

Propädeutik der zahnärztlichen Prothetik

Marxkors, Reinhard

First published in:

Druckausg. erschienen im Hüthig Verlag, Heidelberg, 1978, 3-7785-0518-1, 203 S.

Münstersches Informations- und Archivsystem multimedialer Inhalte (MIAMI)

URN: urn:nbn:de:hbz:6-53409404865

Prof. Dr. Reinhard Marxkors

Propädeutik der zahnärztlichen Prothetik

Mit 286 teilweise farbigen Abbildungen

2., überarbeitete Auflage

Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg

Prof. Dr. REINHARD MARXKORS, Jahrgang 1932, habilitierte sich 1964 in Münster, w
er als Ordinarius 1971 die Leitung der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik übernahm

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Marxkors, Reinhard:

Propädeutik der zahnärztlichen Prothetik / Reinhard Marxkors. – 2., überarb.

Aufl. – Heidelberg : Hüthig, 1978.

(Uni-Taschenbücher; 632)

ISBN 3-7785-0518-1

„Mit UTB-Band 632 Marxkors, Propädeutik der zahnärztlichen Prothetik wird UTB
Issel, Zahnärztliche Technik ersetzt. UTB 7 ist vergriffen, eine Neuauflage nicht mit
vorgesehen und möglich“. Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch
begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des
Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funk-
sendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder
ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungs-
anlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung,
vorbehalten.

Bei Vervielfältigungen für gewerbliche Zwecke ist gemäß
§ 54 UrhG eine Vergütung an den Verlag zu zahlen, deren
Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist.

© 1978 Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, Heidelberg
Printed in Germany

Einbandgestaltung: Alfred Krugmann, Stuttgart

Bindung: Großbuchbinderei Aloys Gräf, Heidelberg

VORWORT zur 1. Auflage

Bei der Ausbildung des Studenten im vorklinischen Teil des
zahnmedizinischen Studienganges sind die Stoffgebiete Zahntechnik,
Werkstoffkunde und eigentliche Prothetik innig miteinander ver-
flochten.

Die Gebißfunktion, die es zu erhalten oder wiederherzustellen
gilt, stellt dabei die Orientierungsgröße dar, der alles unterzuordnen
ist.

Lehr- und Lernziel ist die Vorbereitung auf die klinische Arbeit
am Patienten. Als optimal wäre es anzusehen, wenn das Präparieren,
die Abformung, die okklusale Anatomie, die Bißnahme u.a. vom
ersten Semester an am Phantomkopf unter simulierten klinischen
Bedingungen geübt werden könnte. Leider aber fehlt es fast überall
an den räumlichen Voraussetzungen und an der entsprechenden
Ausstattung des Arbeitsplatzes.

Die zahntechnischen Übungen haben einen mehrfachen Sinn.
Einerseits dienen sie der mauellen Schulung. Andererseits wecken
sie Verständnis für das Ineinandergreifen von Laborarbeit und kli-
nischer Tätigkeit. Schließlich ist zu beachten, daß der Zahnarzt
später als Verantwortlicher für die Gesamtbehandlung die prothe-
tische Arbeit, die er einfügt, beurteilen muß. Dies ist aber nur mög-
lich, wenn er selbst mit der Herstellungstechnik vertraut ist.

Die Kenntnis der Eigenschaften der Werkstoffe ist notwendig
für eine materialgerechte Verarbeitung und beeinflußt gleichermaßen
die klinischen Indikationsstellungen wie die klinischen Maßnahmen.

Diese Verflechtung verschiedener Sparten muß demjenigen nahe-
gebracht werden, der sich auf die klinische Prothetik vorbereiten
will.

Diese Grundkonzeption lag auch schon dem Buch „Zahnärztliche
Technik“ (1961) meines hochverehrten Lehrers, Prof. Dr. Paul
ISSEL, zugrunde, das sich im Laufe der Zeit als ein Bestseller er-
wies. Die stürmische Entwicklung in der Werkstoffkunde, in der
Technologie und in der Dentalindustrie machte indessen inzwi-
schen aus sachlichen Gründen eine Neufassung des Stoffes not-
wendig. Die Lehrintention wurde jedoch beibehalten. So ist das
vorliegende Buch „Propädeutik der zahnärztlichen Prothetik“ als
Weiterführung der „Zahnärztlichen Technik“ zu verstehen.

Sommer 1976

R. MARXKORS

VORWORT zur 2. Auflage

Die erste Auflage hat eine überaus freundliche Aufnahme gefunden. Die Kombination von theoretischen Ausführungen und praktischen Anleitungen scheint sich zu bewähren. Dieses Prinzip soll daher in Zukunft weiter ausgebaut werden.

Da seit dem Erscheinen der ersten Auflage erst zwei Jahre vergangen sind, wurden dem Inhalt nach keine Änderungen nötig. Es wurden Zeichnungen verbessert, einige sprachliche Korrekturen angebracht und die notwendigen satztechnischen Bereinigungen durchgeführt.

August 1978

R. MARXKORS

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Zähne und Zahnreihen	11
1.1 Dentitionen	11
1.2 Bezeichnung der Zähne	12
1.3 Aufbau des Zahnes	13
1.4 Der Zahnbogen	16
1.5 Makroskopische Anatomie der Zähne	18
1.5.1 Oberer mittlerer Schneidezahn	18
1.5.2 Oberer seitlicher Schneidezahn	19
1.5.3 Unterer mittlerer Schneidezahn	20
1.5.4 Unterer seitlicher Schneidezahn	20
1.5.5 Oberer Eckzahn	21
1.5.6 Unterer Eckzahn	22
1.5.7 Erster oberer Prämolare	22
1.5.8 Zweiter oberer Prämolare	23
1.5.9 Erster oberer Molar (Sechs-Jahr-Molar)	23
1.5.10 Zweiter oberer Molar (Zwölf-Jahr-Molar)	24
1.5.11 Dritter oberer Molar	24
1.5.12 Erster unterer Prämolare	25
1.5.13 Zweiter unterer Prämolare	26
1.5.14 Erster unterer Molar	26
1.5.15 Zweiter unterer Molar	27
1.5.16 Dritter unterer Molar	27
1.6 Okklusion	28
1.6.1 Positionen des Unterkiefers	28
1.6.2 Okklusionskurven	29
1.6.3 Okklusale Anatomie	30
2 Bewegungsfunktion des Unterkiefers	36
2.1 Das Kiefergelenk	36
2.2 Rotationsbewegung	38
2.3 Vorschubbewegung	39
2.4 Lateralbewegung	41
2.5 Schließbewegung	42

2.6	Retralbewegung	43	5.2.2	Modellation	107
2.7	Akzessorische Kaumuskeln	43	5.2.3	Kunststoffverblendung	109
2.8	Artikulation der Zähne	44	5.3	Die Kunststoffmantelkrone	111
2.9	Geometrie der Unterkieferbewegungen	48	5.4	Die Stiftkrone (Stiftaufbau)	113
2.10	Das Posselt'sche Diagramm	51	5.4.1	Stiftaufbau und Jacketkrone	114
3	Nachbilden von Kauflächen	52	5.4.2	Stiftaufbau und Verblendkrone	120
3.1	Freies Modellieren	52	6	Brückenersatz	122
3.2	Modellation bei vorhandenen Antagonisten	54	6.1	Schwebebrücke	123
3.2.1	Oberer Prämolare	54	6.1.1	Verlöten	124
3.2.2	Oberer Molar	58	6.2	Verblendbrücke	126
3.2.3	Erster unterer Molar	60	7	Die partielle Prothese	129
3.2.4	Facettenarten	62	7.1	Einteilungsschemata der Gebißbefunde	129
3.2.5	Antagonistisches Aufwachsen	65	7.1.1	Klassifikation nach Kennedy	129
4	Abformung und Modell	66	7.1.2	Klassifikation nach Eichner	130
4.1	Alginatabdruck	66	7.1.3	Klassifikation nach Körber	133
4.2	Modell nach Alginatabdruck	68	7.2	Die Bauelemente	134
4.3	Abdruck mit Gips	69	7.2.1	Sattel und Satteldynamik	134
5	Kronenersatz	73	7.2.2	Verbindung der Sättel	136
5.1	Die Gußkrone	73	7.2.3	Verankerung	139
5.1.1	Das Beschleifen für die Vollgußkrone	73	7.2.3.1	Klammern	141
5.1.2	Abformung mittels Kupferring	78	7.2.3.2	Stege	155
5.1.3	Stumpfmodell	80	7.2.3.3	Geschiebe	157
5.1.4	Schachtelabdruck	84	7.2.3.4	Teleskope	158
5.1.5	Meistermodell	85	7.2.3.5	Druckknopfanker	158
5.1.6	Transferkäppchen	86	7.3	Statik	159
5.1.7	Abformung präparierter Zähne mittels Korrekturabdruck	88	7.4	Entwurf einer Modellgußbasis	162
5.1.8	Meistermodell nach Korrekturabdruck	92	7.5	Die einfache Kunststoffprothese	168
5.1.9	Doppelmischabdruck	93	8	Die totale Prothese	172
5.1.10	Abnehmbares Parodontium	96	8.1	Situationsabformung und Situationsmodell	172
5.1.11	Modellation	99	8.2	Die individuellen Löffel	173
5.1.12	Einbetten und Gießen	102	8.3	Die provisorische Bißnahme	176
5.1.13	Ausarbeiten und Polieren	105	8.4	Ivotray-Abdruck	177
5.2	Die Verblendkrone	105	8.5	Funktionsabformung	180
5.2.1	Präparation	106	8.6	Pfeilwinkelregistrator	183
			8.7	Einartikulieren	184

8.8	Aufstellung der Frontzähne	186
8.9	Aufstellung der Seitenzähne	190
8.10	Ausmodellieren der Wachsprothesen	196
8.11	Herstellung der Prothesen in Kunststoff	198
	Sachverzeichnis	201

1 ZÄHNE UND ZAHNREIHEN

In der zahnärztlichen Prothetik geht es darum, Verlorengegangene zu ersetzen. Dies ist nur möglich, wenn man das Verlorengegangene kennt. Sollen natürliche Zähne ersetzt werden, so muß man deren Aufbau, Form und Stellung studieren. Vor allem aber gilt es, ihre Funktion zu berücksichtigen. Dadurch wird es notwendig, daß man das gesamte Kauorgan in die Betrachtung einbezieht.

1.1 Dentitionen

Entsprechend ihrer Funktion unterscheidet man Schneidezähne, Eckzähne und Molaren. Die Schneidezähne übernehmen die Abbißfunktion, die Eckzähne das Festhalten von Nahrungsstücken, die mit der Hand abgerissen werden, mit den Molaren wird die endgültige Zerkleinerung vorgenommen.

Beim *Milchgebiß*, das insgesamt 20 Zähne zählt, sind in jedem Quadranten 5 Zähne vorhanden: 2 Schneidezähne, ein Eckzahn und 2 Molaren. Die Durchbruchszeiten der Milchzähne lassen sich etwa wie folgt angeben:

Mittlere Schneidezähne	6. – 9. Monat
Seitliche Schneidezähne	8. – 12. Monat
1. Molaren	12. – 16. Monat
Eckzähne	15. – 20. Monat
2. Molaren	20. – 30. Monat

Die oberen Zähne brechen im allgemeinen etwas später durch als die entsprechenden des Unterkiefers.

Das *bleibende Gebiß* weist, wenn es vollständig ist, 32 Zähne auf, in jedem Quadranten 8, nämlich 2 Schneidezähne, ein Eckzahn, 2 Prämolaren und 3 Molaren. Ihre Durchbruchszeiten werden von WANNENMACHER wie folgt angegeben:

1. Molaren	5. – 8. Jahr
Mittlere Schneidezähne	6. – 9. Jahr
Seitliche Schneidezähne	7. – 10. Jahr
1. Prämolar	9. – 13. Jahr
Eckzähne	9. – 14. Jahr
2. Prämolaren	10. – 14. Jahr
2. Molaren	12. – 14. Jahr
3. Molaren	16. – 40. Jahr

Die dritten Molaren werden wegen ihres späten Durchbruchs auch Weisheitszähne genannt.

1.2 Bezeichnung der Zähne

Für die Bezeichnung der Zähne hat sich seit 1971 eine international vereinbarte Schreibweise durchgesetzt. Die Zähne werden jeweils mit einer zweistelligen arabischen Zahl belegt, von denen die erste den Quadranten angibt, in dem der Zahn steht, die zweite den Zahn selbst. Die Quadranten sind wie folgt gekennzeichnet:

- 1 = rechter Oberkiefer
- 2 = linker Oberkiefer
- 3 = linker Unterkiefer
- 4 = rechter Unterkiefer

Bei Milchzähnen werden die Quadranten in gleicher Reihenfolge mit den Ziffern 5 – 8 angegeben.

Die Zähne werden, beginnend mit dem mittleren Schneidezahn, jeweils von 1 – 8 nummeriert, Beispiele:

- 13 = rechter oberer Eckzahn
- 22 = linker oberer seitlicher Schneidezahn
- 35 = linker unterer zweiter Prämolare
- 48 = rechter unterer dritter Molar
- 63 = oberer linker Milcheckzahn
- 84 = unterer rechter erster Milchmolar

Da im älteren Schrifttum fast ausschließlich andere Bezeichnungen verwendet wurden, seien die beiden wichtigsten hier erläutert. Von ZSIGMODY wurde das Zahnkreuz angegeben. Durch eine horizontale Linie werden die Zähne des Oberkiefers von denen des Unterkiefers unterschieden. Eine vertikale Linie trennt die rechten von den linken. Auf diese Weise entsteht das Zahnschema, welches die Zähne so widerspiegelt, wie man sie sieht, wenn man vor dem Patienten steht. Bei den links im Schema stehenden Zähnen handelt es sich um die rechten des Patienten.

	Oberkiefer																
rechts	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	links
	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Unterkiefer																

Will man einen einzelnen Zahn bezeichnen, so schreibt man ihn mit arabischen Ziffern (bleibende Zähne) oder römischen Ziffern (Milchzähne) in den Winkel, durch den der entsprechende Quadrant gekennzeichnet ist, Beispiele:

3 oben rechts	=	3
7 oben links	=	7
1 unten links	=	1
4 unten rechts	=	4
Milcheckzahn unten links	=	III

Eine andere Bezeichnung der Zähne stammt von HADERUP. Von ihm wird der Oberkiefer mit +, der Unterkiefer mit – dargestellt. Die Zähne selbst werden wiederum, sofern es sich um bleibende handelt, mit arabischen Ziffern angegeben, während für Milchzähne römische Ziffern verwendet werden. Bei Zähnen auf der rechten Seite steht das Zeichen für den Kiefer jeweils rechts von der Ziffer und umgekehrt. Beispiele:

Zweiter Molar oben rechts	=	7 +
Eckzahn oben links	=	+ 3
Erster Prämolare unten rechts	=	4 –
Seitlicher Schneidezahn unten links	=	– 2
Zweiter Milchmolar oben links	=	+ V

1.3 Aufbau des Zahnes

Den frei in die Mundhöhle hineinragenden Teil des Zahnes nennt man Krone; mit der Wurzel ist der Zahn im Knochen verankert. Am Aufbau der Zahnhartsubstanz sind das Dentin, der Schmelz und der Zement beteiligt. Das Dentin stellt die Hauptmasse des Zahnes dar. Im Bereich der Krone ist es mit dem Schmelz, im Bereich der Wurzel mit Zement überzogen. Den Übergang von der Krone zur Wurzel nennt man Zahnhals. Im Inneren des Zahnes befindet sich das Zahnmärk, auch als Pulpa bezeichnet, das Nerven, Blut- und Lymphgefäße enthält. Durch eine kleine Öffnung an der Wurzelspitze hat die Pulpa Verbindung mit dem Organismus. Das Pulpenkavum hat ungefähr die verkleinerte Form des Zahnes (Abb. 1).

Der Zahnschmelz ist die härteste Substanz des Körpers. Er besteht bis zu 98 % aus anorganischer Substanz. Chemisch handelt es sich um Hydroxylapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), das in Form von Prismen mit ca. 4 μ Durchmesser die Feinstruktur bestimmt. Die frühe-

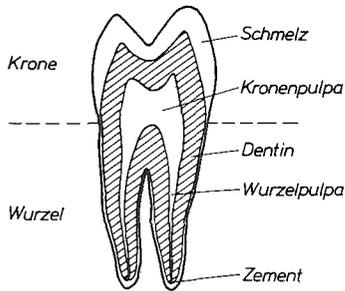


Abb. 1. Aufbau des Zahnes

re Annahme, daß die einzelnen Prismen durch eine interprismatische Substanz miteinander verkittet würden, wurde durch jüngere elektronenmikroskopische Untersuchungen widerlegt.

Das *Dentin* hat wegen seines relativ hohen Gehaltes an organischer Substanz (28 %) eine weit geringere Härte als der Schmelz. Die organische Substanz besteht vorwiegend aus Odontoblastenfortsätzen, die das Dentin durchziehen. Sie liegen in den Dentinkanälchen, die in Pulpennähe mit ca. 60 000 / mm² weit zahlreicher sind als im Bereich der Schmelz-Zement-Grenze (15 – 20 000 / mm²). Beim Beschleifen der Zähne oder beim Ausbohren kariöser Defekte werden die Kanälchen angeschliffen; es entsteht die Dentinwunde, die vor thermischen, chemischen und mechanischen Reizen zu schützen ist.

Das *Zement* (65 % anorganische Substanz) hat in seiner Struktur die größte Ähnlichkeit mit dem Knochen. Es überzieht die gesamte Wurzel des Zahnes. Man hat zu unterscheiden zwischen der dünnen, dem Dentin zunächst aufgelagerten zellfreien Zementschicht und der zellhaltigen Zementschicht, die besonders in der apikalen Region in relativ mächtigen Schichten vorkommen kann.

Die *Pulpa* besteht aus einer gallertartigen Grundsubstanz, in welche Fibroblasten, Fibrozyten, Nerven und Gefäße eingebettet sind. An der Peripherie der Pulpa liegt eine Schicht spezifischer Zellen, die Odontoblasten. Sie sind walzen- oder birnenförmig und senden je einen Fortsatz (Odontoblastenfortsatz), auch Tomes'sche Faser genannt, in das Dentin. An der Wurzelspitze entstehen mit Abschluß des Wurzelwachstums aus ursprünglich einem Foramen infolge der Zementauflagerung mehrere Foramina (Ramifikationen), durch welche die Nerven und Blutgefäße ein- bzw. austreten. Auch

nach Abschluß der Zahnentwicklung kann die Pulpa noch Dentin bilden. Man spricht dann – im Gegensatz zu dem primären (regulären) – von sekundärem (irregulärem) Dentin.

Zum *Parodontium*, das eine funktionelle Einheit bildet, zählt man das Wurzelzement, das Desmodont (Wurzelhaut), den Alveolarknochen und die Gingiva (Abb. 2).

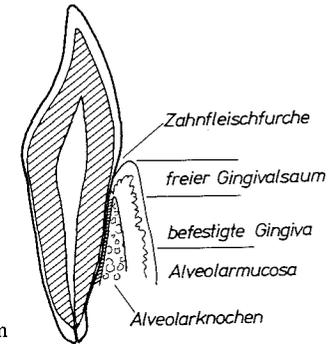


Abb. 2. Zahn und Parodontium

Das Knochenfach, in dem sich die Wurzel des Zahnes befindet, nennt man Alveole. Eine knöcherne Verbindung zwischen Zahn und Alveolarfortsatz besteht primär nicht. Der Zahn ist vielmehr durch die Sharpey'schen Fasern aufgehängt. Die Fasern sind ein wichtiger Bestandteil des Desmodonts, welches den etwa 0,2 mm breiten Spalt zwischen der Innenkortikalis der Alveole und dem Wurzelzement ausfüllt. Sie verlaufen gebündelt von der Innenkortikalis schräg nach apikal in den Zement.

Am Alveoleineingang hat der Zahn Kontakt mit der Gingiva. Hier unterscheidet man die freie Gingiva und die befestigte (attached) Gingiva. Die freie Gingiva überragt den knöchernen Limbus alveolaris um 0,5 – 2 mm und ist daher leicht beweglich. Sie bildet den marginalen Zahnfleischsaum und die Interdentalpapille, durch welche der Raum unterhalb des Approximalkontaktes zweier Zähne und dem knöchernen Interdentalseptum beim gesunden Zahn ausgefüllt wird. Die sich anschließende befestigte Gingiva hat eine mattglänzende getüpfelte Oberfläche. Sie wird durch die mukogingivale Grenze von der Alveolarmucosa getrennt.

1.4 Der Zahnbogen

Die Zähne des Ober- bzw. Unterkiefers sind jeweils in einem Bogen angeordnet. Der Zahnbogen des Oberkiefers entspricht etwa einer halben Ellipse, der des Unterkiefers einer Parabel (Abb. 3). Naturgemäß ist der Umfang eines Zahnbogens außen größer als innen. Dementsprechend sind auch die Zähne als die einzelnen Bausteine des Bogens außen (vestibulär) breiter als innen (lingual). Weiterhin folgt daraus, daß in der Draufsicht auf den Zahnbogen jeweils der Übergang von der Approximalfäche in die Vestibulärfäche mesial plötzlich, distal allmählicher ist. Diese Erscheinung wird auch als Krümmungsmerkmal bezeichnet, das allen Zähnen eigen ist. Man kann das Krümmungsmerkmal auch anders formulieren: Von okklusal betrachtet, ist der Winkel zwischen der Approximalfäche und der Vestibulärfäche mesial kleiner als 90° , distal größer als 90° (Abb. 4).

An allen Zähnen sind gewissermaßen 5 Flächen zu unterscheiden. Für alle sichtbar, fallen zunächst die Labialflächen auf, jene Flächen die zur Lippe (labium) gelegen sind. Da im allgemeinen nur die Frontzähne mit den Lippen Berührung haben, kann man auch nur bei den Frontzähnen von labialen Flächen reden (Abb. 5).

Im Seitenzahnbereich haben die auf der Außenseite des Zahnbogens gelegenen Flächen mit der Wange (bucca) Kontakt, so daß man von bukkalen Flächen spricht. Durch die Zahnreihen wird der Mundraum noch einmal unterteilt. Es entsteht der eigentliche Mundinnenraum innerhalb der Zahnreihen und der Mundvorhof, das Vestibulum, außerhalb der Zahnreihen, zwischen diesen und Wangen und Lippen. An die Stelle von labial und bukkal kann daher auch das Adjektiv vestibulär treten (Abb. 5).

Die Flächen der Zähne auf der Innenseite des Zahnbogens liegen im Oberkiefer zum harten Gaumen (palatum) hin, so daß sie als palatinale Flächen bezeichnet werden, während sie im Unterkiefer zur Zunge hin (lingua) gelegen sind und somit Lingualflächen genannt werden (Abb. 5).

Die Unterscheidung zwischen Palatinalflächen und Lingualflächen hat zwar gewisse Vorteile, weil dadurch gleichzeitig angegeben wird, ob es sich um obere oder untere Zähne handelt, es ist jedoch durchaus berechtigt, auch bei oberen Zähnen an Stelle von Palati-

Abb. 3. Zahnbögen (oben und unten)

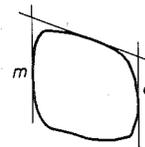
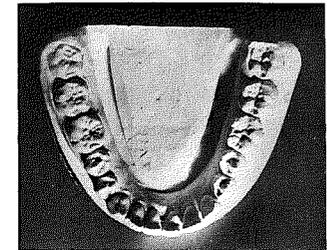
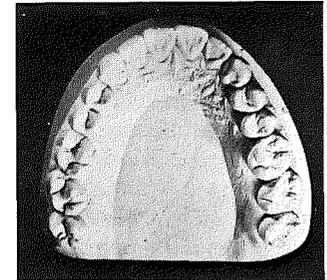


Abb. 4. Krümmungsmerkmal

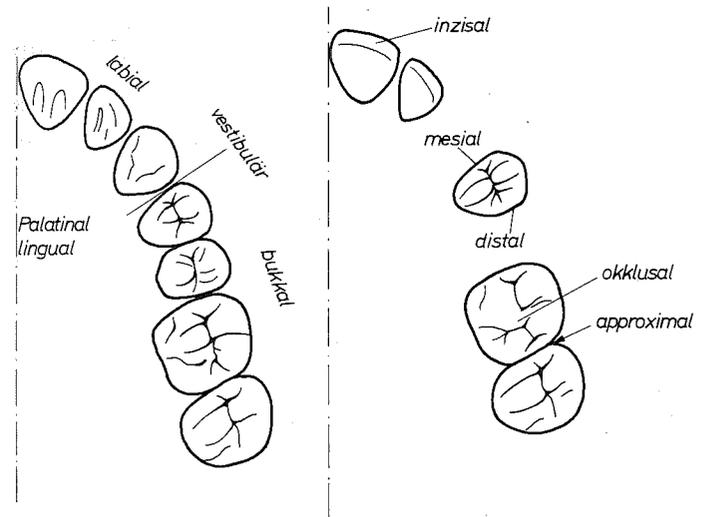


Abb. 5. Bezeichnung der Zahnflächen

nalflächen von Lingualflächen zu reden, da die Zunge den gesamten Mundinnenraum ausfüllt und somit auch den oberen Zähnen anliegt.

In einer vollen Zahnreihe hat jeder Zahn – abgesehen von den beiden endständigen – zwei Nachbarn. Die Flächen, mit denen er sich den Nachbarn nähert, werden Approximalflächen genannt, der Raum zwischen zwei Zähnen heißt Approximalraum. Unabhängig davon, ob ein Nachbar vorhanden ist oder nicht, zeigt jeweils die eine Seitenfläche des Zahns zur Mitte, zum Scheitelpunkt des Zahnbogens hin, der durch den Kontaktpunkt der mittleren Schneidezähne markiert ist, während die andere dem Mittelpunkt abgewandt ist. Die der Mitte zugewandte Fläche ist die mesiale, die der Mitte abgewandte die distale (Abb. 5).

Die Flächen, die sich berühren, wenn sich die Zahnreihen in Schlußbißstellung befinden, heißen Okklusalfächen (occludere). Sie sind im strengen Sinne nur bei den Prämolaren und Molaren vorhanden, bei jenen Zähnen also, welche die eigentliche Kautätigkeit verrichten und dafür Mahl- und Kauflächen benötigen.

Die Eck- und Schneidezähne haben zwar auch mit Antagonisten Kontakt, sie besitzen aber keine Kauflächen. Auf Grund ihrer Funktion, nämlich der Abbißfunktion, besitzen die Inzisivi Schneidekanten. Als inzisal bezeichnet man daher alles, was die Schneidekanten betrifft. Die Eckzähne, die besonders stark sind und mit denen man besonders tief in solche Nahrung eindringt, die man wegen ihrer Zähigkeit nicht durchbeißt, sondern nur festhält und mit der Hand abreißt (z. B. Brötchen), weisen eine Käuspitze auf, die zu den Seiten hin in Kaukanten ausläuft.

Zwei weitere Adjektive bezeichnen mehr eine Region als eine bestimmte Fläche. Alles, was sich auf den Zahnhals (cervix) bezieht nennt man zervikal, alles, was sich auf die Wurzelspitze (apex) bezieht, nennt man apikal.

1.5 Makroskopische Anatomie der Zähne

1.5.1 Oberer mittlerer Schneidezahn

Der obere mittlere Schneidezahn ist durch eine Schaufelform gekennzeichnet, ausgestattet mit einer Schneidekante, labial konvex, lingual konkav. Von frontal betrachtet, hat er annähernd die Form eines Schildes (Abb. 6a). Die Schneidekante geht mesial

plötzlich, distal allmählicher in die Approximalfläche über. Diesen Sachverhalt nennt man auch Winkelmerkmal, das allen Frontzähnen – oberen wie unteren – eigen ist (Abb. 7). Die Lingualfläche wird beidseitig von kleinen Wülsten eingerahmt, die von der Schneidekante an den Seitenrändern entlang laufen und sich zervikal in der Mitte zu einem Tuberkulum vereinen (Abb. 6b). Die einzige Wurzel hat im Querschnitt eine runde oder ovale Form oder die eines abgerundeten Dreiecks, dessen Basis bukkal liegt.

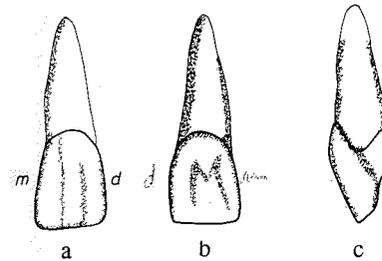


Abb. 6. Oberer mittlerer Schneidezahn

- a) labial
- b) lingual
- c) approximal

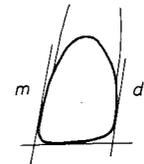


Abb. 7. Winkelmerkmal

1.5.2 Oberer seitlicher Schneidezahn

Dem grundsätzlichen Aufbau nach ist er dem mittleren sehr ähnlich. Er ist jedoch wesentlich graziler, vor allem schmaler. Die Labialfläche ist zu den Approximalflächen hin stärker abgerundet (Abb. 8a). Auch treten auf der Lingualfläche die Randwülste stärker hervor. (Abb. 8b). Oberhalb des kleinen Tuberkulums, das zervikal durch den Zusammenschluß der Randwülste zustande kommt, entsteht häufig ein foramen coecum. Die zierliche Wurzel hat überwiegend einen ovalen Querschnitt. Da der seitliche obere Schneidezahn zu den Zähnen gehört, die beim Menschen in der Rückbildung begriffen sind, findet man zahlreiche verkümmerte Formen bis hin zum Zapfenzahn.

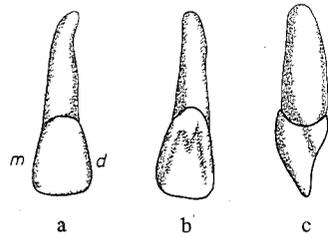


Abb. 8. Oberer seitlicher Schneidezahn
 a) labial
 b) lingual
 c) approximal

1.5.3 Unterer mittlerer Schneidezahn

Der untere mittlere Schneidezahn ist der kleinste Zahn im menschlichen Gebiß. Die klinische Krone ist eher meißelförmig. Die Labialfläche ist weitgehend strukturlos (Abb. 9a), während die Lingualfläche wie die der oberen Schneidezähne kleine Seitenwülste und ein zervikales Tuberkulum aufweist (Abb. 9b). Das Winkelmerkmal ist nur schwach ausgebildet. Die zierliche, im Querschnitt flach ovale Wurzel hat distal eine Längsfurche (Abb. 9c). Der Längsdurchmesser des Wurzelovals steht rechtwinklig auf der Schneidekante.

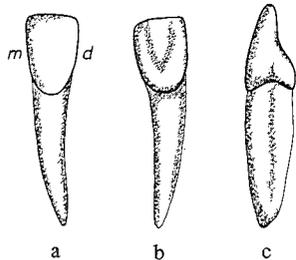


Abb. 9. Unterer mittlerer Schneidezahn
 a) labial
 b) lingual
 c) approximal

1.5.4 Unterer seitlicher Schneidezahn

Der seitliche untere Schneidezahn ist dem mittleren so ähnlich, daß sich eine gesonderte Beschreibung erübrigt. Der einzige Unterschied besteht darin, daß er geringfügig größer ist als der mittlere (Abb. 10a, b, c).

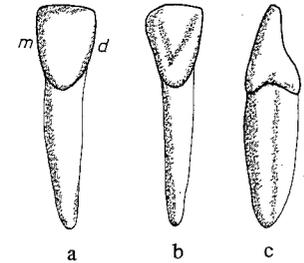


Abb. 10. Unterer seitlicher Schneidezahn
 a) labial
 b) lingual
 c) approximal

1.5.5 Oberer Eckzahn

Er ist der markanteste der Frontzähne. Im Gegensatz zu den Schneidezähnen besitzt er eine Kauspitze, von welcher nach mesial und distal zwei Kaukanten ausgehen. Die kürzere mesiale geht plötzlich in die Approximalfläche über als die längere distale (Abb. 11a). Auf der Labialfläche zieht sich von der Kauspitze in Richtung Zahnhals ein schwacher Wulst, der in der zervikalen Hälfte verläuft. Zwei weitere ebenfalls schwache Wülste verlaufen beiderseits, jeweils vom mesialen und distalen Ende der Kaukante beginnend, randständig nach zervikal. Auf der Palatinalfläche sind drei Wülste, die beiden Randwülste und der mittlere, stärker ausgeprägt. Sie laufen zervikal zu einem deutlichen Tuberkulum zusammen (Abb. 11b).

Der obere Eckzahn ist mit einer kräftigen Wurzel, die etwa doppelt so lang ist wie die klinische Krone, besonders fest im Kiefer verankert. Der Querschnitt der Wurzel ist oval mit leichten Einziehungen an den Seiten (Abb. 11c), die in der Mitte der Wurzel am stärksten ausgeprägt sind und von denen die distale zumeist geringfügig stärker ist als die mesiale.

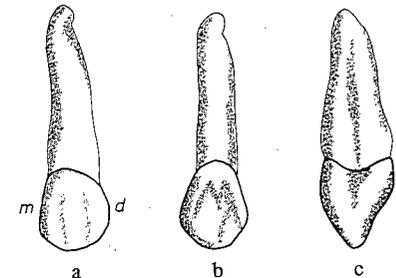


Abb. 11. Oberer Eckzahn
 a) labial
 b) lingual
 c) approximal

1.5.6 Unterer Eckzahn

Der untere Eckzahn ist dem oberen weitgehend ähnlich. Von labial gesehen, ist er jedoch erheblich schlanker (Abb. 12a und b). Die Relation zwischen Kronenlänge und Wurzellänge beträgt 1 : 1,5. Die Labialfläche ist zumeist relativ stark nach lingual geneigt. Die ovale Wurzel, deren Längsdurchmesser von vestibulär nach lingual verläuft, weist auf den approximalen Seiten Längsfurchen auf (Abb. 12c), die im apikalen Bereich nicht selten zur Zweiteilung führen.

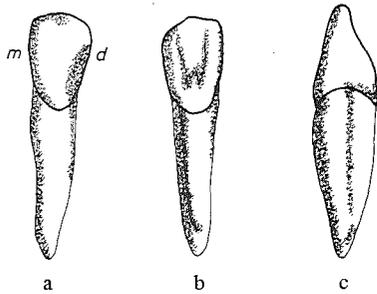


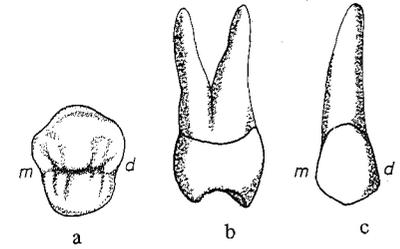
Abb. 12. Unterer Eckzahn
a) labial
b) lingual
c) approximal

1.5.7 Erster oberer Prämolare

Von okklusal betrachtet, fällt eine ovale Kontur auf. Von den beiden Höckern, bukkal und lingual gelegen, ist der bukkale der größere (Abb. 13a). Der linguale ist nicht nur dem Volumen nach kleiner, er ist auch niedriger (Abb. 13b). Getrennt werden die beiden Höcker durch eine tiefe Fissur, die approximal beidseitig V-förmig ausläuft. Die Spitze des bukkalen Höckers ist merklich nach distal versetzt, woraus ein umgekehrtes Krümmungsmerkmal resultiert. Die Spitze des lingualen Höckers ist stark nach mesial verzogen. Die Bukkalfläche ist der Labialfläche des Eckzahns recht ähnlich (Abb. 13c).

Nach MÜHLREITER haben die oberen ersten Prämolaren in 75 % der Fälle zwei Wurzeln. Die Trennung in zwei Wurzeln kann in der gesamten Länge oder aber nur im apikalen Bereich erfolgt sein. Die Andeutung von zwei Wurzeln ist im allgemeinen auch bei den Einwurzligen zu erkennen, was sich in einem brillenförmigen Querschnitt äußert.

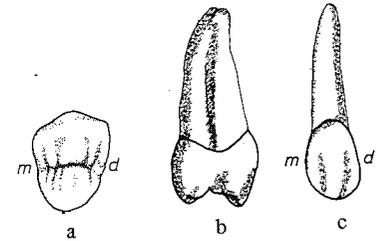
Abb. 13. Oberer erster Prämolare
a) okklusal
b) approximal
c) bukkal



1.5.8 Zweiter oberer Prämolare

Der zweite obere Prämolare ist im Prinzip dem ersten sehr ähnlich. Die gesamte Form wirkt jedoch verwaschener, weniger klar (Abb. 14a). Die Fissur ist weniger tief, der linguale Höcker ist fast ebenso groß wie der bukkale (Abb. 14b). Im Gegensatz zum ersten oberen Prämolaren weisen die zweiten in 75 % der Fälle nur eine Wurzel auf. Er ist in jedem Fall kleiner als der erste Prämolare.

Abb. 14. Oberer zweiter Prämolare
a) okklusal
b) approximal
c) bukkal



1.5.9 Erster oberer Molar (Sechsjähr-Molar)

In der Aufsicht auf die Okklusalfäche ist die Rautenform unverkennbar. Vier Höcker werden durch eine H-Fissur voneinander getrennt (Abb. 15a). Die beiden Hauptfissuren von bukkal nach mesial und von lingual nach distal – approximal jeweils V-förmig auslaufend – entsprechen den senkrechten Balken des H, die kleinere Verbindungsfissur entspricht dem Querbalken. Von den 4 Höckern ist der mesio-palatinal der größte; im Uhrzeigersinn folgen der mesio-bukkale, der disto-bukkale und schließlich der disto-palatinal. Dem mesio-palatinalen Höcker sitzt palatinal oft noch zusätzlich ein fünftes Höckerchen auf, das tuberculum Carabelli.

Wegen der unterschiedlichen Größe der Höcker haben auch die Fissuren unterschiedliche Größe, Lage und Gewichtung. So ergibt sich am Schnittpunkt der bukkal-mesialen Fissur mit der kleinen Verbindungsfissur die zentrale Fossa.

Erste obere Molaren sind im Kiefer immer mit 3 Wurzeln verankert, von denen die größte palatinal, die zweitgrößte mesio-bukkal und die kleinste disto-bukkal gelegen ist (Abb. 15b).

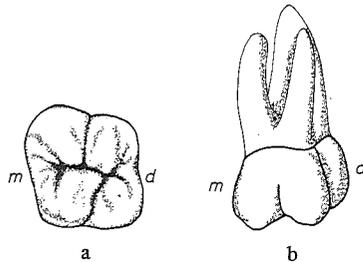


Abb. 15. Oberer erster Molar
a) okklusal
b) bukkal

1.5.10 Zweiter oberer Molar (Zwölf-Jahr-Molar)

Der zweite Molar gleicht dem ersten weitgehend, ist aber dennoch im allgemeinen eindeutig von diesem zu unterscheiden. Der mesio-palatinal Höcker ist zu Lasten des distopalatinalen stark vergrößert (Abb. 16a), die beiden bukkalen Wurzeln sind häufig zusammengebacken, es fehlt das tuberculum Carabelli, und außerdem ist er in seiner Gesamtheit kleiner als der erste (Abb. 16b).

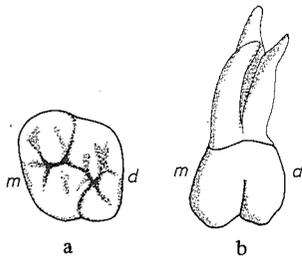


Abb. 16. Oberer zweiter Molar
a) okklusal
b) bukkal

1.5.11 Dritter oberer Molar

Der dritte obere Molar ist der variantenreichste Zahn des gesamten Gebisses. Im Grundaufbau ist er dem 12-Jahr-Molaren ähnlich.

Palatinal findet man zumeist nur einen Höcker, der disto-palatinal ist nicht mehr vorhanden (Abb. 17a). Die drei an sich zu erwartenden Wurzeln sind oft zu einer Pfahlwurzel zusammengebacken (Abb. 17b). In anderen Fällen kann aber der dritte Molar auch zumindest apikal mit 4 oder 5 zumeist recht kleinen abgeboenen Wurzelspitzen versehen sein.

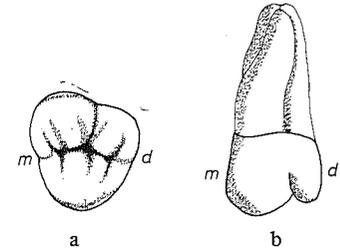


Abb. 17. Oberer dritter Molar
a) okklusal
b) bukkal

1.5.12 Erster unterer Prämolare

Im Gegensatz zu den mehr ovalen oberen Prämolaren sind die unteren in der Aufsicht auf die Kaufläche eher rund (Abb. 18a). Beim ersten Prämolaren dominiert eindeutig der bukkale Höcker. Der linguale ist zumeist nur ganz gering ausgebildet (Abb. 18b). Die sagittale Fissur trennt die inneren Abhänge der beiden Höcker häufig nur andeutungsweise; distal wird sie vollständig vom approximalen Randwulst abgeschlossen, so daß sich dort eine eigene Fossa ergibt, mesial läuft zumeist der mesio-linguale Schenkel des V als freie Fissur nach lingual aus.

Der untere erste Prämolare ist besonders gekennzeichnet durch die Kronenflucht. Dieses Merkmal kommt dadurch zustande, daß die Längsachsen von Krone und Wurzel, von approximal betrachtet,

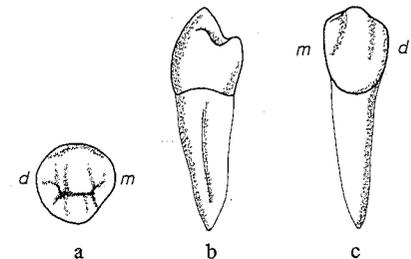


Abb. 18. Unterer erster Prämolare
a) okklusal
b) approximal
c) bukkal

nach lingual einen Winkel zwischen sich einschließen, der kleiner als 180° ist.

Die Wurzel des ersten unteren Prämolaren ist keineswegs rund wie die Krone, sondern im Querschnitt eher oval mit Einziehungen approximal. Die Längsseiten des Ovals stellen die Approximalseiten dar.

1.5.13 Zweiter unterer Prämolare

Der zweite untere Prämolare ist dem ersten weitgehend ähnlich, unterscheidet sich jedoch von diesem dadurch, daß er in seiner Gesamtheit merklich größer ist und daß der linguale Höcker wesentlich stärker ausgeprägt ist. Beide Höcker sind stark nach mesial versetzt. Dadurch wird distal die V-förmige Endung der Längsfissur zu einer Fossa aufgeweitet, die von einem besonders starken Randwulst begrenzt wird. (Abb. 19a). Die Kronenflucht ist schwächer, die einzige Wurzel ebenfalls oval im Querschnitt (Abb. 19b).

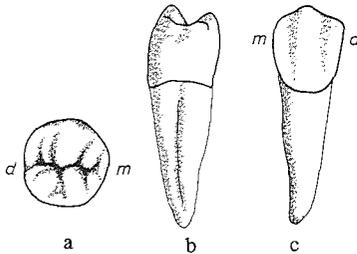


Abb. 19. Unterer zweiter Prämolare
a) okklusal
b) approximal
c) bukkal

1.5.14 Erster unterer Molar

Die Kaufläche des ersten unteren Molaren ist geprägt durch 5 Höcker, von denen 3 bukkal und 2 lingual gelegen sind. Sie erheben sich auf einem rechteckigen, teils leicht trapezförmigen Grundriß (Abb. 20a). Die beiden stärksten Höcker liegen lingual, von den bukkalen ist der mittlere der wichtigste. Die transversalen und sagittalen Fissuren laufen am Fuße des mittleren bukkalen Höckers zur zentralen Fossa zusammen. Zwei starke Wurzeln, die mesial und distal stehen (Abb. 20b), haben wiederum jeweils einen brillenförmigen Querschnitt, wobei die Einziehungen auf jenen Flächen stärker sind, die zum interradikulären Knochenseptum hin gelegen sind.

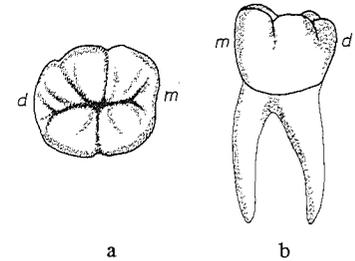


Abb. 20. Unterer erster Molar
a) okklusal
b) bukkal

1.5.15 Zweiter unterer Molar

Beim zweiten unteren Molaren ist die rechteckige Kaufläche mit 4 Höckern bestanden. Eine bukkal und lingual auslaufende Querrissur schneidet etwa in der Mitte die Längsfissur. Im Kreuzungspunkt liegt die zentrale Fossa. (Abb. 21a). Die zwei mesial und distal stehenden Wurzeln (Abb. 21b) sind häufig zu einer mächtigen Pfahlwurzel zusammengewachsen.

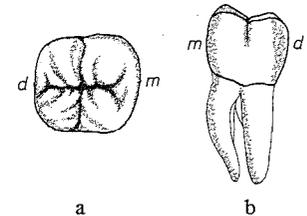


Abb. 21. Unterer zweiter Molar
a) okklusal
b) bukkal

1.5.16 Dritter unterer Molar

Der dritte untere Molar kann die Kaufläche des 6-Jahr-Molaren haben, er kann aber auch die Kaufläche des 12-Jahr-Molaren aufweisen (Abb. 22a). In allen Fällen fällt eine stark kelchförmige klinische Krone auf, die im Bereich der Schmelz-Zement-Grenze auf einem verhältnismäßig kleinen Wurzelquerschnitt aufsitzt (Abb. 22b). Die beiden Wurzeln – getrennt oder zusammengefügt – können im apikalen Bereich stark nach distal abgelenkt sein. Nicht selten sind die beiden Wurzeln im apikalen Bereich jeweils geteilt, so daß vier Wurzelspitzen zustande kommen.

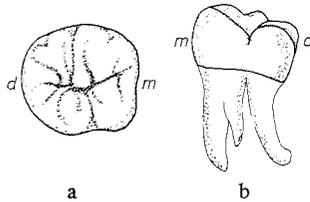


Abb. 22. Unterer dritter Molar
a) okkusal
b) bukkal

1.6 Okklusion

Das Kontakthaben der Zähne im Schlußbiß nennt man Okklusion. Die Zahnreihen von Unter- und Oberkiefer beginnen jeweils in der Mittellinie, im Scheitelpunkt der halben Ellipse bzw. der Parabel. Da der obere Einsenr wesentlich breiter ist als der untere, ergibt sich zwangsläufig, daß die folgenden unteren Zähne jeweils in den Interdentalraum von zwei oberen hineingreifen (Abb. 23). Auf diese Weise haben alle Zähne – ausgenommen der untere mittlere Schneidezahn und die dritten Molaren – zwei Antagonisten. Infolge der größeren Weite des oberen Zahnbogens übergreifen die oberen Zähne die des Unterkiefers. Das gilt für alle Zähne. Im Frontzahnbereich spricht man vom Scherenbiß. Der Überbiß beträgt hier im natürlichen Gebiß durchschnittlich 3,5 mm.

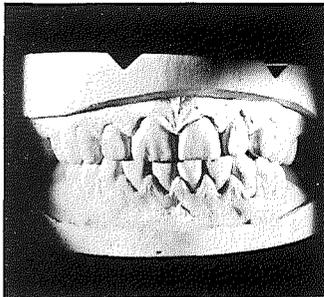


Abb. 23. Regelverzahnung von vorn

1.6.1 Positionen des Unterkiefers

Bei der beschriebenen Regelverzahnung befindet sich der Unterkiefer in der Neutrallage (Abb. 24). Von der Norm gibt es zahlreiche Abweichungen. Rastet die untere Zahnreihe in ihrer Gesamtheit

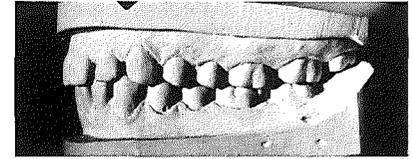


Abb. 24. Neutrallage des Unterkiefers

z. B. um eine Prämolarenbreite distal ein, spricht man von einer Rücklage des Unterkiefers (Distalbiß) (Abb. 25). Dabei findet man frontal zumeist einen tieferen Überbiß und eine größere sagittale Frontzahnstufe.

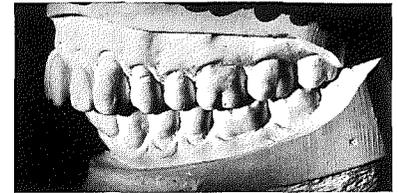


Abb. 25. Distallage des Unterkiefers

Rastet die untere Zahnreihe, abweichend von der Norm, in ihrer Gesamtheit um eine Prämolarenbreite weiter mesial ein, so handelt es sich um einen Mesialbiß (Abb. 26). Im Frontzahnbereich übergreifen dann die unteren Zähne die oberen nach bukkal oder stehen in Kopfbißposition. Übergreifen die unteren die oberen, so spricht man vom umgekehrten Überbiß, von einer prognen Verzahnung oder von einem frontalen Kreuzbiß. Setzt sich dieser Kreuzbiß auch im Seitenzahnbereich fort, handelt es sich um eine echte Progenie.

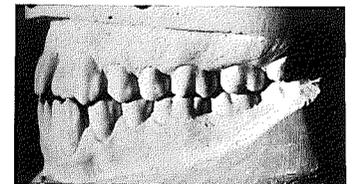


Abb. 26. Mesiallage des Unterkiefers mit frontalem Kreuzbiß

1.6.2 Okklusionskurven

Betrachtet man die gesamte Zahnreihe von approximal, so fällt auf, daß sich die Zähne nicht auf einer Geraden treffen, sondern auf

einer nach kaudal durchgebogenen Linie (Abb. 27), der sagittalen Okklusionskurve, deren tiefster Punkt im Bereich des Sechs-Jahr-Molaren liegt. Analog zur sagittalen Okklusionskurve ist die transversale zu beachten, die dadurch entsteht, daß man die Höckerspitzen der Seitenzähne in transversaler Richtung miteinander verbindet. (Abb. 28).

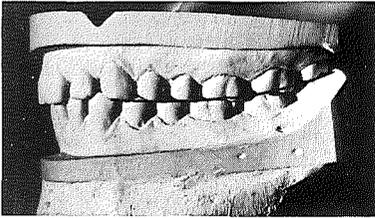


Abb. 27. Sagittalkurve

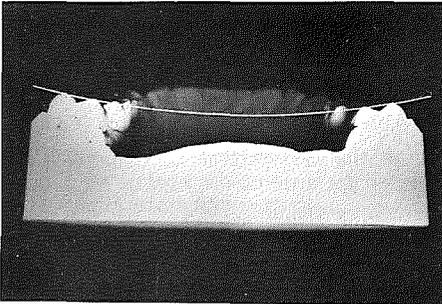


Abb. 28. Transversalkurve

1.6.3 Okklusale Anatomie

Da eine summarische Vorstellung von der Okklusion nicht ausreicht, geht es im folgenden darum, im Detail darzustellen, welche Kontakte sich im einzelnen beim Zahnreihenschluß ergeben. Dabei ist als erstes zu erwähnen, daß bei allen Seitenzähnen zwischen tragenden und nichttragenden Höckern unterschieden wird. Bei den oberen Seitenzähnen sind es die palatinalen, bei den unteren die bukkalen Höcker, welche die Okklusion tragen (Abb. 29). Sie greifen an ganz bestimmten Stellen in das Relief der Antagonisten hinein. Dabei entstehen im Idealfall wiederum an ganz bestimmten

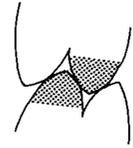


Abb. 29. Tragende Höcker Ober- und Unterkiefer

Stellen Kontakte, die an den Antagonisten als Stops, an den tragenden Höckern als Höckerkontakte bezeichnet werden. Zu erwähnen ist weiterhin, daß im nicht abradieren Gebiß ein tragender Höcker den Antagonisten nie mit der Spitze berührt, sondern mit bestimmten Stellen in einiger Entfernung von der Höckerspitze.

Kontakte der bukkalen Höcker unterer Seitenzähne im Relief der oberen:

Der erste untere Prämolargreift zwar in den Interdentalraum vom oberen Eckzahn und oberen ersten Prämolaren, es kommt aber nur ein Kontakt zustande. Dieser liegt auf dem sagittalen Grat geringfügig distal der Höckerspitze. Mit dieser Stelle berührt er den mesialen Randwulst des oberen ersten Prämolaren (Abb. 30).

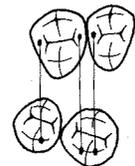
Am bukkalen Höcker des zweiten unteren Prämolaren ergeben sich in der Okklusion zwei Kontakte. Sie liegen auf dem sagittalen Grat in gewissem Abstand mesial und distal von der Höckerspitze. Der mesiale ruht auf dem distalen Randwulst des ersten oberen Prämolaren, der distale auf dem mesialen Randwulst des zweiten oberen Prämolaren. (Abb. 31).

Der erste untere Molar greift mit dem mesio-bukkalen Höcker in den Interdentalraum vom zweiten oberen Prämolaren und ersten

Abb. 30. Kontakt der tragenden Höcker unterer Seitenzähne im Relief der oberen: erster unterer Prämolargreift



Abb. 31. wie Abb. 30 + zweiter unterer Prämolargreift



oberen Molaren. Auch hier liegen die beiden Kontaktpunkte auf dem sagittalen Grat mesial und distal der Höckerspitze. Die beiden Stops liegen auf dem distalen Randwulst des zweiten oberen Prämolaren und auf dem mesialen Randwulst des ersten oberen Molaren (Abb. 32). Der zweite untere Molar ragt mit dem mesio-bukkale Höcker in den Interdentalraum vom ersten und zweiten oberen Molaren. Seine Stops findet er auf dem distalen Randwulst des ersten oberen Molaren und auf dem mesialen Randwulst des zweiten oberen Molaren. Die Höckerkontakte liegen wiederum auf dem sagittalen Grat mesial und distal der Höckerspitze (Abb. 33).

Der zweite bukkale Höcker des ersten Molaren ragt in die zentrale Fossa des ersten oberen Molaren. Es entstehen drei Kontakte, zwei liegen auf dem mesialen und distalen äußeren Abhang und einer auf dem inneren transversalen Grat, alle in geringer Entfernung von der Höckerspitze. Auf dem Antagonisten liegen die Stops um die zentrale Fossa gruppiert, und zwar auf dem distalen inneren Abhang des mesio-bukkalen Höckers, auf dem mesialen inneren Abhang des disto-bukkalen Höckers sowie auf dem inneren Abhang des mesio-palatinalen Höckers (Abb. 34).

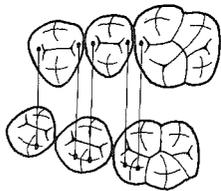


Abb. 32. wie Abb. 31 + erster unterer Molar, mesio-bukkaler Höcker

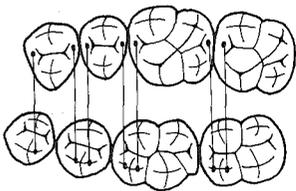


Abb. 33. wie Abb. 32 + zweiter unterer Molar, mesio-bukkaler Höcker

Die Beziehungen zwischen dem disto-bukkalen Höcker des zweiten unteren Molaren und dem zweiten oberen Molaren sind die

gleichen wie zwischen dem disto-bukkalen Höcker des ersten unteren Molaren und dem ersten oberen Molaren (Abb. 34 und 35).

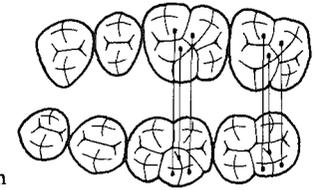


Abb. 34. Kontakte der disto-bukkalen Höcker der beiden unteren Molaren

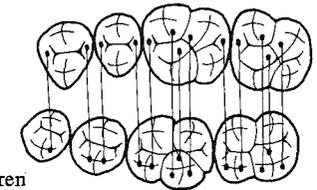


Abb. 35. Kontaktpunktmuster: untere tragende Höcker im Relief der oberen

Kontakte der palatinalen Höcker oberer Seitenzähne im Relief der unteren:

Da der linguale Höcker des ersten unteren Prämolaren nur sehr schwach ausgebildet ist und der linguale Höcker des ersten oberen Prämolaren kleiner ist als der bukkale, kommt im natürlichen Gebiß nur ein Kontaktpunkt zustande. Er liegt beim oberen auf dem mesialen inneren Abhang des palatinalen Höckers und beim unteren auf dem distalen inneren Abhang des bukkalen Höckers (Abb. 36).

Der palatinale Höcker des zweiten oberen Prämolaren hat mit dem unteren Prämolaren zwei Berührungspunkte. Die Stops liegen auf dem distalen Randwulst, auf dem distalen inneren Abhang des linguale Höckers und auf dem distalen inneren Abhang des bukkalen Höckers. Die Höckerkontakte befinden sich auf dem sagittalen Grat distal der Höckerspitze, auf dem äußeren transversalen Grat und auf dem mesialen inneren Abhang des palatinalen Höckers (Abb. 37).

Der mesio-palatinal Höcker des ersten oberen Molaren ragt in die zentrale Fossa des ersten unteren Molaren. Die entstehenden drei Höckerkontakte befinden sich auf dem mesialen und distalen linguale Abhang und dem inneren Abhang des mesio-palatinalen



Abb. 36. Kontakte der tragenden Höcker
oberer Seitenzähne im Relief der
unteren: oberer erster Prämolare

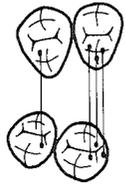


Abb. 37. wie Abb. 36 + zweiter oberer Prämolare

Höckers. Die Stops ergeben sich auf dem distalen inneren Abhang des mesio-lingualen Höckers, auf dem mesio-lingualen Abhang des disto-lingualen Höckers und auf dem inneren transversalen Grat des disto-bukkalen Höckers (Abb. 38).

Der disto-palatinale Höcker des ersten oberen Molaren greift in den Interdentalraum des ersten und zweiten unteren Molaren, wo die Stops auf den beiden Randwülsten zustande kommen. Die Höckerkontakte liegen wiederum jeweils mesial und distal der Höckerspitze auf dem sagittalen Grat (Abb. 39).

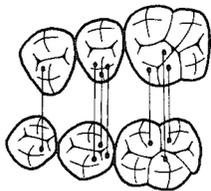


Abb. 38. wie Abb. 37 + erster oberer Molar,
mesio-bukkaler Höcker

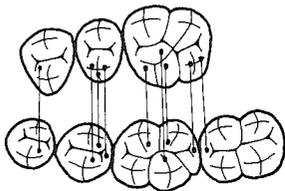


Abb. 39. wie Abb. 38 + erster oberer
Molar, disto-bukkaler Höcker

Die Beziehungen zwischen dem zweiten oberen Molaren und dem zweiten unteren Molaren sind die gleichen wie zwischen dem ersten oberen und dem ersten unteren Molaren (Abb. 40).

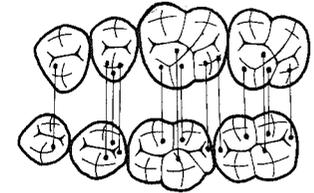


Abb. 40. wie Abb. 39 + tragende
Höcker zweiter oberer Molar

2 BEWEGUNGSFUNKTION DES UNTERKIEFERS

Die Bewegung des Unterkiefers wird ermöglicht durch das Kiefergelenk, durch das der Unterkiefer mit dem Schädel verbunden ist.

2.1 Das Kiefergelenk

Am Aufbau des Kiefergelenks sind beteiligt die fovea articularis des Schläfenbeins (os temporale), der Kondylus des Unterkiefers, der discus articularis und die Kapsel.

Bei der Fovea handelt es sich um eine längliche, relativ flache Grube, deren Längsachse von der Transversalen leicht nach dorsal innen abweicht, so daß sie sich in der Verlängerung mit der der Gegenseite unter einem stumpfen Winkel am vorderen Rand des foramen magnum trifft (Abb. 41). Wie aus dem Begriff Gelenkgrube hervorgeht, wird die Fovea allseitig von kleinen Erhebungen umgeben, von denen die stärkere ventrale das tuberculum articulare ist.

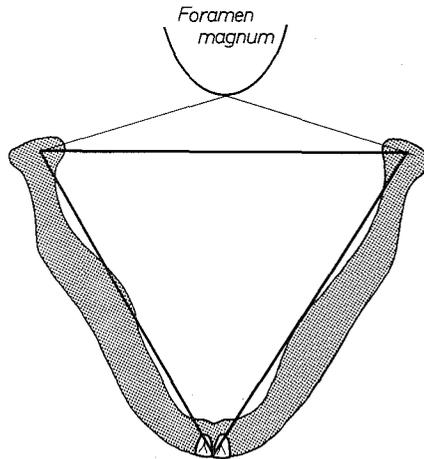


Abb. 41. Achsenrichtung der Kondylen und Bonwill'sches Dreieck

Der Kondylus des Unterkiefers hat annähernd eine Walzenform. Seine Längsachse stimmt mit der der Gelenkgrube weitgehend überein. Sein vorderer artikulierender Abhang ist wie die fovea articularis mit Gelenkknorpel überzogen.

Zwischen die nicht kongruenten Flächen der beiden beschriebenen Gelenkkörper ist der discus articularis zwischengelagert. Diese faserknorpelige Platte ist in der Regel ringsherum mit der Gelenkkapsel verbunden. Somit wird das Gelenk in zwei Kammern geteilt, in eine disco-mandibuläre und in eine disco-temporale (Abb. 42). In dem rückwärtigen konkaven Teil des Diskus kann sich der Kondylus drehen. Bei der Vorschubbewegung gleitet der Diskus mit dem Kondylus auf das tuberculum articulare (Abb. 43).

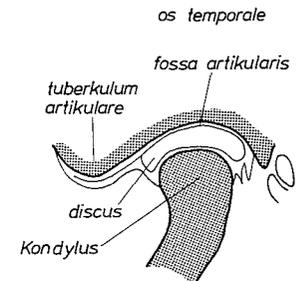


Abb. 42. Kiefergelenk: Kondylus in zentraler Position

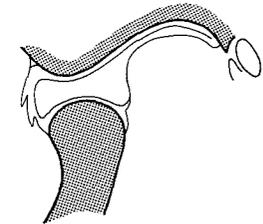


Abb. 43. Kiefergelenk: Kondylus auf dem tuberculum articulare

Die Kapsel umgibt das Gelenk wie ein schlaffer Sack. Von den Verstärkungsbändern der Kapsel ist vor allem das Ligamentum temporo-mandibulare zu erwähnen, das vom Jochbogen zum Hals des Gelenkfortsatzes zieht.

Analysiert man die Bewegungen des menschlichen Unterkiefers, so lassen sich eine einfache Rotationsbewegung, eine Vorschubbewegung, eine Seitwärtsbewegung und eine geringe Rückwärtsbewegung voneinander trennen. Diese Trennung ist nicht nur zweckmäßig aus didaktischen Gründen, sondern notwendig für die Erfassung des komplizierten Bewegungsspiels des Unterkiefers. Die relevanten

2 BEWEGUNGSFUNKTION DES UNTERKIEFERS

Die Bewegung des Unterkiefers wird ermöglicht durch das Kiefergelenk, durch das der Unterkiefer mit dem Schädel verbunden ist.

2.1 Das Kiefergelenk

Am Aufbau des Kiefergelenks sind beteiligt die fovea articularis des Schläfenbeins (os temporale), der Kondylus des Unterkiefers, der discus articularis und die Kapsel.

Bei der Fovea handelt es sich um eine längliche, relativ flache Grube, deren Längsachse von der Transversalen leicht nach dorsal innen abweicht, so daß sie sich in der Verlängerung mit der der Gegenseite unter einem stumpfen Winkel am vorderen Rand des foramen magnum trifft (Abb. 41). Wie aus dem Begriff Gelenkgrube hervorgeht, wird die Fovea allseitig von kleinen Erhebungen umgeben, von denen die stärkere ventrale das tuberculum articulare ist.

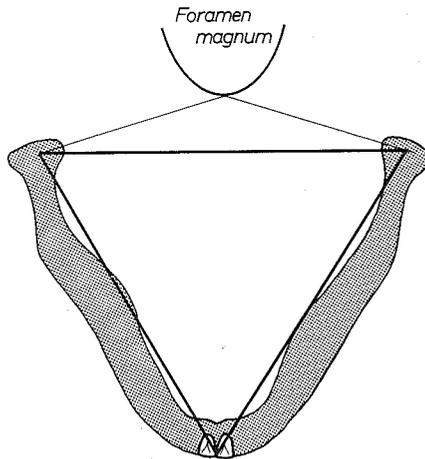


Abb. 41. Achsenrichtung der Kondylen und Bonwill'sches Dreieck

Der Kondylus des Unterkiefers hat annähernd eine Walzenform. Seine Längsachse stimmt mit der der Gelenkgrube weitgehend überein. Sein vorderer artikulierender Abhang ist wie die fovea articularis mit Gelenkknorpel überzogen.

Zwischen die nicht kongruenten Flächen der beiden beschriebenen Gelenkkörper ist der discus articularis zwischengelagert. Diese faserknorpelige Platte ist in der Regel ringsherum mit der Gelenkkapsel verbunden. Somit wird das Gelenk in zwei Kammern geteilt, in eine disco-mandibuläre und in eine disco-temporale (Abb. 42). In dem rückwärtigen konkaven Teil des Diskus kann sich der Kondylus drehen. Bei der Vorschubbewegung gleitet der Diskus mit dem Kondylus auf das tuberculum articulare (Abb. 43).

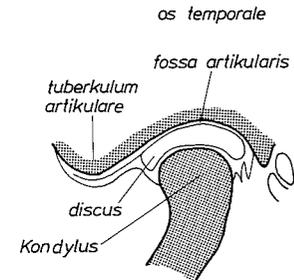


Abb. 42. Kiefergelenk: Kondylus in zentraler Position

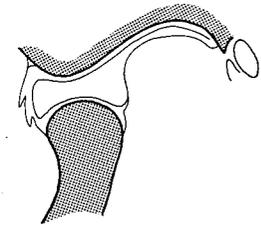


Abb. 43. Kiefergelenk: Kondylus auf dem tuberculum articulare

Die Kapsel umgibt das Gelenk wie ein schlaffer Sack. Von den Verstärkungsbändern der Kapsel ist vor allem das Ligamentum temporo-mandibulare zu erwähnen, das vom Jochbogen zum Hals des Gelenkfortsatzes zieht.

Analysiert man die Bewegungen des menschlichen Unterkiefers, so lassen sich eine einfache Rotationsbewegung, eine Vorschubbewegung, eine Seitwärtsbewegung und eine geringe Rückwärtsbewegung voneinander trennen. Diese Trennung ist nicht nur zweckmäßig aus didaktischen Gründen, sondern notwendig für die Erfassung des komplizierten Bewegungsspiels des Unterkiefers. Die relevanten

Größen im Bewegungsablauf sind die Kondylen und die Zähne. Da aber die Verfolgung der Bewegungen aller Zähne nur Verwirrung stiften würde, wird zunächst nur ein Punkt im Zahnsystem betrachtet, nämlich der Kontaktpunkt der unteren mittleren Schneidezähne. Nach BONWILL stellt die Verbindung der drei Punkte Kondylus – Kondylus – Inzisalpunkt ein annähernd gleichseitiges Dreieck dar mit einer durchschnittlichen Kantenlänge von 10 cm (Abb. 41). Es gilt nun zu beobachten, wie sich diese drei Punkte bei den verschiedenen Bewegungen des Unterkiefers verhalten.

2.2 Rotationsbewegung

In der ersten Phase der Öffnung handelt es sich um eine reine Scharnierbewegung, bei der die Kondylen ohne Positionsänderung auf der Stelle rotieren. Folglich bewegt sich der vordere Dreieckspunkt auf der Peripherie eines Kreises. Die reine Rotationsbewegung vollzieht sich aber nur bis zu einer Öffnung von 18 – 20 mm. Bei weiterer Öffnung gesellt sich ein Vorgehen hinzu. Die Kondylen gleiten entlang der Rückfläche des tuberculum articulare nach vorn unten. Der vordere Dreieckspunkt verläßt nun die reine Kreisbahn nach vorn bis zum Endpunkt in der maximalen Öffnungsbewegung (Abb. 44).

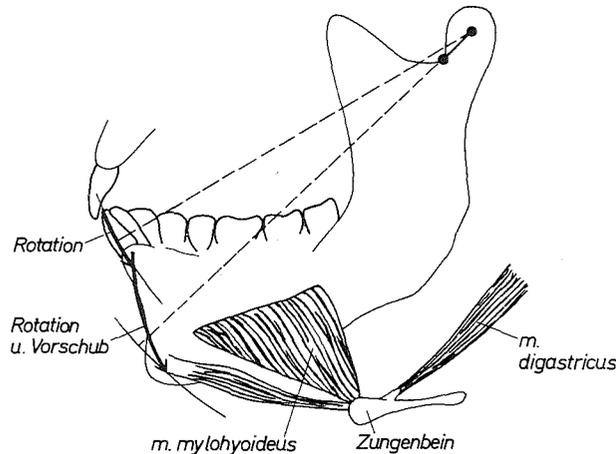


Abb. 44. Rotationsbewegung

Die Öffnung wird von den Zungenbeinmuskeln besorgt. Dabei fällt den unteren Zungenbeinmuskeln die Aufgabe zu, das Zungenbein zu fixieren. Die oberen Zungenbeinmuskeln, vor allem der m. mylohyoideus und der m. digastricus, ziehen den Unterkiefer dann nach unten.

2.3 Vorschubbewegung

Bei der Vorschubbewegung gleiten die Kondylen ebenfalls nach vorn unten entlang der Rückfläche des tuberculum articulare. Die unteren Schneidezähne gleiten dabei mit ihren vestibulären Inziskanten entlang den Lingualflächen der oberen. Die Neigung der Rückfläche des tuberculum articulare und der Rückfläche der Schneidezähne kann man messen an Hand des Winkels, den diese Flächen mit einer Bezugsebene bilden. Als eine solche Bezugsebene dient im allgemeinen die Camper'sche Ebene. Diese wird gebildet durch die Verbindung der beiden pori acustici externi und der spina nasalis anterior. Den entsprechenden Winkel im Gelenk nennt man den sagittalen Kondylenbahnwinkel, den entsprechenden Winkel im Bereich der Frontzähne nennt man den sagittalen Schneidezahnführungswinkel (Abb. 45). Für den ersteren hat GYSI einen Durchschnittswert von 33° angegeben, für den letzteren einen Durchschnittswert von 30° . Sind beide Winkel gleich, so handelt es sich bei der Vorschubbewegung um ein reines Gleiten der Man-

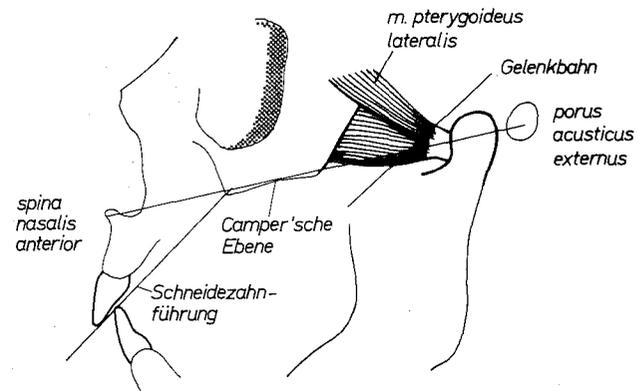


Abb. 45. Schneidezahnführungswinkel bei der Vorschubbewegung

dibula. Ist der Schneidezahnwinkel größer als der Kondylenbahnwinkel, so müssen sich die Schneidezähne, wenn jeweils ein gleich großes Stückchen Vorschub zurückgelegt wird, weiter nach kaudal bewegen als die Kondylen. Die Zahnreihe öffnet sich mesial stärker als distal (Abb. 46). Zusätzlich zum Gleiten entsteht zwangsläufig eine Drehung. Ist der Kondylenbahnwinkel größer als der Schneidezahnwinkel, so müssen sich die Kondylen, wenn wiederum an beiden Orten ein gleich großes Stückchen an Vorschub zurückgelegt wird, tiefer nach kaudal bewegen als die Schneidezähne. Die Zahnreihen öffnen sich distal stärker als ventral (Abb. 47).

Die gerade Vorschubbewegung des Unterkiefers wird dadurch bewirkt, daß sich auf beiden Seiten die mm. pterygoidei laterales kontrahieren. Der m. pterygoideus lateralis entspringt an der lamina lateralis des processus pterygoideus des os sphenoidale und an der crista infratemporalis. Er setzt an in der fovea pterygoidea, einer Grube des processus condylaris, dicht unterhalb des Gelenkkopfes, sowie an der Kapsel und am Diskus des Kiefergelenks.

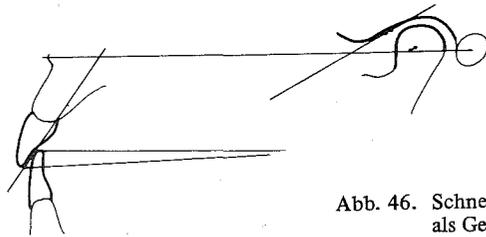


Abb. 46. Schneidezahnführung größer als Gelenkbahnneigung

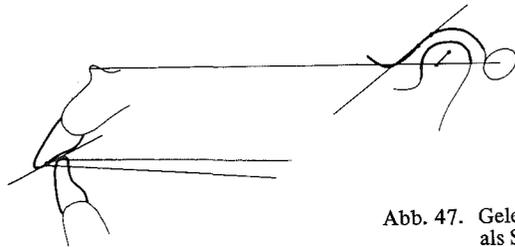


Abb. 47. Gelenkbahnneigung größer als Schneidezahnführung

2.4 Lateralbewegung

Die Lateralbewegung kommt dadurch zustande, daß sich nur ein m. pterygoideus lateralis kontrahiert. Die Bewegung des Unterkiefers erfolgt jeweils zur Gegenseite. Wird der rechte m. pterygoideus lateralis kontrahiert, so wird der Unterkiefer nach links bewegt und umgekehrt. Dabei handelt es sich allerdings nicht um eine parallele Seitwärtsbewegung, sondern um eine Drehung. Auf der Seite der Kontraktion wird der Kondylus nach vorn unten innen gezogen (schwingender Kondylus). Der Kondylus auf jener Seite, zu der hin die Drehung erfolgt, wird zwar ein wenig nach lateral bewegt (Bennett'sche Lateralbewegung) im wesentlichen aber führt er eine Drehung um eine vertikale Achse aus (ruhender Kondylus).

Da der schwingende Kondylus, wie bereits beschrieben, sich entlang der Rückfläche des tuberculum articulare nach vorn innen unten bewegt, kommen die Zähne dieser Seite (Balanceseite) außer Kontakt; auf der Arbeitsseite kann sich der Kaudruck umso stärker konzentrieren. Das Ausmaß der Einwärtsschwenkung des schwingenden Kondylus läßt sich wiederum messen. Man verbindet die Ausgangsposition des Kondylus mit dessen Endposition bei maximaler Lateralbewegung und mißt den Winkel zur Sagittalen (Abb. 48). Analog dem sagittalen Kondylenbahnwinkel nennt man diesen Winkel den lateralen Kondylenbahnwinkel oder auch den Bennett-Winkel. GYSI gibt ihn im Durchschnitt mit 16° an. Die gerade Verbindung zwischen Ursprungs- und Endposition des schwingenden Kondylus entspricht natürlich nicht seiner eigentli-

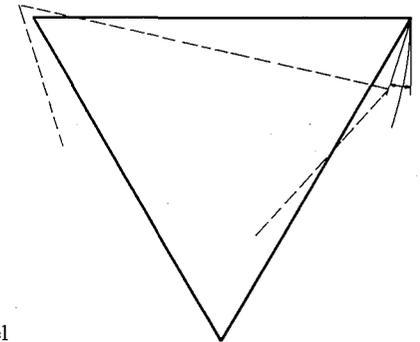


Abb. 48. Bennett-Winkel

chen Bahn. Diese ist infolge der Bennett'schen Lateralbewegung durch eine Auslenkung nach mesial gekennzeichnet.

Durch die Bahnen, die der vordere Punkt des Bonwill'schen Dreiecks bei den Lateralbewegungen beschreibt, entsteht der laterale Schneidezahnführungswinkel. Bei der Bewegung nach rechts gleitet der vordere Dreieckspunkt nach vorn rechts außen; er beschreibt die rechte Symphysenbahn. Bei entsprechender Bewegung nach links entsteht die linke Symphysenbahn. Beide Bahnen schließen einen Winkel zwischen sich ein, der im Mittel 120° groß ist und auch Symphysenbahnwinkel genannt wird (Abb. 49).

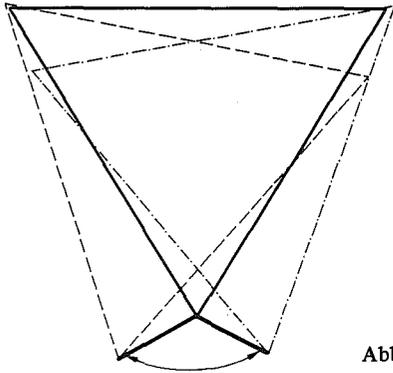


Abb. 49. Symphysenbahnwinkel

2.5 Schließbewegung

Für die Schließbewegung, bei der im wesentlichen die Kauleistung erbracht wird, sind drei kräftige Muskeln verantwortlich: der m. masseter, der m. pterygoideus medialis und der m. temporalis. Der Masseter entspringt breit am arcus zygomaticus und setzt ebenso breit an der Außenfläche des horizontalen Unterkieferastes an, an der tuberositas masseterica am Unterkieferwinkel (Abb. 50). Der m. pterygoideus medialis verläuft auf der Innenseite des Unterkiefers – annähernd parallel zum Masseter – von der fossa pterygoidea des Keilbeins zur tuberositas pterygoidea auf der Innenseite des Kieferwinkels. Der m. temporalis entspringt breitflächig auf dem planum temporale und setzt am processus-coronoideus an. Mit seiner pars posterior, die annähernd horizontal verläuft, zieht er den Unterkiefer aus der Vorschubbewegung zurück.

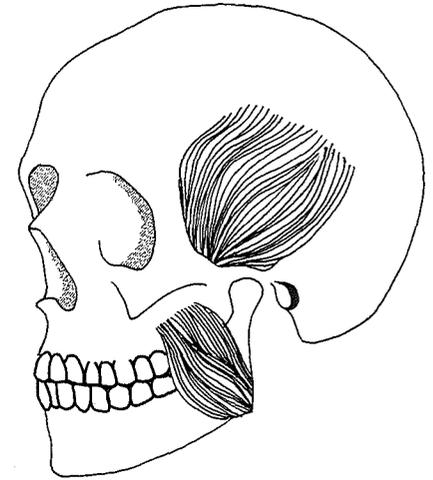


Abb. 50. Schließer

2.6 Retralbewegung

Die meisten Menschen können den Unterkiefer aus der maximalen Kraniallage noch ein Stückchen nach distal ziehen. Beim Vollbezahnten übernehmen dabei die Retrusionsfacetten die Führung des Unterkiefers nach hinten unten. Die Bewegung wird ausgeführt vom m. biventer, vom m. mylohyoideus und vom horizontalen Teil des m. temporalis. Die untere Zungenbeinmuskulatur und die subokzipitalen Muskeln sind dabei als Feststeller und Widerlager beteiligt.

2.7 Akzessorische Kaumuskeln

Im Zusammenhang mit den Bewegungen des Unterkiefers wurden jeweils die Muskeln beschrieben, durch welche die Bewegungen ausgelöst werden. Damit sind aber die Kaumuskeln noch nicht vollständig abgehandelt, denn zu dieser Gruppe gehört auch noch die Wangen- und Zungenmuskulatur. Die Bedeutung dieser Muskeln erkennt man am besten, wenn sie, durch welche Ursache auch immer, ausgefallen sind. Fehlt die Wange, so fällt nach Durchteilung eines Bissens die eine Hälfte nach außen heraus. Die andere, in den Zungenraum gefallene Hälfte wird erneut zwischen die Zähne trans-

portiert und geteilt. Wiederum geht eine Hälfte nach außen verloren. Im Zungenraum verbleibt jetzt nur noch ein Viertel des ursprünglichen Bissens, das noch wesentlich weiter zerkleinert werden mußte.

Bei Verlust der Zunge sind die Auswirkungen noch folgenschwerer. Der mit den Schneidezähnen abgetrennte Bissen fällt hinter die unteren Frontzähne und bleibt dort liegen. Eine weitere Zerkleinerung der Nahrung unterbleibt, weil der Bissen nicht zwischen die Zähne gebracht werden kann.

2.8 Artikulation der Zähne

Es wurde ausgeführt, daß die relevanten Punkte, die es bei der Unterkieferbewegung zu erfassen gilt, die Kondylen und die Zähne sind. Als Prototyp für die Zähne wurde bislang nur der vordere Punkt des Bonwill'schen Dreiecks berücksichtigt. Alle Zähne aber führen ähnliche Bewegungen aus. Dabei interessieren vor allem die sagittalen und horizontalen Bewegungen der unteren Seitenzähne.

Artikulation nennt man den Kontakt der Zähne während der Bewegung. Es gilt also zu analysieren, welchen Weg die zentrischen Höcker im antagonistischen Kauflächenrelief nehmen. Zunächst sollen die Bahnen der bukkalen Höcker der unteren Seitenzähne betrachtet werden. Bei der Lateralbewegung (Arbeitsseite) gleiten die Höcker der beiden Prämolaren und die mesio-bukkale Höcker der beiden Molaren durch die interdentalen Nischen ihrer Antagonisten. Die disto-bukkale Höcker der beiden Molaren bewegen sich durch die Fissur, welche die beiden bukkalen Höcker der oberen Molaren voneinander trennt.

Bei Arbeitsbewegungen auf der Gegenseite führen die gleichen Höcker eine Balancebewegung aus. Sie nehmen dabei ihren Weg nach schräg innen vorn (Abb. 51).

Bei den beiden beschriebenen Bewegungen handelt es sich um Grenzbewegungen. Zwischen den beiden Bahnen liegt das mögliche Bewegungsfeld für die unteren Höcker. Der Winkel zwischen den beiden Bahnen wird fortlaufend von den Molaren zu den Prämolaren größer. Der Grund hierfür liegt in der unterschiedlichen räumlichen Beziehung der Höcker zu den Kondylen.

Durch die gerade Vorschubbewegung wird das Bewegungsfeld unterteilt in Arbeits- und Balancefeld. Das Arbeitsfeld liegt in dem Areal zwischen den Bahnen, die bei der Lateralbewegung und der Vorschubbewegung entstehen (Abb. 52). In diesem Feld kann sich

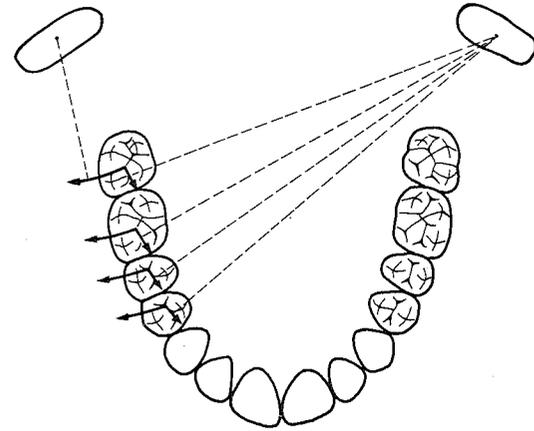


Abb. 51. Bewegungsfelder im Relief oberer Seitenzähne

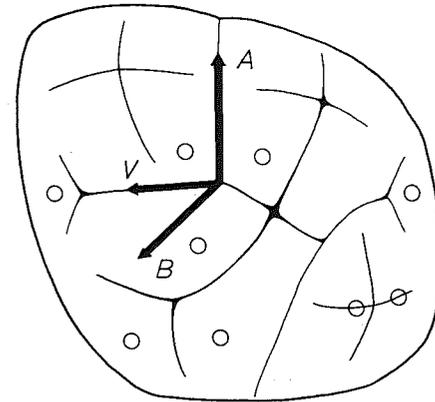


Abb. 52. Grenzbewegungen des disto-bukkalen des ersten unteren Molaren

der antagonistische Höcker bei der Arbeit bewegen. Relevant ist nun vor allem die Frage, mit welchem Anteil der zentrische antagonistische Höcker jeweils in dem Arbeitsfeld arbeitet: Am Beispiel eines oberen und unteren Sechsjähr-Molaren soll diese Frage erläutert werden.

Das Arbeitsfeld des disto-bukkalen Höckers des ersten unteren Molaren liegt auf dem distalen inneren Abhang des mesio-bukkalen Höckers des ersten oberen Molaren. Es wird begrenzt vom transversalen und sagittalen Grat dieses Höckers sowie von der bukko-ventralen Fissur (Abb. 53). Auf diesem Feld befindet sich der Stop für den mesio-bukkalen Höckerkontakt des antagonistischen Höckers. Bei Vorschub- und Lateralbewegungen können nur die beiden Facetten in Kontakt bleiben, auf denen die beschriebenen Kontakte liegen. Durch Projektion der Kauflächen übereinander mit Hilfe von Transparentfolie erkennt man die Zusammenhänge am besten. Das korrespondierende Arbeitsfeld an den unteren tragenden Höckern liegt jeweils mesio-bukkal (Abb. 54 und 55).

Zwischen der geraden Vorschub- und der Balancebahn liegt das Balancefeld, in dem sich der antagonistische Höcker bewegen kann, wenn auf der Gegenseite gearbeitet wird.

Die Höcker der oberen Seitenzähne gleiten bei der Lateralbewegung (Arbeitsbewegung) durch Interdentalräume und Fissuren nach lingual. Für manchen ist es zunächst sehr schwierig, diesen Sachverhalt einzusehen. Er wird aber leicht verständlich, wenn man sich klar macht, daß es sich um eine relative Bewegung handelt, denn nicht die oberen Zähne bewegen sich, sondern die unteren bewegen sich unter den feststehenden Höckern der oberen Zähne entlang. Bei der Balancebewegung gleiten die tragenden palatinalen Höcker der oberen Seitenzähne nach schräg distal lateral. Die gerade Vor-

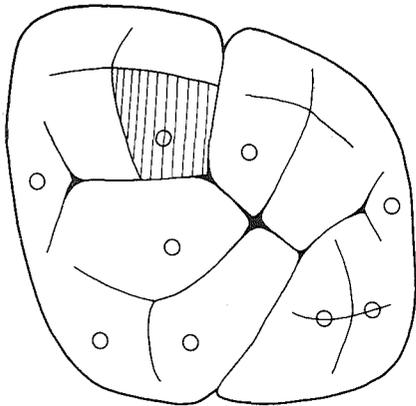


Abb. 53. Arbeitsfeld

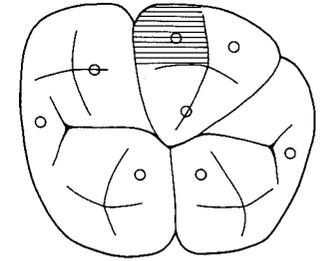


Abb. 54. Korrespondierendes Arbeitsfeld am Antagonisten

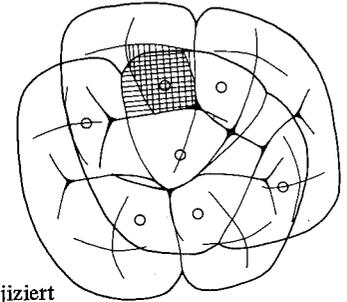


Abb. 55. Abb. 53 + 54 übereinanderprojiziert

schubbewegung manifestiert sich als sagittale Bahn nach distal (Abb. 56). Das eigentliche Arbeitsfeld liegt wieder zwischen der Vorschubbewegung und der Lateralbewegung (Abb. 57). Das korrespondierende Arbeitsfeld an den oberen Höckern findet man jeweils disto-palatinal (Abb. 58 und 59). Auch im Unterkiefer nimmt der Winkel zwischen Lateral- und Balancebahn von distal nach mesial fortlaufend zu.

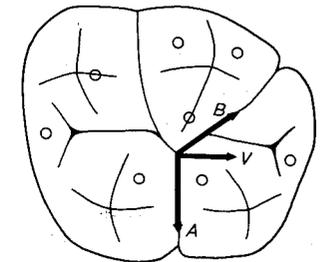


Abb. 56. Grenzbewegungen des mesio-palatinalen Höckers des ersten oberen Molaren

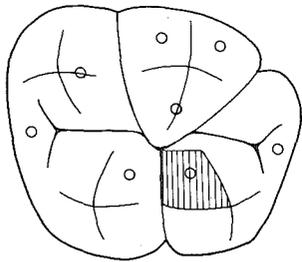


Abb. 57. Arbeitsfeld

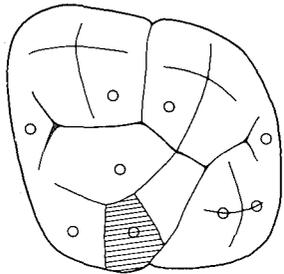


Abb. 58. Antagonistisches Arbeitsfeld

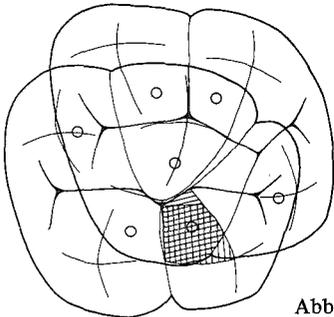


Abb. 59. Abb. 57 + 58 übereinanderprojiziert

2.9 Geometrie der Unterkieferbewegungen

Die Grenzbewegungen der Zähne sind eine reine Frage der Geometrie. Sie wurden zunächst abgeleitet für den Fall, daß die Dimensionen des Kiefers dem Bonwill'schen Dreieck entsprechen. Die

Angabe, daß es sich bei der Verbindung der beiden Kondylen mit dem Kontaktpunkt der unteren mittleren Schneidezähne um ein gleichseitiges Dreieck handelt, gilt aber nur als Mittelwert. Individuelle Abweichungen sind durchaus möglich. Nimmt man an, daß bei gleichem Abstand der Kondylen der vordere Dreieckspunkt weiter ventral liegt, so werden die Winkel größer. Liegt der vordere Dreieckspunkt weiter dorsal, so werden die Winkel kleiner (Abb. 60). Der absolute Betrag der Änderung der Winkel ist bei den Molaren naturgemäß jeweils geringer als bei den Frontzähnen.

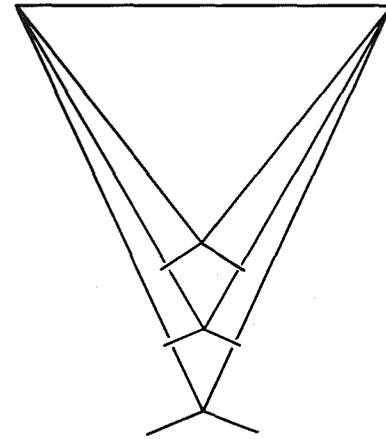


Abb. 60. Änderung des Symphysenbahnwinkels bei unterschiedlicher Höhe des Bonwill'schen Dreiecks

Der gleiche Effekt ist zu beobachten, wenn bei gleichbleibender Höhe des Dreiecks der Abstand der Kondylen sich ändert. Bei vergrößertem Abstand werden die Winkel kleiner, bei verringertem Abstand werden die Winkel größer (Abb. 61).

In Analogie zur Geometrie der horizontalen und sagittalen Bewegungen gibt es eine Geometrie der Schließbewegung. Der Unterkiefer nähert sich dem Oberkiefer nicht durch Parallelverschiebung, sondern durch Rotation um eine Achse. Die Bahn, auf der sich der Unterkiefer bzw. die einzelnen Zähne dabei bewegen, ist abhängig von der Lage der Rotationsachse. An schematischen Zeichnungen

läßt sich dies am ehesten verdeutlichen. Schlägt man einen Kreis um die Rotationsachse, die durch den Kondylus verläuft, mit dem Radius Achse – Frontzahn, so wird die Bahn dargestellt, auf der sich der Unterkiefer beim Schließen bewegt. Man erkennt, daß mit der Annäherung immer eine zum Oberkiefer relative Vorverlagerung

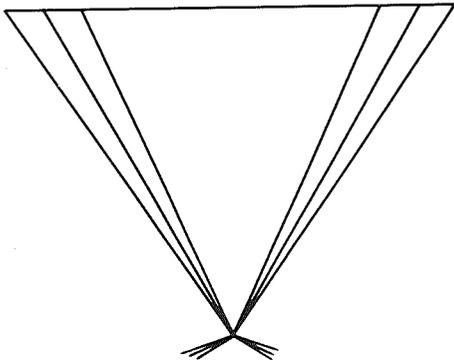


Abb. 61. Änderung des Symphysenbahnwinkels bei unterschiedlichem Abstand der Kondylen

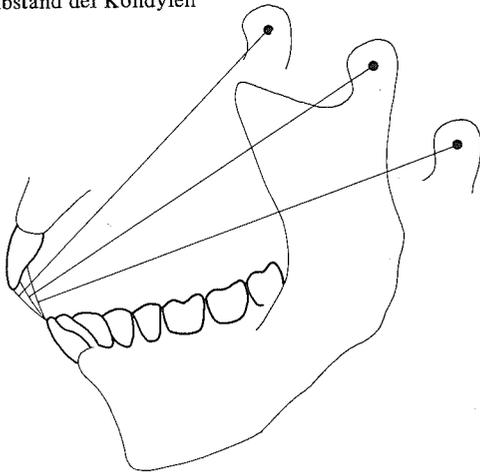


Abb. 62. Änderung der Rotationsbahn des Inzisalpunktes bei unterschiedlicher Lage des Kondylus zur Kauebene.

verbunden ist. Diese Vorverlagerung ist abhängig von der Lage des Kondylus zur Kauebene. Sie ist umso größer, je höher der Kondylus über der Kauebene und je weiter er ventral liegt. Sie ist umso geringer, je näher der Kondylus zur Kauebene und je weiter distal er liegt (Abb. 62).

2.10 Das Posselt'sche Diagramm

Alle möglichen Grenzbewegungen des Inzisalpunktes werden, von lateral betrachtet, im Posselt'schen Diagramm dargestellt. Aus der maximalen Kraniallage (a) kann der Unterkiefer bei mehr als 80 % der Menschen noch ein Stückchen (bis zu 1,5 mm) nach dorsal gebracht werden (b). Entsprechend der Führung durch Retrusionsfacetten gleitet der Inzisalpunkt nach hinten unten. Von dort kann der Weg bis zu etwa 20 mm Öffnung (c) einer reinen Kreisbahn folgen. Die Kondylen führen dabei eine Rotation aus. Bei weiterer Öffnung addiert sich zur Drehbewegung ein Gleiten nach vorn unten. Die maximale Öffnung ist durch den Punkt d markiert. In diesem Punkt enden schließlich alle maximalen Öffnungsbewegungen.

Aus der habituellen Okklusion (a) kann der Unterkiefer auch direkt nach vorn geschoben werden. Der Inzisalpunkt gleitet dabei im allgemeinen auf der Rückfläche der oberen Inzisivi entlang bis zur disto-inzisal Kante dieser Zähne (e). Auf annähernd horizontaler Bahn folgt er dann der Inzisalkante. Nach deren Überwindung im Punkt f steigt er leicht an bis zum maximalen Vorschub (g) (Abb. 63).

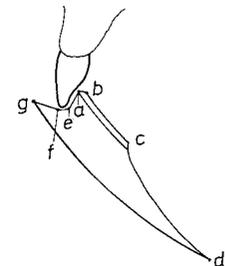


Abb. 63. Posselt'sches Diagramm

3 NACHBILDEN VON KAUFÄCHEN

3.1 Freies Modellieren

Das Nachbilden der Kaufläche erfolgt am besten mit Hilfe der Tropftechnik, bei der das Relief in Phasen aufgebaut wird. Das Grundsätzliche dieser Technik läßt sich vorteilhaft am oberen Prämolaren üben, weil hier die morphologische Struktur relativ leicht zu überschauen ist. Zum Zwecke der Übung wird das Kauflächenrelief eines Übungszahnes so weit abgetragen, bis gerade die tiefste Fissur verschwunden ist. Auf dem vorliegenden Querschnitt zeichnet man sodann den „Grundriß“ ein. Man beginnt mit dem transversalen Durchmesser (Abb. 64a). Die sagittale Fissur trennt die Grundfläche in zwei annähernd gleich große Hälften (Abb. 64b). Die Projektion der Höckerspitze des bukkalen Höckers liegt auf dem transversalen Durchmesser geringfügig bukkal von der Mitte. Die Projektion der Höckerspitze des palatinalen Höckers liegt mesial des transversalen Durchmessers in der Mitte (Abb. 64c). Der Abstand der Höcker voneinander darf nur etwa die Hälfte vom transversalen Durchmesser des Zahnes betragen.

Phase 1: In den eingezeichneten Punkten baut man mit Hilfe der Tropftechnik je einen Kegel auf. Dazu benötigt man ein bestimmtes Modellierinstrument sowie Modellierwachs in unterschiedlichen Farben. Die Kegel werden mit gelb gefärbtem Wachs errichtet. (Abb. 65). Das in der Rundung erhitzte Instrument bringt man kurz mit dem Wachs in Berührung. Dabei bleibt am Metall ein mehr oder weniger großer Tropfen hängen, den man unter rotierenden Bewegungen auf dem markierten Punkt abstreift. Durch weitere Tropfen wird so der Kegel aufgebaut. Man vermeidet lange Wege, indem man den Gasbrenner, das Wachs und den Übungszahn auf engem

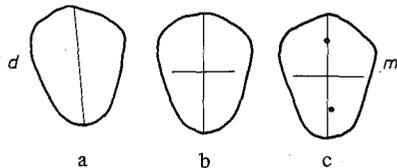
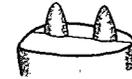


Abb. 64. Oberer rechter Prämolare, Entwicklung des Grundrisses
 a) Transversaler Durchmesser
 b) transversaler + sagittaler Durchmesser
 c) beide Durchmesser, zusätzlich Höckerspitzen

Abb. 65. Kegel modelliert



Raum postiert. Die Kegelspitzen sind beim zweiten oberen Molaren etwa gleich hoch.

Phase 2: Von den Kegelspitzen aus werden nach lingual und vestibulär in rotem Wachs Kegelsegmente (transversale Segmente) angesetzt, deren Oberflächen konvex geformt sind. Die beiden äußeren Segmente schließen exakt mit der Grundfläche ab, die beiden inneren lassen an ihrer Berührungsstelle die Fissur entstehen (Abb. 66).

Phase 3: Ebenfalls von der Kegelspitze aus werden in der dritten Phase aus grünem Wachs nach mesial und distal die sagittalen Segmente angefügt, deren Kamm etwa parallel zur äußeren Kontur des Zahnes, leicht gebogen nach innen verläuft. An den Nahtstellen mit den inneren roten Segmenten entstehen zusätzliche kleine Fissuren (Abb. 67).

Phase 4: Mit blauem Wachs werden die Randwülste angelegt, durch welche die sagittale Fissur abgedämmt wird, so daß sie auf beiden Seiten V-förmig endet; die Schenkel des V sind die Nahtstellen der Randwülste mit den grünen Segmenten (Abb. 68).

Phase 5: Schließlich füllt man – falls erforderlich – die Nahtstellen zwischen den einzelnen Segmenten auf und zieht die Fissur mit einem scharfen Instrument nach. In der Abbildung 69 sind alle Phasen nebeneinander dargestellt.

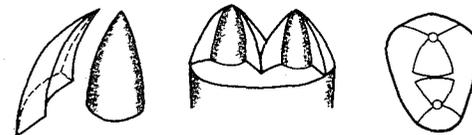


Abb. 66. Transversale Segmente



Abb. 67. Zusätzlich sagittale Segmente

Abb. 68. Zusätzlich proximale Randwülste

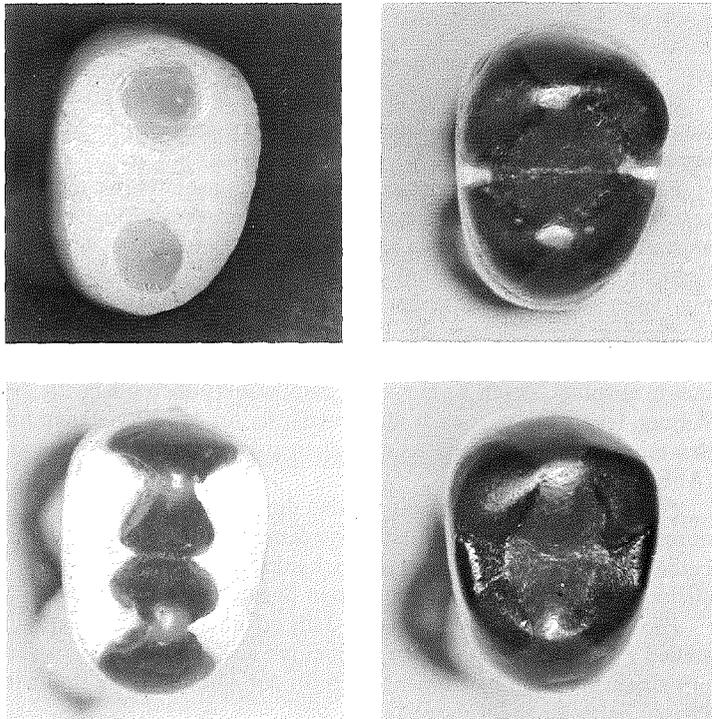


Abb. 69. alle Modellierphasen nebeneinander

3.2 Modellation bei vorhandenen Antagonisten

3.2.1 Oberer Prämolare

Dem freien Aufwachsen muß sich als Übung das Modellieren in Okklusion anschließen. Das komplette Bild von Kontaktpunkten und Arbeitsfeldern dient dabei als Leitbild. Auch diese Übung wird zunächst an einem oberen zweiten Prämolaren demonstriert. Aus dem Gesamtkomplex (Abb. 70) zeichnet man das Leitbild heraus, vergrößert es und projiziert die Aufteilung mit den zu modellierenden Segmenten hinein (Abb. 71). Jeden Schritt der Modellation

kann man auf diese Weise mit dem Ziel konfrontieren. Im folgenden ist jeder Schritt durchnummeriert und kommentiert.

1. und 2. Bukkaler und palatinaler Kegel

Sie geben die Grundposition der Höcker an und die Länge der Höckerspitzen. Je sorgfältiger die Kegel gesetzt werden, desto weniger Schwierigkeiten ergeben sich bei den weiteren Schritten. Ihre

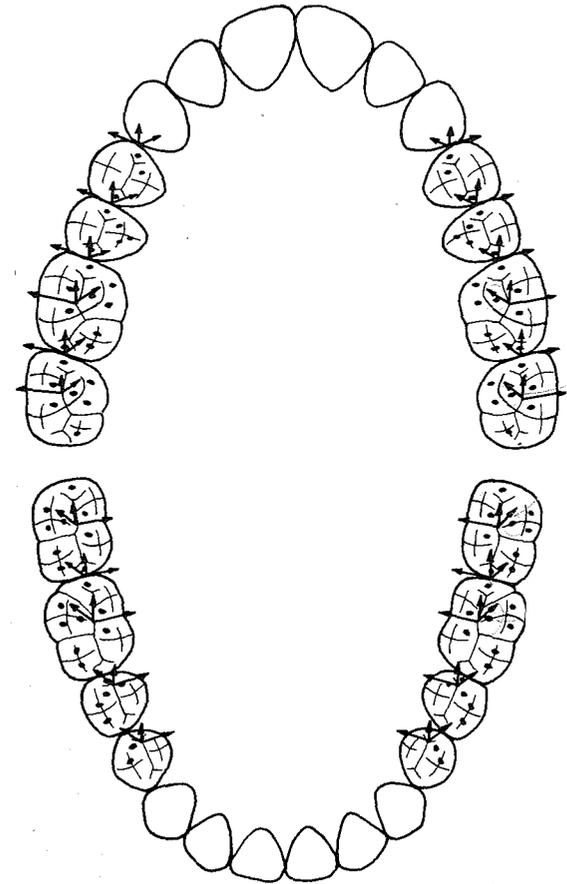


Abb. 70. Totales Leitbild

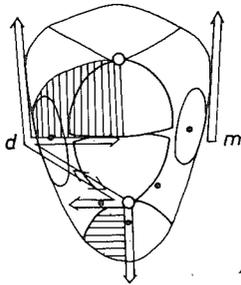


Abb. 71. Leitbild oberer rechter zweiter Prämolar

Spitzen dürfen den Antagonisten nicht berühren. Dennoch kann man beim Modellieren so vorgehen, daß man zunächst auf Kontakt arbeitet und anschließend so weit kürzt, bis auch bei Bewegungen kein Kontakt mehr zustande kommt (Abb. 72).

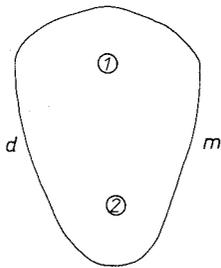


Abb. 72. Kegel errichtet

3. Erstes transversales Segment

Hier geht es einerseits um die Ästhetik, um eine gefällige Form, andererseits um die richtige labiale Wölbung (Abb. 73).

4. Zweites transversales Segment

Dieses Segment liegt im Bereich des eigentlichen Arbeitsfeldes. Die Höhe der konvexen Oberfläche wird durch Vorschub- und Lateralbewegungen festgelegt (Abb. 73).

5. Drittes transversales Segment

Es liegt ausschließlich im Bereich der Balancebewegung. Arbeitsbewegungen auf der Gegenseite sind zur Bestimmung der Höhe erforderlich. Kontakte sind unerwünscht (Abb. 73).

6. Viertes transversales Segment

Hier muß ein Stop erzielt werden. Weiterhin sind Bewegungen zur Arbeitsseite anzuschließen (Abb. 73).

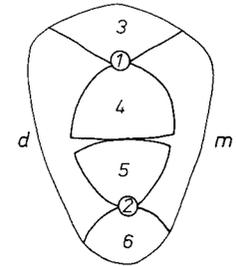


Abb. 73. wie 72, zusätzlich transversale Segmente gesetzt

7. Erstes sagittales Segment (mesio-bukkal)

Hier sind vor allem Lateralbewegungen durchzuführen. Damit erreicht man, daß der bukkale Höcker des zweiten unteren Prämolaren behinderungsfrei durch den Interdentalraum gleiten kann. Außerdem vervollständigt dieses Segment die labiale Fläche, deren Ästhetik beachtet werden muß (Abb. 74).

8. Zweites sagittales Segment (disto-bukkal)

Dieses Segment liegt ebenfalls im Arbeitsfeld, also sind Arbeitsbewegungen notwendig. Außerdem komplettiert es die Labialfläche, so daß auf das Aussehen geachtet werden muß (Abb. 74).

9. Drittes sagittales Segment (mesio-palatinal)

Zu erzielen ist ein Stop (Abb. 74).

10. Viertes sagittales Segment (disto-palatinal)

Auch hier gilt es, einen Stop zu erzielen. Außerdem sind Arbeitsbewegungen auf der Gegenseite erforderlich; bei der Balancebewegung sind Kontakte zu vermeiden (Abb. 74).

11. Mesialer Randwulst

Hier muß ein Stop zustande kommen (Abb. 75).

12. Distaler Randwulst

Auch hier gilt es, einen Stop zu erzielen. (Abb. 75).

Die übrigen Prämolaren lassen sich auf ähnliche Weise aufbauen; ihre Charakteristika sind entsprechend zu berücksichtigen.

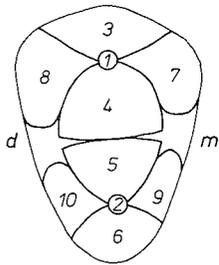


Abb. 74. wie 73, zusätzlich sagittale Segmente

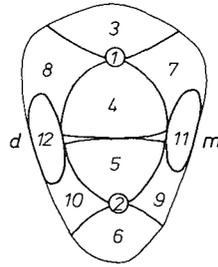


Abb. 75. wie 74, zusätzlich proximale Randwülste aufgetragen

3.2.2. Oberer Molar

Die Molaren müssen allerdings genauer abgehandelt werden, weil hier einige Besonderheiten auftreten. Es soll begonnen werden mit dem oberen Sechsjährigen Molaren. Beim Grundriß ist zu beachten, daß die Spitzen der bukkalen Höcker näher an der Außenfläche liegen als die der palatinalen. Der Größe nach rangiert der mesio-palatinal Höcker an erster Stelle. Im Uhrzeigersinn folgen der mesio-bukkale, der disto-bukkale und der distopalatinale (Abb. 76).

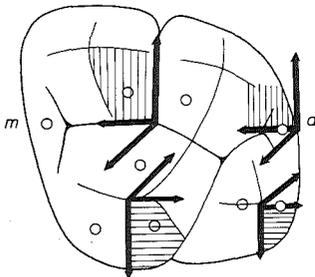


Abb. 76. Leitbild oberer linker Molar

Die Modellation beginnt man wieder mit dem Setzen der Kegel; die einzelnen Verrichtungen werden wieder fortlaufend nummeriert, aber nur noch stichwortartig kommentiert (Abb. 77 und 78).

1. Richtung der Höckerspitze
2. Richtung der Höckerspitze

3. Richtung der Höckerspitze
4. Richtung der Höckerspitze
5. Verkleidung
6. Stop, Arbeitsbewegung
7. Stop, Balancebewegung
8. Arbeitsbewegung, Verkleidung
9. Verkleidung
10. Stop, Arbeitsbewegung
11. Balancebewegung
12. Verkleidung, Arbeitsbewegung
13. Arbeitsbewegung
14. Arbeitsbewegung
15. Arbeitsbewegung
16. Arbeitsbewegung
17. Stop, Arbeitsbewegung, Balancebewegung
18. Stop, Balancebewegung, Arbeitsbewegung
19. Stop, Arbeitsbewegung
20. Stop, Arbeitsbewegung, Balancebewegung
21. Stop
22. Stop

Zwei Besonderheiten sind hervorzuheben:

Die Grate der Segmente 17, 18 und 10 formen ein U.

Der zweite obere Molar wird in gleicher Weise modelliert. Allerdings ist zu beachten, daß der mesio-palatinal Höcker relativ an Größe gewinnt und der disto-palatinal Höcker auf eine kleine Erhebung zusammenschrumpft mit nur einem Höckerkontakt, der seinen Stop auf dem distalen Randwulst des zweiten unteren Molaren findet.

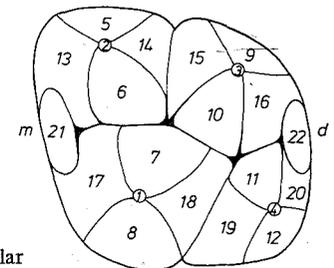


Abb. 77. Grundriß oberer linker Molar

Der auf dem Segment 7 (rot) eingezeichnete Kontaktpunkt kann möglicherweise auch auf Segment 18 (grün) liegen, weil diese beiden Segmente an dieser Stelle ineinanderfließen.

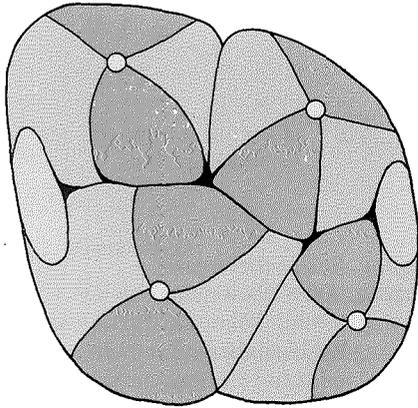


Abb. 78. Modellation oberer linker Molar

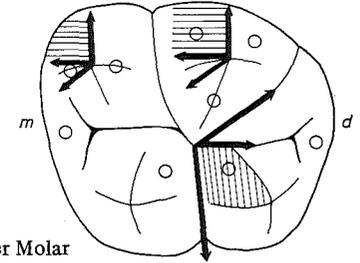


Abb. 79. Leitbild unterer rechter erster Molar

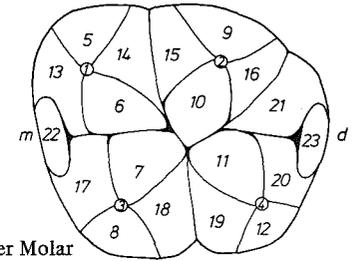


Abb. 80. Grundriß unterer rechter erster Molar

3.2.3 Erster unterer Molar

Beim ersten unteren Molaren gilt es beim Grundriß zu berücksichtigen, daß die beiden größten Höcker lingual liegen. Die drei bukkalen sind entsprechend kleiner. So kommt es, daß die Höcker sich nicht gegenüberstehen, sondern gegeneinander versetzt sind. Die Grate aller Höcker tendieren zum Zentrum des Zahnes hin. Bei der Balancebewegung gleitet der mesio-palatinale Höcker des ersten oberen Molaren durch die Fissur, die den zweiten bukkalen Höcker vom dritten trennt (Abb. 79). Das modellertechnische Vorgehen ist nun nicht mehr neu. Stichwortartig sei es noch einmal skizziert (Abb. 80 und 81).

1. Richtung der Höckerspitzen
2. Richtung der Höckerspitzen
3. Richtung der Höckerspitzen
4. Richtung der Höckerspitzen
5. Arbeitsbewegung

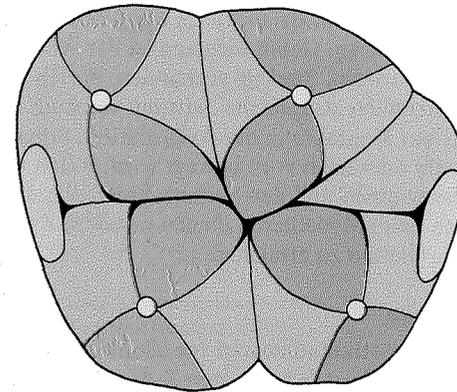


Abb. 81. Modellation unterer rechter erster Molar

6. Ergänzung des Höckers, Balancebewegung
7. Stop
8. Verkleidung
9. Arbeitsbewegung
10. Stop, Balancebewegung
11. Stop, Arbeitsbewegung
12. Verkleidung
13. Stop, Arbeitsbewegung
14. Stop, Arbeitsbewegung
15. Stop, Arbeitsbewegung
16. Stop, Arbeitsbewegung, Balancebewegung
17. Ergänzung des Höckers
18. Arbeitsbewegung
19. Arbeitsbewegung
20. Ergänzung des Höckers
21. Balancebewegung
22. Stop
23. Stop

Der zweite untere Molar unterscheidet sich vom ersten in der Weise, daß der kleine disto-bukkale Höcker entfällt, dafür gewinnt der zweite bukkale Höcker an Größe.

In den bisherigen Ausführungen wurde stillschweigend vorausgesetzt, daß die Seitenzähne in der Artikulation Kontakt behalten. Dies gilt ohne Einschränkung nur für die totale Prothese. Hier wird jeweils auf der Arbeits- und Balanceseite ein gleichmäßiger Kontakt angestrebt. Im natürlichen Gebiß indessen ist der Wert der Balancekontakte noch umstritten. Sind sie vorhanden, dürfen sie keinen Suprakontakt darstellen. Zahlreiche Autoren verzichten selbst auf der Arbeitsseite auf Kontakte in der Artikulation. Sobald der Unterkiefer zur Seite oder nach vorn bewegt wird, sollen die Eckzähne die Führung übernehmen und den Seitenzahnbereich diskudieren. Die Bewegungen beim Modellieren dienen nur dem Zweck, ein behinderungsfreies Gleiten zu erreichen.

3.2.4 Facettenarten

Im Rahmen der Artikulation und vor allem im Hinblick auf die durch die Kauflächenformen bedingten Störungen des Kauorgans im klinischen Bereich müssen die Bewegungen noch einmal unter einem anderen Aspekt betrachtet werden. Die Facetten, die bei der

Vorschubbewegung Kontakt haben, nennt man Protrusionsfacetten (Abb. 82). Es sind die distalen Abhänge der Höcker oberer Seitenzähne und die mesialen Abhänge der Höcker unterer Seitenzähne. An den oberen Frontzähnen sind es die palatinalen Flächen, an den unteren Frontzähnen die labialen Inzisalkanten. Als Retrusionsfacetten (Abb. 83) bezeichnet man jene Facetten, die bei der Dorsalbewegung Kontakt haben: die mesialen Abhänge der Höcker oberer Seitenzähne und die distalen Abhänge der Höcker unterer Seitenzähne. Bei den Facetten, die bei der Lateralbewegung Kontakt haben, handelt es sich um Laterotorsionsfacetten (Abb. 84). Das Wort „Torsion“ wird deshalb gebraucht, weil es eine reine Lateralbewegung nicht gibt, immer ist auch eine Drehung damit verbunden. Es sind solche Flächen, die ad palatum ansteigen. Mit jeder Lateralbewegung ist auf der Gegenseite eine Annäherung der Zahnreihe zur Mitte verbunden. Dort haben die Mediotorsionsfacetten Kontakt, die ad linguam geneigt sind (Abb. 84).

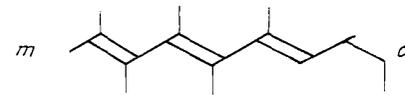


Abb. 82. Kontakt auf Protrusionsfacetten

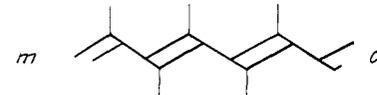


Abb. 83. Kontakt auf Retrusionsfacetten

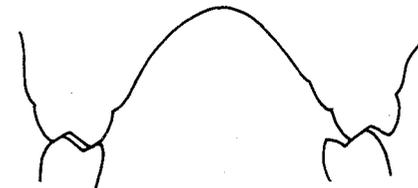


Abb. 84. Kontakt auf Laterotorsionsfacetten (links), Kontakt auf Mediotorsionsfacetten (rechts)

Betrachtet man noch einmal den Zahn unter dem Gesichtspunkt der Artikulation, so stellt man fest, daß ein tragender Höcker durch die transversalen und sagittalen Grate in vier für die Artikulation

relevante Felder unterteilt wird. Jedes Feld ist charakterisiert durch zwei Bewegungsrichtungen, die auf ihm ausgeführt werden. An unteren zentralen Höckern ergeben sich folgende Felder (Abb. 85):

Mesio-bukkales Feld: Lateral- und Protrusionsbewegung

Mesio-linguales Feld: Medial- und Protrusionsbewegung

Disto-linguales Feld: Medial- und Retrusionsbewegung

Disto-bukkales Feld: Lateral- und Retrusionsbewegung

An den oberen zentralen Höckern sind die Verhältnisse genau umgekehrt (Abb. 86):

Mesio-bukkales Feld: Medial- und Retrusionsbewegung

Mesio-linguales Feld: Lateral- und Retrusionsbewegung

Disto-linguales Feld: Lateral- und Protrusionsbewegung

Disto-bukkales Feld: Medial- und Protrusionsbewegung

Für das Modellieren lassen sich nun kürzer gefaßte, allgemein gültige Regeln ableiten. Bei allen Mediotorsionsfacetten sind Balancebewegungen, bei allen Laterotorsionsfacetten sind Arbeitsbewegungen durchzuführen.

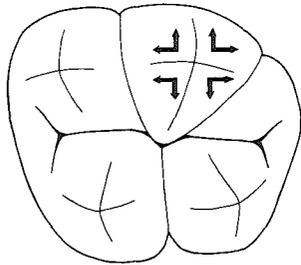


Abb. 85. Facettenarten auf mesio-palatinalen Höckern oberer Molaren

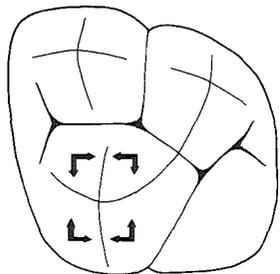


Abb. 86. Facettenarten auf disto-bukkalem Höcker unterer Molaren

3.2.5 Antagonistisches Aufwachsen

Auch beim antagonistischen Aufwachsen wird die Reihenfolge der Segmente beibehalten. Man beginnt mit dem Setzen der Kegel, und zwar auf den Zähnen beider Kiefer. Sie dürfen sich bei den Arbeitsbewegungen nicht behindern und müssen bei der Vorschubbewegung Kopfbißpositionen einnehmen. Es folgen die transversalen und sagittalen Segmente, ebenfalls wiederum jeweils für alle Zähne. Mit den approximalen Randwülsten werden die Modellationen beendet.

4 ABFORMUNG UND MODELL

Zur Herstellung von Zahnersatzarbeiten, kieferorthopädischen Apparaten, chirurgischen Behelfen, Verbandsplatten, Schienen, Mundschutz, Defektprothesen u. ä. sind exakte Modelle Voraussetzung. Herstellen lassen sich solche Modelle nur mit Hilfe von Negativformen, die man mit Abformmaterialien gewinnt. Die Negativform wird dann im allgemeinen mit Gips in eine Positivform überführt. Klammern wir an dieser Stelle die zahlreichen Spezialabformungen für Inlays, Kronen und Brücken usw. aus, so bleibt als Prototyp der Übersichtsabdruck oder Situationsabdruck zu besprechen, der fast ausschließlich mit Alginaten genommen wird.

4.1 Der Alginatabdruck

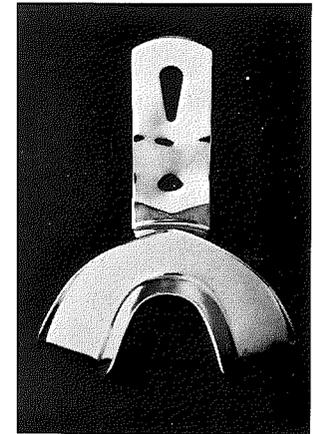
Das in Pulverform gelieferte Alginat wird mit Wasser zu einer breiigen Masse angemischt. Für die Dosierung von Pulver und Wasser werden entsprechende Meßbecher benutzt. Das Anteigen erfolgt im Gumminapf und darf nicht zu früh beendet werden. Bei exakter Dosierung, die unbedingt einzuhalten ist, hat man zunächst das Gefühl, als wäre insgesamt zu wenig Wasser vorhanden. Keineswegs darf man sich auf Grund dieses Eindrucks verleiten lassen, zusätzliches Wasser hinzuzufügen. Auf die richtige Temperatur (ca. 17°C) des zum Anmischen benutzten Wassers ist zu achten. Durch zu warmes Wasser kann der Abbindeprozeß so sehr beschleunigt werden, daß eine Abformung nicht mehr möglich ist oder daß erhebliche Ungenauigkeiten die Folge sind.

Wegen der relativen Schwierigkeiten, Alginate manuell gut anzurühren, wurde inzwischen Schüttelmaschinen entwickelt, mit deren Hilfe automatisch ein homogenes Gemisch erzielt wird.

Als Träger für die Abformmaterialien benötigt man in jedem Fall sogenannte Löffel. Diese haben je nach der Bezahnung des Kiefers unterschiedliche Formen. Man unterscheidet Löffel für vollbezahnte, teilbezahnte und unbezahnte Kiefer. Zur Abformung des bezahnten Oberkiefers sind die im Bereich der Zähne und des Alveolarfortsatzes kastenförmigen Löffel mit einem gewölbten Gaumenteil versehen, damit der harte Gaumen erfaßt wird. Bei den Löffeln für den Unterkiefer muß der Raum zwischen den Zahnreihen für die Zunge freibleiben (Abb. 87).



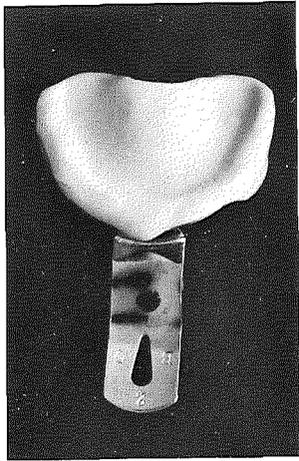
a) für bezahnten Oberkiefer



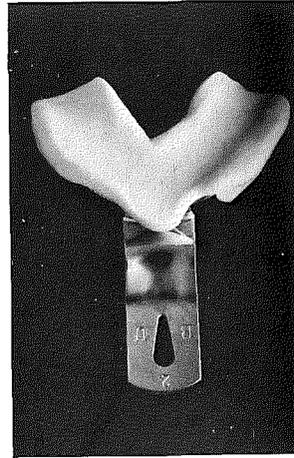
b) für bezahnten Unterkiefer

Abb. 87. Abformlöffel

Mit dem Anrührspatel wird der fertig angemischte Alginatbrei auf den Löffel gebracht und verteilt. Mit dem nassen Finger kann man die Oberfläche glätten und der Situation des Kiefers entsprechend vorformen (Abb. 88). Das Anmischen und Beschicken des Löffels darf keinesfalls länger als eine Minute dauern. Für die eigentliche Abformung selbst werden nur wenige Sekunden benötigt. Man stülpt den Löffel über die Zahnreihe des Unterkiefers oder schiebt ihn über die Zahnreihe des Oberkiefers. Ein „Durchdrücken“ ist unbedingt zu vermeiden. Nach einigen Minuten, wenn der Abbindeprozeß beendet ist, wird der Abdruck entfernt. Dabei sollte man nicht versuchen, durch Hebeln am Löffelgriff den Abdruck abzunehmen, weil sich dadurch allzu leicht das Material vom Löffel löst. Besser ist es, man drückt vom Vestibulum her mit dem Zeigefinger auf das übergequollene Alginat. Um eine Haftung des Alginats auf dem Löffel zu erzielen, wurden perforierte Löffel auf den Markt gebracht. Leider aber erfüllen die Perforationen nicht den gewünschten Zweck, weil bei relativ geringer Spannung die durchgepreßten Pilze abreißen. Ein Reponieren des Alginats ist dann kaum möglich. Durch Vergrößerung der Löcher würde zwar die Verbindung fester, es würde aber zu viel Abformmasse hindurch-



a) für Abformung des bezahnten Oberkiefers



b) für Abformung des bezahnten Unterkiefers

Abb. 88. Abformlöffel mit Alginat beschickt

gepreßt, so daß der Druck bzw. die Stauchung zum Kiefer hin zu gering würde. Man sollte daher bei Verwendung von Alginaten ganz auf perforierte Löffel verzichten. Die notwendige Haftung auf glatten Löffeln kann durch Bekleben mit Tesakrepp erreicht werden.

4.2 Modell nach Alginatabdruck

Alginatabdrücke sind sofort auszugießen, weil es sonst durch das Verdunsten von Wasser zu erheblichen Schrumpfungen käme. Ausgegossen werden die Negativformen mit Gips, den man ebenfalls in einem glattwandigen Gumminapf anmischt. Das Anmischverhältnis beträgt beim Alabastergips 1 : 2, beim Hartgips 1 : 3 bis 1 : 4 Gewichtsteile (Wasser zu Pulver). Es versteht sich von selbst, daß im Routinebetrieb die Mengen nicht eigens abgewogen werden. Sofern nicht Meßbecher mitgeliefert oder der Gips dosiert in Plastikbeuteln angeboten wird, kann man die Dosierung ausreichend genau auf folgende Art vornehmen: Man streut in eine vorgegebene Menge Wasser das Pulver in kleinen Portionen ein, und zwar so viel, bis das Wasser kein Pulver mehr aufnimmt und kleine,

zunächst trockene Gipsinseln auf der Oberfläche zurückbleiben. Das eigentliche Durchmischen kann man sich wesentlich erleichtern und die Konsistenz verbessern, wenn man nun die angesetzte Mischung einige Minuten ziehen läßt. Das Unterschlagen von Luftblasen sollte man so weit als möglich vermeiden. Beim Füllen der Negativform bringt man zunächst auf glatte konvexe Flächen des Abdrucks kleine Portionen des sahnigen Gipsbreis auf, der dann unter den Vibrationen des Rüttlers blasenfrei in die feinen Konturen und in die Negative der Zähne einfließt (Abb. 89). Es werden so lange ständig vergrößerte Portionen nachgelegt, bis der Abdruck gefüllt ist. Den Rest Gips häuft man mit leichtem Überschuß in einen Sockelformer und stülpt diesen über den Abdruck.

Nach Aushärten des Gipses entfernt man den Sockelformer und zieht vorsichtig den Abdruck ab. Am Trimmer bringt man das Modell in die gewünschte Form.

Mit dem Abziehen von Alginatabdrücken sollte man nicht zu lange warten, da das Abdruckmaterial durch Austrocknen alsbald stark schrumpft, wodurch einzeln stehende Zähne leicht abgebrochen werden können.

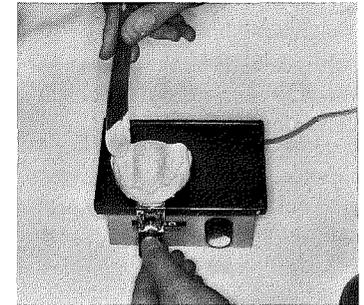


Abb. 89. Ausgießen eines Alginatabdruckes

4.3 Abdruck mit Gips

Wenngleich heute vorwiegend andere Abdruckmaterialien verwendet werden als Gips, so gibt es dennoch auch heute noch bestimmte Indikationen, in denen die Eigenschaften des Gipses erwünscht und unübertroffen sind. Auf die Kenntnisse im Umgang mit Abdruckgips kann daher nicht verzichtet werden. Allerdings

läßt sich die Abdrucknahme mit Gips am Phantommodell nicht üben. Es soll daher das Vorgehen am Patienten beschrieben werden.

Das Anmischen geschieht in der gleichen Weise wie beim Modellgips. Das Wasser sollte Zimmertemperatur haben. Dadurch wird einerseits erreicht, daß der Gips nicht vorzeitig eine zu feste Konsistenz annimmt, und andererseits vermieden, daß durch einen zu kühlen Abdruckbrei unangenehme Sensationen an den Zähnen hervorgerufen werden. Die notwendige sahnartige Konsistenz muß man auf Anrieb erzielen. Es mindert die Qualität des Abdrucks, wenn nach dem Anrühren noch Pulver oder Wasser hinzugefügt werden muß oder wenn man abwartet, bis ein anfänglich zu dünner Brei eine festere Konsistenz angenommen hat.

Der fertige Gipsbrei wird in glatte nicht perforierte Löffel eingefüllt. Nachdem mit der linken Hand Lippe und Wange abgehalten werden, damit die Zahnreihe und das Vestibulum übersichtlich freigelegt sind, wird mit der rechten Hand der Löffel über die Zahnreihe geschoben und mit ganz leicht schüttelnden Bewegungen in die richtige Position gebracht. Die Schicht über den Okklusalfächen bzw. inzisalen Kanten sollte 2 – 3 mm dick bleiben. Solange der Gips noch weich ist, muß der Löffel ganz ruhig am Ort gehalten werden. Wenn eine deutliche Erwärmung des Gipses spürbar wird und die außerhalb der Mundhöhle aufbewahrte Probe hörbar und ohne zu schmierem bricht, kann der Abdruck aus dem Mund herausgenommen werden. Zunächst wird nur der Abdrucklöffel entfernt. Dies darf keineswegs in der Weise geschehen, daß man ohne weitere Absicherung am Löffelgriff zieht. Dabei besteht nämlich die Gefahr, daß der Löffel beim plötzlichen Nachgeben gegen die antagonistische Zahnreihe schlägt, da eine relativ starke Haftung zu überwinden ist. Vielmehr entfernt man den Löffel in der Weise, daß man, bei Abdrücken vom Oberkiefer seitlich hinter dem Patienten stehend, Zeige- und Mittelfinger beider Hände im seitlichen Zahnbereich auf dem Löffel abstützt und die Daumen auf oder unter den Griff legt. Sodann dreht man den Löffel heraus. Anschließend zerbricht man mit den Fingern den Abdruck und entfernt ihn in Stücken. Man beginnt dorsal im Seitenzahnbereich. Alle Bruchstücke werden in einer Nierenschale gesammelt. Vor allem muß auch der Löffel dazulegen werden, mit dem der Abdruck genommen wurde, denn nur an Hand dieses Löffels können die Teile wieder zu einem Ganzen zusammengesetzt werden (Abb. 90).

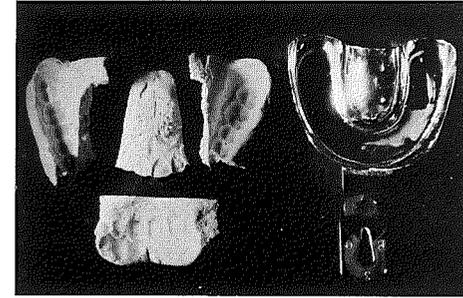


Abb. 90. Aus dem Munde herausgebrochener Gipsabdruck mit dazugehörigem Löffel

Solange die Bruchstücke noch mit Speichel und kleinen Gipspartikeln behaftet sind, sollte man allerdings keinen Versuch machen, sie zusammenzufügen. Durch zerdrückte Partikel werden nämlich die Bruchflächen verschmiert. Unter fließendem Wasser sind daher zunächst die Bruchstücke mit einem Pinsel oder einer Bürste sorgfältig zu reinigen. Steht man nicht unter Zeitdruck, so ist es von Vorteil, wenn die Gipsstücke vor dem Zusammensetzen getrocknet werden können, weil sie dadurch an Härte gewinnen und sich besser am Löffel festwachsen lassen. Unter der Führung der glatten Flächen des Löffels und der Löffelränder sowie an Hand der Bruchflächen werden nun die einzelnen Stücke zunächst locker zusammengelegt. Läßt sich erkennen, daß der Abdruck vollständig ist, drückt man die Einzelteile so fest zusammen, daß die Bruchstellen nur noch als haarfeine Linien zu erkennen sind, und fixiert sie mit Klebwachs am Löffelrand (Abb. 91). Dabei muß sorgfältig vermieden werden, daß Wachsüberschüsse in das Lumen des Abdrucks gelangen. Nach Isolation mit einem geeigneten Mittel wird in der bekannten Weise das Modell mit Hartgips hergestellt.

Das Ablösen des Abdruckgipses vom erhärteten Modell hat mit besonderer Vorsicht zu erfolgen, damit vermieden wird, daß Zähne abbrechen oder daß anderweitige Beschädigungen gesetzt werden. Damit die anzuwendenden Kräfte stets dosiert und kontrolliert bleiben, wird das Wachs- oder Gipsmesser kurz gefaßt. Bei sicherer Abstützung hebelt man so vorsichtig Stück für Stück ab.

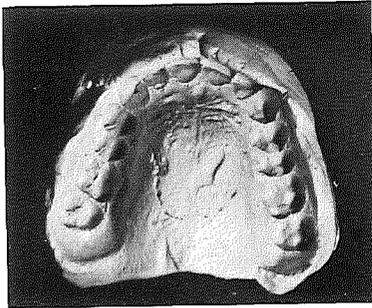


Abb. 91. Gipsabdruck im Löffel
zusammengefügt

5 KRONENERSATZ

Ist die klinische Krone eines Zahnes durch kariöse Prozesse zum Teil oder so weit zerstört, daß sie mit Füllungen nicht mehr restauriert werden kann, so muß zur Erhaltung des Zahnes eine künstliche Krone angefertigt werden. Für diesen Zweck hat sich die Vollgußkrone – in toto aus einer Edelmetalllegierung gegossen – durchgesetzt. Früher wurden vorwiegend Bandkronen angefertigt, deren Herstellung aber wegen der zahlreichen Nachteile, die ihr anhaften, nicht mehr besprochen werden soll. Sie sei nur kurz, gewissermaßen als historische Reminiszenz, skizziert: ihre Wandung bestand aus einem gelöteten Ring, der am Patienten dem beschliffenen Zahn angepaßt wurde. Die individuell modellierte Kaufläche wurde entweder direkt an den Ring angegossen oder separat gegossen und anschließend auf den Ring aufgelötet.

Die Grundform der Kronen ist die *Gußkrone*. Wenn man von der Mantelkrone aus Kunststoff oder Porzellan absieht, handelt es sich bei allen anderen Kronenarten – wie Verblendkrone, Teilkkrone, Teleskopkrone u. a. – um Modifikationen der Gußkrone. Im folgenden soll daher die Anfertigung der Vollgußkrone ausführlich im Zusammenhang dargestellt werden. Von den anderen Kronenarten werden dann nur noch die speziellen Abweichungen besprochen.

5.1 Die Gußkrone

5.1.1 Das Beschleifen für die Vollgußkrone

Da schon die Präparation ein außerordentlich wichtiger Schritt in der Folge der Verrichtungen bei der Herstellung einer Krone ist, muß das Beschleifen optimal auf dieses Ziel ausgerichtet sein. Informationen über das Ziel können wir am ehesten aus dem natürlichen Gebiß gewinnen. Dort erkennen wir, daß sich sämtliche Seitenzähne vom Äquator zu den Höckerspitzen hin auf etwa 50 % verjüngen. Die Relation von transversalem Durchmesser zu transversalem Höckerabstand beträgt etwa 2 : 1 (Abb. 92). Dieser Sachverhalt muß auch bei der späteren Krone gegeben sein.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß die Pulpa etwa die verkleinerte Form der klinischen Krone aufweist. Für die Präparation folgt daraus, daß okklusal vom Äquator in möglichst gleichmäßiger

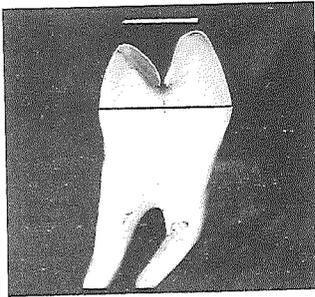


Abb. 92. Relation transversaler Durchmesser: transversaler Höckerstand = 2:1

Stärke die Zahnschubstanz abgetragen wird. Erleichtert wird diese Aufgabe durch Schleifkörper mit limitierter Schnitttiefe. Als besonders geeignet dafür erachten wir Rillenschleifer mit abgerundeter Stirnkante (Abb. 93). Durch diese Abrundung erreicht man, daß in einem Bereich von 35° die Schnitttiefe stets gleich bleibt, unabhängig von dem Winkel, unter dem das Instrument angesetzt wird. Mit diesem Schleifkörper (Schnitttiefe für Prämolaren und Molaren = 1 mm) legt man zunächst eine Rille an, am Äquator der einen Seite beginnend, über Höcker – Fissur – Höcker bis zum Äquator der anderen Seite (Abb. 94). Die Zahl der Rillen richtet sich nach der Größe des Zahnes (Abb. 95 und 96). Eine Verlängerung der Rillen unter den Äquator sollte man tunlichst vermeiden. Würde man sie nämlich bis zum Zahnhals verlängern und entsprechend die harte Zahnschubstanz entfernen, so wiese die präparierte Fläche wiederum einen Äquator und somit Unterschnitte auf. Diese zu beseitigen, würde zur Folge haben, daß im Bereich des Äquators mehr Substanz abgetragen werden müßte und daß die Pulpa dadurch je nach

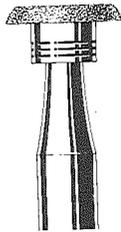


Abb. 93. Rillenschleifer mit abgerundeter Stirnkante

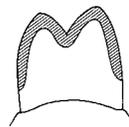


Abb. 94. Führung des Rillenschleifers

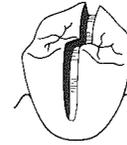


Abb. 95. Eine Rille auf dem Prämolaren angelegt



Abb. 96. Zwei Rillen auf dem Molaren angelegt

dem Ausmaß der untersichgehenden Stellen gefährdet würde bis hin zur Eröffnung des Pulpenkavums. Diese Hinweise gelten insbesondere für obere Prämolaren, und dies umso mehr, je mehr die Wurzeln infolge Retraktion der Gingiva freigelegt wurden.

Nach dem Anlegen der Rillen wird überall die Substanz bis zu deren Boden abgetragen. Man verwendet dafür zylinderförmige Schleifkörper, mit denen anschließend auch grob die untersichgehenden Stellen vestibulär und lingual beseitigt werden. Allerdings bleibt man zu diesem Zeitpunkt noch oberhalb der Gingiva (Abb. 97 und 98). Es folgt das Aufheben des Kontaktpunktes mit einem kleinen zylinder- oder geschoßförmigen Schleifer, der bei hohen Umdrehungszahlen umso kürzer sein muß, je kleiner sein Durchmesser ist; sonst besteht die Gefahr, daß der Nachbarzahn beschädigt wird. Überhaupt ist die Schonung des Nachbarzahnes in dieser Phase oberstes Gebot.



Abb. 97. Okklusal Substanz bis zum Boden der Rille abgetragen

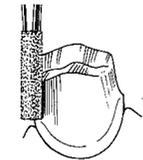


Abb. 98. Auch vestibulär und linguale Substanz abgetragen

Ein exakter Randschluß der späteren Krone läßt sich nur erreichen, wenn der Übergang vom beschliffenen zum unbeschliffenen Teil des Zahnes sichtbar gemacht wird. Es gilt also, eine erkennbare Präparationsgrenze zu schaffen. Diese läßt sich realisieren durch

Verwendung zylindrischer Schleifkörper mit kegelförmigem Kopf. Diese werden so geführt, daß der Präparationsabschluß im Bereich der Kegelwandung des Schleifers liegt. Am Zahn entsteht dadurch eine deutliche Kante. Zunächst bleibt man auch mit diesem Schleifkörper, den man möglichst parallel zur vertikalen Zahnachse führt, oberhalb des Zahnfleischsaumes (Abb. 99). Erst wenn etwa die Hälfte des Schleifkörpers in der Zahnschubstanz liegt, führt man ihn tiefer, wobei gleichzeitig auch noch zirkulär etwas Substanz abgenommen wird. Auf diese Weise gelingt es wegen des relativ spitzkegeligen Kopfes, die Präparationsgrenze in die Zahnfleischtasche zu verlegen, ohne die Gingiva nennenswert zu verletzen (Abb. 100). Auch approximal wird in gleicher Weise verfahren.

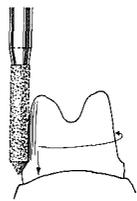


Abb. 99. Erkennbare Präparationsgrenze oberhalb des Gingivalsaumes angelegt

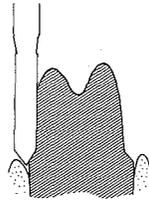


Abb. 100. Erkennbare Präparationsgrenze versenkt

Zum Abschluß der Präparation werden die Fissuren noch einmal mit dem Kugeldiamanten nachgezogen. Dies wird deshalb notwendig, weil mit dem radförmigen Rillenschleifer der Bereich der Fissur nicht entsprechend der ursprünglichen Oberfläche tiefer gelegt worden ist.

Damit ist das Grundsätzliche der Präparation von Seitenzähnen für Gußkronen beschrieben. Einige Besonderheiten sind nachzutragen. Eingangs wurde ausgeführt, daß bei einem präparierten Zahn die größte Zirkumferenz in Höhe des Gingivalsaumes liegen soll. In diesem Bereich aber ist der Querschnitt des Zahnes wesentlich anders als am Äquator. Er wird vorwiegend durch die Zahl und Stellung der Wurzeln geprägt. Die Verhältnisse im einzelnen sind in der Abb. 101 wiedergegeben. Aus diesen Bildern erkennt man, daß die Differenz zwischen Äquator und Zahnhals an bestimmten Stellen besonders groß ist. Insbesondere finden wir diese Situa-

tion in den Interdentalräumen. Daraus ergeben sich bestimmte Konsequenzen. Da auch hier die Ausdehnung der Pulpa das Maß des Beschleifens begrenzt, muß man häufig auf das Anlegen einer Kante verzichten und eine slice-Präparation durchführen. Als „slice“ wird ein glatter Schliff bezeichnet, durch den ebenfalls der Übergang vom beschliffenen zum unbeschliffenen Teil erkennbar gemacht wird (Abb. 102).

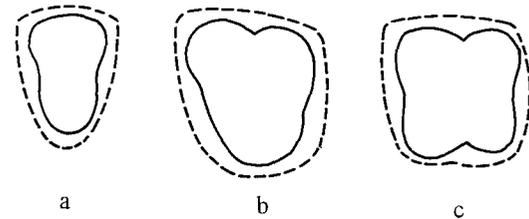


Abb. 101. Querschnittsformen im Bereich des Sulkus
a) oberer Prämolare
b) oberer Molare
c) unterer Molare

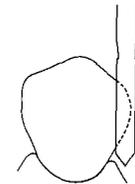


Abb. 102. Erkennbare Präparationsgrenze bei starken Unterschnitten

Zu beachten ist weiterhin, daß bei allen Präparationen auf den vier Seitenflächen (Mantelfläche) zunächst streng parallel zur vertikalen Achse des jeweiligen Zahnes beschliffen werden muß. Dies klingt zwar so selbstverständlich, daß die Erwähnung überflüssig scheint, dennoch ist diese Forderung besonders hervorzuheben, weil kaum ein Seitenzahn lotrecht im Kiefer steht. Die unteren sind nach lingual gekippt, die oberen nach bukkal. So komme es, daß, bezogen auf die Senkrechte, an den unteren Zähnen lingual und an den oberen Zähnen bukkal große Unterschnitte zu finden sind. Folglich neigt man dazu, parallel zur Lotrechten zu schleifen statt parallel zur vertikalen Zahnachse.

Die Forderung, zahnachsengerecht zu schleifen, gilt zunächst grundsätzlich für jeden Zahn. Werden einzelne Kronen angefertigt, so besteht auch kein Grund, von dieser Regel abzuweichen. Dienen aber die überkronten Zähne als Brückenpfeiler und sind zur gemeinsamen Einschubrichtung nach der beschriebenen Präparation noch untersichgehende Stellen vorhanden, so kann man überlegen, ob diese ohne Gefahr für die Pulpa noch zu beseitigen sind. Besteht dafür keine Aussicht, so sollte man von vornherein auch den Versuch unterlassen und eine geteilte Brücke anfertigen.

5.1.2 Abformung mittels Kupferring

Für die Abformung beschliffener Zähne gibt es mehrere unterschiedliche Verfahren. An erster Stelle soll die Abformung mittels Kupferring beschrieben werden. Ausgewählt wird der kleinste noch passende Ring, der aus einem weitgehend unelastischen Blech besteht, damit nicht durch eine Verformung infolge Rückfederung das Lumen nach der Abdrucknahme verändert wird. Der Ring wird so zugeschnitten, daß er die Präparationsgrenze nach zervikal hin knapp einen Millimeter überragt.

Als Abformmaterialien können thermoplastische oder gummielastische Massen verwendet werden. Die thermoplastische Stentsmasse wird im Wasserbad auf ca. 60° C erwärmt. Die bei dieser Temperatur plastische und leicht klebrige Masse bringt man in den trockenen Ring, der vorher mit einigen Perforationen versehen wurde. Arbeitet man schnell genug, kann direkt anschließend der Abdruck genommen werden. Wird die Masse infolge der Abkühlung während der beschriebenen Manipulation zu zähplastisch, legt man den Ring mit der Abformmasse noch einmal ins Wasserbad zurück. Es empfiehlt sich, den Stumpf vor der Abformung leicht zu isolieren. Beim Aufschieben des Ringes hält man die Kuppe des Zeigefingers auf das obere Ende, damit die Stentsmasse auch nach zervikal abfließen muß. Nach Erhärten des Abformmaterials versucht man vorsichtig, den Ring vom Stumpf abzuziehen. Hin- und Herbewegungen rechtwinklig zum Stumpf sind dabei wegen der dadurch möglichen Ausweitung des Lumens unbedingt zu unterlassen. Das senkrechte Abziehen aber bereitet Schwierigkeiten, wenn der Ring relativ fest auf dem Stumpf haftet. Mit zunehmender Kraft löst sich dann plötzlich der Ring, ohne daß man entsprechend schnell den Druck reduzieren kann. Häufig wird dann der Ring mit Abdruck

zusammengedrückt oder zumindest verformt. Mit Hilfe der Furrer – Zange kann man dieses Mißgeschick vermeiden. Allerdings muß der Ring vor der Abdrucknahme, noch ehe er gefüllt wird, mit zwei möglichst sich gegenüberliegenden Perforationen versehen werden, in welche die spitz zulaufenden Enden der Furrer-Zange geführt werden. In dieser Stellung arretiert man die Zange durch eine Schraube, damit nicht der Ring durch den Druck auf die Handgriffe verbogen wird (Abb. 103). Nach der Abdrucknahme werden die Spitzen der Zange in die gleichen Perforationen gesteckt und der Ring senkrecht abgezogen.

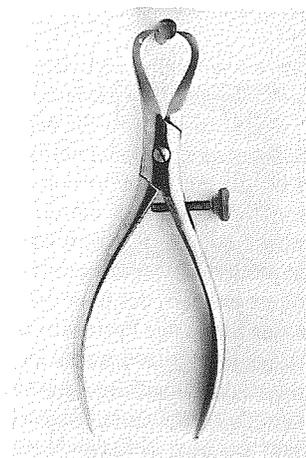


Abb. 103. Furrerzange zum Abziehen von Kupferringen

Die Gefahr der Deformierung von Ringen beim Abziehen oder bei den nachfolgenden Verrichtungen steigt mit zunehmendem Radius. Es ist daher zweckmäßig, alle Ringe, deren Umfang größer als 25 mm ist, am oberen Ende zu stabilisieren. Dies läßt sich leicht dadurch erreichen, daß man mit dem erhitzten Ring aus einer thermoplastischen Kunststoffplatte (z. B. Bayer-Basisplatte) einen Deckel ausstanzt, der an dem heißen Ring kleben bleibt. Anschließend wird der Deckel wieder grob perforiert, damit die Abformmasse besser abfließen kann (Abb. 104). Der Abdruck kann als gelungen bezeichnet werden, wenn er blasenfrei ist, die Präparations-

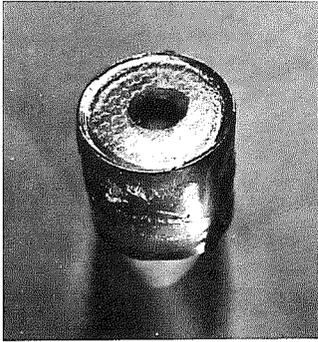


Abb. 104. Kupferring verstärkt

grenze wiedergibt und wenn die Ringwandung innen überall mit einer Stentsschicht bedeckt ist.

Als Abformmasse für den Ringabdruck lassen sich statt der Stentmassen auch mittelfließende Silikone verwenden. Hierbei ist für die Haftung auf dem Ring besonders Sorge zu tragen. Seine Innenfläche wird zu diesem Zweck zusätzlich mit einem Haftlack bestrichen. Auf Perforationen sollte man nicht verzichten, sie müssen jedoch klein genug sein und im oberen Teil des Ringes angebracht werden, der über den Stumpf hinausragt, weil sich sonst an der Stelle der Perforationen durch das dort abfließende Material infolge des Unterdruckes im Silikon kegelförmige Einziehungen bilden, durch welche Ungenauigkeiten in der Wiedergabe des Stumpfes entstehen. Wegen der guten Fließfähigkeit der Silikone fließt das überschüssige Material auch durch die Zahnfleischtasche ab.

5.1.3 Stumpfmodell

Durch Ausfüllen des Negativs (Abdruck) erhält man wieder ein Positiv (Modell). Damit dieses in den Dimensionen dem Urmodell (beschliffener Zahn) exakt entspricht, dürfen nur Modellwerkstoffe verwendet werden, die beim Erhärten kaum schrumpfen oder expandieren. Außerdem sollte die Oberfläche des Modellstumpfes möglichst hart sein. Dies zu erreichen, wird die Negativform zunächst galvanisch metallisiert. Nach sorgfältigem Reinigen mit Seifenlösung und Pinsel wird der Abdruck abgespült und mit dem Luftbläser getrocknet. Es folgt das Auspinseln des Lumens mit

ISO-C. Durch leichtes Ausblasen soll verhindert werden, daß die Flüssigkeitsschicht an irgendeiner Stelle zu dick wird. Die Innenfläche wird nun leitend gemacht durch Auftragen von Silberpulver, das wiederum mit dem Pinsel mit leicht stoßenden Bewegungen eingebracht wird, damit eine lückenlose dichte Pulverschicht besteht (Abb. 105). Die Silberschicht muß bis an das Ringende geführt werden, damit der Kontakt mit dem stromzuführenden Arm der Klemme hergestellt ist. Von außen wird der Ring zur Isolation mit einer Wachsmanschette abgedeckt. Die Dichtigkeit dieser Abdeckung sollte exakt überprüft werden, da es an allen metallisch blanken Stellen zur Abscheidung von Silber (oder Kupfer) kommt, ein Vorgang, der die Versilberung (Verkupferung) im Lumen des Ab-

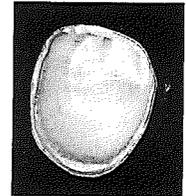


Abb. 105. Kupferring-Abdruck mit Silberpulver leitend gemacht

drucks selbst nachteilig beeinflusst. Läßt man die Wachsmanschetten den Kupferring um etwa 5 mm überragen, so kann sie später der Vervollständigung des Modellstumpfes dienen. Allerdings ist eine weitere Verlängerung unbedingt zu vermeiden, da sonst der Ionenstromtransport in dem entstehenden Schlauch in der unbewegten Flüssigkeit erschwert wird. Der so vorbereitete Abdruck wird in eine eigens dafür angefertigte Klemme eingesetzt (Abb. 106). Der zuvor auf Spannung gebogene freie Arm wird durch die Wachsschicht gestoßen und unter einigen reibenden Bewegungen mit diesem auf dichten Kontakt gebracht. Die blanken Metallteile der Zuleitung werden mit Wachs überschwemmt. Vor dem Einhängen in das Bad füllt man das Lumen des Abdrucks sorgfältig mit der Pipette von unten auf, damit keine Luftblasen eingeschlossen werden. Die Klemme verbindet man sodann mit dem Minuspol der Stromquelle, auf saubere Kontakte ist zu achten. Anfänglich galvanisiert man mit ganz schwachen Stromstärken. Nach

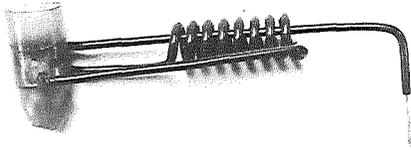


Abb. 106. Kupferring-Abdruck vorbereitet zum Galvanisieren

etwa einer halben Stunde kann man erkennen, ob das Galvanisieren gelingt. Eine Kontrolle zu diesem Zeitpunkt ist unbedingt anzurufen. Im allgemeinen beläßt man den Abdruck über Nacht, also etwa 12 Stunden, im Bad. Infolge der schwachen Stromstärke bildet sich eine feinkörnige Metallschicht, die am Eingang des Lumens dicker und leicht körnig ist, weil hier vermehrt Metallionen angeboten werden (Abb. 107). Dieser Sachverhalt ist durchaus erwünscht, weil so für das Stumpfmaterialein unterschlagender Raum entsteht, der der Haftung des Metallhütchens mit dem Kunststoff förderlich ist. Hat sich die Körnung am Lumeneingang nicht gebildet,

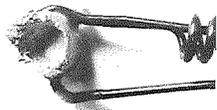


Abb. 107. Kupferring-Abdruck versilbert

so sollte der Abdruck noch einmal ins Bad gehängt und eine weitere halbe Stunde lang bei einer wesentlich erhöhten Stromstärke galvanisiert werden. Auf diese Weise kann mit großer Sicherheit die erwünschte rauhere Oberfläche des Metallniederschlags erzielt werden (Abb. 108). Das verbliebene Lumen füllt man auf mit einem Autopolymerisat, aus dem gleichzeitig ein etwa 5 mm langer Wurzelfortsatz gebildet wird. Die Wachsmanschette dient dabei

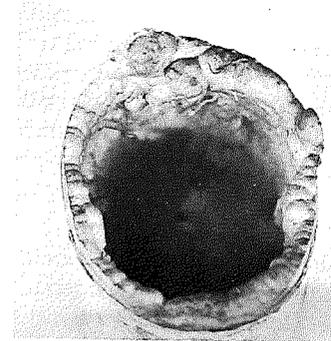


Abb. 108. Körnige Metalloberfläche

als Form. In den noch plastischen Kunststoffteig steckt man einen dowel-pin als zusätzlichen Wurzelstumpf (Abb. 109). Nach Aushärten des Kunststoffes und Entfernen der Wachsmanschette wird der Kunststoffteil der Wurzel so zugeschliffen, daß er sich vom Ende des Kupferrings nach zervikal leicht verjüngt (Abb. 110). Den Ring entfernt man am besten in der Weise, daß man ihn mit einem umgekehrten Kegel schlitzt und ihn dann mit der spitzen Flachzange abblättert. Beim Einschneiden ist aber, zumindest im



Abb. 109. Verbliebenes Abdrucklumen mit Autopolymerisat gefüllt und dowel-pin eingesteckt



Abb. 110. Kunststoffstumpf konisch zugeschliffen

zervikalen Teil, zu vermeiden, daß er ganz durchtrennt wird, weil dann die Gefahr besteht, daß der Stumpf, der sich dicht darunter befindet, beschädigt wird. Wurde der Abdruck mit Stentsmasse genommen, so wird diese Masse nach leichtem Erwärmen über der Flamme mit dem Wachsmesser entfernt, kleine Reste werden mit Benzin abgewaschen.

5.1.4 Schachtelabdruck

Mit dem Ringabdruck gewinnt man zwar eine exakte Negativform von dem Einzelzahn, über seine Stellung zu den Nachbarzähnen fehlt aber jede Angabe. Hierfür ist ein Gesamtabdruck notwendig, der genommen wird, wenn sich der Ringabdruck auf dem präparierten Zahn befindet. Man spricht daher vom Schachtelabdruck oder vom Überabdruck. In diesem muß sich der Ringabdruck unverrückbar fixieren lassen (Abb. 111). In jedem Fall ist daher der Ring möglichst lang zu halten und mit einer zusätzlichen Führung zu versehen (Abb. 112). Letztere erreicht man dadurch, daß man ihn am oberen Ende mit der Zange einknickt.

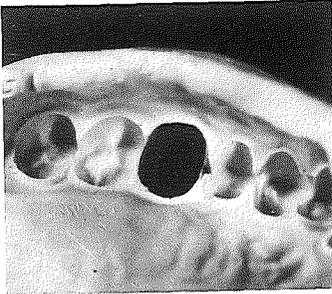


Abb. 111. Schachtelabdruck

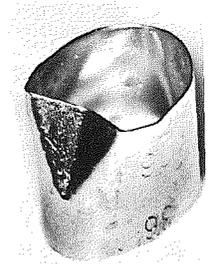


Abb. 112. Kupferring mit Einknickung

Für den Überabdruck auf dem Phantommodell ist Gips kaum geeignet, weil sich das Abnehmen wegen der fehlenden Beweglichkeit der Zähne und der fehlenden Resilienz der Kieferpartien als außerordentlich schwierig erweist. Mit mittel- bis dünnfließenden Silikonem hingegen kann der Überabdruck genommen werden. In jedem Fall ist die Kombination der Abformaterialien für Ring- und Überabdruck sorgfältig abzuwägen:

Stents (Ringabdruck) + Gips (Überabdruck): Durch die Abbindewärme des Gipses wird die Stentsmasse wieder erwärmt. Aus diesem Grunde kann es infolge der Drucke, die beim Herausbrechen des Gipses auftreten, sehr leicht zu Deformationen des Lumens des Ringabdrucks kommen. Nur durch eine besondere Technik bei der Entfernung des Gipsabdrucks werden Ungenauigkeiten vermieden.

Stents (Ringabdruck) + Silikon (Überabdruck): Die Silikonmasse entwickelt beim Abbinden keine Wärme. Daher ist diese für den Patienten angenehmere und für den Zahnarzt leicht zu handhabende Kombination durchaus praktikabel. Allerdings sind die Kupferringe in der gummielastischen Masse nicht immer eindeutig zu fixieren, vor allem nicht in Massen, die eine geringe Shore-Härte aufweisen.

Silikon (Ringabdruck) + Gips (Überabdruck): Im Grunde ist zu differenzieren zwischen einer dünnfließenden und einer visköseren Silikonmasse im Ring. Da aber der Gips, wenn er eingebracht wird, sehr weich ist und auf den Ring keinen Druck ausübt, läßt sich diese Kombination vertreten.

Silikon (Ringabdruck) + Silikon (Überabdruck): Hier ist der Shore-Härte des Materials im Ring und der Viskosität der Masse für den Überabdruck besondere Beachtung zu schenken. In keinem Fall darf für den Überabdruck ein zähplastisches Material verwendet werden, weil durch dieses ein erheblicher Druck auf den Ring ausgeübt würde, der eine Stellungsänderung zur Folge haben könnte. Die Kombination Silikon – Silikon ist nur statthaft, wenn für den Ringabdruck ein zähplastisches, für den Überabdruck ein relativ dünnflüssiges Silikon genommen wird.

5.1.5 Meistermodell

Wurde ein Schachtelabdruck genommen, so darf nach Fertigstellung des Stumpfmodells der Kupferring nicht abgezogen werden. Nach Isolierung der Wurzel wird der Modellstumpf mit Hilfe des Ringes in das entsprechende Fach des Gesamtabdrucks zurückgesetzt (Abb. 113). Ausgegossen wird der Gesamtabdruck mit Hartgips. Nach dessen Aushärtung wird die Masse des Überabdrucks entfernt und das Modell auf der Unterseite so lange beschliffen, bis die Spitze des dowel-pins sichtbar wird. Von unten drückt man nun vorsichtig den Modellstumpf heraus. Gelingt dies nicht ohne

größere Kraftanwendung, so müssen zunächst störende Gipspartien im Bereich des Zahnhalses beseitigt werden. Erst jetzt darf der Kupferring vom Modellstumpf entfernt werden (Abb. 114).

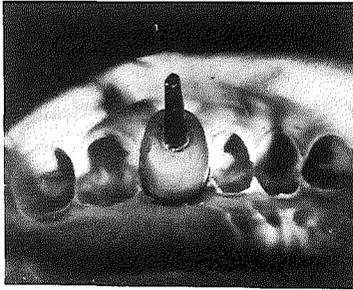


Abb. 113. Schattelabdruck mit Modellstumpf

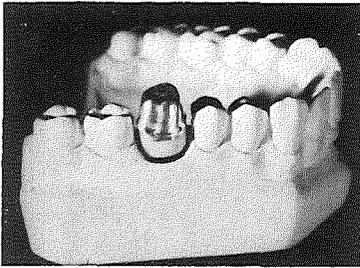


Abb. 114. Meistermodell fertig

5.1.6 Transferkäppchen

Will man den aufgezeigten Schwierigkeiten, die mit Schattelabdrücken verbunden sind, aus dem Weg gehen, so trennt man den Einzelabdruck vom Gesamtabdruck. Nach den Ringabdrücken werden zunächst nur die Stumpfmodelle hergestellt. Auf diesen werden sogenannte Transferkäppchen aus Phantommetall angefertigt. Diese sollen zervikal bis zur Präparationsgrenze reichen. Äußerlich weisen sie eine reine Funktionsform auf. Sie dürfen keine unter-sichgehende Stelle haben und müssen am Übergang von vestibulär nach okklusal mit einem Fensterchen versehen werden, damit man überprüfen kann, ob das Käppchen exakt auf dem Stumpf sitzt (Abb. 115). Über die Transferkäppchen nimmt man am Patienten einen Überabdruck mit Gips oder einem zähplastischen Silikon

(Abb. 116); am Phantom kann für den Schattelabdruck nur das zähplastische Silikon verwendet werden. Ungenauigkeiten beim Herausbrechen des Gipsabdrucks oder durch den Druck bei der Abdrucknahme sind nun nicht mehr zu befürchten. Die Modellstümpfe werden in die Käppchen gesteckt und der Abdruck ausgegossen.

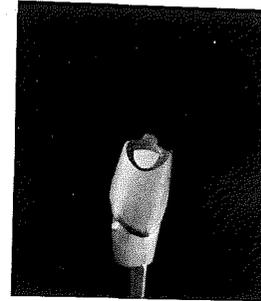


Abb. 115. Metallisches Transferkäppchen

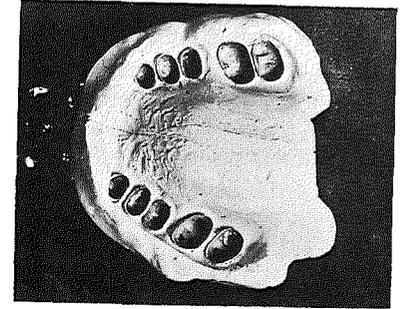


Abb. 116. Gipsabdruck über Transferkäppchen

Wurde beim Beschleifen auf eine erkennbare Präparationsgrenze verzichtet, so muß der Kupferring die Grenze angeben, bis zu der die Krone reichen soll. Auf dem Stumpfmodell wird dort eine Begrenzungsrinne angelegt, durch welche eine exakte Modellation ermöglicht wird (Abb. 117).

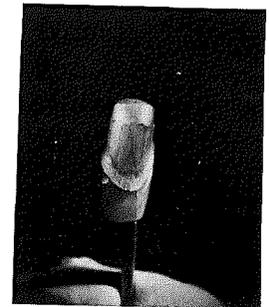


Abb. 117. Fertiger Modellstumpf

5.1.7 Abformung präparierter Zähne mittels Korrekturabdruck

Mit der Weiterentwicklung der Silikone wurden auch neue Techniken entwickelt, den präparierten Zahn mitsamt der gesamten Zahnreihe bzw. mitsamt dem Kiefer, in dem er steht, als Einheit abzuformen. Durchgesetzt hat sich vor allem der Korrekturabdruck.

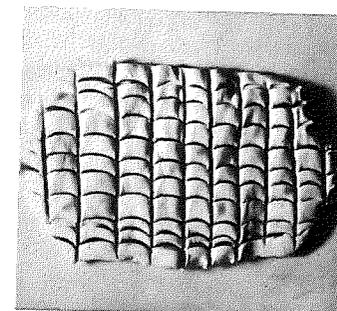
Hierfür werden Silikone unterschiedlicher Konsistenz (zähplastisch und dünnfließend) benötigt. Mit dem zähplastischen Material wird ein Vorabdruck vom gesamten Kiefer genommen, der in jedem Fall noch erhebliche Ungenauigkeiten aufweist und daher mit dem dünnfließenden Material korrigiert bzw. präzisiert wird. Bei dieser an sich sehr einfachen Technik gilt es jedoch, eine Reihe von Punkten zu beachten, wenn ein akzeptables Ergebnis erzielt werden soll.

Der Löffel: Zu verwenden sind perforierte Serienlöffel. Von glatten Löffeln wird abgeraten. Die Perforationen sind erforderlich für eine innige Haftung des Silikons am Abformlöffel. Im Gegensatz zum Alginat reißen die durch die Perforationen durchgedrückten Pilze wegen des im ausgehärteten Zustand sehr zähen und festen Silikons nicht aus. Zusätzlich wird der Abdrucklöffel mit einem Haftlack bestrichen.

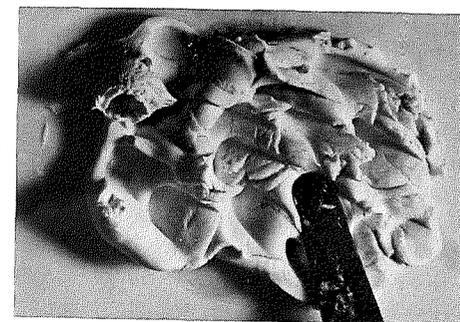
Die Taschenöffnung: Die Darstellung jener Teile des Zahnes, die im Bereich des Gingivalsaums liegen, bereiten bei allen Methoden die größten Schwierigkeiten, weil es hier die Präparationsgrenze darzustellen gilt. So auch beim Korrekturabdruck. Das Korrekturmaterial fließt nur dann bis in den Fundus der Tasche, wenn diese in irgendeiner Weise geöffnet ist. Im allgemeinen wird schon durch das Präparieren der notwendige Platz geschaffen. Man muß aber dafür sorgen, daß der Gingivalsaum nicht wieder durch das zähplastische Material an den Zahn herangedrückt wird. Daher legt man vor dem Erstabdruck als Platzhalter einen Baumwollfaden in die Tasche. Am Patienten kann der Faden mit einem Medikament getränkt werden, das die Eigenschaft hat, die Spannung des Gewebes zu reduzieren.

Anmischen des zähplastischen Erstmaterials: Bei den meisten Präparaten ist das Erstmaterial von solch fester Konsistenz, daß das Anmischen ausschließlich mit dem Spatel nicht mehr möglich ist. Dennoch sollte man diesen Vorgang auf einer *gekühlten* Glasplatte oder einer gekühlten Kachel mit einem ausreichend stabilen Metallspatel beginnen. Für ein solches Vorgehen sprechen mehrere

Gründe. Es ist außerordentlich wichtig, den Härter exakt nach Vorschrift zu dosieren. Dies gelingt auf der Platte leichter, indem man die abgemessene Masse relativ flach ausstreicht und ein Waffelmuster einritz (Abb. 118). Nach gleichmäßigem Verteilen des Härters über die gesamte Oberfläche beginnt das Untermischen mit dem Spatel durch Eindringen zahlreicher Dellen mit der Spatelspitze. Die Härterflüssigkeit wird dadurch in viele kleine Tröpfchen verteilt. Erst dann klappt man die Hälfte des Teiges zum ersten Mal um und drückt wiederum zahlreiche Dellen ein. Auf diese Weise vermeidet man, daß sich der Härter in größeren Portionen ansammelt und dann durch den Knetdruck verspritzt wird, wodurch die Dosierung ungenau wird. Das Durchspateln auf der Platte darf nicht länger als 20 bis 30 Sekunden dauern. Danach nimmt man



a) Masse vorbereitet



b) Durchmischung

Abb. 118. Anmischen eines zähplastischen Silikons:

die Masse in die Hand und knetet sie noch weitere 10 bis 15 Sekunden intensiv mit der Hand durch, gibt ihr die für den jeweiligen Löffel notwendige Form und legt sie ein. Würde man von Anfang an die Masse in der Hand ankneten, ließe es sich kaum vermeiden, daß einige Tropfen des Härterers verspritzt werden. Weiterhin würde durch die Handwärme der Aushärtungsvorgang in unerwünschter Weise beschleunigt, was zu Ungenauigkeiten führen kann. Auch für diejenigen, der das Anmischen besorgen muß, hat das beschriebene Vorgehen Vorteile. Die nicht mit Härter vermischte Grundmasse setzt sich leicht in den Poren der Haut fest und ist häufig nur mit Mühe wieder zu entfernen. Durch den Härter aber wird die Masse glatt und geschmeidig gemacht, so daß ein Festsetzen in den Hautfalten weitgehend vermieden wird.

Abformen mit der Erstmasse: Anmischen, Einlegen in den Löffel und Abformung muß so schnell wie möglich, jedoch ohne nervöse Hast erfolgen. Keinesfalls darf die Verkürzung der Verarbeitungszeit auf Kosten einer gleichmäßigen Durchmischung erfolgen. Wird nämlich die Grundmasse nicht gleichmäßig in den gummielastischen Zustand überführt, so entstehen brüchige Zonen, die wiederum zu Ungenauigkeiten führen. Für das richtige Plazieren des Löffels ist zumeist ein erheblicher Druck unvermeidbar. Sobald der Löffel seine richtige Position erreicht hat, sollte jeder Druck unterbleiben, weil dadurch während des Aushärtens innere Spannungen aufgebaut würden, die sich nach Herausnehmen des Löffels lösen und eine Änderung des Lumens bewirken würden. Während des Erstabdrucks müssen die Fäden in der Tasche verbleiben (Abb. 119).

Das Replazieren des Erstabdrucks: Wegen der festen Konsistenz des Erstabdrucks und der damit verbundenen geringen Fließfähigkeit ist der Erstabdruck noch ungenau. Für die notwendige Korrektur muß er im Munde bzw. auf dem Modell wieder in situ gebracht werden. Weiterhin sind an den Negativen aller Zähne die untersichgehenden Stellen zu entfernen. Letzteres wird deshalb erforderlich, weil die Korrekturmasse, obgleich sie zu einem dünnen Film ausfließt, doch einen gewissen Platz beansprucht. Das Ausschneiden läßt sich am ehesten mit einem kleinen scharfen Skalpell bewerkstelligen. Das Reponieren des Abdrucks sollte in jedem Fall einmal probiert werden.

Säubern und Trocknen: Eine ausreichend feste chemische Verbindung mit der Korrekturmasse wird nur erreicht, wenn der Ab-

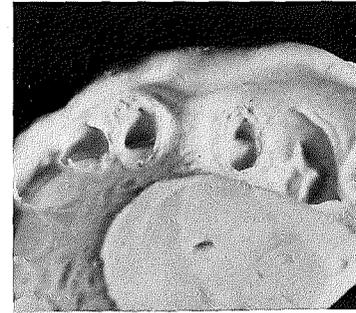


Abb. 119. Vorabdruck

druck sauber und trocken ist. Beim Arbeiten am Patienten sind Speichel und Blut sorgfältig zu entfernen. Das Säubern und Trocknen läßt sich mit der Wasserspritze und dem Luftgebläse in ausreichender Weise durchführen.

Der Korrekturabdruck: Das Korrekturmaterial sollte so dünnflüssig wie möglich sein. Entsprechend muß auf ein exaktes Dosieren im jeweils mitgelieferten Dosierschälchen geachtet werden. Mehr noch als beim Erstmaterial hat das Durchmischen zügig, aber dennoch gründlich zu erfolgen. Durch vorheriges Abkühlen des Instrumentariums und der Paste wird die Erfolgswahrscheinlichkeit erhöht. Steht kein Kühlschranks zur Verfügung, legt man die fest verschlossene Tube und das Instrumentarium zuvor in kaltes Wasser. Der gesamte Abdruck wird sparsam mit dem Korrekturmaterial beschichtet. Ehe man den Abdruck wieder in situ bringt, darf man nicht versäumen, die Fäden aus der Zahnfleischtasche zu entfernen. Beim Replazieren wirkt der Zahn im Negativ des Erstabdrucks wie ein Stempel. Durch entsprechenden Druck fließt das Korrekturmaterial in alle ihm zugänglichen Spalten und Räume (Abb. 120). Der Druck darf aber keineswegs länger als 5 Sekunden ausgeübt werden. Ist während dieser Zeit das Korrekturmaterial nicht ausgeflossen, dann wird es auch später nicht mehr fließen, weil der Aushärtungsprozeß fortschreitet und mit der Aushärtung das Fließvermögen abnimmt. Ausgesprochen nachteilig aber würde sich ein länger anhaltender Druck deshalb auswirken, weil in jedem Fall durch den Druck das schon gummielastische Erstmaterial verformt wird. Mit dem Nachlassen des Drucks versucht es sich wieder in die ursprüngliche Form zurückzustellen. Geschieht dies erst, wenn die

damit verbundene Lumenänderung nicht mehr durch das Korrekturmateriale kompensiert wird (was nur möglich ist, wenn es noch ausreichend dünnflüssig ist), dann ist der Abdruck unbrauchbar.

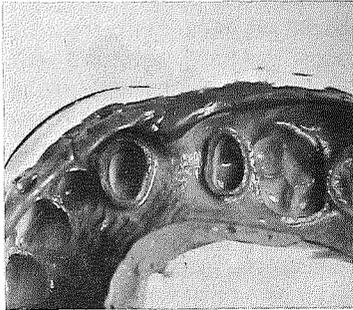


Abb. 120. Fertiger Korrekturabdruck

5.1.8 Meistermodell nach Korrekturabdruck

Die Herstellung des Arbeitsmodells nach Korrekturabdruck erfolgt in zwei Phasen. In der ersten wird der gesamte Abdruck zunächst nur bis zur halben Höhe des Alveolarfortsatzes mit evakuiertem Spezialhartgips ausgegossen. Solange der Gips noch weich ist, steckt man in die Negative der präparierten Zähne metallische Verstärkungsstifte (dowel-pins). Vorherige Markierungen auf dem Rand des Abdrucks dienen dazu, die Mitten der Negative zu finden. Im Bereich jener Kieferabschnitte, in denen sich keine Stümpfe befinden, legt man Retentionsringe ein, die die Verbindung mit dem Sockelgips herstellen sollen (Abb. 121). Nach Isolation des Gipses in der Gegend der dowel-pins wird in der zweiten Phase des Ausgießens der Sockel – ebenfalls aus Hartgips – hergestellt. Aus dem fertiggestellten Modell trennt man mit der Laubsäge die Stümpfe einzeln heraus, indem man den Spezialhartgips bis zum Sockelgips einsägt (Abb. 122). Auf dem Modell stellt sich die Zahnfleischfurche als Sulcus um den Stumpf dar. Die Präparationsgrenze ist aber für das Modellieren nicht ohne weiteres zugänglich. Daher schneidet man von der Seite her mit dem Federmesser den Gipsrand bis zum Boden der Rinne fort (Abb. 123).

Abb. 121. Modellherstellung nach Korrekturabdruck

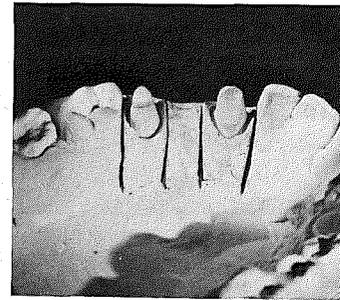
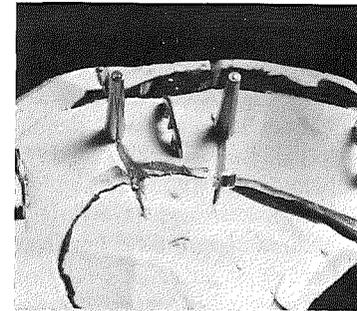


Abb. 122. Modell gesockelt; Stumpfmodell herausgesägt

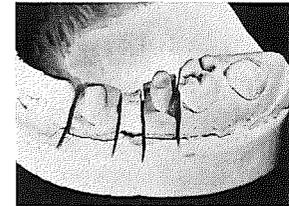


Abb. 123. Stumpfmodelle zum Modellieren vorbereitet

5.1.9 Doppelmischabdruck

Gegen den Korrekturabdruck werden vor allem folgende Bedenken laut: Wenn das Korrekturmateriale in die Impression des präparierten Zahnes gebracht wird und der Zahn wie ein Stempel wirkt, so ist zu erwarten, daß das Erstmateriale – durch das Korrekturmateriale, nicht durch den manuellen Druck – eine elastische Deformation erleidet, die sich nach Entfernen des Abdrucks zurückstellt und das Lumen verkleinert. In Kenntnis dieser physikalischen Probleme war das Doppelmischverfahren schon vor dem Korrekturabdruck bekannt. Beim Doppelmischverfahren werden die beiden in der Konsistenz unterschiedlichen Massen in noch nicht abgeundem Zustand miteinander in Verbindung gebracht, so daß sie ge-

meinsam und gleichzeitig abbinden. Zähplastische und leichtfließende Pasten werden in umgekehrter Reihenfolge wie beim Korrekturabdruck appliziert. Zuerst wird das dünnflüssige Material mittels einer Spritze mit spitz auslaufender Kanüle in die Zahnfleischtasche und um den Zahn gespritzt (Abb. 124). Selbstverständlich muß auch bei dieser Methode die Tasche geöffnet werden. Sobald die Arbeit mit der Spritze beendet ist, wird mit der zähplastischen Masse der Gesamtabdruck genommen. Dabei vermischen sich die Massen und binden gemeinsam ab.



Abb. 124. Applizieren des dünnflüssigen Materials aus der Spritze

Die Spritze: Für das Applizieren der dünnflüssigen Masse sind eine Reihe von Spritzen im Handel. Zu bevorzugen ist diejenige, bei der das Einbringen des Materials am wenigsten Zeit beansprucht. Diese Forderung läßt sich exakt begründen. Mit dem Zusetzen des Härter beginnt die Vernetzung, die mit der Zeit zunimmt. Die Genauigkeit der Abformung ist aber umso größer, je niedriger der Vernetzungsgrad im Augenblick der Abformung ist.

Technisches Vorgehen: Zur Durchführung der Doppelmischtechnik bedarf es zumindest eines Helfers. Außerdem muß alles gut vorbereitet sein, d. h. das zähplastische Material ist abgemessen, auf einer geeigneten Unterlage zu einem flachen Kuchen ausgedrückt und mit einem Waffelmuster versehen, das dünnflüssige steht ebenfalls abgemessen im Anmischschälchen bereit, das Instrumentarium ist gerichtet, die Härter stehen parat. Der Akteur übernimmt die Verarbeitung der dünnflüssigen Masse, der Helfer bereitet die zähplastische vor. Beide beginnen gleichzeitig. Während der Akteur den Härter zusetzt (5 Sekunden), anmischt (20 Sekunden), die Paste in die Spritze einbringt (10 Sekunden) und am Zahn appliziert (10 Sekunden), dosiert der Helfer den Härter (10 Sekunden), spatelt und knetet die Masse durch (25 Sekunden) und legt sie in

den Löffel (10 Sekunden). Wenn der Akteur die Spritze aus der Hand legt, bekommt er vom Helfer den mit dem zähplastischen Material beschickten Löffel angereicht und nimmt unverzüglich damit den Gesamtabdruck. Dabei vermischen sich die beiden Massen und binden gemeinsam ab. Da beide Komponenten zur gleichen Zeit angemischt wurden und somit im Augenblick der Vereinigung auch annähernd den gleichen Vernetzungsgrad aufweisen, kann von einer gegenseitigen Verdrängung im Sinne einer elastischen Deformation keine Rede mehr sein. Zur Applikation des dünnfließenden Materials aus der Spritze ist noch nachzutragen, daß man immer an der tiefsten Stelle beginnt und von unten her den Sulcus auffüllt.

		Dünnfließendes Material (Akteur)		
Härter zugeben	Mischen	Spritze füllen	Applizieren	
5''	20''	10''	10''	
<hr/>				
10''		25''	10''	
Härter zugeben	Mischen		Einlegen	
	Zähplastisches Material (Helfer)			

Die Modellherstellung nach dem Doppelmischabdruck erfolgt in der gleichen Weise wie beim Korrekturabdruck.

Diskussion: Die mit Hilfe des Korrekturabdrucks gewonnenen Modellstümpfe sind, wie zahlreiche Autoren nachgewiesen haben, etwas zu klein. Offensichtlich bewirkt das Korrekturmaterial doch eine geringfügige elastische Deformation des Erstabdrucks. Mit Hilfe der Doppelmischtechnik erhält man Modellstümpfe, die zwar genauer sind, die aber auch noch nicht dem Urmodell entsprechen; sie sind noch immer einige μ zu klein. Als Ursache hierfür

muß die im Vergleich zum Korrekturabdruck längere Verarbeitungszeit des dünnfließenden Materials angenommen werden, die durch das Einfüllen in die Spritze und das Umspritzen eines oder mehrerer Zähne zustande kommt.

Sandwichtechnik: Zur Verkürzung der Verarbeitungszeit wurde daher eine Variante der Doppelmischtechnik entwickelt, die zumindest bei Verwendung jener Präparate diskutabel ist, die in zähplastischer und dünnfließender Form geliefert werden. Beide Materialien werden gleichzeitig angemischt, allerdings beginnt man mit dem zähplastischen etwa 1/2 Minute eher, da einerseits infolge der größeren Menge das Zusetzen des Härters und andererseits wegen der festeren Konsistenz das Anmischen länger dauert. Sobald das zähplastische Material in den Löffel eingelegt ist, streicht man mit dem Spatel das dünnfließende darüber – wie die Butter aufs Brot; daher der Begriff Sandwich – und nimmt unverzüglich Abdruck. Tatsächlich erweisen sich die nach dieser Methode gewonnenen Modellstümpfe als annähernd mit dem Original übereinstimmend. Die Sandwichtechnik läßt sich allerdings nur bei bestimmten klinischen Indikationen einsetzen.

5.1.10 Abnehmbares Parodontium

Will man auch approximal der Krone die richtige Form geben und den gesamten Interdentalraum richtig gestalten, so muß man das den Zahn umgebende Weichgewebe, die Interdentalpapille und den marginalen Gingivalsaum auf dem Modell dargestellt haben. Gerade im Interdentalraum ist die Gefahr besonders groß, daß Interferenzen zwischen Krone und Weichgewebe entstehen. Wird das Weichgewebe verdrängt, sind Entzündungen die sichere Antwort. Bleiben kleinere Hohlräume, so sind Impaktierungen von Speiseresten mit allen nachteiligen Folgen zu erwarten.

Sollen alle technischen Vorrichtungen nach Fertigstellung des Meistermodells ungehindert durchgeführt und die Vorteile des dargestellten Parodontiums voll genutzt werden können, so ist es notwendig, daß es abnehmbar gestaltet und auf die unmittelbare Umgebung der Zähne beschränkt wird.

Vorgehen nach Korrekturabdruck, Doppelmischabdruck, Sandwichabdruck: In der herkömmlichen Weise wird zunächst das Sägemodell hergestellt. Die Partien, die später aus weichbleibendem Material bestehen sollen, werden am Modellstumpf entfernt. Zahn-

lose Abschnitte des Alveolarfortsatzes werden von vornherein ausgenommen. Das „Parodontium“ wird auf die unmittelbare Umgebung der präparierten Zähne beschränkt. Beim Platzschaffen für das plastische Material darf die Führung des Modellstumpfs jedoch keinen Schaden nehmen. Die Kontaktfläche des herausnehmbaren Stumpfes mit dem Sockelmodell soll in voller Ausdehnung erhalten bleiben. Vor allem ist es unnötig, in der Sagittalen das Parodontium höher als 2 bis 3 mm zu gestalten. In diesem Bereich ist der Wurzelstumpf möglichst parallelwandig zu schleifen (Abb. 125).

Nach dem Vorbereiten des Modells wird der Korrekturabdruck aus dem Löffel entfernt und entsprechend der Modellsituation mit einem scharfen Skalpell parzelliert. Dabei wird Wert darauf ge-

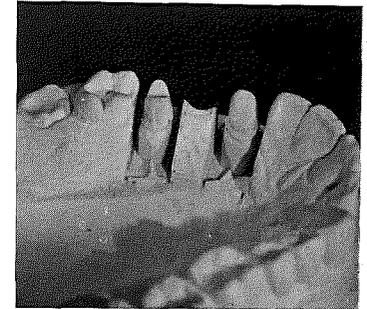


Abb. 125.
Modellstumpf für abnehmbares
Parodontium vorbereitet

legt; daß der Teilabdruck jeweils auf beiden Seiten eines Stumpfes oder einer Stumpfgruppe auf dem Alveolarfortsatz oder auf nicht präparierten Zähnen fest aufliegt (Abb. 126). Mit der Spritze wird nun das Polyäther Impregum appliziert. Unmittelbar danach stülpt man den Teilabdruck über das Modell und entfernt grob den abfließenden Überschuß. Nach Aushärten des weichbleibenden Materials werden die dünnen Preßfahnen beseitigt (Abb. 127). Bei umfangreichen Präparationen geht man abschnittsweise vor.

Vorgehen nach Abdruck mit Transferkäppchen: Arbeitet man mit Transferkäppchen, so ist der Überabdruck mit einem elastischen Material Voraussetzung. In diesem sind aber nur lange Käppchen sicher fixiert. Bei kurzen Stümpfen empfiehlt es sich daher, die Käppchen mit horizontalen Rillen zu versehen und mit etwas Autopolymerisat zu verblocken. Über die Käppchen nimmt man sodann

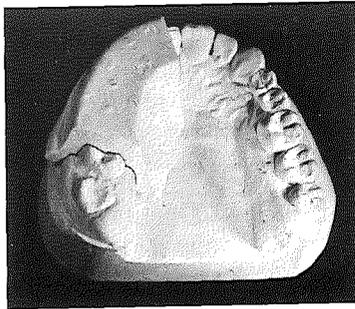


Abb. 126. Teil des Abdruckes auf das Modell zurückgesetzt

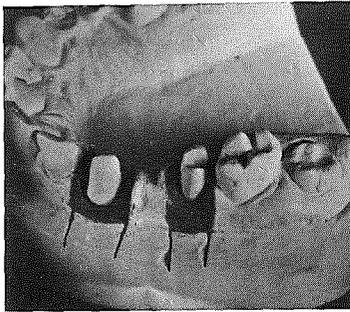


Abb. 127. Fertiges abnehmbares Parodontium

einen Überabdruck nach der Doppelmischtechnik. Das dünnfließende Zweitmaterial muß dabei nicht unbedingt mit der Spritze appliziert werden. Je nach anatomischer Situation reicht auch die Sandwichtechnik aus.

Im Labor wird zunächst in der bekannten Art verfahren. Die Stümpfe werden in die Transferkappchen gesteckt und fixiert. Dabei darf das zum Fixieren benötigte Wachs getrost im Überschuß aufgetragen werden, sofern es im Bereich der später anzufertigenden Papille liegt. Nach Fertigstellen des Modells arbeitet man in der vorher beschriebenen Weise weiter.

Bei der Modellierung der Kronen wird das Parodontium abgenommen, zur Überprüfung der Modellation und des Gusses befindet es sich in situ.

Der Werkstoff Polyäther wurde für das Parodontium deshalb verwendet, weil er abgebunden eine zähelastische Konsistenz auf-

weist, weil er sich relativ gut verarbeiten läßt und weil er sich nicht mit Silikonen verbindet, was die zu Ungenauigkeiten führende Isolation überflüssig macht.

Grundsätzlich ist aber noch zu klären, ob man das Parodontium überhaupt aus einem weichbleibenden Werkstoff herstellen soll oder ob es nicht vorteilhafter ist, einen festen Werkstoff, z. B. ein Autopolymerisat dafür zu verwenden. Beim Ausarbeiten der Werkstücke sind nämlich Interferenzen mit der Umgebung auf hartem Untergrund leichter ausfindig zu machen als auf weichem, bei dem die Gefahr besteht, daß wegen der Nachgiebigkeit kleine Interferenzen übersehen werden.

5.1.11 Modellation

In dem Kapitel „Aufwachsen“ wurde eingehend die Modellation der Kaufläche besprochen, von der Modellation der Kronenwandung war aber noch nicht die Rede. Auf der Okklusalfäche des Modellstumpfs kann man nicht mit der Modellation der Kaufläche beginnen, da der zur Verfügung stehende Querschnitt nicht stimmt. Der Anfang wird daher mit der zirkulären Wandung gemacht. Damit das Abnehmen der fertig modellierten Krone erleichtert wird, zieht man über den Stumpf zunächst ein Hütchen aus einer Tiefziehfolie, das an der Präparationsgrenze sauberlich abgetrennt wird. Auf diesem Hütchen wird zunächst der Approximalkontakt angelegt (Abb. 128). Dieser Kontakt darf aus zweierlei Gründen nicht punktförmig sein, einerseits nicht, weil sich bei sagittalem Druck die Zähne gegeneinander versetzen würden (Abb. 129), und andererseits nicht, weil die Papille lingual und bukkal zu sehr dem Druck der Nahrung ausgesetzt wäre. Eine gewisse Breite des Kontaktes in transversaler Richtung ist zum Schutze der Papille notwendig. Greifen die Approximalfächen in der Art ineinander, daß eine leichte konvexe Wölbung in eine entsprechend konkave hineinreicht, so ist das im Sinn der Stabilisation der Zahnreihe (Abb. 130).

Oberhalb der Kontaktfläche sollte man eine Trichterform unbedingt vermeiden, da diese der Impaktierung von Nahrungspartikeln, insbesondere von Fleischfasern Vorschub leistet. Unterhalb der Kontaktfläche beginnt eine konkave Unterschneidung, damit für die Papille der ihr zugehörige Platz geschaffen wird.

Am Gingivalsaum endet die Modellation meißelförmig. Sie wird gewissermaßen durch die Präparationsgrenze vorgeschrieben. Der

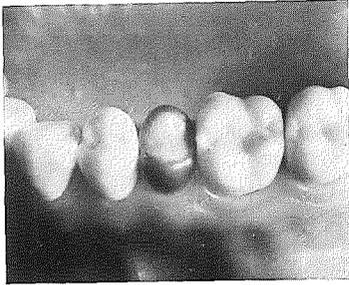


Abb. 128. Anlegen der Approximalkontakte

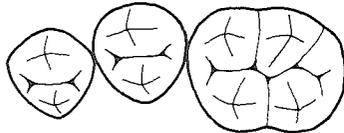
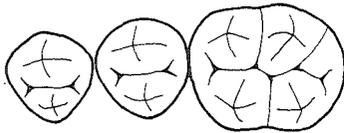


Abb. 129. Bei punktförmigem Kontakt führt ein Sagittalschub zum Ausscheren von Zähnen

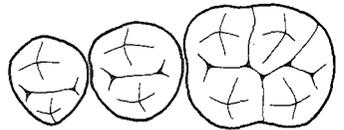


Abb. 130. Sinnvolle Approximalkontakte dienen der Stabilisierung der Zahnreihe

spätere Übergang von der Krone zur Wurzel darf nicht stärker in Erscheinung treten, als das beim natürlichen Zahn am Übergang Krone – Wurzel der Fall ist.

Ist die Wandung zirkulär bis zur Höhe des Stumpfes modelliert, wird in der bekannten Weise die Kaufläche aufgebaut.

Modellation mit Platzhalter: Die beschriebene Modellierart, bei der in Wachs ersetzt wird, was an harter Zahnschubstanz abgetragen wurde, ist nicht ohne Nachteil. Zwar hat eine solche Krone überall einen gleichmäßigen Kontakt mit dem Stumpf und zeichnet sich

durch einen mechanisch festen Sitz aus, die fehlende Thermoisolation aber führt häufig zu einer lang anhaltenden unzumutbaren Kalt-Warm-Empfindlichkeit, da die Temperaturleitfähigkeit des Metalls ungleich größer ist als die der abgeschliffenen Zahnhartsubstanz. Versucht man aber, die Gußkrone mit Platz für eine ausreichende Thermoisolation zu arbeiten, so besteht die Gefahr, daß sich der mechanische Halt verringert. Es muß daher nach Wegen gesucht werden, eine gute Thermoisolation mit einem festen mechanischen Sitz zu kombinieren.

Da im zervikalen Drittel des Zahnes immer am wenigsten Hartsubstanz abgeschliffen wird, unabhängig von der Präparationsart, führt hier der direkte Kontakt zwischen Zahn und Metallkrone zu den geringsten Sensationen. Hat in dieser Zone der Kronenring mit dem Zahn einen flächenhaften engen Kontakt, auf den man aus parodontalprophylaktischen Gründen ohnehin nicht verzichten kann, so ist auf leicht konischen Stümpfen der mechanische Halt ausreichend sichergestellt. Indessen ist es technisch schwierig, für die isolierende Zementschicht in den übrigen Bereichen beim Modellieren den entsprechenden Platz zu schaffen. Das Verfahren, zunächst massiv in Wachs zu modellieren und nachträglich von innen auszuschieben, ist mit solch starken Unsicherheiten behaftet, daß es nicht diskutabel ist.

Exakte Ergebnisse erzielt man nur, wenn von vornherein mit einem Platzhalter gearbeitet wird. Da dieser im allgemeinen Unterschnitte aufweist, muß er mit der Modellation vom Stumpf abgehoben und leicht daraus entfernt werden können. Das gelingt nur, wenn die Modellation ein festes Gerüst aufweist. Dies kann leicht mit einem Tiefziehkäppchen geschaffen werden. Mit dem Abheben des Käppchens entfernt man auch das Platzhalterwachs vom Stumpf. Aus dem Käppchen kann es herausgenommen werden, ohne daß dieses in irgendeiner Weise Schaden nimmt. (Abb. 131). Mit Gußwachs modelliert man auf dem Käppchen die Krone definitiv aus.

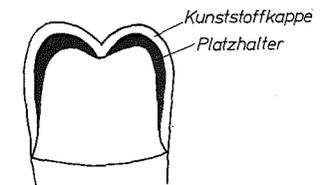


Abb. 131. Käppchen über Platzhalter

Durch das Hohllegen fehlt der Krone die okklusale Aufruhe, die aber, falls notwendig, geschaffen werden kann. Notwendig ist sie bei Parallelität der Wände des zervikalen Stumpfdrittels, weil die Krone dann beim Einsetzen zu tief gleiten kann. Der eigentliche Vorteil der Gußkrone wäre damit aufgehoben. Das Zu-Tief-Gleiten läßt sich dadurch verhindern, daß ein Dorn oder ein Stempel, aus der Unterfläche des Kronendeckels herausragend, auf die Okklusalfäche des Zahnes aufstößt. Zur Erzielung dieses Stempels wird der Platzhalter vorher an geeigneter Stelle ausgespart.

5.1.12 Einbetten und Gießen

Die fertig modellierte Krone wird zunächst mit einem Gußstift versehen. Der Gußstift (1,5 mm Durchmesser) wird dort angesetzt, wo die Modellation am wenigsten beeinträchtigt wird, bei unteren Kronen am besten auf dem lingualen Abhang lingualer Höcker, bei oberen auf dem vestibulären Abhang vestibulärer Höcker. Außerdem ist zu beachten, daß der Stift immer an der Stelle der dicksten Wachsschicht angesetzt wird, damit die Schmelze vom größeren zum kleineren Lumen fließen kann. Anschließend schiebt man über den Stift eine vorgefertigte Wachs- oder Kunststoffkugel, die als „verlorener Kopf“ dienen soll, bis auf 1 mm an die Krone heran (Abb. 132). Der relativ dünne Gußstift von 1,5 mm bewährt sich für Phantommetall am besten. Obligatorisch ist in diesem Fall der verlorene Kopf als Schmelzreservoir. Für Goldlegierungen sind Gußstifte von 2 – 3 mm Durchmesser wegen der größeren Viskosität erforderlich. Bei kleineren Objekten ist dann allerdings kein zusätzlicher verlorener Kopf vonnöten, da die Masse im Kanal als Reservoir wirkt.

Das freie Ende des Gußstiftes sticht man in den Plastilin- oder Wachskegel des Muffeltellers. Die Größe der Muffel wird so gewählt, daß der verlorene Kopf in dessen Zentrum liegt und daß der Abstand des Objektes zum Boden oder zur Seitenwand etwa 6 mm beträgt (Abb. 133). Die mit einer Asbestmanschette ausgelegte Muffel wird fest in die Rinne des Tellers gedrückt und anschließend mit Einbettmasse gefüllt. Zuvor darf man nicht versäumen, die Wachsmodellation mit Waxit (Entspannungsmittel) zu entfetten, damit sie die Einbettmasse nicht abstößt. Die Einbettmasse sollte, wenn irgend möglich, unter Vakuum angerührt werden. Entsprechende Geräte sind auf dem Markt vorhanden. Das Einfüllen erfolgt auf

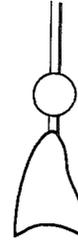


Abb. 132. Gußstift mit verlorenem Kopf angesetzt

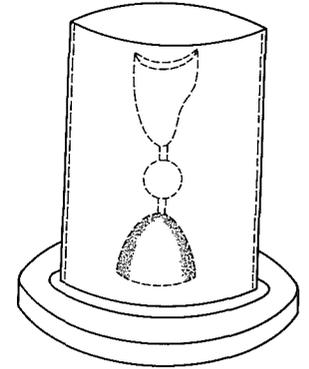


Abb. 133. Einbettung: Lage des Gußobjektes in der Muffel.

dem Rüttler. Durch die Schwingungen dieses Gerätes erreicht man, daß eingeschlossene Luftblasen an die Oberfläche steigen und dort zerplatzen und daß die Wachsmodellation ganz innigen Kontakt mit der Einbettmasse bekommt. Sobald die Muffel von unten her so weit aufgefüllt ist, daß die Einbettmasse von außen die Mitte der Krone erreicht hat, werden mit einem Pinsel kleine Portionen in das Lumen der Krone eingebracht. Anschließend füllt man die Muffel bis zum Rand hin auf.

Ist die Einbettmasse nach etwa 1/2 Stunde erhärtet, hebt man die Muffel von der Gummimanschette ab und zieht mit der Zange vorsichtig den Gußstift aus der Einbettmasse heraus. Die Muffel hält man dabei so, daß die entstehende Öffnung nach unten zeigt, damit der Gußkanal nicht durch sich lösende Partikel der Einbettmasse verstopft wird. Im Ausbrennofen wird bei 200°C das Wachs ausgetrieben. Dieser Vorgang dauert etwa eine halbe Stunde. Höhere Temperaturen als 200°C sollten vermieden werden, damit nicht durch zu stürmisch austretenden Wasserdampf oder durch siedendes Wachs die Form gesprengt wird. Um die Verschmutzung der Luft im Labor durch das verbrannte Wachs zu vermeiden, ist ein Abzug dringend zu empfehlen.

Einbetten, Ausbrennen und Gießen sollten möglichst kontinuierlich hintereinander erfolgen. Die notwendige Zeit ist bei Beginn

eines solchen Vorhabens einzukalkulieren. Läßt sich der gesamte Ablauf nicht durchführen, so sollte man erst gar nicht beginnen. Eine ausgetrocknete Muffel läßt sich nicht ohne Nachteile ausbrennen. Das flüssige Wachs dringt dann auch in die poröse Einbettmasse ein, wodurch die Oberfläche rau und ungenau wird. Ist die zeitliche Trennung zwischen Einbettung und Gießen nicht zu vermeiden, so muß die Muffel vor dem Ausbrennen gewässert werden. Dadurch saugt sich die Einbettmasse wieder voll Flüssigkeit, wodurch das Eindringen des Wachses verhindert wird. Nach einer halben Stunde ist das Wachs rückstandslos aus dem Inneren der Form entfernt. Die Muffel wird dann in den Vorwärmofen gelegt, dessen Temperatur in diesem Augenblick 250°C nicht überschreiten sollte. Die thermische Expansion würde sonst zu stürmisch erfolgen, so daß wiederum ein Reißen der Form möglich wäre. Gleich nach dem Einlegen der Muffel in den Vorwärmofen wird die elektrisch beheizte Schleuder aufgezogen und vorgewärmt.

Während des Aufheizens des Schmelzofens der Schleuder darf der Kohletiegel nicht eingelegt sein, da es sonst zu Wärmestauungen und zum Durchbrennen der Wicklung kommt.

Hat der Vorwärmofen je nach der verwendeten Einbettmasse 650 bzw. 700° erreicht, wird der zuvor gesäuberte Tiegel mit dem zu gießenden Metall beschickt und in den Schmelzofen der Schleuder eingelegt. Das sorgfältige Säubern des Kohletiegels darf nicht unterbleiben, da oft Rückstände vom vorausgegangenen Gießen die Öffnung am Boden des Tiegels verstopfen oder die Schmelze verunreinigen. Im Spiegel beobachtet man den Verlauf des Aufschmelzens. Fließen die einzelnen Metallteilchen zusammen, so sind bis zum Gießen noch 10 Sekunden Zeit. Während dieser Zeit nimmt man die Muffel aus dem Vorwärmofen und legt sie in die Schleuder. Sodann schiebt man den Tiegel vor die Muffel, drückt ab. Durch die Zentrifugalkraft wird das flüssige Metall dann durch die Öffnung am Kopfende des Tiegels in den Hohlraum der Muffel geschleudert.

Nach dem Ausbetten trennt man das Gußobjekt mit der Laubsäge vom Gußkanal ab (Abb. 134). Von der Verwendung des Seitenschneiders für diesen Zweck muß abgeraten werden, da das Gußobjekt dadurch zu leicht deformiert würde.

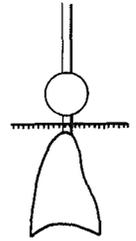


Abb. 134. Gußobjekt abgetrennt

5.1.13 Ausarbeiten und Polieren

Durch das Ausarbeiten wird dem Werkstück die endgültige äußere Form gegeben, und zwar durch Entfernen überflüssigen Materials oder durch Beseitigung überflüssiger Teile. Man unterscheidet beim Ausarbeiten das *Grobschleifen* und das *Feinschleifen*. Es versteht sich von selbst, daß man mit dem Grobschleifen beginnt. Körnigkeit und Form der Schleifkörper, die für die Metallarbeiten aus Korund oder Diamant bestehen, richten sich nach dem Objekt. Die durch das Grobschleifen zurückbleibende raue Oberfläche wird mit Steinchen gleicher Art, aber kleinerer Körnigkeit weiter eingebnet. Die äußere Kontur verändert sich dabei nur noch geringfügig.

Beim Polieren wird unterschieden zwischen *Vorpolitur* und *Hochglanzpolitur*. Die Vorpolitur nimmt man mit dem Filzkegel oder einer harten Borstenbürste in Verbindung mit speziellen Vorpolierpasten vor oder aber auch mit Gummipolierern. Bei der Vorpolitur sollte schon ein matter Glanz erreicht werden. Die Hochglanzpolitur wird erzielt mit einer Leinenschwabbel, auf die sparsam eine Hochglanzpaste aufgebracht wird. Die schnell laufende Schwabbel wird kurz und kräftig bei ständig wechselnder Richtung ange-drückt. Zum Abschluß legt man mit der Wollschwabbel den Spiegelganz auf.

5.2 Die Verblendkrone

Da im sichtbaren Zahnbereich die Ästhetik zu berücksichtigen ist, werden die vestibulären Flächen der Gußkrone mit zahnfarbenem Material verblendet.

5.2.1 Präparation

Für Verblendkronen wird naturgemäß relativ viel Platz benötigt. Man rechnet im allgemeinen mit 0,3 mm für das Metallgerüst und 1 mm für das Verblendmaterial. In diesem Zusammenhang wird die Frage akut, ob eine solch dicke Schicht abgetragen werden kann, ohne daß die verbleibende Hartschichtbarriere vor der Pulpa wesentlich geringer als 1 mm wird. Diese Frage läßt sich auf Grund der Untersuchungen von SUGIURA, TOBINA, KÜHL und KREMER relativ gut beantworten. Die genannten Autoren haben nämlich die Stärke des Hartschichtmantels, der die Pulpa umgibt, an allen wesentlichen Stellen gemessen. In der Abbildung 135 sind die Ergebnisse für einen oberen Eckzahn dargestellt. Als Fazit aus den zitierten Arbeiten kann man für das Beschleifen der verschiedenen Zähne folgende Schnitttiefen angeben:

med. Inzis.	lat. Inzis.	Can.	Prämol.	Mol.	
1,0 – 1,3	0,8 – 1,0	1,3	1,3	1,3	Oberkiefer
0,8 – 1,0	0,8 – 1,0	1,3	1,3	1,3	Unterkiefer

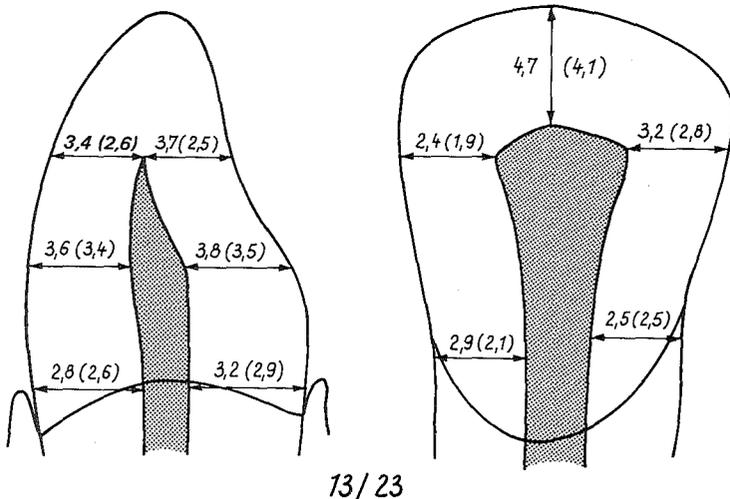


Abb. 135. Wandstärken oberer Eckzähne

Bei den Frontzähnen, die im allgemeinen ohne Ausnahme mit Verblendkronen versehen werden, legt man die Rillen über die inzisale Kante und über die Labialfläche (Abb. 136), weil im einfachsten Fall nur diese verblendet wird. Entsprechend wird labial die erkennbare Präparationsgrenze zu einer Stufe – wenn auch abgechrägt – erweitert. (Abb. 137). Im oberen Frontzahnbereich sollte man wegen des ästhetischen Effektes immer um eine Stufe bemüht sein. Im Unterkiefer und im Seitenzahnbereich des Oberkiefers kann man häufig auf eine breitere Stufe verzichten und die für das Verblendmaterial nötige Uhrglasfassung in Metall aufbauen.

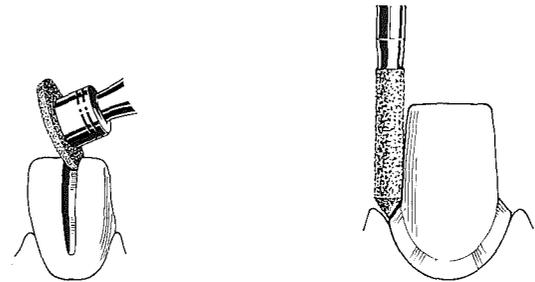


Abb. 136. Rille auf Labialfläche

Abb. 137. Labiale Stufe angelegt

5.2.2 Modellation

Um der späteren Verblendkrone ein gefälliges Aussehen geben zu können und dennoch eine optimale Kaufläche zu gestalten, modelliert man die Krone zunächst am besten wie eine Vollgußkrone. Erst dann schafft man durch Auskratzen eines Fensters den Platz für den Kunststoff. Dies läßt sich dann leicht durchführen, wenn zuunterst auf den Stumpf eine Tiefziehfolie aufgezogen wurde. Die Kontinuität der Modellation bleibt somit auf der Labialfläche erhalten. Die lückenlose Abdeckung des präparierten Stumpfes nämlich ist oberstes Gebot. Die Verblendkrone ist eben eine Vollgußkrone, die in bestimmten Bereichen durch zahnfarbene Materialien „verblendet“ ist.

Für einen dauerhaften spaltfreien Verbund von Metall und Kunststoff sind mechanische Retentionen unabdingbare Voraus-

setzungen. Als derzeit erreichbares Optimum hat sich für das Kunststoffach folgende Form herauskristallisiert. Die Seitenwangen sollten möglichst parallelwandig sein. Durch den entstehenden Rahmen werden Degulor-i-Drähtchen zur Labialfläche geführt. Auf der Labialfläche selbst werden in regelmäßigen Abständen Retentionsperlen angeordnet. Da diese Kugeln mittels ihrer Unterschnitte die Retention bewirken, müssen sie einzeln liegen und dürfen nur punktförmig auf der Unterlage aufsitzen. Ihre obere Hälfte wird nach dem Guß abgeschliffen, damit sie nicht durch die Kunststoffschicht durchscheinen. Auf der labialen Stufe wird eine V-förmige Rinne modelliert (Abb. 138).

Bei allen kunststoffverblendeten Kronen müssen die artikulierenden Flächen aus Metall sein; der Kunststoff dient ausschließlich der Verblendung. Bei unteren Kronen ist ein ausreichend stabiler Schneidekantenschutz zu modellieren, weil gerade die bukko-okklusale Kante auf der Laterotorsionsfacette des Antagonisten gleitet. Bei oberen Zähnen kann man den Metallschutz bis in die bukko-okklusale Kante führen, ohne daß er sichtbar wird. Von approximal gesehen, sollte die Seitenwange in geschwungenem Bogen nach lingual verlaufen, damit nicht von frontal her die Metallkante sichtbar wird (Abb. 139). Will man aus ästhetischen Gründen die metallische Kaukante vermeiden, so muß man eine reparabile Konstruktion schaffen, in der der Kunststoffteil nötigenfalls ausgewechselt werden kann. Eine entsprechende Kronenart wurde von MATHE angegeben (Abb. 140).

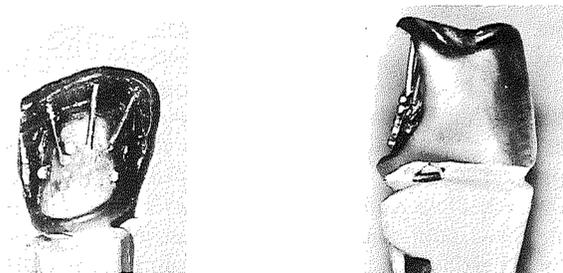


Abb. 138. Verblendkrone modelliert Abb. 139. Metallgerüst einer Verblendkrone von approximal

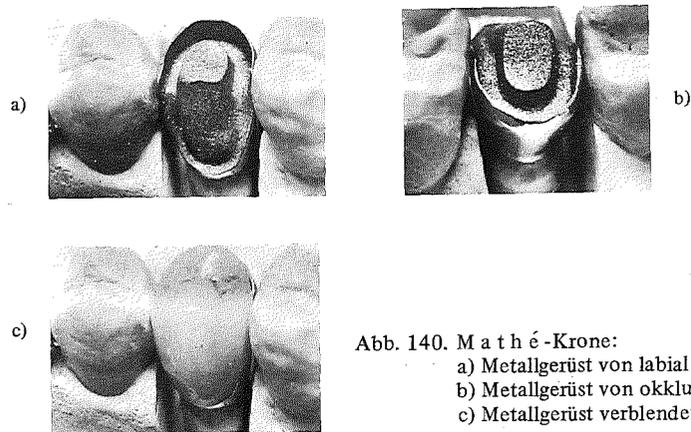


Abb. 140. M a t h é -Krone:
a) Metallgerüst von labial
b) Metallgerüst von okklusal
c) Metallgerüst verblendet

5.2.3 Kunststoffverblendung

Damit das Metall nicht, von unten durchscheinend, die Farbe des Verblendkunststoffs verändert, wird es zunächst mit Opaquer abgedeckt. Schon diese Abdeckung muß sorgfältig auf die gewählte Farbe abgestimmt werden. Sie wird aufgetragen, ehe die Wachsmodellation vorgenommen wird. Das Vorgehen in dieser Reihenfolge ist notwendig, damit der Opaquer, der auch auf Kunststoffbasis aufgebaut ist, durch das heiße Wachs und durch das spätere Ausbrühen aushärtet. Vor dem Stopfen werden die Metallränder säuberlich vom Opaquer gereinigt. Das Stopfen selbst kann in der gleichen Weise erfolgen, wie bei der Mantelkrone beschrieben.

In jüngster Zeit wurde jedoch im Sinne der Rationalisierung eine neue Methode entwickelt, bei der das Einbetten des metallischen Objektes nicht mehr notwendig ist. Die Kunststoffmassen werden direkt mit dem Spatel aufgetragen und modelliert.

Man beginnt wie üblich mit dem Auftragen des Opaquers, der im Trockenschrank 10 Minuten lang vorpolymerisiert wird. (Abb. 141a). Schrittweise werden anschließend die unterschiedlichen Massen (Hals – Dentin – Schneide) appliziert. Die für dieses Verfahren geeigneten Kunststoffe werden jeweils erst unmittelbar vor dem Verarbeiten angerührt. Zuerst wird die Halsmasse eingelegt (Abb. 141b). Sodann trägt man die Dentinmasse auf (Abb. 141c).

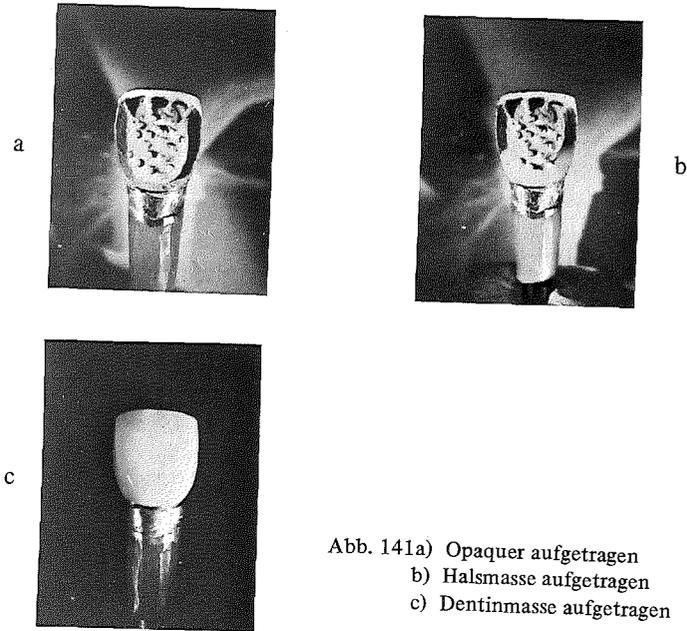


Abb. 141a) Opaquer aufgetragen
 b) Halsmasse aufgetragen
 c) Dentinmasse aufgetragen

Der zum Modellieren benutzte Spatel muß immer gut mit der Anrührflüssigkeit befeuchtet sein. Verdickt sich die Masse während des Arbeitens, so kann sie durch geringe Zugabe der Flüssigkeit wieder geschmeidig gemacht werden. Nach dem Schichten der Schmelzmasse nimmt man die Metallarbeit vom Modell ab und legt an den Approximalkontakten ein wenig Überschuß auf. Außerdem überprüft man, ob zirkulär der Metallrand leicht überdeckt ist, damit ein guter Randschluß zustande kommt. Polymerisiert wird im Wasserbad bei 120°C und 6 atü. Die fertige Verblendung (Abb. 142) zeichnet sich durch die gewünschte Farbe aus sowie durch besondere Härte.

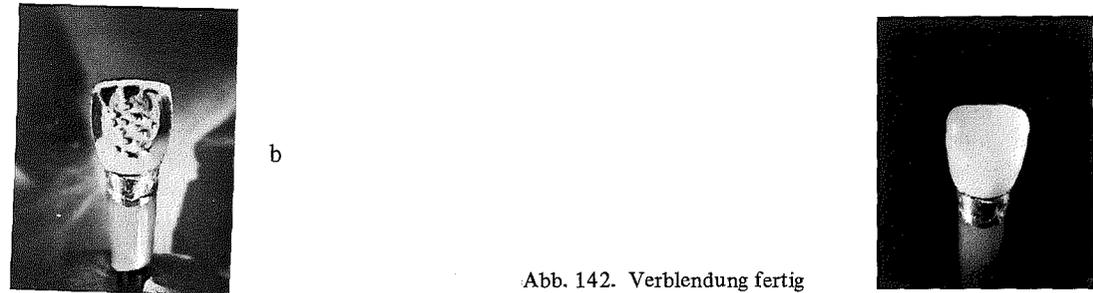


Abb. 142. Verblendung fertig

5.3 Die Kunststoffmantelkrone

Wie der Name sagt, besteht die Krone in ihrer Gesamtheit aus Kunststoff, und zwar in der Farbe der Nachbarzähne. Ihre Indikation ist streng auf Frontzähne beschränkt. Zähne, die solche Kronen aufnehmen sollen, müssen zirkulär mit einer etwa 1 mm breiten Stufe präpariert sein. Von dieser Forderung dürfen keine Abstriche gemacht werden, da wegen der elastischen Verformbarkeit des Kunststoffs ein sattes Aufrufen der Krone auf einer winkligen Stufe unbedingt nötig ist (Abb. 143).

Beim Präparieren werden zunächst die orientierenden Rillen eingeschliffen. Mit zylindrischen Schleifkörpern wird grob die Substanz abgetragen und zervikal eine Stufe angelegt. Diese Stufe wird präzisiert und mit Fissuren- und Versenkbohrern tiefer gelegt.

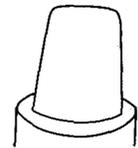


Abb. 143. Präparation für Mantelkrone

Die Krone wird modelliert mit geeignetem Wachs unter Berücksichtigung der Nachbarzähne und der Antagonisten. Folglich sind Gesamtmodelle von beiden Kiefern als Arbeitsunterlage erforderlich. Die Form der Krone sollte insbesondere labial so endgültig wie möglich sein, damit nicht durch stärkeres Beschleifen die Relation der Schichten und somit die Farbe nachträglich geändert wird. Nur

approximal, wo die Farbe von geringerer Bedeutung ist, wird nach dem Abheben der Krone ein geringer Überschuß aufgetragen, damit auch nach dem Ausarbeiten und Polieren ein satter Approximalkontakt vorhanden ist.

Zur Überführung der Wachsform in Kunststoff wird die fertig modellierte Krone in eine kleine, eigens für einzelne Kronen gedachte Küvette eingebettet, und zwar so, daß die Längsachse des Stumpfes zur Horizontalen einen Winkel von etwa 30° bildet. Die schräge Neigung ist notwendig, damit die Oberfläche für das Stopfen gut zugänglich ist. Zervikal und inzisal schließt der Gips mit der Wachsmodellation ab, die Approximalflächen werden so weit wie möglich frei gelassen. Allerdings dürfen dabei keine unterschneidenden Stellen entstehen (Abb. 144).

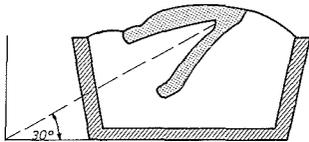


Abb. 144. Mantelkrone eingebettet

Nach Ausbrühen des Wachses und Isolieren (siehe Stopfen der totalen Prothese) der Hohlform wird der Konter in kochendes Wasser gelegt. Zur Erzielung einer natürlichen Zahnfarbe muß der Kunststoff mindestens in drei Schichten gestopft werden (Dentin-, Schneide- und Halsmasse).

Während die Küvette abkühlt, wird die Dentinmasse im Mischtopfchen mit verschraubbarem Deckel angefeuchtet. Zu etwa 15 Tropfen Monomerem wird so lange Pulver zugestreut, bis eine trockene Oberfläche entsteht. Ist dies nicht der Fall, muß noch etwas Monomerem nachgegeben werden. Die Massen werden sofort kurz und kräftig durchgespatelt. Man verwendet dafür Glas- oder Achatspatel, damit nicht durch Metalloxide die Farbe beeinträchtigt wird. Nach dem Durchspateln werden die Gefäße wieder verschlossen. Wenn die Massen nicht mehr am Spatel kleben, werden sie verarbeitet.

Das Stopfen beginnt damit, daß man den Raum hinter dem Stumpf von inzisal her so dicht wie möglich mit Dentin-Masse ausfüllt. Erst dann belegt man die Labialfläche. Zum Pressen nimmt man den Konter aus dem kochenden Wasser und bedeckt ihn mit

Polyäthylenfolie. Während des Abkühlens beläßt man die Küvette unter der Presse. Der heiße Konter bewirkt, daß die Masse schon jetzt anpolymerisiert wird, so daß ein sauberes Schichten möglich wird.

Für die Schmelzmasse im inzisalen Bereich wird dadurch Platz geschaffen, daß man mit der Rasierklinge Dentinmasse abträgt, und zwar zur Schneidekante hin zunehmend und zum Approximalraum auslaufend (Abb. 145). Die Schneidemasse wird nicht vorher angefeuchtet. Das Pulver wird direkt aufgestreut und von der Schneide her mit Monomerem leicht befeuchtet. Vor dem erneuten Pressen wird von der Dentinmasse her durch Monomerzugabe der nötige Flüssigkeitsspiegel erreicht. Der Platz für die Halsmasse wird ebenfalls durch Ausschneiden der primären Dentinmasse geschaffen, und zwar durch schräges Unterschneiden (Abb. 145). Nach dem Einlegen der Halsmasse wird endgültig gepreßt und polymerisiert; die Folie bleibt dabei liegen.

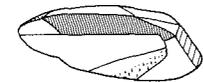


Abb. 145. Mantelkrone gestopft

5.4 Die Stiftkrone (Stiftaufbau)

Die Stiftkrone ist der Kronenersatz für den pulpatoten Zahn. Ein in die Zahnwurzel hineinragender Stift dient der Verankerung der künstlichen Krone. Der Hauptanwendungsbereich für Stiftkronen liegt im Gebiet oberer Frontzähne, deren Wurzeln am ehesten für die Aufnahme einer Stiftverankerung geeignet sind.

Da die Hartschubstanz des pulpatoten Zahnes in verhältnismäßig kurzer Zeit spröde wird und daher zu Frakturen neigt, muß jeder marktote Zahn, der mit einer Krone versehen werden soll, durch einen metallischen Wurzelstift verstärkt werden. Die Einheit zwischen Wurzelstift und Krone, wie sie früher z. B. in der Richmondkrone verwirklicht war, wird vermieden, weil eine gut verankerte Stiftkrone solcher Art nicht oder nur mit großer Mühe und großem Risiko wieder aus der Wurzel zu entfernen ist. Die Notwendigkeit, Stift und Krone zu trennen, ergibt sich aber oft, nämlich dann, wenn die Krone durch den Gebrauch ihre anfänglich gute ästhetische

Wirkung eingebüßt hat oder wenn ein zunächst einzeln versorgter Zahn plötzlich als Brückenpfeiler herangezogen werden muß. Die Trennung ist vor allem auch von Vorteil, wenn ein pulpatoter Zahn in einen Brückenverband miteinbezogen werden soll, weil die Richtung des Wurzelkanals nur selten übereinstimmt mit der der übrigen Pfeilerzähne.

Die Ausführungsart des Stiftaufbaus richtet sich nach der geplanten Kronenart. Ist im Frontzahnbereich eine Jacketkrone vorgesehen, so muß der mit Hilfe eines Stiftaufbaus wiederhergerichtete Zahn die gleiche Form haben wie ein natürlicher Zahn, der zur Aufnahme einer Jacketkrone präpariert wurde. Ebenso ist es bei einer beabsichtigten Verblendkrone; der mit dem Stiftaufbau versorgte Zahn muß die Form haben, die ein natürlicher Zahn hat, wenn er für eine Verblendkrone beschliffen wurde.

5.4.1 Stiftaufbau und Jacketkrone

Präparation: Die Präparation beginnt man mit dem Abtragen der klinischen Krone in Höhe des Gingivalsaumes. Dadurch ergibt sich eine Wurzeloberfläche, die approximal zu den Papillen hin ansteigt. Der nun freiliegende und übersichtlich einsichtige Wurzelkanal wird erweitert und ausgeschachtet. Dabei erkennt man am natürlichen Zahn, daß der Kanal nur in seltenen Fällen tatsächlich rund ist. Im allgemeinen hat er die verkleinerte Form des jeweiligen Wurzelquerschnitts (Abb. 146). Die natürliche Querschnittsform sollte annähernd beibehalten werden. Hantelförmige Lumina müssen auch nach der Aufbereitung hantelförmig sein. Es wäre falsch, im Zentrum einer brillenförmigen Wurzel einen zentral gelegenen runden Kanal anzulegen. Dadurch würde einerseits die Wurzel geschwächt, wobei sogar die Gefahr besteht, die Seitenwand zu perforieren (via falsa), und andererseits würden Teile des infizierten Dentins belassen (Abb. 147). Für das Aufbereiten benutzt man Handinstrumente (Kerr-Feilen) oder maschinell getrie-

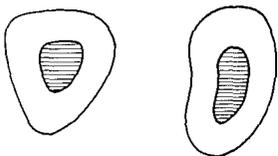


Abb. 146. Querschnitte durch Wurzeln im Bereich des Zahnhalses; links: oberer Schneidezahn, rechts: unterer Eckzahn



Abb. 147. Hantelförmiger Kanal falsch ausgeschachtet

bene Wurzelkanalerweiterer, die ganz locker geführt werden, damit sie sich nicht „festfressen“. Bei der Aufbereitung der Wurzel müssen untersichgehende Stellen unbedingt vermieden werden.

Nach labial schrägt man die Wurzel bis 1 mm unter das Zahnfleisch ab. Auch hierbei berücksichtigt man den bogenförmigen Verlauf des Zahnfleischsaumes.

Bei der beschriebenen Art der Kanalaufbereitung ist wegen der individuellen Form des späteren Stiftaufbaus eine Rotation der Krone gegenüber der Wurzel nicht möglich. Eine zusätzliche Kavität ist daher überflüssig. Bei rundem Kanalquerschnitt ist allerdings eine Kavität zweckmäßig, die sich lingual an den Kanal anschließt.

Je runder der Wurzelkanal, umso mehr wird bei Belastung nur das vor dem Stift gelegene Segment belastet. Dieses ist im normalen Überbiß bei oberen Zähnen labial vom Stift gelegen wegen der Druckrichtung von lingual her (Abb. 148). Bei stark geschwächten Zähnen besteht dann die Gefahr der Längsfraktur der Wurzel. Dies zu vermeiden, erweitert man den Stift um das Teilstück eines Ringes, das lingual die Wurzel umgreift. Der bislang zumeist verwendete Halbring, der approximal ausläuft, ist mit dem Nachteil behaftet, daß es approximal fast immer zu Reizungen der Interdentalspapille kommt und daß die Fehlerquellen vermehrt sind. Es wird daher nur ein Viertelring angelegt, der mesial und distal mit senkrechten Wänden noch im Bereich der Selbstreinigung endet. Präpariert wird wieder mit erkennbarer Grenze. Dieser Viertelring reicht aus, um den Druck bei Belastung auf die gesamte Wurzel zu übertragen (Abb. 149).

Abformung: Bei der Abdrucknahme geht es darum, das Lumen der Wurzel darzustellen, den Querschnitt der Wurzel abzuformen und die Stellung der Wurzel zu den übrigen Zähnen zu ermitteln. Man beginnt mit der Abformung des Kanallumens. Dafür wird ein Metalldraht in der Weise präpariert, daß man ihn an dem einen Ende so zuschleift, daß er mit der Spitze am Ende des Wurzelkanals



Abb. 148. Belastungsverhältnisse bei oberer Stiftkrone

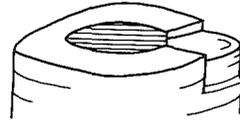


Abb. 149. Präparation für Viertelring

aufstößt, und am anderen Ende so weit kürzt, daß er den Wurzelquerschnitt um nicht mehr als 6 – 8 mm überragt. In der gesamten Länge werden an dem Stift alsdann mit Nylonscheiben oder Karborundsteinchen Kerben angebracht (Abb. 150). Den Wurzelkanal isoliert man dünn mit Silikonöl und füllt ihn mit Wachs. Das Gußwachs von Dentaurum ist dafür besonders geeignet.

Das in der Blechdose über dem Brenner oberflächlich plastisch gemachte Wachs wird mit dem Messer abgeschabt und in der Hand zu einem Stift geformt, der im Querschnitt dünner ist als der Wurzelkanal. Das ist deshalb notwendig, damit man beim Einschieben des Wachsstiftes Luft einschließt vermeiden. Mit dem Spatel stopft man das Wachs nach und entfernt grob die Überschüsse. Möglichst ohne Zeitverzug schiebt man anschließend den über der Flamme leicht erwärmten Stift nach. Wieder werden die überquellenden Überschüsse entfernt. Nach Erkalten des Wachses, das man durch Bespritzen mit kaltem Wasser beschleunigen kann, zieht man den Stift mit der Wachsform vorsichtig aus dem Kanal heraus (Abb. 151). Reißt der Stift aus, so sind Unterschnitte vorhanden, die beseitigt werden müssen. In jedem Fall ist darauf zu achten, daß das Wachs beim Herausziehen nicht gedehnt wird. Das kann nämlich dadurch geschehen, daß sich weiter apikal gelegene Bezirke auf Grund ganz kleiner Unterschnitte oder auf Grund einer verstärkten Haftung an der Wurzelwandung erst bei etwas größerer Zugkraft lösen. In diesem Fall muß man das Wachs wieder stauchen und durch wiederholtes Auf- und Abbewegen die Wachsform gängig machen.

Den fertigen Wurzelabdruck legt man so lange beiseite, bis man den Kupfering für den Wurzelstumpf korrekt zugeschnitten hat.

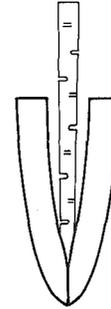


Abb. 150. Stift im Wurzelkanal

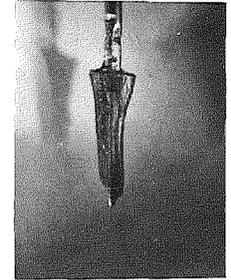


Abb. 151. Wurzelkanal abgeformt

Mit dem Kupfering nimmt man einen Stentsabdruck, während sich der Wachsabdruck in der Wurzel befindet. Die Stentsmasse ist erforderlich, damit der mit Kerben versehene Stift in der starren Masse eindeutig fixiert ist (Abb. 152). Über den Ringabdruck ist weiterhin ein Gesamtabdruck zu nehmen mit einem mittelfließenden Silikon. Schließlich muß auch der Gegenkiefer abgeformt werden.

Bei der Modellherstellung ergeben sich keine Besonderheiten, die nicht schon im Kapitel „Meistermodell“ beschrieben wurden. Auch in diesem Fall wird der Wachs-Stents-Abdruck verkupfert oder versilbert. Sind das Arbeitsmodell und das Modell vom Gegenkiefer in den Artikulator eingepipst, beginnt man mit der Modellation. Hier ergeben sich zwei Möglichkeiten.

Stiftaufbau mit Anguß: Auch im Labor füllt man das Wurzellumen des Stumpfmodells mit Gußwachs und schiebt einen Stift aus einer angußfähigen Legierung nach. An diesen modelliert man auch



Abb. 152. Kupferingabdruck über Wurzelabdruck

den Aufbau und den Viertelring. Der Aufbau muß die Form eines Zahnes haben, wie er für eine Jacketkrone präpariert würde. Insbesondere ist das Augenmerk darauf zu richten, daß zur Erzielung eines mechanisch festen Sitzes der Krone auf dem Aufbau die Approximalfächen so parallel wie möglich verlaufen. Ebenfalls parallelwandig sollte der Aufbau lingual und labial im zervikalen Drittel sein. Von Wichtigkeit ist vor allem auch die Länge des Aufbaus. Der Metallkern sollte die spätere Krone bis ins inzisale Drittel hinein stützen. Erfüllt man diese Forderung, so hat der Aufbau inzisal in sagittaler Richtung wegen des Gegenbisses nur eine geringe Stärke. Daraus ergeben sich aber keine Nachteile; im Gegenteil: man erreicht dadurch, daß die Krone eine gleichmäßige Wandstärke bekommt, wodurch die Bruchgefahr reduziert wird. Der Viertelring bedeckt lingual die präparierte Zone und wird direkt mit dem Aufbau verbunden. Zirkulär sollte eine Stufe von 1,2 mm bestehen, die approximal und labial von der Zahnschubstanz gebildet wird, während man sie lingual in Metall arbeitet.

Aus dem fertig modellierten Aufbau muß der angußfähige Stift inzisal ein Stückchen (1 mm) herausragen. Die Stiftspitze ist nach dem Herausziehen der Modellation aus der Wurzel ebenfalls in einer Länge von 1 mm von Wachs zu säubern, damit der Stift in der Einbettmasse auch nach Ausbrennen des Wachses fixiert bleibt. Den Gußstift setzt man am besten inzisal labial an.

Zum Gießen selbst erübrigen sich an dieser Stelle weitere Ausführungen. Auf eine Besonderheit muß allerdings noch eingegangen werden. Ein Anguß gelingt nur, wenn von der einschließenden Schmelze genügend Hitze auf den Stift übertragen wird, mit anderen Worten, wenn rund um den Stift eine genügend dicke Wachs-schicht vorhanden ist. Der Durchmesser des Stiftes muß daher nach der Weite des Lumens ausgewählt werden. Bei geringem Lumen darf nur ein dünner Stift verwendet werden.

Stiftaufbau in toto aus Gußmetall: Die Schwierigkeiten mit dem Anguß umgeht man, wenn man den Stiftaufbau insgesamt in Metall gießt. Beim Modellieren verwendet man statt eines angußfähigen Stiftes einen Gußstift, der inzisal entsprechend weit über den Aufbau hinausragt. Ist wegen des Gegenbisses das Modellieren mit Gußstift nicht möglich, so bleibt nur übrig, den Stiftaufbau ganz in Wachs zu modellieren und ihn anschließend in der üblichen Weise zu gießen.

Der gegossene Stiftaufbau wird nach dem Ausbetten mit der Bürste unter fließendem Wasser gereinigt und mit der Laubsäge vom Gußstift getrennt. Beim Ausarbeiten achtet man besonders auf die Gegenbezahnung, und zwar in Okklusion und Artikulation. Eine Politur des Aufbaus wäre im Hinblick auf die Haftung der Krone von Nachteil. Wurzelstift und Aufbau werden nach dem Anpassen und Ausarbeiten am besten mit dem feinen Sandstrahlgebläse leicht abgestrahlt.

Vorstehend ist zwar immer vom „Stiftaufbau“ die Rede, und dieser Begriff ist auch so fest in der Nomenklatur verankert, daß nicht der Versuch unternommen werden soll, ihn durch einen anderen zu ersetzen, dennoch soll darauf hingewiesen werden, daß es sich bei dem Teil, der in die Wurzel hineinragt, dem Modus der Ausführung und der Exaktheit nach um ein Inlay, und zwar um ein Wurzelinlay, handelt (Abb. 153).

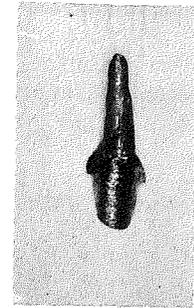


Abb. 153. „Wurzelinlay“

Die auf den Aufbau zu arbeitende Jacketkrone braucht nicht näher beschrieben zu werden, sie wird in genau der gleichen Weise modelliert und in Kunststoff fertiggestellt wie die Jacketkrone für den vitalen Zahn.

Beim Einsetzen sind vor allem Lufteinschlüsse an der Wurzelspitze zu vermeiden. Man bringt sahnig tropfend angerührten Zement mit Hilfe eines Lentulos in kleinen Portionen in das trockene Lumen ein. Dies geschieht in der Weise, daß man das Lentulo durch den Zement zieht und die am Instrument haften gebliebene Menge bei geringen Umdrehungszahlen an einer Seite der Wandung entlang einrotiert. Diese erste kleine Menge reicht natürlich noch nicht

aus, den Kanal ausreichend zu füllen. Entweder wiederholt man nun den Vorgang, oder aber eine Assistenz bringt an das aus der Wurzel herausragende Ende des Lentulos mit der Spatelspitze weiteren Zement heran, der mit dem spiraligen Instrument in den Kanal hineintransportiert wird. Nicht die Menge ist entscheidend, sondern die Benetzung der gesamten Wandung. Bei jedem Herausziehen des Lentulos muß das Instrument rotieren, da man sonst den klebrigen Zement zum Teil wieder mit herauszieht. Der zuvor mit Chloroform abgewaschene und getrocknete Stiftaufbau wird unmittelbar nach Entfernen des Lentulos nachgeschoben, und zwar mit zunehmend starkem manuellen Druck. Das leider häufig geübte Schlagen mit Bleihammer und Galalithstab ist unbedingt zu unterlassen, da es, wenn der Stiftaufbau seine endgültige Position noch nicht eingenommen hat, zur Spaltung der Wurzel führen kann; hat er aber schon seine endgültige Position erreicht, ist es ohnehin überflüssig. Nach Erhärten des Zements entfernt man sorgfältig den Überschuß und setzt in einem zweiten Arbeitsgang die Krone auf (Abb. 154).

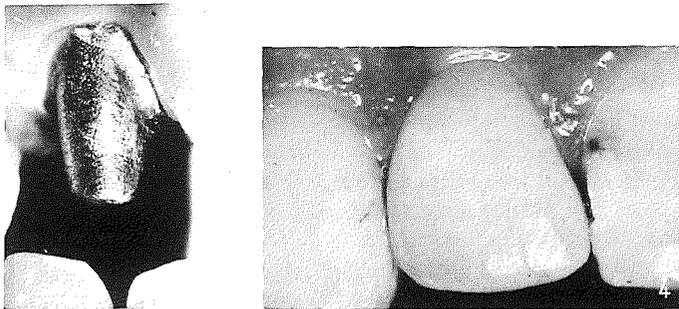


Abb. 154. Jacketkrone über Stiftaufbau

Hat man schon einige Erfahrung und Übung gesammelt, kann man Stiftaufbau und Krone auch in einem Arbeitsgang zementieren.

5.4.2 Stiftaufbau und Verblendkrone

Ist vorgesehen, einen pulpatoten Zahn mit einer Verblendkrone zu versorgen, so trägt man nicht gleich die gesamte klinische Krone

ab. Man behandelt den Zahn vielmehr zunächst wie einen vitalen und präpariert ihn in der herkömmlichen Art wie für eine Verblendkrone. Da keine Gefahr für die Pulpa besteht, kann man für die Verblendung etwas großzügiger Platz schaffen und die erkennbare Präparationsgrenze mit etwas weniger Skrupel anlegen. Sodann entfernt man alle kariösen Defekte ohne Unterschnitte und bereitet den oder die Wurzelkanäle auf. Vom Stiftaufbau oder Stiftnlay wird im koronalen Teil des Zahnes das ersetzt, was an dem Stumpf fehlt (Abb. 155). Im allgemeinen läßt sich also die Modellation im Munde direkt vornehmen. Selbstverständlich kann der Stiftaufbau auch auf indirektem Wege hergestellt werden.

Nach dem Gießen wird der Stiftaufbau fest einzementiert. Ein geringes Nachpräparieren schließt den Vorgang der Aufbauarbeit ab. Der Zahn wird nachfolgend behandelt wie ein vitaler. Er wird mit einer Guß- oder Verblendkrone versehen, die entweder als Einzelkrone oder als Brückenanker dient. Die Vorteile der Trennung von Wurzelstift und Krone seien noch einmal genannt: Eine defekte Krone kann unschwer abgenommen werden, ein Nachpräparieren ist jederzeit möglich, bei Brückenarbeiten entfällt jede Komplikation durch fehlende Übereinstimmung der Einschubrichtungen von Wurzelkanal und anderen Brückenpfeilern.

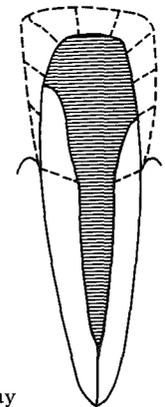


Abb. 155. Verblendkrone über Wurzelinlay

6 BRÜCKENERSATZ

Zahnbegrenzte Lücken kann man in geeigneten Fällen durch Brücken schließen, deren Charakteristikum es ist, daß der Kaudruck nur auf gesunde Parodontien übertragen wird. Die Elemente einer Brücke sind Brückenpfeiler, Brückenanker und Brückenkörper. Als Brückenpfeiler bezeichnet man die Zähne, welche die Brücke tragen. Brückenanker nennt man die Kronen, mit deren Hilfe die Brücke auf den Pfeilern verankert wird; in Frage kommen vorwiegend Gußkronen und Verblendkronen. Der Brückenkörper ist der eigentliche Ersatz, der im Bereich der fehlenden Zähne deren Funktion übernimmt.

Man unterscheidet weiterhin Schwebelücken und Verblendbrücken. Bei Schwebelücken ist der Brückenkörper unterspülbar, er überspannt die Lücke wie eine echte Brücke einen Fluß (Abb. 156). Durch diese Konstruktionsart hat der Brückenersatz seine eigentliche Bezeichnung erhalten. Bei der Verblendbrücke reicht der Brückenkörper bis zum Alveolarfortsatz (Abb. 157).

Als Ausführungsarten sind ferner Endpfeilerbrücken und Freidendbrücken zu unterscheiden. Statisch am günstigsten ist, wie für jedermann unmittelbar einsichtig, die Endpfeilerbrücke, die an beiden Enden jeweils auf einem Pfeiler ruht. Bei Freidendbrücken ist ein Brückenkörper seitlich an mehreren Kronen oder an einer Brücke befestigt und ragt frei in den Raum hinein, ohne daß das Ende von einem Pfeiler unterstützt ist (Abb. 158).

Wird von einer Brücke nur eine Lücke geschlossen, so spricht man, unabhängig von der Zahl der ersetzten Zähne, von einer einspannigen Brücke (Abb. 159). Hat eine Brücke aber mehrere Brückenkörper, werden also durch sie mehrere Lücken geschlossen, so spricht man von einer mehrspannigen Brücke (Abb. 160). Auch hierbei ist jeweils die Zahl der ersetzten Zähne ohne Belang.

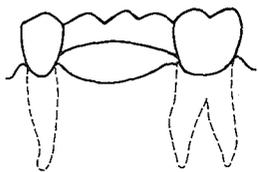


Abb. 156. Schwebelücke

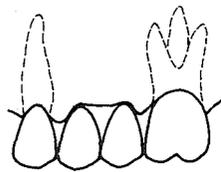


Abb. 157. Verblendbrücke

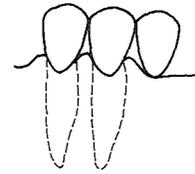


Abb. 158. Freidendbrücke

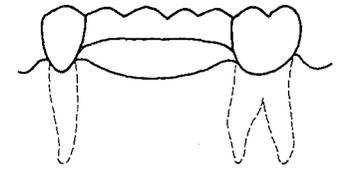


Abb. 159. Einspannige Brücke

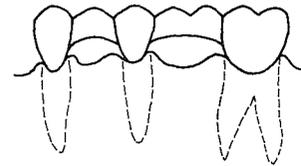


Abb. 160. Mehrspannige Brücke

6.1 Die Schwebelücke

Die Schwebelücke als einfachste Form der Brücke wird ausschließlich im Seitenzahnbereich angewandt, vornehmlich im Unterkiefer. Voraussetzung ist allerdings, daß der unterspülbare Raum zwischen der Unterfläche des Brückenkörpers und dem Alveolarfortsatz ausreichend groß ist. Nach Präparation der Pfeilerzähne, Abformung der Stümpfe und Herstellung des Meistermodells werden zunächst die Brückenanker gefertigt.

Die Modellation des Zwischengliedes beginnt man damit, daß man zwischen die Kronen einen Barren aus Gußwachs bringt, der etwa die Breite natürlicher Zähne hat und bis zu den Antagonisten hochragt. Die Oberfläche reduziert man so weit, bis sie von keinem Höcker der Gegenzähne mehr berührt wird, und glättet sie anschließend (Abb. 161). Es folgt die ungefähre Aufteilung der Strecke entsprechend der Art der fehlenden Zähne. Approximale Einziehungen werden angedeutet. Mit dem Aufsetzen der Kegel beginnt das eigentliche Modellieren der Kaufläche, das in der beschriebenen Weise fortgesetzt wird mit dem Auftragen der transversalen Segmente, der sagittalen Segmente und der approximalen Randwülste. Nach Beendigung der okklusalen Modellation kühlt man den Wachsblock ab und nimmt ihn vorsichtig zwischen den Kronen weg. Unter Schonung der okklusalen Fläche schneidet

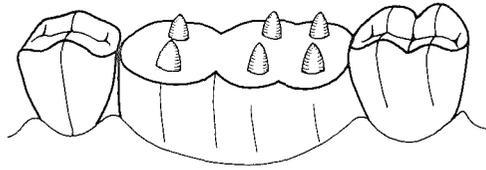


Abb. 161. Modellation Brückenkörper

man den unteren Anteil ab. Nach approximal beläßt man den Brückenkörper etwas dicker als in der Mitte. Die Unterfläche rundet man lingual und bukkal so ab, daß ein etwa herzförmiger Querschnitt entsteht (Abb. 162). Die artikulierende Fläche darf man dabei nicht mehr antasten. Das Gießen erfolgt in der bekannten Weise. Den Gußstift setzt man am besten an der Unterfläche des distalen oder mesialen Endes an.

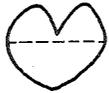


Abb. 162. Querschnitt durch Brückenkörper für Schwebebrücke

6.1.1 Verlöten

Wegen der für das Löten notwendigen hohen Temperaturen kann dieser Arbeitsgang nicht auf dem Modell vorgenommen werden. Die Werkstücke müssen vielmehr, in der richtigen Lage fixiert, in eine eigens für diesen Zweck entwickelte Masse eingebettet werden (Löteinbettmasse). Zuvor aber sind noch einige vorbereitende Maßnahmen durchzuführen. Da absolut saubere oxidfreie Lötflächen Voraussetzung für das Gelingen der Lötung sind, werden die entsprechenden Approximalflächen von Brückenkörper und Kronen leicht abgestrahlt. Die nun metallisch blanken Stellen müssen beim Erhitzen blank bleiben. Die Gefahr der Verunreinigung besteht vor allem bei den unedlen Phantommetallen durch Oxidation. Daher bestreicht man die Lötflächen schon vor dem Zusammenfügen mit einem Lötmittel, das geringe Mengen vorhandener Oxide löst und die Bildung neuer verhindert. Die so vorbereiteten Teile werden auf dem Modell mit Hilfe der Antagonisten in die richtige Po-

sition gebracht und durch Klebwachs an der zunächst zugänglichen bukkalen Seite fixiert.

Nach dem Öffnen des Artikulators erweitert man die Fixation vor allem auf der Okklusalfäche. Nun hebt man die Brücke vorsichtig vom Modell ab. Die noch nicht vom Klebwachs bedeckten Fugen zwischen Brückenkörper und Kronen werden ohne Überschub mit Gußwachs zugeschwenmt, damit nicht die in den Spalt eindringende Einbettmasse die Lötung verhindert. Beim Einbetten füllt man zunächst die Kronen lückenlos aus und setzt die Brücke dann senkrecht so in den Kloß von Einbettmasse ein, daß einerseits Kronen und Brückenglied gefaßt und fixiert sind, daß andererseits aber die Lötfläche von okkusal zugänglich bleibt. Sobald die Einbettmasse abgebunden ist, entfernt man mit dem Messer den Überschub und rundet den Kloß überall gut ab. Zur Lötfläche flacht man den Winkel so weit wie möglich ab (Abb. 163).

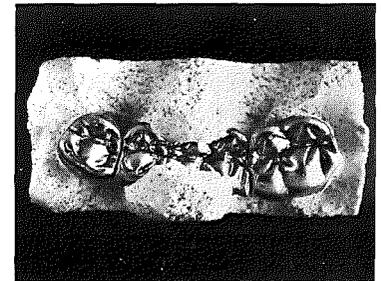


Abb. 163. Brücke zum Löten vorbereitet

Ehe man mit dem Vorwärmen beginnt – zu diesem Zweck wird der Kloß auf eine Asbestplatte oder in einen Löttiegel aus Asbest gelegt –, sprengt man das Klebwachs fort und bestreicht die freiliegende Lötfläche noch einmal mit einem Flußmittel. Die Erhitzung, die man langsam mit der Brauseflamme beginnt, darf anfänglich nicht zu schnell fortschreiten, da sonst die Gefahr besteht, daß durch zu stürmisch austretenden Wasserdampf die Form des Kloßes gesprengt wird. Die direkte Berührung der Lötstelle mit der Flamme sollte man zunächst vermeiden. Allmählich steigert man die Temperatur der Flamme durch vermehrte Sauerstoffzugabe. Sobald der Kloß und entsprechend auch das Modell dunkelrot glüht, fügt man das Lot hinzu, indem man die Flamme für einen

Augenblick wegnimmt und mit dem Lötendraht die Lötfläche betupft. Im Augenblick der Berührung muß das Lot flüssig werden und in den Spalt „schießen“. Da das Lot immer dorthin fließt, wo die Werkstücke am heißesten sind, muß man dafür sorgen, daß der Kloß an der Unterfläche geringfügig heißer wird als an der Oberfläche, mit anderen Worten: man muß den Kloß erhitzen und vermeiden, die Flamme direkt auf das Metall zu richten. Einen Lotüberschuß auf der Okklusalfäche sollte man vermeiden, da sonst die bei der Modellation sorgfältig erarbeitete Okklusion verlorengeht und durch Beschleifen neu erarbeitet werden muß.

6.2 Verblendbrücke

Gegenüber der Schwebelücke treten bei der Verblendbrücke zwei Besonderheiten auf: die Beziehung zur Schleimhaut und die Aussparung für die Verblendung.

Bis vor kurzem wurde die Verblendbrücke auch Basisbrücke genannt. Dieser Begriff verleitet jedoch zu der falschen Ansicht, daß der Brückenkörper breitbasig auf der Schleimhaut aufsitzt. Das Gegenteil wird angestrebt. In tangentialer Richtung darf der Kontakt nur linienförmig sein. In vertikaler Richtung ist einerseits ein Spalt unerwünscht, da die Schleimhaut dann Kontakt sucht und in den Spalt hineinwächst, andererseits darf aber die Schleimhaut nicht verdrängt werden. Es muß sich um eine Art schwebender Berührung handeln. Diese Forderungen wären relativ leicht zu erfüllen, müßte man nicht zusätzlich den Ansprüchen der Ästhetik und der Selbstreinigung genügen. Hinsichtlich der Ästhetik ist zu beachten, daß die Brückenzwischenglieder, von vestibulär betrachtet, etwa die gleiche Länge haben müssen wie die Brückenpfeiler (Abb. 164). Dies zu erreichen, verbindet man die beiden höchsten Stellen der arkadenförmig verlaufenden marginalen Zahnfleischsäume der beiden Zähne, welche die Lücken begrenzen, durch eine Linie und markiert auf dieser die mutmaßliche Begrenzung. Natürlich sind geringe Abweichungen möglich, wenn nicht sogar erwünscht. Die notwendige Orientierung erhält man von der Gegenseite. Besonders zwischen Eckzahn und erstem Prämolaren sind oft Längenunterschiede zu beobachten. Ferner muß bei der Betrachtung von frontal die Neigung der Labialfläche mit der der Brückenpfeiler annähernd übereinstimmen. Im Hinblick auf die Selbstreinigung ist lin-

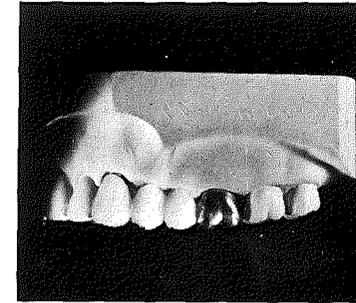


Abb. 164. Verblendbrücke von labial

gual ein möglichst stumpfer Winkel zwischen Brückenglied und Alveolarfortsatz anzustreben (Abb. 165). Bei großem Abstand zwischen Antagonisten und Kieferkamm läßt sich dies leicht erreichen, je geringer aber dieser Abstand und je breiter der Alveolarfortsatz, umso häufiger muß man Kompromisse eingehen (Abb. 165). Durch Verkürzen und Einwinkeln der Vestibulärfläche läßt sich die Kontaktfläche wirksam reduzieren. Kann ein flächiger Kontakt nicht vermieden werden, so sollte einerseits an der betreffenden Stelle die Brückenunterseite konvex gestaltet und andererseits von allen Seiten zugänglich sein, was bedeutet, daß die Interdentalräume auch der Zwischenglieder durchspülbar gestaltet werden.

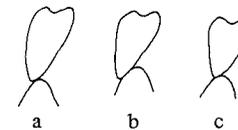


Abb. 165. Beziehung des Brückenkörpers zum Alveolarfortsatz
a) günstig; b) Kompromiß durch breiteren Kontakt;
c) Kompromiß durch Inklination des Halses

Die Modellation beginnt man wieder damit, zwischen die Kronen einen Gußwachsbarren zu bringen und die Kauflächen zu modellieren. Im Anschluß daran wird die Labialfläche voll in Wachs geformt. Es folgt die Ausarbeitung der Rückfläche. Erst jetzt schafft man durch Ausschaben und Auskratzen den Platz für die Verblendung. Dabei ist ein Schneidekantenschutz zu belassen. Dieser muß bei unteren Seitenzähnen, bei denen die bukkalen Höcker

die stark belasteten, tragenden sind, besonders ausgeprägt sein. Die Aussparung für den Kunststoff wird so tief wie möglich gemacht, damit Edelmetall gespart wird und der Kunststoff gut verankert werden kann. Für die Retention werden quer verlaufende Wachsschlaufen angebracht, oder man benutzt senkrecht von unterhalb der Kauflächen bis auf den Boden reichende Kunststofflaschen (Abb. 166). Das Gießen, Löten und Ausarbeiten wird ebenfalls gehandhabt wie bei der Schwebenbrücke. Zum Abschluß bettet man das Metallgerüst ein und verblendet das Zwischenglied.

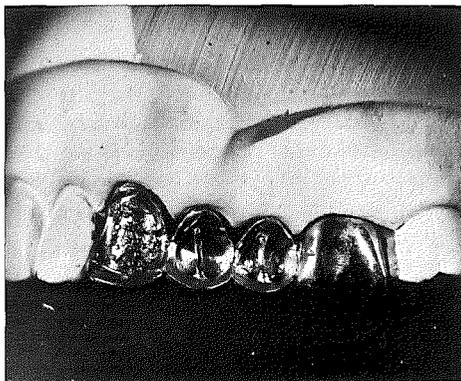


Abb. 166. Verblendbrücke modelliert

7 DIE PARTIELLE PROTHESE

Die Zahnreihe eines menschlichen Kiefers, die im Zustand der Vollständigkeit 16 bzw. 14 Zähne aufweist, durchläuft bis zur totalen Zahnlosigkeit die verschiedensten Reduktionsstufen. Dabei kann eine so außerordentlich große Anzahl unterschiedlicher Konstellationen von jeweils noch vorhandenen Zähnen auftreten, daß eine Unterscheidung auf Grund genereller Merkmale notwendig wird. Angesichts dieser Tatsache sind in der Literatur zahlreiche Vorschläge zur Klassifizierung von Lückengebissen gemacht worden. Nur die wichtigsten, die sich als praktikabel und nützlich erwiesen haben, sollen hier vorgestellt werden.

7.1 Einteilungsschemata der Gebißbefunde

7.1.1 Klassifikation nach Kennedy

KENNEDY klassifiziert das Restgebiß an Hand von Verkürzungen und Unterbrechungen. Er unterscheidet vier Klassen.

Die *Klasse I* ist dadurch charakterisiert, daß die Zahnreihe auf beiden Seiten verkürzt ist. Das Fehlen der dritten Molaren zählt dabei nicht als Verkürzung. Unterabteilungen sind in dem Umfang möglich, wie es zusätzliche zahnbegrenzte Lücken gibt (Abb. 167). Die Anzahl der zusätzlichen Unterbrechungen wird mit arabischen Ziffern als Index angegeben. Die Klasse I_1 bedeutet, daß außer den beidseitigen Verkürzungen eine zahnbegrenzte Lücke vorhanden ist. Maximal sind vier Unterabteilungen möglich.

Die *Klasse II* liegt vor, wenn eine ansonsten komplette Zahnreihe nur auf einer Seite verkürzt ist. Sind außer der einseitigen Verkürzung noch Unterbrechungen vorhanden, so wird deren Zahl angege-

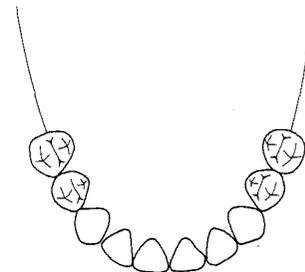


Abb. 167. Kennedy Klasse I

ben, z. B. II_3 (Abb. 168). Theoretisch sind sechs zusätzliche zahnbegrenzte Lücken möglich, in praxi werden aber kaum mehr als vier beobachtet.

Mit Kennedy *Klasse III* wird ein Befund bezeichnet, wenn eine Zahnreihe nur einmal auf einer Seite unterbrochen ist (Abb. 169). Mit jeder weiteren zusätzlichen Unterbrechung entsteht eine Unterabteilung. Liegt eine Lücke mesial vom Restgebiß, die sich auf beide Seiten erstreckt, so handelt es sich um eine Kennedy – *Klasse IV* (Abb. 170).

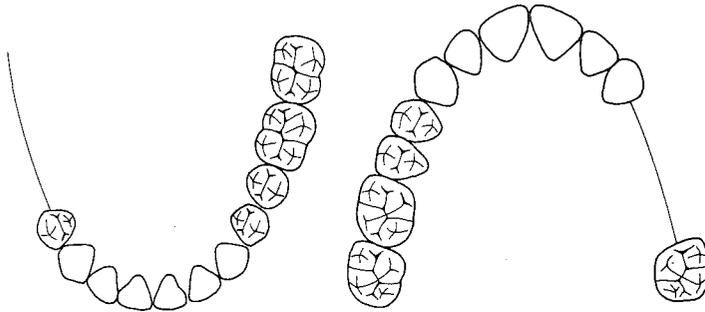


Abb. 168. Kennedy Klasse II

Abb. 169. Kennedy Klasse III

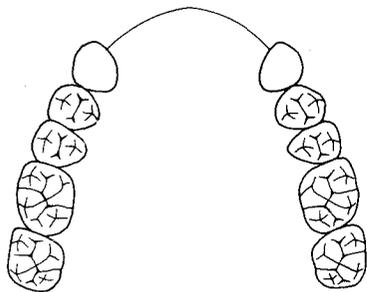


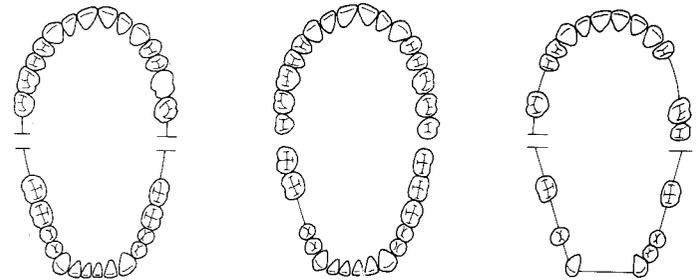
Abb. 170. Kennedy Klasse IV

7.1.2 Klassifikation nach Eichner

Während KENNEDY die Befunde nach Unterbrechungen und Verkürzungen einteilt, hat EICHNER sie an Hand vorhandener oder

fehlender Stützzonen geordnet. Hier geht es um die Schwere des Gebißschadens bezüglich der möglichen Verlagerung des Unterkiefers sowie um die dadurch bedingte Schwierigkeit der Versorgung. Außerdem erfaßt Eichner nicht nur die teilbezahnten Kiefer, sondern alle Befunde vom vollbezahnten bis zum zahnlosen Kiefer.

- A = Antagonistischer Kontakt zwischen unteren und oberen Zähnen in allen vier Stützzonen
- Gruppe A_1 : Beide Kiefer vollbezahnt, einzelne Zähne geschädigt, aber wieder aufbaufähig (Abb. 171a).
 - Gruppe A_2 : Ein Kiefer vollbezahnt, ein Kiefer mit zahnbegrenzten Lücken (Abb. 171b).
 - Gruppe A_3 : Beide Kiefer mit Lücken, jedoch volle Abstützung in den vier Stützzonen (Abb. 171c).

Abb. 171. Eichner Gruppe A a) A_1 ; b) A_2 ; c) A_3

B = Antagonistischer Kontakt nicht in allen vier Stützzonen

- Gruppe B_1 : Antagonistischer Kontakt in drei Stützzonen (Abb. 172a).
- Gruppe B_2 : Antagonistischer Kontakt in zwei Stützzonen (Abb. 172b).
- Gruppe B_3 : Antagonistischer Kontakt in einer Stützzone (Abb. 172c).
- Gruppe B_4 : Antagonistischer Kontakt außerhalb der Stützzonen (Abb. 172d).

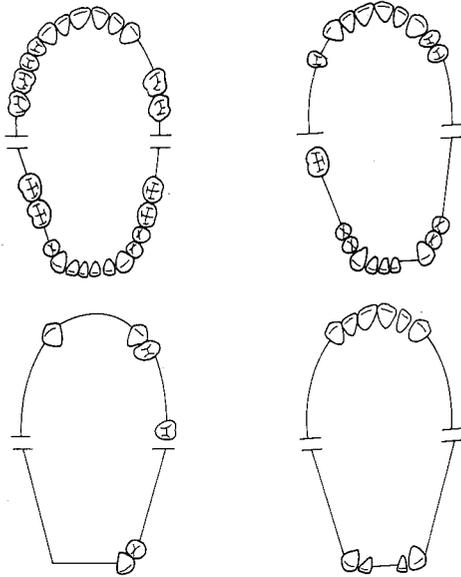


Abb. 172. Eichner Gruppe B a) B1; b) B2; c) B3; d) B4

C = Kein antagonistischer Kontakt zwischen oberen und unteren Zähnen

- Gruppe C₁: Restzähne in beiden Kiefern ohne antagonistischen Kontakt (Abb. 173a).
- Gruppe C₂: Ein Kiefer unbezahlt, Zähne im anderen Kiefer (Abb. 173b).
- Gruppe C₃: Beide Kiefer zahnlos (Abb. 173c).



Abb. 173. Eichner Gruppe C a) C1; b) C2; c) C3

7.1.3 Klassifikation nach Körber

Die KÖRBER – Klassen sind entstanden aus den Ergebnissen von Nachuntersuchungen, bei denen der Erfolg einer Therapie in Abhängigkeit von Befund und therapeutischen Mitteln statistisch erfaßt wurde. Sie enthalten somit eine Aussage über die Erfolgswahrscheinlichkeit einer befundbezogenen Medienanwendung.

Gruppe A: Parodontale Abstützung
Unterbrochene Zahnreihe (Abb. 174)

Gruppe B: Parodontal – gingival
Verkürzte Zahnreihe
Sattelferne starre Lagerung
Gute Stabilisierung der Zähne (Abb. 175)

Gruppe C: Parodontal – gingival
Wenige Zähne
Breite parodontale Auflageachse
Geringe Stabilisierung der Zähne (Abb. 176)

Gruppe D: Parodontal – gingival
Wenige Zähne
Schmale parodontale Auflageachse (Abb. 177)

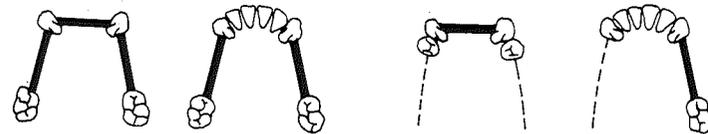


Abb. 174. Körber-Klasse A

Abb. 175. Körber-Klasse B



Abb. 176. Körber-Klasse C

Abb. 177. Körber-Klasse D

Gruppe E: Gingival

Einzeln stehende Zähne
Schleimhautgetragene und federnd abgestützte Prothese
(Abb. 178)

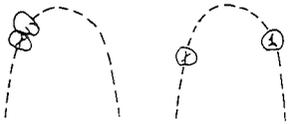


Abb. 178. Körper-Klasse E

7.2 Die Bauelemente

Außer der großen Anzahl möglicher Befunde gibt es auch eine große Fülle therapeutischer Medien, Prinzipien und technischer Hilfsmittel. Die richtige befundbezogene Medienzuordnung ist daher nur mit Hilfe allgemein gültiger Grundsätze möglich. Unter diesem Aspekt empfiehlt es sich auch, die partielle Prothese an Hand ihrer verschiedenen Bauelemente zu analysieren. An Bauelementen unterscheiden wir

Sättel
Verbindung der Sättel
Verankerung

7.2.1 Sattel und Satteldynamik

Der Sattel ist der eigentliche Zahnersatz. Ganz allgemein unterscheidet man Freundsättel, durch welche die verkürzte Zahnreihe ergänzt wird, und Schaltsättel, durch welche die Zähne im Bereich zahnbegrenzter Lücken ersetzt werden. Die Sättel liegen dem zahnlosen Alveolarfortsatz auf. Das Lager, auf dem die Sättel ruhen, besteht also aus Knochen, der mit einer relativ dünnen Schicht Weichgewebe bedeckt ist. Das Schleimhautbindegewebe ist resilient, d. h. es läßt sich komprimieren. Das komprimierte Gewebe stellt sich aber nach Beseitigen des Druckes zurück. Die Resilienz ist bei gleicher Fläche umso größer, je größer die einwirkende Kraft ist; bei gleichem Druck ist sie umso kleiner, je größer die belastete Fläche ist. Da in jedem Fall die Einsinktiefe (Resilienzweg) des Sattels so klein wie möglich zu halten ist, muß der Sattel immer so weit wie möglich ausgedehnt werden.

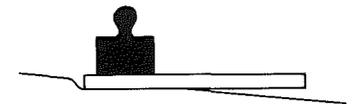
Die auf den Sattel einwirkende Kraft wird natürlich auch auf den Knochen übertragen. Dieser reagiert darauf, wenn der Druck einen gewissen, individuell recht unterschiedlichen Schwellenwert überschreitet, mit Abbau. Die zum Abbau führende Belastung des Knochens muß allerdings näher erläutert werden. Es handelt sich nicht um die Stärke einer akut auftreffenden Kraft (Boxhieb), durch die eine elastische Verformung oder allenfalls ein Bruch hervorgerufen wird, sondern um die Summe der einwirkenden Kräfte innerhalb einer gewissen Zeitspanne (Monat oder Jahr). Naturgemäß folgt der Sattel dem stattgehabten Knochenabbau und lagert sich entsprechend ein (Abb. 179). Es ist also zu unterscheiden zwischen einem momentanen reversiblen Einsinken (Schleimhautresilienz) und einem irreversiblen Einsinken innerhalb größerer Zeiträume (Knochenabbau).

Abb. 179. Knochenabbau durch Überbelastung



Es wurde ausgeführt, daß Ausmaß und Tempo des Knochenabbaus vom lokalen Druck abhängen. Eine gleichmäßige Verteilung der einwirkenden Kraft ist daher von größter Wichtigkeit. Sie wird nur erreicht bei Mittenbelastung des Sattels. Eine Kraft, die bei Mittenbelastung unerschwellig ist, kann, wenn sie am Sattelende einwirkt, dort überschwellig sein und zum Abbau führen. Es entsteht eine Randeinsenkung (Abb. 180). Als Folge davon ist dann auch bei Mittenbelastung die belastete Fläche reduziert. So entsteht durch eine Art Schaukelbewegung ein beschleunigter Abbau. Da man die Mittenbelastung nicht gezielt herbeiführen kann, bleibt zur Vermeidung der Randeinsenkung nur ein Weg: der Sattel muß an den Enden dental abgestützt werden (Abb. 181). Bei zahnbegrenzten Lücken ist dies im allgemeinen unschwer möglich. Ein

Abb. 180. Mesiale Randeinsenkung



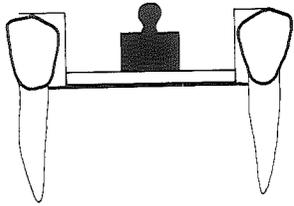


Abb. 181. Abstützung eines Schaltsattels

Freiendsattel aber kann nur mesial abgestützt werden (Abb. 182). Dadurch wird zumindest die mesiale Randeinsenkung vermieden, die distale Randeinsenkung kann man nur verhindern, indem man die Belastung des distalen Sattelendes unmöglich macht. Am einfachsten erreicht man dies dadurch, daß man auf das distale Drittel keine Zähne setzt oder, falls sich dies aus ästhetischen Gründen verbietet, indem man die dort befindlichen Zähne außer Okklusion stellt.

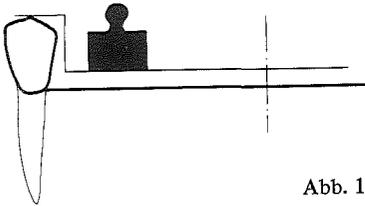


Abb. 182. Abstützung eines Freiendsattels

Somit ergeben sich für die Konstruktion der Sättel bestimmte Leitsätze:

Für Schaltsättel: Sattel an beiden Enden dental abstützen!

- Für Freiendsättel:**
1. Ausdehnen so weit wie möglich!
 2. Mesiale Randeinsenkung vermeiden durch dentale Abstützung!
 3. Distale Randeinsenkung vermeiden durch Nichtbelasten des distalen Drittels!

7.2.2 Verbindung der Sättel

Die Sättel und deren Verbindung untereinander ergeben zusammen die Prothesenbasis, bei deren Konstruktion es vor allem karies-

und parodontalprophylaktische Aspekte zu berücksichtigen gilt. Zwar ist es nicht möglich, durch einfache partielle Prothesen die Prophylaxe im Munde zu verbessern, aber man muß alles tun, daß sie nicht verschlechtert wird. Dieser Forderung wird man am ehesten gerecht, wenn der Kontakt mit Zähnen und Parodontium vermieden wird. Mit Hilfe der modellgegossenen Metallbasis läßt sich dies durch entsprechende Basisgestaltung im Oberkiefer und durch Sublingualbügel im Unterkiefer weitgehend erreichen. Hierin liegt einer der Hauptvorteile der Modellgußtechnik. Mit Kunststoff als Basismaterial läßt sich eine wirksame Prophylaxe nicht betreiben. Die partielle Kunststoffprothese kann somit nur als Provisorium betrachtet werden.

Wie soll die Basis im einzelnen aussehen? Der Abstand vom marginalen Parodontium soll 4 – 5 mm betragen. Im Oberkiefer läßt sich dies unschwer realisieren (Abb. 183). Im Unterkiefer aber stellen sich erhebliche Schwierigkeiten in den Weg, weil der Platzbedarf insgesamt 9 mm beträgt, wenn man davon ausgeht, daß ein hinreichend verwindungsfreier Bügel 4 mm breit ist.

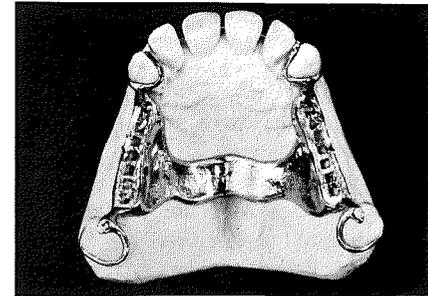


Abb. 183. Parodontalprophylaxe im Oberkiefer

Die mit dem Periost verwachsene Schleimhaut ist im Bereich der Schneidezähne durchschnittlich nur 1 – 2 mm und im Bereich der Eckzähne und Prämolaren nur 3 – 4 mm breit (Abb. 184). Der Bügel muß somit immer in seiner Gesamtheit im Bereich der beweglichen Schleimhaut untergebracht werden. Das bedingt am Patienten eine bestimmte Art der Abdrucknahme, nämlich die myostatische

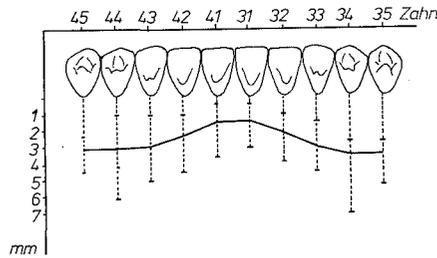


Abb. 184. Ausdehnung der Gingiva propria lingual im Unterkiefer

Abformung, damit überhaupt die linguale Wand des Alveolarfortsatzes in ausreichendem Maße dargestellt wird. Gleichwohl lassen sich selbst dann häufig die benötigten 9 mm Platz nicht darstellen, insbesondere nicht im Bereich des Unterzungenbändchens. Daraus ergeben sich folgende Konsequenzen. Die Unterkante des Bügels muß rund und wulstig sein, da der Mundboden immer wieder mit dem Bügel in Berührung kommt. Dort wo der Platz nicht ausreicht, wird der Bügel so tordiert, daß der Längsdurchmesser nötigenfalls horizontal liegt (Abb. 185). Dieser Vorschlag stammt von HLAVACEK auf Grund entsprechender Versuche am Patienten. Er ging dabei von folgender Überlegung aus. Verdrängt das plastisch weiche Alginate die Schleimhaut, so ist damit zu rechnen, daß auch in der Funktion vom Mundboden nur geringe Kräfte ausgehen. Immer aber beträgt der Abstand von der Oberkante des Bügels bis zum Gingival-saum mindestens 4 mm (Abb. 185).

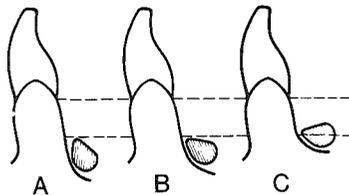


Abb. 185. Lage des Sublingualbügels im Unterkiefer
 a) bei weichem Mundboden
 b) bei mittelhartem Mundboden
 c) bei hartem Mundboden

Auf die beschriebene Art läßt sich Distanz halten zwischen Basis und Zähnen. An den endständigen Zähnen bzw. an den Zähnen, die eine Lücke begrenzen, ist jedoch der Kontakt mit der Prothese unvermeidlich. Für diese Kontaktträume muß die für die Selbstreinigung günstigste Form gewählt werden. Allgemein ist dabei anzustreben, daß der Kontakt des Sattels mit dem endständigen Zahn sich möglichst nicht von einem Kontakt zweier natürlicher Zähne unterscheidet. Beim Entwurf der Konstruktion wird daher zuerst der erste künstliche Zahn in der Projektion gezeichnet. Mesio-lingual oder disto-lingual folgt die Basis in der Draufsicht der Kontur dieses Zahnes bis mindestens zu dessen Mitte. Von dort gewinnt sie in stumpfem Bogen Anschluß an den Bügel, der auch am endständigen Zahn im Abstand von 4 mm vorbeigeführt werden muß (Abb. 186).

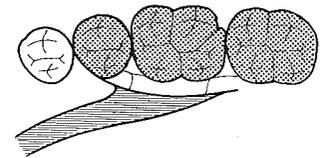


Abb. 186. Basisform im Grenzraum Prothese - Restgebiss

7.2.3 Verankerung

Auf die Prothese im Munde wirken unterschiedlich gerichtete Kräfte ein. Durch den Kaudruck entstehen beim Schließen vertikal auf den Kiefer gerichtete Schübe, durch den Mahlvorgang entstehen horizontale Schübe, beim Kauen (Freiendsattel) und beim Öffnen abziehende Kräfte. Allen diesen Kräften muß die Verankerung entgegenwirken (Abb. 187). Allgemein ist daher eine Verankerung charakterisiert durch drei Bestandteile, durch die

dentale Auflage,
den Schubverteiler und
die Retention. (Abb. 188).

Die dentalen Auflagen haben die Aufgabe, die vertikal auf den Kiefer gerichteten Kräfte auch auf die Parodontien gesunder Zähne zu übertragen und die räumliche Relation zwischen Restgebiss und Prothese unverändert zu halten.

Die Schubverteiler sollen die Prothese gegen horizontal gerichtete Kräfte abblocken.

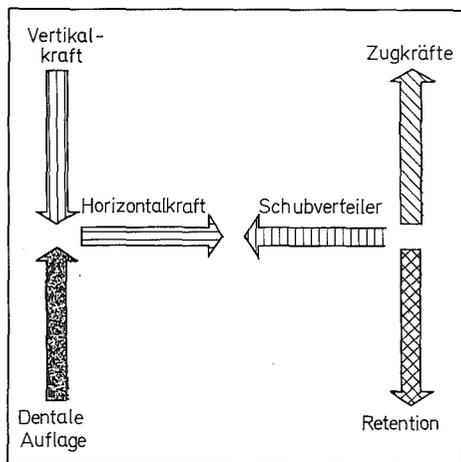


Abb. 187. Schema Verankerung

Die Retention schließlich soll den abziehenden Kräften entgegenwirken und die Prothese am Ort halten.

Die Zahl der in der Literatur angegebenen Verankerungselemente ist außerordentlich groß, so daß wiederum jeweils Verankerungen mit gleichen Merkmalen zu Gruppen zusammengefaßt werden sollen. Danach sind zu unterscheiden:

- Klammern
 - Gußklammern
 - Drahtklammern
- Geschiebe
- Teleskope
- Stege und Schienen
- Knopf- und Zylinderanker

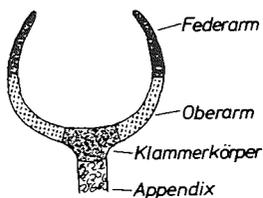


Abb. 188. Klammer schematisch

7.2.3.1 Klammern

Klammern sind dadurch gekennzeichnet, daß sie – im Gegensatz zu allen anderen Verankerungselementen – eine Fixierung der Prothese am natürlichen Zahn ermöglichen. Sie bestehen aus dem Klammerkörper, aus welchem Klammerarme hervorragen. Zumeist geht aus dem Körper auch ein Fortsatz als Auflage hervor. Der körpernahe Teil des Klammerarmes dient der Lagesicherung gegen horizontale Schübe. Die Retention kommt dadurch zustande, daß das Klammerende in Unterschnitte hineingreift (Abb. 189). Unter-

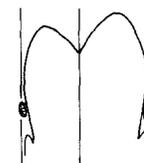


Abb. 189. Klammer mit Einschubrichtung

schnitte oder Unterschnidungen sind abhängig von einer Bezugsachse. Eine solche Bezugsachse stellt z. B. die vertikale Zahnachse dar. Die untersichgehenden Gebiete liegen dann zervikal vom Äquator des Zahnes; gemeint ist der „anatomische Äquator“, den man wie folgt definieren kann: Der anatomische Äquator vereinigt auf sich alle Punkte, die von der vertikalen Achse am weitesten entfernt sind. Die vertikale Zahnachse würde also die Richtung vorschreiben, in der man die Klammer auf den Zahn schieben oder wieder abziehen muß. Eine andere Einschub- oder Abzugsrichtung verbietet sich, wenn man die Klammerarme nicht plastisch verformen will (Abb. 189). Zwei Klammern gleichzeitig lassen sich folglich nur aufschieben, wenn die vertikalen Achsen der beiden Klammerzähne parallel zueinander verlaufen. Im natürlichen Gebiß aber stehen nur im Ausnahmefall mehrere Zähne parallel zueinander. So kommt es, daß der anatomische Äquator für Klammerkonstruktionen keine Bedeutung hat.

Für Guß- wie für Drahtklammern gilt es daher, eine für alle Klammerzähne gemeinsame Einschubrichtung zu ermitteln. Dies geschieht mit Hilfe eines Parallelometers. Man geht dabei so vor, daß man zunächst in der „Nullage“, bei der die Kauebene annähernd parallel zur Tischebene liegt, die zum „Sucher“ als Bezugs-

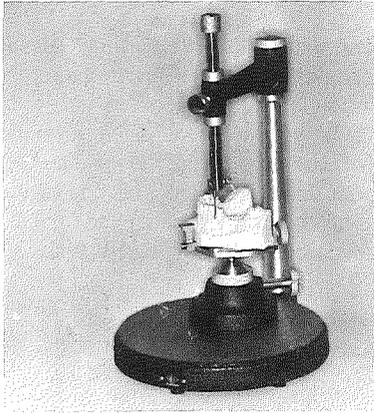


Abb. 190. Ney-Vermessungsgerät

achse vorhandenen untersichgehenden Stellen aufsucht (Abb. 190). Zur Kenntlichmachung dieser Unterschnitte ersetzt man im Vermessungsgerät den Sucher durch eine Bleimine, die durch eine Schiene gegen Bruch geschützt wird. Mit dieser Mine umfährt man die Klammerzähne. Es entsteht die Führungslinie, durch welche am Zahn die untersichgehenden Stellen (Infrawölbungen) von den Suprawölbungen getrennt werden (Abb. 191).

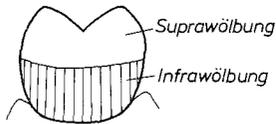


Abb. 191. Infrawölbung/Suprawölbung

Gußklammern: Die Frage, wie die gefundenen Unterschnitte für die Retention ausgenutzt werden, soll zunächst für Gußklammern beantwortet werden, und zwar für die derzeit hierzulande am weitesten verbreiteten Ney-Klammern. Zu diesem Zweck muß der Verlauf der Führungslinien näher betrachtet werden. Zu unterscheiden sind generell vier Verlaufsformen:

1. Die Führungslinie liegt sattelnahe so weit von der Okklusalfäche oder Inzisalkante entfernt, daß darüber noch der Oberarm liegen kann, ohne daß er die Okklusion und Artikulation behindert. Mit sattelnahe wird jene Hälfte des Zahnes bezeichnet, die

zum Sattel hin gelegen ist, während die dem Sattel abgewandte Hälfte sattelfern genannt wird. Sattelfern liegt die Führungslinie so weit vom Gingivalrand entfernt, daß unterhalb von ihm der Retentionsarm gelegen sein kann und dennoch zwischen ihm und der Schleimhaut ein Abstand von etwa 2 mm bleibt (Abb. 192). Unter der Voraussetzung, daß sich auf den beiden für die Klammer relevanten Flächen des Zahnes, also lingual und vestibulär, der beschriebene Verlauf der Führungslinie ergeben hat, resultiert daraus die E-Klammer, auch Klammer Nr. 1 genannt (Abb. 193).

2. Liegt sattelnahe die Führungslinie so weit okklusal, daß man oberhalb von ihr den Oberarm nicht mehr unterbringen kann, sattelfern aber relativ weit von der Okklusalfäche entfernt (Abb. 194), so muß man den Oberarm sattelfern, den Federarm sattelnahe legen. Da die Verbindung des Klammerarmes mit der Basis nur vom Oberarm ausgehen kann, muß ein Stiel von dort zum Sattel geführt werden. Verläuft die Führungslinie lingual und vestibulär gleich oder ähnlich, so ergibt sich die Klammer Nr. 2 (Abb. 195).

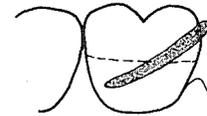


Abb. 192. Führungslinie für Ney-Klammer Nr. 1

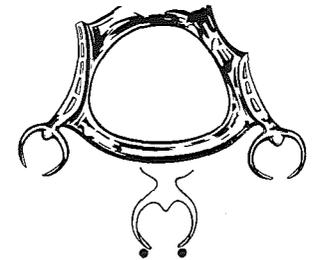


Abb. 193. E-Klammer

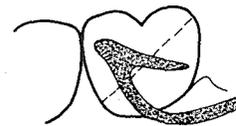


Abb. 194. Führungslinie für Ney-Klammer Nr. 2

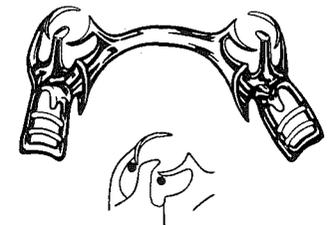


Abb. 195. Klammer Nr. 2

3. Denkbar ist auch eine Führungslinie, die auf der einen Seite verläuft, wie unter 1) beschrieben, auf der anderen, wie unter 2) beschrieben. Daraus ergibt sich eine Kombinationsklammer aus Nr. 1 und 2 (Abb. 196).
4. Die Führungslinie verläuft auf der gesamten Seite eines Zahnes so weit zervikal, daß man darunter keinen Federarm mehr anbringen kann, auf der anderen Seite insgesamt so weit okklusal, daß oberhalb von ihr der Oberarm keinen Platz mehr findet. Folglich muß der Klammerarm einer Seite in seiner Gesamtheit federn, während er auf der anderen Seite in seiner Gesamtheit über dem Äquator liegt (Abb. 197). Da Feder- und Oberarm approximal ineinander übergehen, ergibt sich nur ein Arm, der den Zahn umfaßt: man nennt daher diese Klammer Einarmklammer bei einwurzligen Zähnen und Ringklammer bei mehrwurzligen Zähnen.

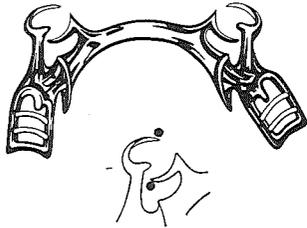


Abb. 196. Kombinationsklammer

Bei den Einarmklammern gibt es unterschiedliche Typen. Da die oberen Seitenzähne im allgemeinen nach bukkal geneigt sind, befinden sich hier die unterschgehenden Stellen bukkal, während palatinal die Oberarme anzulegen sind. Die auf diese Art entstehenden Klammern für Prämolaren sind *normale* Einarmklammern (Abb. 198). Sie sind ästhetisch am wenigsten störend, da die Federarme von distal nach mesial verlaufen und hier mit dem dünnsten Teil in der Nähe des Zahnfleischsaumes liegen. Für die nach bukkal geneigten oberen Molaren ergeben sich sogenannte Ringklammern, die auch Einarmklammern sind, die aber wegen ihrer größeren Länge einen verstärkten Oberarm aufweisen müssen oder aber, wie im Original, einen zusätzlichen Verstärkungsarm (Abb. 199).

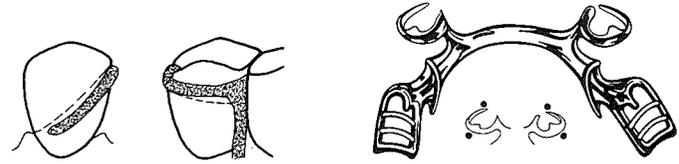
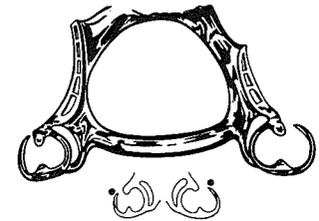
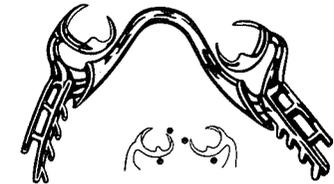


Abb. 197. Führungslinie für Einarmklammer

Abb. 198. normale Einarmklammer

Abb. 199.
Ringklammer für obere Molaren

Die unteren Seitenzähne sind in der Regel nach lingual gekippt, so daß die unterschgehenden Bereiche lingual liegen, während bukkal die Führungslinie in der Nähe des Zahnhalses verläuft. Die Folge sind *umgekehrte* Einarmklammern an Prämolaren, die hier ästhetisch durchaus stören, da ein relativ stark dimensionierter Stiel vom bukkal gelegenen massiven Oberarm die Klammer mit der Basis verbindet (Abb. 200). Die umgekehrten Ringklammern

Abb. 200.
umgekehrte Einarmklammern

für untere Molaren liegen nicht mehr im sichtbaren Bereich (Abb. 201).

Federarm: Es wurde gezeigt, daß sich aus der Lage der unterschgehenden Stellen zwangsläufig ganz bestimmte Klammerformen ergeben. Dabei wurde zunächst das Maß der Unterschneidung nicht näher berücksichtigt, sondern stillschweigend vorausgesetzt,

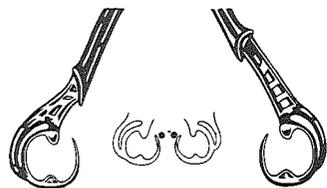


Abb. 201. Ringklammer für untere Molaren

daß es für die Retention ausreichte. Die Zusammenhänge zwischen Federarm und Infrawölbung sind aber von besonderer Wichtigkeit und müssen daher näher betrachtet werden. Der Klammerarm muß sich beim Übergleiten über die Führungslinie aufbiegen und dann wieder in seine ursprüngliche Lage zurückfedern (Abb. 202). Beim

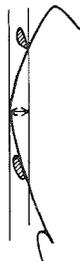


Abb. 202. Lage des Federarms vor und nach dem Einsetzen

Aufbiegen darf es sich also nur um eine elastische Verformung handeln. Das Ausmaß der elastischen Verformung des Federarmes hängt ab von der Länge des gesamten Klammerarmes, von dessen Querschnitt, von der Form des Querschnitts und vom E-Modul der verwendeten Legierung. Da der E-Modul der Legierungen konstant ist und die Klammerform als Wachsschablone genormt vorgefertigt ist, gibt es für die einzelnen Klammertypen Richtwerte, die angeben, wie weit jeweils der Federarm in den Unterschnitt hineinragen darf. Diese Richtwerte sind manifest geworden in den drei Meßtellern 010 (0,25 mm), 020 (0,5 mm) und 030 (0,75 mm). Die Enden der E-Klammern für Prämolaren werden um den Betrag 010 unter die Führungslinie gelegt. E-Klammern für Molaren vermißt man mit dem Teller 020. Bei den Klammern Nr. 2 verhält es sich ähnlich: bei Prämolaren ist der Teller 010, bei Molaren der Teller 020 anzuwenden. Alle Werte beziehen sich jeweils auf die Spitze des Feder-

arms. Bei den Einarmklammern richtet sich die Wahl des Meßtellers wiederum nach der Länge des Klammerarmes, mit anderen Worten: nach der Größe des Zahnes. Für Prämolaren kommen die Größen 010 und 020 in Frage, für Molaren die Größen 020 und 030.

Federarme können also nicht beliebig tief unter die Führungslinie gelegt werden. Einerseits benötigt man zwar ein ausreichend stark unterschichtiges Gebiet, um die gewünschte Retentionskraft zu erzielen, andererseits kann man jedoch eine übermäßige Infrawölbung nur eben zum Teil ausnutzen (Abb. 203). Daher ist die Wahl der richtigen Einschubrichtung von großer Wichtigkeit.

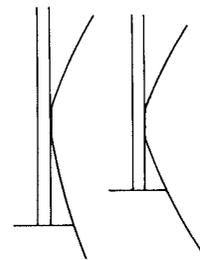


Abb. 203. Unterschiedliche Infrawölbung

In den meisten Fällen läßt sich die Einschubrichtung nicht direkt auf die Nullage beziehen, weil in dieser das Maß der Unterschneidung an den verschiedenen Zähnen zu ungleich ist. Während auf der einen Seite die Infrawölbung zu klein ist, kann sie auf der anderen zu groß sein. Eine zu starke Infrawölbung wirkt sich besonders an Frontzähnen ästhetisch ungünstig aus, weil dadurch der Retentionsarm zu sehr auf der Mitte der Labialfläche liegt. Es gilt daher, die Unterschneidungen auszugleichen, indem man das Modell zur Seite der geringeren Infrawölbung kippt (Abb. 204). Dabei muß man sich allerdings darüber im klaren sein, daß dadurch die Einschubrichtung für alle Zähne geändert wird. Zeichnet man in der neuen Lage die Führungslinien an, so sind diese von den ersteren verschieden. Man erkennt, daß die Führungslinie von der Einschubrichtung abhängig ist. In Analogie zum „anatomischen Äquator“ wird die Führungslinie oft auch als „prothetischer Äquator“ bezeichnet. In diesem Zusammenhang ist festzuhalten, daß es für jeden Zahn nur einen anatomischen Äquator gibt, aber viele

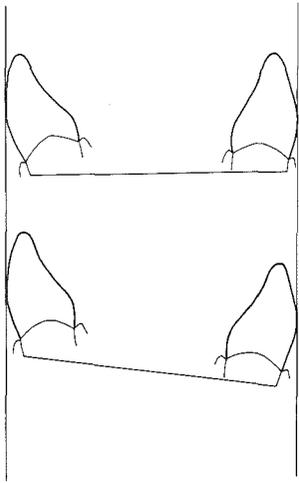


Abb. 204. Ausgleich unterschiedlicher Infrawölbung durch Kippung

prothetische Äquatoren, nämlich so viele, wie unterschiedliche Einschubrichtungen denkbar sind.

Oberarm: Als Oberarm bezeichnet man den Teil des Klammerarms, der über oder am Äquator liegt. Man spricht zwar oft vom starren Oberarm, in Wirklichkeit ist er aber nicht absolut starr, denn beim Aufbiegen der Klammer wird er ebenfalls elastisch verformt, allerdings in einem geringeren Ausmaß.

Alle Klammern sollten, bezogen auf die Seiten rechts und links oder bezogen auf den posterioren und anterioren Bereich, jeweils korrespondierend liegen, d. h. Oberarme bzw. Federarme müssen jeweils vestibulär oder lingual bzw. mesial und distal liegen (Abb. 205). Beachtet man diese Regel nicht, so entstehen daraus schwere Nachteile für den Halt der Prothesen. Liegt nämlich z. B. der Oberarm auf der rechten Seite bukkal, auf der linken Seite aber lingual, so ist die Prothese zwar überreichlich gegen Horizontalschübe von rechts gesichert, nicht aber gegen Horizontalschübe von links.

Liegt der Federarm auf der einen Seite bukkal, auf der anderen lingual, so kann dadurch die gesamte Retention in Frage gestellt sein, weil sich mit dem Abziehen die Einschubrichtung ändert. Die Zusammenhänge sind in der Abbildung 206 verdeutlicht. Auf Grund der primären Einschubrichtung liegen die Oberarme am oder über

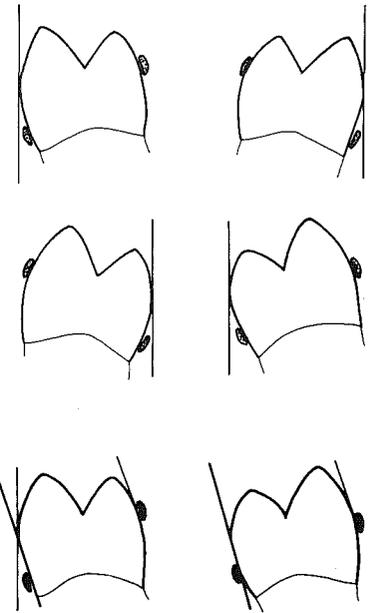


Abb. 205. Korrespondierende Klammern

Abb. 206. nicht korrespondierende Klammern

dem Äquator, die Federarme in der vermessenen Art unter dem Äquator. Beim Abziehen in Richtung der primären Einschubrichtung verlieren die Oberarme sofort den Kontakt mit dem Zahn. Dadurch stellen sie auch kein Widerlager mehr dar für den Federarm. Durch die Kraft, mit der sonst der Federarm aufgebogen wird, kommt nun keine Retention zustande, vielmehr wird die Prothese durch sie zur Seite des Federarmes gezogen. Sofern die Suprawölbungen für die Oberarme und die Infrawölbungen für die Federarme die gleiche Neigung haben, entsteht eine Abzugsrichtung, zu welcher auf der Seite der Federarme keine Unterschnitte mehr vorhanden sind. Die Prothese kann entfernt werden, ohne daß auch nur die geringste Retention zustande kommt.

Auflage: Daß durch die Auflage der Klammer die Kaukräfte auch auf gesunde Parodontien übertragen werden sollen, wurde schon erwähnt und begründet. Die zweite Aufgabe der dentalen Auflage, nämlich die Lage der Klammer am Zahn konstant zu hal-

ten, muß noch näher erläutert werden. Fehlt die Auflage, so wird durch die Kaukräfte der Oberarm zum Äquator hin bewegt. Bei Einarm- bzw. Ringklammern wird dadurch der Zahn horizontal in seiner Alveole verschoben. Durch diese Stellungsänderung verändert die Okklusalfäche ihre Position zum Antagonisten, es entstehen vorzeitige Kontakte, die zum Bruxismus Anlaß geben können (Abb. 207). Bewußt oder unbewußt versucht der Patient, das okklu-

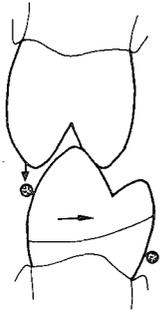


Abb. 207. Wirkungen von Klammern ohne Auflage

sale Hindernis durch vermehrte Muskelaktivität aus dem Weg zu räumen und den Zahn in seine ursprüngliche Position zurückzubewegen. Durch das ständige Wechselspiel der Kräfte, die von okklusal und horizontal auf ihn einwirken, wird der Zahn schließlich gelockert und geht verloren. Die Auflage ist also ein essentieller Bestandteil der Klammer. Es gibt allerdings Befunde, bei denen keine Indikation für eine dental abgestützte Lagerung der Teilprothese gegeben ist. In solchen Fällen werden Klammern ohne Auflage verwendet, bei denen allerdings keine Teile über dem Äquator liegen dürfen, die also keine Oberarme besitzen dürfen.

Die relevanten Größen der Gußklammern sind:

- die Klammerlänge l
- die Retentionskraft K
- der Querschnitt des Klammerarmes q
- der E-Modul der verwendeten Legierung E
- das Maß der Auslenkung der Klammerspitze Δl

Die gegenseitigen Abhängigkeiten sind annähernd gekennzeichnet durch die Formel:

$$\Delta l = \frac{l \cdot K}{q \cdot E}$$

Im Ney-System sind zwar die grundsätzlichen Zusammenhänge berücksichtigt, eine verfeinerte, individuelle Ausschöpfung der Formel erfolgt jedoch nicht. Im einzelnen sind folgende Nachteile zu registrieren:

- Δl ist nur stufenweise (0,25 mm; 0,5 mm; 0,75 mm), nicht gleitend zu variieren.
- l als individuelle Größe wird nicht berücksichtigt.
- K als Retentionskraft ist ebenfalls unbekannt.
- q ist nicht variierbar.

Überhaupt hat man den Eindruck, als wäre das Vermessen der Klammern eine vom Entwurf der Gesamtkonstruktion unabhängige Aufgabe oder aber als hätte das Klammersystem Vorrang vor den Forderungen der Prophylaxe bei der Planung der Basis. Nur so sind die Stiele bei den Einarmklammern, die umgekehrten Einarmklammern und die Klammer Nr. 2 in ihrer gesamten Form und die Verstärkungsbügel bei den Ringklammern für Molaren zu verstehen, die der Karies- und Parodontalprophylaxe in starkem Maße zuwiderlaufen (Abb. 208).



Abb. 208. Die 5 verschiedenen Ney-Klammern

Bei konstantem Klammerquerschnitt q und konstantem Elastizitätsmodul E kann Δl exakt nur dann ermittelt werden, wenn l für den Einzelfall individuell gemessen wird. Die Angabe im Ney-System, bei Einarmklammern für Prämolaren die Teller 010 und 020 zu verwenden, ist unzureichend und macht deutlich, mit welchem großem Spielraum gearbeitet wird. Vor allem bleibt unbekannt, auf welcher Stelle auf der Hooke'schen Geraden Δl liegt, ob es sich schon in der Nähe der Elastizitätsgrenze befindet und somit kein genügender Sicherheitsabstand mehr gegeben ist oder ob man einen Teil möglicher Retentionskraft verschenkt.

Vor allem aber wird vorausgesetzt, daß man immer annähernd den vollen Umfang eines Zahnes als Klammerlänge zugrunde legt. Das hat zur Folge, daß bei endständigen Zähnen jeweils ein Stiel aus der Basis oder aus dem Sublingualbügel herausgeführt werden muß, auch wenn man dies aus Gründen der Prophylaxe vermeiden möchte. Weiterhin bleibt unberücksichtigt, ob eine Klammer in annähernd gleicher Höhe um den Zahn geführt werden kann oder ob starke vertikale Abweichungen gemacht werden müssen. Die Länge des Klammerarmes kann sich dadurch am gleichen Zahn bis zu mehreren Millimetern ändern.

Aus all diesen Überlegungen wird die Notwendigkeit deutlich, l individuell zu messen und Δl gleitend zu variieren. Im Bios-System sind diese Forderungen realisiert. Der Verlauf des Klammerarmes wird mit einem Rädchen nachgefahren (Abb. 209), der zurückgelegte Weg kann auf 1/10 mm genau abgelesen werden. Ist l bekannt, läßt sich in einer Tabelle ablesen, welchen Wert man für Δl wählen kann und welche Retentionskraft dabei entsteht.

Als weiteres Positivum des Bios-Systems muß die Möglichkeit gewertet werden, daß auch q im Sinne einer Vergrößerung veränderbar ist. Aus der Formel

$$K = \frac{\Delta l \cdot q \cdot E}{l}$$

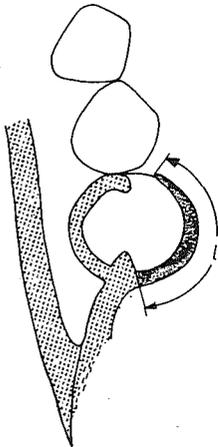
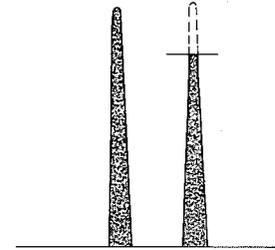


Abb. 209. 1 individuell

erkennt man, daß die Retentionskraft K bei vorgegebener Länge l nur durch Δl und q beeinflusst werden kann. Ist Δl auf Grund einer bestimmten Einschubrichtung klein, weil am Zahn nur eine geringe Infrawölbung vorhanden ist, so würde zwangsläufig auch die Retentionskraft K gering sein, sofern nicht q vergrößert wird. Diese Vergrößerung wird im Bios-System dadurch erreicht, daß man die genormte Wachsschablone von der Spitze her um einen bestimmten Betrag kürzt. (Abb. 210).

Abb. 210. Vergrößerung von K durch Kürzung der Klammerarmen

Gebogene Drahtklammern: Auch wenn die Prothese mittels gebogener Klammern verankert werden soll, muß das Modell unter dem Parallelometer vermessen werden, damit die Infra- und Suprawölbungen dargestellt werden und eine sinnvolle Einschubrichtung ermittelt werden kann. Eine Festlegung, wie weit der Federarm in das untersichgehende Gebiet hineingreifen darf, ist nur beschränkt möglich. Bei den gebogenen Klammern sind zwei Gruppen zu unterscheiden, nämlich solche, die eine dentale Abstützung aufweisen, und solche, die nicht dental abgestützt sind. Bei der letzteren Gruppe dürfen keine Anteile oberhalb des Äquators liegen. Wegen der fehlenden Aufruhe lagert sich nämlich die Prothese ein mit den gleichen nachteiligen Folgen, wie sie bei den Gußklammern ohne Auflage beschrieben wurden.

Als gebogene Klammern ohne dentale Auflage werden vorwiegend die C-Klammer, die I-Klammer und die L-Klammer verwendet.

Bei der C-Klammer handelt es sich um eine Doppelarmklammer, deren starre Anteile *am*, aber nicht *über* dem Äquator liegen und deren Federarme in die Infrawölbung reichen (Abb. 211).

Bei der I-Klammer wird der Retentionsarm gestielt in den Querschnitt geführt. Durch die Länge des Stieles wird die Retentions-

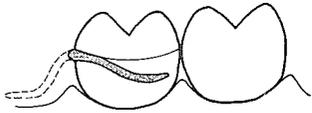


Abb. 211. Gebogene C-Klammer

kraft variiert. Als Widerlager dient ein relativ starrer Arm am Äquator oder die Prothesenbasis (Abb. 212).

Die L-Klammer besteht nur aus einem Arm, der in seiner Gesamtheit unter den Äquator reicht (Abb. 213). Als Widerlager wird im allgemeinen wieder die Prothesenbasis genommen.

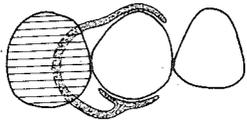


Abb. 212. Gebogene I-Klammer

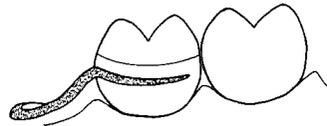


Abb. 213. Gebogene L-Klammer

Von der Gruppe der gebogenen Klammern mit dentaler Auflage seien die E-Klammer, die G-Klammer, die Jackson-Klammer und der Kugel-Knopf-Anker genannt. Da bei diesen Klammern infolge der Auflage ein Vorbeigleiten der Klammer am Zahn nicht möglich ist, dürfen starre Teile auch über dem Äquator liegen.

Die E-Klammer ist der C-Klammer sehr ähnlich. Die Auflage liegt immer sattelnahe und ist daher kaum deformierbar (Abb. 214). Auch die G-Klammer leitet sich von der C-Klammer ab, die Auflage liegt jedoch sattelförmig am Ende des lingualen Klammerarmes, der am Äquator verläuft. Da die Auflage umso weniger stabil ist, je länger der Klammerarm ist, sind G-Klammern allenfalls für Prämolaren geeignet (Abb. 215).

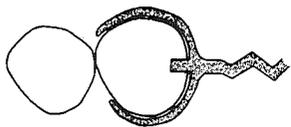


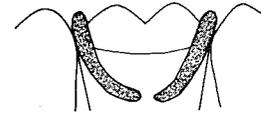
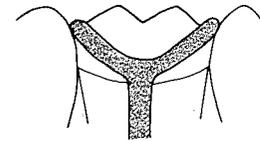
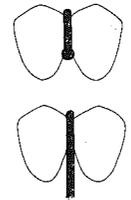
Abb. 214. Gebogene E-Klammer



Abb. 215. G-Klammer

Die Jackson-Klammer wurde entwickelt zur Verankerung von Prothesen in einer geschlossenen Zahnreihe. Der Klammerkörper liegt lingual, die Klammerarme verlaufen interdental über die Kaufläche und reichen vestibulär in die Infrawölbung. Sie kann also nur bei Zähnen verwendet werden, bei denen vestibulär auch tatsächlich ein untersichgehendes Gebiet vorhanden ist und bei denen lingual so viel Suprawölbung vorhanden ist, daß der Klammerkörper untergebracht werden kann. Diese Voraussetzungen sind im allgemeinen nur bei oberen Seitenzähnen gegeben (Abb. 216).

Der Kugel-Knopf-Anker findet wie die Jackson-Klammer in der geschlossenen Zahnreihe Anwendung. Das kugelförmige Ende des Halbfabrikates greift vestibulär in die Suprawölbung, die interdental durch die Verjüngung zweier Zähne entsteht. Der Stiel der Klammer wird interdental über die Kaufläche geführt und lingual im Kunststoff der Basis verankert (Abb. 217).

Abb. 216. Jackson-Klammer
oben: von vestibulär
unten: von palatinalAbb. 217. Kugelknopf-Anker
oben: von vestibulär
unten: von palatinal

7.2.3.2 Stege

Unter Stegen versteht man schienenartige metallische Verbindungen zwischen zwei Kronen oder Wurzelkappen. Die feste Verbindung entsteht durch Verlöten, sie kann aber auch durch Gießen in toto erreicht werden.

Man unterscheidet vorgefertigte *genormte* und *individuelle* Stege. Die genormten Stege unterteilen sich wiederum in *Steggelecke* und *Steggeschiebe*.

Beim Steggelenk hat der Steg einen eiförmigen Querschnitt. Über diesen Steg wird eine dazu passende Schiene geschoben, die in der Prothesenbasis befestigt ist und mit ihren Seitenwangen in die Infravölbungen hineingreift (Abb. 218). Der Steg erfüllt also alle

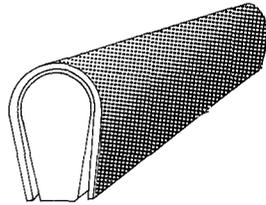


Abb. 218. Steg-Gelenk

Forderungen, die man an eine gute Verankerung stellen muß. Der Steg selbst stellt eine ausgezeichnete Aufruhe und horizontale Abblockung dar, die Schiene bewirkt die notwendige Retention. Um den Steg als Achse ist eine geringe Rotation möglich. Trennt man die Schiene bei der Anfertigung um 1/2 oder 1 mm durch Platzhalter, so hat man einen gewissen Resilienzspielraum geschaffen der bei Belastung überwunden wird, so daß der Steg in der Endphase des Kaudrucks noch Kräfte aufnimmt. Steggelenke werden verwendet, wenn man die Restzähne entlasten will.

Beim Steggeschiebe hat der Steg parallele Wände, so daß die Retention mittels der dazugehörigen Schiene durch Friktion zustande kommt. Dadurch entsteht eine starre Verbindung zwischen Prothese und Restgebiß (Abb. 219).

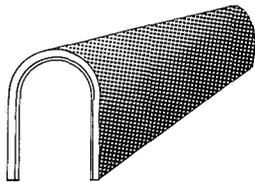


Abb. 219. Steg-Geschiebe

Als Nachteil der genormten Stege muß erwähnt werden, daß sie häufig dem Alveolarfortsatz nicht in der notwendigen Weise ange-

paßt werden können, wenn dieser einen im Niveau wesentlich unterschiedlichen Verlauf hat. Aus diesem Grund sind individuell gefräste Stege von Vorteil, unter anderem auch deshalb, weil man sie in der Höhe und Breite variieren kann. Die Schiene wird dann als Modellgußbasis mitgegossen. Die dabei entstehende Friktion reicht im allgemeinen allerdings nicht aus, so daß für die Retention auf andere Weise gesorgt werden muß, z. B. durch Klammern (Abb. 220).

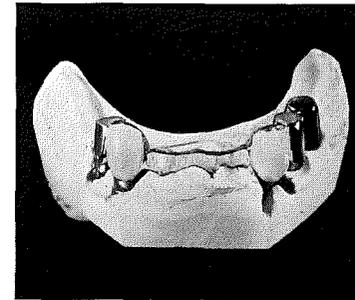


Abb. 220. Individueller Steg

7.2.3.3 Geschiebe

Geschiebe sind in jedem Fall als Fertigfabrikate zu verarbeiten. Sie bestehen aus Matrize und Patrize. Eines der beiden Teile wird jeweils in oder an eine Krone gearbeitet, während das andere sich an dem abnehmbaren Prothesenteil befindet. Durch Ineinanderschieben der beiden absolut formschlüssigen Teile entsteht die Haftung wiederum durch Reibung. Diese ist umso größer, je größer die kongruenten Flächen sind (Abb. 221). Geschiebe bewäh-

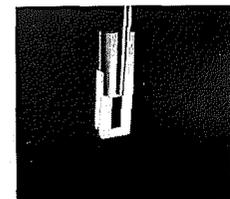


Abb. 221. Geschiebe

ren sich daher umso besser, je länger sie sind. Da auf die Dauer durch Materialverschleiß die Retention nachläßt, wird bei vielen Fabrikaten die Patrize geschlitzt, damit sie aktiviert werden kann.

7.2.3.4 Teleskope

Die Teleskope gehören im Grunde zu den Geschieben, denn ihre Verankerungshaftung kommt wiederum durch Reibung zustande. Allerdings sind es individuell hergestellte Geschiebe in Form von Doppelkronen, die individuell ineinander geschoben werden können. Die Primärkrone mit parallelen Wänden wird auf einen natürlichen Zahn aufzementiert, die Sekundärkrone, am herausnehmbaren Ersatz befindlich, wird über die Primärkrone geschoben (Abb. 222). Je nach der Situation im Munde gibt es eine Reihe von Modifikationen: offene Teleskope, verblendete Teleskope, Teiltelerskope und Stufenteleskope.

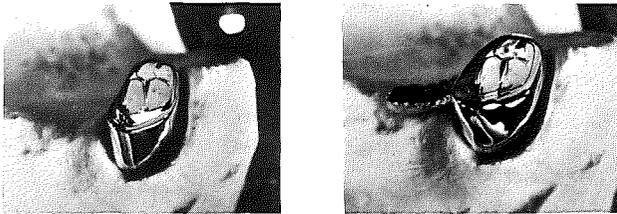


Abb. 222. Offenes Teleskop

7.2.3.5 Druckknopfanker

Der Retentionsmechanismus dieser in zahlreichen Fabrikaten angebotenen Verankerungselemente besteht in einem relativ einfachen Prinzip: Wiederum greifen Patrize und Matrize ineinander; entweder greift ein geschlitzter und somit federnder Kopf in eine starre Hülse oder es greift eine geschlitzte Hülse über einen kompakten, meist kufelförmigen Kopf. Kugelanker können vorteilhaft bei pulpatoten Zähnen angewendet werden (Abb. 223). Die Patrize wird fest auf die Wurzelkappe aufgelötet, die Matrize befindet sich an der herausnehmbaren Prothese. In anderen Fällen werden die Matrizen extrakoronar oder zwischen Kronen (Steg) gelötet; die Patrizen sind dann Teil der herausnehmbaren Prothese.

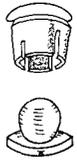


Abb. 223. Druckknopfanker

7.3 Statik

Es wurde ausgeführt, daß Klammern im allgemeinen eine dentale Auflage haben. Entsprechend der Zahl der Klammern ergeben sich dadurch für die Prothese Abstützungspunkte. Die Lage und Verteilung dieser Abstützungspunkte sind für die Kinetik der Prothese in der Funktion von großer Wichtigkeit.

Am einfachsten ist die Situation, wenn ein Befund mit zahnbegrenzten Lücken vorliegt (Kennedy-Klasse III₁). Es ergibt sich dann nämlich ein Unterstützungsviereck (Abb. 224). Sofern bei nicht übermäßig großen Lücken die Zähne über die tangentialen Verbindungslinien zu stellen sind, stehen alle ersetzten Zähne innerhalb der Unterstützungspunkte.

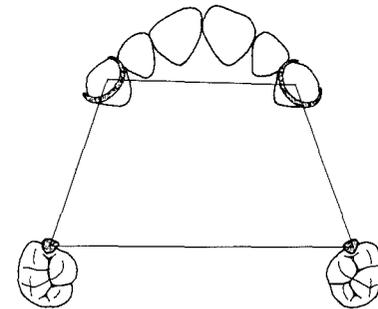


Abb. 224. Sättel innerhalb des Unterstützungspolygens

Im Falle der Kennedy-Klasse II₁ resultieren aus den Auflagen der Klammern nur drei dentale Auflagen. Statisch ungünstig wirkt sich dabei aus, daß künstliche Zähne außerhalb der Unterstützungspunkte stehen. Bei Belastung des Schaltsattels liegt die Prothese stabil. Wird jedoch der Freundsattel belastet, besteht die Gefahr, daß Kippungen auftreten. Lagert sich der Freundsattel unter dem

Kaudruck ein, treten im frontalen Bereich Zugkräfte auf. Die Prothese dreht sich um eine Achse, die gebildet wird durch Verbindung der jeweils distalen Auflage rechts und links. Es gilt das Hebelgesetz: Last (L) mal Lastarm (l) gleich Kraft (K) mal Kraftarm (k) (Abb. 225). Will man das frontale Abheben vermeiden, so muß man das Produkt aus L · l kleiner halten als das Produkt aus K · k. Da die Last L (Kaukraft) und die Kraft K (Retentionskraft der Verankerungselemente) gewissermaßen vorgegeben sind, bleibt nur die Möglichkeit, durch Variieren von k und l die statische Situation zu verbessern. Den Lastarm l kann man z. B. dadurch verringern, daß man den Ort der Einwirkung in die Nähe des endständigen Zahnes verlegt (Abb. 226), indem man auf das distale Drittel bzw. auf die distale Hälfte des Sattels keine Zähne aufstellt oder anderweitig verhindert, daß dort gekaut wird.

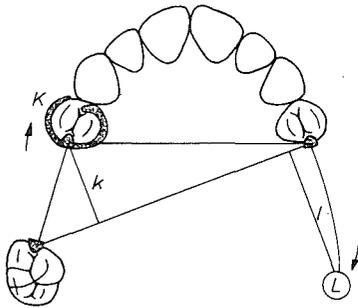


Abb. 225. Sattel außerhalb des Unterstützungspolygons – Hebelgesetz

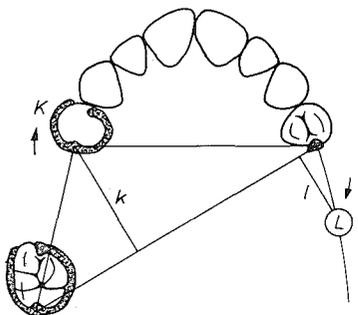


Abb. 226. wie 225, Lastarm verkürzt, Kraftarm verlängert

Das Faktum, daß künstliche Zähne außerhalb der Unterstützungspunkte stehen, tritt nicht nur bei verkürzter Zahnreihe auf. Auch bei unterbrochener Zahnreihe ist dies häufig der Fall, wenn aus ästhetischen Gründen oder bei ausgedehnter Lücke die Zähne außerhalb der Verbindungslinie stehen müssen. In diesem Falle läßt es sich aber zumeist realisieren, daß der Kraftarm k in Relation zum Lastarm l lang gehalten werden kann.

Bei doppelseitig verkürzter Zahnreihe sind gleich zwei Freidrähte vorhanden. Für jeden einzelnen gilt, was zuvor über künstliche Zähne außerhalb der Unterstützungspunkte ausgeführt wurde. Allerdings ergibt sich für die Rotationsachse eine Besonderheit. Sie verläuft auf der Seite des belasteten Sattels durch die distale Auflage, auf der unbelasteten Seite durch das Sattelende (Abb. 227)

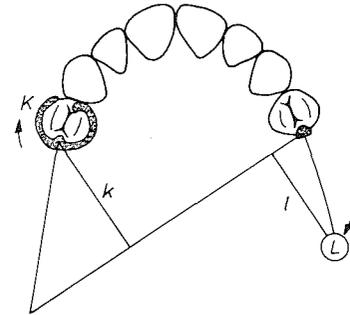


Abb. 227. Sattel außerhalb der Unterstützungsschse

Sind nur noch wenige Restzähne in einem Kiefer vorhanden, so hängt es von der Stellung der Zähne ab, ob eine dentale Abstützung zweckmäßig ist oder nicht. Bildet die Verbindungslinie der beiden Restzähne eine Tangente zum Kiefer und entsteht dadurch eine lange Achse, so ist die Abstützung zweckmäßig, weil durch die lange Achse die Prothese geführt wird und weil nur auf einer Seite der Rotationsachse künstliche Zähne stehen (Abb. 228). Ergibt

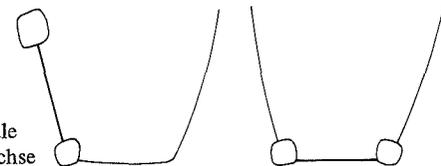


Abb. 228. Lange, tangentielle Unterstützungsschse

sich aber auf Grund der Stellung von einzelnen restierenden Zähnen nur eine kurze tangentielle Achse (Abb. 229) oder eine Verbindungslinie, die als Sekante durch den Kiefer läuft (Abb. 230), so sollte besser auf eine dentale Abstützung verzichtet werden. Gerade im letzteren Fall entsteht eine starke Kippwirkung, weil auf beiden Seiten der Achse künstliche Zähne stehen.

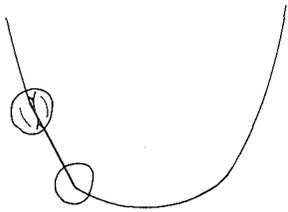


Abb. 229. Kurze, tangentielle Unterstützungsachse

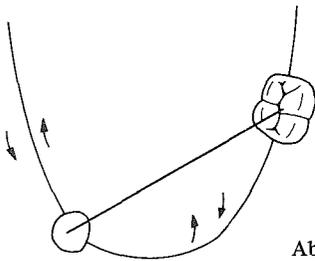


Abb. 230. Unterstützungsachse als Sekante

7.4 Entwurf einer Modellgußbasis

Die Planung und das Entwerfen einer Modellgußbasis soll an Hand eines Befundes der Kennedy-Klasse II₁ im Unterkiefer demonstriert werden. Man beginnt mit dem Einzeichnen der Sättel. Bei dem Freundsattel ist die Ausdehnung bis auf das trigonum retromolare obligatorisch. Verbunden werden die beiden Sättel mit einem Sublingualbügel, dessen Oberkante im Abstand von 4 mm vom Gingivalsaum angezeichnet wird. Da der Bügel selbst in Wachs vorfabriziert ist, ergibt sich die Unterkante auf dem Modell zwangsläufig.

An den endständigen Zähnen werden zunächst in der Projektion jeweils die ersten künstlichen Zähne angezeichnet. Die Basis folgt

dann lingual der Kontur dieser Zähne vom approximalen Grenzraum bis wenigstens zu ihrer Mitte. Von dort wird in sanftem Bogen der Anschluß an den Bügel angestrebt. Die Abschlußleiste wird entsprechend der jeweiligen Situation auch markiert (Abb. 231). Es folgt das Vermessen der Klammern, das immer nach einem ganz festen Schema erfolgen sollte.

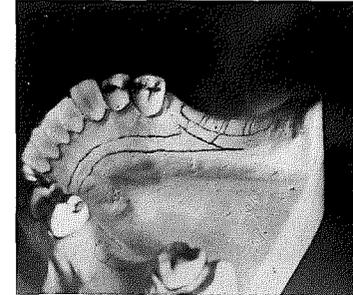


Abb. 231.
Entwurf einer Metallbasis

- a) Man ermittelt die Infrawölbungen in der Nullage. Dies geschieht mit Hilfe des Suchers. Man stellt fest, daß an den Prämolaren bukkal nur ganz geringe Unterschnitte vorhanden sind, während lingual relativ stark untersichgehende Bezirke liegen. Am linken dritten Molaren ist die Situation ähnlich.
- b) Man stellt sich die Frage, ob die gefundenen Infrawölbungen sinnvoll ausgewertet werden können. An den Prämolaren würden sich auf Grund der in der Nullage gefundenen Situation umgekehrte Einarmklammern ergeben. Am dritten Molaren würde sich eine Ringklammer ergeben mit dem starren Teil vestibulär. Aus ästhetischen Gründen aber sollen die umgekehrten Einarmklammern an den Prämolaren vermieden werden.
- c) Man untersucht, ob sich durch Kippen des Modells günstiger gelegene Infrawölbungen finden lassen. Bei dem beschriebenen Befund kippt man im allgemeinen das Modell nach frontal. Daraus resultieren mesio-bukkal für die normale Einarmklammer ausreichend untersichgehende Bezirke.
- d) Einzeichnen der Führungslinie. Glaubt man, die Einschubrichtung endgültig festgelegt zu haben, montiert man die mit der Schiene armierte Bleimine und umfährt damit die Klammerzähne.

e) Vermessen der Retentionsarme.

Der Meßstab wird am Zahn in eine solche Position gebracht, daß Schaft und Teller den Zahn berühren; der Schaft an der Führungslinie, der Teller weiter zervikal. Dort, wo der Teller den Zahn berührt, liegt jeweils später die Unterkante der Klammerspitze. Diese Stelle wird mit einem spitzen farbigen Stift markiert.

f) Einzeichnen der Klammern.

Man löst das Modell vom Vermessungstisch, beläßt aber den Modellträger in seiner Stellung, da das Modell nochmals wieder in diese durch die Einschubrichtung festgelegte Position zurückgebracht werden muß. In der Hand zeichnet man nun den endgültigen Verlauf der Klammer ein.

Prämolarenklammer: Die Aufruhe wird sattelförmig auf den Klammerzahn gelegt. Es schließt sich an der Oberarm, der aber die Okklusion und die Artikulation nicht stören darf. Etwa distal schneidet die Klammerlinie den prothetischen Äquator und verläuft von dort bis zu dem mesio-bukkal angezeichneten Punkt. Es fehlt noch die Verbindung der Klammer mit der Basis. Diese wird nach dem Ney-System in Form eines Stieles von der Auflage senkrecht hinunter zum Lingualbügel geführt. Allerdings wird dadurch wieder eine Nische geschaffen, welche die Selbstreinigung behindert (Abb. 232). Man muß dies als Nachteil werten, weshalb eine weitere Vermessungsmethode beschrieben wird, die es ermöglicht, die Stiele fortfallen zu lassen.

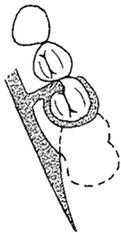


Abb. 232. Einarmklammer mit Stiel

Molarenklammer: Die Molarenklammer wird mit zwei Auflagen gearbeitet: die eine liegt approximal mesial, die andere approximal distal. Die Verbindung zur Basis wird vom Sattel her an die mesiale

Auflage geführt. Von dort verläuft der starre Teil entlang der gesamten Bukkalfläche oberhalb des prothetischen Äquators. Erst an der disto-lingualen Ecke beginnt der Federarm, der bis zum Meßpunkt mesio-lingual reicht.

Vermessung nach Bios: Als Kritik an den Ney-Klammern wurde u. a. ausgeführt,

- daß l nicht individuell gemessen werde;
- daß Δl nur stufenweise variierbar sei;
- daß q nicht variierbar sei;
- daß die Kraft K nicht bekannt sei;
- daß die meisten Formen der Prophylaxe entgegenständen.

Diese Nachteile auszumerzen, ist das Ziel von Weiterentwicklungen. Ein Ergebnis solcher Bemühungen sei vorgestellt. Nach dem Bios-System beginnt man damit, die Länge des Klammerarmes zu messen. Dazu ist es notwendig, daß man sich darüber im klaren ist, an welcher Stelle die Verbindung mit der Basis erfolgen soll. Will man im Falle unseres Beispiels auf einen Stiel verzichten, so kann die Verbindung nur nach disto-lingual gelegt werden (Abb. 233). Die Strecke von dort bis zur mesio-bukkalen Seite wird entsprechend dem mutmaßlichen Klammerverlauf mit dem Klammerlängenmesser nachgefahren. In einer Tabelle kann man dann nachsehen, wieviel Kraft bei den unterschiedlichen Unterschnitten entsteht. Ist z. B. der Klammerarm 15 mm lang, so wird K bei 0,1 mm Unterschnitt mit 150 p, bei 0,2 mm Unterschnitt mit 300 p und bei 0,3 mm Unterschnitt mit 450 p angegeben. Da exakte Angaben über die Größe von Retentionskräften, mit denen die verschiedenen Zähne dauerhaft belastet werden können, ohne Schaden zu nehmen, nicht vorliegen, sollte man über den Richtwert von 500 – 600 p nicht hinausgehen. Also wird die Klammerspitze mit 0,3 mm vermessen.

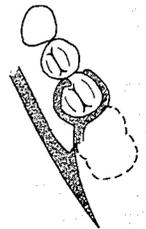


Abb. 233. Klammer ohne Stiel; 1 individuell gemessen

Ergibt sich bei dem Molaren für die Länge des Klammerarmes z. B. ein Wert von 25 mm, so würde erst bei einem Unterschnitt von 0,7 mm eine Kraft von 525 p erreicht. Ist eine entsprechend starke Infrawölbung nicht vorhanden oder würde die Klammerspitze zu nahe an den Gingivalsaum herankommen, so müßte man notgedrungen eine geringe Retention in Kauf nehmen. Bei gleichbleibender Klammerlänge läßt sich bei geringem Δl die Klammerkraft nur vergrößern, wenn man den Querschnitt q des Klammerarms vergrößert. Dies wird dadurch erreicht, daß man an der Spitze der Schablone ein Stückchen abschneidet. Bei Kürzung der Schablone um 2 mm ergibt sich dann auch bei einem Unterschnitt von 0,5 mm eine Klammerkraft von 525 p.

Nach Fertigstellen des Entwurfs und der exakten Anzeichnung der Metallbasis wird das Modell zum Doublieren vorbereitet. Da der Lingualbügel später nicht direkt der Schleimhaut anliegen soll, wird das Modell in diesem Bereich zuvor mit einer 0,4 mm starken Wachsschicht belegt. Auch das Retentionsgitter im Bereich der Sättel darf der Schleimhaut nicht aufliegen, sondern soll im Abstand von etwa 1 mm darüber schweben, damit einerseits der Kunststoff eine ausreichende Fixation findet und damit andererseits auch die Möglichkeit gegeben ist, im Fall von Druckstellen die Basis zu korrigieren, ohne daß man mit dem Metallgerüst in Kollision kommt. Die zahnlosen Kieferabschnitte werden daher mit einer 1 mm starken Wachsschicht belegt (Abb. 234). Weiterhin legt man um die Klammerzähne eine Wachsmanschette von ca. 1 mm Dicke, die von zervikal her bis über die angezeichnete Klammer reicht. Man verwendet dafür ein Spezialwachs, das nur eine

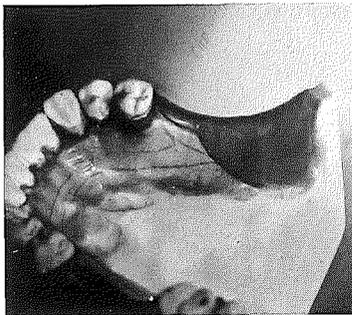


Abb. 234. Modell zum Doublieren vorbereitet

geringe Klebrigkeit aufweist. Anschließend nämlich schneidet man mit dem Messer das Wachs so weit zurück, bis die angezeichnete Klammer gerade wieder sichtbar ist (Abb. 235). Daß dabei die Oberfläche des Gipszahnes nicht beschädigt werden darf, versteht sich von selbst. Auf diese Weise entsteht um den Zahn herum eine Wachsstufe, deren Verlauf genau der Unterkante der späteren Klam-

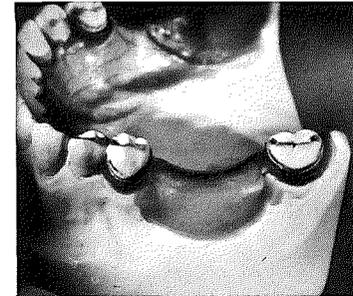


Abb. 235. Manschetten um die Klammerzähne angelegt

mer entspricht. Dies ist notwendig, weil man auf dem doublierten Modell die angezeichneten Linien nicht mehr erkennen kann. Andererseits ist es nicht möglich, die Vermessung erst am doublierten Modell vorzunehmen, weil dann die Vorbereitungen vor dem Doublieren nicht mit der nötigen Präzision ausgeführt werden können. Die Stufe erleichtert außerdem das spätere Modellieren.

Es folgt das Doublieren des Modells, indem mit Hilfe einer speziellen Doubliermasse eine Negativform hergestellt wird, die mit einer geeigneten Einbettmasse ausgegossen wird. Nun liegt das Modell vor, auf dem die Metallbasis modelliert wird (Abb. 236). Man verwendet dazu fast ausschließlich vorgeformte Wachsschablonen. Die Klammerprofile werden so auf die durch die Wachsmanschette entstandene Stufe gelegt, daß die Unterkante auf der Stufe aufliegt. Man beginnt jeweils mit der Klammerspitze. Die Profile dürfen nicht über der Flamme erwärmt werden, da sonst allzu leicht ihre abgestimmten Dimensionen verändert werden. Es genügt die Handwärme, um sie ausreichend geschmeidig zum Anlegen zu machen.

Auch der Sublingualbügel und die Sattelretentionen sind in Wachs vorgefertigt (Abb. 237). Die Lage des Bügels und die For-

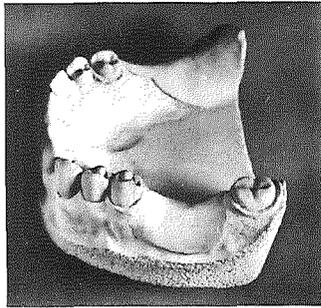


Abb. 236. Modell doubliert

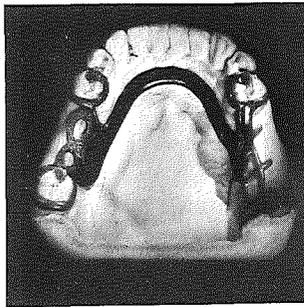


Abb. 237. Metallbasis modelliert

mung am Übergang zum Sattel wurden ausführlich beschrieben. Das Einbetten, Gießen und Ausarbeiten der Metallbasis als rein technische Aufgabe soll hier ausgeklammert werden.

7.5 Die einfache Kunststoffprothese

Für eine partielle Prothese, bei der man auf eine modellgegossene Metallbasis mit dentaler Abstützung verzichtet, gibt es nur relativ wenige Indikationen. Sofern es sich um Definitivprothesen handelt, ist die Anwendung auf ganz spezielle Befunde beschränkt, die zu erläutern in den Bereich der klinischen Zahnheilkunde gehört, die aber unter dem Kapitel „Statik“ angedeutet wurden. In allen anderen Fällen kann man die mit Drahtklammern verankerten Prothesen nur als Provisorien bezeichnen. Nichtsdestoweniger müssen sie ebenso sorgfältig geplant und ausgeführt werden.

Die Anfertigung einer partiellen Prothese beginnt mit der Abformung der zu versorgenden Kiefer und der Modellherstellung. Die Zuordnung der Modelle geschieht mit Hilfe der Bißnahme, für welche Bißschablonen erforderlich sind. Diese müssen im Munde einen unverrückbaren Sitz aufweisen, der dadurch erzielt wird, daß die Basis der Schablone den Zähnen lingual und approximal exakt anliegt (Abb. 238). Im Bereich der Lücken komplettieren Wachswälle die Zahnreihe, ihre Höhe richtet sich nach den Restzähnen. Mit diesen Schablonen wird die Lage des Unterkiefers zum Oberkiefer ermittelt. Die noch vorhandenen (drei) Stützzonen sind dabei von besonderem Wert.

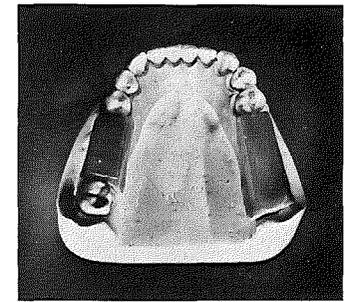
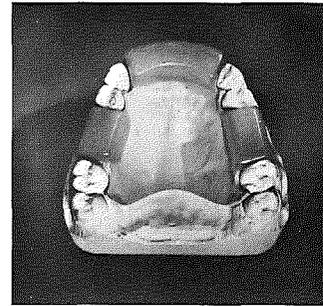


Abb. 238. Bißschablonen

Am besten noch vor dem Eingipsen in den Artikulator werden die Modelle vermessen. Die Technik wurde beschrieben. Da bewußt auf eine Abstützung verzichtet wird, dürfen keine Anteile über den Führungslinien liegen. Die Klammerkörper stehen approximal von den Zähnen geringfügig ab. Die Oberarme liegen exakt auf der Führungslinie. Ein genaues Maß dafür, wie weit die Federarme in die Infrawölbung reichen dürfen, gibt es nicht. Man kann aber etwa davon ausgehen, daß bei Frontzähnen und Prämolaren der Teller Nr. 2 und bei Molaren der Teller Nr. 3 geeignet ist.

Nach dem Eingipsen der Modelle in den Artikulator werden die Zähne in Wachs aufgestellt. Die Aufstellung ist von vornherein so anzulegen, daß sie zur Anprobe vom Modell abgenommen werden kann. Damit sie am Patienten nicht deformiert wird, ist sie mit einer ausreichend festen Basis zu versehen. Bei der Anprobe

selbst geht es einerseits um die Kontrolle der Bißbeziehungen und andererseits um die Überprüfung der ästhetischen Belange. Erforderliche Korrekturen bezüglich der Stellung der Frontzähne werden am Patienten direkt vorgenommen. Fehler in der Okklusion können nur in der Weise beseitigt werden, daß die Unterkieferposition neu festgelegt wird und daß die Modelle neu einartikuliert werden.

Nach der Anprobe werden nach Abnahme der Aufstellung die Klammern gebogen. Dabei geht man in den meisten Fällen von Klammerkreuzen aus (C-, E-, I- und Jacksonklammern sowie Kugel-Knopf-Anker), nur bei L-Klammern verwendet man gerade Drähte. Für das Biegen von Klammern gibt es verschiedene Klammerbiegezangen, die aber nach dem gleichen Prinzip funktionieren: eine einzelne Backe der einen Seite greift in den Zwischenraum von zwei Backen auf der Gegenseite (Abb. 239). Scharfe Knicke sind unbedingt zu vermeiden. Zangen mit geriefen Backen sind wegen der Kerbwirkung ungeeignet.

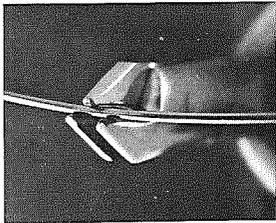


Abb. 239. Klammerbiegezange

Bei Verwendung von Klammerkreuzen beginnt man das eigentliche Biegen mit dem Abknicken der Appendix, die nicht direkt dem Alveolarfortsatz aufliegen darf. Die Arme werden anschließend so gebogen, daß sie genau auf der eingezeichneten Klammerlinie liegen. Durch ständiges Anprobieren und Biegen in kleinen Etappen ist dieses Ziel bald erreicht. Zum Abschluß wird die gesamte Klammer mit kleinen Spezienschleifsteinen geglättet, die Klammerenden werden abgerundet und nötigenfalls geringfügig verjüngt. Die fertige Klammer wird in der richtigen Lage mit etwas Klebwachs auf dem Modell fixiert. Wenn nun die inzwischen beiseitegelegte Anprobe auf das Modell zurückgesetzt wird, stören die Klammerkörper und die Appendices. Dadurch wird ein entsprechendes Ausschleifen der künstlichen Zähne erforderlich.

Bezüglich der Ausmodellierung und der Überführung in Kunststoff gilt das gleiche, was für die totale Prothese ausgeführt werden wird. Nur eine Besonderheit ist zu beachten: die Klammern dürfen durch den Preßvorgang ihre Lage nicht verändern. Sie müssen fest im Gips der Einbettung verankert sein (Abb. 241). Keinesfalls dürfen sie in irgendeiner Weise vom Konter erfaßt werden. Am besten werden sie total überbettet. Damit der dabei entstehende Wall nicht zu hoch wird, kürzt man die Kaufläche der Klammerzähne so weit wie möglich mit der Gipsfräse (Abb. 240). Dabei darf aber die Führung nicht beeinträchtigt werden. Je nach Situation können Nachbarzähne in Gips ganz entfernt werden.

Beim Ausbetten ist streng darauf zu achten, daß die Klammern nicht verbogen werden. Nach Entfernen des Konters stichelt man am besten zuerst die Klammern frei, indem man die Überbettung entfernt. Da hier zwei Gipsschichten aneinanderstoßen (Originalmodell und Einbettgips), ist die Trennung an den Grenzflächen relativ leicht möglich.

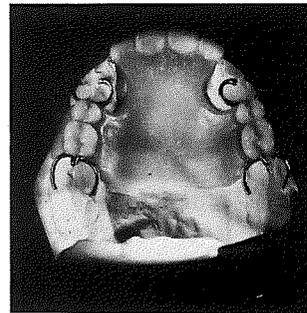


Abb. 240. Klammerzähne gekürzt

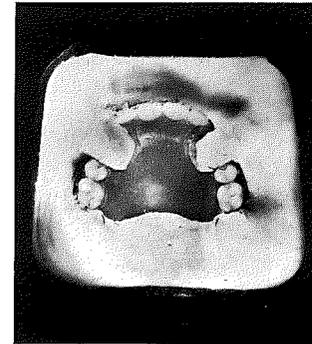


Abb. 241. Klammern überbettet

8 DIE TOTALE PROTHESE

Die Versorgung des zahnlosen Patienten beginnt damit, daß man eine sorgfältige Inspektion der Mundhöhle vornimmt, bei der geprüft wird, ob auch der Behandlung nichts im Wege steht. Zu achten ist auf Schleimhautveränderungen, Fibrome, Schlotterkamm, torus palatinus, torus mandibulae, generalisierte Exostosen, Knochenvorsprünge u. ä.

8.1 Situationsabformung und Situationsmodell

Stellt man fest, daß keine präprothetischen Maßnahmen notwendig sind, werden die Situationsabformungen vorgenommen. Diese können als gelungen bezeichnet werden, wenn alle für den Halt der Prothesen wichtigen Bezirke dargestellt sind. Im Oberkiefer sind dies die Tubera, die paratubären Taschen, die A-Linie, die am Übergang vom harten zum weichen Gaumen liegt, die Gaumenwölbung, der Alveolarfortsatz und das Vestibulum; im Unterkiefer das trigonum retromolare, die crista mylohyoidea, der Sublingualraum, der Alveolarfortsatz und das Vestibulum. Auf den Situationsmodellen, die durch das Ausgießen der Situationsabdrücke gewonnen wurden, lassen sich aber noch keine totalen Prothesen anfertigen, weil sie nicht genau genug sind und vor allem deshalb nicht, weil die Abformungen nicht unter funktionellen Bewegungen des Patienten genommen werden. Auf den Situationsmodellen werden daher zunächst individuelle Löffel hergestellt. Diese sollen vestibulär in beiden Kiefern dort enden, wo die gingiva propria in die bewegliche Schleimhaut übergeht. Der obere endet dorsal an der A-Linie, der untere übergreift im hinteren Sublingualraum die crista mylohyoidea um ca. 2 mm und endet dorsal auf der Oberkante des trigonum retromolare. Mit den individuellen Löffeln werden am Patienten Funktionsabformungen durchgeführt. Damit das Trimmen auf die richtige Dimension am Patienten nicht so viel Zeit beansprucht, werden auf den Situationsabdrücken noch am Patienten die mutmaßlichen Löffelgrenzen angezeichnet (Abb. 242). Im Labor zieht man diese Linien vor dem Ausgießen noch einmal mit dem Kopierstift nach. Dadurch übertragen sich die Linien auf das Situationsmodell (Abb. 243).

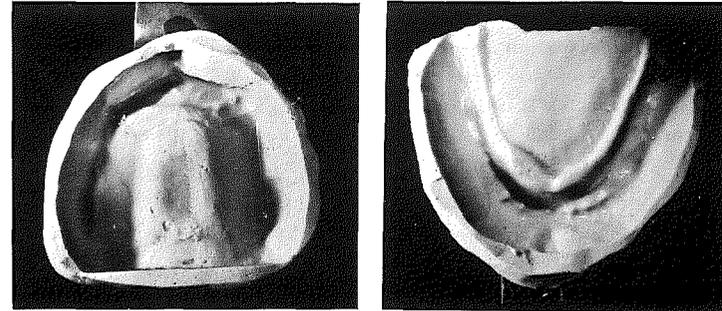


Abb. 242. Situationsabdrücke vom zahnlosen Ober- und Unterkiefer

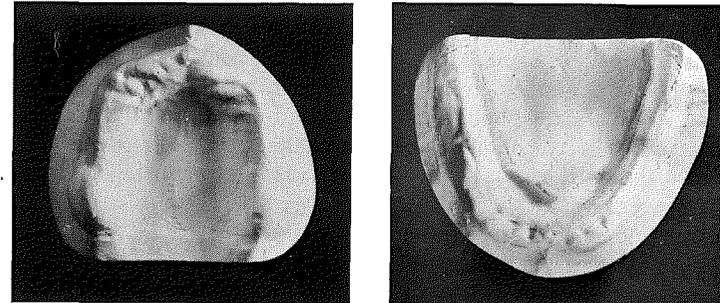


Abb. 243. Situationsmodelle

8.2 Die individuellen Löffel

Die Basis des individuellen Löffels muß aus einem möglichst steifen, verwindungsfreien Material bestehen. In Frage kommen thermoplastische Platten und Autopolymerisate. Thermoplastische Platten werden heute zumeist durch Tiefziehen oder Druckformung verarbeitet. Das Prinzip dieser Verfahren besteht darin, daß man eine thermoplastische Kunststoffplatte auf das Modell legt und beides zusammen unter den Infrarotstrahler des Gerätes plaziert. Sobald nach Einschalten des Strahlers die Platte durch die Wärme ausreichend plastifiziert ist – man erkennt dies daran, daß sie ihre ursprüngliche Form verliert und sich entsprechend der Schwerkraft

grob an das Modell anlegt —, wird sie je nach Konstruktion des Gerätes durch plötzlich ausgelösten Sog oder plötzlich ausgelöste Druckluft auf das Modell adaptiert. Dieser Vorgang ist in wenigen Sekunden beendet. Der Überschuß wird mit der Nylonscheibe abgetrennt.

Autopolymerisate verarbeitet man in der Weise, daß man den angeteigten Brei soweit anquellen läßt, bis er keine Fäden mehr zieht. Sodann walzt man ihn auf einer angefeuchteten glatten Unterlage mit der Walze (Fa. Ivoclar) zu einer gleichmäßig starken Platte aus, die mühelos dem Modell angeschmiegt werden kann. Den Überschuß trennt man mit dem Wachsmesser ab, solange der Kunststoff noch plastisch ist. Will man eine thermoplastische Platte von Hand verformen, so erwärmt man die auf das Modell gelegte Platte mit dem Bunsenbrenner so gleichmäßig wie möglich und drückt die plastisch gewordene Masse mit einem angefeuchteten Leinenläppchen auf das Modell, wo sie einen Augenblick lang fixiert wird. Nach der ersten groben Anpassung entfernt man zunächst den Überschuß, indem man mit einem heißen Wachsmesser die Platte ritzt und die Reste abbricht. Zum endgültigen Adaptieren wird die Platte abschnittsweise plastifiziert und exakt angepaßt. In jedem Falle werden die Ränder mit der Fräse geglättet. Damit ist zwar ein individueller Löffel angefertigt, für eine funktionelle Abformung eignet er sich jedoch noch nicht. Mit dem Begriff Funktionsabformung ist nämlich ausgesagt, daß während der Abformung funktionelle Bewegungen ausgeführt werden. Diese Bewegungen müssen vom Patienten selbst gemacht werden, weil nur der Patient selbst seine Muskulatur anspannen kann. Für die geforderten Bewegungen sind daher Aufbißwälle erforderlich, durch welche die Zahnreihen imitiert werden. Im allgemeinen werden diese Aufbißwälle aus Wachs aufgesetzt. Eine Platte rosa Wachs wird auf einer Seite bis zur Verflüssigung erwärmt, aufgerollt und mit den Fingern geformt. Schließlich erhitzt man die Unterfläche des Wachswalles und schmilzt ihn entlang dem Verlauf des Kieferkammes an. Im Seitenbereich steht der Bißwall auf dem Modell des Unterkiefers leicht lingual von der Kammitte, auf dem Modell des Oberkiefers leicht bukkal von der Kammitte. Das Vorhandensein von Aufbißwällen allein reicht aber für eine funktionelle Bewegung nicht aus, sie müssen auch richtig dimensioniert sein. Am Patienten muß daher mit Hilfe der Bißschablonen, wie man die mit Aufbißwällen verse-

henen individuellen Löffel auch nennen kann, zunächst die richtige Bißhöhe ermittelt werden.

Die Arbeit am Patienten wird wesentlich erleichtert, wenn die Aufbißwälle in bestimmter Weise vorgeformt sind. Die Richtwerte für die Höhe der Wälle wurden aus statistischen Erhebungen an vollbezahnten Personen gewonnen. Danach ist der Abstand von der Höhe der Umschlagfalte, seitlich vom Lippenbändchen gemessen, bis zur Schneidekante der oberen Inzisivi im Mittel 20 mm. Der entsprechende Wert für den Abstand von der Tiefe der Umschlagfalte bis zur Schneidekante der unteren Inzisivi beträgt 17,5 mm. Als durchschnittlicher Überbiß wurden 3,5 mm ermittelt (Abb. 244). Da nun die Schablonen nicht im Scherenbiß hergestellt werden, sondern plan aufeinander stoßen, wird die untere im Front-

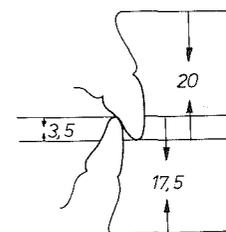


Abb. 244. Vestibulumdistanz, Überbiß

zahnbereich 16 mm, die obere 18 mm hoch gearbeitet (Abb. 245 und 246). Addiert ergeben sich 34 mm, ein Wert, der auch statistisch am Patienten für die Vestibulumdistanz gefunden wurde.

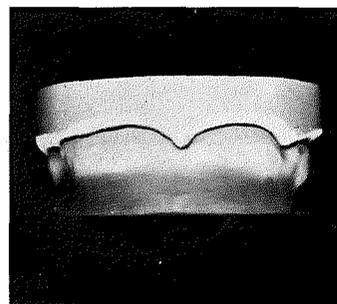


Abb. 245. Oberer individueller Löffel mit Aufbißwall

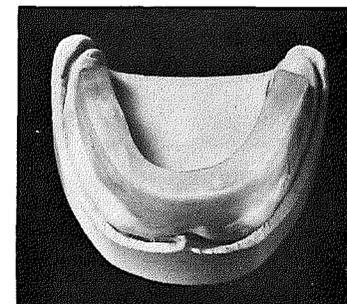


Abb. 246. Unterer individueller Löffel mit Aufbißwall

Beim Vollbezahnten läuft die Kauebene aus auf die Oberkante des trigonum retromolare, das im allgemeinen auf den Modellen unbezahnter Kiefer gut zu erkennen ist. Also muß auch die Unterkieferschablone beidseitig auf die trigona retromolaria auslaufen.

8.3 Die provisorische Bißnahme

Die so geformten Löffel mit Aufbißwall werden abgekühlt, von Überschüssen befreit und am Patienten eingesetzt. Beim ersten Schließen treffen dann die Wälle zumeist nur im Molarenbereich aufeinander. In diesen Fällen wird der obere Wall so lange gekürzt, bis er in seinem ganzen Verlauf gleichmäßig und fest auf dem unteren liegt. Zur Ermittlung der richtigen Bißhöhe bedient man sich der Differenzmessung zwischen Nasale und Gnathion in Ruheschwebe und in Okklusion. Dabei geht man davon aus, daß in der Ruheschwebe zwischen den Zahnreihen ein Abstand, auch free-way-space oder Ruheabstand genannt, von 2 – 3 mm besteht. Also muß der Abstand zwischen den beiden Punkten mit den eingesetzten Schablonen in Okklusion 2 – 3 mm geringer sein als in der Ruheschwebe (Abb. 247). Am Phantompatienten ist die Bißhöhe durch einen

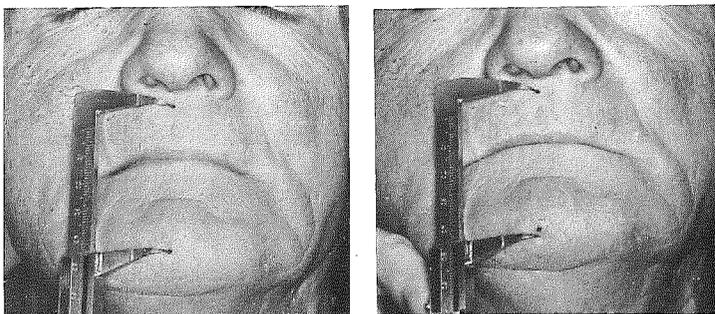


Abb. 247. Messung: Ruheschwebe – Okklusionshöhe

festen Anschlag festgelegt. Das gleichmäßige Zusammenkommen der Wälle ist klinisch von solcher Wichtigkeit, daß in jedem Fall eine Kontrolle durchzuführen ist. Man versucht, ein Wachsmesser oder einen Metallspatel zwischen die Wachswälle zu schieben und, falls möglich, durch Drehen festzustellen, ob noch ein weiterer

Zwischenraum vorhanden ist, der dann noch ausgefüllt werden muß. Die Ursache für das teilweise mangelhafte Aufliegen einer Schablone ist folgende: Haben die Wachswälle beim Schließen z. B. zunächst nur Kontakt im dorsalen Bereich, so heben sie sich durch den Druck im Frontzahnbereich an und täuschen einen gleichmäßigen Schluß vor. Das gleiche geschieht entsprechend im dorsalen Bereich, wenn die Wälle zuerst im Frontzahnbereich aufeinander stoßen. Ebenso kann die eine Seite hohl liegen, wenn auf der anderen ein vorzeitiger Kontakt zustande kommt.

Sind die Schablonen endgültig dimensioniert, werden Bißschlüssel eingelegt. Diese versenkt man am besten im Seitenzahnbereich der unteren Schablone in der Art, daß die Grate des Schlüssels exakt in der Kauebene liegen.

8.4 Ivotray-Abdruck

Die beschriebenen Unterlagen für die Funktionsabformung lassen sich auch auf eine andere, einfachere und rationellere Art gewinnen. Mit den getrennten Abdrücken von Ober- und Unterkiefer trennt man auch die im Munde vorhandene Einheit, die bei der Bißnahme dann wieder in mühevoller Arbeit hergestellt werden muß. Angesichts dieser Tatsache nimmt es nicht wunder, daß man bestrebt ist, von vornherein die gesamte Mundhöhle – also beide Kiefer gleichzeitig – abzuformen. Mit den Ivotray-Löffeln ist dies möglich. Das Vorgehen am Patienten ist bestechend einfach. Man mißt zuerst in der herkömmlichen Art die Ruheschwebe. Dann wird überprüft, ob der Patient den Unterkiefer in die Okklusionshöhe bringen kann, wenn sich beide Löffel (für Ober- und Unterkiefer) in seinem Mund befinden. Als Abformmaterial wird das eigens für diese Art der Abformung entwickelte Algicap verwendet, das sich auszeichnet durch eine feste Konsistenz und durch eine lange Verarbeitungszeit. Die Anmischung erfolgt automatisch im Capvibrator. Aus einer Kapsel werden beide Löffel beschickt. Nach leichtem Vorformen der Masse im Löffel mit dem feuchten Finger wird zuerst der untere Löffel in den Mund des Patienten gebracht und entsprechend plaziert (Abb. 248). Unmittelbar danach bringt man den oberen Löffel in situ (Abb. 249). Der Patient schließt dann den Mund unter der Kontrolle des Zahnarztes bis zur Okklusionshöhe. Durch das dabei abfließende überschüssige Material werden die bei-

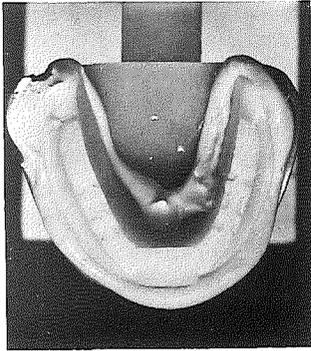


Abb. 248. Unterer Ivotray
„spezial“-Löffel plaziert

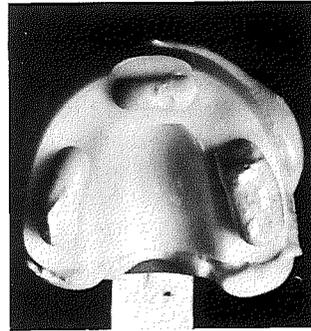


Abb. 249. Oberer Ivotray
„spezial“-Löffel plaziert

den Löffel zu einer Einheit verbunden (Abb. 250). Damit die Zuordnung der beiden Abdrücke auch für den Fall erhalten bleibt, daß das Material reißt, wurde der obere Löffel über dem Alveolarfortsatz mit großen Aussparungen versehen. Der dort herausquellende Überschuß trifft auf ein Waffelmuster im Wall des unteren Löffels.

Ausgegossen wird dieser Abdruck sofort im Biokop. Der Zungenraum wird zuvor mit einer plastischen Masse (z. B. Optosil ohne Härter) gefüllt. Die Modelle sind nun von vornherein nicht mehr separiert, sondern einander zugeordnet (Abb. 251). Der Raum zwi-

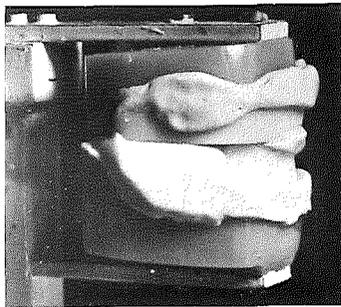


Abb. 250. Fertige Ivotray
„spezial“-Abformung

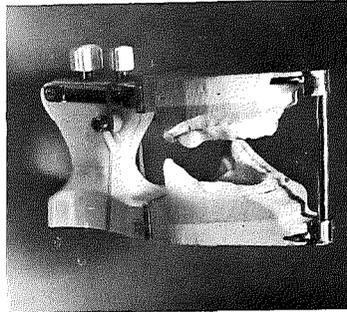


Abb. 251. Ivotray-Situationsmodelle

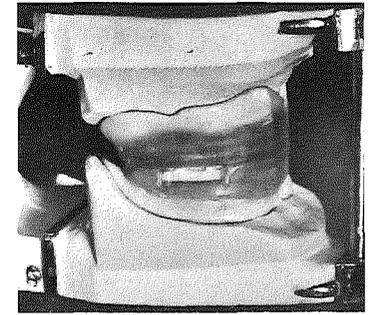


Abb. 252. Individuelle Löffel
im Biokop

schen den beiden Modellen muß mit individuellen Löffeln (mit Aufbißwall) ausgefüllt werden (Abb. 252). Dabei muß auch die Kauebene festgelegt werden. Die dafür notwendigen drei Punkte sind die beiden Oberkanten der trigona retromolaria und der Halbierungspunkt der Vestibulumdistanz ($-1/2$ mm) im Frontzahnbereich. Für letzteren Punkt ein Beispiel: Beträgt die Vestibulumdistanz 34 mm, so liegt der Halbierungspunkt bei 17 mm. Zieht man davon $1/2$ mm ab, so ergibt sich für die untere Schablone eine Höhe von 16,5 mm, für die obere eine Höhe von 17,5 mm. Schon im Biokop werden die Bißschlüssel eingelegt (Abb. 253). Die fertigen Löffel schließen auch im Munde bündig (Abb. 254). Eine Kontrolle bezüglich der Bißhöhe und der zentralen Okklusion darf jedoch nicht unterbleiben.

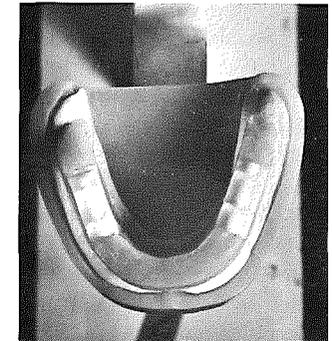


Abb. 253. Bißschlüssel eingelegt

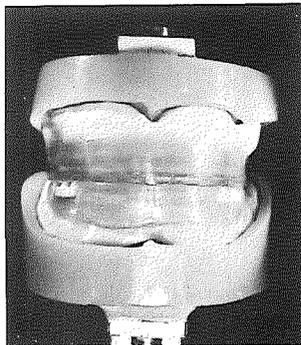


Abb. 254. Individuelle Löffel nach Ivotrayabformung im Phantomkopf

8.5 Funktionsabformung

Mit den richtig dimensionierten individuellen Löffeln wird die Funktionsabformung durchgeführt. Diese gliedert sich in mehrere Phasen. Man beginnt mit der Formung des vestibulären Randes, indem man diesen mit einem griffeldicken Strang eines Materials beschickt, das über längere Zeit seine plastische Phase beibehält. Währenddessen macht der Patient eine ganze Skala von funktionellen Bewegungen, er schluckt, spricht, lacht, gähnt, spitzt den Mund, macht ihn breit, schiebt den Unterkiefer vor, macht Seitwärtsbewegungen und beißt auf die Schablonen, damit die Schließer aktiviert werden. Alle diese Bewegungen haben einen formenden Einfluß auf das Abformmaterial; die Muskeln schaffen sich den Raum im Prothesenrand, den sie im angespannten Zustand gebrauchen. Am Phantompatienten lassen sich natürlich keine Bewegungen nachahmen, wohl aber läßt sich der Ablauf imitieren, wenn man Modelle benutzt, die mit einer Funktionsrinne versehen sind.

Nach der Randvorformung folgt der Pastenabdruck, mit der der „seal“, der gleichmäßig dichte Kontakt mit dem gesamten Gaumen, erreicht wird. Man verwendet dafür eine geeignete dünnfließende Paste. Der Patient wiederholt alle Bewegungen, er muß sie allerdings schneller ausführen. Dies ist sehr wohl möglich, weil er von der Randvorformung her weiß, was zu tun ist.

Im Unterkiefer ist damit die Funktionsabformung beendet (Abb. 255). Im Oberkiefer muß noch die dorsale Randerhöhung angeschlossen werden (Abb. 256). Zum Abschluß müssen die Funk-

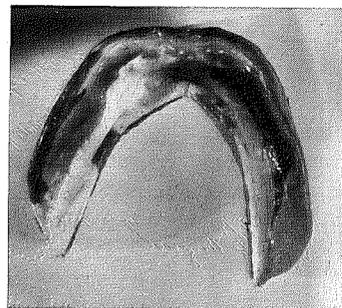


Abb. 255. Funktionsabformung Unterkiefer

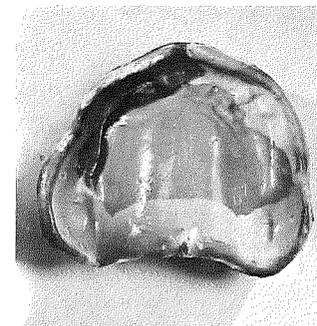


Abb. 256. Funktionsabformung Oberkiefer

tionsabformungen im Munde miteinander verschlüsselt werden. Dazu bringt man auf der Gegenseite der Schlüssel auf die obere Schablone weiches Wachs auf und läßt unter manueller Führung schließen. Auch kann man aus dem Zählen heraus schlucken lassen. Bei der Schluckbißnahme (nach HROMATKA) handelt es sich um eine Bewegungsaufgabe. Beim Schlucken nämlich stützt sich der Unterkiefer am Oberkiefer ab, und zwar in zentraler Okklusion. Entsteht trotz wiederholten Schluckens in dem weichen Wachs nur eine saubere Impression (Abb. 257), so kann man davon ausgehen, daß die Lage des Unterkiefers richtig ermittelt wurde. Die Funktionsabformungen werden einzeln aus dem Mund entfernt, sie können außerhalb der Mundhöhle wieder an Hand der Impressionen zusammengesetzt werden. Ein Zusammenwachsen oder Verkleben der Abformungen wäre für das weitere Vorgehen außerordentlich nachteilig. Im Labor sind nämlich als nächstes die Funktionsmodelle anzufertigen. Diese gewinnt man durch Ausgießen der Funktionsabformungen mit Hartgips. Es versteht sich von selbst, daß die Abformungen dafür nicht zusammengefügt sein dürfen. Das Ausgießen hat mit versenktem Rand zu erfolgen, d. h. daß sich der Funktionsrand als Rinne im Funktionsmodell darstellen muß (Abb. 258). Damit dies in korrekter Weise geschieht, empfiehlt es sich, im Abstand von etwa 5 – 6 mm vom Rand eine kleine Wachsrolle anzubringen.

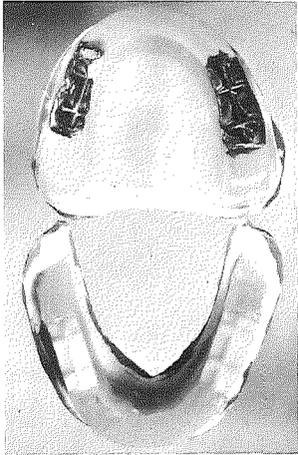
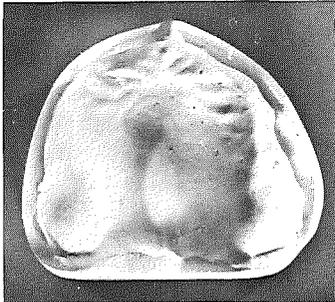
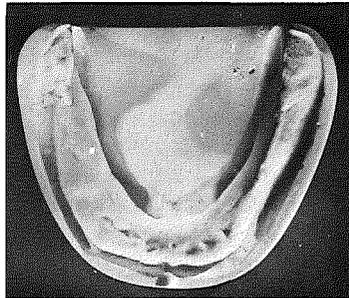


Abb. 257. Funktionsabformungen verschlüsselt



a



b

Abb. 258. Funktionsmodelle

In gar keinem Fall dürfen die Abformungen vom Modell abgezogen werden. Wird auf den bisher erarbeiteten Unterlagen direkt aufgestellt, so folgt das Eingipsen in einem Artikulator, das später beschrieben wird.

8.6 Pfeilwinkelregistrat

Ist vorgesehen, zuvor noch eine intraorale Registration vorzunehmen, so werden die beiden Funktionsmodelle, durch die Schablonen zu einer Einheit verschlüsselt, mit Alabastergips in einem Biokop mit Stützstift eingegipst. Erst nach dem Eingipsen entfernt man den oberen Abdruck und fertigt eine neue harte Basis an, auf der schon im Labor die Schreibplatte eines Registriergeräts befestigt wird, und zwar in der durch die untere Schablone vorgegebenen Ebene (Abb. 259). Im Anschluß daran wird der untere Funktionsabdruck vom Modell entfernt und durch eine neue harte Basis ersetzt, auf der die zum Registrierbesteck gehörige Platte mit dem höhenverstellbaren Registrierstift fixiert wird, ebenfalls mit Kunststoff. Zwischen den Platten sollte ein Abstand von etwa 5 mm bestehen, der Stift muß die obere Platte berühren. (Abb. 260).

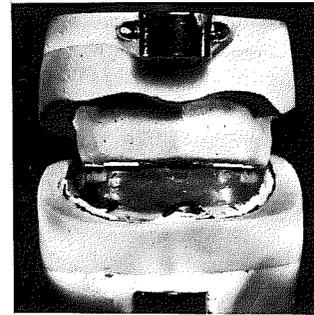


Abb. 259. Obere Registrierplatte eingelegt

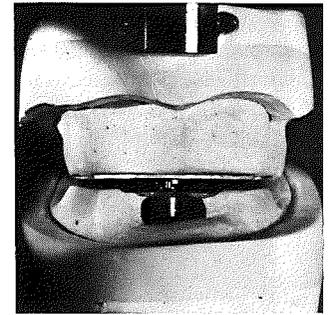


Abb. 260. Untere Registrierplatte eingelegt

Am Patienten überprüft man zunächst noch einmal die Bißhöhe mit den eingesetzten Schablonen. Ein eventuell notwendiges Erhöhen oder Senken läßt sich mit diesem Stift vornehmen. Ist die Bißhöhe korrekt eingestellt, färbt man die Schreibplatte mit dem Fettstift (Glasschreiber) und läßt den Patienten alle möglichen Bewegungen ausführen nach dorsal, nach ventral und nach beiden Seiten. Der Stift darf dabei den Kontakt mit der Platte nicht verlieren. So wird der Symphysenbahnwinkel aufgezeichnet, der die Form einer Pfeilspitze hat (Abb. 261). Die Spitze des Dreiecks

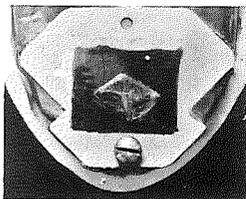


Abb. 261. Symphysenbahnwinkel

kennzeichnet die am weitesten distale Position des Unterkiefers, aus der heraus zwanglos Lateralbewegungen ausgeführt werden können. In dieser Lage muß der Unterkiefer fixiert werden. Zu diesem Zweck wird auf der Schreibplatte ein durchsichtiges Plexiglasplättchen festgeschraubt, dessen Bohrung über der Spitze liegen muß. Der Patient hat nun den Unterkiefer in jene Position zu bringen, bei der der Registrierstift in die Bohrung einrastet. In dieser Lage hat er so lange zu verharren, bis die beiden Schablonen durch etwas Abdruckgips, der in den Spalt gebracht wird, verschlüsselt sind (Abb. 262). Diese so wichtige Maßnahme kann auch am Phantomkopf geübt werden, wenn die Kiefermodelle in ein nach Mittelwerten gearbeitetes Gelenk eingearbeitet sind.



Abb. 262. Registrat verschlüsselt

8.7 Einartikulieren

Bezüglich der Zusammenhänge zwischen Kauflächenform und Kiefergelenk erscheinen folgende Überlegungen von Wichtigkeit:

Beim Kind sind die endgültigen Kauflächenformen schon gebildet, ehe die Zähne durchbrechen. Das gilt für die Milchzähne wie für die bleibenden Zähne. Das Kiefergelenk ist zu diesem Zeitpunkt noch weitgehend undifferenziert. Die Muskeln bewegen den

Unterkiefer im Rahmen der anatomischen Gegebenheiten. Mit dem Durchbruch und der Einstellung gewinnen die Zähne zunehmend Einfluß auf die Führung des Unterkiefers. Da die Form der Zähne sich nicht ändert, muß sich das Gelenk anpassen. Wie weit diese Anpassung gelingt, scheint nicht geklärt.

Wird es nun notwendig, die Zähne zu ersetzen, so sind grundsätzlich zwei Wege möglich:

- a) Man studiert die Form des Kiefergelenks und schließt davon auf die Form des Kauflächenkomplexes.
- b) Man analysiert den Kauflächenkomplex beim Gesunden und bildet ihn nach.

Dieser direkte Weg wird im Biokop besprochen. Zu den Merkmalen, an Hand derer der Kauflächenkomplex beschrieben werden kann, gehören die sagittale Kurve, die transversale Kurve, die Zahnbogenhöhe des Unterkiefers in Relation zur Zahnbogenbreite, die Relation der Zahnbogengröße von Ober- und Unterkiefer in der Projektion, die Neigung der Höcker und die Lage der Kauebene. Alle diese Merkmale sind naturgemäß als Mittelwerte darzustellen. Dies ist schon deshalb legitim, weil die künstlichen Zähne in ihrer okklusalen Gestaltung ohnehin nicht anders als nach Mittelwerten geformt sein können.

Selbst ein optimal nachgebildeter Kauflächenkomplex bleibt uneffektiv, wenn er nicht in der ursprünglichen Kauebene liegt. Diese ist im natürlichen Gebiß relativ exakt durch die beiden trigona retromolaria und den Halbierungspunkt der Vestibulumdistanz minus 0,5 mm festgelegt. Es ist daher von großer Wichtigkeit, daß die am Patienten ermittelte Kauebene symmetrisch in der Kauebene des Gerätes liegt. Als Hilfsmittel für das Einsockeln hat sich die modifizierte Fundamentwaage nach BÖCKER sehr bewährt. Der vordere, in der Höhe verstellbare Stift wird am Symphysenpunkt aufgesetzt, die horizontale Metallplatte wird auf die Oberkante der Tuberkula ausgerichtet. In der so fixierten Lage wird das Modell eingegipst (Abb. 263).

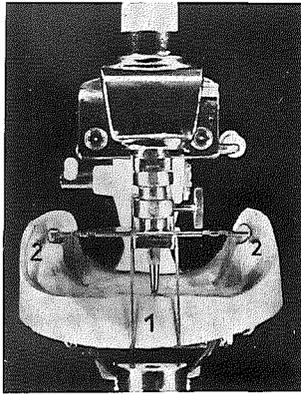


Abb. 263. Einrichten der Modelle
mit Hilfe der Böckerwaage

8.8 Aufstellung der Frontzähne

Zur Frage der Stellung der künstlichen Zähne erscheint folgende Überlegung von Nutzen: Das einzige Bemühen der Zahnheilkunde ist es, das natürliche Gebiß gesund zu erhalten. Würde dies gelingen, so stünden im Alter die Zähne noch an eben der gleichen Stelle, an der sie in der Jugend gestanden haben, und sie würden dort im Alter gleichermaßen funktionell und ästhetisch ihre Aufgabe erfüllen. Daher ist es nur logisch zu fordern, daß die künstlichen Zähne dort ihren Platz finden sollen, wo die natürlichen gestanden haben. War deren Stellung zuvor regelrecht, so besteht kein Grund, beim Ersatz eine Änderung vorzunehmen. Offen bleibt nur die Frage, welche Orientierungshilfen für die richtige Stellung der künstlichen Zähne vorhanden sind. Hier ist vor allem das Gaumenfaltenmuster zu nennen.

Die *papilla incisiva* ragt im natürlichen Gebiß in den Interdentalraum der beiden oberen mittleren Inzisivi. Von der Mitte der Papille bis zur Labialfläche der Einser sind es 8 ± 1 mm (Abb. 264). Die Papille kann natürlich nur dann als Bezugspunkt dienen, wenn ihre Lage durch den Knochenabbau nicht wesentlich verändert wird. Auf Grund der Anatomie ist dazu folgendes zu sagen: Die Papille liegt gewissermaßen als Schutz über dem Foramen des canalis incisivus, und zwar auch nach starkem Knochenabbau, wenngleich sie sich verkürzt und abrundet. Die Lage des Kanals wird

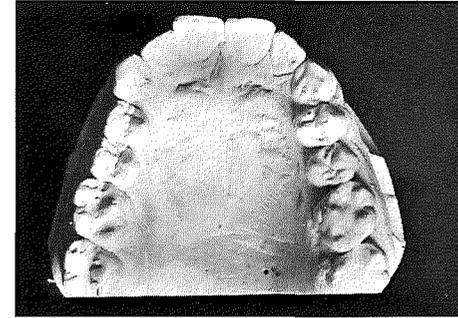


Abb. 264. Gaumenfaltenmuster

durch den Knochenabbau nicht verändert, er wird nur in seiner Länge verkürzt. Da nun aber der Kanal in seiner Verlaufsrichtung nicht senkrecht auf der Kauebene steht, sondern leicht nach dorsal kranial geneigt ist, wandert die Papille mit dem Knochenabbau geringfügig nach dorsal. Der Richtwert ist dann entsprechend zu vergrößern.

Die *erste große Gaumenfalte* zeigt im natürlichen Gebiß mit großer Regelmäßigkeit auf die Rückfläche der oberen Eckzähne. Vom Ende der Gaumenfalten bis zur Labialfläche der Eckzähne sind es $10,5 \pm 1$ mm (Abb. 264). Allerdings ist hier zu beachten, daß schon durch die Schrumpfung, die infolge der Heilung der Extraktionswunden entsteht, sich die Enden der Gaumenfalten um ca. 1 mm nach außen verlagern, weil sie aus einer steileren Lage am Alveolarfortsatz in eine flachere sich senken. Nach starkem Knochenabbau liegen die Falten gänzlich in der Horizontalen, so daß man den Richtwert bis auf 9 oder gar 8 mm reduzieren muß.

Die CPC-Linie, die Verbindungslinie der beiden Eckzahnspitzen, verläuft nach SCHIFFMANN in der senkrechten Draufsicht auf die Kauebene beim regelrechten natürlichen Gebiß durch die Mitte der papilla incisiva (CPC = caninus – papilla – caninus) (Abb. 265). Auch diese Angabe läßt sich bei der Aufstellung der künstlichen Frontzähne vorteilhaft nutzen.

Sagittalschnitte durch Modelle von vollbezahnten Kiefern mit regelrechter Zahnstellung vermitteln weitere Aufschlüsse. Man erkennt darauf, daß die Schneidekante der oberen mittleren Inzisivi,

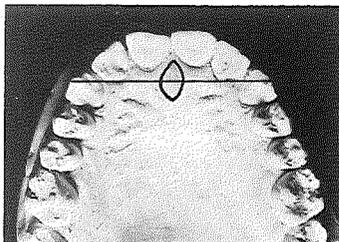


Abb. 265. C-P-C-Linie (caninus-papilla-caninus)

gemessen in der senkrechten Projektion auf die Kauebene, 1,5 mm weiter vorsteht als der Zahnhals. Man erkennt weiter darauf, daß die Labialflächen von Alveolarfortsatz und Zahn auf der Peripherie eines mehr oder weniger stark gekrümmten Kreises liegen (Abb. 266). Bei der Prothese ist dieser Sachverhalt unbedingt nachzuahmen. Ragt der ins Vestibulum reichende Kunststoff weiter vor als die Zähne, so wird die Oberlippe unter der Nase vorgewölbt, während das Lippenrot über den Zähnen sich nach innen rollt, was physiognomisch unschön und vor allem unnatürlich wirkt. Im Frontzahnbereich darf daher vom Alveolarfortsatz nicht mehr ersetzt werden, als verloren gegangen ist.

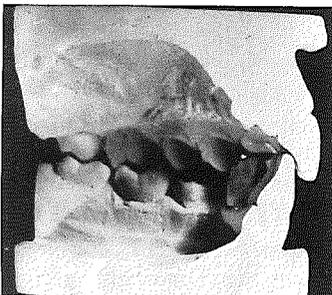


Abb. 266. Sagittalschnitt durch Modell vollbezahnter Kiefer

Praktisches Vorgehen: Auf dem Modell werden Papille und erste große Gaumenfalte angezeichnet. Mit der Schieblehre greift man von vestibulär distal der Gaumenfalte einer Seite ab. Der Wert Punkt geringfügig distal der Gaumenfalte einer Seite ab. Der Wert entspricht ungefähr der Breite einer halben Frontzahngarnitur und wird für deren Auswahl herangezogen.

Man beginnt die Aufstellung im Oberkiefer mit dem Aufstellen der Inzisivi. Sie werden zur Papille postiert, wie die natürlichen Zähne zu ihr gestanden haben. Von frontal betrachtet, verlaufen die vertikalen Zahnachsen parallel zur Mittellinie oder ganz leicht nach kaudal konvergierend. Mit der Schneide überragen sie die Kauebene nach kaudal um 1 – 2 mm. Auch ist die labiale Krümmung zu beachten; von approximal betrachtet, stehen die Schneiden etwa 1,5 mm weiter ventral als der Zahnhals.

Die Eckzähne werden als nächste aufgestellt, und zwar so, daß der Abstand vom Ende der Gaumenfalte bis zur Labialfläche je nach Abbau des Alveolarknochens 8 – 10,5 mm beträgt. Die vertikalen Achsen verlaufen, von frontal betrachtet, leicht konvergierend, von approximal betrachtet, lotrecht. Ihre Kauspitzen überragen ebenfalls die Kauebene um 1 – 2 mm. Ihre Stellung überprüft man an Hand der CPC-Linie. Schließlich wird der obere Frontzahnbogen durch die seitlichen Schneidezähne vervollständigt. Ihre frontalen Achsen konvergieren nach kaudal am stärksten, ihre Schneiden schließen mit der Kauebene ab, ihre Zahnhäse liegen 1,5 – 2 mm weiter zurück als ihre Schneiden (Abb. 267 – 269).

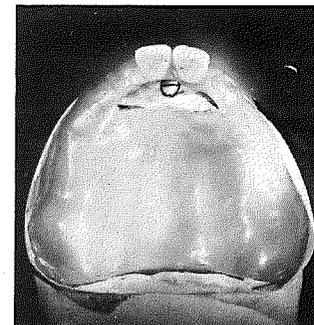


Abb. 267. Obere mittlere Schneidezähne aufgestellt

Die Aufstellung wird fortgesetzt mit den unteren Frontzähnen. Die mittleren Schneidezähne stehen exakt parallel zur Mittellinie, die Eckzähne ragen in den Interdentalraum zwischen oberem seitlichen Schneidezahn und Eckzahn. Ihre vertikalen Achsen verlaufen, von frontal gesehen, bei den mittleren Schneidezähnen rein senkrecht, bei den seitlichen Schneidezähnen leicht nach kranial kon-

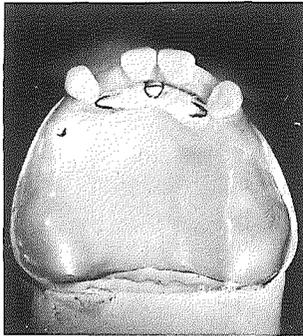


Abb. 268. Obere Eckzähne aufgestellt

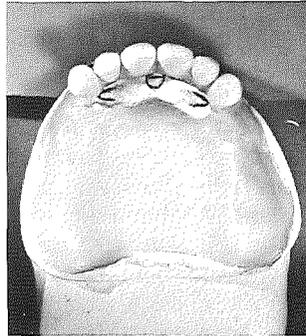


Abb. 269. Obere seitliche Schneidezähne aufgestellt

vergierend (Abb. 270). Von approximal gesehen, verlaufen sie bei den mittleren Schneidezähnen leicht nach ventral geneigt, bei den seitlichen Schneidezähnen lotrecht und bei den Eckzähnen leicht nach lingual geneigt. Alle unteren Frontzähne schließen mit den Schneiden bzw. Kauspitzen mit der Kauebene ab oder überragen diese ganz geringfügig um etwa 0,5 – 1 mm.

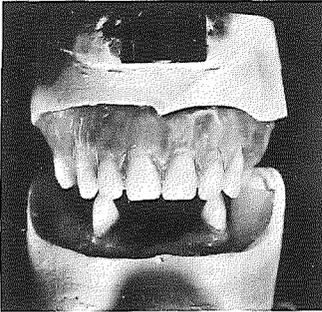


Abb. 270. Untere Frontzähne aufgestellt

8.9 Aufstellung der Seitenzähne

Auch die Seitenzähne müssen wegen der Statik und der Ästhetik den Platz einnehmen, den die natürlichen Zähne innehatten. Allerdings ist es schwieriger, auf dem Modell Anhaltspunkte dafür

zu finden, wo die natürlichen Zähne gestanden haben. Am ehesten helfen hier Transversalschnitte durch Modelle von vollbezahnten Kiefern weiter. Man erkennt darauf, daß die tragenden bukkalen Höcker der unteren Seitenzähne vestibulär von der Kammitte, die zentralen Fossae lingual von der Kammitte liegen (Abb. 271). Entsprechend werden die künstlichen Zähne aufgestellt, wenn die Extraktionen gerade eben erst durchgeführt wurden und der Alveolarfortsatz noch seine volle Größe hat (Abb. 272). Statisch läßt sich die Situation dann wie folgt analysieren.

Abb. 271. Lage der zentralen Höcker und Fossae zum Kieferkamm (Umzeichnung nach Modell-Transversalschnitt)

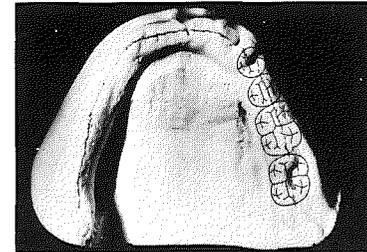
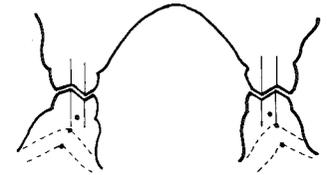


Abb. 272. Stellung der Seitenzähne unmittelbar nach Extraktion im Unterkiefer. Kammitte verläuft zwischen zentralen Höckern und Fossae.

Die palatinalen Höcker der Antagonisten finden bekanntlich ihre Stops in den zentralen Fossae der unteren Seitenzähne. Die Kräfte, die von ihnen ausgehen, treffen somit in der Projektion in den Bereich lingual der Kammitte. Die Prothese wird dadurch auch auf der Gegenseite auf den Kamm gedrückt. Die Kräfte, die von den tragenden Höckern der unteren Seitenzähne selbst ausgehen, werden zwar auf den vestibulär von der Kammitte liegenden Teil des Alveolarfortsatzes übertragen, doch bleibt dies aus verschiedenen Gründen ohne Nachteile. Erstens liegt der Höcker in der

Projektion nur minimal von der Kammitte entfernt, zweitens wird bei korrekter Verzahnung vom palatinalen oberen Höcker eine Kompensation ausgeübt, und drittens ist die Gefahr des Abkippens auf der Gegenseite bei noch gut erhaltenem Alveolarfortsatz gering.

Gänzlich falsch ist es, wenn die Zähne so weit nach vestibulär gestellt werden, daß die zentralen Fossae der unteren Zähne in der Projektion vestibulär von der Kammitte liegen. Durch die Belastung unvermeidbare Resilienz kommt es dann zum Abheben der Prothese auf der Gegenseite.

Auf den Transversalschnitten erkennt man weiter, daß der Alveolarfortsatz nach lingual geneigt ist. Verliert er durch Knochenabbau an Höhe, so verlagert sich die Kammitte zwangsläufig nach außen. Dieser Vorgang wird durch den Umstand verstärkt, daß vestibulär die linea obliqua verläuft, die dem Abbau offensichtlich mehr Widerstand entgegengesetzt als die linguale Alveolarwand.

Denkt man sich nun den künstlichen Zahn an gleicher Stelle, so steht mit dem Weiterwerden des Unterkiefers bei mittlerem Knochenabbau dessen bukkaler Höcker über der Kammlinie (Abb. 273), bei starkem Abbau steht er lingual von ihr (Abb. 274). Statisch ist dies außerordentlich günstig. Es wird nicht empfohlen, mit der Vergrößerung des knöchernen Zahnbogens auch den der künstlichen Zähne zu vergrößern. Das würde zur Folge haben, daß entweder ein Kreuzbiß im Seitenzahnbereich aufgestellt wird oder im Oberkiefer der Zahnbogen auch vergrößert wird. Die Vergrößerung des Zahnbogens im Oberkiefer sollte vermieden werden, weil hier die statische Situation ungünstiger ist. Durch die Abbauvorgänge verlagert sich die Kammlinie nach palatinal, der knöcherne Zahn-

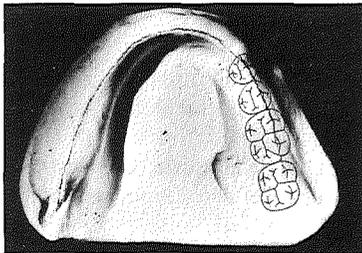


Abb. 273. Stellung der Seitenzähne nach mittlerem Abbau des Alveolarknöchens im Unterkiefer. Zentrale Höcker stehen über der Kammlinie.

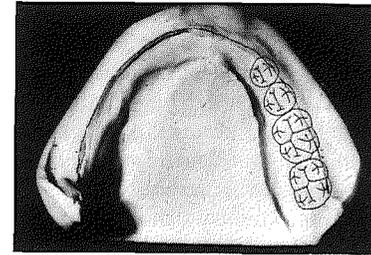


Abb. 274. Stellung der Seitenzähne im Unterkiefer nach starkem Abbau des Alveolarknöchens. Zentrale Höcker liegen lingual von der Kammlinie

bogen wird kleiner. Die künstlichen Zähne stehen dann leicht vestibulär von der Kammitte, wenn sie den Platz der natürlichen einnehmen. Dieser statische Nachteil wird jedoch durch die große Auflagefläche und die damit vergrößerte Adhäsion kompensiert. Außerdem darf man bei der Erörterung der Statik die Richtung der funktionellen Belastung nicht vernachlässigen. Bislang wurde die Stellung der tragenden Höcker jeweils nur in der senkrechten Projektion zur Kammlinie gesehen. In der Funktion aber haben wir es weniger mit rein senkrechten Belastungen zu tun, vielmehr gleitet bei der Arbeitsbewegung der zentrale Höcker von lateral oder ventral her in das Arbeitsfeld hinein. Die Richtung der Kaukräfte ist somit im Oberkiefer nach schräg innen oben (Abb. 275) und im Unterkiefer nach schräg unten außen gerichtet (Abb. 276). Offensichtlich ist es kein Zufall, daß die Natur den Alveolarfortsätzen die entsprechende Neigung gegeben hat. Somit wird deutlich,

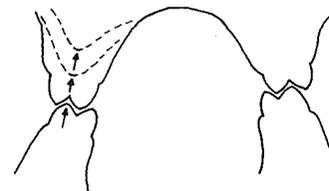


Abb. 275. Bewegung des zentralen unteren Höckers in die zentrale obere Fossa.

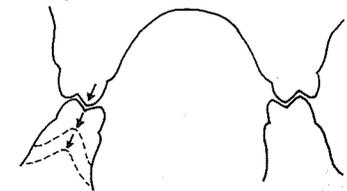


Abb. 276. Bewegung des oberen zentralen Höckers in die zentrale untere Fossa.

daß auch nach Knochenabbau und Veränderung der knöchernen Unterlage der Kaudruck auf die Kammitte gerichtet bleibt, wenn die künstlichen Zähne den Platz der natürlichen einnehmen.

Damit die Seitenzähne zu einem harmonischen Kauflächenkomplex zusammengefügt werden können, gehört zum Biokop eine Aufstellmatrize, mit deren Hilfe die unteren Zähne aufgestellt werden, indem man sie mit den Höckern unter die Matrize stellt (Abb. 277). Die in hartem Wachs befestigten unteren Zähne dienen ihrerseits dann als Matrize für die oberen (Abb. 278). Bei sorgfältigem Vorgehen und Verwendung der Gnathotyp-Zähne lassen sich dabei mit Regelmäßigkeit 18 – 21 Kontakte erzielen (Abb. 279).

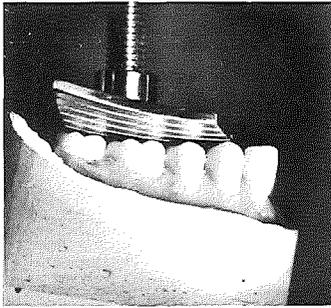


Abb. 277. Untere Seitenzähne mit Hilfe der Aufstellmatrize aufgestellt

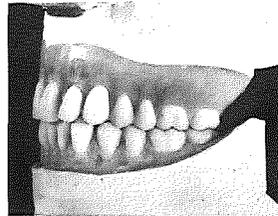


Abb. 278. Aufstellung fertig

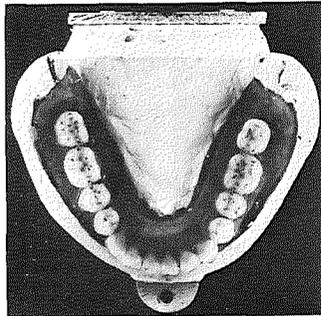
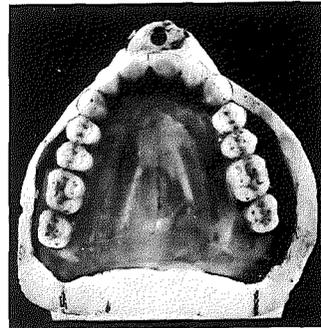


Abb. 279. Kontaktpunktmuster nach Aufstellung



Diagonale Äquilibration: Die Einbeziehung der Funktion in die Betrachtung führt noch zu weiteren Konsequenzen. Da die Frontzähne im Scherenbiß aufgestellt sind, wirken auf die oberen in der Funktion immer stark nach horizontal-ventral gerichtete Kräfte. Das führt schließlich zum Abkippen der Prothesen dorsal. Bei entsprechenden Belastungen im Eckzahnbereich links entstehen starke Zugkräfte im Tuberbereich rechts, und umgekehrt. Wenn gleich bei günstigen anatomischen Verhältnissen durch gute Abdichtung dorsal ein Abkippen zunächst vermieden werden kann, so ist es doch nur eine Frage der Zeit, wann die Zugkräfte nicht mehr durch Adhäsion kompensiert werden können. Es muß daher angestrebt werden, auf andere Weise als durch Adhäsion dem Abhebeln entgegenzuwirken. Es muß angestrebt werden, daß z. B. in der Arbeitsstellung links (Abb. 280) ein Kontakt im Molarenbereich rechts erhalten bleibt, ein Balancekontakt (Abb. 281). Bei normaler Verzahnung kann dieser nur auf Mediotorsionsfacetten zustande kommen, und zwar auf dem inneren Abhang des mesio-palatalen Höckers der oberen Molaren und auf dem inneren Abhang der disto-bukkalen Höcker der unteren Molaren. Erreichen läßt sich dies nur, wenn zuvor eine entsprechende Transversalkurve aufgestellt wurde und wenn bei der Aufstellung sorgfältig darauf geachtet wurde, daß der obere mesio-palatale Höcker auch tatsächlich exakt in die untere zentrale Fossa greift. Leider unterbleibt dies allzu oft. Wegen der direkten Übersichtlichkeit und Zugänglichkeit von vestibulär wird zwar hier auf eine gute Verzahnung geachtet, während man sich nicht die Mühe macht, die palatale Höcker-Fissuren-Beziehung zu überprüfen.

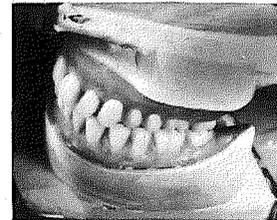


Abb. 280. Arbeitsstellung

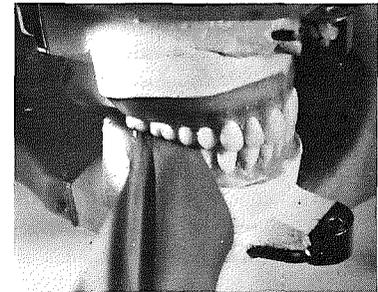


Abb. 281. Balancekontakte

8.10 Ausmodellieren der Wachsprothesen

Damit sich die Schablonen nicht vom Modell lösen, werden sie am besten am Rand mit Wachs angeschmolzen. Im Bereich der Zahnhäse erhitzt man zunächst das vorhandene Wachs, damit Lufteinschlüsse und brüchige Stellen, die von der Aufstellung her rühren, beseitigt werden. Anschließend wird lingual wie vestibulär interdental und an den Zahnhäsen Wachs im Überschuß aufgetragen (Abb. 282). Noch ehe dieses Wachs auf Zimmertemperatur ab-



Abb. 282. Ausmodellieren der Prothese: Wachs im Überschuß aufgetragen

gekühlt ist, also fest und spröde wird, schneidet man an den Zähnen arkadenförmig entlang, wobei das Wachsmesser in spitzem Winkel zum Zahn gehalten wird. Auch im Interdentalraum ändert man die Haltung des Messers nicht, nur schwenkt man hier jeweils in die neue Richtung um (Abb. 283). Selbst mit Erfahrung wird es nicht gelingen, mit dem ersten Schnitt die endgültige Form zu erzielen. Nach wiederholtem stellenweisem Nachschneiden wird schließlich der gewünschte Verlauf des künstlichen Gingivalsaumes und der künstlichen Papille erreicht.

Die zurückbleibende Schnittfläche ist natürlich unterschiedlich dick. Sie wird auf eine annähernd gleichmäßige Breite von etwa 1 mm reduziert. Mit der Bürste rundet man die Übergänge ab. Die juga alveolaria werden leicht angedeutet (Abb. 284). Die zirkuläre Rinne als Negativform des am Patienten gewonnenen Funktionsrandes muß vollständig ausgefüllt sein. Damit die Prothese unter der Gaumenwölbung überall die gleiche Stärke hat und das natür-



Abb. 283. Ausmodellieren der Prothese: arkadenförmiger Schnitt entlang der Zähne

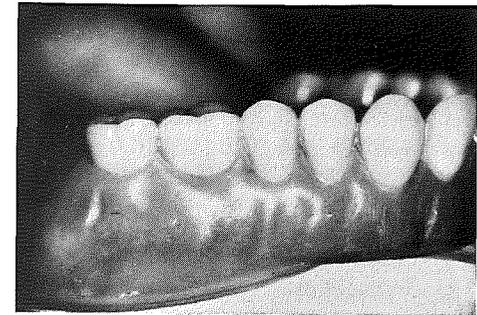


Abb. 284. Modellation vestibulär fertig

liche Gaumenrelief nachgebildet wird, schneidet man die Wachsplatte heraus und ersetzt sie durch eine Kunststoffschablone (Abb. 285).

Diese wird durch Erwärmen plastisch gemacht, adaptiert und mit der übrigen Basis verschmolzen. Ist die fibröse Medianzone besonders unnachgiebig oder liegt gar ein torus palatinus vor, so legt man die Prothese in der am Patienten durch Abtasten ermittelten Ausdehnung hohl, indem man vor dem Einlegen der Schablone auf das Modell eine Zinnfolie von etwa 0,3 mm aufklebt. Durch das Hohllegen soll vermieden werden, daß die Prothese „reitet“ und ihr Sitz durch Schaukelbewegungen beeinträchtigt wird.

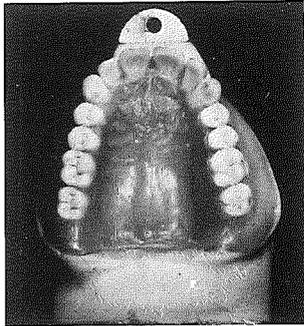


Abb. 285. Gaumenschablone palatinal eingelegt

8.11 Herstellung der Prothesen in Kunststoff

Zum Überführen der Wachsform in Kunststoff wird die fertig modellierte Prothese auf dem Modell in eine Kuvette eingebettet, und zwar in das Oberteil. Das Modell wird so plaziert, daß seine Oberkante etwa in Höhe des Kuvettenrandes liegt. Noch ehe der zum Einbetten verwendete Gips erhärtet ist, wird dessen Oberfläche mit dem nassen Finger sorgfältig geglättet. Gleichzeitig werden die Ränder der Kuvette von Gipsresten gesäubert (Abb. 286). Vor dem Anfertigen des Gegengusses (Konter) wird die gesamte Gipsoberfläche mit Talkum oder Kisol isoliert. Nach Erhärten des Konter wird die gesamte Kuvette im Wasserbad erwärmt, damit das Wachs im Inneren so weit erweicht wird, daß sich die Kuvette wieder öffnen läßt. Ein zu starkes Erhitzen muß dabei unbedingt vermieden werden, damit das Wachs nicht verflüssigt wird und in die

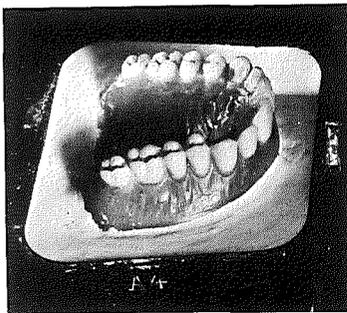


Abb. 286. Obere Prothese eingebettet

Gipsoberfläche eindringt. Nach dem Öffnen der Kuvette wird das plastische Wachs in seiner Hauptmasse entfernt, die Reste werden mit kochendem Wasser abgebrüht (Wasserstrahl aus dem Boiler oder automatisches Ausbrühgerät). Dabei muß dafür Sorge getragen werden, daß möglicherweise sich lösende Zähne nicht verloren gehen können. Nach dem Abdampfen der hochkant gestellten Kuvettenhälften werden die noch heißen Gipsoberflächen mit einem geeigneten Mittel gegen Kunststoff isoliert.

Bei dem Kunststoff, der den Raum ausfüllen soll, den das Wachs eingenommen hatte, handelt es sich überwiegend um ein Akrylat (Methacrylsäuremethylester), das in Form von Pulver (Polymeres) und Flüssigkeit (Monomeres) geliefert wird. Diese beiden Substanzen werden in einem gut verschließbaren Porzellangefäß im Verhältnis von 3 : 1 (3 Teile Pulver : 1 Teil Flüssigkeit) vermischt. Am besten streut man das Pulver in die Flüssigkeit. Nach kurzem intensiven Durchspateln läßt man den Teig eine Zeit lang aufquellen (siehe Gebrauchsanweisung). Während dieser Zeit muß das Gefäß verschlossen bleiben, damit ein Verdunsten von Monomerem vermieden wird.

Beim Einlegen des Kunststoffteiges in die kalte Kuvette muß jede Berührung mit der Hand vermieden werden. Man nimmt den Kunststoff, der nach ausreichender Anquellzeit keine Fäden mehr zieht und auch nicht mehr an der Wandung klebt, mit dem Spatel aus dem Gefäß und bringt ihn in jene Kuvettenhälfte, in der sich die Zähne befinden. Dort wird er mit Polyäthylenfolie überdeckt und verteilt. Zum Probepressen bleibt die Folie auf dem Kunststoff. Der Preßdruck darf nur langsam gesteigert werden, damit der Kunststoff Zeit hat, sich in der Form zu verteilen. Dabei fließt auch Material zwischen die beiden Kuvettenhälften und tritt außen hervor. Das Austreten oder Vorhandensein einer solchen Preßfahne besagt aber noch nicht, daß im Inneren genügend Masse vorhanden ist.

Ein ausreichend verdichteter Kunststoff läßt sich nur daran erkennen, daß er unter der Folie eine hochglänzend rosa Farbe hat. Man öffnet also nach dem ersten Probepressen die Kuvette und überprüft die Dichte. Bei matter, milchiger Oberfläche oder bei Minusstellen wird noch einmal probegepreßt, bei hochglänzender Oberfläche entfernt man die Folie sowie die Preßfahne, legt noch ein wenig Kunststoffteig nach und schließt die Kuvette endgültig. Von neuem wird dann langsam gepreßt, bis die Kuvette geschlos-

sen ist. Zur Polymerisation wird die Kuvette in einem Bügel eingespannt und in einen Drupo (Druckpolymerisationskessel) gebracht, in dem sich handwarmes Wasser befindet. Mit Preßluft wird im Drupo ein atmosphärischer Überdruck von 2 atü erzeugt. Das Wasser im Drupo wird langsam auf 70 °C erhitzt. Diese Temperatur wird etwa 30 Minuten lang gehalten. Danach läßt man die Temperatur auf 100 °C steigen und hält sie wiederum etwa eine halbe Stunde. Damit ist die Polymerisation beendet. Die Abkühlung hat möglichst langsam zu erfolgen. Will man die inneren Spannungen reduzieren, darf die Kuvette erst nach 2 – 3 Stunden in kaltes Wasser gelegt werden.

Das beschriebene Polymerisationsverfahren zeichnet sich durch leichte Handhabung aus, die Genauigkeit des entstandenen Objektes läßt aber zu wünschen übrig. Vorwiegend drei Faktoren beeinträchtigen das Endprodukt: die Preßfahne, die Polymerisations-schrumpfung und die thermische Kontraktion. Die Preßfahne führt zur Bißerhöhung, die beiden Kontraktionen zu Spannungen im Kunststoff, die sich erst lösen, wenn die Prothesen ausgebettet sind.

Die beschriebenen Ungenauigkeiten können nur ausgemerzt werden, wenn man andere Verarbeitungsverfahren anwendet. Preß-fahren kann man verhindern, wenn mit Wall eingebettet wird oder wenn man den Kunststoff in geschlossene Kuvetten preßt oder spritzt. Die Polymerisationsschrumpfung läßt sich nur dadurch kompensieren, daß während der Polymerisation aus einem Reservoir Kunststoff nachgepreßt wird. Das Pressen in geschlossene Kuvetten und das Nachpressen sind realisiert im Luxene- und Ivocapverfahren.

Die Ausarbeitung der fertigen Prothese beginnt man mit der Fräse, mit welcher Preßfahnen und grobe Überschüsse entfernt werden. Für das Einebnen der Oberfläche eignet sich Sandpapier im Sandpapierhalter. Die Phase der Politur leitet man ein mit gewachstem Schmirgel, mit dem schon ein matter Glanz erreicht wird. Den Hochglanz erzielt man mit Schwabbel und Polierpaste.

SACHVERZEICHNIS

- Abdruck
 - Alginat- 66
 - Doppelmisch- 93
 - Funktions- 180
 - Gesamt- 84
 - Gips 69
 - Ivotray- 177
 - Korrektur 88
 - Kupferring- 78
 - Sandwich- 96
 - Schachtel- 84
 - Situations- 172
 - Über- 84
- Äquator
 - anatomischer 141
 - prothetischer 147
- Äquilibrierung, diagonale 195
- Anatomie, okklusale 30
- Approximalraum 18
- Artikulation 44
- Aufstellung
 - Frontzähne 186 – 190
 - Seitenzähne 190 – 195
- Ausarbeiten von Kronen 105
- Autopolymerisat 82
- Bennettwinkel** 41
 - Lateralbewegung 41
- Bewegungen 38
 - Arbeits- 44
 - Balance- 44
 - Grenz- 44, 48
 - Lateral- 41
 - Retral- 43
 - Rotations- 38
 - Scharnier- 38
 - Schließ- 42
 - Vorschub- 39
- Bewegungsfeld 44
- Bios-System 152
- Biß
 - Distalbiß 29
 - Kopfbiß 29
 - Kreuzbiß 29
 - Mesialbiß 29
 - Scherenbiß 28
 - Überbiß 28
- Bißnahme 169
 - nach Hromatka 181
 - provisorische 176
- Bißschablone 169
- Bonwill'sches Dreieck 42, 44
- Brücke
 - Anker 122
 - Endpfeiler- 122
 - Freiidbrücke 122
 - – einspannige 122
 - – mehrspannige 122
 - Körper 122
 - Pfeiler 122
 - Schwebe- 122, 123
 - Verblend- 122
- Camper'sche Ebene 39
- Dentin** 14
 - primäres 15
 - sekundäres 15
 - wunde 14
- Dentition 11
- Desmodont 15
- discus articularis 36
- Distalbiß 29
- dowel-pin 83
- Druckknopfanker 158
- Durchbruchzeiten 11
- Einbetten 102
- Facetten**
 - Arten 62
 - Laterotorsions- 63
 - Mediotorsions- 63
 - Protrusions- 63
 - Retrusions- 63
- Feld
 - Arbeits- 44
 - Balance- 44
 - Bewegungs- 44
- Flußmittel 125
- foramen magnum 36
- fovea articularis 36

- free-way-space 176
 Frontzahnstufe, sagittale 29
 Fundamentwaage nach Böcker 185
- Galvanisieren** 82
Gaumenfaltenmuster 186
Gebiß
 – Befunde 129
 – bleibendes 11
 – Milch- 11
 Geschiebe 157
 Gießen 102
 Gußstift 102
- Hochglanzpolitur** 105
Höckerkontakte 31
- Kaumuskeln, akzessorische** 43
Kiefergelenk, Aufbau des 36
Klammern
 – Ney- 142 – 151
 – gebogene 153 – 155
 – Guß- 142
Klassifikationen von Gebißfunden
 – Eichner 130
 – Kennedy 129 f.
 – Körber 133
Kondylenbahnwinkel
 – lateraler 41
 – sagittaler 39
Kondylus 36
Kopfbiß 29
Kreuzbiß 29
Krone
 – Band- 73
 – Mantel- 73, 111
 – Porzellan- 73
 – Stift- 113
 – Teil- 73
 – Teleskop- 73
 – Verblend- 73, 105
 – Vollguß- 73
Kronenflucht 25
Krümmungsmerkmal 16
 – umgekehrtes 22
Kunststoff-Verblendung 109
- Löffel, individueller** 173
- Löten** 124
Lötmittel 124
- m.**
 – digastricus 39
 – masseter 42
 – mylohyoideus 39, 43
 – pterygoideus lateralis 40
 – pterygoideus medialis 42
 – temporalis 42, 43
 mm., suboccipitales 43
Mesialbiß 29
Modell 66
 – Funktions- 181
 – Meister- 85
 – Säge- 96
 – Situations- 172
 – Stumpf 80
Modellgußbais 162
Modellieren
 – Kronen 99
 – Totale Prothese 196
 – Tropftechnik 52
 – Zwischenglied 123
Muffel 102
 – Teller 102
- Neutrallage** 28
- Okklusion** 28
Okklusionskurve
 – sagittale 30
 – transversale 30
- Parallelometer** 141
Parodontium, abnehmbares 96
Pfeilwinkelregistrat 183
Polieren 105
Posselt'sches Diagramm 51
Präparationsgrenze, erkennbare 75
Progenie 29
Prothese
 – Basis 136
 – definitive 168
 – Kunststoff- 168
 – partielle 129
 – Statik 159
 – Totale 172
- Provisorien** 168
- Registriergerät** 183
Retentionsringe 92
Rillenschleifer 74
Ruheabstand 176
Ruheschwebe 176
- Sattel**
 – Dynamik 134
 – Freund- 134
 – Schalt- 134
 – Verbindung von Sätteln 136
Scherenbiß 28
Schluckbißnahme 181
Schmelzofen 104
Schmelzreservoir 102
Schneidezahnführungswinkel
 – lateraler 42
 – sagittaler 39
Sharpey'sche Fasern 15
Steg 155
 – Gelenk 155, 156
 – genormter 155
 – Geschiebe 155, 156
 – individueller 155
Stiftaufbau 134
Stop 31
- Teleskope** 158
Thomes'sche Fasern 14
Transferkäppchen 86
tuberculum articulare 36
tuberculum carabelli 23
- Überbiß** 28
- Verankerung** 139
Verlorener Kopf 102
Verkupferung 81
Versilberung 81
Vestibulumdistanz 175
Vorpolitur 105
Vorwärmofen 104
- Wachs**
 – Abdruck 117
 – Guß 116
Winkelmerkmal 19
Wurzelinlay 119
- Zahn**
 – Bogen 16
 – Hartschmelz 13
 – Schmelz 13
Zement 14
Zungenbeinmuskeln 39, 43