

Hans-Dieter Uebe

**Handbuch des
Kronen- und
Brückenersatzes**

Grundwissen für Zahntechniker

Handbuch des Kronen- und Brückenersatzes

Zfm. Hans-Dieter Uebe



Verlag Neuer Merkur

Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek

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

© 1996/2013 Verlag Neuer Merkur GmbH
Verlagsort: Postfach 60 06 62, D-81206 München

Alle Urheberrechte vorbehalten. Vervielfältigungen bedürfen der besonderen Genehmigung.

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

Alle in dieser Veröffentlichung enthaltenen Angaben, Ergebnisse usw. wurden vom Autor nach bestem Wissen erstellt und von ihnen und dem Verlag mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Gleichwohl sind inhaltliche Fehler nicht vollständig auszuschließen. Daher erfolgen alle Angaben ohne jegliche Verpflichtung oder Garantie des Verlages oder des Autors. Sie garantieren oder haften nicht für etwaige inhaltliche Unrichtigkeiten (Produkthaftungsausschluss). Im Text sind Warennamen, die patent- oder urheberrechtlich geschützt sind, nicht unbedingt als solche gekennzeichnet. Aus dem Fehlen eines besonderen Hinweises oder des Zeichens ® darf nicht geschlossen werden, es bestehe kein Warenschutz.

Grundwissen für Zahntechniker Band 13
Hans-Dieter Uebe
Handbuch des Kronen- und Brückenersatzes
10. Auflage 2013
ISBN 978-3-929360-09-7

Titelgestaltung: Peter Hänsler
Druck: Kessler Druck+Medien, Bobingen

Vorwort zur 8. Auflage

Der augenblickliche Stand der Technik machte es erforderlich, einige Ergänzungen im Text, wie z. B. bei der Modellherstellung und den Gießgeräten, vorzunehmen. Auch wurden in dieser Auflage einige Bilder ausgetauscht sowie die Schere dort angesetzt, wo Themen oder Techniken inzwischen nicht mehr aktuell waren und herausgenommen werden mußten.

Für die Vorbereitung und Durchführung dieser neuen Auflage sage ich dem Verlag Neuer Merkur GmbH, München, meinen herzlichen Dank.

Hohengehren, im Frühjahr 1996

Hans-Dieter Uebe

Vorwort zur 7. Auflage

Auch diese überarbeitete Auflage des Kronen- und Brückenersatzes ist ein Kompendium geblieben, ohne den Anspruch zu erheben, alle Teilbereiche aus dem festsitzenden Zahnersatz angesprochen zu haben.

Für den Auszubildenden im Zahntechniker-Handwerk soll dieses Buch weiterhin als berufsbegleitende Literatur Grundwissen vermitteln, auf dem aufgebaut werden kann. Spezifische Fachbücher über Kauflächengestaltung, Werkstoffkunde der Metalle und Nichtmetalle, keramische Schichttechniken, u. v. a., können mit dem Grundwissen dieses Handbuches dem Lernenden das notwendige Rüstzeug für seinen beruflichen Lebensweg vermitteln. Hier verweise ich besonders auf die aus gleichem Verlag kommende umfangreiche Fachliteratur.

Zu den Kapiteln 32. Stiftkronenersatz und 33. Fingerhutkrone sei dem Autor der Hinweis gestattet, daß diese Kronenausführungen in der täglichen Patientenversorgung äußerst selten geworden sind, da sich inzwischen Alternativen anbieten, denen aus vielerlei Gründen der Vorzug gegeben wird. In der „Empfehlung zur Durchführung der Gesellenprüfung im Zahntechniker-Handwerk“ (VDZI, Stand: 10/91) ist der „Stiftzahn mit gegossener Wurzelkappe und Rückenschutzplatte“ jedoch noch enthalten. Auch Variationen dieses „Stiftzahnes“ als „gegossene Wurzelstiftkappe mit Aufbau“ gehören noch zur Aufgabenstellung von Gesellenprüfungen. Dem ZT-Azubi soll deshalb mit diesen beiden Kapiteln in seiner Prüfungsvorbereitung ein Nachschlagen angeboten werden.

Dem Verlag Neuer Merkur sage ich für die Gestaltung dieser neuen Auflage meinen besonderen Dank.

Hohengehren, im Juli 1992

Hans-Dieter Uebe

Vorwort zur 1. Auflage

Das umfangreiche Gesamtgebiet der Zahnersatzkunde und dessen Hauptgebiete, wie Prothetik, Kieferorthopädie, Keramik, Modellgußtechnik und Kronen- und Brückenersatz, die alle wieder in viele Spezial- und Grenzgebiete aufgeteilt werden können, wurde in den vergangenen zwei Jahrzehnten durch eine ständig fortschreitende Entwicklung immer umfangreicher und vielseitiger.

Es liegt in der Natur der Sache, daß mit diesen wachsenden Aufgabengebieten auch die an den Zahntechniker gestellten Anforderungen steigen mußten. So ist es verständlich, daß die in den zurückliegenden vier bis sechs Jahrzehnten veröffentlichten umfangreichen Werke zahnärztlich-prothetischer Fachliteratur, die auch dem Zahntechniker eine wertvolle Hilfe waren, seit einigen Jahren als getrennte Schriften obengenannter Hauptgebiete erscheinen.

Die Zahnersatzkunde, als prophylaktische und therapeutische Maßnahme ein zur Selbstverständlichkeit gewordener Bestandteil der Gegenwart, verlangt vom Zahntechniker neben einem rein handwerklichen Können auch ein umfangreiches theoretisches Wissen, damit die von ihm gefertigten Arbeiten, eingegliedert in einen lebenden Organismus, in ihrer genannten Aufgabe auch funktionell wirksam werden können.

Das in diesem Buch zusammengefaßte Thema „Kronen- und Brückenersatz“ soll hauptsächlich zur Ergänzung von Demonstrationen und Übungsarbeiten dienen und zu einer sinnvollen Verbindung zwischen praktischer und theoretischer Ausbildung beitragen.

Wenn hier auch über die verschiedenen Stumpfpräparationen berichtet wird, so nur allein deshalb, um die bei Prüfungs- und Übungsarbeiten vom Lernenden selbst zu fertigenden Präparationen wirklichkeitsnah und damit für die zu erstellenden Kronen- und Brückenarbeiten sachgerechten Voraussetzungen zu ermöglichen.

Im übrigen beabsichtigte der Autor nicht, durch eine Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen bzw. Indikation und Kontraindikation, die eine oder andere Arbeitsmethode oder Kronenkonstruktion abzulehnen, sondern nur lehrend auf gegebene Möglichkeiten hinzuweisen. Darüber hinaus sollten seine Ansichten, Überlegungen und Empfehlungen nicht als allgemein gültige Regel betrachtet werden, denn der systematisch-wegweisende Charakter ist die Hauptaufgabe eines Lehrbuches. Allen Firmen der Dental-Industrie, die mir durch die Überlassung von Abbildungen und Klischees bei der Vervollständigung dieses Werkes geholfen haben, sage ich an dieser Stelle meinen besonderen Dank.

Dank sagen möchte ich auch dem Verlag Neuer Merkur GmbH, München, für seine Aufforderung, aus meinem seit längerer Zeit im Unterricht bewährten Kompendium des Kronen- und Brückenersatzes dieses Buch zu entwickeln sowie ganz besonders für die Mühe und Sorgfalt bei Drucklegung und Ausstattung.

Esslingen, im Juli 1968

Hans-Dieter Uebe

INHALTSVERZEICHNIS

Teil I

Geschichtliches	13
------------------------------	----

Teil II

Kronenersatz

Definition	31
Nutzeffekt des Kronenersatzes	31
Indikation und Kontraindikation	32
Unterteilung des Kronenersatzes	33
Die temporäre Stumpfversorgung	35

Teil III

Die Technik der Kronenherstellung

1. Die Präparation der Zahnkronen zu Stümpfen	37
2. Das Abformen präparierter Zahnstümpfe	38
Korrekturabdruck	38
Doppelabdruck	38
Doppelmischabdruck	38
Einphasenabdruck	39
3. Modellstumpferstellung	39
4. Dowel-Pins und Parallelführungshalter	41
5. Sägeschnittmodelle als Arbeitsunterlagen	44
Die Zahnfleischmaske	45
6. Pin-Bohr-Systeme	47
7. Modelle mit Trennsockel	49
Die Magnet-Splitcastform	49
8. Einphasige Präzisionsmodelle	60
8.1 Das model-tray-System	60
8.2 Das BEGO-Split-Modell-System	63
8.3 Das Accutrac-Präzisions-Modell-System	64
8.4 Das Zeiser-System	64
8.5 Das Fix-Pin-Modellsystem	66
8.6 Modell-Steckverbindungen	68
9. Isolieren von Modellstümpfen	69

10.	Wachsbehandlung	70
11.	Kunststoffkappchen im Tiefziehverfahren	73
12.	Die Bedeutung der approximalen Kontaktpunkte am festsitzenden Zahnersatz	75
	Approximale Kontaktzonen	75
	Biologische Bedeutung der approximalen Kontaktpunkte	75
	Statische Bedeutung der approximalen Kontaktpunkte	77
	Sphärische Approximalkontakte	78
13.	Das Anbringen von Gußkanälen	80
	Allgemeine Grundregeln	80
	Mindestgröße eines verlorenen Kopfes	81
	Gußkanalsystem für Aufbrennlegierungen	83
	Lage des Gußobjektes in der Gußmuffel	84
	Siphonartige Formgebung des Gußkanals	85
	Luftabzugskanäle	85
	Der Balkenguß	86
	Das Plastic-Tri-Set-System	87
	Das Casting-System	90
14.	Wachsentension	91
15.	Oberflächenentension	92
16.	Einbettungsverfahren	94
16.1	Einfache Einbettung; ohne Kern	94
16.2	Kerneinbettung; zweizeitige oder Zwei-Phasen-Einbettung	95
16.3	Vakuumeinbettung	96
17.	Wachsausschmelzen	99
	Wärmebehandlung der Gußformen	100
18.	Aufheizen, Vorwärmen, Haltezeiten	101
	Die Lage der Gußmuffeln im Vorwärmofen	102
	Aufheizprogrammierungen, Haltestufen	103
19.	Schmelzverfahren, verschiedene	104
	Das Schmelzen in der Tiegelschleuder	104
	Die Vorteile der Tiegelschleuder	105
	Das Schmelzen mit der offenen Flamme	106
20.	Gußmethoden	108
20.1	Schleuderguß	108
	Bedienung der Tiegelschleuder	109
20.2	Vakuum-Druck-Gießverfahren	113
	Vakuum-Druckgießgerät CL-G, CL-G 77 M, CL-G 94	114
	Vakuum-Druckgießgerät CL-G 2002	117
	Tri-Caster-Gußmaschine	119
21.	Das Abkühlen und Ausbetten der Gußmuffeln	120
22.	Das Absäuern und Glanzstrahlen	122
	Das Glänzen durch Strahlen	122
23.	Das Löten	123
	Lötpalt und Lötfrage	124
24.	Einbettungs- und Löttechnik von Brückenteilen	125

24.1	Notwendige Vorarbeiten	125
24.2	Einbettung	125
24.3	Das Vorwärmen	127
24.4	Das Löten	127
25.	Das Polieren	128
25.1	Bedeutung der Politur	128
25.2	Die Technik des Polierens	129
25.3	Die Ultraschall-Reinigung	130
25.4	Das Dampfstrahlen	131

Teil IV

Kronenarten		133
26.	Vollgußkronen	133
	Indikation	133
	Vor- und Nachteile	133
	Formen der Präparationsgrenze	134
	Die supragingivale Präparationsgrenze	136
	Die Wachsmodellation	136
27.	Inlays und Onlays	138
	Kastenpräparation	138
	Slice-Cut oder Scheibenschnittpräparation	138
	Das Galvano-Inlay	140
	Das Keramik-Inlay	140
	Das Composite-Inlay	141
	Fehlermöglichkeiten einer Gußfüllung	142
	Direkte Gußfüllung	143
	Indirekte Gußfüllung	143
	Vor- und Nachteile der Gußfüllung	143
	Indikationen und Kontraindikationen	144
	Die Inlaybrücke	144
	Das MOD-Onlay	145
28.	Halb- und Dreiviertelkronen	150
	Definition	150
	Indikation und Kontraindikation	151
	Einteilung der Teilkronen	151
29.	Verblendkronen	152
	Definition	152
	Indikation und Kontraindikation	152
30.	Verblendtechnik durch Metall-Keramik	155
	Präparationsempfehlungen	158
	Modellierhinweise	159
	Gestaltungsmöglichkeiten von Kronengerüsten im Front- und Seitenzahnbereich	160

	Gestaltungsmöglichkeiten für Brückenzwischenlieder	161
	Einbetten der Wachskerüste	162
	Schmelzen und Gießen	163
	Ausarbeiten der Metallgerüste	164
	Löten, Ofenlötung	164
	Oxidation der Gerüste	165
	Verarbeitung von Deckgold	165
31.	Mantelkronen	167
	Präparation des Zahnstumpfes	167
	Besondere Merkmale der Mantelkronen	168
	Indikation	168
	Kontraindikationen	170
	Die Renaissance der Mantelkrone	171
	Dicor Glaskeramik	171
	Das IPS Empress System	172
	VITA In-Ceram	172
32.	Stiftkronen	173
	Indikation und Kontraindikation	173
	Die Präparation der Wurzeloberfläche	174
	Die Wurzelstifte	174
	Angußfähige Wurzelstift-Legierungen	175
	Kappen-Stiftkronen	175
	Die Gußkappenstiftkrone	176
	Die Fingerhutstiftkrone	177
	Der Wurzelstiftaufbau mit Verblendkrone	177
	Wurzelstiftaufbauten, verschiedene	177
33.	Die Fingerhutkrone	180
	Indikation und Kontraindikation	180
	Gestaltung der Fingerhutkappe	180
	Fingerhutzwischenglieder	183

Teil V

Brückenersatz	185
I. Definition	185
II. Indikation und Kontraindikation	185
III. Nutzeffekt des Brückenersatzes	186
IV. Anforderungen an eine Brücke	187
V. Einzelelemente der Brücke	187
VI. Einteilung nach der örtlichen Verteilung der Pfeiler	188
a) Endpfeilerbrücken	188
b) Freipfeilerbrücken	188
Pfeileranordnung im Brückenverband	188
VII. Einteilung nach der Gestaltung des Brückenkörpers	189
1. Hängebrücken	189
a) Schwebebrücken	189

	b) Spaltbrücken	190
	2. Berührungsbrücken	190
	a) Tangentialbrücken	190
	b) Sattel- oder Auflagebrücken.	192
VIII.	Einteilung nach der Befestigungsart	195
	1. Festsitzende Brücken	195
	a) starre Brücken	195
	b) geteilte Brücken.	196
	2. Abnehmbare Brücken	199
	Verschraubte Brücken	199
	Abnehmbare Brücken	201
	Vorteile unbedingt abnehmbarer Brücken	203
	Nachteile unbedingt abnehmbarer Brücken	204

Teil VI

	Das Teleskopsystem	205
I.	Definition	205
II.	Indikation	205
III.	Halteelemente unbedingt abnehmbarer Brücken	205
IV.	Teleskopierende Brückenanker	206
	Teleskopkronen – Doppelkronen	206
	1. Aktive Halteelemente	208
	2. Passive Halteelemente	209
	Retentionselement: Schnappfeder	210
	Der Drehriegel	213
	Drehriegel-Hilfsteil	217
	Riegelmechanismus	221
	Drehriegelverankerung im Hochkantsteg	222
	Versenkter Drehriegelanschlag	223
	Der Schwenkriegel	224
	Die Ankerbandkrone	234
	Das Rillen-Schulter-Geschiebe	238
	Die Cover-Denture-Prothese	242
	Das Resilienzteleskop	246
	Die Konuskrone als Halte- und Stützelement	248

Literaturverzeichnis	254
Bildnachweis	263
Sachwortverzeichnis	264

Teil I

Geschichtliches

Die Entwicklungsgeschichte des Kronenersatzes läßt sich bis zu der im 18. Jahrhundert erfolgten Beschreibung von Mouton (1746 bis 1786) über die Anfertigung einer Goldkrone zurückverfolgen. Mitunter werden jedoch auch noch weiter zurückliegende Daten mit dem Kronenersatz in Zusammenhang gebracht, wie z. B. das aus dem 16. Jahrhundert stammende Buch von Prof. Dr. Jakob Horst, die allerdings nicht zu beweisen sind.

1756 veröffentlichte Philipp Pfaff (1715 bis 1766), Hofzahnarzt Friedrich des Großen in Berlin, eine „Abhandlung von den Zähnen des menschlichen Körpers und deren Krankheiten“, in der er außer Füllungsmethoden unter Verwendung von Blei, Gold und Stanniol auch die Abdruckmethoden und das Herstellen von Kiefermodellen beschrieb.

Später folgten dann der englische Zahnarzt Paterson-Clark (1836), W. N. Morrison (1869) und J. B. Beers (1873), die Kronen mit Verankerungsstiften in Wurzelkanälen fertigten. Zum Ende des 19. Jahrhunderts kamen dann die Kronen von Richmond (1880), Logan, Brown, Leech, Gates, Howland, Foster, Kleinmann usw., die teils mit kantigen

Stiften oder Stiftschrauben in den Wurzeln ihren Halt fanden.

Eine der ältesten damals bekannten Stiftkronen war die Porzellanmassivkrone nach Pivot, die im Kronenkörper einen blind endenden Kanal zur Aufnahme eines Holz- oder Kautschukwurzelstiftes hatte. Für Front- und Backenzahnbereich waren auch noch Mineral-Röhrenkronen nach Ash mit durchgehendem offenen Kanal mit Platinröhre zur Aufnahme eines Metallstiftes bekannt. Die Lebensdauer der Stiftkronen mit Holzstiften (z. B. das zähfaserige Hickoryholz einer amerikanischen Walnußart) war jedoch kurz, da der zwischen Porzellankrone und Zahnwurzel eindringende Speichel die Zahnwurzel zerstörte und das Holz der Stifte faulen ließ.

Die Technik der Stiftkronenanfertigung aus Tier- oder Menschenzähnen, die ihren Halt durch Holz- (Buche, Buchsbaum, Schlehe und Weißdorn) oder Metallstifte in der Wurzel erfuhren, hat 1728 der französische Zahnarzt Pierre Fauchard (1690 bis 1761) in seinem Buch „La Chirurgie Dentaire ou Traité Dentaire“ schon ausführlich beschrieben. Unberücksichtigt blieb dabei je-

doch eine heute als notwendige Voraussetzung eines Stiftkronenersatzes geltende Wurzelbehandlung, so daß Entzündungen u. ä. als unvermeidlich mit in Kauf genommen wurden.

Schon 1854 hatte H. W. Dwinelle zur Anfertigung eines Stiftzahnes einen Ring um die Wurzel gelegt, um ein Auseinanderbrechen der Wurzel zu verhindern.

Der Amerikaner Cassius M. Richmond versah dann im Jahre 1878 den Ring mit einem Deckel und schuf so die Richmondkappe, die er sich patentieren ließ.

Der technische Werdegang einer Richmondkappe, d. h. also einer gelöteten Ring-Deckel-Stift-Kappe, die übrigens bis zum Jahr 1970 Bestandteil der praktischen Gesellenprüfung im Zahntechniker-Handwerk war, verlief wie folgt:

1. Löten eines ca. 4 mm hohen Ringes nach gegebenem Ringmaß.
2. Aufpassen des Ringes auf den Wurzelstumpf durch den Behandler.

Eine andere Arbeitsweise empfahl, den Stiftlötabdruck erst nach aufgelötetem Deckel vorzunehmen. Zur besseren Fixierung dieser Kappe im Abdruck wurde palatinal ein Zipfel des Deckelüberschusses stehengelassen (Abb. 1).

3. Stiftlötabdruck mit Ring und eingesetztem Wurzelstift durch den Zahnarzt, um Kappendeckel und Wurzelstift auf- bzw. einzulöten.
4. Einprobe der Richmondkappe und Abdrucknahme zur Fertigstellung des Ringstiftzahnes.

Die gegenüber der Prothese um vieles später liegende Entwicklung des Kronenersatzes dürfte auch darauf zurückzuführen sein, daß bis zur Mitte des vergangenen Jahrhunderts kein geeignetes Befestigungsmittel für den Kronenersatz bekannt war. Erst die Entwicklung von zementartigen Mitteln (19. Jahrhundert durch Guillemeou) gab dem Kronenersatz einen Auftrieb. Mit diesem Zeitpunkt dürfte wohl auch der Beginn der Brückentechnik verbunden sein.

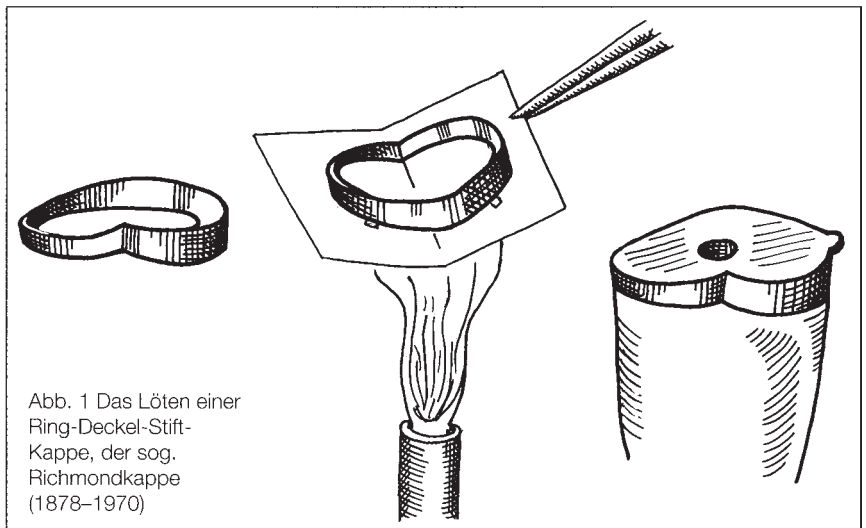


Abb. 1 Das Löten einer Ring-Deckel-Stift-Kappe, der sog. Richmondkappe (1878–1970)

Die nun schnell fortschreitende Entwicklung der Zahntechnik, besonders auf dem Gebiet der Metalltechnik, führte gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts über die Metallfüllungen, deren Herstellung jedoch nicht mit einem Gußverfahren, sondern durch Auslegen der Kavität mit Goldfolie und anschließendem Füllen derselben mit Lot oder Schwammgold (Stopf- und Hämmergoldfüllungen) erreicht wurde (1850 erste Goldfüllungen in England), zu den Gußfüllungen mit Stiftverankerungen und daraus resultierenden Teilkronen. Die Herstellung einer Ring-Deckel-Krone wurde gegen 1870 von Morrison angegeben und deshalb auch manchmal als Morrison-Krone bezeichnet. Schon um die Jahrhundertwende wurden dann in Paris die ersten verschraubten Brücken gefertigt.

Zahnarzt Dr. h. c. Wilhelm Herbst (1842 bis 1917), der nicht nur einer der profiliertesten Männer der Zahnheilkunde, sondern auch einer der international anerkanntesten Pioniere der Zahntechnik seiner Zeit war, gab im Jahre 1895 in seinem Buch „Methoden und Neuerungen auf dem Gebiet der Zahnheilkunde“ die Ergebnisse seiner langjährigen reichen Erfahrungen bekannt, mit denen er die ungeteilte Anerkennung der Fachwelt erwarb. Die von ihm erarbeitete Methode, das Anrotieren von Goldfolie und Goldzylindern (Abb. 2) mittels Handdruck und Bohrmaschineneinsätzen beim Legen von Goldfüllungen, die jahrelang in vielen Vorträgen von ihm demonstriert wurde, konnte später unter Verwendung der Universal-Goldstopfer der Bremer Goldschlägerei (1890 von W. Herbst gegründet, heute Firma Bego) weiter vereinfacht und verbessert werden. Aus der Vielzahl

der Systeme, Verbesserungen und Erfindungen, die neben dieser Goldfüllungsmethode dem großen Verdienst Wilhelm Herbst zuzuschreiben sind, wurde der größte Teil seiner Demonstrationen und Vorträge von dem Thema „Kronen- und Brückenarbeiten“ ausgefüllt. Von der einfachen Herstellung von Kronen und Stiftzähnen, bis zur Anfertigung von festsetzenden und, nach damaligen Gesichtspunkten, auch abnehmbaren Brücken, über die Selbstanfertigung von Instrumenten und Materialien bis zur Zusammensetzung und Herstellung von 18- bis 20karätigen Goldloten, hat Herbst



Abb. 2 Goldzylinder, wie sie für gestopfte und gehämmerte Goldfüllungen seit ca. 1870 verwendet wurden. Der Randschluß dieser Goldfüllungen am Kavitätenrand galt als optimal, da kein klebendes Befestigungsmittel zwischen Zahn und Füllung notwendig war. Erforderlich war jedoch eine absolute Trockenlegung (Cofferdam) des betreffenden Zahnes

zur Entwicklung von Zahntechnik und Dentalindustrie in verdienstvoller Weise beigetragen.

Herbst war es auch, dessen genialem Erfindersinn ein einfaches Instrument, das er „Parallelometer“ nannte und zur Parallelisierung mehrerer Wurzelkanäle für eine Brücke benutzte, zu verdanken war. An einem einfachen metallischen Bleistifthalter befestigte er im rechten Winkel dazu zwei ca. 3 cm lange Neusilberstifte in Wurzelstiftstärke. Der 1. Stift, auf einem verschiebbaren Ring des Bleistifthalters festgelötet, übernahm dabei die Rolle des Führungsarmes für die Einschubrichtung der Brücke, und der 2. Stift, der in seiner Stärke auswechselbar und nur durch ein Loch des Halters gesteckt wurde, gestattete eine Bewegung in vertikaler Richtung. So ließ sich nicht nur die Parallelität der Wurzelkanäle, auch bei unterschiedlicher Entfernung der Wurzeln, sondern auch deren verschiedene Längen abmessen.

Im Jahre 1906 berichtete Dr. med. phil. Gustav Preiswerk, Lektor an der Universität Basel, in seinem „Lehrbuch und Atlas der Zahnärztlichen Technik“ erstmals über „Goldkronen mit gegossenen Goldkaufflächen“. Die bis dahin aus 20karätigem Goldblech gestanzten und nicht sehr haltbaren Kaufflächen nützten sich relativ schnell ab und wurden durchgebissen. Als vorbeugende Maßnahme wurde erwogen, die Kaufflächen aus einem härteren, 18- bis 14karätigen Gold im Stanzverfahren herzustellen oder die Kaufflächen innen mit Lot zu verstärken. Die 18- bis 14karätigen Golde unterschieden sich jedoch unangenehm in der Farbe zum 20karätigen Gold des Kronenringes, und die mit Lot ausgefüllten Kaufflächen führten häufig zu

Störungspunkten beim Einsetzen der Kronen. Bekannt war außerdem zu dieser Zeit auch schon die Tatsache, daß Goldlegierungen niedrigen Feingehaltes im Mund des Patienten sich verfärben können. Die Arbeitstechnik für massive Goldkaufflächen im Gußverfahren wurde von Preiswerk nun so angegeben, daß die aus Wachs oder Stents aufgebaute Kauffläche in das von Eugen Cohn dazu empfohlene Formmaterial Ossa sepia gedrückt wurde. Der 2. Teil dieser Form war eine aus dem gleichen Material bestehende und mit Sandpapier glatt geschliffene Scheibe, die einen festschließenden Deckel für die Gußform bildete und nur den Eingußtrichter und die zum Entweichen der Luft erforderlichen Abzugskanäle (!) beim Gießen, die schräg nach oben und außen verliefen, besaß. Beide Formteile wurden nun mit Bindedraht fest umwickelt. Auf einem Stück Holzkohle, das vorher eine Schmelzmulde und eine Abflußöffnung bekam, wurde eine große Menge Gold geschmolzen, so daß im Eingußtrichter der Gußform ein genügender Druck entstand (Abb. 3). Die Gußform durfte dabei nicht erhitzt werden, um nicht zu verbrennen. Das geschmolzene Gold wurde dann einfach in den Gußtrichter gegossen, wobei dieses durch den Eingußkanal in den sog. Gußkönig (Abb. 4) und von dort durch die Verbindungskanäle nach oben in die Zahnformen floß. Auf diese Weise wurden sogar kleine „Vorräte“ an massiven Goldkaufflächen angelegt, bei denen natürliche Zahnformen zur Formgebung dienten, um so ein „ganz besonders schönes Oberflächenrelief“ zu erhalten.

1907 führte dann der New Yorker Zahnarzt William Henry Taggart (1855 bis 1933) das noch heute gebräuchli-

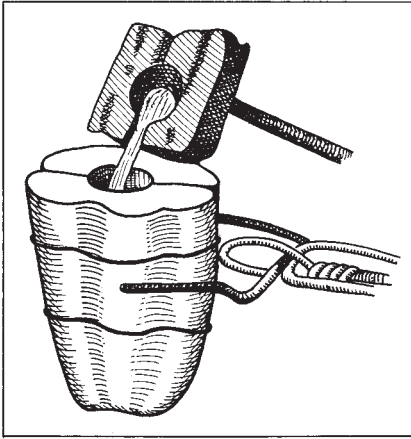


Abb. 3 Zahntechnisches Gußverfahren um die Jahrhundertwende. Zweiteilige Gußmuffeln sowie die Schwerkraft der flüssigen Schmelze kennzeichneten das Funktionsprinzip dieser Arbeitstechnik

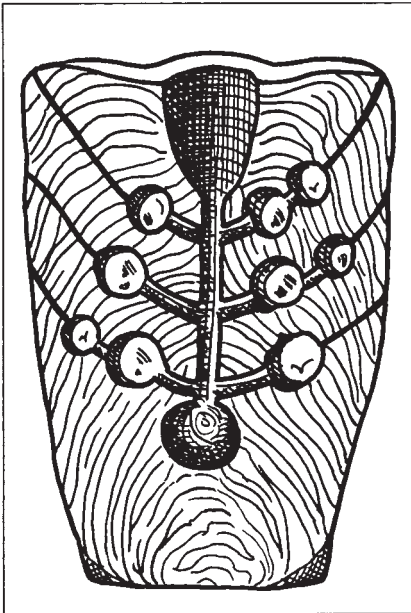


Abb. 4 Gußmuffelhälfte (von Abb. 3) mit großem Eingußtrichter, Gußkönig, Gußobjekten und Luftabzugskanälen

che Hohlgußverfahren ein, wodurch nicht nur die Verwendung von Edelmetall-Legierungen in der Zahnheilkunde stark forciert wurde, sondern auch die umständliche und mühevoll anfertigung von Kronen und Brücken aus Blechen und Drähten, die durch Löten miteinander verbunden wurden, nun durch das einfachere Gußverfahren langsam abgelöst wurde.

Schon zwei Jahre vorher machten Ollendorf und Burt erfolgreiche Gußversuche, indem sie beim Eingießen der flüssigen Schmelze in die Hohlform einmal die Schwerkraft (Ollendorf) und zum anderen die Bewegungsenergie (Burt) des flüssigen Metalles ausnutzten. In beiden Fällen war nicht nur eine beträchtliche Menge an Gußgut notwendig, sondern die Gefahr des unvollständigen Ausfließens der Hohlform aufgrund einer frühzeitigen Erstarrung der Schmelze immer gegeben. Taggart erkannte nun, daß eine frühzeitige Erstarrung der Schmelze nur so verhindert werden konnte, indem das Gußmaterial an der Eingußöffnung der Hohlform geschmolzen werden mußte. Für dieses Prinzip kamen die beiden obengenannten Methoden nach Ollendorf und Burt nicht in Betracht, und so entwickelte Taggart eine Gußapparatur (Abb. 5), die er am 15. Januar 1907 in New York vorstellte. Zum Schmelzen des Gußmaterials verwendete er ein Lachgasgebläse, dessen Flamme nach Beendigung des Schmelzprozesses abgestellt werden konnte und nun mit komprimiertem Lachgas die Schmelze in die Hohlform gedrückt wurde.

Ähnliche Kraftquellen, wie komprimierte atmosphärische Luft (Jäger, Nieburg, Steinberg), Kohlensäure (Stössel/Konstanz), Wasserdampf (Solbrig), Handdruck (Masur und Biber)

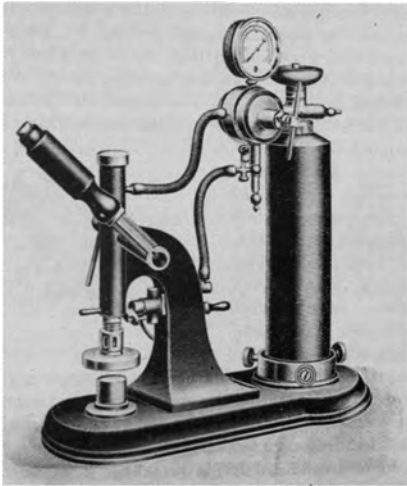


Abb. 5 Gußmaschine nach Taggart (1907). Stickoxydul als Brenngas zum Schmelzen des Gußmaterials und als Gießtreibgas

und das Beharrungsvermögen der flüssigen Schmelze (Simpson), wurden dann in Gußapparaten verwendet, bevor die Zentrifugalkraft als Funktions-

prinzip des zahntechnischen Gießens erkannt wurde.

Die Gußzange nach Solbrig (Abb. 6) war so konstruiert, daß der obere größere Becherschnabel zwei angefeuchtete Asbestscheiben aufnehmen konnte und der untere kleine Schnabel als Träger der Gußmuffel diente. Sobald das Gußmaterial verflüssigt war, wurde die Solbrig-Zange zusammengedrückt, so daß der durch Feuchtigkeit in den Asbestscheiben entstehende Wasserdampf die flüssige Schmelze in die Gußhohlform drücken konnte. Der Nachteil dieser Arbeitstechnik bestand jedoch darin, daß einerseits der Wasserdampf die flüssige Schmelze stark abkühlte und andererseits die für die Dampfbildung nötige Hitze der Schmelze entzogen wurde. Da außerdem der Wasserdampfdruck unterschiedlich war und an Wirkungskraft schnell nachließ, konnten nur kleinere Güsse erfolgversprechend durchgeführt werden.

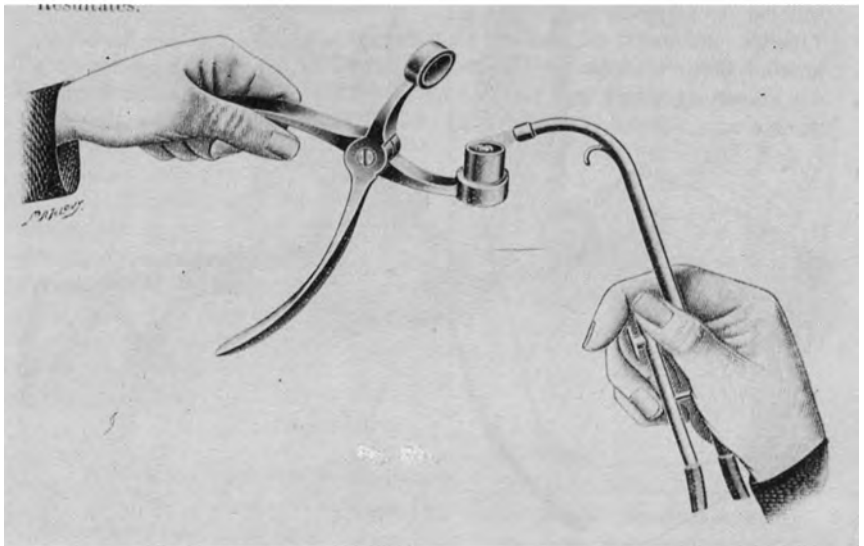


Abb. 6 Die Solbrig-Zange (um 1906)

Die bald erkannten Mängel der Solbrigschen Methode, deren Prinzip wohl richtig war, führten sehr schnell zur Entwicklung eines Gußapparates mit regulierbarem Kohlendioxid-Druck nach Stössel (Abb. 7). Die Kohlendioxid-Drucke bei diesem Verfahren jedoch nicht direkt auf die flüssige Schmelze, sondern auf eine ca. 4 mm dicke elastische Asbestscheibe. Der Kohlendioxid-Druck konnte bei diesem Verfahren von 1 bis 6 bar reguliert und kontinuierlich aus einer Flasche mit Druckmanometer entnommen werden. Die elastische Asbestscheibe, die sich durch den Kohlendioxid-Druck ausbuchtete, ließ den gesamten Druck in Richtung Gußkanalöffnung wirken. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang eine Arbeitstechnik von Stössel bei besonders starken Gußobjekten (Zwischengliedern), die er hohl gestalten wollte. Den Kern eines solchen Gußstückes feilte er formentsprechend etwas kleiner aus einem

Stück Zucker, modellierte darum die endgültige Form des Objektes aus dem Wachs, öffnete anschließend an der Rückseite das Wachsobjekt und legte dieses ins Wasser. Der Zuckerkern wurde aufgelöst und die Öffnung im Gußstück nach dem Gießen zugelötet. Das Handdruckgußverfahren, das wohl als Gußprinzip die einfachste Kraft mittels Druck durch einen Handstempel darstellte, war gleichzeitig die finanziell billigste Apparatur, denn der Anschaffungspreis der großen und z. T. recht komplizierten Gußapparate spielte zu dieser Zeit eine nicht unbedeutende Rolle. Wohl gab es Gußapparate mit selbsttätig wirkendem, komprimiertem Luftdruck (Jäger, Niebur, Steinberg), die auch mittels eines Handstempels bedient wurden, jedoch das Verfahren mit einfachem Druck ohne komplizierte Nebenapparate erfüllte nur der mit Kitt gefüllte Handstempel, der nach Angaben des Zahnarztes Masur von der Firma Arnold

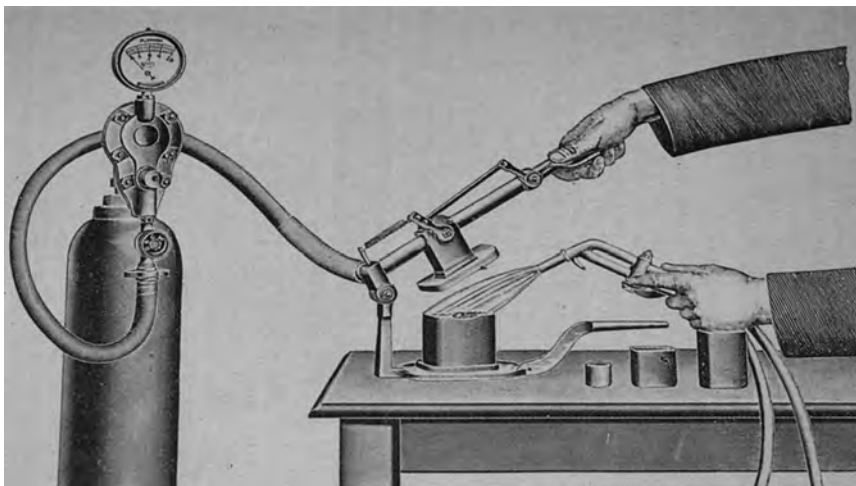


Abb. 7 Stössels Universal-Gießeinrichtung mit regulierbarem Kohlendioxid-Druck-Regulator (n. Bach)

Biber-Pforzheim (heute Dentaforum) hergestellt wurde.

Die hier genannten typischen Beispiele aus der Vielzahl der entwickelten Gußverfahren und -apparate, die vor der Einführung des Schleudergusses mit mehr oder weniger Erfolg zur Anwendung kamen, sollen nicht abgeschlossen werden, ohne den Gußapparat nach Simpson erwähnt zu haben. Das Funktionsprinzip dieser Apparatur beruhte auf dem sog. Beharrungsvermögen der flüssigen Schmelze. Die Konstruktion war denkbar einfach, aber nur bei kleineren Gußarbeiten anwendbar. Ein vom Fußboden bis zur Zimmerdecke straff gespannter Draht diente als Laufschiene einer auf- und abwärts verschiebbaren Vorrichtung, an der die Gußmuffel befestigt werden konnte. Diese Haltevorrichtung war über ein ca. 20 cm langes Drahtstück mit einem an der Zimmerdecke befestigten Gummiband verbunden. Die Gußmuffel fuhr nach der Verflüssigung des Gußmaterials mit großer Geschwindigkeit an dem straff gespannten Draht bis an die Zimmerdecke. Bedingt durch das schon erwähnte Beharrungsvermögen wurde die flüssige Schmelze in die Gußhohlform getrieben und war erstarrt, ehe die Apparatur die Zimmerdecke erreichte.

Obwohl Ollendorf (Breslau, 1904), Burt und Taggart die Priorität gebührt, die Gußtechnik der Zahnersatzkunde erschlossen zu haben, waren diese Arbeitstechniken durch Gußapparate doch umständlich, kompliziert und kostspielig in der Anschaffung. Die Solbrig-Zange und der Gußapparat nach Stössel, die fast gleichzeitig entwickelt wurden, führten einerseits zur allgemeinen Einführung der Gußtechnik und gaben andererseits den Anstoß zu

zahlreichen neuen Systemen und verschiedenartigen Gußapparaten.

Ein bekannter Druckgußapparat auf dem deutschen Markt um 1950 war der Denta-Olymp-Gußautomat von Metzdorf/Dortmund (Abb. 8).

Die als Luftkessel ausgebildete Säule dieses Automaten wurde vor dem Gießen mittels Hand- oder Fußpumpe oder eines Kompressors mit der notwendigen Druckluft von 2,5 bis 3,5 bar, je nach Muffelgröße, aufgefüllt.

Die gut angefeuchtete Asbestscheibe im Stempel bewirkte während des Gießvorganges einen vollkommenen Abschluß des Gußtrichters, so daß die Druckluft seitlich nicht entweichen und anhaltend auf die flüssige Schmelze einwirken konnte. Dabei mußte der Abstand zwischen Asbestscheibe und flüssiger Schmelze mindestens 6 mm betragen, damit beide Teile sich nicht berühren und die Druckluft auf die gesamte Oberfläche der Schmelze pressen konnte.

Das Gußmaterial wurde im Gußtrichter der Muffel geschmolzen und das Oberteil des Automaten mit dem Stempel durch den Handgriff langsam an die Muffel geführt. War das Gußgut verflüssigt, so daß gegossen werden konnte, wurde das Oberteil ruckartig gegen einen Anschlag gezogen, wobei das Öffnen des Querventils ein automatisches, blitzschnelles Heruntergehen des Asbeststempels bewirkte. Sofort nach allseitigem Abschluß der Muffel öffnete sich automatisch das Stempelventil und die Druckluft konnte die flüssige Schmelze in die Hohlform pressen. Nach ca. 30 s wurde durch ein Ablassventil die Druckluft abgelassen, wobei der Stempel in seine Ausgangsstellung zurückging.

Die Verwendung der Zentrifugalkraft als Gußmethode findet sich erstmals in

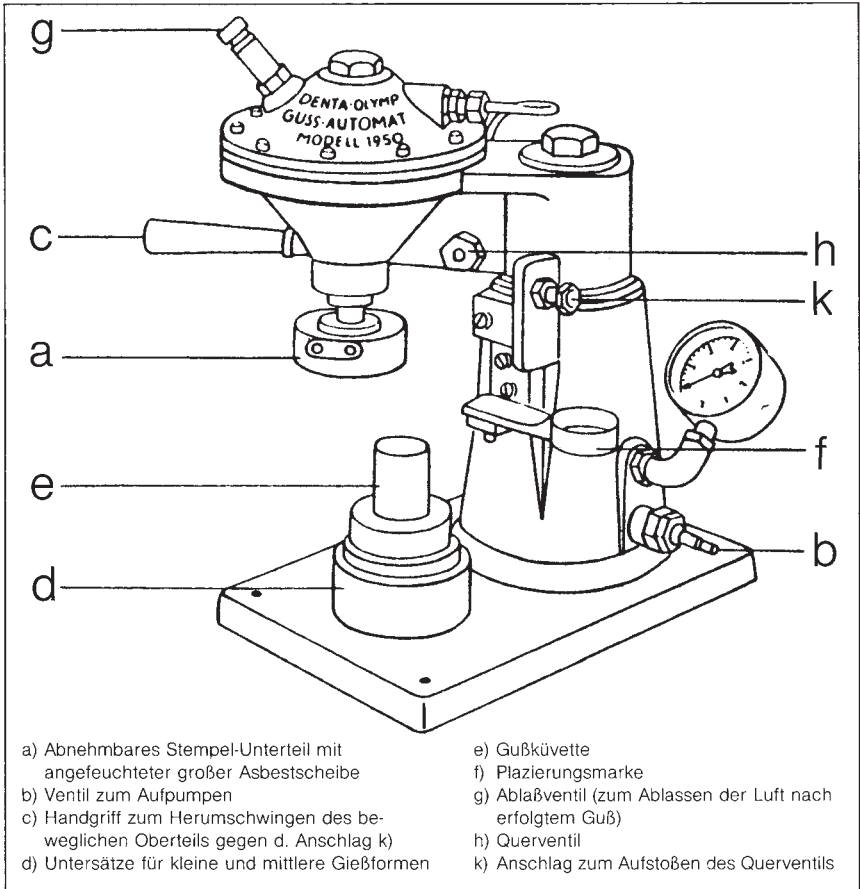


Abb. 8 Denta-Olymp-Gußautomat (1950)

der Handschleuder nach Bardet (Genf), dem Schleuderrad nach Wauer (Abb. 11) und dem horizontalen Schleudergußapparat nach Jameson (Abb. 13). Die Bardet-Handschleuder ist in ihrer Konstruktion bis in die heutige Zeit überliefert geblieben.

Das Schleuderrad nach Wauer war in seiner Konstruktion so gehalten, daß es freischwebend mit einer kugelgelagerten Achse auf der einen Seite am Arbeitstisch befestigt wurde und auf der anderen Seite mit einem Handgriff

zum Bremsen versehen war. Eine Speiche des Rades war als Handgriff zur Ausführung der rotierenden Bewegung gestaltet, und zwei Gewichte dienten zum Ausgleichen nach dem Aufhängen des Gußtopfes.

Der Schleudergußapparat nach Jameson bestand aus einem trommelähnlichen Gehäuse, in dessen Unterteil eine starke Spiralfeder, die durch 16 linke Umdrehungen gespannt und mittels eines Haltestiftes arretiert wurde, von einer Asbestplatte abgedeckt war.

Mit dieser Spiralfeder waren über eine zentrale Achse durch die Asbestplatte hindurch zwei gleichlange Metallarme befestigt, an deren gelenkigen Enden sich einerseits das Ausgleichsgewicht und andererseits der Schamotteschmelztiigel mit dem Muffelträger befanden. Ein von unten durch die Asbestplatte geführtes Bunsenbrennerrohr erhitze während des Schmelzprozesses zusätzlich die Gußmuffel. War das Gußmaterial verflüssigt, wurde der Bremsstift herausgezogen und sofort setzten sich die beiden Arme in eine schnelle rotierende Bewegung, deren Fliehkraft die flüssige Schmelze in die Gußform drückte.

In die Anfangszeit des Gießens mittels Zentrifugalkraft gehört auch eine

italienische Lichtbogengußschleuder von Traverso/Genua (Abb. 12). Bei dieser Zentrifugalschleuder wurde durch Handbetätigung einer Zahnrad-Kurbel die notwendige Fliehkraft erreicht. Der elektrische Lichtbogen, der während des Gußvorganges bestehen blieb, verhinderte dabei eine Abkühlung des Gußmaterials, so daß eine vorzeitige Erstarrung der Schmelze beim Gußvorgang nicht eintreten konnte.

Das Wachs ausschmelzen und Vorwärmen der Gußmuffeln sowie das Durchglühen von Lötblöcken vor dem Löten geschah jahrzehntlang mit Bunsenbrennern auf Dreifüßen und in Gasvorwärmöfen (Abb. 17). Mit diesen Gasöfen war weder ein regulierbarer Temperaturanstieg noch eine kon-

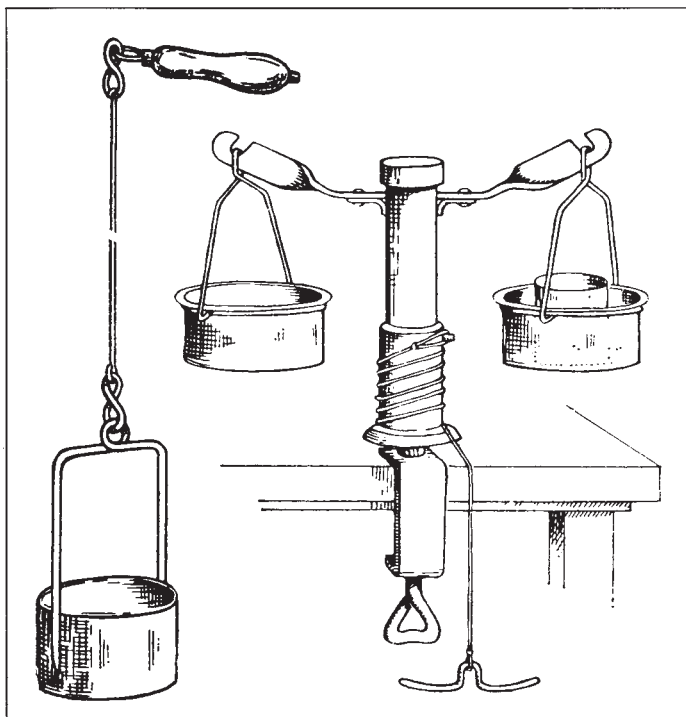


Abb. 9 Handschleuder

Abb. 10 Siriusschleuder

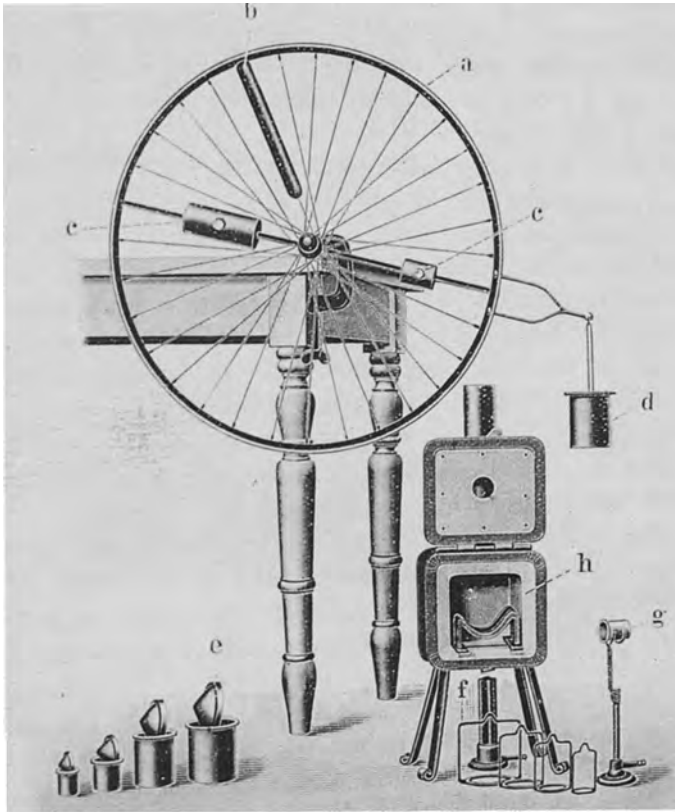


Abb.11 Das Schleuderrad nach Wauer
a) Fahrradfelge mit 65 cm Ø.

b) Mit Holzröhre verdickte Speiche als Handgriff für den Schleudervorgang.

c) Gewichte zum Ausbalancieren, um den Gußtopf während des Schmelzvorganges in horizontaler Lage zu halten.

d) Mit einem Bügel aufgehängter Gußtopf.

e) Holzkegel, Gußtöpfe und f) Bügel verschiedener Größen.

g) Kleiner Gußtopf auf einem Bunsenbrenner zum Ausschmelzen des Waxes.

h) Schamotteofen zum Ausschmelzen des Waxes und Erhitzen der größeren Gußtöpfe (nach J. Scheff, 1909).



trollierbare Endtemperatur möglich. Reduzierende Einflüsse der Gasflammen, die die Einbettmasse schädigten, kamen hinzu. Trotz bald erkannter Vorteile elektrischer Vorwärmöfen haben sich die Gasöfen, bekanntester war der Kugelofen (Abb. 15), wahrscheinlich auch aus Kostengründen, bis weit in die 60er Jahre in den zahntechnischen Laboratorien gehalten.

Das Schmelzen der Gußlegierungen wurde über fünf Jahrzehnte mit einfachen Schmelzpistolen (Abb. 16) erreicht, deren Luftzufuhr über einen

Abb. 12 Italienische Lichtbogen-Gußschleuder mit Handkurbelantrieb



Abb. 13 Schleudergußapparat nach Jameson 1907 mit Spiralfederantrieb und Schutzschirm (n. Scheff). Erschmelzen des Gußgutes in einem der Gußmuffel vorgelagerten Tiegel, Bunsenbrenner in der Bodenplatte integriert



Abb. 15 Gaskugelofen

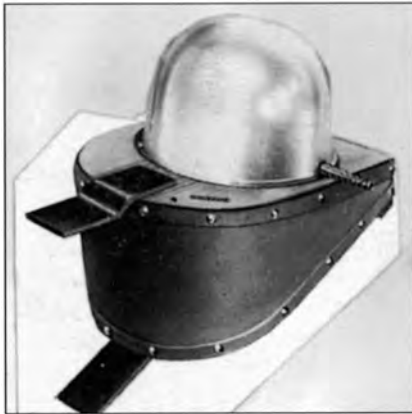


Abb. 14 Der Blasebalg mit Fußbedienung diente bis Mitte der 60er Jahre dazu, die Schmelz- und Lötpistolen mit einer Luftzufuhr zu versorgen

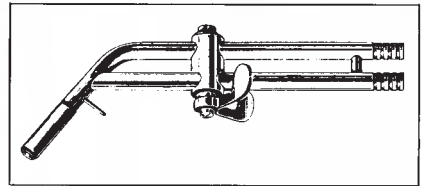


Abb. 16 Schmelz- und Lötpistole für ein Stadtgas-Luft-Gemisch

Blasebalg (Abb. 14) erfolgte. Die ungleichmäßige Luftzufuhr konnte dabei zu keiner konstanten Flamme führen, so daß eine Überhitzung und Oxidation des Gußmaterials, besonders bei ungeübter Handhabung, die Folge war. Eine Vakuumanlage, die mit einer

Wasserstrahlpumpe arbeitete und zum Anschluß an eine Wasserleitung konstruiert war, wurde Anfang der 50er Jahre für die Vakuumeinbettung in der Kronen- und Brückentechnik von Renfert auf den Markt gebracht (Abb. 18). Mit diesem einfachen Vakuumgerät konnte in einem Vakuumbehälter die bereits angerührte Einbettmasse im Gummibecker evakuiert und anschließend in die Gußmuffel eingefüllt werden. Eine weitere Metho-

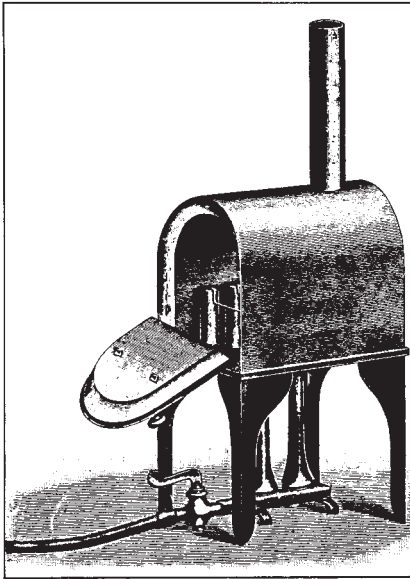


Abb. 17 Gasvorwärmofen um das Jahr 1920

de des Evakuierens von Einbettmassen, mit der ein Höchstmaß an Porenfreiheit und Festigkeit in der Einbettmasse erreicht werden sollte, wurde in diesem Gerät so empfohlen, indem die Einbettmasse direkt in der Gußmuffel, in der sich das eingebettete Wachsobjekt befand, evakuiert wurde (Abb. 19). Die mit einer Papiermanschette verlängerte Gußmuffel verhinderte dabei ein Überlaufen der aufschäumenden Einbettmasse beim Evakuieren. Bis zu den heutigen Vakuumrührgeräten und Vakuummischern, kombiniert mit einer Druckkammer wurde noch eine Generation von Vakuumeinbettgeräten mit eingebauten Vibratoren in der Zahntechnik eingesetzt, die jedoch alle noch keine Rührvorrichtung besaßen.

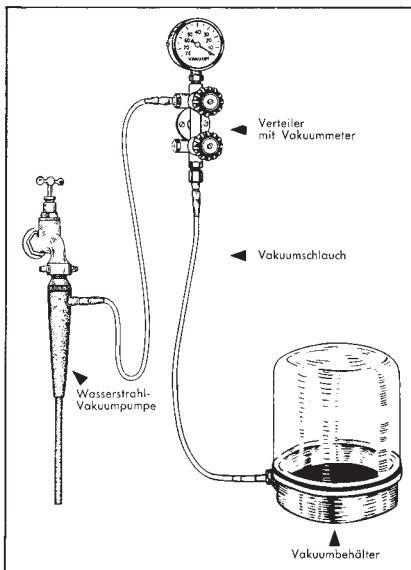


Abb. 18 Vakuum-Einbettungsanlage zum Anschluß an die Wasserleitung

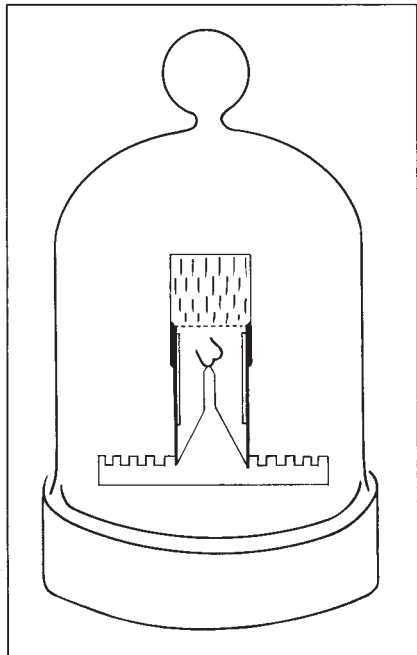


Abb. 19 Schematische Darstellung einer einfachen Einbettung im Vakuum

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Deutschland	12,0	10,0	12,0	20,1	24,7	27,0	28,0	25,2	23,0	20,0	15,5	14,0
USA	21,1	16,5	19,9	21,6	23,6	24,0	21,2	13,8	12,3	12,7	12,5	11,4
Japan	12,5	10,0	10,0	13,0	10,5	13,3	12,5	5,9	10,2	9,5	10,4	11,4
Schweiz	4,0	4,0	3,8	3,9	4,2	4,4	4,9	4,8	4,8	3,8	3,6	3,6
Italien	4,0	4,0	3,0	3,5	4,0	4,5	3,6	2,5	3,0	3,0	2,9	4,6
Südafrika	0,1	0,1	0,1	0,1	1,3	1,4	1,8	1,0	1,4	1,6	1,4	0,8
Frankreich	3,0	2,5	2,5	2,8	3,0	3,4	3,4	2,0	1,1	1,3	1,1	1,0
Niederlande	0,9	0,8	0,8	1,0	0,8	0,8	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3
Schweden	0,7	1,3	1,3	1,0	1,0	0,8	0,6	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
Israel	1,0	1,3	1,3	1,3	0,8	1,2	1,5	0,5	0,4	0,2	0,5	0,5
Welt-Gesamt	67,5	57,1	62,4	76,7	82,6	89,4	86,7	62,1	62,0	57,8	52,6	51,7

Tabelle 1: Goldverbrauch der Länder für Zahnersatz in Tonnen (aus „Gold 1984“)

Bis zur Jahrhundertwende war das 20karätige Gold der Standardwerkstoff der zahnärztlichen Edelmetalltechnik. Anfang dieses Jahrhunderts kamen dann platinhaltige Legierungen hinzu, die jedoch vorerst aus finanziellen Erwägungen entwickelt wurden, denn Gold war um die Jahrhundertwende wesentlich teurer als Platin. Bald merkte man, daß diese 18- und 20karätigen Legierungen, in denen ein Teil des Goldes durch Platin ersetzt war, wesentlich bessere chemische und mechanische Eigenschaften aufwiesen. Auch der Anstieg des Platinpreises über den des Goldpreises konnte die platinhaltigen Legierungen nicht wieder aus der Zahnersatzkunde verdrängen. Hinzu kam, daß in den Jahren von 1920 bis 1930 die Aushärtbarkeit der Platin-Gold-Legierungen entdeckt wurde, wobei durch eine einfache Wärmebehandlung die Festigkeit der Legierungen nach der Verarbeitung wieder erhöht werden konnte. Diese Feststellung bedeutete für die Metallprothetik in der Zahnheilkunde eine unschätzbare Erkenntnis.

Die Entwicklung der weißen Edelmetall-Legierungen fand ungefähr zum gleichen Zeitpunkt statt, die dann unter den Bezeichnungen Alba (Heraeus)

ab 1928 und Palliag (Degussa) ab 1930 auf dem Markt erschienen. Sie bestehen vorwiegend aus Palladium (20 bis 25 %) und Silber (65 %); bei einigen ist ein Teil des Palladiums durch Gold (0 bis 10 %) ersetzt, den Rest bilden Kupfer und Zink, um die Gießbarkeit günstig zu beeinflussen.

Während der Nachkriegszeit, als Gold nur in geringen Mengen vorhanden war, kam die Legierungsgruppe der Bläßgolde hinzu. Sie enthalten rund 50 % Gold, ca. 10 % Palladium; der Rest setzt sich aus Silber und Unedelmetallen zusammen. Der Name Bläßgolde, der auf den etwas blässeren Farbton dieser Legierungsgruppe gegenüber Legierungen höheren Goldgehaltes bezogen ist, resultiert aus der Legierungszusammensetzung, da der Goldgehalt einer Legierung die Farbe entscheidend bestimmt. Diese Werkstoffgruppe stellt somit eine Ausnahme der Regel dar, daß mundbeständige Legierungen mindestens 75 % Gold enthalten müssen. Das in den Bläßgolden enthaltene Palladium trägt jedoch so viel zur Mundbeständigkeit bei, daß das Minus an Gold ausgeglichen wird. Das niedrige spezifische Gewicht (14) und der relativ niedrige Goldgehalt tragen dazu bei,

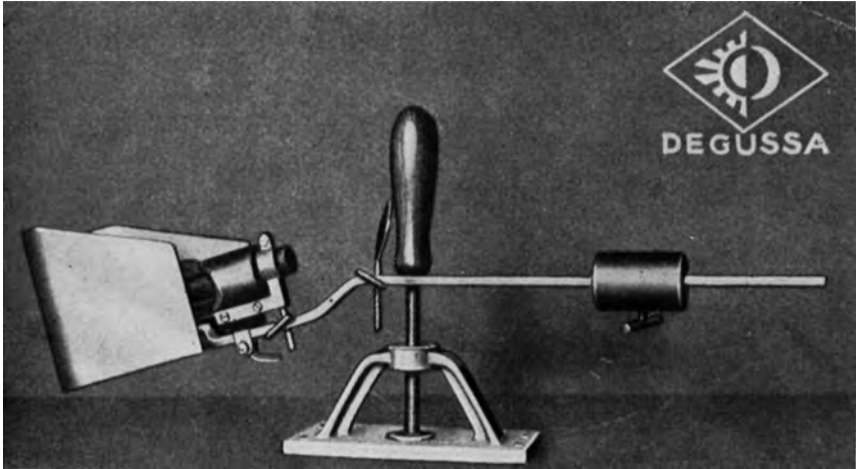


Abb. 20 Das erste Modell der Degussa-Tiegelschleuder aus dem Jahre 1931. Herzstück und zugleich patentierte Neuheit dieser ersten Tiegelschleuder war der flachliegende Kohletiegel mit Bodenloch, in dem das Schmelzgut indirekt und in reduzierender Atmosphäre geschmolzen und durch Zentrifugalkraft in die Gußform geschleudert wurde

daß diese Legierungen preisgünstig sind.

Auch die Entwicklung des Angußverfahrens ist auf die Zeit um 1930 zurückzuführen. Nicht nur Goldlegierungen, sondern auch Palliag-W wurde von Anfang an als angußfähige Kronenblechlegierung herausgebracht, jedoch die technischen Schwierigkeiten, besonders beim Vorwärmen, ließen die eingebetteten Kronenringe oft stark oxydieren, so daß kein einwandfreier Anguß möglich wurde. Als Material für angußfähige Wurzelstifte kamen nur Platin-Iridium-Legierungen mit 10 bis 20 % Iridium zur Anwendung.

Richtig zum Durchbruch kam die Angußtechnik erst in der Nachkriegszeit, nachdem man die vorhandenen Fehlerquellen erkannt und beseitigt und die für einen einwandfreien Anguß erforderlichen Voraussetzungen geschaffen hatte. Neben bekannten angußfähigen Kronenblechlegierungen

der verschiedenen Scheideanstalten (z. B. 1958: Degulor i, Degussa) ist seit 1962 die angußfähige Wurzelstift-Legierung Permador (Degussa) auf dem Dental-Markt. Dieser nur aus Gold und Platinmetallen aufgebaute Werkstoff hat nicht nur in ausgehärtetem Zustand höhere Festigkeitseigenschaften als Platin-Iridium (20 %), sondern ist bei Abweichungen in den Verarbeitungsvorschriften auch sehr unempfindlich. Die Lücke zwischen den bisher bekannten Wurzelstift-Legierungen, die nicht immer einwandfrei angußfähig waren, und den finanziell kostspieligen Platin-Iridium-Wurzelstiften wurde damit geschlossen.

Die Degussa-Tiegelschleuder, 1931 ohne Spannfeder und seit 1956 in verbesserter Ausführung mit Feder und Elektro-Schmelzanlage (1959) auf dem Markt, wurde in ihrer Weiterentwicklung als Modell T 3 mit einigen wesentlichen Verbesserungen dem Zahn-techniker vorgestellt. Diese Schleu-

der, die nicht nur eine werkstoffgerechte Behandlung des Gußmaterials, sondern mit ihrer elektrischen Schmelzanlage auch für ein hohes Maß an Sicherheit beim Schmelzen und Gießen von Dental-Legierungen und deren wirtschaftlicher Verarbeitung bürgt, ist in ihrer gesamten Ausführung eine ausgereifte Konstruktion, auf die heute wohl kein Zahntechniker mehr verzichten kann.

Eine Weiterentwicklung der Degussa-Schleuder wurde anlässlich der XVIII. Internationalen Dental-Ausstellung im Juli 1971 in München der Fachwelt vorgestellt. Besonderes Merkmal dieser Degussa-Elektro-Tiegelschleuder ET 4 ist eine halbautomatische Auslösung außerhalb des Drehbereiches der Schleuder. Eine zuverlässige Rastung der gespannten ET 4 und ein elektrischer Kontakt unter Wegfall der Kontaktzange sind weitere Verbesserungen, die aus jahrelangen Erfahrungen resultieren.

Dr. Alfred A. Steiger (1888–1965), Zahnarzt in Zürich, entwickelt 1924 das Rillen-Schulter-Stift-Geschiebe, heute kurz RSS genannt. Die abnehmbare Geschiebebrücke, die von Steiger als ein „therapeutisches Prophylaktikum im Sinne der präventiven Versorgung“ bezeichnet wurde, verbindet in optimaler Ausführung die Vorteile des abnehmbaren und festsitzenden Zahnersatzes. Steiger verwendete zu seiner Zeit zum Parallelsieren der in Wachs modellierten Primärkronen ein Gerät, das er Parallelofor nannte. Dieses Gerät wurde mittels eines Fahrradspeichen-Nippels im Zentrum des Gipsmodells einzementiert, so daß nun die gemeinsame Einschubrichtung aller Primärkronen kontrolliert sowie parallele Friktionsstifte gesetzt werden konnten.

Nachdem über mehrere Jahrzehnte das Gießen zahntechnischer Edelmetall-Legierungen eine Domäne der Schleudergußkonstruktionen war, erscheint ebenfalls 1971 auf dem Dental-Markt die Vakuum-Druck-Gießapparatur CL-G von Heraeus. Die ersten, bereits erwähnten Druckgußversuche sind von Taggart (1907) bekannt. Diese Versuche mußten jedoch zwangsläufig scheitern, da hier der Gasdruck nur auf den Gußtrichter der Muffel wirkte und bei zu starker Einstellung grazile Modellationen zerstörte bzw. den Muffelboden durchbrach. Bei der Heraeus-Druck-Gießapparatur kann eine Beschädigung der Muffel oder der zu gießenden Teile nicht eintreten, da sich die Muffel in einem Druckbehälter befindet und der Druck von allen Seiten gleichmäßig wirkt (siehe Kap. 20 Gußmethoden). Die Maximaltemperatur von 1450 °C ermöglicht mit diesem Vakuum-Druck-Gießverfahren ein Schmelzen aller Edelmetall-Legierungen einschließlich der edelmetallhaltigen Aufbrennkeramik-Legierungen.

Zum Schmelzen und Gießen großer Edelmetall-Legierungsmengen brachte Heraeus 1977 das Vakuum-Druck-Gießgerät CL-G 77 mit automatischem Schwenkvorgang und digitaler Anzeige des elektronischen Temperaturreglers auf den Markt. Ein induktiv beheiztes Vakuum-Druck-Gießgerät CL-I mit volltransistorisiertem Hochfrequenzgenerator, in dem Edelmetall- und Co-Cr-Mo-Legierungen geschmolzen und gegossen werden können, wird seit 1980 von gleicher Firma angeboten.

Die XIX. Internationale Dental-Ausstellung 1974 in Hamburg bringt der Fachwelt ein neues Modell in der Reihe der Degussa-Tiegelschleudern, die TS 1. Neben einer Anzahl technischer Ver-

besserungen sowie eine der Betriebssicherheit dienende serienmäßige Schutzwanne ist der zu diesem Zeitpunkt entscheidende Wert des neuen Modelles die Hochleistungs-Schmelzanlage. Mit dieser Hochleistungs-Schmelzanlage können alle Edelmetall-Gußlegierungen einschließlich der hochschmelzenden Edelmetall-Aufbrennlegierungen elektrisch geschmolzen werden. Der Schmelzofen HO 1 erreicht dabei nicht nur vom kalten Ausgangszustand innerhalb von 10 Minuten 1400 °C, sondern ein im Schmelzofen eingebautes Thermoelement überwacht noch die von einem Regelgerät gesteuerte Solltemperatur. Unerwünschte Temperaturüberschreitungen der Schmelze sowie ein Überhitzen der Pt-Rh-Ofenwicklung werden dadurch vermieden. Das Modell TS 2 im Jahre 1978 mit elektrischer Deckelverriegelung entspricht nun den neuesten Vorschriften der Gewerbeaufsicht für alle Horizontalschleudern. Ein Jahr später, anlässlich der dentotechnica '79 in München, ist das verbesserte Modell dieser TS 2 mit einer Digitalanzeige ausgerüstet, auf der die eingestellte Solltemperatur und die Isttemperatur des Schmelzofens abgelesen werden können.

Die Tiegelschleuder TS 3 (1981), ein Tischgerät, bietet neben der bewährten Technik dieser Gerätereihe noch zusätzliche konstruktive Verbesserungen an, wie z. B. das elektrische Aufziehen der Antriebsfeder sowie ein automatisches Abbremsen des Schleuderrarmes nach beendetem Gußvorgang.

Die Verblindtechnik im Kronen- und Brückenersatz begann um 1880 mit konfektionierten Porzellanfacetten. 1941 kommt Palapont, das erste heißpolymerisierende Verblindmaterial für

Kronen und Brücken als Stopf-Preß-Verfahren auf den Markt. Ab 1956 werden Lumin-Vacuum-Langstiftzähne für Brückenzwischenlieder und Stützzähne verarbeitet. Diese Platinlangstiftzähne, mit einem speziellen Facettenschliff vom Zahntechniker versehen, wurden in die polierten Brückengerüste zementiert und anschließend sofort vernietet. Diese Technik des Verblendens verlangte einen Präzisionsguß auch für das „Verblind-Fenster“, damit der Platinlangstiftzahn spaltfrei befestigt werden konnte. Dünne Graphitstäbchen dienten als Platzhalter im modellierten Wachserüst für die Platinlangstifte. Die Einführung der Metall-Keramik 1963 beendete ca. 1970 die Ära der Platinlangstiftzähne.



Abb. 21 Links ein Platin-Langstiftzahn für den festsitzenden Zahnersatz, rechts ein Goldknopfzahn für den herausnehmbaren Zahnersatz

Das Zeitalter der Lichtpolymerisation in der Verblindtechnik für den Kronen- und Brückenersatz beginnt 1981 mit der Markteinführung von Dentacolor (Kulzer) und Visio-Gem (Espe).

1985: Einführung der Dicor-Glaskeramik für festsitzenden Zahnersatz in Europa, Ende 1984 bereits in USA. Dabei wird der Zahnersatz erstmals in einem Stück aus Glas gegossen statt schichtweise aus Keramikmassen aufgebaut.

Nicht nur die Fortschritte bei der Entwicklung der Dental-Legierungen, die in den letzten Jahrzehnten erzielt werden konnten und nicht zuletzt nur deshalb möglich waren, weil Wissenschaft und Technik seit Ende des vorigen Jahrhunderts einen gewaltigen Aufschwung nahmen und sich in immer schnellerem Tempo weiterentwickelten, sondern auch die fortschreitende Technisierung bei der Edelmetallverarbeitung durch den Zahntechniker hat es möglich gemacht, die Erkenntnisse und Fortschritte der wissenschaftlichen Erforschung der Metalle und Legierungen mit ihren chemischen und mechanischen Eigenschaften richtig anzuwenden.

Genau 85 Jahre nach der Einführung des Hohlgußverfahrens durch den Amerikaner W. H. Taggart kann man davon ausgehen, daß trotz einer Vielzahl von Gußmethoden und Gußapparaten seit dieser Pionierleistung, die Entwicklung des zahntechnischen Gießens auch heute noch nicht abgeschlossen ist. Neue dentale Technologien mit computergesteuerten Programmabläufen werden auch die Zukunft des Gießens im Dental-Labor mitbestimmen, wobei die Qualität der Güsse und die Ergonomie der Arbeitsabläufe treibende Elemente des Fortschritts sein werden.

Die Internationalen Dental-Ausstellungen, die im Rhythmus von drei Jahren in der Bundesrepublik Deutschland stattfinden und als die weltweit bedeutendste Fortbildungs- und Informationsmöglichkeit für Zahntechniker, Zahnärzte, Zahnarzthelferinnen und Dentalkaufleute geworden sind, tragen dazu bei, daß technologischer Fortschritt für alle Beteiligten zugänglich wird. Wenn heute 50 000 Fachbe-

sucher aus rund 70 Ländern die IDS besuchen, so erkennt man die Entwicklung der Dentalbranche. Die I. Dental-Schau 1923 in Berlin begann mit einer Ausstellungsfläche von 350 qm, die X. Dental-Ausstellung 1937 in Düsseldorf benötigte schon 2100 qm, die XX. Internationale Dental-Schau 1977 in Düsseldorf stand auf einer Nettofläche von ca. 14 500 qm, die XXIV. IDS 1989 in Stuttgart erreichte eine Größe, die mit 604 Direktausstellern auf etwas mehr als 17 000 qm Nettofläche stand.

Die XXV. IDS 1992 in Köln, mit rund 700 Ausstellern aus 29 Ländern auf einer Brutto-Ausstellungsfläche von 45 000 qm, wird mit der Vorstellung der CAD/CAM-Technologie für die Zahntechnik zur Herstellung von Keramiklays sowie Kronen und Brücken aus hochwertigen Legierungen ohne Abformung und Modell als ein denkwürdiger Meilenstein in Erinnerung bleiben.

Vom 27. März bis 1. April 1995 fand, wie bis auf weiteres alle 2 Jahre wiederum in Köln, die XXVI. IDS statt, mit 867 Ausstellern aus 34 Ländern mit einer Brutto-Ausstellungsfläche von 52 000 qm die bisher größte IDS ihrer Geschichte. Neben einem weltweiten Überblick über den neuesten Stand der Forschung und Entwicklung konnten die Fachbesucher diese Ausstellung nutzen, sich über die am 1. 1. 1995 in Kraft getretene Medizinprodukte-Gesetzgebung zu informieren. Die Themenbereiche „Qualitätssicherung“ und „Zertifizierung nach ISO 9000“ waren dabei in aller Munde.