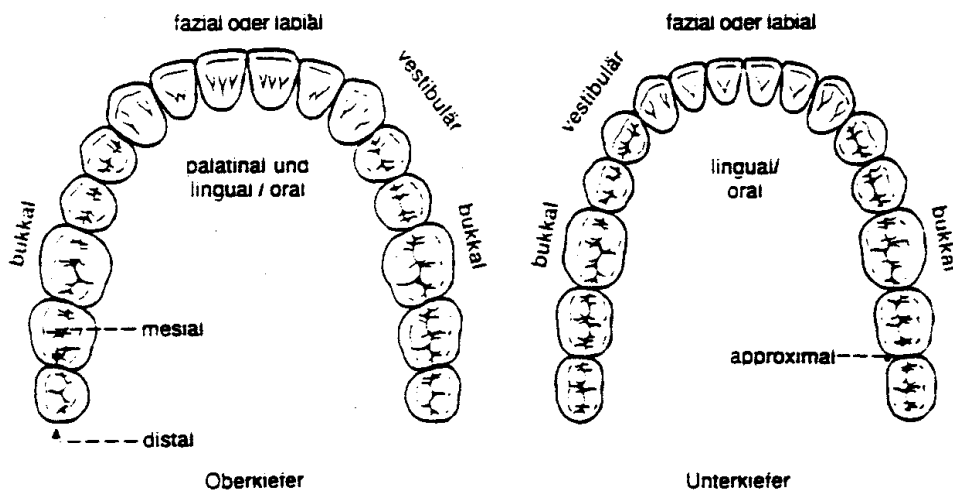
### Seitenzahngruppe

Erste Backenzähne	-	Erste Prämolaren (4er)
Zweite Backenzähne	-	Zweite Prämolaren (5er)
Erste Mahlzähne	-	Erste Molaren (6er)
Zweite Mahlzähne	-	Zweite Molaren (7er)
Dritte Mahlzähne	-	Dritte Molaren (8er), Weisheitszähne



## Flächenbezeichnungen am Zahn

incisal	=	schneidekantenwärts
okklusal	=	kaufächenwärts
approximal	=	zahnzwischenraumwärts
apikal	=	wurzelwärts
cervical	=	zahnhalwärts
mesial	=	zur Zahnbogenmitte hin (nach vorne)
distal	=	von der Zahnbogenmitte weg (nach hinten)
lingual	=	zungenwärts (UK)
palatinal	=	gaumenwärts (OK)
labial	=	lippenwärts
bukkal	=	wangenwärts
vestibulär	=	labial und bukkal
facial	=	gesichtwärts
oral	=	mundhöhlenwärts



## Internationales Gebißschema

Die erste Ziffer bezeichnet die einzelnen Kieferquadranten von 1 bis 4 (oben rechts 1, oben links 2, unten links 3, unten rechts 4). Die zweite Zahl bezeichnet die einzelnen Zähne von 1 = mittlerer Schneidezahn bis 8 = Weisheitszahn.

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

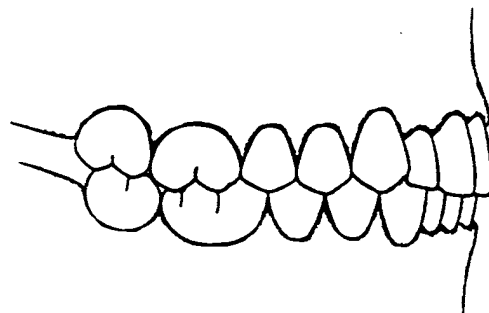
Die oberen mittleren Schneidezähne sind doppelt so breit wie die unteren. Dadurch liegt die untere Zahnreihe in **sagittaler** Richtung mesial zur oberen und es ergibt sich eine alternierende 1 : 2- Verzahnung. Der untere mittlere Schneidezahn und der obere Weisheitszahn haben nur einen Gegenzahn (=Antagonist). Alle anderen Zähne haben zwei Antagonisten.

## Seitenzahnrelation

### Angle-Klassifikation

#### **Klasse I Verzahnung** (*Regelverzahnung oder Neutralokklusion*)

Der distobukkale Höcker des unteren ersten Molaren steht in der zentralen Grube des oberen ersten Molaren (rein dentale Klassifikation).

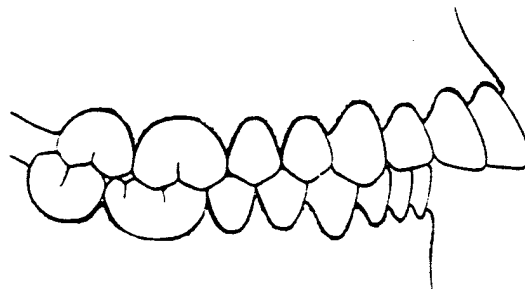


#### **Klasse II Verzahnung** (*Distalokklusion*)

Der untere erste Molar steht zum oberen ersten Molaren zu weit distal (rein dental).

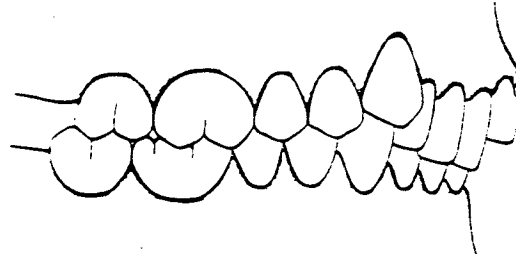
#### **Klasse II/1** (*-Syndrom: Distalbiß*)

Distalokklusion mit protrudierter oberer Front, meist Unterkieferrücklage, schmalem Oberkiefer, hohem Gaumen ("gotischer Bogen"), tiefem Biß, vergrößerter sagittaler Stufe, und schlaffer circumoraler Muskulatur .



**Klasse II/2 (-Syndrom: Deckbiß)**

Distalokklusion mit steilstehender oberer Front (die seitlichen Incisivi überlappen oft die mittleren von vorne), meist Unterkieferrücklage, breitem, schachtelförmigen Oberkiefer, tiefem Biß und straffer circumoraler Muskulatur.

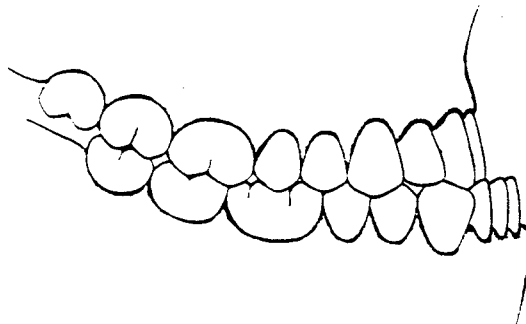


**Klasse III Verzahnung (Mesialokklusion)**

Der untere erste Molar steht zum oberen ersten Molaren zu weit mesial (rein dental).

**Klasse III (-Syndrom: Progenie)**

Mesialokklusion mit verkehrtem Überbiß in der Front (oft kompensatorisch protrudierte obere Front, retrudierte untere Front), meist Kreuzbiß im Seitenzahnbereich, großem Kinn und verstrichener Mentolabialfalte.



**Orthognathie**

Korrekte skelettale sagittale Position eines Kiefers zum Schädel.

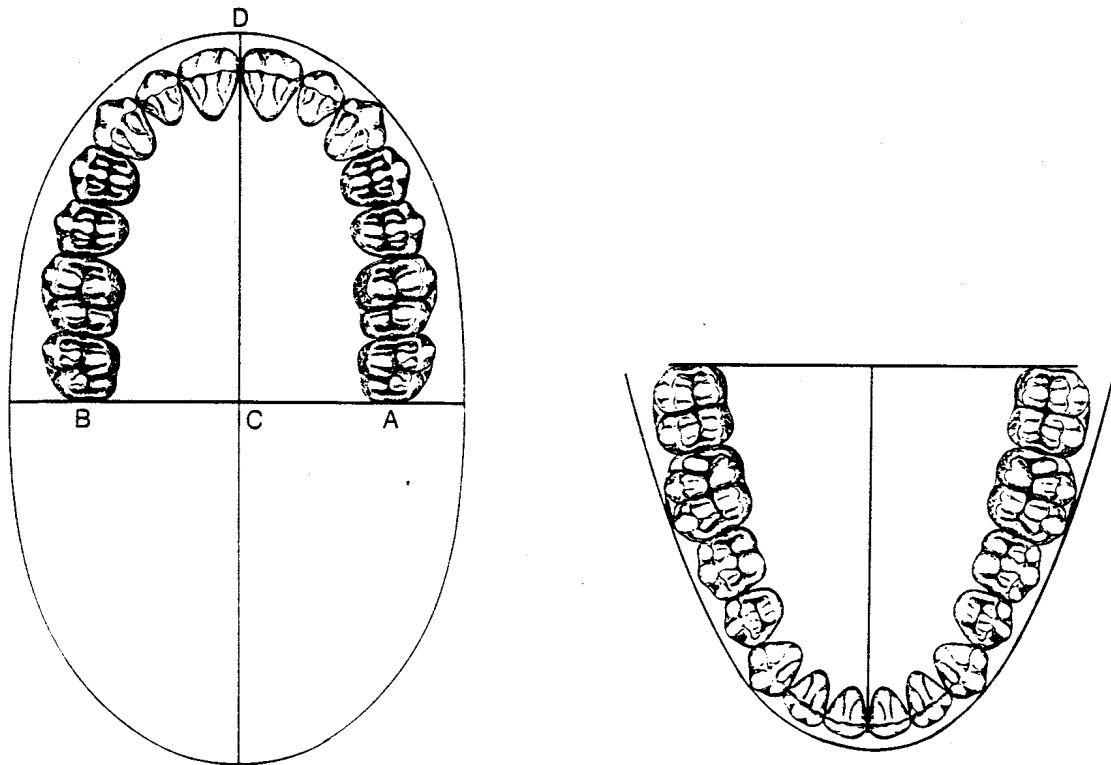
**Prognathie (maxillär, mandibulär)**

Skelettale Vorlage eines Kiefers

## **Retrognathie (maxillär, mandibulär)**

Skelettale Rücklage eines Kiefers

Der obere Zahnbogen hat die Form einer halben Ellipse, der untere die Form einer Parabel.



In **transversaler** Richtung ist der obere Zahnbogen um einen Höcker breiter als der untere. Die Oberkieferseitenzähne überragen daher die unteren um eine Höckerbreite nach vestibulär.

## **Kreuzbiß**

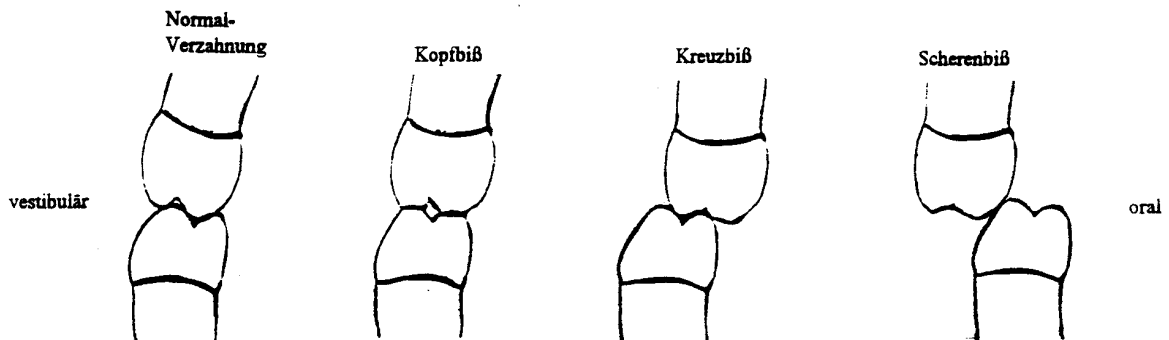
Die bukkalen Höcker der Unterkieferseitenzähne überragen die des Oberkiefers nach vestibulär.

## **Kopfbiß**

Die Höckerspitzen des Ober- und Unterkiefers treffen aufeinander.

## Scherenbiß

Die palatinalen Höcker des Oberkiefers überragen die des Unterkiefers nach vestibulär.



In der **Horizontalen** ergibt sich bei Regelverzahnung im Kauflächenbereich eine Höcker-Fossa/ Höcker-Randleisten-Beziehung.

### Arbeitshöcker (*Stampfhöcker, tragende Höcker, zentrische Höcker*)

Treffen im Fossa- oder Randleistenbereich der Antagonisten auf.

- im Oberkiefer - palatinale Höcker
- im Unterkiefer - bukkale Höcker

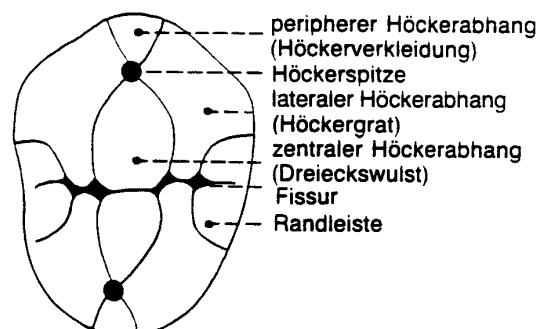
Sie haben die Aufgabe, die Nahrung zu zerstampfen.

### Nichtarbeitshöcker (*Scherhöcker, Balancehöcker*)

Finden keine Auftreffpunkte der Antagonisten.

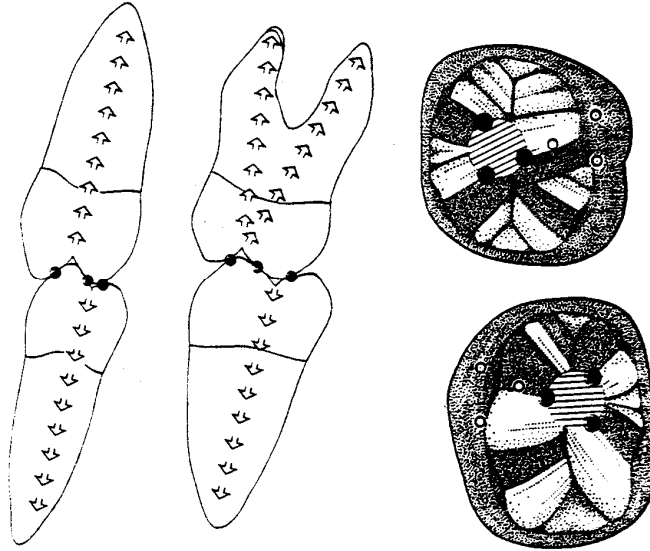
- im Oberkiefer - bukkale Höcker
- im Unterkiefer - linguale Höcker

Die Dreieckswülste der Nichtarbeitshöcker zerschneiden die Nahrung, die durch die Zahnreihen gezogen wird.

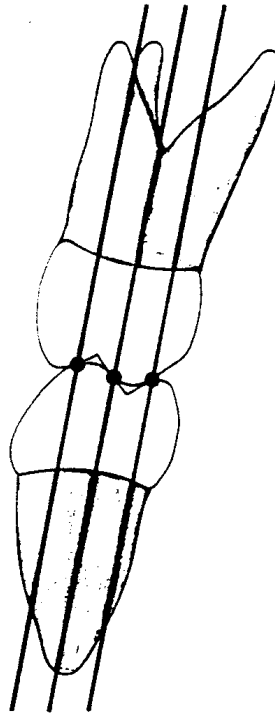


## Tripodismus

Rastet ein Molarenstampfhöcker in eine Grube ein, wird er von 3 Dreieckswülsten umfaßt. Dadurch entsteht theoretisch ein Dreipunktkontakt, der als Tripod bezeichnet wird.

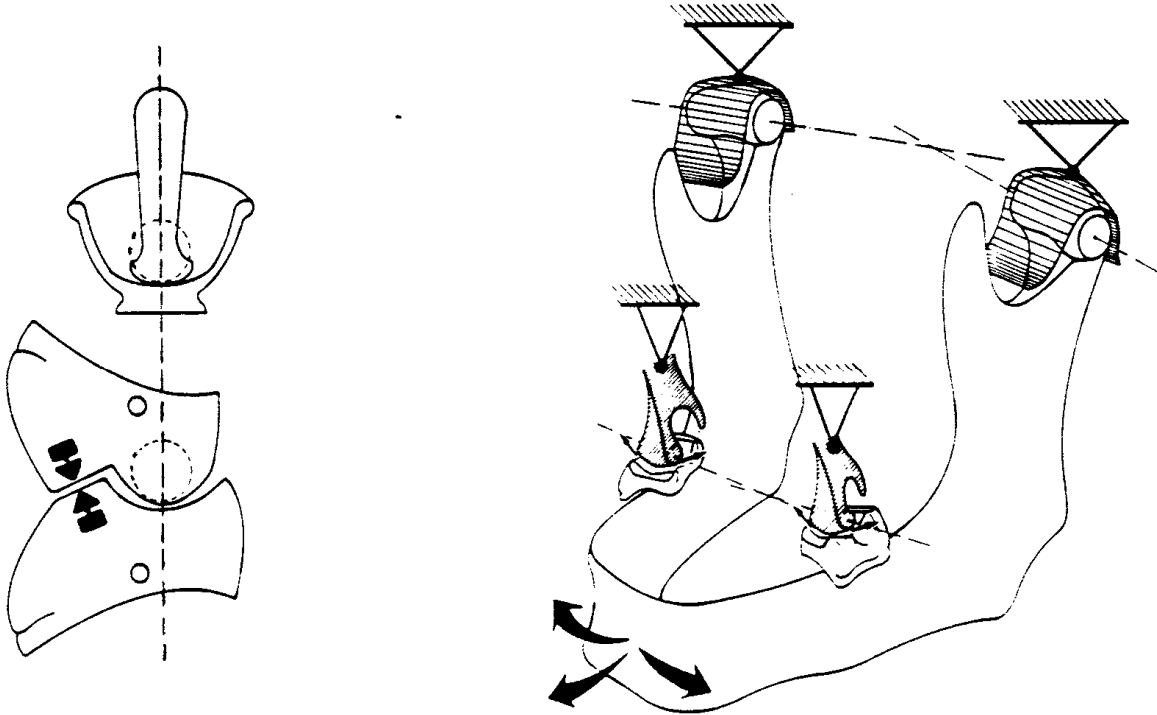


Die tragenden Höcker sind punktförmig an den zentralen Höckerabhängen der Antagonisten abgestützt. Die Kaukräfte werden in Richtung der Wurzelachse weitergeleitet.



## Mörser-Pistill-Prinzip

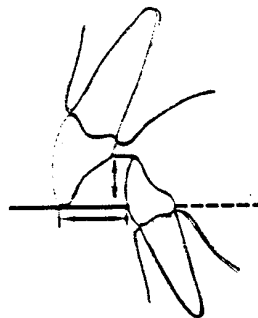
Gerber verwendet in der Totalprothetik kondylenförmige Zähne, um eine bessere Kaustabilität zu erreichen. Die palatinalen Höcker der oberen Seitenzähne repräsentieren den Stößel (= Pistill, Mikrokondyl), der die Nahrung in der weiten Mulde (= Mörser, Mikrogelenkspfanne) der Antagonisten zerkleinert.



## Frontzahnrelation

### Over-bite (Überbiß)

Vertikaler Überbiß in der Front, normal bis 2 mm



### **Over-jet** (*Sagittale Stufe*)

Horizontaler Überbiß in der Front, normal bis 2 mm

### **Tiefer Biß**

Überbiß von mehr als 4 mm

### **Offener Biß**

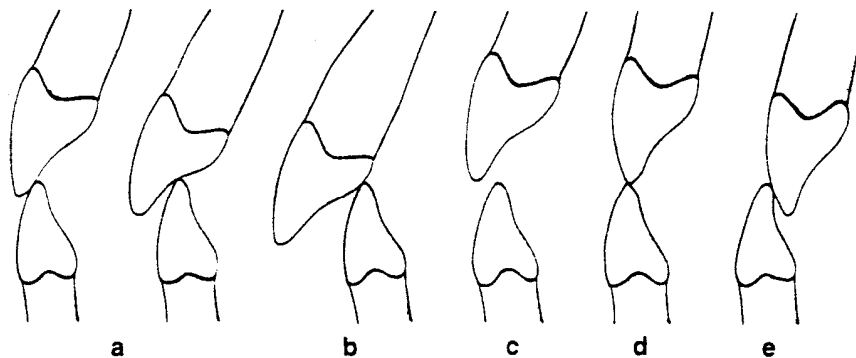
Negativer Überbiß, die Frontzähne überlappen einander nicht (kein Kontakt).

### **Kopfbiß**

Die Schneidekanten der unteren und oberen Frontzähne stehen aufeinander.

### **Verkehrter Überbiß**

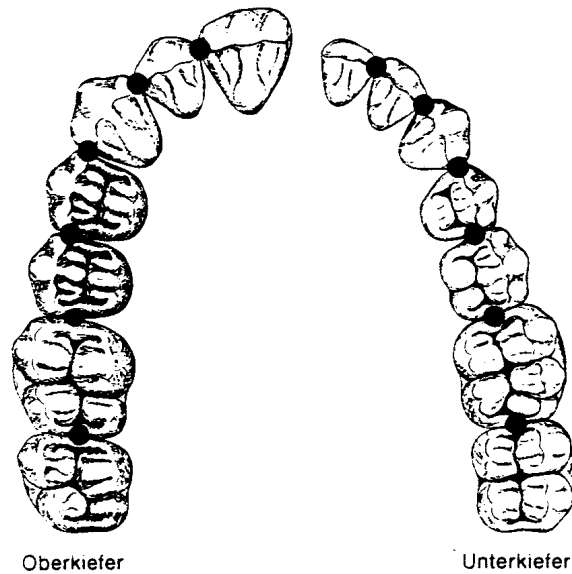
Negativer over-jet. Die untere Front überragt die obere nach vestibulär.



Verzahnung der Frontzähne in sagittaler Richtung.  
a) Scherenbiß. b) Tiefer Biß. c) Offener Biß. d) Kopfbiß. e) Umgekehrter Überbiß.

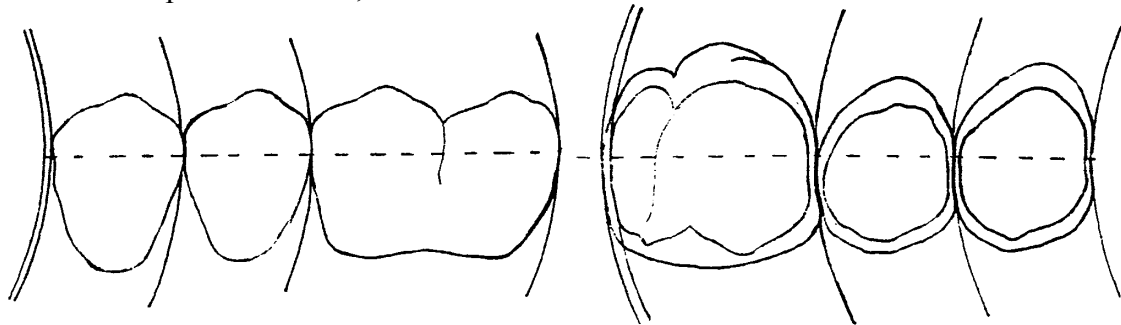
## Kontaktpunkte

Interdentale Abstützung zweier benachbarter Zähne zueinander.

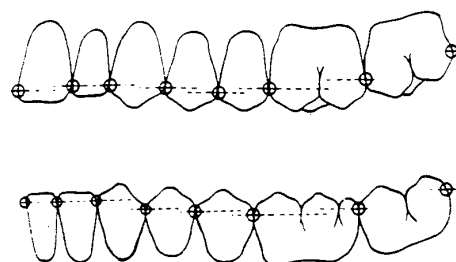


Im koronalen Drittel der Zähne gelegen, in der Front eher labial, seitlich nähern sie sich zunehmend dem Fissurenbereich an.

Beim Jugendlichen eher punktförmig. Durch die Mesialwanderung der Zähne (= **Mesialdrift**) entstehen mit zunehmendem Lebensalter flächenförmige, sphärische Kontaktzonen, wobei die distalen Kontaktpunkte konvex, die mesialen konkav sind.



Von vestibulär gesehen folgen sie in ihrer Aneinanderreihung der sagittalen Okklusionskurve (Spee'sche Kurve - siehe später).

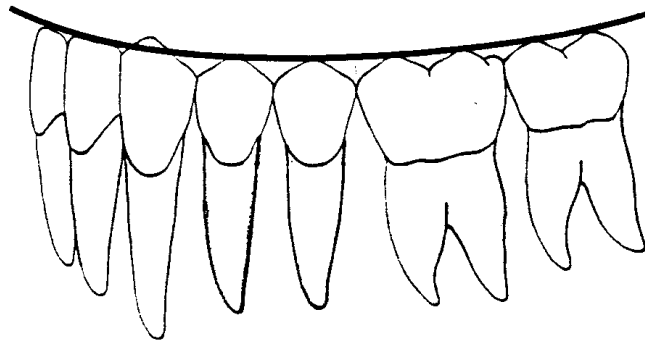


## Okklusionskurven

### Spee'sche Kurve

Sphärik der Okklusion in der Sagittalen. Betrachtet man die Höckerspitzen der Unterkieferzahnreihe von vestibulär, bildet die Verbindungslinie der bukkalen Höckerspitzen eine nach unten konvexe Kurve, deren tiefster Punkt in der Gegend des ersten Molaren (= **Kauzentrum**) liegt.

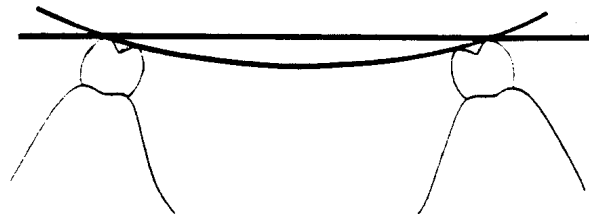
Der Kieler Anatom Graf Spee beschrieb 1870 eine Kurve, deren Verlängerung durch das Kiefergelenk verläuft. Im Allgemeinen verläuft sie jedoch flacher. Sie entsteht während des Wachstums, um die zunehmende Distanz der Kauebene vom Kiefergelenk zu verringern.



### Wilson'sche Kurve

Sphärik der Okklusion in der Transversalen.

Höckerverbindungsline der Unterkieferseitenzähne in transversaler Richtung. Der Verlauf entsteht dadurch, daß die lingualen Höcker der Unterkieferseitenzähne niedriger liegen als die bukkalen.



### Monson'sche Kurve

Die der Wilson-Kurve entsprechende Kurve im Oberkiefer

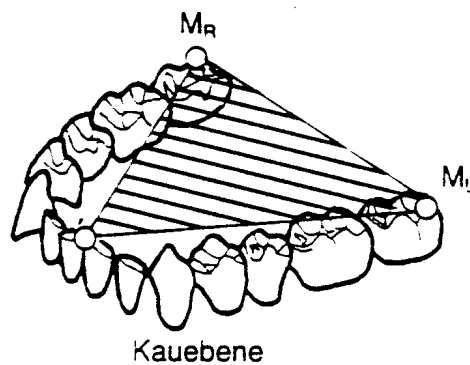
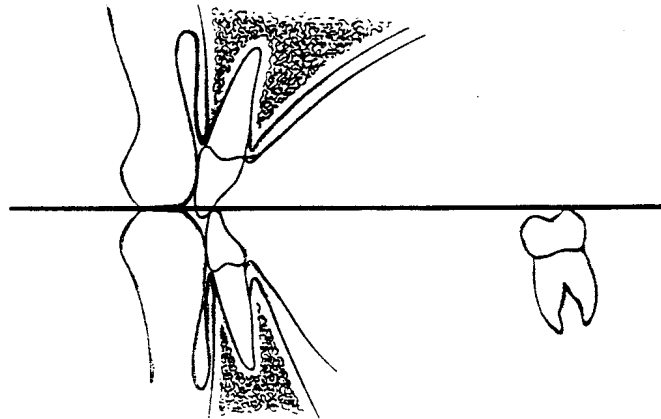
## Okklusale Bezugsebenen

### Inzispunkt

Mitte zwischen den Schneidekanten der zentralen Unterkieferinzisivi.

### Kauebene (Okklusionsebene)

Verläuft durch den Inzispunkt und den höchsten Punkt der disto-bukkalen Höckerspitzen der beiden zweiten Unterkiefermolaren (7er).



### Camper'sche Ebene

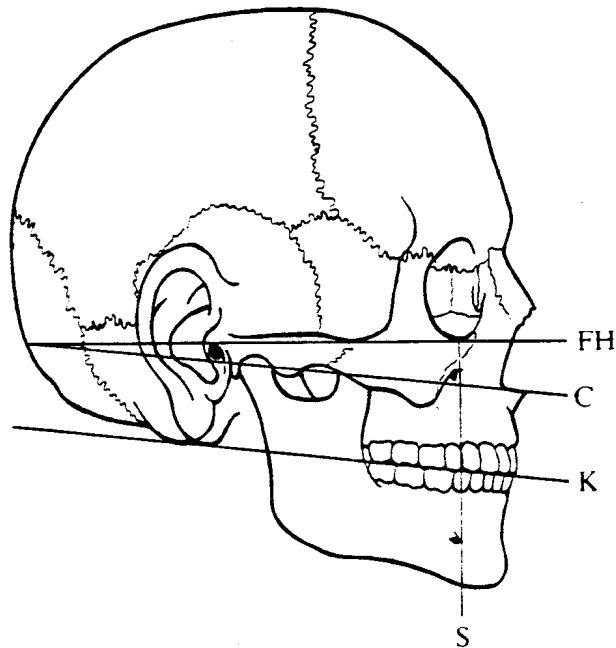
Vom untersten Punkt des linken und rechten Porus acusticus externus zur Spina nasalis anterior.

Die Camper'sche Ebene verläuft parallel zur Okklusionsebene.

## Frankfurter Horizontale

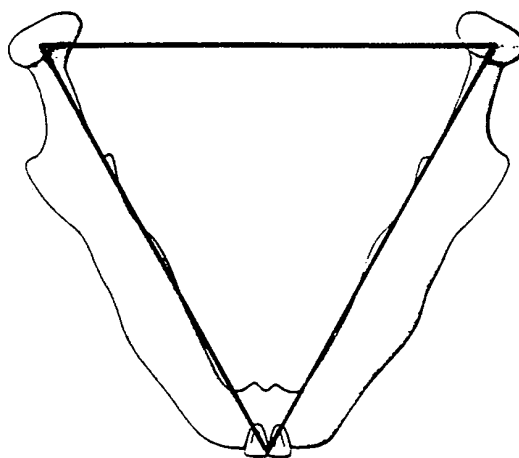
Vom oberen Rand des Porus acusticus externus zum tiefsten Punkt des Margo infraorbitalis der knöchernen Orbita (entspricht in etwa der Achse-Orbital-Ebene, siehe später).

Die Frankfurter Horizontale bildet mit der Camper'schen Ebene einen Winkel von 10 - 15 °.



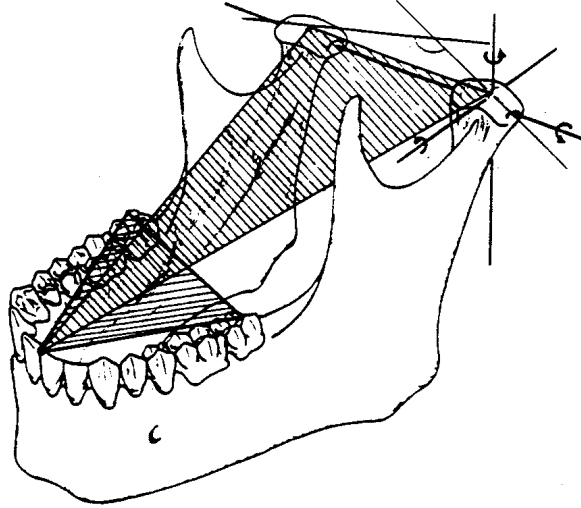
## Bonwill'sches Dreieck

Der Abstand des Inzisalpunktes zum Mittelpunkt der Kondylen ist gleich groß wie der Abstand zwischen den Mittelpunkten der beiden Kondylen (= **Interkondylarabstand**). Dadurch entsteht ein gleichseitiges Dreieck von ca. 10 cm Seitenlänge.



## Balkwill-Winkel

Winkel zwischen Bonwill'schem Dreieck und Kauebene von 20 - 25 °.



Die Lage der Kauebene zu den genannten Bezugsebenen gibt Auskunft über die Orientierung der Zahnreihen im Gesichtsschädel.

## Okklusion

Jeder Berührungskontakt der Zahnreihe des Oberkiefers mit derjenigen des Unterkiefers.

Der Begriff bezeichnet das formanaloge Ineinandergreifen von Kauflächen, den Zahnkontakt als räumliche Definition, jede Art der punkt-oder flächenförmigen Berührung von Zahnkronen und das räumliche Gesamtbild aller zusammentreffenden Zahnoberflächen eines Kausystems.

### Statische Okklusion

Zahnkontakte bei unbewegtem Unterkiefer in geschlossener Position.

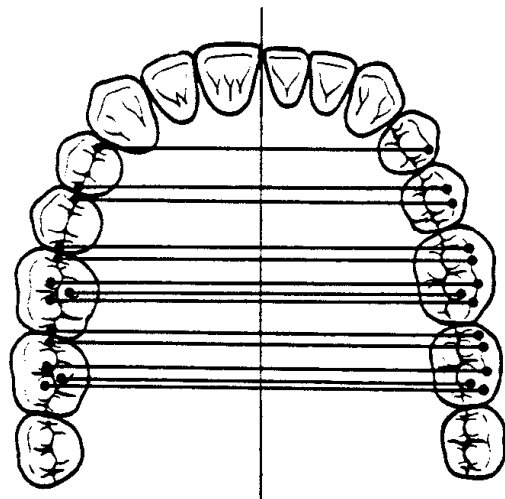
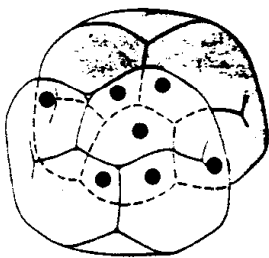
### Maximale Interkuspitation

Maximaler Vielpunktkontakt in geschlossener Position, statische Okklusion mit maximalem Vielpunktkontakt (rein zahnbezogene Positionsbeschreibung).

### Zentrische Kontakte (*Zentrische Stops*)

Höcker-Fissuren- bzw. Höcker-Randleistenkontakte in geschlossener Position (siehe Tripodismus) und zentrierter Kondylenposition.

Höcker, welche in eine Grube am Antagonisten eingreifen, haben Kontakt an drei Punkten, Höcker, welche auf Randleisten treffen, haben Kontakt an zwei Punkten.



### **Dynamische Okklusion** (*Artikulation*)

Jegliche Gleitbewegung der Zahnreihen an- bzw. aufeinander (im Gegensatz zur freien Unterkieferbewegung), Zahnkontakte bei Bewegung des Unterkiefers.

Der Oberkiefer mit seiner Zahnreihe ist feststehend.

Die Unterkieferzahnreihe wird gegen die Oberkieferzähne bewegt.

### **Protrusion**

Der Unterkiefer bewegt sich aus der maximalen Interkuspitation symmetrisch nach vorne.

### **Retraktion**

Der Unterkiefer bewegt sich aus der Protrusionsposition in die maximale Interkuspitation zurück.

### **Retrusion**

Der Unterkiefer bewegt sich aus der maximalen Interkuspitation nach hinten.

### **Laterotrusion**

Der Unterkiefer bewegt sich aus der maximalen Interkuspitation zur Seite.

### **Laterotrusionsseite** (*Arbeitsseite*)

Unterkieferabschnitte, die sich bei der Seitwärtsbewegung von der Mitte weg bewegen.

### **Mediotrusionsseite** (*Nichtarbeitsseite, Balanceseite*)

Unterkieferabschnitte, die sich bei der Seitwärtsbewegung zur Mitte hin bewegen.

**Mediotrusion** (*Balancebewegung*)

Seitbewegung der Nichtarbeitsseite zur Mitte hin.

### **Lateroretraktion**

Bewegung des Unterkiefers aus der Lateralposition in die maximale Interkuspitation zurück.

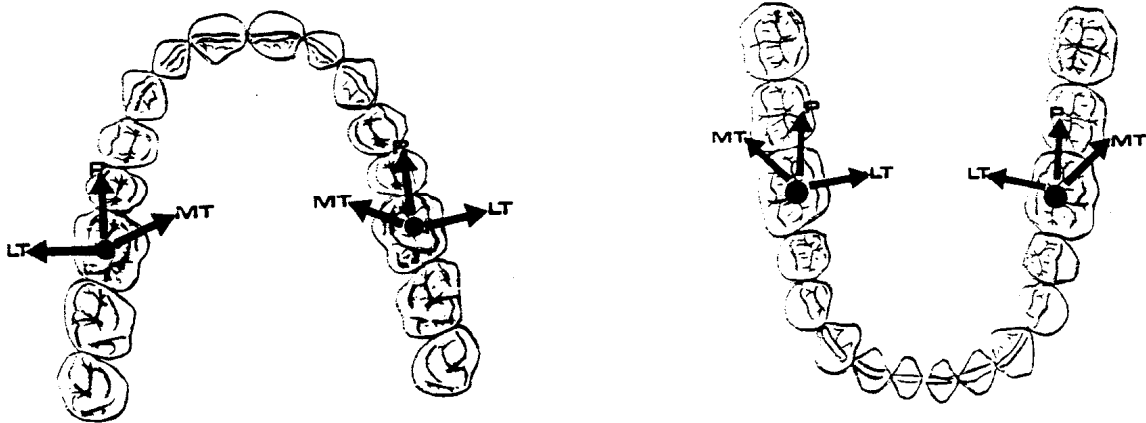
### **Surtrusion**

Bewegung des Unterkiefers aus der maximalen Interkuspitation nach oben.

### **Detrusion**

Bewegung des Unterkiefers in die maximale Interkuspitation nach unten.

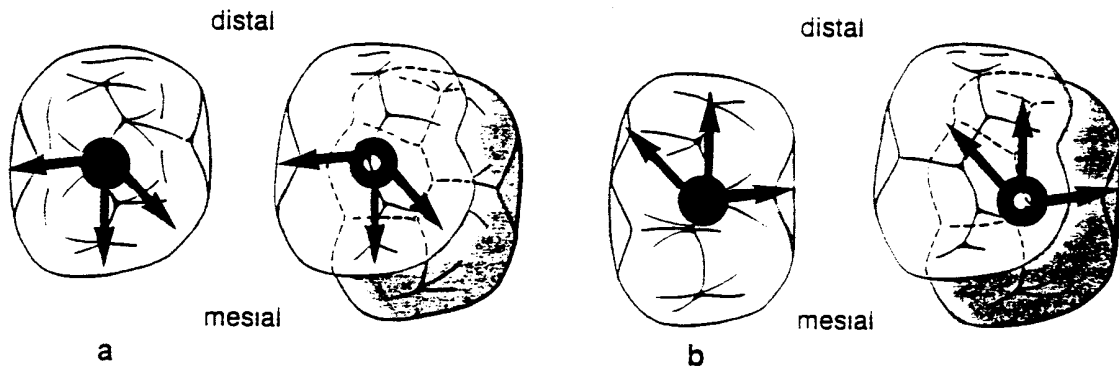
Bewegungsbahnen der Arbeitshöcker in den Kauflächen der Antagonisten bei Protrusion (P), Mediotrusion (MT), und Laterotrusion (LT).



( Siehe auch unter "Immediate side shift".)

## "Gnathologischer Vogel":

Die Spitze des Arbeitshöckers schreibt - wie der Schreibstift auf der Schreibplatte - auf dem jeweiligen Antagonisten im Unterkiefer hinein, im Oberkiefer heraus.



- a) Weg des disto-bukkalen Höckers eines unteren Molaren in der Kaufläche seines Antagonisten. Bei der Protrusion gleitet der Höcker durch die Längsfissur nach mesial. Bei der Laterotrusion gleitet er zwischen den bukkalen Höckern hindurch nach lateral. Auf der Mediotrusionsseite gleitet er entlang der Grube des mesio-palatinalen Höckers nach medio-ventral.
- b) Weg des mesio-palatinalen Höckers eines oberen Molaren in der Kaufläche seines Antagonisten.

## Frontzahnführung

Dynamische Okklusion zwischen Ober-und Unterkiefer**front**zähnen

## Eckzahnführung

Dynamische Okklusion zwischen Ober-und Unterkiefer**eck**zähnen

## Gruppenführung

Dynamische Okklusion zwischen **Seiten**zähnen der Laterotrusionsseite.

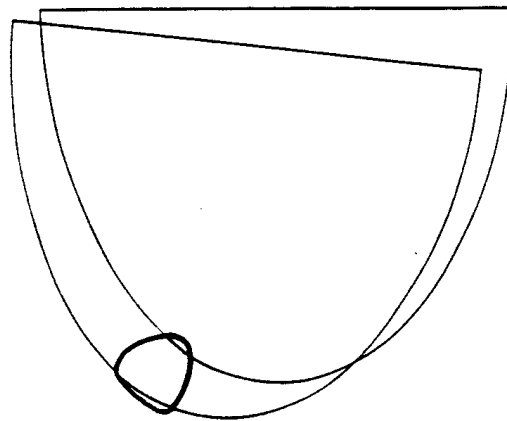


## Okklusionskonzepte

### Eckzahngeschützte Okklusion

Die Führung der Bewegung erfolgt durch die Eckzähne, der übrige Front- und Seitenzahnbereich diskludiert.

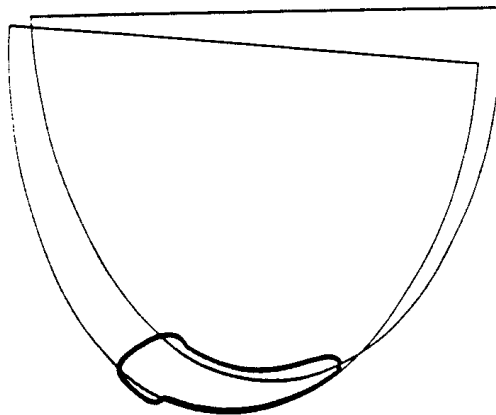
Die reine steile Eckzahnführung ist im natürlichen Gebiß selten. Bei der dominanten Eckzahnführung stehen in jeder geführten Unterkieferposition außerhalb der maximalen Interkuspitation sofort alle Schneide- und Seitenzähne in vollständiger Disklusion.



### Front-Eckzahngeschützte Okklusion

Die Führung der Bewegung erfolgt durch die gesamte Frontzahngruppe (3-3), der Seitenzahnbereich diskludiert.

Kommt im natürlichen Gebiß am häufigsten vor (57%). Alle Seitenzähne stehen in jeder geführten Unterkieferposition außerhalb der maximalen Interkuspitation sofort in vollständiger Disklusion.

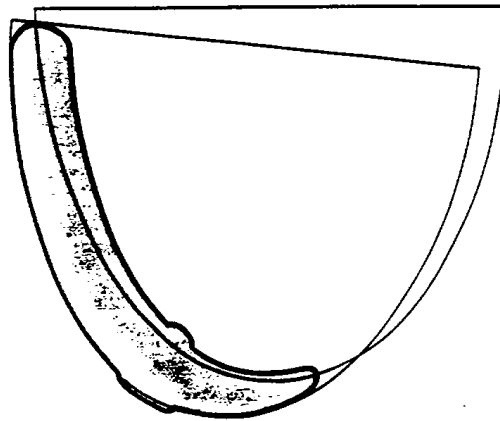


**Konzept der Wahl im natürlichen Gebiß.**

## **Unilateral balancierte Okklusion**

Die Führung der Bewegung erfolgt gleichmäßig durch den Eckzahn und die Seitenzähne der Laterotrusionsseite. Es diskludiert nur die Balanceseite.

Findet sich im natürlichen Gebiß in zweiter Häufigkeit. Bei der Protrusion diskludieren die Seitenzähne unter Front-Eckzahnführung.

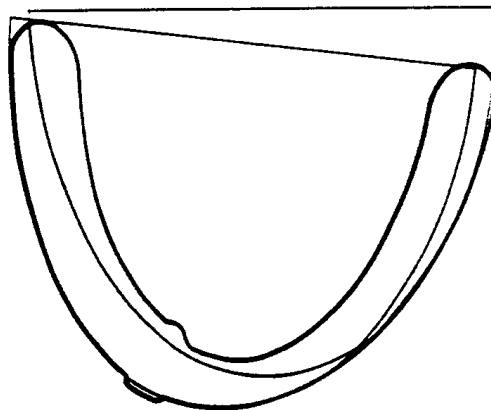


## **Bilateral balancierte Okklusion**

Simultan bilateral und posterior-anterior äquilibrierte Okklusion.

Allseitig gleichmäßige Gleitkontakte bei Artikulation durch Front-Eckzahnführung, Gruppenführung, Balancekontakte und Protrusionskontakte ohne Disklusion.

Dieses Konzept findet in der Totalprothetik Anwendung.



## Wechselseitig geschützte Okklusion (*Organische Okklusion*)

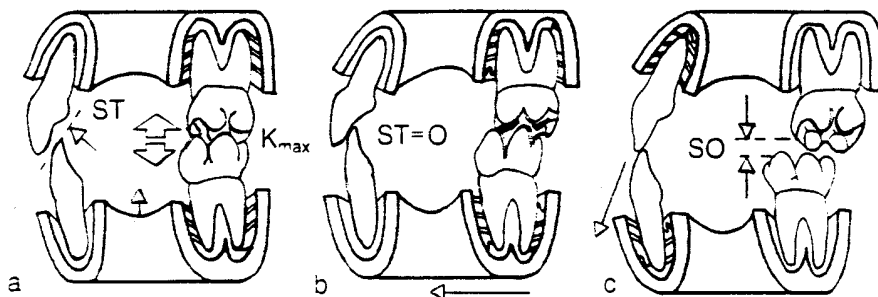
--> Die Seitenzähne stoppen die Schließbewegungen des Unterkiefers in der maximalen Interkuspitation.

--> Die Frontzähne berühren sich in zentrischer Okklusion nur federleicht.

--> Die Seitenzähne diskluieren bei Exkursionsbewegungen des Unterkiefers unter Front-Eckzahnführung. Bei Protrusion führt die gesamte Frontzahngruppe, bei Laterotrusion nur die Eckzähne und die Frontzähne der Arbeitsseite.

--> Die Front schützt den Seitenzahnbereich vor unerwünschtem okklusalem Trauma durch Disklusion bei Exkursionen.

--> Der Seitenzahnbereich schützt die Front vor protrusiver Überbelastung durch Abstützung der Okklusion in maximaler Interkuspitation.



## Okklusionsstörungen

### 1. Zentrische okklusale Interferenzen

Vorkontakte. Siehe später.

### 2. Exzentrische okklusale Interferenzen

Bei Artikulationsbewegungen des Unterkiefers soll der Okklusionskontakt der Seitenzähne aufgehoben werden (= **Disklusion**) und die Zahnhöcker ohne Kontakt aneinander vorbeigleiten. Ist dies nicht der Fall, spricht man von exzentrischen Kontakten.

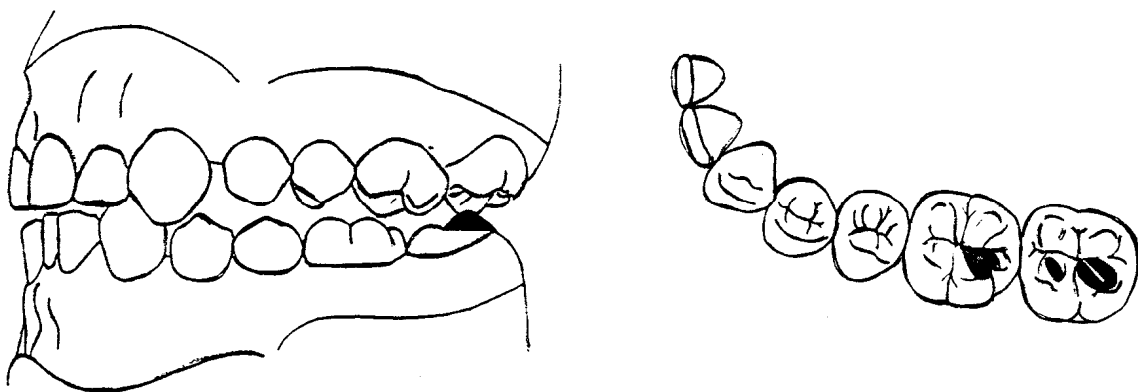


#### a. Laterotrusionskontakte

Gleitkontakte im Seitenzahnbereich auf der Arbeitsseite. Sind die Kontakte gleichmäßig über den gesamten Seitenzahnbereich verteilt (4-7 oder 3-7) spricht man von **Gruppenführung**

#### b. Balancekontakte

Gleitkontakte während der Unterkieferseitwärtsbewegung auf der Mediotrusionsseite bei gleichzeitiger Abstützung auf der Arbeitsseite. Die palatinalen Oberkieferhöcker gleiten auf den lingualen Dreieckswülsten der bukkalen Unterkieferhöcker.



#### c. Hyperbalancekontakte (*Hyperbalance*)

Die Führung der Bewegung erfolgt durch einen Balancekontakt, die Zahnreihen der Arbeitsseite diskludieren, die Front-/Eckzahnführung wird aufgehoben.

Sie können traumatisierend auf das Parodontium wirken, zu Spasmen des Musculus pterygoideus lateralis oder zu Parafunktionen führen. Zusätzlich bewirken sie eine Distraction des Kondylus der betroffenen Seite, da sie als Hypomochlion wirken, um das der Unterkiefer bei balancegeführter Lateralbewegung kippt.

Als häufig auftretende Ursachen für Hyperbalancen gelten falsch konstruierte Kauflächen auf Füllungen oder Kronen, gewanderte und in Zahnlücken gekippte oder elongierte Zähne, Weisheitszähne, ungünstige okklusale Bedingungen nach kieferorthopädischen Behandlungen oder anatomische Anomalien der Kauflächen.

#### d. Pro-, Retrusionskontakte

**Front-Eckzahnführung ist anzustreben.**

**Eine gleichmäßige Gruppenführung ist tolerierbar.**

**Balance- und Hyperbalancekontakte sind zu vermeiden.**

**Ausnahme: Totalprothetik:**

Durch die Herstellung einer bilateral balancierten Okklusion wird ein Abhebeln der Prothesen bei Artikulation verhindert ( nur im volljustierten Artikulator möglich !).

**Traumatische Okklusion**

Eine Okklusion, die durch Fehlbeanspruchungen einzelner Zähne oder Zahngruppen zu Veränderungen im stomatognathen System führt.

**Infra-Okklusion**

Vertikale Stellungsunstimmigkeit, bei der Zähne nicht mit Antagonisten okkludieren.

**Non-Okklusion**

Teilweise oder vollkommene Aufhebung des normalen Zahnreihenschlusses.

## **Vertikaldimension (*Bißhöhe*)**

Vertikale Gesichtsdimension, in der sich die Zahnreihen eines gesunden Kauorgans bei zentrierter Kondylenposition treffen.

## **Ruheschwebe**

Konstante, unbewußte Abstandhaltung des Unterkiefers vom Oberkiefer in aufrechter Körper- und gerader Kopfhaltung, bei der sich die Frankfurter Horizontale in waagrechter Lage befindet und die Kaumuskulatur Ruhetonus aufweist (Buchstabe "M" summen).

## **Interokklusaler Abstand (*Freeway-Space*)**

Vertikalabstand zwischen den Zahnreihen des Ober- und Unterkiefers bei Ruheschwebe von ca. 2 mm (= Differenz zwischen Ruheschwebe und Vertikaldimension)

Im Frontzahnggebiet ist er in etwa doppelt so groß wie im Seitenzahnbereich, da die Frontzähne von der Scharnierachse weiter entfernt sind ,als die Prämolaren und Molaren.

## **Sprechabstand**

Der minimalste Abstand, den die Oberkiefer- und Unterkieferzahnreihen beim Sprechen einnehmen (Buchstabe "S").

Er beträgt ca 2 mm. Ist er kleiner, ist die Vertikaldimension zu hoch, ist er größer, ist die Vertikaldimension zu nieder.

## **Kiefergelenk**

Es besteht eine dynamische Wechselbeziehung zwischen der Anatomie der Einzelzähne und der Funktion der Kiefergelenke.

Die knöchernen Anteile des Kiefergelenks sind:

**Caput mandibulae**

**Fossa articularis**

**Eminentia articularis**

Die Hauptbewegungen des Unterkiefers sind:

**Öffnungsbewegung** (*Öffnen-Schließen*)

**Protrusionsbewegung** (*Vor-Rückschub*)

**Lateralbewegung** (*Seitbewegung*)

**Kombinierte Bewegungen** (*Mahlbewegungen*)

Die Bewegungsmöglichkeiten des Kiefergelenks sind:

**Rotation** um eine **horizontale Achse**

**Rotation** um eine **vertikale Achse**

**Gleitbewegung** nach vorne und rückwärts

**Seitbewegung** (*Bennett-Bewegung, Immediate-side-shift*)

Der Diskus teilt den Gelenkraum in eine obere und eine untere Kammer.

Im unteren Gelenk finden vorwiegend Drehbewegungen statt.

Im oberen Gelenksbereich finden vorwiegend Schieb- und Gleitbewegungen statt.

### **Zentrale Relation**

Cranio-ventrale nicht seitverschobene Position beider Kondylen bei physiologischer Diskus-Kondylusrelation und physiologischer Belastung der beteiligten Gewebe. Es ist die Position, in der der Diskus-Kondyluskomplex zentriert in der Fossa articularis steht (rein gelenkbezogene Positionsbeschreibung). Alle Gewebe sind dabei entlastet.

Aus dieser Grenzposition erfolgen die Exkursionsbewegungen des Unterkiefers. Craniale und retrale Bewegungen sind nur in geringem Ausmaß ohne Belastung der Gelenksstrukturen möglich (je nach Gewebsresilienz...).

**Die zentrale Relation ist Bezugsposition für alle diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen.**

### **Zentrische Okklusion** (*Zentrale Okklusionsposition*)

Zentrale Relation der Kiefergelenke und maximale Interkuspitation stimmen überein (sowohl gelenk- als auch zahnbezogene Positionsbeschreibung. Idealfall.).

### **Retrudierte Kontaktposition** (*RKP*)

Erster Zahnkontakt bei Schließbewegung in zentraler Relation (sowohl gelenk- als auch zahnbezogene Positionsbeschreibung).

### **Habituelle Interkuspitation** (*IKP, Habituelle Okklusion, Schlußbißstellung*)

Gewohnheitsmäßig eingenommene Okklusion mit maximalem Vielpunktkontakt bei geschlossener Vertikale (rein zahnbezogene Positionsbeschreibung).

Hierbei kann ein Abgleiten aus der retrudierten Kontaktposition in die habituelle Interkuspitation erfolgen, wobei die Kondylen durch die Dominanz des okklusalen Reliefs dezentriert werden.

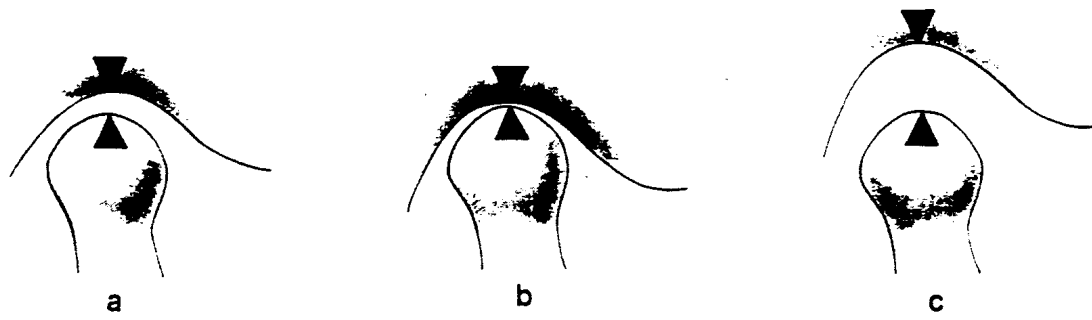
IKP und RKP können, müssen aber nicht übereinstimmen.

**Große Restaurationen müssen gelenkbezogen durchgeführt werden.**

**Nur, wenn der Kondylus bei gleichzeitiger korrekter Okklusion in maximalem Vielpunktkontakt im Zenit der Fossa articularis steht, ist eine Harmonie zwischen Kiefergelenk und Okklusion gegeben.**

**Wird dem Kondylus durch fehlerhafte Okklusion eine falsche Stellung aufgezwungen, ist das kondylo-okklusale System gestört.**

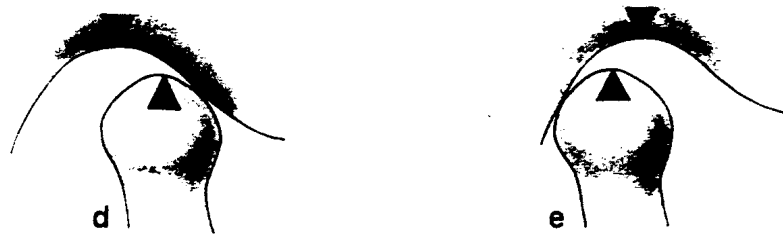
## Lageveränderungen des condylus articularis:



Physiologische Position

Kompression

Distraktion

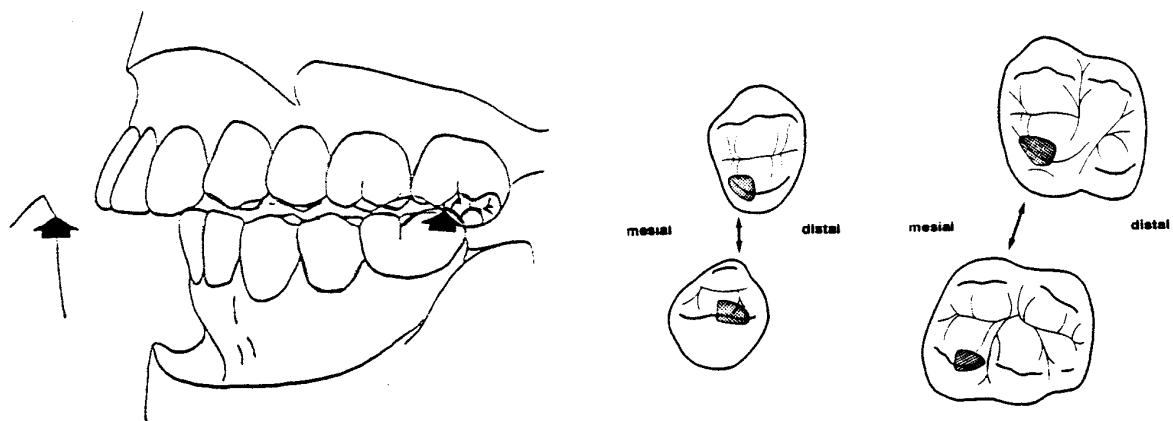


Anteriorverlagerung

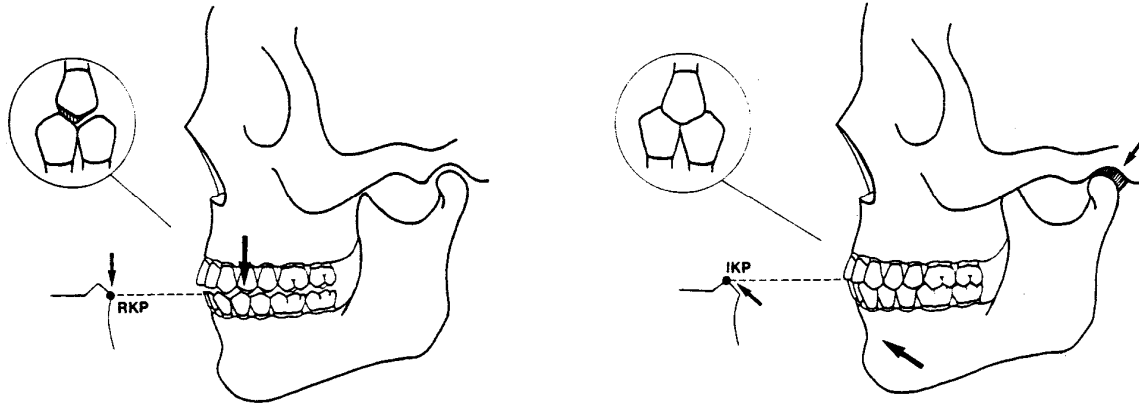
Posteriorverlagerung

## Vorkontakte (*Frühkontakte*)

Vorzeitige Kontakte eines Zahnes oder einer Zahngruppe in zentrischer Relation, die den Unterkiefer aus der zentrierten Kondylenposition in eine okklusale Zwangsposition führen. Sie führen zu einem symmetrischen oder asymmetrischen Gleiten oder wirken funktionell als Hypomochlion und kippen den Unterkiefer am Ende der Schließbewegung nach anterior oder posterior.



Dabei kommt die maximale Interkuspitation anterior der retrudierten Kontaktposition zu liegen und die Kondylen werden dezentriert.



Bei etwa 8 % der Bevölkerung befinden sich die Kondylen bei maximaler Interkuspitation in zentraler Relation in den Gelenkspfannen (IKP = RKP). Bei 92 % der Bevölkerung stimmt die retrudierte Kontaktposition mit der habituellen Interkuspitation nicht überein.

Vor- und exzentrische Kontakte werden auch als **okklusale Interferenzen** bezeichnet.

(Erstkontakte in zentrischer Relation:

Zur Klassifizierung der Verteilung der Erstkontakte in zentrischer Relation werden die Zahnreihen in Blöcke eingeteilt.

876      543      21 12      345      678

Unilateral zentrisch:

Nur zentrische Kontakte im ersten oder zweiten Quadranten (einseitige Non-Oklusion)

Unilateral exzentrisch:

Nur ein exzentrischer Kontakt im ersten oder zweiten Quadranten (Vorkontakt)

Bilateral symmetrisch:

Bilateral symmetrische Verteilung der Kontakte in RKP. Die Kontakte liegen im gleichnamigen Block.

Bilateral asymmetrisch:

Die Kontakte in RKP liegen nicht im gleichnamigen Block.)

### **Gleiten, symmetrisch**

Symmetrische Gleitbewegung von RKP in IKP nach vorne.

Beispiel: Distalbiß

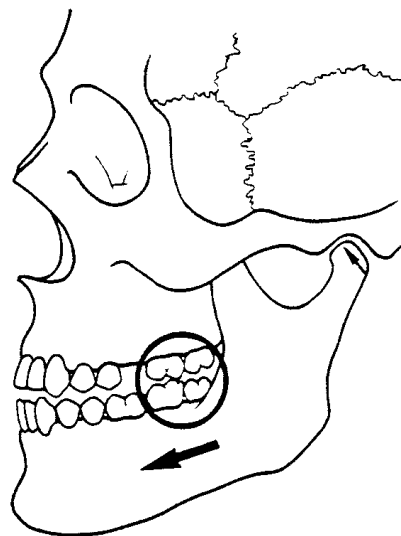
Die beiden unteren Eckzähne gleiten an den mesialen Abhängen der palatinalen Höcker der beiden oberen ersten Prämolaren in IKP.

Vorkontakte, die zu einem symmetrischen Gleiten führen bezeichnen wir als **zentrische Vorkontakte**.

### **Gleiten, asymmetrisch**

Asymmetrische Gleitbewegung von RKP in IKP nach vorne und seitlich.

Beispiel: einseitig gekippte obere Molaren

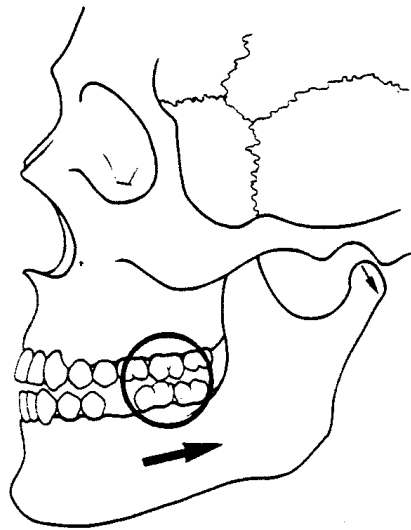


Vorkontakte, die zu einem asymmetrischen Gleiten führen bezeichnen wir als **exzentrische Vorkontakte**.

### **Retrales Gleiten**

Gleitbewegung von RKP in IKP nach hinten. Bei Bißsituationen, die den Unterkiefer nach retral zwingen.

Beispiel: Deckbiß, gekippte untere Molaren



### **Retrusive Stops**

Führende Gleitkontakte bei Retrusion. Sie sollen gleichmäßig über den Seitenzahnbereich verteilt sein.

### **Propulsionskontakte**

Führende Gleitkontakte bei Protrusion. Liegt keine Front-/Eckzahnführung vor, sollen auch die führenden Gleitkontakte bei Protrusion regelmäßig über den Seitenzahnbereich verteilt sein.

## Hypomochlion

Hypomochlien im Front-und Prämolarenbereich kippen den Unterkiefer nach posterior und führen zu einer **Kompression** im Gelenk.

Hypomochlien im Molarenbereich kippen den Unterkiefer nach anterior und führen zu einer **Distraktion** im Gelenk.

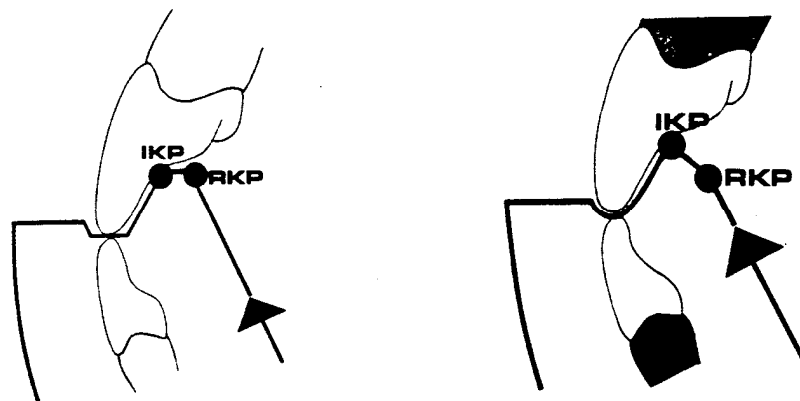
## Point Centric

Ist IKP gleich RKP, liegt eine gleitfreie Punkt-Zentrik vor. Meist nicht von Dauer. Auch bei perfekter Okklusion stellt sich allmählich eine Long Centric ein.

## Long Centric

Sagittal gerichtete symmetrische Gleitmöglichkeit des Unterkiefers von 0,5 bis 1,5 mm aus zentrierter Kondylenposition bei unveränderter Vertikaldimension.

"Physiologische" Freiheit in Zentrik ( **freedom in centric** ).



## Wide Centric

Breite Zentrik, leichtes transversales Gleiten bei Laterotrusionsbewegung.

## **Scharnierachse**

Aus der zentralen Okklusionsposition führt der Unterkiefer bis zu einer Öffnung von etwa 1,5 bis 2 cm eine reine Scharnierbewegung durch. Die dazugehörige ortsfeste gedachte Drehachse, um die sich die Rotationszentren der Kondylen dabei drehen, bezeichnet man als Scharnierachse.

### **Zentrische Scharnierachse** (*terminale Scharnierachse*)

In zentrierter Kondylenposition bestimmte Scharnierachse.

Als Referenzpunkte dienen die scheinbaren Durchtrittsstellen der Achse durch die Haut. Diese werden **Scharnierachsenpunkte** genannt.

### **Exakte Scharnierachse**

Pantographisch bestimmte individuelle Scharnierachse (Axiographie).

### **Arbiträre Scharnierachse**

Geschätzte Achse, Mittelwertachse.

Die wichtigsten Methoden zur arbiträren Achsenbestimmung sind:

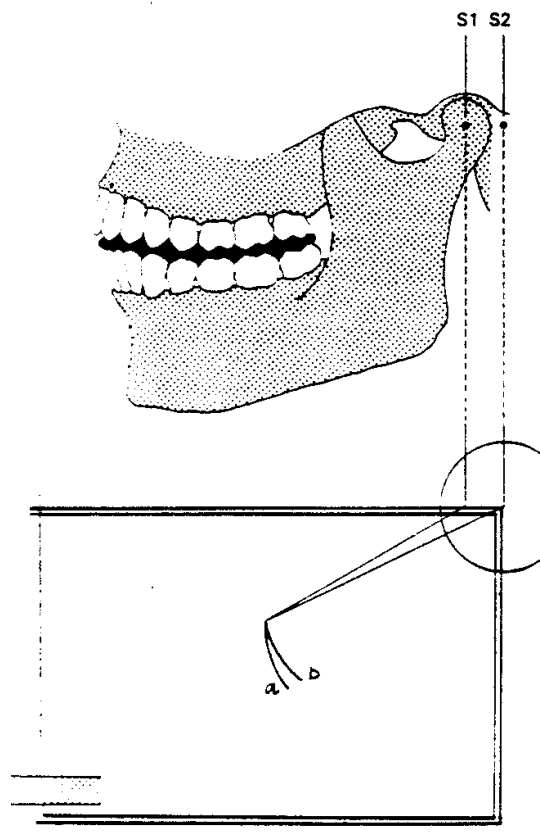
- 1) Posselt: 12 mm vor der Mitte des hinteren Tragusrandes auf der Tragus-Canthus-Linie
- 2) Ramfjord: 13 mm vor der Mitte des hinteren Tragusrandes auf der Tragus-Canthus-Linie
- 3) Hobo: 12 mm vor der Mitte des hinteren Tragusrandes auf der Tragus-Canthus-Linie und von dort 5 mm im rechten Winkel nach kaudal.
- 4) Gerber: findet die beiden arbiträren Achsenpunkte etwa 10 - 13 mm vor den äußeren Gehörgängen und zwar auf der Ohr-Nasen-Ebene (Camper'sche Ebene), indem er die lateralen Kondylenpole bei geöffnetem und geschlossenem Mund abtastet und im geschlossenen Zustand markiert.

5) Anatomischer Gesichtsbogen (Whip-Mix-Quickmount-Facebow und SAM):

Bei diesem Transferbogen bezeichnet eine Bohrung auf der Innenseite der Ohrlivens die Position der arbiträren Scharnierachse.

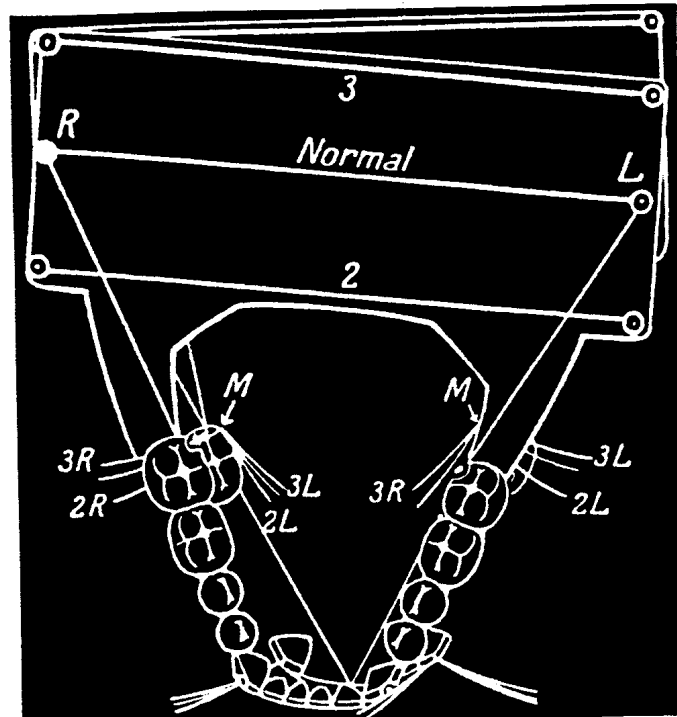
Vergleichende Scharnierachsenuntersuchungen ergaben, daß von den angeführten arbiträren Achsenbestimmungen nur die Methoden nach Posselt und Ramfjord innerhalb einer akzeptablen Toleranzgrenze (mittlere Distanz zur exakten Achse: 4,79 mm) zum exakten Scharnierachsenpunkt liegen. Die Methoden nach Gerber bzw. Hobo schnitten etwas weniger schlecht ab, als die mit dem anatomischen Gesichtsbogen.

Lokalisationsfehler der Scharnierachsenpunkte führen nicht nur zu einer vertikalen Veränderung am montierten Modell, sondern auch zu einer horizontalen Verschiebung.



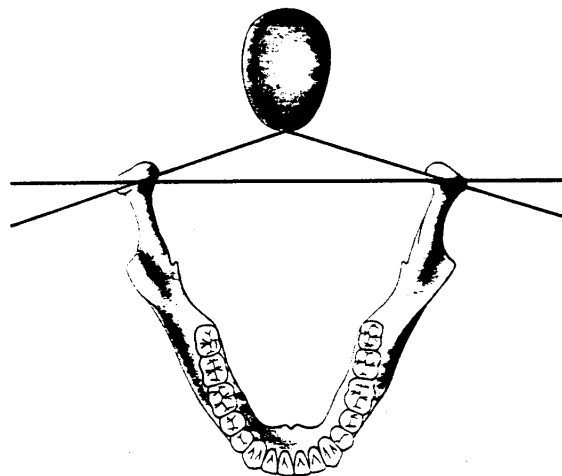
Liegen die geschätzten Scharnierachsenpunkte z. B. posterior oder kaudal des exakten Scharnierachsenpunktes, schließt der Unterkiefer durch den größeren Schließungsradius des Artikulators in einer nach posterior verschobenen Kontaktposition.

In der Horizontalen kommt es z. B. bei einer Achsenabweichung von 5 mm nach posterior bei einer Laterotrusion von 8 mm am disto-bukkalen Molarenhöcker zu einer okklusalen Diskrepanz von 270  $\mu$ .



## Kondylenachse

Die Gelenksachsen der Kondylen schneiden sich in etwa am Vorderrand des Foramen occipitale magnum.



## Interkondylarachse

Verbindet die Kondylenmittelpunkte

## Die 3 Ebenen des Schädels

Die Analyse der Kiefergelenksbewegungen erfolgt in den einzelnen Ebenen des Raumes.

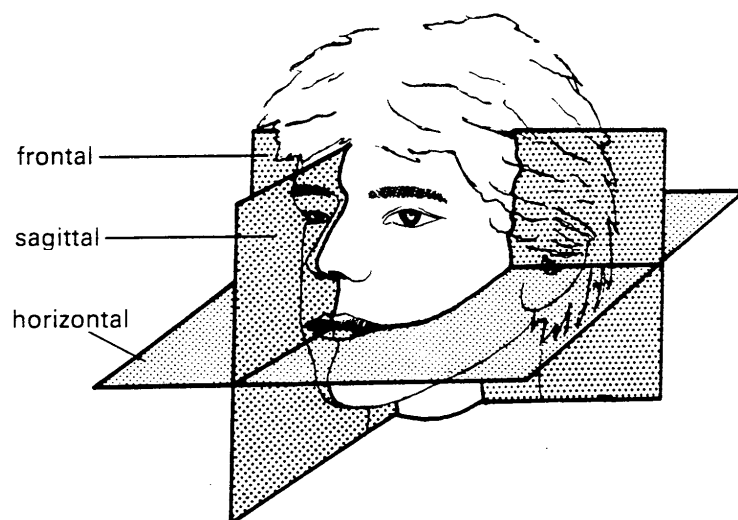
### Achse Orbitale Ebene

°Wird durch das linke Orbitale (unterster Punkt des knöchernen Orbitalrandes; auch Infraorbitale) und den rechten und linken zentrischen Scharnierachsenpunkt bestimmt. Prothetische Bezugsebene, die der **Horizontalen** entspricht.

### Median-Sagittale

Sagittalebene durch die Mitte des Gesichtsschädels

### Frontale

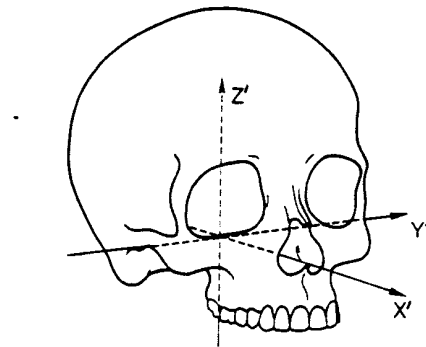


## Die 3 Achsen des Raumes

x-Achse = sagittale Achse

y-Achse = transversale Achse

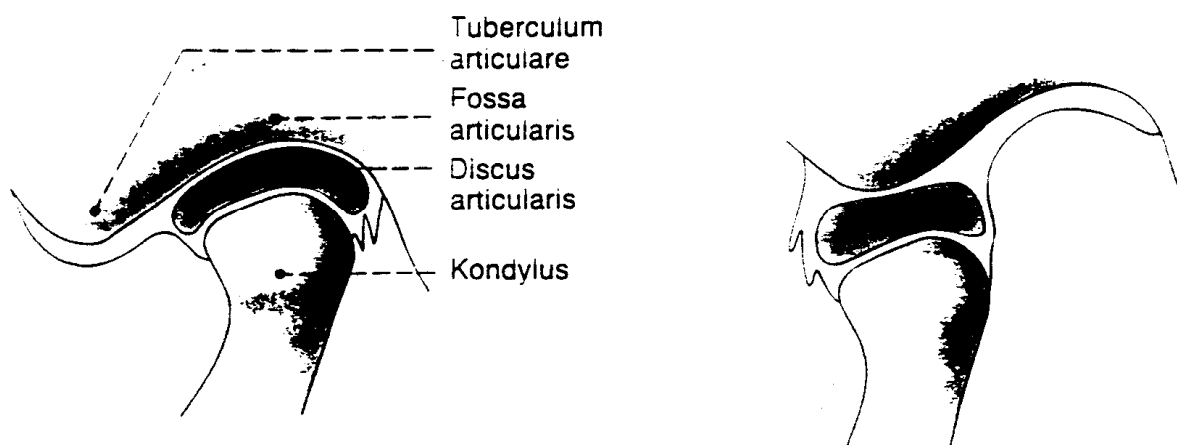
z-Achse = vertikale Achse



## Bewegungen des Kiefergelenks

### Öffnungsbewegung

Bei der Öffnungsbewegung führt der Kondylus zunächst eine reine Scharnierbewegung um eine horizontale Achse aus (= **Rotation**) und geht anschließend in eine Gleitbewegung nach vorne und unten über (= **Translation**).

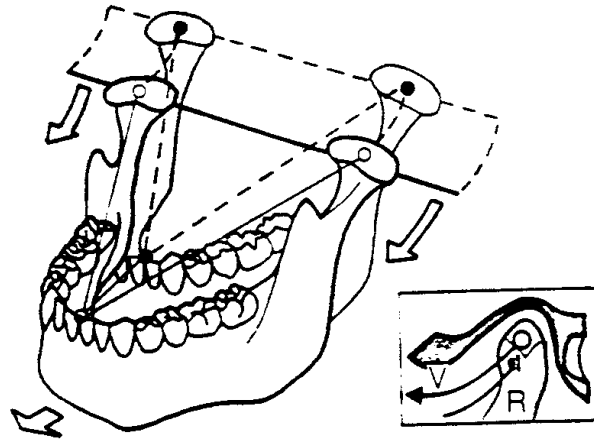


Kiefergelenk  
bei geschlossener Position

Kiefergelenk  
bei geöffneter Position

## Protrusionsbewegung

Bei der symmetrischen Vorschubbewegung bewegt sich die Scharnierachse des Unterkiefers nach vorne und unten. Der Weg, den die Kondylen am Abhang der Eminentia articularis dabei durchlaufen, wird als **Kondylenbahn** bezeichnet.



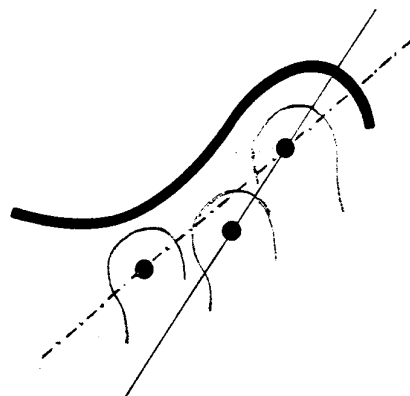
### **Kondylenbahnneigung** (*Kondylenbahnwinkel, horizontal condyl inclination, HCI*)

Winkel zwischen der Bahn des Kondylus bei der Protrusionsbewegung nach vorne und unten und der Achse-Orbitale projiziert auf die Median-Sagittale. Er beträgt mittelwertig **45°**

Er wird durch die Projektion folgender zweier Geraden auf die Median-Sagittale dargestellt:

- Einer Parallelen zu einer durch Schädelbezugspunkte festgelegten Geraden. Die jeweiligen Bezugspunkte sind anzugeben (z. B. Achse-Orbitale)
- Einer Geraden, welche gegeben ist durch die Verbindung zweier Punkte der Kondylenbahn.

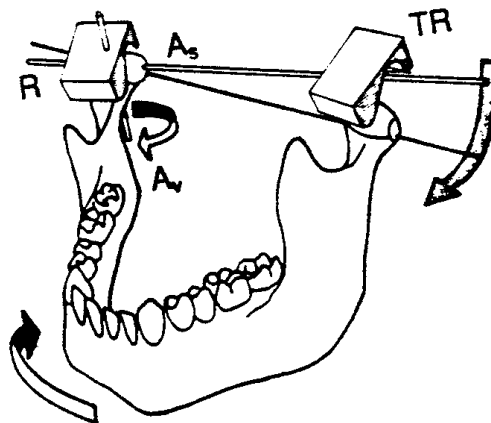
Der erste Punkt gibt die zentrische Scharnierachsenposition an, der zweite liegt mindestens 3 mm protrusiv davon.



Die Protrusion erfolgt in der Regel auf einer individuell gekrümmten Bahn (nummerierte SAM-Kondylargehäuse von unterschiedlicher Krümmung).

## Lateralbewegung

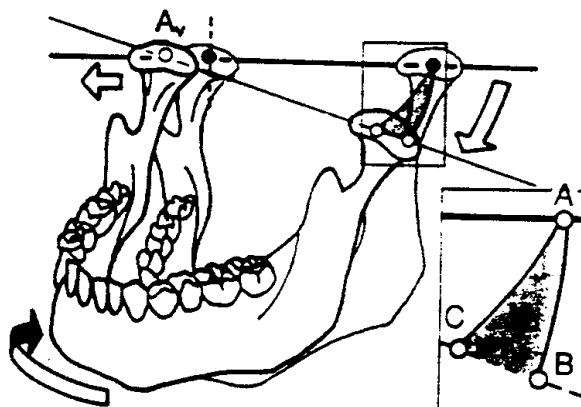
Der **Kondylus der Arbeitsseite** (*Arbeitskondylus, ruhender Kondylus*) kann dabei eine reine Rotation um eine vertikale Achse durchführen oder sich gleichzeitig im Raum bewegen:



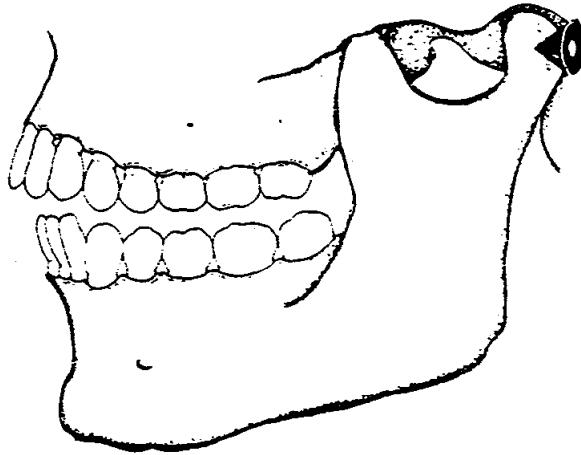
## Bennett-Bewegung

Seitliches räumliches Versetzen des Arbeitskondylus (und damit des gesamten Unterkiefers) nach außen am Beginn der Lateralbewegung durch Einzelaktivität des M. pterygoideus lateralis. Die körperliche Verschiebung des ruhenden Kondylus ermöglicht ihm, um die Vertikale zu rotieren.

Sie beträgt mittelwertig 0,50 mm.



Das Seitversetzen des Arbeitskondylus ist meist keine reine Lateralbewegung. Sie kann ablaufen als Laterosurtrusion, Laterodetrusion, Lateroretrusion oder Lateroprotrusion (86 %). Am besten läßt sich das Ausmaß der Bennett-Bewegung mit Hilfe eines 3 mm hohen und 60 ° spitzen Kegels darstellen, dessen Spitze im Zentrum der Rotation liegt und dessen Achse mit der zentralen Scharnierachse zusammenfällt.



Der **Kondylus der Nichtarbeitsseite** (*Leerlaufkondylus, schwingender Kondylus*) führt bei der Mediotrusion eine Bewegung nach vorne, unten und innen aus. Gleichzeitig rotiert auch er um eine vertikale Achse.

Die Bennett-Bewegung der Arbeitsseite beeinflusst auch die Bewegung des schwingenden Kondylus der Mediotrusionsseite:

### **1. Immediate side-shift** (*ISS, unmittelbare Seitwärtsbewegung*)

Körperliches, räumliches Seitwärtsversetzen des Leerlaufkondylus gleich zu Beginn der Bewegung. Dabei bewegt sich der nicht arbeitende Kondylus aus der zentrierten Kondylenposition fast gerade nach medial. Erst dann bewegt er sich nach vorne, unten und innen.

### **2. Early side-shift** (*frühe Seitverschiebung*)

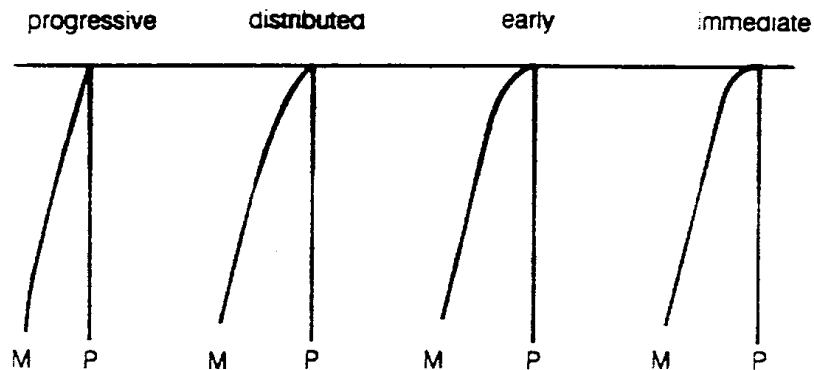
Der größte Teil der Verschiebung findet am Beginn der ersten 4 mm der Vorwärtsbewegung des nicht arbeitenden Kondylus statt.

### **3. Distributed side-shift** (*verteilte Seitverschiebung*)

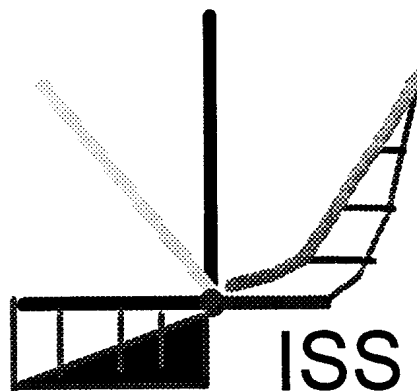
Der größte Teil der Verschiebung ist gleichmäßig über die ersten 4 mm der Vorwärtsbewegung des nicht arbeitenden Kondylus verteilt.

#### 4. Progressive side-shift (*fortschreitende Seitverschiebung*)

Die Seitverschiebung des nicht arbeitenden Kondylus ist direkt proportional zur Vorwärtsbewegung.



Immediate-side-shift und Bennett-Bewegung sind klinisch von Bedeutung, da sie oft noch vor der Front-Eckzahnführung stattfinden (ohne Disklusionsfaktor - exzentrische Kontakte!). Daher empfiehlt es sich, bei der Gestaltung von Kauflächen "Reservebereiche" für diese Bewegungen vorzusehen ("RESI" nach M.H. Polz....).

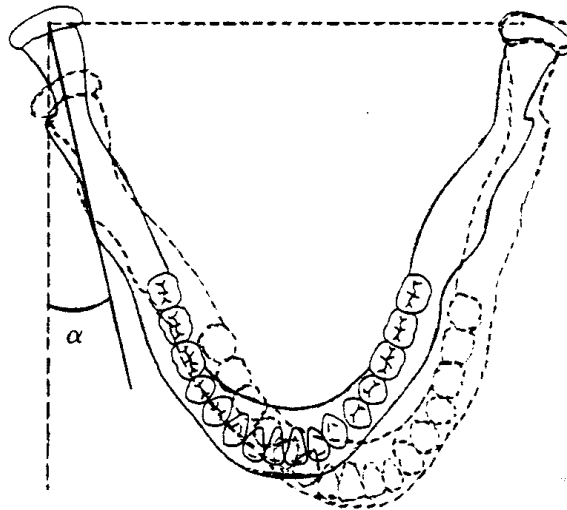


## Bennett-Winkel

Winkel zwischen der Bahn des Kondylus bei Mediotrusion nach vorne, unten und innen und der Median-Sagittalen projiziert auf die Achse-Orbitale.

Er wird durch die Projektion folgender zweier Geraden auf die Achse-Orbital-Ebene dargestellt:

- a. Einer Parallelen zur Median-Sagittal-Ebene
- b. Einer Geraden, die Anfang und Ende der Bahn des Kondylenpunktes bei der Mediotrusionsbewegung verbindet.



Er beträgt mittelwertig  $15^\circ$ .

Die Laterotrusionsbewegung verläuft am Beginn der Exkursion mit einem unterschiedlich großen Schräglaufwinkel (= ISS, farbkodierte SAM-Bennetteinsätze von unterschiedlicher Krümmung).

## Pilotierung des Unterkiefers

Bei der Kaubewegung trifft der Unterkiefer bei Front-Eckzahnführung auf den Eckzahn auf und wird von hier in die Zentrik "pilotiert" (Einflugbewegung).

Okklusale Interferenzen können durch Störung dieses Bewegungsmusters zu Dysfunktionen des Kausystems führen.

## Grenzbewegungen des Unterkiefers

Die Bewegungen des Unterkiefers werden begrenzt durch:

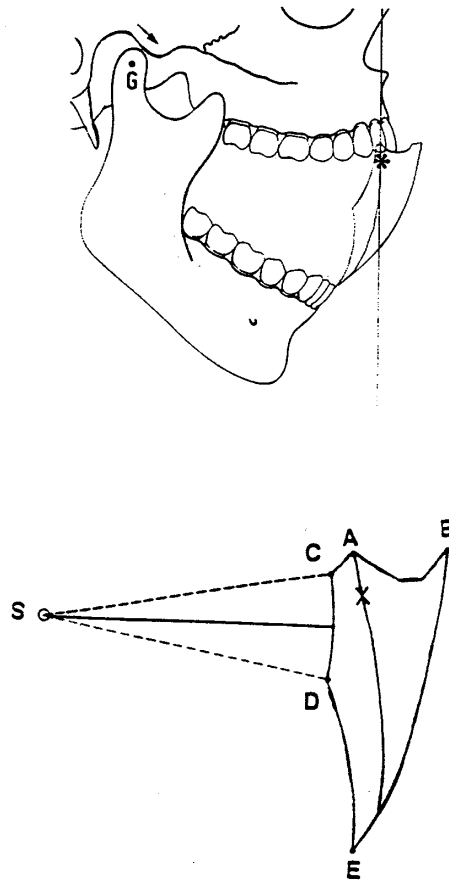
- die Strukturen der Kiefergelenke
- den Bandapparat
- die Zahnreihen in Okklusion und Artikulation

**Grenzbewegungen** werden durch die oben genannten Strukturen limitiert.

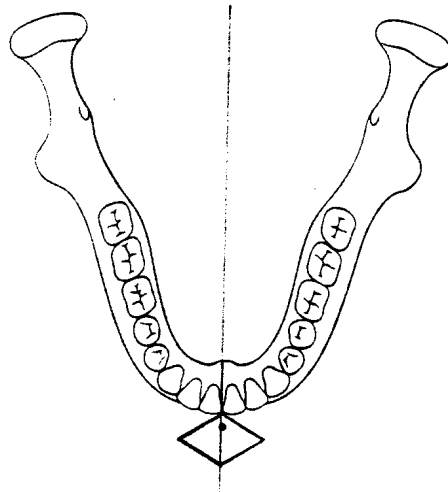
**Funktionsbewegungen** liegen innerhalb des Bereiches der Grenzbewegungen.

## Posselt'sches Schema

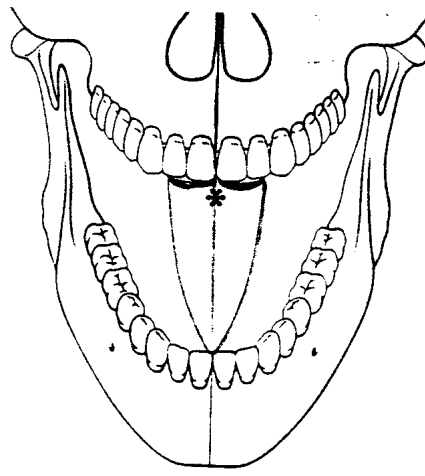
Gibt den Grenzbewegungsbereich des unteren Inzisalpunktes in der Sagittalen wieder.



## Grenzbewegungen in der Horizontalen

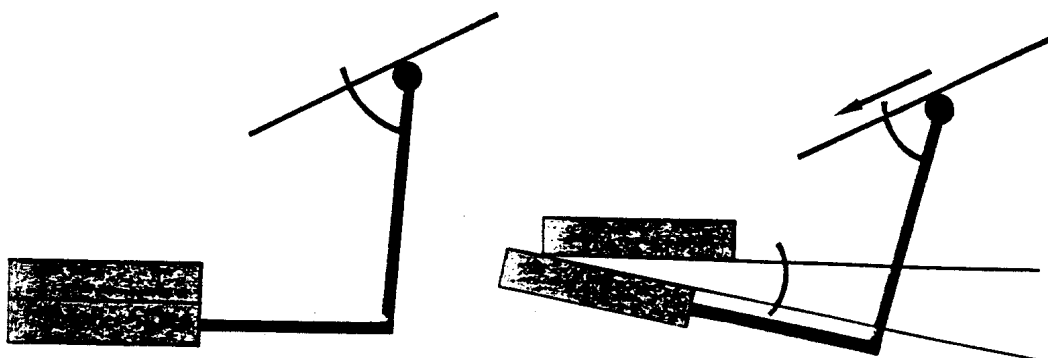


## Grenzbewegungen in der Frontalen



## Christensen'sches Phänomen

Sind beide Zahnreihen mit planen Aufbißwällen versehen und führt der Unterkiefer dann eine Protrusion durch, kann man feststellen, daß die Schablonen dorsal klaffen. Dieses Klaffen ist bei steiler Gelenkbahn stärker als bei flacher Gelenkbahn.



Die Bewegungen des Unterkiefers werden also nicht nur durch die Steilheit der Front, sondern auch durch das Kiefergelenk beeinflusst.

Es besteht eine Wechselbeziehung zwischen Kiefergelenken und Okklusion, eine Gesetzmäßigkeit konnte jedoch noch nie nachgewiesen werden.

## **Artikulator**

Gerät, in das Ober-und Unterkiefermodelle schädelgerecht und gelenkbezüglich montiert und Unterkieferbewegungen reproduziert werden können.

### **Arcon-Artikulator**

Die Gelenkpfanne befindet sich am Artikulatoroberteil, die Kondylarfortsätze am Artikulatorunterteil.

### **Non-Arcon-Artikulator**

Hier sind die Kondylarkugeln am Artikulatoroberteil angebracht und deren Führung am Artikulatorunterteil.

### **Mittelwertartikulator**

Kondylenbahnneigung und Bennett-Winkel sind auf einen mittleren Wert unveränderlich eingestellt.

### **Teiljustierbarer Artikulator**

Bennett-, Kondylenbahnwinkel und eventuell auch ISS sind verstellbar.

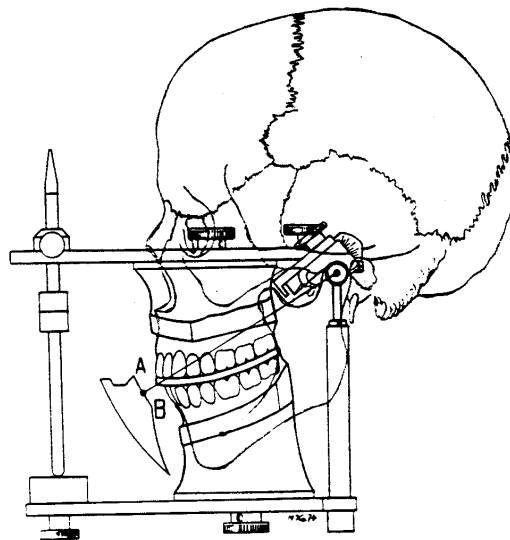
## Volljustierbarer Artikulator

Hier ist es möglich, die Bewegungen des Unterkiefers annähernd naturgetreu zu reproduzieren. Die Adjustierung erfolgt mittels **Pantographie** (z.B. *Axiographie* : exakte Achse, Bennett-Winkel, HCI, Immediate-side-shift, Bennett-Einsatz, Kondylargehäuse und Interkondylarabstand können individuell bestimmt und eingestellt werden).

## Artikulatormontage

Schädelgerechte Montage des Oberkiefermodells mittels **Außenbogens** am Artikulatoroberteil.

Gelenkbezügliche Montage des Unterkiefermodells mittels **zentrischen Registrats** am Artikulatorunterteil.



## Bißnahme (Kieferrelationsbestimmung)

Dreidimensionale Zuordnung des Oberkiefers zum Unterkiefer (= **intermaxilläre Relation**) mittels zentrischen Registrats. Sie erfolgt in zentrierter Relation innerhalb der Scharnierachsenbewegung.

## **Außenbogen**

Der Oberkiefer wird mittels Außenbogens entsprechend seiner Lage zur Achse-Orbital-Ebene in den Artikulator übertragen.

## **Zentrisches Registrat**

Hilfsmittel aus Wachs oder Kunststoff zur Bestimmung der intermaxillären Relation bei zentrierter Kondylenposition.

## **Habituelles Registrat**

Kieferrelationsbestimmung in habitueller Interkuspitation.

Die Achse-Orbitale steht im Artikulator parallel zur Tischebene.

Die Orientierung der Modelle im Artikulator ergibt sich durch den Transferbogen, das zentrische Registrat und aus der Lage der okklusalen Bezugsebenen zur Ebene Achse-Orbitale.

Das vorliegende Manuskript ist Grundlage und Voraussetzung für das Verständnis der weiteren Kapiteln der Funktionslehre.

Nur nach eingehendem Studium der definierten Begriffe sind Verständnis und praktische Anwendung der Funktionsdiagnostik möglich.

**Die Fortsetzung der Lektüre ist daher erst nach gründlicher Kenntnis oben genannter Termini sinnvoll !**