Forschungsinstitut
für die
zahnärztliche Versorgung
(FZV)
Stiftung der
Kassenzahnärztlichen
Bundesvereinigung

Werkstoffe in der zahnärztlichen Versorgung

1. Goldalternativen

Gutachten und Materialien

„Materialien“ des Forschungsinstituts für die zahnärztliche Versorgung Band 1

Werkstoffe in der zahnärztlichen Versorgung 1. Goldalternativen

Gutachten und Materialien

Herausgeber:
Forschungsinstitut
für die
zahnärztliche Versorgung (FZV)

Stiftung der
Kassenzahnärztlichen
Bundesvereinigung

5000 Köln 41, Universitätsstraße 73

Deutscher Ärzte-Verlag GmbH · 1980

Jeglicher Nachdruck, jegliche Wiedergabe, Vervielfältigung und Verbreitung (gleich welcher Art), auch von Teilen des Werkes oder von Abbildungen, jegliche Abschrift, Übersetzung, auch auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren, in Vortrag, Funk, Fernsehsendung, Telefonübertragung sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Verlages.

Copyright © by Deutscher Ärzte-Verlag GmbH, Köln-Lövenich, 1980

Gesamtherstellung: Deutscher Ärzte-Verlag GmbH, Köln-Lövenich

Inhaltsverzeichnis

Vorwort		7
Gliederung		9
1	**Synopse der Stellungnahmen**	9
2	**Stellungnahmen**	13
2.1	Prof. Dr. K. Eichner	13
2.2	Prof. Dr. M. Marx	24
2.3	Sonstige Stellungnahmen	34
2.3.1	Prof. Dr. H. Böttger	35
2.3.2	Dr. H. Weber	36
2.3.3	Prof. Dr. M. Hofmann	39
2.3.4	Prof. Dr. T. Jung	40
2.3.5	Prof. Dr. K. Fuhr	41
2.3.6	Fachvereinigung Edelmetalle e.V.	42
3	**Literaturverzeichnis**	44
4	**Anhang**	46
4.1	Statistische Daten	46
4.2	Hochschullehrer der zahnärztlichen Prothetik und Werkstoffkunde	64
4.3	DIN-Normen	65
4.4	Vergleichende Übersicht der aktuellen Produktpalette	70

Vorwort

Durch die immense Steigerung des Goldpreises in jüngster Zeit rückt die Frage in den Brennpunkt, ob Alternativmetalle für Gold in der Zahnheilkunde bei bestimmten Indikationen zur Anwendung kommen könnten. Derartige Materialien werden bereits von verschiedenen Herstellern angeboten; ausreichende klinische Untersuchungen über deren Anwendung liegen bisher jedoch noch nicht vor. Dies bedeutet, daß der Zahnarzt durch die Verwendung derartiger Materialien bei der Behandlung ein Risiko eingeht. Daher muß möglichst bald eine Klärung herbeigeführt werden, bei welchen Indikationen Ersatzlegierungen, wie z. B. Blaßgold, Silber-Palladium sowie sonstige Materialien Anwendung finden könnten.

Hier sind in der Öffentlichkeit in jüngster Zeit verschiedentlich Aussagen (auch von Zahnärzten) verbreitet worden, die fälschlicherweise als Standpunkt der Zahnärzteschaft ausgegeben wurden, in Wahrheit indes nur als unverbindliche individuelle Meinungsäußerung gelten können, da sie einer umfassenden wissenschaftlichen Fundierung weitestgehend entbehren.

Die Zahnärzteschaft ist jedoch durchaus bereit, darüber zu diskutieren, ob preiswertere Legierungen als Gold zur zahnmedizinischen Versorgung geeignet sind. Voraussetzung muß allerdings immer die medizinische Gleichwertigkeit mit Gold sein, das sich in der Vergangenheit als hervorragender Werkstoff erwiesen hat.

Die Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV) hat deshalb das Forschungsinstitut für die zahnärztliche Versorgung (FZV) beauftragt, eine Untersuchung über Ersatzmaterialien durchzuführen. Das Institut legt in diesem Materialienband Gutachten von namhaften Werkstoffkundlern, die sich bereits seit Jahren wissenschaftlich mit dieser Materie auseinandersetzen, vor. Ergänzt werden diese gutachterlichen Stellungnahmen durch umfassende, insbesondere statistische und werkstoffkundliche Materialien.

Die vorliegende Schrift leistet damit aus der Sicht der Zahnärzte einen Beitrag zur Kostendämpfung im Gesundheitswesen. Sie will damit das diffuse Bild der Tauglichkeit von Alternativmaterialien für Gold in der Zahnheilkunde, welches weithin in der Öffentlichkeit und gerade auch bei Politikern herrscht, geraderücken und so zur Entkrampfung und Versachlichung dieses Themas beitragen.

Der Forschungsbericht kann und will keine umfassende und abschließende Analyse sein. Dazu schreitet die medizinische und technische Forschung zu schnell fort. Er ist jedoch dazu geeignet, den aktuellen Stand der Brauchbarkeit von Alternativmetallen für Gold in der Zahnheilkunde darzustellen. Das Problem der Werkstoffe in der zahnärztlichen Versorgung wird weiterhin einen Themenschwerpunkt des Forschungsinstituts bilden.

1 Synopse der Stellungnahmen

1.1 Prof. Dr. K. Eichner

Vom wissenschaftlichen und vom zahnärztlich-klinischen Standpunkt aus kann gesagt werden, daß ein Verlassen der Goldlegierungen — sofern das nicht schon beim Modellguß oder bei der Metallkeramik mit Nicht-Edelmetall-Legierungen für einzelne Kronen und kleinere Brücken erfolgt ist — zur Zeit unter Berücksichtigung des dauerhaften Wohlergehens der Patienten nicht vertreten werden kann.

Für die vom Bundesausschuß geforderte wissenschaftlich gesicherte Aussage würde eine längerfristige wissenschaftliche Untersuchung notwendig sein. Das hierfür erforderliche Material müßte metallurgische Unterlagen, klinische Untersuchungen und systematisch dokumentierte Erfahrungen umfassen.

Als Sofortmaßnahme zur Einsparung von Gold schlägt *Eichner* Sparappelle an Zahnärzte und Zahntechniker, Anfragen an Hochschullehrer und Zahnärzte zwecks Mitteilung persönlicher Erfahrungen bei der Verwendung von Spargold- und Nicht-Edelmetall-Legierungen sowie eine umfassende Bestandsaufnahme von Sachkennern vor, um unverzüglich einzuleitende Forschungsprogramme zu projektieren.

1.2 Prof. Dr. H. Marx

Die Gold-Platin-Legierungen haben aufgrund ihrer jahrzehntelangen Entwicklung und Erprobung in der Praxis ein Optimum an Eignung und Zuverlässigkeit zu bieten, das ohne Abstriche in mehr oder weniger bedeutsamen Punkten von den aufgezeigten Alternativen zur Zeit nicht ebenbürtig zu gewährleisten ist, legt man das Bewertungskriterium einer „möglichst optimalen Versorgung" des Patienten zugrunde.

Würde dagegen das Beurteilungskriterium „ausreichend und wirtschaftlich" lauten, so ergäben sich bei fast allen Indikationen mehrere Alternativen. Diese ließen durchaus die Herstellung eines den heutigen wissenschaftlichen Auforderungen und Kriterien entsprechenden Zahnersatzes zu.

Die umseitige Zusammenstellung erläutert die einzelnen Indikationen.

Übersicht der Stellungnahme Prof. Marx

Material / Anwendung	ternäre Goldlegierungen	platinhaltige Goldlegierungen	Blaßgolde (Spargolde)		weiße Edelmetalllegierungen		edelmetallfreie Dentallegierungen					
							Cr-Ni-Stähle		Co-Cr-Mo 62% 30% 5%		Ni-Cr 70% 16%	
herausnehmbare Prothesen	inhomogene und grobkörnige Gefügestrukturen kaum brauchbar	überlegene Eigenschaften gegenüber anderen Legierungen meist verwendet	in chemischen und mechanischen Eigenschaften Platingolden ebenbürtig aber: wesentlich geringere Anwendung, blassere Farbe		grundsätzlich brauchbar aber: problematische Verarbeitung, leicht unterlegene Mundbeständigkeit, mögliche leichte Verfärbung		Verwendung als sog. Halbzeug; komplizierter Gefügeaufbau, schwieriges Gießverhalten, Instabilität d. Gußgefüges, anspruchsvolle Technologie (Härte), problematische Haftung (Oxid)		außerordentliche physikalische Eigenschaften, sehr gute Mundbeständigkeit, gute Korrosionsfähigkeit aber: anspruchsvolle Technologie (Härte), problematische Haftung (Oxid)	bestgeeignetes Material	speziell für Metallkeramik, teilweise bessere Eigenschaften als Gold aber: anspruchsvolle Technologie (Härte), problematische Haftung (Oxid)	
mit Kunststoffverblendung			geringes spezifisches Gewicht blassere Farbe durch Verblendung unwesentlich durchaus brauchbarer Ersatz	ästhetische Beeinträchtigung (Verfärbung) sorgfältige Bearbeitung (Homogenisierung) notwendig Kornverfeinerungszusatz empfohlen brauchbarer Ersatz		nur allerletzte Alternative		keine klinischen Erfahrungen Technologie sehr schwierig zu große Härte z. Z. nicht empfehlenswert		klinische Berichte fehlen Technologie aufwendig geeignet für: Kunststoffeinpressung/ Porzellanfacettierung z. Z. bedingt geeignet		
Kronen und Brücken			keine fundierten klinischen Ergebnisse schwierige Handhabung	wenig ausgereift erst neuere Untersuchungen						länger zurückliegende Erfahrungen technische Verbesserungen möglich		
mit Keramikverblendung			nur bedingt geeignet Verbesserung möglich	z. Z. nicht empfehlenswert		nicht verwendbar		z. Z. nicht empfehlenswert		guter Ersatz		
gegossene Einlagefüllungen (Inlays) *			uneingeschränkt geeignet	geeignet aber: kaum Erfahrung keine Literatur			nicht geeignet zu hart					

* Kein Kostenersatz in der GKV

1.3 Prof. Dr. H. Böttger

Die Abteilung für Zahnärztliche Prothetik und Defektprothetik der Westdeutschen Kieferklinik in Düsseldorf arbeitet insbesondere an der Erprobung edelmetallfreier Legierungen. Grundsätzlich ist die sich abzeichnende Tendenz positiv. Jedoch muß die Gruppe der Ni-Cr-Legierungen in ihrem Gesamtverhalten sehr differenziert betrachtet werden. Es liegen zwar einige Teilergebnisse vor, die Forschungsarbeiten sind jedoch längerfristig angelegt.

1.4 Dr. H. Weber

Edelmetallegierungen haben sich als Werkstoff für den Kronen- und Brückersatz als brauchbar erwiesen. *Weber* analysiert in seinen Forschungen lediglich edelmetallfreie Legierungen; Blaßgold- und Spargoldlegierungen scheiden für seine wissenschaftliche Betrachtung aus. Die Preisvorteile für edelmetallfreie Legierungen sind evident, die technische Verarbeitung im Labor ist jedoch schwieriger und von daher zumindest vorerst arbeitskostenintensiv. Eine breitere Einführung auf dem Markt ist nach weiteren Forschungsarbeiten nur langfristig zu erwarten.

Es liegen einige Untersuchungsergebnisse über edelmetallfreie Legierungen vor, die gegenüber Goldlegierungen z. B. bessere Warmfestigkeit und höhere Elastizitätsmodule ergeben haben. Fundierte Aussagen über das Zentralproblem der Korrosionsbeständigkeit sind erst nach Versuchen in vitro, zytologischen Tests, Tierversuchen und abschließenden klinischen Großversuchen zur Feststellung der Biokompatibilität möglich.

Darüber hinaus gibt es Bedenken bezüglich technischer und klinischer Verarbeitungsprobleme. Dies betrifft insbesondere Schwierigkeiten beim Guß, bei der Ausarbeitung, dem Aufbrennen von Metall und Keramik sowie sonstigen notwendigen Arbeitsschritten. Bevor an eine allgemeine schrittweise Einführung gedacht werden kann, sind weitere umfangreiche werkstoffkundliche und klinische Forschungsergebnisse erforderlich.

1.5 Prof. Dr. M. Hofmann

Es bestehen keine grundsätzlichen Bedenken, Spargoldlegierungen und Silber-Palladium-Legierungen anstelle von hochkarätigen Goldlegierungen mit heranzuziehen, obwohl bei einigen Indikationen (Aufbrennkeramik) hochgoldhaltige Legierungen nicht entbehrlich sind. Ein erhöhtes Risiko bezüglich der Festigkeit und Mundbeständigkeit läßt sich nicht beweisen. Die nicht ganz problemlose Verarbeitung läßt sich durch die verbesserte Technik in den Griff bekommen.

1.6 Prof. Dr. T. Jung

Nicht-edle Metall-Legierungen sind für Teil- und Vollprothesen unumstritten geeignet. Sparlegierungen sind in Einzelfällen geeignet und werden auch verwendet. Systematische Untersuchungen wurden von *Jung* nicht durchgeführt. Von Nachteilen solcher Legierungen ist ihm nichts bekannt geworden.

1.7 Prof. Dr. K. Fuhr

Fuhrs Erfahrungen decken sich mit denen von *Marx*.

1.8 Fachvereinigung Edelmetalle e. V.

Die deutschen Scheideanstalten verfügen heute über ein weites Programm von Legierungen für Kronen und Brückenarbeiten sowie Keramik-Aufbrennlegierungen, die für die verschiedenen Indikationen entwickelt wurden und eingesetzt werden.

Bei den hochgoldhaltigen Legierungen liegen der Gold- und Platinmetallgehalt über 75%, bei den niedriger goldhaltigen gelben Legierungen über 50% und bei den weißen Silber-Palladium-Goldlegierungen über 30%. Selbstverständlich kann nicht wahllos für jeden Anwendungsfall innerhalb des Legierungsspektrums jede Legierung eingesetzt werden. Besonders hoch spezialisierte Techniken dürften auch künftig den Einsatz der hochgold- und platinmetallhaltigen Werkstoffe erfordern.

Die Beispiele des Einsatzes verschiedener Sparlegierungen in anderen Ländern zeigen jedoch, daß auch diese „Spargolde" einen bestimmten Anwendungsbereich haben, in dem sie mit Erfolg verarbeitet werden können. Hierzu bedarf es jedoch noch weiterer Erfahrungen in der Verarbeitung und Anwendung.

2 Stellungnahmen

2.1 Prof. Dr. K. Eichner

Geschäftsführender Direktor
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Freie Universität Berlin
Aßmannshauser Str. 4—6
1000 Berlin 33
Tel.: (030)82901

Stellungnahme zur Verwendung von Gold als Werkstoff in der zahnärztlichen Versorgung

Übersicht

2.1.1 Vorbemerkungen

2.1.2 Darstellung der derzeitigen Situation der zahnärztlichen Prothetik

2.1.3 Normen, Spezifikationen für Metall-Legierungen

2.1.4 Bisherige Untersuchungen

2.1.5 Blick auf Silber-Palladium-Legierungen

2.1.6 Korrosion an Dentallegierungen

2.1.7 Offene Fragen, fehlende Untersuchungen

2.1.8 Schlußfolgerungen und Empfehlung für weiteres Vorgehen zur Klärung der Grundsatzfrage

Übersicht

Der starke Anstieg des Goldpreises, aber auch des Silbers, Platins, Palladiums und anderer Metalle, macht es notwendig, die Frage zu stellen, ob Goldlegierungen durch andere Metall-Legierungen ersetzt werden können, ohne daß die Qualität der zahnärztlichen Behandlung stark absinkt.

Vom wissenschaftlichen und vom zahnärztlich-klinischen Standpunkt aus kann gesagt werden, daß ein Verlassen der Goldlegierungen — sofern das nicht schon beim Modellguß oder bei Metallkeramik mit NEM-Legierungen für einzelne Kronen und kleinere Brücken erfolgt ist — zur Zeit unter Berücksichtigung des dauerhaften Wohlergehens der Patienten nicht vertreten werden kann.

Die Entwicklung der zahnärztlichen Prothetik der letzten 25 Jahre ging davon aus, daß Gold als wesentlicher Legierungsbestandteil zur Verfügung stand. Viele Methoden beruhen auf Edelmetall-Legierungen mit Gold und Platinmetallen und sind ohne systematische Versuche und klinische Erprobung auf „goldarme" Legierungen nicht übertragbar.

Es werden einige Vorschläge unterbreitet, wie der aus dem Goldpreisanstieg entstandenen Situation so bald wie möglich entgegenzuwirken wäre. Auch ein dringender Appell an die Vernunft von Zahnärzten und Zahntechnikern wird vorgeschlagen sowie eine umfassende Bestandsaufnahme, notwendige Versuche und Untersuchungen im Rahmen systematischer, fachübergreifender Forschungen.

2.1.1 Vorbemerkungen

1. Die Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung hat mich am 11. 12. 1979 als unabhängigen Hochschullehrer aufgefordert, eine **allgemeinverständliche Stellungnahme zu der Frage** abzugeben, „ob es für Goldlegierungen für zahnärztliche Behandlung Ersatzmaterialien gibt,
welche nicht nur wirtschaftlicher als Goldlegierungen sind,
sondern auch den wissenschaftlichen Forderungen und Kriterien standhalten,
um einer möglichst optimalen Versorgung im Rahmen der zahnärztlichen Behandlung gerecht zu werden".

Dieser Anforderung lag die Tatsache zugrunde, daß der an sich im Mai 1979 schon hohe Preis für ein Gramm Edelmetall-Legierung (z. B. Degulor M) von ca. 18,— DM im Oktober 1979 weiter angestiegen war und bei Beschluß des Vorstandes am 8. 11. 1979 schon bei ca. 26,— DM lag und weiter anzusteigen drohte. Zur Zeit beträgt der Preis für die genannte Legierung incl. Mehrwertsteuer 40,35 DM/g, er war aber vorübergehend schon höher.

Dem Vorstand der KZBV lagen bereits eine von der Firma Degussa am 18. November 1978 abgegebene **Stellungnahme** „Goldlegierungen in der Dentalprothetik", eine Veröffentlichung aus der Zeitschrift „dental labor", Heft 4, 1979: „Gibt es eine Alternative für Goldlegierungen" von Ztm. *Klaus Kanter,* Frankfurt/M., und ein Brief von *Dr. Zedelmaier* vom 15. Januar 1979 an das Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung vor.

Der Inhalt dieser Unterlagen sollte bekannt sein, um Wiederholungen in dieser Stellungnahme zu vermeiden.

2. Die **praktizierenden Zahnärzte** sehen die Preisentwicklung für Goldlegierungen (aber auch anderer Edelmetall-Legierungen) mit Besorgnis, wie man auf Befragen überall hören kann; ebenso die **Krankenkassen.**

3. Auch die **Presse** hat sich der Frage des Goldgebrauchs in der Zahnbehandlung angenommen. Im Januarheft der Zeitschrift „Der Freie Zahnarzt" äußert sich *Dr. R. Will,* Mannheim, „Warum nicht Palliag statt Gold?", und im „Spiegel" vom 28.1.80 wird über „Vermögensbildung im Mund" unter Berufung auf Zahnarzt *Will* referiert. Außerdem werden Äußerungen des Zahnarztes *Hoyer* und der Zahnärztin *Streletz* wiedergegeben sowie das Autorenteam *Eckmann/Herold* von der Freien Universität Berlin sowie *Professor Karl Stegemann* aus dem Jahre 1955 zitiert.

Palliag, eine Silber-Palladium-Legierung (Si-Pal-Leg.), wird als Goldersatzlegierung erwähnt und empfohlen. Es sei „in 90% aller Fälle uneingeschränkt verwendbar".

4. Der **Zahnbehandlung** liegen die **„Richtlinien** des Bundesausschusses für eine ausreichende, zweckmäßige und wirtschaftliche **kassenzahnärztliche Versorgung** mit Zahnersatz und Zahnkronen" vom 25.10.1977 zugrunde.

Hier heißt es in I. Allgemeines:

Nr. 12 „Es sollen nur Werkstoffe verwendet werden, die klinisch erprobt sind und bei denen ausreichend gesichert ist, daß sie der Gesundheit nicht schaden, den chemischen und physikalischen Einwirkungen im Munde widerstehen und der zu erwartenden Beanspruchung genügten. Die Erprobung auf Kosten des Versicherungsträgers ist unzulässig."

5. Es müßte aus den Unterlagen der Krankenkassen sehr genau festzustellen sein, daß die zahnärztlich-prothetische Behandlung mit festsitzendem Zahnersatz (also Kronen und Brücken) sowie mit kombiniertem Zahnersatz (Kronen, Verankerungselemente und herausnehmbarer Zahnersatz) stark angestiegen ist, weil viele Behandlungen durch das Urteil des Bundessozialgerichts vom 24.1.1974 ermöglicht wurden, die aus Kostengründen früher zum Nachteil der Gebißerhaltung unterblieben waren.

Eine eigene Vergleichserhebung aus den Jahren 1963 (1. Quartal) und 1977/8 (Nov., Dez., Jan.) weist für Brückenzahnersatz einen Anstieg von 2,5% auf 37% der gesamten prothetischen Leistungen großer Patientenkollektive einer Allg. Ortskrankenkasse aus.

Allgemein betrachtet sind z. Zt. 20 bis 22% des Brückenzahnersatzes der Krankenkassen metallkeramische Arbeiten.

2.1.2 Darstellung der derzeitigen Situation der zahnärztlichen Prothetik

Zunächst muß gesagt werden, daß die wissenschaftliche Entwicklung der zahnärztlichen Prothetik in den vergangenen 25 Jahren in der Regel davon ausgegangen ist, daß Edelmetall-Legierungen zur Verfügung stehen, obgleich auch gegenteilige Strömungen (Modellguß-Verfahren) festzustellen sind. Der entscheidende Schritt für diese Entwicklung dürfte die Einführung selbstaushärtender, feinkristallisierender Gold-Legierungen vom Typ Degulor M im Jahre 1953 gewesen sein.

1. Neue zahnärztlich-prothetische Behandlungsmethoden (Abformverfahren, Modellherstellung, Gießverfahren) brachten es mit sich, daß schon die **Einzelkrone,** aber auch die **Brückenanker** bei ein- und mehrspannigem Brückenzahnersatz nicht mehr aus Ringblech und aufgegossener Kaufläche, sondern im Gußverfahren hergestellt werden. Diese Gußkronen sind sowohl im Munde des Patienten als auch im zahntechnischen Laboratorium rationeller herzustellen, müssen aber in bezug auf die Gußlegierung als materialintensiver bezeichnet werden.

2. Auf Gold-Legierungen aufgebaut sind weiterhin folgende **neuere prothetische Behandlungsmethoden:**

Steg-Gelenk- bzw. Steg-Geschiebe-System nach *Dolder,*
die Frästechnik mit Interdentalraumverschluß nach *Gaerny,*
die Teleskop- und Konuskronen-Systeme *(Rehm, Böttger, Kh. Körber),*
Verankerungen von Teilprothesen mit Gelenken und Geschieben,
Kauflächenrekonstruktionen nach gnathologischen Gesichtspunkten,
die Metallkeramik mit Edelmetall-Legierungen.

Alle diese Behandlungssysteme für Lückengebisse können als aufwendig in bezug auf den Verbrauch von Gold-Legierungen und speziellen Hilfsteilen aus Edelmetallen bezeichnet werden.

3. **Austauschmetalle** sind nicht erprobt, besonders fehlen Erkenntnisse an den Teilen einer prothetischen Versorgung, wo Metall auf Metall (durch Friktion [Reibung]) den Halt für den herausnehmbaren Teil ergibt (Dolder-Stege, Teleskop- und Konuskronen, Frästechnik u. a.).

Sofern Versuche unternommen wurden, Goldlegierungen z. B. durch Chrom-Nickel-Gußlegierungen zu ersetzen, erwies sich deren **Gußungenauigkeit** als hinderlich.

4. Außerdem muß gesagt werden, daß die **Lötung** von Goldlegierungen an Stählen zwar praktiziert wird, aber der Erfolg der Lötung weder metallurgisch noch durch wissenschaftliche Versuche abgesichert ist.

5. Als beachtenswerte **gegenteilige Entwicklung** kann das heute weitverbreitete NEY-System bezeichnet werden, das zunächst für Goldlegierungen der *J. M. Ney Company*, USA, entwickelt worden war, sich aber dann als auf Chrom-Kobalt-Molybdän-Legierungen und Chrom-Nickel-Stähle übertragbar erwies, nachdem die Gußmethoden für diese Legierungen mit hohem Schmelzpunkt bzw. -intervall entwickelt worden waren (seit ca. 1940).

Verarbeitung von Nicht-Edelmetall (NEM) (Typ Modellgußwerkstoffe, Chrom-Nickel-Stähle, Chrom-Kobalt-Molybdän-Legierung) ist (fast ausschließlich) an Großlabors gebunden (Apparate-Park, besonderes Gießen, Ausarbeiten, Polieren u. a.).

Die Modellgußprothese aus Chrom-Kobalt-Molybdän-Legierungen oder Chrom-Nickel-Stählen ist sowohl labortechnisch ausgereift als auch klinisch erprobt. Vergleichsuntersuchungen gegenüber Modellgußprothesen aus Goldlegierungen, z. B. in bezug auf elastisches Verhalten der federnden Klammerarme, Verbindungsbügel, der Elastizitätsmoduli u. v. a., ebenso Untersuchungen über die Paßgenauigkeit, die den Goldlegierungen nachsteht, liegen vor.

Klinische Untersuchungen u. a. über Klammerbrüche oder Dauerverhalten im Munde sind an verschiedenen Zahnkliniken durchgeführt worden und führen zu akzeptablen, klinisch vertretbaren Ergebnissen.

6. Untersuchungen zur Frage der **„Metallkeramik"** sind von verschiedenen Autoren und Autorengruppen ohne und mit Unterstützung der Dentalindustrie durchgeführt worden. Eine der Untersuchungsgruppen wurde von mir selbst geleitet und bearbeitet Fragen der Metallkeramik seit dem Jahre 1966.

Bei der „Metallkeramik" müssen unterschieden werden:

Metallkeramik mit Edelmetall-Legierungen,
Metallkeramik mit Nichtedelmetall-Legierungen und
Metallkeramik mit Spargoldlegierungen.

Die Zusammensetzungen der Metall-Legierungen sind etwa folgende:

a) Edelmetall-Legierungen:

Gold 70—90 Gew.%
Platin 2—15 Gew.%
Platinmetalle
z. B. Palladium
Iridium
Rhenium
Silber bis 5 Gew.%
Kupfer 1 Gew.%
Indium
Zinn
Eisen u. a.

b) Nichtedelmetall-Legierungen:

Nickel ca. 70 Gew.%
Chrom 15—20 Gew.%
Molybdän
Mangan
Aluminium
Silizium u. a.

c) Spargold-Legierungen (auch Goldarme Legierungen):

Silber 18—40 Gew.%
Palladium 29—60 Gew.%
Goldanteil 40—2 Gew.%
Zink
Zinn
Indium ca. 8 bis 10 Gew.%
Eisen
Kupfer
Rhenium

d) Ursprünglich galt das Interesse in erster Linie der **Bindung der Werkstoffe:** gebrannte keramische Masse und Metall-Legierung, deren Ausdehnungskoeffizienten aufeinander abgestimmt werden mußten. Untersuchungen erfolgten mechanisch (durch Drucktest) und mikromorphologisch mit verschiedenen Mikroskopen. In den letzten Jahren wurde das Rasterelektronenmikroskop bevorzugt, weil es sowohl mikromorphologische Bilder der Bindungszone (bei längs- oder quergeschnittenen Kronen) liefert als auch Elementanalysen der beiden Grundwerkstoffe sowie der Bindungszone ermöglicht.

Nachdem verschiedene, für die Metallkeramik ungeeignete Werkstoffe ausgeschieden worden waren und von den untersuchten einige mit guter Bindung und verläßlichem klinischen Verhalten sich verbreiteten, wenden sich nun die Interessen der Untersucher klinischen Belangen zu. Klinische Langzeitbeobachtung zeigte nämlich (nicht nur gelegentlich Abplatzen der gebrannten keramischen Masse — in der Regel durch Okklusionstrauma zu erklären), daß die marginale Gingiva in Kontakt mit metallkeramischen Brücken nicht immer die von „Keramik" erwartete gute Verträglichkeit aufweist. Methodische Fehler (Überbrennen des Metallkronenrandes), aber auch Reizung aus anderen Gründen könnten die Ursache sein.

Immerhin wird die Bindung Keramik/Metallgerüst durch legierte Unedelmetalle, die als Oxidbildner funktionieren, verursacht. Im Laufe des Aufenthaltes der unbedeckten Metalle im Munde könnten diese trotz homogener Bindung in der Metall-Legierung in der Mundflüssigkeit chemisch aktiv oder elektro-chemisch aktiviert werden. Anlaufen freiliegender Metallbezirke, Ionenabschwemmung o.ä. Korrosionserscheinungen sind zu beachten bzw. denkbar. Ungenügende Mundpflege mit Plaquesanlagerungen fördern diese Veränderungen der offen liegenden Metallabschnitte.

2.1.3 Normen, Spezifikationen für Metall-Legierungen

1. Die Dentalfirmen geben heute in der Regel für die von ihnen vertriebenen **Goldgußlegierungen** Daten über die Zusammensetzung und physikalischen Eigenschaften der Legierungstypen (I bis IV) an, wie sie in den Deutschen Normen DIN 13906 (Anhang) verlangt werden. Diese Empfehlungen sind im Zusammenhang mit der International Organisation for Standardization (ISO) entwickelt worden. Danach sollen DIN-genormte Goldlegierungen 75% Gold enthalten.

Auch für **Gußlegierungen auf Kobalt-Chrom-Basis** besteht die DIN-Norm Nr. 13912 (Anhang).

2. Es gibt **keine** nationalen oder internationalen **Empfehlungen** für Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften von Blaßgoldlegierungen, Spargold-Legierungen, goldarmen Legierungen, Silber-Palladium-Legierungen. Diese werden zur Zeit in der Intern. Standard Organisation entworfen, überprüft und diskutiert und sollen von Korrosionstests bzw. Toxizitätsprüfungen — die noch für keine Norm bestehen — abhängig gemacht werden.

3. Die Überprüfung der von den Herstellern gemachten Angaben in bezug auf Einhaltung der DIN-Normen oder internationalen Spezifikationen ist wegen der großen Zahl von Dental-Legierungen **nicht möglich.**

In den Jahren 1965 bis 1970 beschäftigten wir uns an der Berliner Zahnklinik mit der Überprüfung von Werkstoffen nach seinerzeit gültigen FDI-Normen. Dies konnte z. B. für Silikatzemente, Phosphatzemente, Alginate, Amalgame u. ä. durchgeführt werden, jedoch **nicht für Goldgußlegierungen.** Bei diesen Prüfungen ist es nämlich notwendig, die Werkstoffe im Dental-Handel zu kaufen (und nicht vom Hersteller zu beziehen). Der Preis für die notwendigen Mengen der seinerzeit im Handel befindlichen Goldlegierungen belief sich auf annähernd 1 Million DM. Daher mußte diese unabhängige Testung unterbleiben.

4. Weiterhin gibt es **keine DIN-Normen** oder ISO-Spezifikationen für Legierungen, die in der **Metallkeramik** verwendet werden. Diese Normen müßten spezielle Forderungen an die Bindung von keramischen Massen auf den „Aufbrenn-Legierungen" enthalten. Im Jahre 1978 soll es nach Angaben von *Kh. Schmitz (Fa. Wienand)* ca. 60 Legierungen auf dem Dentalmarkt gegeben haben, die als für Metallkeramik geeignet bezeichnet wurden. Es handelt sich um:

22 Edelmetall (EM)-Legierungen,
18 Spargold-Legierungen und
19 Nichtedelmetall (NEM)-Legierungen.

Von diesen sollen 22 in der Bundesrepublik hergestellt werden.

Es ist unmöglich, über alle diese Legierungen (die nicht generell als für die „Metallkeramik" geeignet bezeichnet werden dürfen) einen wissenschaftlich gesicherten Überblick, der noch dazu die Bindung Keramik/Metall-Legierung betreffen muß, geben zu können.

So betone ich selbst in eigenen wissenschaftlichen Veröffentlichungen stets, daß sich die Untersuchungsergebnisse nur auf die zitierten Werkstoffe beziehen und Übertragungen nicht empfohlen werden können.

5. Verständlich erscheint mir daher der folgende Hinweis einer neueren Werbeschrift, denn bei der Werkstoff-Verarbeitung könnten zu Fehlern auch noch Verwechselungen einzelner Anweisungen, Materialien, Apparate oder Teile von ihnen vorkommen.

Es heißt dort: „Unsere anwendungstechnischen Empfehlungen, ganz gleich, ob sie mündlich, schriftlich oder im Wege praktischer Anleitungen erteilt wurden, beruhen auf unseren eigenen Erfahrungen und/oder Versuchen. Sie sind in jeder Hinsicht unverbindlich, auch in bezug auf etwaige Schutzrechte Dritter.

Der Benutzer bleibt aber selbst verantwortlich für die Prüfung unserer Erzeugnisse und Empfehlungen für die von ihm vorgesehenen Zwecke.

In jedem Falle beschränkt sich aber ein etwa dennoch aufgrund unserer anwendungstechnischen Empfehlungen in Betracht kommender Schadensersatzanspruch auf den Wert der von uns gelieferten Ware.

Schadensersatzansprüche aus Verschulden bei Vertragsschluß oder aus positiver Vertragsverletzung sowie aufgrund unerlaubter Handlungen sind nur bei grober Fahrlässigkeit und Vorsatz gegeben."

2.1.4 Bisherige Untersuchungen

1. **Untersuchungen** in der Bundesrepublik beruhen bisher auf:

a) Einzelinteresse und Eigeninitiativen von werkstoffkundlich interessierten und von klinisch tätigen **Hochschullehrern,** die selbst oder zusammen mit Doktoranden Teilfragen untersucht haben,

b) Untersuchung von **Firmen der Dentalindustrie** in eigener Regie (für Patentanmeldung, Werbung und Sicherheit vor Mißerfolgen),

c) gemeinsame Untersuchungen von Universitäten und Dentalfirmen.

Ich möchte damit zum Ausdruck bringen, daß wir Zahnärzten, die ihre persönliche Erfahrung hoch einschätzen (ohne systematisch untersucht zu haben) und diese der Öffentlichkeit mitteilen, nur teilweise mit konkreten Ergebnissen entgegentreten können. Für viele gilt noch **„Ich habe den Eindruck"** oder im vorliegenden Diskussionspunkt sogar **„Ich hatte damals den Eindruck".**

Es muß in Erinnerung gebracht werden, daß es in den Jahren vor und nach 1950 in den Universitäts-Zahnkliniken häufig zu Untersuchungen auf „elektrische Ströme im Munde" kam und dafür sogar Geräte entwickelt wurden (*Fa. Philipps,* umfunktionierte Millivoltmeter, Messungen gegenüber Feingold-Elektroden oder Kalomel-Elektroden).

Hierher gehören die in vitro und in vivo Untersuchungen und Ergebnisse von Dr. Ing. *K. Stegemann* (Techn. Universität Berlin) und seinen Doktoranden Frau *M. Eckmann* und Herrn *K. H. Herold* von 1953 bis 1958 (Dtsch. zahnärztl. Zeitschrift)

2. Die moderne Goldlegierung vom Typ IV Gold mit Platinmetallen — Platin, Iridium — legiert — 75%, z.B. Degulor M, sichern bei regelrechter Verarbeitung bereits gute Kristallisation, d.h. Feinkörnigkeit. Sie bilden ca. 2000 Kristalle auf den Quadratmillimeter und sind innerhalb jedes einzelnen Kristalles und damit im ganzen homogen. Sie härten bei langsamerem Abkühlen nach dem Gießen aus, erreichen so optimale mechanische Werte und verhalten sich in der Mundhöhle **edel.**

Gold-Silber-Kupfer-Legierungen (750/8 oder 833/5) werden mit Karat-Goldgehalt angegeben, sind empfindlich gegenüber geringen Verarbeitungsfehlern und bilden nach dem Abkühlen grobe Kristalle (ca. 100 Kristalle auf den Quadratmillimeter), neigen zur Seigerung (Entmischung) und zum dentritischen Gefügeaufbau. Wärmenachbehandlungen sind notwendig (Homogenisieren, Vergüten). Gleiches gilt für Silber-Palladium-Legierungen, die noch beschrieben werden (Kristallgefüge bei diesen ebenfalls grob; ca. 80/qmm).

Klinische Untersuchungen auf Potentialdifferenzen, die sich im Munde zwischen verschiedenen Metallen infolge des Vorhandenseins von Speichel oder flüssigen Nahrungsmitteln (als Elektrolyt) bilden könnten und wie sie aus den Jahren nach dem 2. Weltkrieg bekannt sind, erübrigten sich im Laufe der Zeit mehr und mehr und sind heute in Vergessenheit geraten.

Die weiteren Gründe dafür sind z.B.: Die **Edelmetall-Verarbeitung** ist so sicher geworden (z.B. durch Entwicklung der genannten feinkörnig kristallisierenden Legierungen und spezieller Apparate), daß sie sowohl in **zahntechnischen Großlabors** als auch im **Praxislabor** mit diesen Mitteln und Apparaturen stattfinden kann, ohne fehlerhaft auszufallen. Die sichere Verarbeitung und das gute klinische Verhalten verhindern Fehlleistungen im Labor und werkstoffbedingte Fehler im Munde. Daher ist es bisher rationeller und praktischer (praxisnäher), Goldlegierungen zu verarbeiten.

2.1.5 Blick auf Silber-Palladium-Legierungen

Von den in den dreißiger Jahren entwickelten **Silber-Palladium-Legierungen** (als weiße Edelmetall-Legierungen zu bezeichnen) sind zur Zeit Palliag (Degussa) und Alba (Heraeus) noch auf dem Dentalmarkt. Sie waren vor, während und nach dem Kriege klinisch angewendet worden, als einfacher Zahnersatz die Regel der prothetischen Versorgung war und Gold für Legierungszwecke kaum zur Verfügung stand. Jetzt werden sie vorzugsweise als Phantommaterial bei der Ausbildung verwendet. In der labortechnischen Verarbeitung entsprechen diese Legierungen in der Handhabung den Goldlegierungen annähernd, z.B. in bezug auf Gießen, Ausarbeiten und Polieren.

Bei Phantomarbeiten (zu Übungszwecken) treten die möglichen Verarbeitungsmißerfolge nicht in Erscheinung.

1. Folgende Schädigungen und Verarbeitungsfehler sind zu nennen:

a) **Schwefelschädigung** und Bildung von Kalziumsulfid durch Gips, der in Einbettungsmassen enthalten ist.

Folge: Das Gußgefüge wird spröde und brüchig und entspricht nicht mehr den erwarteten mechanischen Eigenschaften.

b) Die Sulfide lagern sich vorwiegend an den Korngrenzen ab und trennen die Kristalle der Legierung voneinander.

Folge: **Auflockerung des Gefüges,** das Werkstück wird warm-brüchig. Es ist aber auch bei Raumtemperatur nicht mehr verarbeitungsfähig, weil Sulfide zu einer Versprödung führen. — Die Mundbeständigkeit des Werkstücks ist nicht gewährleistet.

c) Das **Gießen** von Silber-Palladium-Legierungen ist wegen der Höhe des Schmelzintervalls (1180 bis 1080° C) mit den laborüblichen Mitteln **schwieriger** als bei Goldgußlegierungen (z. B. 1000 bis 900° C). Bei Überhitzung können Entmischung der Legierung (Seigerung) oder dendritische Ausbildung des Kristallgefüges (Inhomogenität) verursacht werden. Folge: Die vorzugsweise aus Silber (ca 65%) und Palladium (ca. 20 bis 25%) bestehende Edelmetall-Legierung verhält sich im Munde unedel, weil sich in den Außenbezirken der einzelnen Kristalle vorzugsweise die unedlen Legierungsbestandteile (Zink, Kupfer) angesammelt haben.

Notwendige empfohlene Nachbehandlung: Homogenisieren der Silber-Palladium-Legierung, in Eisenfolie eingewickelt und geschützt, für eine Stunde bei 800 bis 900° C im Vorwärmeofen oder Einlegen in Sand und gleiche Wärmebehandlung.

d) **Erfolgt diese Nachbehandlung nicht,** verhält sich die Silber-Palladium-Legierung im Munde unter Speichel und flüssigen Speisen wie ein Unedelmetall, d. h. die Legierung ist nicht mundbeständig, und es bilden sich **Oxide** und/oder Sulfide auf der Oberfläche des Zahnersatzes.

Folgen: Die silbergraue Legierung läuft an (Farbe ist dann schwarz): **Korrosion.** Die polierte Oberfläche wird rauh und verursacht Retention von Plaques, Zahnstein, Rauchbelägen u. a., besonders approximal sowie palatinal und lingual.

e) **Schwarzfärbung** tritt auch unter der Kunststoffverblendung von Silber-Palladium-Legierungen auf. Dies kann leicht durch Korrosion der nicht polierten, mit Kunststoff verblendeten Abschnitte des Zahnersatzes geschehen. Aber auch bakterielle Vorgänge durch Einwanderung von schwarzfärbenden Bakterien (Bact. melaninoganicum) in den Spalt zwischen Kunststoff und Metall kommen als Ursache in Frage. Das Bact. mel. ist ein anaerob wachsender Mikroorganismus; es findet ein ideales Ausbreitungsfeld im beschriebenen Spalt, aber auch unter Plaque, Belägen und Zahnstein.

(Um diesen Effekt zu vermeiden, bediente man sich seinerzeit der Vergoldung. Dieses Verfahren ist metallurgisch unter Mundbedingungen mindestens umstritten, da möglicherweise ebenfalls Korrosionsvorgänge ausgelöst werden können.)

Stegemann spricht hier auch von **Belüftungselement,** mit elektro-chemischer Ursache.

2. Als Folgen für den Patienten kommen in Betracht:

a) **Unansehnlichkeit** des Zahnersatzes (Krone oder Brücke) mit steigender Tendenz im Laufe der Zeit; Klagen über **Metallgeschmack,** besonders wenn sich noch andere — edlere oder unedlere — Metalle oder Metall-Legierungen im Munde befinden

b) **Vermehrter Speichelfluß**

c) **Allergische Reaktionen,** in der Regel lokal

d) **Vermehrte Plaqueretention** an den korrodierten Metalloberflächen

e) **Rötung** der in Kontakt mit der Legierung stehenden Schleimhaut, **Schleimhautbrennen**

f) **Unwohlsein des Patienten** (bis zur Intoxikation) durch Abschwemmung von unedlen Legierungsbestandteilen (bes. Kupfer, Zink)

g) **Neuralgiforme Beschwerden.** (Zusammenstellung erfolgte aufgrund eigener klinischer Beobachtungen und in Anlehnung an *Staegemann, G.:* Grundlagen der klinischen Stomatologie, 1976, Leipzig. Begründung: Die Edelmetallknappheit in der DDR führte seit Jahrzehnten zur fast ausschließlichen Verwendung von Silber-Palladium-Legierung, nur gelegentlich zur Anwendung von Goldlegierungen bzw. der Kombination.)

3. Die Silber-Palladium-Legierungen wurden (wie Prof's. *Reither* — Freiburg und *Roßbach* — Würzburg wissen ließen) aufgrund eines Gutachtens von *Reither* aus dem Jahre 1969 (?), spätestens 1972, auch bei der Bundeswehr durch Goldlegierungen in der prothetischen Versorgung der Soldaten ersetzt.

4. Durch Pressemitteilungen, wie unter 2.1.1 zitiert (nach der die Silber-Palladium-Legierung Palliag in 90% der prothetischen Versorgung verwendbar wäre), werden

a) die Untersuchungsergebnisse von *Stegemann* und seinen beiden Doktoranden, Frau *M. Eckmann* und Herrn *K. H. Herold,* Freie Universität Berlin (Dtsch. zahnärztl. Z. 1956 „Korrosionserscheinungen an Dentallegierungen"), falsch interpretiert und

b) die Entwicklung der klinischen Behandlungsmethoden mit Goldlegierungen während der letzten 25 Jahre völlig ignoriert.

2.1.6 Korrosion an Dentallegierungen

Die von *Stegemann* durchgeführten Untersuchungen haben ganz wesentlich dazu beigetragen, daß durch Laborversuche und Messungen im Munde Klarheit über die Entstehung möglicher Korrosionserscheinungen im Munde geschaffen wurde. Diese entstehen oder werden durch Potentialdifferenzen unterschiedlicher Metall-Legierungen im Munde unter Speichel, der als Elektrolyt wirkt, unterhalten. Chemische und elektrochemische Korrosion wird unterschieden.

Korrosionsbeständigkeit der im Munde befindlichen Metalle ist vom zahnärztlichen Standpunkt aus zu fordern. Die Erfahrung hat gezeigt, daß feinkörnige Goldlegierungen mit 75% und mehr Goldgehalt nicht korrodieren.

Auch korrekt verarbeitete Chrom-Kobalt-Molybdän-Legierungen und Chrom-Nickel-Stähle zeigen sich als elektrochemisch relativ inaktiv.

Silber-Palladium-Legierungen, so kann man aus den *Stegemann*schen Untersuchungen entnehmen, verhalten sich unedel und im Laufe der Zeit (trotz korrekter Verarbeitung, also incl. des Homogenisierens) mehr und mehr aktiv, d. h. sie laufen an bzw. gehen im Speichel in Lösung und werden z. T. verschluckt.

Stegemann konnte aufgrund seiner Untersuchungen vor chemisch und/oder elektrochemisch aktiven Metallen oder Metall-Legierungen warnen (weil zu dieser Zeit sogar noch Unedelmetalle im Munde angetroffen wurden). Bis zum damaligen Zeitpunkt (Mitte der fünfziger Jahre) war die durch verschiedene Metalle im Munde ausgelöste Problematik kaum beachtet worden und in ihrer medizinischen Bedeutung unerkannt gewesen.

Weitere Veröffentlichungen aus diesen Jahren oder spätere einschlägige Publikationen konnten bisher zunächst nicht aufgefunden werden, besonders fehlt es an konkreten Daten von Vergleichsuntersuchungen. Das zeigt, daß sich die dargestellte Problematik verschiedener, instabiler Metalle im Munde durch die neuen Goldlegierungen (feinkörnig, homogen) und deren korrekte Verarbeitung im Laboratorium verlor. Eine Zusammenfassung der derzeitigen Kenntnisse über „Korrosion an Dentallegierungen" von Dr.-Ing. *E. Wagner* findet sich im Buch „Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung", Seite 453 bis 472 (1974).

Es besteht immerhin die Möglichkeit, daß durch Rückkehr zur Silber-Palladium-Legierung die Problematik der „Korrosion von Dentallegierungen" im Munde wieder auflebt.

2.1.7 Offene Fragen, fehlende Untersuchungen

Es fehlen in der Literatur:

Veröffentlichungen über das klinische Verhalten von

1. **Silber-Palladium-Legierungen** im Munde mit Aussagekraft (z. B. statistische Vergleichsuntersuchungen) nach längerer Tragezeit.

2. **Silber-Palladium-Legierungen** und **Edelmetall-Legierungen** im Munde über längere Zeiträume (z. B. einige Jahre).

3. Es ist nicht abzusehen, wie sich Edelmetall-Legierungen im Munde verhalten, wenn nun Silber-Palladium hinzukommt.

4. **Blaßgold-Legierung** (Typ: Duallor mit ca. 55% Au) (obgleich seit ca. 40 Jahren im Handel) in Zahnersatzarbeiten, das heißt bei Kronen und Brücken, heute Stabilor.

5. **Untersuchungen** (metallurgisch, mechanisch) über Lötungen von Silber-Palladium-Legierungen an
Goldlegierungen, an
Chrom-Kobalt-Molybdän-Legierungen und an
Chrom-Nickel-Stählen

von Edelmetall-Legierungen an Aufbrennlegierungen, z. B.
Edelmetall-Legierungen,
Nicht-Edelmetall-Legierungen,
Spargold-Legierungen oder
diese Legierungen untereinander.

Diese Auskünfte sind vor Gebrauch von Kombinationen der Metalle nötig, da die Haltbarkeit der Lötungen über die Dauerhaftigkeit des Zahnersatzes entscheidet.

6. Gelenke, Geschiebe, Stege, Barren sind zur Zeit entweder gießbar (dann aber je nach Werkstoff oft nicht präzise genug) oder aus Goldlegierungen angefertigt. Dann sind Lötungen (oder Anguß) notwendig.

7. Die Durchsicht der deutschen und fremdsprachigen Literatur könnte über die skizzierten Fragen und einschlägige Forschungsergebnisse oder Ergebnisse klinischer Untersuchungen Aufschluß geben.

8. Untersuchungen über das Verhalten „vergoldeter" Metallarbeiten im Munde. (Palliag wurde vergoldet, Schichtstärke 10 bis 20 µm; Chrom-Kobalt-Molybdän-Legierungen werden vergoldet.) Stellt dieses Vorgehen eine akzeptable, dauerhafte Veredelung dar?

9. Untersuchungen, zusammen mit Medizinern, um Aufschluß über den Verbleib abgeschwemmter Metall-Ionen zu bekommen, durchführbar mit sog. markierten Elementen.

2.1.8 Schlußfolgerungen und Empfehlungen

1. Mit der angeforderten wissenschaftlich begründeten **Stellungnahme** müßte sowohl das klinische als auch das labortechnische Vorgehen — sofern es vom bisherigen unter Gebrauch von Goldlegierungen abweicht — gewährleistet werden.

Es zeigte sich, daß viele Details, die mann zur Beurteilung heranziehen und berücksichtigen müßte, in der Zeit seit Auftragserteilung zu dieser Stellungnahme, nicht aufgefunden wurden, noch nicht untersucht oder beschrieben sind.

Der Bundesausschuß wünscht eine **wissenschaftlich gesicherte Aussage.** Das dafür notwendige Material würde den Umfang einer großen wissenschaftlichen Untersuchung und Abhandlung unter Beteiligung anderer Fachdisziplinen ausmachen.

Es handelt sich sowohl um **metallkundliche Unterlagen** als auch um **klinische Untersuchungen** und **systematisch dokumentierte Erfahrungen.**

Nachdem sich Goldlegierungen zur Herstellung von Zahnersatz, besonders von Gußfüllungen, Kronen, Brücken und kombinierten partiellen Prothesen in den vergangenen 25 Jahren durchgesetzt hatten, bestand keine Veranlassung mehr, frühere Untersuchungen (wie sie Dr. Ing. *K. Stegemann* und Mitarbeiter angestellt hatten) fortzusetzen oder auch nur nachzuvollziehen.

Es muß daher festgestellt werden:

Zur Zeit sind Goldlegierungen in der zahnärztlich-prothetischen Versorgung nicht gleichwertig zu ersetzen.

2. **Folgende nächste Schritte werden vorgeschlagen:**

a) Der Bundesausschuß und der Vorstand der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung sollten gemeinsam einen **Aufruf** an alle Zahnärzte und Zahntechniker richten, mit der Bitte, **Goldlegierungen so sparsam wie möglich zu verbrauchen,** die Indikation genau zu erwägen und nach Möglichkeit sich früher üblicher Edelmetall-Sparmaßnahmen zu erinnern.
Von Wagnissen sollte jedoch im Interesse des Patienten abgeraten werden.

b) **Befragung der Hochschullehrer** für zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde unter Vorlage der beiden Stellungnahmen von Prof.'s *Marx* und *Eichner* und anderer Unterlagen mit der Bitte um Durchsicht, ergänzende Hinweise, Literaturangaben, Nachuntersuchungsmöglichkeiten u. a.
(Begründung 1: An den Zahnkliniken München [ca. 1950 bis 1960] und Marburg [1965 bis 1970] sei Duallor viel verwendet worden. Auch Palliag und Alba wurden früher für prothetische Versorgungen verwendet, wo? Umfrage: Erfolgt Einzelanwendung von Palliag z. Zt. an einer der Kliniken z. B. für Gußfüllungen, Stiftaufbauten, Kronen auf Zeit?

Begründung 2. Die Frage nach Goldersatz-Legierungen ist tiefgreifend sowohl in bezug auf die zahnärztlich-prothetische Wissenschaft als auch auf die Auswirkung in der Versorgung der behandlungsbedürftigen Patienten — oder der Solidargemeinschaft. Aussagen in dieser Frage sollten daher von allen Hochschullehrern erbeten werden, um dieses oder jenes Ergebnis gemeinsam tragen zu können.)

c) **Öffentliche Anfrage** in den Zahnärztlichen Mitteilungen an Zahnärzte **zum Zwecke der Bestandsaufnahme** der Erfahrungen mit goldarmen Legierungen (Duallor, Stabilor) und Silber-Palladium-Legierungen. Wo sind klinische Nachuntersuchungen möglich?

d) **Veranstaltung eines Kolloquiums** mit einem begrenzten Kreis von 10 bis 12 Sachkennern verschiedener Dentalgebiete, um festzustellen, ob alle mit der Edelmetallteuerung verbundenen Fragen bisher überhaupt erkannt sind.

e) **Anfragen** beim Bundesminister für Arbeit und Soziales und Bundesminister für Forschung,
ob die **Durchführung eines Forschungsauftrages** dieser Ministerien nicht angezeigt wäre. Ziele könnten sein:

Bestandsaufnahme,

Klärung, ob vorhandene Ausweich-Legierungen mundbeständig und geeignet sind

neue Legierungen entwickelt werden müssen, die moderne, zahnärztlich-prothetische Behandlungen gewährleisten und goldsparend sind. Auch andere Metalle (Silber, Platin, Palladium) müßten einbezogen werden.

Berlin, 18. Februar 1980 **Prof. Dr. K. Eichner**

2.2 Prof. Dr. H. Marx

Leiter
Institut für zahnärztliche Werkstoffkunde und Technologie
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
Johannes Gutenberg-Universität
Fachbereich 10 Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Saarstraße 21
6500 Mainz
Tel.: (06131) 392654

Stellungnahme zur Frage von Ersatzmaterialien für Goldlegierungen

Vorbemerkungen
2.2.1 Dentale Edelmetall-Legierungen
2.2.1.1 Die einfachen Dentalgolde aus Gold, Silber, Kupfer
2.2.1.2 Die platinhaltigen Dentalgolde mit Anteilen von 10 bis 20% Platinmetall
2.2.1.3 Die sogenannten Blaßgolde
2.2.1.4 Die weißen Edelmetall-Legierungen
2.2.2 Edelmetallfreie Dentallegierungen
2.2.3 Spezielle Bewertung
2.2.3.1 Herausnehmbare Prothesen
2.2.3.2 Kronen und Brücken
2.2.3.2.1 mit Kunststoff-Verblendung
2.2.3.2.2 mit keramischer Verblendung
2.2.3.3 Inlays
2.2.4 Beurteilung

Vorbemerkungen

Nach umfangreichem Literaturstudium und aufgrund eigener langjähriger praktisch-klinischer Erfahrung als Zahnarzt, Hochschullehrer und Zahntechniker nehme ich zu der o. a. Frage Stellung mit dem besonderen Aspekt,

„ob es bei Zahnersatz Ersatzmaterialien für Goldlegierungen gibt, welche nicht nur wirtschaftlicher als Goldlegierungen sind, sondern auch den wissenschaftlichen Anforderungen und Kriterien standhalten, um einer möglichst optimalen Versorgung im Rahmen der zahnärztlichen Behandlung gerecht zu werden".

Hierzu muß zunächst, da es keine Universal-Goldlegierung gibt, welche in ihren Eigenschaften den speziellen Anforderungen der verschiedenen Zahnersatzarten in optimaler Weise genügt, die Frage differenziert werden in Ersatzmaterialien für:

1. herausnehmbare Prothesen
2. Kronen und Brücken
   a) mit Kunststoffverblendung
   b) mit keramischer Verblendung
3. gegossene Einlagefüllungen = Inlays

Da reines Gold für die vorgenannten Anwendungen viel zu weich ist (es wurde in reiner Form früher lediglich bei der sog. Goldklopf- bzw. Goldstopf-Füllung angewendet, die heute fast völlig der gegossenen Goldfüllung gewichen ist), wird es nur in Form von sog. Legierungen in Verbindung mit anderen Metallen, wie Silber, Kupfer, Zink, Platin, Palladium, Iridium usw. benützt.

In der DIN 13906 „Goldgußlegierungen" (Anhang) sind die Mindestanforderungen für Gußlegierungen mit Gold als Grundmetall zum Herstellen von Füllungen und Zahnersatz für die Zahnheilkunde im Interesse des Herstellers und Verbrauchers festgelegt.

Diese Norm stimmt im wesentlichen mit der ISO-Empfehlung R 1562, Dental casting gold alloy, überein.

Sie teilt die Legierungen nach ihrer Zusammensetzung und ihren physikalischen Eigenschaften in 4 Typen ein, und zwar:

Typ I min. 83 Gew.-% Gold und Metalle der Platingruppe
Typ II min. 78 Gew.-% Gold und Metalle der Platingruppe
Typ III min. 78 Gew.-% Gold und Metalle der Platingruppe
Typ IV min. 75 Gew.-% Gold und Metalle der Platingruppe.

Ein 75%iger Gewichtsanteil von Gold und Metallen der Platingruppe hat sich im Laufe von Jahrzehnten bei der Anwendung von Goldlegierungen in der Mundhöhle als die unterste Grenze erwiesen, bei der eine ordnungsgemäß verarbeitete Goldlegierung „mundbeständig" ist, d. h. weder einer chemischen noch elektrochemischen Korrosion unterliegt.

Unbeschadet dieser Erkenntnis wurden bereits in den 30er Jahren, bedingt durch die weltweite Wirtschaftskrise mit Goldmangel und Goldbewirtschaftung, etwa zur gleichen Zeit in den USA und in Deutschland zunächst Legierungen mit nur noch ca. 50% Gold und später sogar mit einem nur noch minimalen Goldanteil von 0—10% nach *Eichner* bzw. 0—25% nach *Wagner* entwickelt und als dentale Edelmetall-Legierungen angeboten. Hierbei wurde versucht, einen Teil des zur Mundbeständigkeit bisher für unbedingt erforderlich gehaltenen Goldanteils von 75% durch Palladium und Silber zu ersetzen. Dies beruht im wesentlichen darauf, daß „Palladium in der Lage ist, in bezug auf Mundbeständigkeit die $2^1/_2$fache Menge Feingehalt Gold zu ersetzen" *(Andreas 1963)*. Die Legierungen mit nur noch ca. 50% Goldanteil haben eine stark abgeblaßte Goldfarbe und werden deshalb „Blaßgolde" oder auch „Spargolde" genannt. Eine weitergehende Reduzierung des Goldanteils läßt die Legierungen zunehmend weißer werden; sie werden daher als „weiße Edelmetall-Legierungen" bezeichnet, da auch ein Goldanteil bis zu 10% keine farbgebende Wirkung mehr hat.

Die goldfreien Typen dieser Gruppe werden auch „Goldersatzlegierungen" genannt. Diese Legierungen entsprechen formal zwar nicht mehr der DIN 13906, werden aber heute immer noch hergestellt, was dafür spricht, daß auch heute noch eine entsprechende Nachfrage besteht.

2.2.1 Dentale Edelmetall-Legierungen

Das heutige Angebot von dentalen Edelmetall-Legierungen für die Zahnheilkunde läßt sich in vier Gruppen einteilen:

2.2.1.1 Die einfachen Dentalgolde aus Gold, Silber, Kupfer (sog. ternäre Goldlegierungen), welche den anfänglich verwendeten karatgebundenen Schmuck- oder Münzgolden entsprechen.

Wegen ihrer Neigung zur Bildung inhomogener und grobkörniger Gefüge-Strukturen entsprechen sie nur bedingt den heute an eine Dental-Legierung zu stellenden Anforderungen.

2.2.1.2 Die platinhaltigen Dentalgolde mit Anteilen von 10 bis 20% Platinmetallen

Wegen ihrer experimentell wie klinisch nachgewiesenen besseren chemischen und physikalischen Eigenschaften haben sie die Legierung der Gruppe 1 fast völlig verdrängt *(E. Wagner 1965)*. Sie sind heute wegen ihrer überlegenen Eigenschaften die meistverwendeten dentalen Edelmetall-Legierungen in den verschiedensten Anforderungen entsprechenden Modifikationen.

2.2.1.3 Die sogenannten „Blaßgolde"

Sie wurden, wie erwähnt, seinerzeit als „Spargolde" konzipiert mit ca. 50% Gold und ca. 50% Palladium. Der Rest besteht aus Silber und Unedelmetallen. Nach *E. Wagner (1965)* sind sie in ihrem chemischen Verhalten und in ihren mechanischen Eigenschaften den Platingolden ebenbürtig. Sie konnten daher bis heute ihren Platz im Angebot aller namhaften Hersteller von dentalen Edelmetall-Legierungen behaupten, wenngleich ihre Anwendung gegenüber den platinhaltigen Dentalgolden wesentlich geringer ist.

2.2.1.4 Die weißen Edelmetall-Legierungen

Ihr Hauptbestandanteil ist *(nach E. Wagner 1965)* Silber mit Zusätzen von ca. 20 bis 25% Palladium, 0 bis 25% Gold, ca. 10% Kupfer und Zink. Diese Zusammensetzung liegt zwar völlig außerhalb des in der FDI-bzw. DIN-Norm aufgezeigten Rahmens, „in ihren Festigkeitseigenschaften entsprechen jedoch die harten Legierungen dieser Gruppe durchaus den Forderungen der Specifikation". Ihre Eigenschaft, grundsätzlich nach dem Guß dendritisch zu erstarren *(Lenz* und *Plonka* 1979), sich auch durch eine längere Wärmebehandlung bei hoher Temperatur nicht mehr ganz homogenisieren zu lassen, das schwierige Gießverhalten und die Neigung zur Gasaufnahme beim Schmelzen *(M. Andreas 1963)* macht ihre Verarbeitung jedoch problematisch.

Nach *E. Wagner (1965)* ist ihre Mundbeständigkeit den Goldlegierungen etwas unterlegen: „Sie bleiben zwar in der Regel im Munde unverändert, neigen aber unter ungünstigen Bedingungen etwas zu Verfärbungen."

Wegen dieser Nachteile sind die weißen Edelmetall-Legierungen als Goldersatzlegierungen in dem Maße, wie Gold wieder zunehmend zur Verfügung stand, in den Hintergrund getreten, wenngleich sie bis heute ein fester Bestandteil des Angebotes dentaler Edelmetall-Legierungen sind.

In allen vier Gruppen werden verschiedene Modifikationen für die speziellen Anforderungen der verschiedensten Indikationen angeboten, welche weitgehend der Typeneinteilung der DIN- bzw. ISO-Norm und den darin erhobenen physikalischen Mindestanforderungen entsprechen.

2.2.2 Edelmetallfreie Dentallegierungen

Daneben bzw. dagegen stehen die **edelmetallfreien Dentallegierungen,** welche in der Literatur auch als NE-Legierungen *(Plischka 1973)*, NEM-Legierungen *(Eichner 1979)* oder Unedelmetall-Legierungen *(Henning 1978)* bezeichnet werden. Dazu ist zu bemerken, daß die allgemein gebräuchliche Abkürzung NE für Nichtedelmetalle nicht ganz korrekt ist, da dies laut DIN 1700 das Kurzzeichen für Nichteisenmetalle ist.

Das gemeinsame Charakteristikum dieser Legierungen ist, daß sie, obwohl sie überhaupt kein Edelmetall mehr enthalten, eine den Edelmetall-Legierungen entsprechende gute Mundbeständigkeit haben.

Hierbei sind drei Hauptgruppen zu unterscheiden:

2.2.2.1 Die Chrom-Nickel-Stähle

Sie sind alle Abkömmlinge des 1912 bei *Krupp* entwickelten V2A-Edelstahles, der bereits 1919 unter dem Namen *Wipla* von *Hauptmeyer* in die Zahnheilkunde eingeführt wurde.

Sie werden heute praktisch nur noch als sog. Halbzeug in Form von Drähten, Blechen, Hülsen, Bändern usw. in der Zahnheilkunde verwendet. Als dentale Guß-Legierung werden die Cr-Ni-Stähle heute in der Bundesrepublik Deutschland wegen ihres auf ihrem komplizierten Gefügeaufbau beruhenden schwierigen Gießverhaltens und der Instabilität des Gußgefüges praktisch nicht mehr verwendet, obwohl noch heute Vertreter dieser Gruppe auf dem Dentalmarkt angeboten werden (*Witex* von *Krupp* und *Remanium G-weich* von *Dentaurum)*. Sie sind nach Auskunft der Hersteller nur im Export gefragt.

2.2.2.2 Die Kobalt-Chrom-Legierungen

Diese relativ einheitlich zusammengesetzte Legierungsgruppe (62% Co, 30% Cr, 5% Mo und geringe Mengen anderer Elemente bei dem ältesten Vertreter dieser Gruppe, dem in den USA entwickelten *Vitallium),* zeichnet sich durch außerordentliche physikalische Eigenschaften bei sehr guter Mundbeständigkeit aus. Die praktisch eisenfreien Legierungen haben nichts mehr mit den Edelstählen gemeinsam, obwohl sie in der dentalen Umgangssprache fälschlich immer noch als „Stahl" bezeichnet werden. Ihre Korrosionsfestigkeit ist wesentlich besser als die der Cr-Ni-Stähle.

2.2.2.3 Die Nickel-Chrom-Legierung

Diese speziell für die sog. Metallkeramik (= Technik des Aufbrennens keramischer Massen auf metallische Legierungen zur Verblendung) entwickelten Legierungen haben einen hohen Ni-Anteil (ca. 70%) mit Chrom (ca. 16%) und einigen anderen Elementen als Zusätze.

Sie zeigen nach *H. W. Herrmann (1976)* bessere mechanische Werte für Härte, Elastizität, Zug- und Bruchfestigkeit, eine geringere Wärmeleitfähigkeit bei überlegener Gießfähigkeit, woraus „sich einige nicht ganz unbeträchtliche technologische und biologische Vorteile" gegenüber den Aufbrennlegierungen aus Edelmetall ergeben, „wie grazilere Dimensionen des Gerüstes" zugunsten des Blendmaterials, „geringere Irritation der Pfeiler bei thermischen Insulten, bessere Randgestaltung der Anker und die Möglichkeit eines direkten Aufgusses der Patrize auf eingefräste Geschiebe".

Diese Vorteile werden von anderen Autoren *(Eichner 1977, Henning 1978, Schwickerath 1978, Weber 1979 u.a.)* bestätigt.

Als nachteilig wird ihre anspruchsvollere Technologie gegenüber den Edelmetall-Aufbrennlegierungen bezeichnet, indem sie sich wegen ihrer größeren Härte schwerer ausarbeiten und polieren lassen.

Eine gewisse Problematik liegt in der Erzielung der für die Haftung der keramischen Massen notwendigen Oxidschicht, da sie in dieser Hinsicht wesentlich empfindlicher sind als die Edelmetall-Aufbrennlegierungen.

Nach *Eichner (1977)* liegen die Haftwerte in der Regel etwa 25% unter denen von Edelmetall-Keramik, jedoch weit über den in der Mundhöhle zu erwartenden Kräften. Diese Wertung beruht auf bereits vor 1975 durchgeführten Laboruntersuchungen von *Schmitz* und *Schulmeyer (1975)*. *Donaghy (1976)* kommt experimentell begründet zu dem Schluß, daß „die Nickel-Chrom-Legierungen beim Vergleich mit anderen Legierungssystemen überragende Porzellan-Bindungs-Funktionswerte zeigen".

Von *Sauer* wird 1978 nach eigenen Untersuchungen mit anderer Methodik festgestellt, daß eine Verblendung bei Nichtedelmetall-Legierungen „genausogut und sicher möglich ist, wie bei den Edelmetall-Legierungen". Er betont dabei, daß die Verarbeitung wesentlich sorgfältiger durchgeführt werden muß, um zu einwandfreien Ergebnissen zu kommen. Auch *Schwickerath (1978)* berichtet nach eigenen Untersuchungen, daß die ermittelten Festigkeitswerte des Verbundes von Edelmetall-, Spargold- und NE-Legierungen mit Keramik sehr nahe beieinander liegen.

Das Problem der Haftung der keramischen Massen konnte zudem in letzter Zeit insbesondere bei den edelmetallfreien Legierungen durch Verwendung von sog. Haftvermittlern (z.B. Biodent GUH-Masse) wesentlich entschärft werden, welche eine bessere Benetzung und damit einen besseren und vor allem zuverlässigeren Verbund bewirken. Spezielle Untersuchungen hierüber liegen zur Zeit noch nicht vor, die bisherige praktische Erfahrung spricht aber für die Wirksamkeit des Prinzips.

Eine als besonders bedenklich bewertete Frage der edelmetallfreien Legierungen ist die einer möglichen toxischen Schädigung durch ihren Nickel- und gegebenenfalls Beryllium-Anteil für Patient und Zahntechniker.

Beryllium ist allerdings nur noch in einigen wenigen Legierungen in minimalen Mengen zu finden (z.B. *Ultratek* enthält 1,6% Be). *Ludwig* und *Behrensdorf (1978)* stellen hierzu fest, daß die tatsächlich in der Mundhöhle gelösten Berylliummengen sehr gering sind und in einer Größenordnung liegen, wie sie in Industriegebieten bereits mit der Atemluft aufgenommen werden. Bei Verwendung berylliumfreier Legierungen ist diese Frage gelöst. *Sperner (1976)*, ein kompetenter und in dieser Frage sicherlich neutraler Autor, ist der Ansicht, „daß ein Gesundheitsrisiko der Träger von Dentalarbeiten aus solchen Nichtedelmetall-Legierungen mit großer Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann". Auch *Schwarzbach (1975)* vertritt die Ansicht, daß „im Mundraum oder Verdauungsbereich kein toxisch wirkendes Nickel abgelöst werden kann."

Eine in unserem Institut von *Rettenberger (1978)* durchgeführte umfangreiche Literaturstudie (nicht nur der zahnärztlichen Literatur) kommt zu dem Ergebnis, „daß eine Ablehnung der Nichtedelmetall-Legierungen beim heutigen Stand des Wissens auf diesem Gebiet (aus diesem Grunde) nicht gerechtfertigt scheint".

Daß ein gewisser Prozentsatz von Personen nach Sensibilisierung mit Nickel allergische Reaktionen zeigt, ist bekannt und gesichert.

Unsicher und in der Literatur umstritten ist der Prozentsatz. Immerhin ist Nickel auch in vielen anderen Geräten des täglichen Lebens enthalten, ohne daß diese deswegen verboten werden. Schließlich haben alle dentalen Edelstahl-Legierungen einen nicht unerheblichen Nickelanteil, der, würde er zu gravierenden Unzuträglichkeiten führen, seit ihrer umfangreichen Anwendung im Jahre 1919 längst zum Verbot dieser Legierungen geführt hätte. Im gegebenen Falle bliebe dann immer noch das Ausweichen auf ein anderes Material, wie das bei anderen allergieerzeugenden Stoffen der Fall ist.

Einer möglichen Schädigung durch die als cancerogen bezeichneten Nickel-Stäube kann dadurch begegnet werden, daß das davon betroffene zahntechnische Personal

durch den Sicherheitsbestimmungen entsprechende Schutzvorrichtungen geschützt wird, wie dies in anderen Bereichen der Industrie längst üblich ist. Darüber hinaus ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, daß der Schleifstaub von anderen Metallen, wie Chrom und Kobalt, ebenfalls toxisch wirksam sein kann. Wir sind jedenfalls der Ansicht, daß die vorgenannten möglichen gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch die fraglichen edelmetallfreien-Dental-Legierungen insgesamt in der Regel nicht so gravierend sind, daß sie ihren Einsatz als Zahnersatzmaterial wesentlich einschränken oder gar ausschließen würden.

2.2.3 Spezielle Bewertung

Aufgrund der dem heutigen Stand der Erkenntnisse entsprechenden Sachlage ergibt sich zur Beantwortung der gestellten Frage folgende Stellungnahme:

2.2.3.1 Herausnehmbare Prothesen

Bei herausnehmbaren Prothesen, d. h. Teilprothesen mit einem auf dem Gußwege hergestellten Metallgerüst oder Vollprothesen mit einer gegossenen Metall-Basisplatte, haben die Kobalt-Chrom-Legierungen (2.2.2.2) wegen ihrer speziellen hervorragenden Eigenschaften für diese Indikation die ursprünglichen Edelmetall-Legierungen längst verdrängt. Co-Cr-Legierungen sind heute unbestritten das Mittel der Wahl für diese Anwendung.

Edelmetall-Legierungen werden hierfür nur noch in ganz geringem Umfang, insbesondere beim Vorliegen einer allerdings äußerst selten vorkommenden Unverträglichkeit gegenüber Co-Cr-Legierungen, eingesetzt.

Bei dieser Indikation hat sich also längst der Ersatz der teuren Edelmetall-Legierungen durch ein wesentlich wirtschaftlicheres Material vollzogen als klassisches Beispiel dafür, daß Goldlegierungen nicht eo ipso und in jedem Falle die besseren Eigenschaften haben müssen.

2.2.3.2 Kronen und Brücken

2.2.3.2.1 mit Kunststoff-Verblendung

Unter dem Aspekt einer Einsparung von Gold wäre hier zunächst an den Einsatz sog. **„Blaß- oder Spargolde“** (2.2.1.3) zu denken, die nach *Wagner (1965)* „in ihrem chemischen Verhalten und in ihren mechanischen Eigenschaften den Platingolden ebenbürtig sind“.

Neben einer Einsparung von mindestens 25% Gold wäre auch noch ihr wesentlich geringeres spezifisches Gewicht als Vorteil zu werten. Ihre blassere Farbe kann heute, wo im sichtbaren Bereich so gut wie ausschließlich verblendet wird, kaum als Nachteil bewertet werden.

In der Literatur ist keine experimentelle oder klinische Untersuchung zu finden, welche dieser Auffassung widerspricht.

Bei einer notwendigen weiteren Einsparung von Gold wären auch noch die sog. **weißen Edelmetall-Legierungen** auf Silber-Palladium-Basis indiziert (2.2.1.4). Ihrer Neigung zur Bildung inhomogener Strukturen müßte dabei durch eine intensive Wärmebehandlung (Homogenisieren) begegnet werden, ihrer Tendenz zu Verfärbungen bei ungünstigen Mundbedingungen, insbesondere im Interdentalbereich, durch entsprechende Indikation und Gestaltung *(Lenz* und *Plonka 1979)*.

Dabei ist darauf hinzuweisen, daß nach *Weikart (1960)* „auch Goldlegierungen im Munde unter bestimmten Umständen einer Korrosion unterliegen und dann durch Eigenabscheidung Verfärbungen entstehen“. Im Edelmetall-Taschenbuch der Firma *Degussa (1967)* ist dem Problem der Verfärbungen von Goldlegierungen im Munde ein eigenes Kapitel gewidmet.

Diese Verfärbungen stellen aber allenfalls eine ästhetische Beeinträchtigung dar. Den Gebrauchswert des Zahnersatzes mindern sie nicht. In der Literatur sind gesundheitliche Schäden aus diesem Grunde nicht bekannt.

Wenn die Silber-Palladium-Legierungen ihren Eigenarten entsprechend verarbeitet werden, wofür *Andreas (1963)* konkrete Hinweise gibt, lassen sich die erwähnten Nachteile weitestgehend ausschalten. Der Degussa-Brief Nr. 13 vom Juni 1951 gibt am Beispiel von Palliag detaillierte Verarbeitungsanweisungen. Hier heißt es auf S. 1 „Seit nunmehr 20 Jahren wird Palliag täglich in Tausenden von Praxen verarbeitet". Dabei „lernte man doch bald erkennen, daß es sich beim Palliag nicht um einen Ersatz, sondern um eine hochwertige Edelmetall-Legierung handelt. — Will man Palliag richtig verarbeiten, so muß man sich darüber klar sein, daß es einige Unterschiede in der Verarbeitung gegen Gold gibt, die sorgfältig beachtet werden müssen, wenn man keine Mißerfolge haben will". Bei genauer Berücksichtigung dieser Maßnahmen unter Vermeidung jeder Schwefelaufnahme, wozu die Ag-Pd-Legierungen leicht neigen, lassen sich nach *Reinacher* und *Wagner (1954)* „prothetische Arbeiten erzielen, die Patienten und Zahnarzt gleichermaßen zufriedenstellen."

Unter diesem Aspekt möchten wir uns, nicht zuletzt aufgrund eigener Erfahrung in der Verarbeitung und im Tragen derartiger Legierungen der Meinung *Wagners (1965)* anschließen, daß die weißen Edelmetall-Legierungen für festsitzende Kronen und Brücken „immer noch einen recht brauchbaren und preisgünstigen Werkstoff darstellen".

Aufgegriffen werden sollte der Hinweis von *Wagner (1965),* daß durch einen Kornverfeinerungszusatz bei Silber-Palladium-Legierungen die Ausbildung von Dendriten verhindert oder zumindest im Ausmaß herabgesetzt werden kann. Dies wäre m. E. ein erfolgversprechender Ansatz, die seinerzeit unterbrochene Entwicklung dieser Legierungsgruppe als Dentalwerkstoff fortzusetzen. Schwieriger ist die Frage zu beantworten, ob bei Kronen und Brücken die Edelmetall-Legierungen überhaupt durch **edelmetallfreie Legierungen** zu ersetzen sind, was prinzipiell natürlich möglich ist.

Für die Gruppe der **Cr-Ni-Edelstähle** (2.2.2.1) kann diese Frage aus eigener Erfahrung als „Stahl"-Techniker in einem Wipla-Laboratorium in den ersten Jahren nach dem letzten Kriege verneint werden. Ihre Technologie ist insgesamt so schwierig und problematisch, daß dies eine unangemessene Einsparung und einen fachlich kaum mehr zu vertretenden Rückschritt bedeuten würde. Diese Legierungen wären die allerletzte Alternative. Inwieweit **Co-Cr-Legierungen** (2.2.2.2) für die vorgenannte Indikation einsetzbar wären, kann nur spekulativ beantwortet werden, da in der Literatur hierüber nichts bekannt ist und eigene Erfahrungen fehlen.

Problematisch wäre zumindest ihre viel zu große Härte, die deutlich über der Härte des Zahnschmelzes liegt. Fraglich wäre sicher auch ihre Paßgenauigkeit, da ihre bedeutend größere feste Schwindung, d. h. die Kontraktion zwischen Erstarrung der Schmelze und Raumtemperatur, mit den derzeitigen Einbettmassen kaum vollkommen kompensiert werden kann. Praktisch-klinische Erfahrungen, welche vor ihrer allgemeinen Anwendung unbedingt zu fordern wären, fehlen völlig, so daß diese Legierungen als Ersatzmaterialien zur Zeit jedenfalls nicht in Frage kommen.

Ob hierfür die **Ni-Cr-Legierungen** (2.2.2.3) besser zu beurteilen sind, kann zur Zeit aus den vorgenannten Gründen ebenfalls nur spekulativ beantwortet werden.

Als Hinweis für eine gewisse Eignung kann die Äußerung von *Beeck (1969)* gelten, daß eine solche Legierung in den USA (*Ticon*) als „besonders geeignet für Kunststoffeinpressung und Porzellanfacettierung" gilt.

Ihr inzwischen seit über 10 Jahren erfolgter Einsatz als Aufbrennlegierung spricht dafür, daß mit ihnen die klinisch wichtige Randgestaltung der Kronen und Paßgenauigkeit in ausreichendem Maße möglich ist. Auch ihre gegenüber den Co-Cr-Legierungen durch den hohen Nickelanteil bedingte geringere Härte lassen sie für die fragliche Indikation geeignet erscheinen, zumal diese bei einigen Typen (z. B. *Wiron 77*) noch bedeutend reduziert werden konnte.

Klinische Berichte oder fundierte Untersuchungen zur Frage ihrer klinischen Eignung als Kronen und Brückenmaterial fehlen, sollten aber vor einer generellen Empfehlung zu ihrer Anwendung vorliegen.

Ihre Technologie ist, wie in den Vorbemerkungen erwähnt, zwar bedingt aufwendiger, aber technisch beherrschbar, doch ist dies eine Frage der Labor-Kalkulation und nicht der klinischen Eignung. Es sollte dabei aber nicht übersehen werden, daß hierbei die nicht unproblematische Goldabrechnung voll wegfällt.

2.2.3.2.2 mit keramischer Verblendung

In der Beurteilung, inwieweit die sog. **Spargold-Aufbrenn-Legierungen** (z. B. *Degucast, Bego Star)* hierfür als Ersatzmaterialien zur Goldeinsparung empfohlen werden können, liegt die Problematik darin, daß über diese relativ neuen Legierungen noch keine fundierten klinischen Untersuchungen vorliegen, obwohl ihre Zahl beachtlich ist *(Eichner 1977)*.

Als bedenklich erwähnt *Knosp (1979)* ihre schwierige Handhabung, ohne diese im einzelnen zu begründen, und daß ihre Abstimmung auf die Eigenschaften der keramischen Massen noch nicht als vollkommen zu betrachten ist.

Laut Angaben der Firma *De Trey* ist dieses Problem durch stufenweise Abkühlung beherrschbar, wie dies firmeninterne Prüfungen mit derartigen Legierungen ergeben haben.

Somit könnte letztlich wieder nur die praktische Erfahrung beweisen, ob bei Anwendung dieser Legierungen eine höhere Mißerfolgsquote in Kauf zu nehmen ist, als bei den hochedelmetallhaltigen Aufbrennlegierungen. Schließlich ist sicherlich im Laufe der Zeit noch mit einer verbessernden Entwicklung dieser Legierungen zu rechnen.

Über Aufbrennlegierungen auf **Silber-Palladium-Basis** mit nur minimalen Goldanteilen oder ganz goldfrei (2.2.1.4) kann zur Zeit noch weniger gesagt werden, da diese Versuche noch jüngeren Datums sind. *Knosp (1979)* bezeichnet diese Legierungsgruppe daher als „noch wenig ausgereift" und ihre Entwicklungsrichtung als noch nicht einheitlich.

Das Hauptproblem scheint hierbei der Silberanteil zu sein. Es muß daher vorerst noch abgewartet werden, ob diese Legierungsgruppe als Ersatzlegierung bedenkenlos empfohlen werden kann. Zur Zeit erscheint dies jedenfalls noch nicht möglich. Im Hinblick auf eine maximale Goldeinsparung wären die **edelmetallfreien Legierungen auf Nickel-Chrom-Basis** (2.2.2.3) an sich die beste Alternative.

Zu dem in der Literatur diskutierten Haftungsproblem wurde in den Vorbemerkungen bereits Stellung genommen, ebenso zur Frage einer möglichen Nickelschädigung für Patient und Zahntechniker.

Sie sind m. E. kein gesicherter Grund für eine Ablehnung dieser Legierungen. Die in der Literatur geäußerten Bedenken basieren zum Teil auf länger zurückliegenden Erfahrungsberichten ohne fundierte Daten, in denen sich die Kinderkrankheiten der Entwicklung dieser Legierungen und die Anpassungsschwierigkeiten der Laboratorien an ihre spezielle Verarbeitungstechnik widerspiegeln.

In diesem Sinne ist auch die von *Stümke (1978)* zitierte Umfrage in US-Dentallaboratorien von *R. W. Bauer* zu werten, welche bereits 1975/76 erfolgte. Da diese Legierungen nach dieser Erhebung zu dieser Zeit bereits einen Anteil an den verwendeten Legierungen von 25% hatten (Au-Pt-Leg. 33,3%, Au-Pd-Leg. 36,5%, Ag-Pd-Leg. 5,2% zitiert bei *Henning 1978),* spricht doch einiges für ihre Brauchbarkeit.

Es darf ferner angenommen werden, daß durch zwischenzeitlich gewonnene Erfahrungen im Umgang mit diesen Legierungen und durch technische Verbesserungen das damals bestandene größere Risiko erheblich verringert werden konnte. Das auf umfangreichen Untersuchungen von *Schwickerath (1978)* beruhende Urteil, daß „bei si-

cheren Herstellungsverfahren dann unter besonderer Berücksichtigung der sehr niedrigen Materialkosten eine Erweiterung des Einsatzes von NE-Legierungen in der Metallkeramik gerechtfertigt wäre", bestätigt unsere Annahme. Die in dieser Untersuchung angestellte beispielhafte Kosten-Gegenüberstellung, welche bei den heutigen Goldpreisen noch drastischer ausfallen würde, läßt es jedenfalls begründet erscheinen, in diesen Legierungen eine echte Alternative zum Goldersatz zu sehen und sich damit zu beschäftigen.

2.2.3.3 Inlays

Da für die Inlay-Technik nur relativ weiche (für zentrale Inlays) oder allenfalls harte Legierungen (MOD-Inlays usw.) geeignet sind, da hier eine gewisse Plastizität zum Anpolieren der Ränder erforderlich ist, scheiden bei dieser Indikation von vornherein alle edelmetallfreien Legierungen (2.2.2.1 – 2.2.2.3) als Ersatzmaterialien wegen ihrer zu großen Härte aus.

Dementsprechend sind in der Literatur auch keinerlei Berichte oder Untersuchungen über derartige Versuche bekannt. Sie müssen aufgrund der vorgenannten Grundforderungen auch aussichtslos erscheinen.

Anders sieht es bei den **„Spargoldlegierungen"** (2.2.1.3) aus, die, sofern sie in weicher oder harter Modifikation (Typ I und II der DIN 13906, Anhang) gegeben sind, m.E. uneingeschränkt zur Goldeinsparung für diese Indikation geeignet sein dürften.

Entsprechende Erfahrungsberichte aus der Literatur sind uns nicht bekannt. Auch die weißen *Edelmetall-Legierungen auf Silber-Palladium-Basis* (2.2.1.4) müßten, wenn sie als weiche bzw. harte Typen zur Verfügung stehen, für diese Indikation ohne praktisch bedeutsame Einschränkung geeignet sein, wobei sich eine noch größere Goldeinsparung ergäbe. Auch hierüber liegen spezielle Literaturberichte nicht vor. Beide Legierungs-Gruppen wurden nach eigener Erfahrung in den Jahren nach dem letzten Kriege bereits für die Inlay-Technik eingesetzt und haben sich dabei m.W. auch bewährt. Irgendwelche Mängel, außer den bei den Ag-Pd-Legierungen (2.2.1.4) beschriebenen technischen Besonderheiten sind mir damals nicht bekannt geworden.

2.2.4 Beurteilung

Im Falle von herausnehmbaren Prothesen mit einem gegossenen Metallgerüst hat die Entwicklung längst die Frage nach einem Ersatzmaterial für Goldlegierungen zugunsten der Co-Cr-Legierungen entschieden.

Bei der Beantwortung der Frage nach der Möglichkeit eines Einsatzes von Ersatzmaterialien für die anderen Indikationen ist, da in fast allen Indikationen einige Alternativen gegeben sind, letztlich die Frage des bewertenden Maßstabes entscheidend. Wenn, wie in der Fragestellung des Gutachtens vorgegeben, die Bewertung an das Kriterium „einer möglichst optimalen Versorgung" des Patienten gebunden ist, bleibt hier kaum ein Spielraum für Alternativen, welche diesem Kriterium entsprechen. Hier haben die Gold-Platin-Legierungen aufgrund ihrer jahrzehntelangen Entwicklung und Erprobung in der Praxis ein Optimum an Eignung und Zuverlässigkeit zu bieten, das ohne Abstriche in mehr oder weniger bedeutsamen Punkten von den aufgezeigten Alternativen zur Zeit nicht ebenbürtig zu gewährleisten ist. Würde dagegen das Beurteilungskriterium „ausreichend und wirtschaftlich" lauten, so ergäben sich fast bei allen Indikationen mehrere Alternativen. Diese ließen, wie bei den einzelnen Indikationen ausgeführt und begründet, durchaus die Herstellung eines den heutigen wissenschaftlichen Forderungen und Kriterien entsprechenden Zahnersatzes zu.

Die Frage nach dem Für und Wider der einzelnen Alternativen könnte dabei letztlich nur unter dem Aspekt der die Wirtschaftlichkeit bestimmenden Forderungen bzw. Notwendigkeiten beantwortet werden, wofür der werkstoffkundliche Gutachter nicht kompetent ist.

Wenn bei Anwendung dieser Alternativen gegenüber den als optimal einzustufenden entsprechenden Gold-Legierungen Mängel bzw. mehr Mängel auftreten sollten (z. B. Verfärbungen oder eine evtl. höhere Rate von Abplatzungen in der Keramik, was bei einer qualitativ zweitrangigen Alternative in der Natur der Sache liegt), dann sollte zuvor die Frage nach der Kostenübernahme eventueller Regresse (z. B. durch den Kostenträger) geklärt sein und bei evtl. Schiedssprüchen bzw. Begutachtungen Berücksichtigung finden.

Schließlich ist auch daran zu denken, daß das Umsteigen auf Alternativen zu den derzeit gängigen Gold-Platin-Legierungen einer gewissen Einarbeitung von Zahnarzt und vor allem Zahntechniker in die besonderen Erfordernisse der jeweiligen Legierung bedarf, welche nicht von heute auf morgen zu erwarten ist, ohne daß es dabei zu einer größeren Mängelquote kommen würde. Dem Patienten können die dadurch entstehenden Kosten nicht zur Last gelegt werden.

Mainz, 5. Februar 1980 **Prof. Dr. H. Marx**

2.3 Sonstige Stellungnahmen

2.3.1 Prof. Dr. H. Böttger

2.3.2 Dr. H. Weber

2.3.3 Prof. Dr. M. Hofmann

2.3.4 Prof. Dr. T. Jung

2.3.5 Prof. Dr. K. Fuhr

2.3.6 Fachvereinigung Edelmetalle e. V.

2.3.1 Prof. Dr. H. Böttger

Direktor der Westdeutschen Kieferklinik
Poliklinik und Klinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
Abteilung für Zahnärztliche Prothetik und Defektprothetik
Moorenstraße 5
4000 Düsseldorf 1
Tel.: (0211) 311—8142

Stellungnahme zu den von Prof. Eichner und Prof. Marx im Auftrage der KZBV angefertigten Gutachten

Grundsätzlich halte ich das Interesse und die Initiative seitens der KZBV für sehr begrüßens- und wünschenswert. In diesem Zusammenhang darf ich darauf hinweisen, daß in der Bundesrepublik Deutschland zumindest unsere Klinik im Begriff ist, größere Erfahrungen mit edelmetallfreien Legierungen zu sammeln. Unter den edelmetallfreien Legierungen, die als Alternative für Edelmetall-Legierungen in Frage kommen, befindet sich die große Gruppe der Ni-Cr-Legierungen. Dieser Legierungstyp, der von den beiden oben genannten Gutachtern kritisch betrachtet wird, findet besonders im Gutachten von Prof. Eichner nicht die Beachtung, die uns aufgrund unserer Erfahrung als notwendig erscheint.

Ich möchte darauf hinweisen, daß sich unsere Klinik seit etwa drei Jahren sowohl in klinischen als auch in Laborversuchen mit edelmetallfreien Ni-Cr-Legierungen beschäftigt. Darüber hinaus erhielt mein Mitarbeiter, *Dr. H. Weber,* von der Deutschen Forschungsgemeinschaft ein Stipendium, welches ihm einen einjährigen Forschungsaufenthalt am National Bureau of Standards (NBS) in Washington (USA) ermöglichte. Während dieser Zeit arbeitete er ausschließlich mit den o. g. Ni-Cr-Legierungen.

Weiterhin führen wir in Zusammenarbeit mit dem hiesigen Max-Planck-Institut Korrosionsuntersuchungen durch.

Teilergebnisse aus der oben angesprochenen Forschungstätigkeit wurden teilweise veröffentlicht bzw. befinden sich im Druck. Weitere Veröffentlichungen über unsere Erfahrungen mit Ni-Cr-Legierungen sind noch innerhalb dieses Jahres vorgesehen. Ohne endgültigen Ergebnissen vorgreifen zu wollen, darf ich die sich abzeichnende Tendenz als positiv beschreiben, was auch die Beobachtungen im klinischen Bereich unterstreicht. Allerdings erscheint mir der Hinweis wichtig, daß die Gruppe der Ni-Cr-Legierungen in ihrem Gesamtverhalten unmöglich einheitlich beschrieben werden kann und daher sehr differenziert betrachtet und untersucht werden muß. Auch die Frage der möglichen Schädigung durch Nickel darf man nicht allein von einem Nikkelanteil einer Legierung beurteilen, wenn man — wie andere Untersuchungen an unserer Klinik gezeigt haben *(Böttger/Rosenbauer:* „Rasterelektronenmikroskopische und röntgenmikroanalytische Untersuchungen der Oberfläche teleskopierender Anker") — weiß, daß durch den zahntechnischen Herstellungs- und Verarbeitungsprozeß nichtedle Metalle wie beispielsweise Eisen und Nickel auf nickelfreie Goldlegierungen aufgebracht werden und so zu mehr oder weniger ausgeprägten Nickelablagerungen führen. Es liegt auf der Hand, daß diese Nickelablagerungen leichter als Nickel, der in einer Legierung enthalten ist, abgelöst und vom Organismus aufgenommen werden können.

Düsseldorf, 28. März 1980 **Prof. Dr. H. Böttger**

2.3.2 Dr. H. Weber

Oberarzt
Westdeutsche Kieferklinik
Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
Abteilung für Zahnärztliche Prothetik und Defektprothetik
Moorenstraße 5
4000 Düsseldorf 1
Tel.: (0211) 311—8159

Edelmetallfreie Legierungen in der zahnärztlichen Kronen- und Brückenprothetik

In der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde haben sich innerhalb der Prothetik Edelmetallegierungen als Werkstoff für den Kronen- und Brückenersatz als brauchbar erwiesen. Die Kostensteigerungen des Goldes sowie die Vertragssituation zwischen Krankenkassen und Zahnärzten — die zu einer Bedarfsexplosion auf dem Gebiet des Zahnersatzes führten — geben Anlaß, die Entwicklung von wirtschaftlicheren, edelmetallfreien Legierungen voranzutreiben.

Diese Forderung wird durch den Umstand verstärkt, daß auch die Edelmetallegierungen von der technischen Seite her gesehen nicht immer das Optimum darstellen; nur beispielhaft seien hierzu die manchmal unzureichende Warmfestigkeit sowie ihre Verformbarkeit — besonders am Kronenrand — beim Zementieren erwähnt, die zu Fehlpassungen und zu Beschädigungen an der Verblendung führen können.

In diesem Zusammenhang sollen anhand der auf dem Markt befindlichen edelmetallfreien Legierungen einige Bemerkungen zu den werkstoffkundlichen Eigenschaften gemacht sowie Überlegungen zu möglichen Kosteneinsparungen angestellt werden.

Bei der werkstoffkundlichen Betrachtung der auf dem Markt befindlichen edelmetallfreien Legierungen besteht das größte Problem darin, daß ihre Eigenschaften nicht einheitlich beschrieben werden können. Dies ist hauptsächlich in der außerordentlich großen Vielgestaltigkeit der Legierungszusammensetzungen begründet. Die meisten der edelmetallfreien Legierungen sind auf Ni-Cr-Basis aufgebaut; es sind aber auch Legierungen auf Kobalt-Cr-Basis und sogar auf Eisen-Basis bekannt. Weitere Einteilungen innerhalb dieser Legierungstypen sind möglich — jedoch nicht Gegenstand dieser Darstellung.

Als im Vergleich zu den Edelmetallegierungen vorteilhaft wird der höhere Elastizitätsmodul sowie die höhere Warmfestigkeit der edelmetallfreien Legierungen angesehen. Der Elastizitätsmodul beschreibt den für Brückenkonstruktionen so wichtigen Widerstand gegen elastische Verformung, der im Falle der edelmetallfreien Legierungen etwa doppelt so hoch ist wie bei den edelmetallhaltigen und dadurch ein grazileres Arbeiten bzw. bei einer goldähnlichen Modulationsstärke weiterspannende Brückenkonstruktionen ermöglicht. Die Warmfestigkeit gibt den Widerstand gegen eine Verformung wieder, wie sie durch wiederholte Glühprozesse — z. B. während des Aufbrennens von Keramik — hervorgerufen werden können. In einer wissenschaftlichen Untersuchung wurde die höhere Warmfestigkeit der Ni-Cr-Legierungen mit Hilfe von halbrunden, etwa 2 cm langen Metallstäben, die einem viermaligen simulierten Keramikbrand unterzogen wurden, festgestellt.

Unter diesen Versuchsbedingungen wiesen die Ni-Cr-Prüfkörper im Gegensatz zu den Edelmetallprüfkörpern keine Verformung — besser: Durchbiegung — auf.

Von der ökonomischen Seite her gesehen weisen die edelmetallfreien Legierungen gegenüber den Goldlegierungen entscheidende, unbestreitbare Vorteile auf. Zwar kann im Augenblick keine abschließende Kostenanalyse gegeben werden, da hierfür einige unbedingt notwendige Fakten noch nicht bekannt sind. Doch können anhand von einigen beispielhaften Überlegungen eindeutige Tendenzen abgeleitet werden.

So steht zunächst einmal fest, daß augenblicklich für die Zahnheilkunde in Deutschland jährlich etwa 30 Tonnen Gold verbraucht werden. Bei einem durchschnittlichen Goldpreis von etwa 40,— DM pro Gramm ergibt sich hieraus ein Kostenaufwand von etwa 1,2 Milliarden DM. Bei Ausnutzung aller Kostenvorteile kann das Gramm Ni-Cr-Legierung vom Hersteller zum Preise von 1,50 DM gekauft werden. Bei dieser Berechnung kommt hinzu, daß die Ni-Cr-Legierungen etwa nur das halbe spezifische Gewicht der vergleichbaren Goldlegierungen besitzen. Gekauft wird jedoch nach Gewicht — verarbeitet aber nach Volumen. Dagegen wiederum wird der höhere Verschnitt bzw. Abfall, der bei der Verarbeitung von edelmetallfreien Legierungen in Form von Gußkegeln und Gußkanälen anfällt, als Argument vorgebracht. An einem Beispiel soll nun deutlich gemacht werden, welches Verhältnis wirklich zu erwarten ist. Für die Herstellung einer 3gliedrigen Brücke aus Edelmetall werden vom zahntechnischen Labor etwa 10—12 Gramm Gold berechnet, woraus sich Materialkosten von 400,— DM bis 480,— DM ergeben. Da es für die Ni-Cr-Legierungen augenblicklich noch keine feststehende, allgemeingültige Abrechnungsmöglichkeit gibt, werden zur Zeit der Westdeutschen Kieferklinik von einem gewerblichen Labor pro Brückenglied 8,50 DM in Rechnung gestellt, woraus sich für eine 3gliedrige Brücke Materialkosten von 25,50 DM ergeben.
Es soll an dieser Stelle nicht weiter auf mögliche Kosteneinsparungen eingegangen werden; das oben genannte Beispiel sollte lediglich die Tendenz verdeutlichen.

Trotz der oben herausgestellten Vorteile der edelmetallfreien Legierungen gegenüber den edelmetallhaltigen sollen Bedenken, die den ersteren entgegengebracht werden, nicht verschwiegen werden. Diese Vorbehalte lassen sich unter zwei Hauptpunkten zusammenfassen und betreffen

1. die Biokompatibilität der edelmetallfreien Legierungen

2. die technischen und die klinischen Verarbeitungsschwierigkeiten mit edelmetallfreien Legierungen.

ad 1:
Zur Erforschung der Biokompatibilität von zahnärztlichen Metallen stehen folgende Untersuchungsmethoden zur Verfügung:

a) in vitro-Korrosionsversuche
b) zytologische Tests
c) Tierversuche
d) klinischer Großversuch

ad 2:
Bei der Erfassung und Erforschung der Verarbeitungsschwierigkeiten ist folgenden Gesichtspunkten besondere Beachtung zu schenken:

a) dem Guß
b) der Ausarbeitung
c) dem Aufbrennen (Kompatibilität von Metall und Keramik)
d) andere Arbeitsschritte (z. B. Lötung, Fräsung, Ausarbeitung)

Das Ziel aller wissenschaftlichen Untersuchungen muß es sein, letztlich sowohl die klinische Sicherheit als auch die technische Voraussetzung für eine erfolgreiche Verarbeitung bzw. Anwendung dieser Alternativlegierungen zu gewährleisten.

Die Bedeutung der Korrosionsforschung in der Zahnheilkunde

Unter **Korrosion** versteht man im allgemeinen die elektrochemische Reaktion eines metallenen Werkstoffes mit seiner Umgebung, die zu seinem Schaden führen kann. Es sind chemische und metallphysikalische Vorgänge bekannt. Idealerweise bevor, spätestens aber gleichzeitig mit stattfindenden biologischen Versuchen zur Verträglichkeit von metallenen Werkstoffen können heute elektrochemische Untersuchungen vorgenommen werden, die Rückschlüsse auf das zu erwartende Verhalten des Materials im menschlichen Körper zulassen. Diese Schlüsse sind um so zutreffender,

je mehr Daten aus entsprechenden Versuchen vorliegen, die dann eines Tages mit Ergebnissen aus biologischen bzw. klinischen Tests in Beziehung gesetzt werden können und somit wiederum helfen, Maßstäbe für Mindestanforderungen zu setzen. Korrosionsversuche sind in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde aus folgenden Gründen wichtig:

1. Bei einem Korrosionsvorgang kommt es zur Auflösung von Metallbestandteilen, die wiederum unter Umständen Reaktionen mit lebenden Geweben hervorrufen können.

2. Die unter 1. aufgeführte Auflösung kann je nach Erscheinungsform (z. B. Spaltkorrosion oder Lochkorrosion) zu zusätzlichen bzw. anderen Problemen führen, wie z. B. zur vermehrten Plaqueablagerung oder/und erschwerten Mundhygiene.

3. Bei galvanischer Koppelung kann es je nach Metallpaarung zu verschiedenen starken Korrosionsvorgängen kommen. Z. B. wird sich ein Amalgam, welches mit einem Edelmetall in Verbindung steht, anders verhalten als eines, welches eine Ni-Cr-Legierung berührt. Für das Amalgam könnte sich eine bestimmte vorteilhafte Kombination im Sinne einer niedrigen eigenen Korrosionsrate ergeben.

4. Die gewonnenen Untersuchungsergebnisse führen zu einem besseren Verständnis für die stattfindenden Reaktionszusammenhänge und können somit eine gezielte Weiterentwicklung von zahnärztlichen Legierungen unter dem Aspekt des Korrosionsverhaltens ermöglichen.

Düsseldorf, 21. 2. 1980 **Dr. H. Weber**

2.3.3 Prof. Dr. M. Hofmann

Direktor
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Friedrich-Alexander-Universität
Glückstraße 11
8520 Erlangen
Tel.: (09131) 853604

Stellungnahme betreffend Gold-Ersatzlegierungen

Im Grundsatz wird der funktionelle Wert einer prothetischen Therapie nicht in erster Linie vom Werkstoff bestimmt, sofern man unterstellt, daß die verwendeten Werkstoffe für die entsprechende Aufgabe von ihren Haupteigenschaften her geeignet sein müssen. So erfüllt ein Brückenersatz auch dann seine Aufgabe, wenn als Verkleidungsmaterial Kunststoff anstelle von Keramik verwendet wird. So sind die Nicht-Edelmetall-Legierungen auf Cr-Co-Ni-Basis im Bereich des abnehmbaren, partiellen Zahnersatzes seit Jahrzehnten üblich und heute nicht mehr wegzudenken und auf diesem Sektor viel geeigneter als Goldlegierungen.

Auch für den festsitzenden Zahnersatz scheinen mir hochkarätige Goldlegierungen nicht unbedingt eine Voraussetzung zu sein. Einzelkronen und kunststoffverblendete Brücken lassen sich ohne Funktionseinbuße auch aus Spargoldlegierungen bzw. aus Silber-Palladium-Legierungen herstellen, deren physikalische Daten den Erfordernissen voll genügen. In den 50er Jahren wurde z.B. an der Tübinger Klinik in großem Umfang „Palliag", „Alba" und „Wego" (alles Silber-Palladium-Legierungen) verarbeitet, die sich recht gut bewährt haben. Ich selbst trage seit 27 Jahren noch Gußfüllungen aus „Wego" bzw. „Palliag", die nach wie vor ihr silbriges Aussehen behalten haben. Es ist zwar richtig, daß die Verarbeitung nicht ganz so problemlos wie bei den Goldlegierungen ist. Bei unsachgemäßem Verarbeiten ist die Neigung zu inhomogener Mischkristallbildung und damit zum Anlaufen gegeben. Andererseits muß aber auch berücksichtigt werden, daß gegenüber früher die Gußtechnik insgesamt erheblich verfeinert und verbessert wurde, so daß die Verarbeitungsvorschriften heute exakt eingehalten werden können. Für die Dental-Labors dürfte die sachgerechte Verarbeitung und Bearbeitung sicher kein unüberwindbares Problem sein. Für die Aufbrennkeramik scheinen mir zur Zeit die Edelmetall-Legierungen allerdings noch nicht entbehrlich zu sein, da das Risiko hinsichtlich der zuverlässigen Bindung zwischen Metall und keramischer Masse bei ihnen am geringsten ist. Aber auch hier sind schon seit über 10 Jahren Nicht-Edelmetall-Legierungen im Gebrauch. Meine eigenen Erfahrungen mit diesen Legierungen beschränken sich allerdings nur auf wenige Arbeiten.

Zusammenfassend meine ich, daß Spargold- und Silber-Palladium-Legierungen die funktionelle Qualität bei der Mehrzahl der festsitzenden Ersatzformen nicht mindern. Auch das ästhetische Aussehen kann nicht von vornherein als ungünstig abqualifiziert werden. Eine Reihe von Edelmetall-Legierungen für die Aufbrennkeramik haben die gleiche Farbe. Ein erhöhtes Risiko hinsichtlich der Festigkeit (Bruchgefahr) kann ich nicht sehen und erscheint so lange spekulativ, als klinische Untersuchungen dies nicht beweisen. Dasselbe gilt für die Mundbeständigkeit.

Ich hätte daher keine grundsätzlichen Bedenken, Spargold-Legierungen und Silber-Palladium-Legierungen anstelle von hochkarätigen Goldlegierungen mit heranzuziehen.

Erlangen, 25. März 1980 **Prof. Dr. M. Hofmann**

2.3.4 Prof. Dr. T. Jung

Direktor
Lehrstuhl und Poliklinik für zahnärztliche Prothetik
Medizinische Hochschule Hannover
Karl-Wiechert-Allee 9
3000 Hannover 61
Tel.: (0511) 5324775

Sparlegierungen auf Edelmetallbasis, Nichtedelmetall-Legierungen

1. Nicht-edle Metalle wurden meines Wissens gegen Ende des Zweiten Weltkrieges und in den Jahren bis zur Währungsreform als „Reinstmetall-Aluminium" für Gußfüllungen verwendet. Ich habe schätzungsweise 20 bis 40 derartige Füllungen nach einer Liegezeit von etwa 4 bis 6 Jahren gesehen. Die Füllungsoberfläche wirkte z.T. noch recht glatt, wies jedoch auch häufig stärkere Rauhigkeiten auf. Die Füllungen wurden in der Regel entfernt, weil eine Neuversorgung (Füllungen, Kronen) vorgesehen war.

Nicht-edle Metall-Legierungen für Teil- und Vollprothesen werden von mir seit ihrer Einführung als Modellguß-Legierungen sowie zur Herstellung von Halteelementen aus Halbfertigfabrikaten benutzt. Ihre Eignung im Indikationsbereich dürfte unumstritten sein.

2. Sparlegierungen (Typ Palliag, Dualor) habe ich bereits während des Studiums kennengelernt und selbst verwendet. Schätzungsweise 20 bis 30% der Gußfüllungen und Kronen wurden etwa bis zum Jahre 1955/58 aus derartigen Legierungen angefertigt. Die Wahl der Legierung erfolgte zur Einsparung der Kosten — ein Faktor, der insbesondere für Patienten von Universitätskliniken lange Zeit eine nicht unwesentliche Rolle spielte.

Heute verwende ich in Einzelfällen Sparlegierungen (Typ Palliag) zur Anfertigung von Stiftaufbauten oder von Langzeit-Provisorien, z.B. Kronen nach Umstellung der Kieferrelation.

Systematische Untersuchungen habe ich nicht durchgeführt. Ich erinnere mich nicht, während des Beobachtungszeitraumes negative Auswirkungen am Zahnersatz, wie Verfärbungen, oder an benachbarten Geweben, wie Entzündungen, gesehen zu haben. Ich erinnere mich auch nicht daran, daß mir von Patienten oder Kollegen über solche oder ähnliche Mängel berichtet wurde. Gerade wegen ihrer Seltenheit wären derartige Beobachtungen vermutlich nicht in Vergessenheit geraten.

Hannover, 26. März 1980 **Prof. Dr. T. Jung**

2.3.5 Prof. Dr. K. Fuhr

Direktor
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Universitätsklinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
Augustusplatz 2
6500 Mainz
Tel.: (06131) 193020

Versorgung mit Brücken und Kronen unter Verwendung hochkarätiger Goldlegierungen

Die Feststellungen in der Stellungnahme von Herrn *Prof. Marx* decken sich mit unseren Erfahrungen auf dem Gebiete der Sparlegierungen auf Edelmetallbasis und mit den nicht-edlen Metall-Legierungen für Kronen- und Brückenarbeiten.

Gleichzeitig teile ich mit, daß im Rahmen wissenschaftlicher Untersuchungen die Frage der klinischen Anwendung der angesprochenen Legierung weiter untersucht wird.

Mainz, 17. März 1980 **Prof. Dr. K. Fuhr**

2.3.6 Fachvereinigung Edelmetalle e. V.*)

Tersteegenstraße 28
4000 Düsseldorf 1
Tel. (0211) 434331

Auswirkungen der gestiegenen Edelmetallpreise auf die Herstellung von Dentallegierungen

Die außerordentlichen Preissteigerungen auf den Edelmetallmärkten haben in jüngster Zeit zu erheblichen Verteuerungen auch der Dentallegierungen geführt. Diese Tatsache findet in großen Diskussionen in der Öffentlichkeit ihren Niederschlag. Dabei werden naturgemäß verstärkt Überlegungen angestellt, ob und wie diesem Kostenanstieg begegnet werden kann. Bei diesen Diskussionen wird der Mangel an Ersatzwerkstoffen beklagt. Man erhofft von der Industrie eine Alternative, die bei möglichst gleicher Qualität wesentlich billiger ist.

Die in der Fachvereinigung Edelmetalle zusammengeschlossenen deutschen Scheideanstalten haben im Arbeitsausschuß Dental diese Entwicklung der vergangenen Monate in mehreren Sitzungen diskutiert. Die deutschen Scheideanstalten verfügen heute über ein weites Programm von Legierungen für Kronen- und Brückenarbeiten sowie Keramik-Aufbrennlegierungen, die für die verschiedenen Indikationen entwikkelt wurden und eingesetzt werden.

Bei den hochgoldhaltigen Legierungen liegen der Gold- und Platinmetallgehalt über 75%, bei den niedriger goldhaltigen gelben Legierungen über 50% und bei den weißen Silber-Palladium-Gold-Legierungen über 30%. Selbstverständlich kann nicht wahllos für jeden Anwendungsfall innerhalb des Legierungsspektrums jede Legierung eingesetzt werden. Besonders hoch spezialisierte Techniken dürften auch künftig den Einsatz der hochgold- und platinmetallhaltigen Werkstoffe erfordern.

So bestehen zum Beispiel größte Mundbeständigkeit und das geringste Risiko hinsichtlich möglicher Probleme im Munde des Patienten naturgemäß bei den hochgold- und platinmetallhaltigen Legierungen. Auch die Verarbeitung gestaltet sich oftmals schwieriger und aufwendiger, je niedriger der Edelmetallgehalt der Legierungen wird. Jedoch zeigen die Beispiele des Einsatzes solcher Legierungen in anderen Ländern, daß auch die sogenannten „Spargolde" einen bestimmten Anwendungsbereich haben, in dem sie mit Erfolg verarbeitet werden können. Ausreichende Erfahrungen in der Verarbeitung müssen vorliegen, um zu verhindern, daß es zu späteren Problemen beim Patienten kommt. Hierzu bedarf es jedoch einer weiteren umfangreichen Einweisung der Techniker in die Verarbeitung dieser Legierungen. Das Problem ist in unseren Augen jedoch absehbar zu lösen. Die Scheideanstalten sind bereit, in Zusammenarbeit mit den Zahntechnikerinnungen Schulungskurse durchzuführen, um die Techniker in den Labors zu unterstützen, die Legierungen so problemlos wie möglich zu verarbeiten.

Uns sind Berichte bekannt, wonach das Bundesgesundheits- oder Bundesarbeitsministerium Aufträge zur Entwicklung von Spargoldlegierungen bzw. von unedlen Zahnlegierungen vergeben haben soll oder vergeben möchte. Der Fachvereinigung Edelmetalle ist aus dem Kreise ihrer Mitgliedsfirmen nicht bekannt, daß eines dieser Unternehmen solche Förderungsmittel beantragt oder erhalten hat. Die Fachvereinigung ist daran interessiert, Näheres über einen eventuellen Forschungsauftrag zu erfahren.

*) Diese Stellungnahme ging unverlangt bei der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung ein.

Die Mitgliedsfirmen sind bereit, neue Erkenntnisse in konstruktiver Zusammenarbeit im gemeinsamen Interesse zu diskutieren. Die Entwicklung von Dentallegierungen nimmt viele Jahre in Anspruch. Selbst nach einer erfolgreichen Entwicklung ist eine jahrelange Erprobung am Patienten notwendig, um eine gesicherte Erkenntnis zu gewinnen. Durch den Einsatz der vorhandenen Legierungen in Märkten wie USA, Japan, Italien und anderen Ländern Europas haben die deutschen Scheideanstalten ihre Spargoldlegierungen in großem Umfang erproben können, so daß aus der Sicht unserer Mitgliedsfirmen die Vergabe von Bundesmitteln für neue Entwicklungen nicht erforderlich erscheint.

Die Mitglieder der Fachvereinigung sind zu jeder Zusammenarbeit mit den Zahnärzten und Labors bereit, um im Sinne des Kostendämpfungsgesetzes die Preissteigerungen bei den Dentallegierungen aufgrund der Edelmetallpreiserhöhungen in Grenzen zu halten.

Düsseldorf, 28. 2. 1980 **Fachvereinigung Edelmetalle e. V.**

3 Literaturverzeichnis

3.1 Monographien

Breustedt, A./Lenz, E.:	Stomatologische Werkstoffkunde	Joh. Ambr. Barth Verlag Leipzig 1978
Degussa:	Edelmetall-Taschenbuch	Degussa Frankfurt 1967
Eichner, K.:	Metallkeramik in der zahnärztlichen Prothetik	Hanser Verlag München 1979
Eichner, K.:	Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung	Hüthig Verlag 3. Auflage Heidelberg, 1974
Marxkors, R./Meiners, H.:	Taschenbuch der zahnärztlichen Werkstoffkunde	Hanser Verlag München 1978
Rettenberger, I.:	Literaturstudie zur Frage der Toxizität von Nickel und Beryllium in Detallegierungen*)	Med. Diss. Mainz 1978
Schwickerath, H.:	Werkstoffe in der Zahnheilkunde	Quintessenz Verlag Berlin 1977
Staegemann, G.:	Grundlagen der klinischen Stomatologie	Joh. Ambr. Barth Verlag Leipzig 1976

3.2 Artikel in Zeitschriften u. ä.

Andreas, M.:	Die Metallogie der Palladium-Silber-Legierungen	Dtsch. Stomat. 13, 504 – 513 (1963)
Bauer, E.:	Allergie durch Edelmetallegierungen	Dtsch. zahnärztl. Z. 18,1023 – 1025 (1963)
Beeck, K.H.:	Erfahrungen mit metallkeramischen Kronen und Brücken mit einem Überblick über die Entwicklung	Dtsch. Zahnärztebl. 23, 418 – 425 (1969)
Donaghy, L.F./ Berkeley, L.:	Optimierung eines Metall-Porzellan-Systems für Applikationen	dental-labor 24, 1072 – 1078 (1976)
Degussa:	Die moderne Palliag-Verarbeitung	Degussa-Brief Neue Folge Nr. 13 Frankfurt Juni 1951
Eichner, K.:	Derzeitiger Stand der Metallkeramik aus werkstoffkundlicher Sicht (unter besonderer Berücksichtigung der Edelmetall- und Nicht-Edelmetall-Legierungen)	Zahnärztl. Mitt. 1181 – 1183 (1977)

*) *Vgl. auch die dort angegebene Literaturliste zu Nichtedelmetall-Legierungen*

Henning, G.:	Edel- oder Unedelmetall-Legierungen — ist das eine Frage?	dental-labor 26, 715–721 (1978)
Herrmann, H. W.:	Aufbrennkeramik: Edelmetall- oder Nicht-Edelmetall-Gerüste	dental-labor 24, 1205–1207 (1967)
Knosp, H.:	Edelmetall-Aufbrennlegierungen — Einige Aspekte zu ihrem Aufbau und ihren Eigenschaften	Degussa-Brief 45 S. 34–40 Dezember 1979
Kühl, W.:	Über die Verarbeitung von zahntechnischen Legierungen, die Palladium und Silber enthalten	Dtsch. zahnärztl. Z. 15, 1105–1108 (1960)
Lenz, E./Plonka, B.:	Untersuchungen zur werkstoffgerechten Verarbeitung von Silber-Palladium-Gußlegierungen	Stomatol. DDR 29, 783–791 (1979)
Ludwig, K./ Behrensdorf, J.:	Über das Korrosionsverhalten der Aufbrennlegierung Ultratek	Dtsch. zahnärztl. Z. 33, 833–836 (1978)
Moffa, J. P.:	Edelmetallfreie Legierungen in Verbindung mit aufgebrannten Porzellan-Verkleidungen	dental-labor 21, 611–614 (1973)
Plischka, G.:	Probleme der Aufbrennkeramik auf Nichtedelmetallen	Österr. Z. Stomat. 70, 387– 393 (1973)
Reinacher, G./Wagner, E.:	Die Schädigung weißer Edelmetall-Legierungen durch Schwefel-Aufnahme	ZWR H. 5, S. 126–129 (1954)
Sauer, G.:	Untersuchungen über die keramische Verblendung von Nichtedelmetallegierungen	Dtsch. zahnärztl. Z. 33, 125–128 (1978)
Sperner, F.:	Toxikologie von Nichtedelmetall-Dentallegierungen	dental-labor 24, 953–958 (1976)
Schmitz, K. H./ Schulmeyer, H.:	Bestimmung der Haftfestigkeit dentaler metallkeramischer Verbundsysteme	dental-labor 23, 1416–1420 (1975)
Schwarzbach, E.:	Nickel — jüngster Schrecken in der Zahntechnik?	dental-labor 23, 477–478 (1975)
Schwickerath, H.:	Materialien für die Aufbrennkeramik, ihre Eigenschaften und ihr Verhalten	Dtsch. zahnärztl. Z. 33, 837–845 (1978)
Stegemann, K.:	Korrosionserscheinungen an Dentallegierungen	Dtsch. zahnärztl. Z. 11, 391–409 (1956) Dtsch. zahnärztl. Z. 13, 105–106 (1958)
Stümke, M.:	Derzeitiger Stand der Metallkeramik mit Edelmetall-Legierungen	Degussa-Brief 44 S. 13–17 (Juli 1978)
Wagner, E.:	Über zweckmäßige Werkstoffe für Brückenarbeiten	Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 173–179 (1965)
Weber, H.:	Zur Vergießbarkeit von Dentallegierungen unter Berücksichtigung der aufbrennfähigen Ni-Cr-Legierungen	Dtsch. zahnärztl. Z. 34, 527–531 (1979)
Weikart, P.:	Korrosion und Verfärbungen an Goldlegierungen	Dtsch. zahnärztl. Z. 15, 1415–1424 (1960)

4 Anhang

4.1 Statistische Daten

4.1.1 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Langfristige Entwicklung des Goldpreises (1970—1980)
Tab. 2: Goldverbrauch für industrielle und gewerbliche Zwecke (1968—1978)
Tab. 3: Herkunft des Goldes
Tab. 4: Aktuelle Preisentwicklung des Feingoldes und des Dentalgoldes (Legierungen)
a) Entwicklung der Preise für die Goldlegierungen Degulor M und Degudent U von 1978 bis März 1980
b) Entwicklung des Frankfurter Börsenkurses für Gold sowie der Goldlegierung Degulor M von Mitte Oktober 1979 bis März 1980
Tab. 5: Preisentwicklung des Dentalgoldes (Legierungen)
Tab. 6: Mengenentwicklung des Dentalgoldes (Legierungen)
Tab. 7: Gesamtkostenentwicklung des Dentalgoldes (Legierungen)
Tab. 8: Kostenanteile: Gold/Material- und Laboratoriumskosten — Gold/Gesamte Prothetikkosten
Tab. 9: Hypothetische Kostensteigerungen 1980 gegenüber 1979
Tab. 10: Hypothetischer Anstieg der Material- und Laboratoriumskosten / der gesamten Prothetikkosten 1980 gegenüber 1979
Tab. 11: Hypothetische Kostensteigerung pro durchschnittlichem prothetischen Behandlungsfall (1980 gegenüber 1979)
Anhang zu Tab. 5—11: Erläuterungen zu den Berechnungen des Goldverbrauchs und den Kosten für Gold in den Tabellen 5—11
Tab. 12: Gesamtübersicht: Über die KZVen abgerechnete Beträge — Bundesgebiet inkl. West-Berlin
a) RVO-Kassen
b) Ersatzkassen
c) RVO- und Ersatzkassen
Tab. 13: Anteil Material und Laboratoriumskosten / Ausgaben Prothetik
Tab. 14: Entwicklung des Anteils Zahnersatz an den Leistungsausgaben der GKV
Tab. 15: Entwicklung der Ausgaben und der Mengenkomponente für zahnärztliche Behandlung und Zahnersatz in der GKV
Tab. 16: Veränderungsraten — Ausgaben je Mitglied/Punktwert/Leistungsmenge je Mitglied für allgemeine, konservierende und chirurgische Behandlung
Tab. 17: Veränderungsraten Ausgaben je Mitglied/Punktwert/Leistungsmenge je Mitglied für Prothetik

4.1.2 Übersicht der statistischen Daten

Die vorgelegte Statistik gliedert sich in drei Abschnitte:

4.1.2.1 Allgemeine Daten zur Goldentwicklung
4.1.2.2 Entwicklung des Dentalgoldes in der Prothetik
4.1.2.3 Einordnung der Goldentwicklung in den Gesamtzusammenhang zahnärztlicher Versorgung

4.1.2.1 Allgemeine Daten zur Goldentwicklung (Tab. 1—4)

Die Tabellen 1—4 stellen die allgemeine Entwicklung des Goldverbrauchs und des Goldpreises dar. Der Gesamtverbrauch von Gold in der Welt betrug 1978 1555 t, wovon 87 t (= 5,59%) auf den Verbrauch in der Zahnheilkunde entfielen.

Tab. 1 stellt die langfristige Entwicklung der Goldpreise dar. Im Zeitraum von zehn Jahren ist der Goldpreis um einen schwindelerregenden Prozentsatz (von 1970 bis 1980 um rund 2000%) gestiegen.

Tab. 2 zeigt, wofür Gold gebraucht wird (Anstieg des Verbrauchs für die Zahnheilkunde von ca. 60 t im Jahr 1968 auf ca. 87 t im Jahr 1978).

Tab. 3 gibt Aufschluß über die Herkunft des Goldes. Sie veranschaulicht, daß Gold zum überwiegenden Teil in potentiellen Krisengebieten (Südafrika) abgebaut wird.

Tab. 4 bringt die aktuelle Preisentwicklung von zwei der bekanntesten und meistverwendeten Dentalgoldlegierungen und vergleicht sie mit der an der Frankfurter Börse beobachteten Entwicklung der Feingoldpreise. Es zeigt sich, daß die Legierungspreise die Schwankungen der Feingoldpreise, wenn auch verzögert, nachvollziehen.

Zum allgemeinen Goldpreisprozeß der letzten 1¼ Jahre läßt sich folgende Aussage treffen: Das Wachstum des Goldpreises ist von 1978 bis Anfang Oktober 1979 erst kontinuierlich und dann bis Anfang Februar 1980 explosionsartig weitergestiegen. Inzwischen ist der Preisboom zwar offensichtlich gebrochen; dennoch wird man davon ausgehen müssen, daß ein **langfristiges Gleichgewicht nur auf einem wesentlich höheren Niveau als vor Jahresfrist** erreicht wird.

4.1.2.2 Entwicklung des Dentalgoldes in der Prothetik (Tab. 5—11)

Nach diesen einleitenden Übersichten über die allgemeine Entwicklung des Goldes gehen die nächsten statistischen Untersuchungen speziell auf die Mengen- und Preisentwicklung der **Goldlegierungen,** die in der zahnärztlichen prothetischen Versorgung benötigt werden, ein.

Tab. 5 zeigt die Durchschnittspreise je g Dentalgold (Legierungen) für 1978 und 1979 und ihre Steigerungsraten getrennt nach RVO- und Ersatzkassen. Die Unterschiede ergeben sich aus den abweichenden Legierungsverwendungen in beiden Kassenarten. Die relative Veränderung betrug in diesem Zeitraum 32,8% bzw. 33%.

Tab. 6 stellt die Steigerungsraten der Mengenentwicklung für Dentalgoldverbrauch dar, wiederum unterschieden nach RVO- und Ersatzkassenzugehörigkeit. Insgesamt war die Mengensteigerung mit insgesamt 8% (von 29,48 t auf 31,84 t) weniger rasant.

Tab. 7 veranschaulicht die Gesamtkostenentwicklung des Dentalgoldes. Sie ist damit gleichsam eine Zusammenfassung der beiden vorangegangenen Tabellen. Für 1979 lag der gesamte Dentalgold-Verbrauch bei 666,11 Mio. DM und damit um 43,8% höher als 1978 (463,37 Mio. DM).

Anhand der Tab. 8 zeigt sich, daß — bedingt durch die sprunghafte Goldpreissteigerung — die Kostenanteile für Dentalgold bei den Material- und Laboratoriumskosten (von 13,7% auf 16,5%) und bei den gesamten Prothetikkosten (von 6,9% auf 8,7%) erheblich anstiegen. Bei den Ersatzkassen liegen die Anteilsbeträge deutlich über denen der RVO-Kassen.

Die Tab. 9—11 stellen eine hypothetische Entwicklung ausgehend von dem Dentalgoldpreis vom 2. 1. 1980 dar. Sie sind jedoch nicht rein theoretischer Natur, sondern besitzen einen ziemlich gesicherten Plausibilitätscharakter. Selbst wenn man berücksichtigt, daß der Preis inzwischen wieder gesunken ist, lassen sich aus den angegebenen Tabellen Größenordnungen und Tendenzen erkennen. Unter den vorgegebenen Annahmen würden im Jahre 1980 die Gesamtkosten für das in der Zahnheilkunde verwendete Gold über 1,1 Mrd. DM betragen. Die Material- und Laboratoriumskosten würden dabei um 10,8% und die gesamten Prothetikkosten um 5,7% steigen. Pro durchschnittlichem prothetischen Behandlungsfall würden die Kosten von 947,10 DM um 53,77 DM auf 1000,87 DM (=5,7%) angehoben.

4.1.2.3 Einordnung der Goldentwicklung in den Gesamtzusammenhang zahnärztlicher Versorgung (Tab. 12—17)

Der dritte Teil der statistischen Auswertungen stellt den Bezug der Mengen- und Preisentwicklung des Dentalgoldes zu den Gesamtausgaben der gesetzlichen Krankenkassen für zahnärztliche Behandlung und Zahnersatz her.

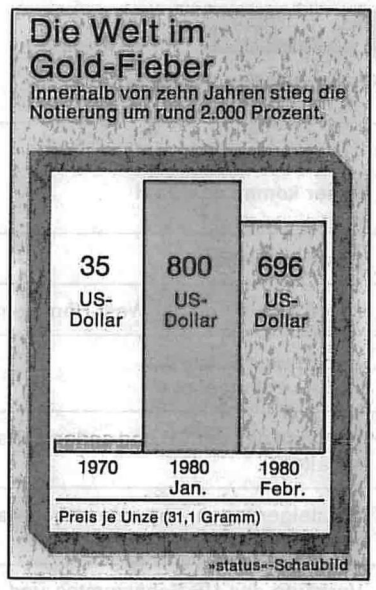
Die Tab. 12 a—c zeigen in einer Gesamtschau die über die KZVen abgerechneten Beträge in absoluten und relativen Größen für die RVO-Kassen und die Ersatzkassen und in sich gegliedert nach zahnärztlicher Behandlung mit und ohne Prothetik. Dabei zeigt sich, daß die prothetischen Behandlungskosten ganz deutlich zuungunsten der konservierend-chirurgischen im Aufwärtstrend liegen.

Durch Tab. 13 wird deutlich, daß der Anteil für Zahnersatz, gemessen an den gesamten Leistungsausgaben der GKV, in einem beachtlichen Steigerungstempo schon ein beträchtliches Volumen erreicht hat (1960 = 3%, 1978 = 8,1%). Davon behaupten die zahntechnischen Leistungen — also Leistungen, von denen der Zahnarzt nicht profitiert und die für ihn lediglich einen durchlaufenden Posten ausmachen — in zunehmendem Maße den Löwenanteil für sich (1979 = 52,1%).

Die Tab. 15—17 zeigen die Ist-Entwicklung der Ausgaben und Leistungsmengen der GKV für zahnärztliche Behandlung und Zahnersatz sowie die Veränderungsraten für konservierende und prothetische Behandlung bezogen auf das einzelne Kassenmitglied. Gegenübergestellt werden jeweils die Ist-Werte des 1. Dreivierteljahres 1978 und 1979. Durch diese Gegenüberstellung wird sehr deutlich, daß der einzelne Kassenpatient in zunehmendem Maße einseitig für prothetische Leistungen zugunsten der konservierenden Leistungen Mittel aufbringen muß.

Tabelle 1

Langfristige Entwicklung des Goldpreises



*) Preise DM/Gramm: 1970 DM 4,10
Januar 1980 DM 44,34
Februar 1980 DM 39,10

(Quelle: status 7/80)

Tabelle 2

Goldverbrauch für industrielle und gewerbliche Zwecke 1968—1978

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Gesamtverbrauch, t	1221	1197	1372	1383	1341	854	729	973	1380	1405	1552
davon:											
Schmuckherstellung, t	912	904	1062	1060	996	512	220	519	931	996	1001
Elektronik, t	82	100	89	86	105	127	92	67	76	77	85
Zahnheilkunde, t	60	60	59	63	66	68	57	62	76	82	87
Sonstige industrielle/ dekorative Verwendungszwecke, t	58	63	62	69	71	72	67	60	66	67	75
Medaillen, Medaillons und Schmuckmünzen, t	40	44	54	52	41	21	7	21	47	47	46
Offizielle Münzen, t	68	26	46	54	63	54	287	244	184	137	259
Gesamtverbrauch/ private Barrenkäufe*) in Prozent	67	104**)	133**)	100	108**)	61	59	88	96	86	89
Durchschnittlicher Goldpreis US $ / Unze	38,6	41,1	35,9	40,8	58,1	97,2	159,1	161,1	124,8	147,7	193,3
Durchschnittlicher Goldpreis US $ / Unze 1978	72,3	73,1	60,4	65,8	90,7	142,7	210,8	195,2	143,2	159,2	193,3

*) Der verbleibende Betrag für private Käufe bezieht sich auf Goldbarren, die zu Investitionszwecken erworben wurden. Dieser Restbetrag schließt auch Marktänderungen, Irrtümer und Auslassungen ein.

**) 1969, 1970 und 1972 wurden beträchtliche Verkäufe aus privaten Goldanlagekäufen getätigt. Die privaten Ankäufe (einschl. Anlagekäufen) waren demzufolge niedriger als der Gesamtverbrauch.

(Quelle: Goldbulletin der International Gold Corporation Ltd. Nr. 4 vom Oktober 1979)

Tabelle 3

Herkunft des Goldes

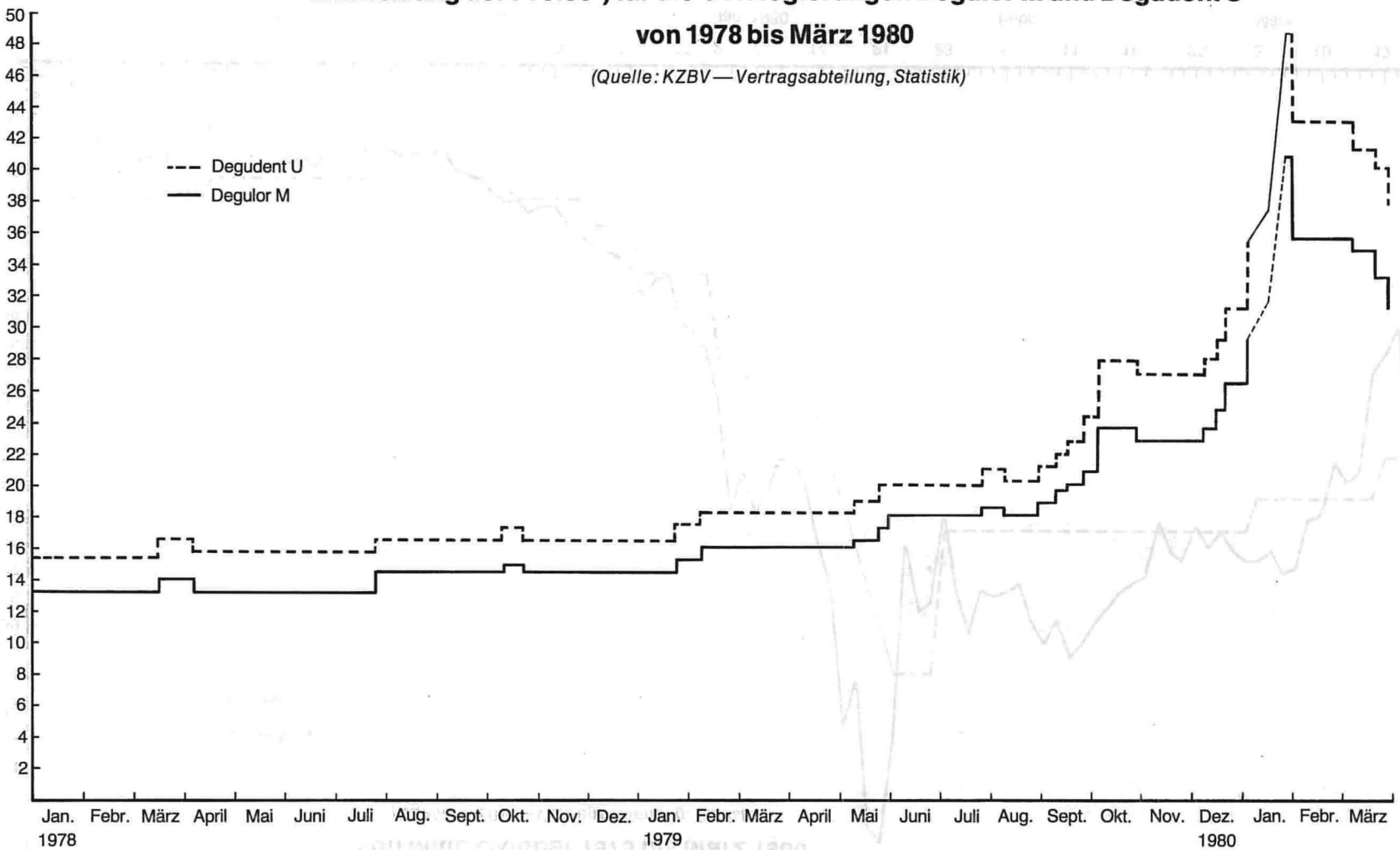
Daher kommt das Gold	in Tonnen		Anteil		Veränderung
	1977	1979	1977	1979	von '77 zu = '79
	geschätzt		in Prozenten		in Prozenten
Gesamtangebot	1638	1900	100	100	+ 16,00
davon aus Minen der West-Hemisphäre	968	970	59,1	51,1	+ 0,22
— darunter Südafrika im Gesamtangebot —	700	715	72,3 42,7	73,2 37,6	+ 2,14
Verkäufe der UdSSR und anderer Staatswirtschaften	401	390	24,5	20,5	− 2,74
Versteigerungen des internationalen Währungsfonds (IWF)	204	175	12,4	9,2	− 14,22
Verkäufe des US-Schatzamtes und anderer Währungsbehörden	65	365	4,0	19,2	+461,54

(Quelle: Der Freie Zahnarzt, Februar 1980)

Tabelle 4a

Entwicklung der Preise[1]) für die Goldlegierungen Degulor M und Degudent U von 1978 bis März 1980

(Quelle: KZBV — Vertragsabteilung, Statistik)

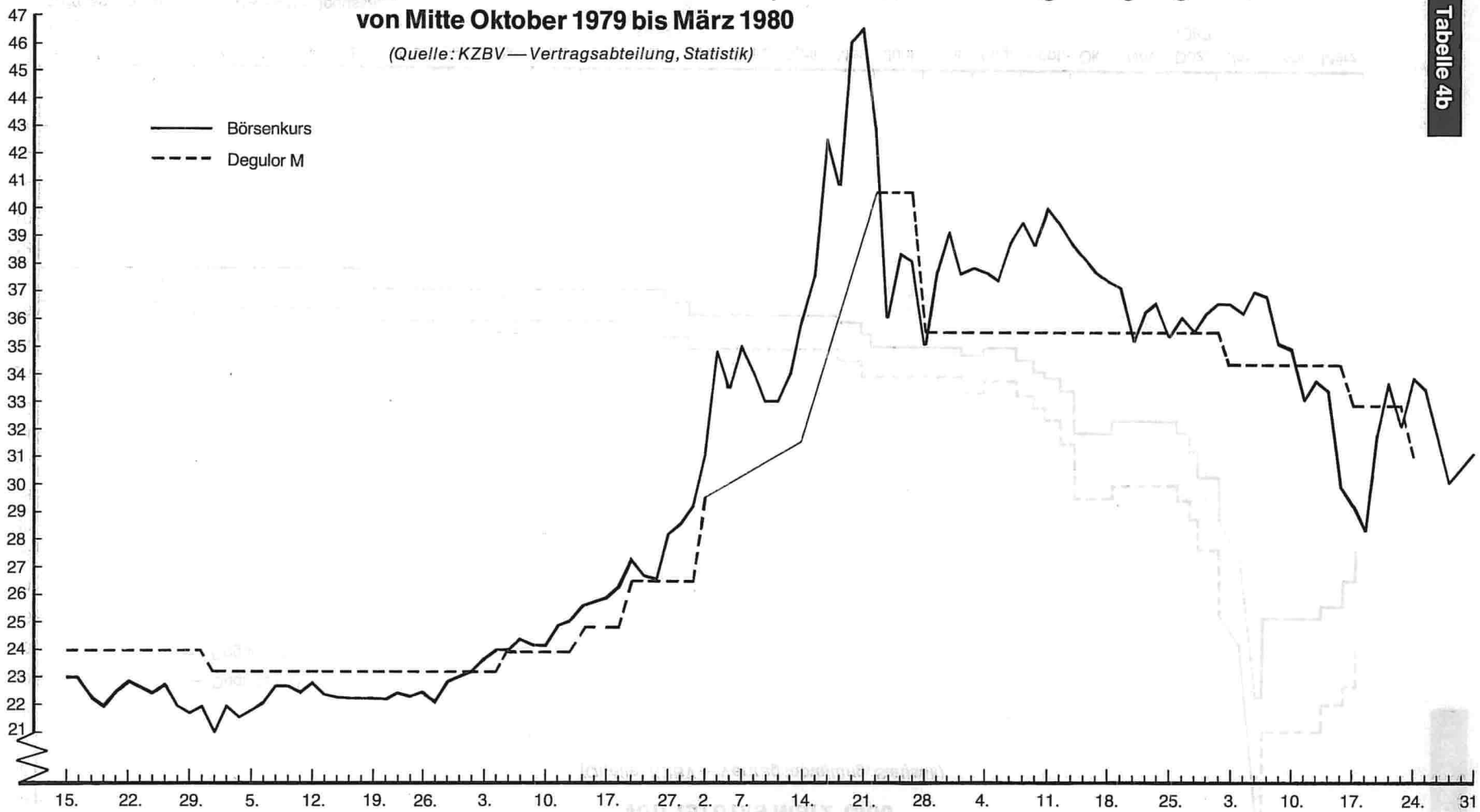


[1]) Die Preise sind Nettopreise der Firma Degussa.
Zwischen dem 2.1.80 und dem 14.1.80 sowie zwischen dem 14.1.80 und dem 22.1.80 lagen keine Preise vor.

Tabelle 4b

Entwicklung des Frankfurter Börsenkurses[1]) für Gold sowie Goldlegierung Degulor M von Mitte Oktober 1979 bis März 1980

(Quelle: KZBV — Vertragsabteilung, Statistik)



[1]) tägliche Notierungen außer an Wochenenden und Feiertagen

Tabelle 5

Preisentwicklung des Dentalgoldes (Legierungen)

	Preis je g Gold		Veränderung
	1978	1979	
RVO-Kassen	DM 17,34	DM 23,03	+ 32,8%
Ersatzkassen	DM 17,63	DM 23,45	+ 33,0%

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 24. 1. 1980

RVO-Kassen: Orts-, Betriebs-, Innungs- und landwirtschaftliche Krankenkassen, See-Krankenkasse
Ersatzkassen: VdAK, AEV

Die Preise sind gewichtete Durchschnittspreise der in der Prothetik verwendeten Goldlegierungen einschließlich Goldpreisaufschlägen und jeweiligen Mehrwertsteuerbeträgen.

Die unterschiedlichen Preise je g Gold(legierung) bei RVO- und Ersatzkassen resultieren daraus, daß bei den Ersatzkassen-Versicherten relativ mehr Metallkeramikarbeiten eingegliedert wurden als bei RVO-Versicherten und die bei den Metallkeramikarbeiten verwendeten Goldlegierungen teurer sind als die übrigen.

Tabelle 6

Mengenentwicklung des Dentalgoldes (Legierungen)

	Goldverbrauch		Veränderung
	1978	1979	
RVO-Kassen	15,00 t	15,90 t	+ 6,0%
Ersatzkassen	11,53 t	12,79 t	+ 10,9%
RVO- und Ersatzkassen zusammen	26,53 t	28,69 t	+ 8,1%
Gesamter Verbrauch in Prothetik (RVO- u. Ersatzkassen, Bundesknappschaft, Privatversicherte, übrige Kostenträger)	29,48 t	31,84 t	+ 8,0%

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 24. 1. 1980

RVO-Kassen: Orts-, Betriebs-, Innungs-, landwirtschaftliche Krankenkassen, See-Krankenkasse
Ersatzkassen: VdAK/AEV

Tabelle 7

Gesamtkostenentwicklung des Dentalgoldes (Legierungen)

	Gesamte Kosten für Gold		Veränderung
	1978	1979	
RVO-Kassen	260,10 Mio. DM	366,18 Mio. DM	+ 40,8%
Ersatzkassen	203,27 Mio. DM	299,93 Mio. DM	+ 47,6%
RVO- und Ersatzkassen zusammen	463,37 Mio. DM	666,11 Mio. DM	+ 43,8%

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 24. 1. 1980

RVO-Kassen: Orts-, Betriebs-, Innungs- und landwirtschaftliche Krankenkassen, See-Krankenkasse
Ersatzkassen: VdAK/AEV

In diesen Beträgen sind die Versichertenanteile enthalten. Die von den Krankenkassen gezahlten Zuschüsse zu den Goldkosten betragen ca. 80% dieser Beträge.

Tabelle 8

Kostenanteile: Goldlegierungen/Material- u. Laboratoriums-kosten — Goldlegierungen/Gesamte Prothetikkosten*)

	Anteil der Kosten für Gold(legierungen)			
	Mat.- u. Lab.-Kosten		Gesamte Prothetikkosten*)	
	1978	1979	1978	1979
RVO-Kassen	12,5%	15,1%	6,3%	8,0%
Ersatzkassen	15,5%	18,6%	7,7%	9,7%
RVO- und Ersatzkassen zusammen	13,7%	16,5%	6,9%	8,7%

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 24. 1. 1980
RVO-Kassen: Orts-, Betriebs-, Innungs- und landwirtschaftliche Krankenkassen, See-Krankenkasse
Ersatzkassen: VdAK/AEV

*) Gesamte Prothetikkosten = Zahnärztliches Honorar + Material- und Laboratoriumskosten

Ausgangspunkt für Tabellen 9—11: Dentalgoldpreis (Legierungen) am 2. 1. 1980

	RVO-Kassen	Ersatzkassen
Preis DM	38,10	38,81
Anstieg 2. 1. 1980/ ∅ 1979 in %	65,4	65,5

RVO-Kassen: Orts-, Betriebs-, Innungs- und landwirtschaftliche Krankenkassen, See-Krankenkasse
Ersatzkassen: VdAK/AEV

Arbeitshypothese: Wenn der Preis für Goldlegierungen im Jahresdurchschnitt auf dem Stand vom 2. 1. 1980 bleiben würde, ergäben sich allein hieraus die Auswirkungen der Tabellen 9 – 11.

Tabelle 9

Hypothetische Kostensteigerungen 1980 gegenüber 1979

	Dentalgoldpreis-steigerung	Anstieg der Kosten für Dentalgold um	Gesamtkosten für Dentalgold 1980
RVO-Kassen	65,4%	239,5 Mio. DM	605,68 Mio. DM
Ersatzkassen	65,5%	196,5 Mio. DM	496,43 Mio. DM
RVO- und Ersatzkassen zusammen	65,5%	436,0 Mio. DM	1102,11 Mio. DM

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 24. 1. 1980
RVO-Kassen: Orts-, Betriebs-, Innungs- und landwirtschaftliche Krankenkassen, See-Krankenkasse
Ersatzkassen: VdAK/AEV

Tabelle 10

Hypothetischer Anstieg der Material- und Laboratoriumskosten bzw. der gesamten Prothetikkosten 1980 gegenüber 1979

	Anstieg der	
	Mat.- u. Lab.-Kosten um	gesamten Prothetikkosten um
RVO-Kassen	9,9%	5,2%
Ersatzkassen	12,2%	6,4%
RVO- und Ersatzkassen zusammen	10,8%	5,7%

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 24. 1. 1980
RVO-Kassen: Orts-, Betriebs-, Innungs- und landwirtschaftliche Krankenkassen, See-Krankenkasse
Ersatzkassen: VdAK, AEV

Tabelle 11

Hypothetische Kostensteigerung pro durchschnittlichem prothetischen Behandlungsfall*) 1980 gegenüber 1979

	Anstieg		
	1979 von	um	1980 auf
RVO-Kassen	DM 864,12	DM 45,01	DM 909,13 (+5,2%)
Ersatzkassen	DM 1105,15	DM 70,33	DM 1175,48 (+6,4%)
RVO- und Ersatzkassen zusammen	DM 947,10	DM 53,77	DM 1000,87 (+5,7%)

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 24. 1. 1980

RVO-Kassen: Orts-, Betriebs-, Innungs- und landwirtschaftliche Krankenkassen, See-Krankenkasse
Ersatzkassen: VdAK/AEV

*) Gesamtkosten (zahnärztliches Honorar + Material- und Laboratoriumskosten inkl. Versichertenanteil)

Anhang zu Tab. 5—11

Erläuterungen zu den Berechnungen des Dentalgoldverbrauchs und der Kosten für Dentalgold in den Tabellen 5—11

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 24. 1. 1980

Dentalgoldverbrauch

Unter Dentalgoldverbrauch wird hier der von den gewerblichen und praxiseigenen Laboratorien in Rechnung gestellte Verbrauch von Goldlegierungen in Gramm bzw. Tonnen verstanden.

Die nachstehenden Tabellen a) und b) geben Auskunft über die Methodik der Berechnungen des Goldverbrauchs in Gramm je 100 Fälle im Zeitraum 1. Januar 1979 bis 30. September 1979. Auf dieser Basis wurde dann der Gesamtverbrauch in den Jahren 1978 und 1979 ermittelt, wobei

für die Quartale I – IV/1978	die Prothetik-Einzelleistungsstatistiken der KZVen Bayerns, Karlsruhe und Pfalz zugrunde gelegt wurden,	
für das Quartal I/1979	die Prothetik-Einzelleistungsstatistiken von	8 KZVen,
für das Quartal II/1979	die Prothetik-Einzelleistungsstatistiken von	10 KZVen,
für das Quartal III/1979	die Prothetik-Einzelleistungsstatistiken von	14 KZVen,
für die Monate Oktober/ November 1979	die Prothetik-Einzelleistungsstatistiken von	14 KZVen.

Preise für Goldlegierungen

Auf der Grundlage von insgesamt 22 Preislisten für Goldlegierungen der Firma DEGUSSA wurden unter Berücksichtigung eines Goldpreisaufschlages von 10% bei gewerblichen und von 8% bei praxiseigenen Laboratorien sowie der jeweiligen Mehrwertsteuerbeträge die Goldpreise je Gramm ermittelt.

(Anzumerken ist, daß sich die Preise der Firmen C. HAFNER, Pforzheim, und HERAEUS, Hanau, für vergleichbare Goldlegierungen nicht nennenswert von denen der Firma DEGUSSA unterscheiden.)

Tabelle a) — RVO-Kassen: Dentalgoldverbrauch in g je 100 Fälle — Zeitraum 1. 1. 1979 – 30. 9. 1979

Bema-Nr.	Frequenz	Ansatz[1])		Goldverbrauch in g je 100 Fälle
18a	2,50	50% gegossener Aufbau	à 1,5 g	1,88
20a	0,12		à 2,2 g	0,26
b	5,56	davon 84,2% stufenlose Gußkronen	à 3,0 g	14,04
		10,5% Bandkronen	à 2,5 g	1,46
c	0,34		à 2,5 g	0,85
d	20,55	davon 0,8% Teil-, Dreiviertelkronen	à 3,0 g	0,49
		5,3% Gußkronen	à 3,0 g	3,27
		87,4% Verblendkronen	à 2,5 g	44,90
		(Kunststoff: Metallkeramik wie 62,0:38,0)		
91a	8,29	davon 6,8% Bandkronen	à 2,5 g	1,41
		92,5% stufenlose Gußkronen	à 3,0 g	23,00
		0,7% geg. Einlagefüllungen	à 2,0 g	0,12
b	0,14		à 2,5 g	0,35
c	39,38	davon 0,3% Teil-, Dreiviertelkronen	à 3,0 g	0,35
		3,6% Gußkronen	à 3,0 g	4,25
		95,9% Verblendkronen	à 2,5 g	94,41
		(Kunststoff: Metallkeramik wie 57,7:42,3)		
d	5,17		à 4,0 g	20,68
		Anzahl Brückenglieder		
92a	5,80	5,80	à 2,5 g	14,50
b	2,53	5,06	à 2,5 g	12,65
c	0,91	3,19	à 2,5 g	7,98
d	0,76	1,52	à 2,5 g	3,80
e	0,34	1,02	à 2,5 g	2,55
f	0,14	0,56	à 2,5 g	1,40
g	0,11	0,55	à 2,5 g	1,38
h	0,17	1,19	à 2,5 g	2,98
i	0,01	0,10	à 2,5 g	0,25
92a/0	1,55	1,55	à 2,5 g	3,88
b/0	0,70	1,40	à 2,5 g	3,50
c/0	0,27	0,95	à 2,5 g	2,38
d/0	0,26	0,52	à 2,5 g	1,30
e/0	0,13	0,39	à 2,5 g	0,98
f/0	0,06	0,24	à 2,5 g	0,60
g/0	0,05	0,25	à 2,5 g	0,63
h/0	0,06	0,42	à 2,5 g	1,05
i/0	0,004	0,04	à 2,5 g	0,10
		Positionen 18a, 20, 91 und 92	insgesamt:	273,63

Der übrige hier nicht erfaßte Dentalgoldverbrauch wurde vorsichtig auf 20 g je 100 Fälle geschätzt, so daß sich insgesamt ein **Dentalgoldverbrauch von 293,63 g je 100 Fälle** für den Zeitraum 1. 1. 1979 – 30. 9. 1979 ergab.

[1]) Der Ermittlung der Durchschnitts-g-Gewichte lagen eine Schätzwertliste für Laborkosten für Kronen und Brücken der KZV Schleswig-Holstein sowie die Ergebnisse einer stichprobenartigen Handauszählung der Prothetik-Abrechnungen der KZV Bayerns zugrunde. Die Aufteilungen der Bema-Nrn. 20b, d und 91a, c basieren ebenfalls auf den Ergebnissen von Handauszählungen von Prothetik-Abrechnungsfällen der KZV Bayerns.

Tabelle b) — Ersatzkassen: Dentalgoldverbrauch in g je 100 Fälle — Zeitraum 1. 1. 1979 – 30. 9. 1979

Bema-Nr.	Frequenz	Ansatz[1])		Goldverbrauch in g je 100 Fälle
18a	3,65	50% gegossener Aufbau	à 1,5 g	2,74
20a	0,11		à 2,2 g	0,24
b	8,15	davon 84,2% stufenlose Gußkronen	à 3,0 g	20,59
		10,5% Bandkronen	à 2,5 g	2,14
c	0,41		à 2,5 g	1,03
d	36,33	davon 2,4% Teil-, Dreiviertelkronen	à 3,0 g	2,62
		5,3% Gußkronen	à 3,0 g	5,78
		86,1% Verblendkronen (Kunststoff: Metallkeramik wie 48,0:52,0	à 2,5 g	78,20
91a	10,96	davon 6,8% Bandkronen	à 2,5 g	1,86
		92,5% stufenlose Gußkronen	à 3,0 g	30,41
		0,7% geg. Einlagefüllungen	à 2,0 g	0,15
b	0,18		à 2,5 g	0,45
c	64,85	davon 0,5% Teil-, Dreiviertelkronen	à 3,0 g	0,97
		4,2% Gußkronen	à 3,0 g	8,17
		95,0% Verblendkronen (Kunststoff: Metallkeramik wie 45,5:54,5)	à 2,5 g	154,02
d	5,81		à 4,0 g	23,24
		Anzahl der Brückenglieder		
92a	9,06	9,06	à 2,5 g	22,65
b	3,35	6,70	à 2,5 g	16,75
c	1,09	3,82	à 2,5 g	9,55
d	0,91	1,82	à 2,5 g	4,55
e	0,38	1,14	à 2,5 g	2,85
f	0,15	0,60	à 2,5 g	1,50
g	0,14	0,70	à 2,5 g	1,75
h	0,21	1,47	à 2,5 g	3,68
i	0,02	0,20	à 2,5 g	0,50
92a/0	4,14	4,14	à 2,5 g	10,35
b/0	1,64	3,28	à 2,5 g	8,20
c/0	0,56	1,96	à 2,5 g	4,90
d/0	0,55	1,10	à 2,5 g	2,75
e/0	0,25	0,75	à 2,5 g	1,88
f/0	0,12	0,48	à 2,5 g	1,20
g/0	0,10	0,50	à 2,5 g	1,25
h/0	0,14	0,98	à 2,5 g	2,45
i/0	0,01	0,10	à 2,5 g	0,25
		Positionen 18a, 20, 91, 92	insgesamt:	429,62

Der übrige hier nicht erfaßte Dentalgoldverbrauch wurde vorsichtig auf 20 g je 100 Fälle geschätzt, so daß sich insgesamt ein **Dentalgoldverbrauch von 449,62 g je 100 Fälle** für den Zeitraum 1. 1. 1979 – 30. 9. 1979 ergab.

[1]) Der Ermittlung der Durchschnitts-g-Gewichte lagen eine Schätzwertliste für Laborkosten für Kronen und Brücken der KZV Schleswig-Holstein sowie die Ergebnisse einer stichprobenartigen Handauszählung der Prothetik-Abrechnungen der KZV Bayerns zugrunde. Die Aufteilungen der Bema-Nrn. 20b, d und 91a,c basieren ebenfalls auf den Ergebnissen von Handauszählungen von Prothetik-Abrechnungsfällen der KZV Bayerns.

Gesamtübersicht: Über die KZVen abgerechnete Beträge — Bundesgebiet (inkl. West-Berlin)

Tabelle 12a

RVO-Kassen[1]

Zeitraum	Zahnärztliche Behandlung ohne Prothetik						Prothetik[2]						Zahnärztliche Behandlung einschl. Prothetik					
	Zahnärztliches Honorar + MuL-Kosten			Nur zahnärztliches Honorar			Zahnärztliches Honorar + MuL-Kosten			Nur zahnärztliches Honorar			Zahnärztliches Honorar + MuL-Kosten			Nur zahnärztliches Honorar		
	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %
1976	2.419,6			2.299,5			3.360,5			1.814,7			5.780,1			4.114,2		
1977	2.571,3	+ 6,3	+ 5,9	2.419,7	+ 5,2	+ 4,9	3.276,5	− 2,5	− 2,8	1.687,4	− 7,0	− 7,3	5.847,8	+ 1,2	+ 0,9	4.107,0	− 0,2	− 0,5
1978	2.771,0	+ 7,8	+ 6,9	2.590,0	+ 7,0	+ 6,2	3.286,2	+ 0,3	− 0,5	1.626,3	− 3,6	− 4,4	6.057,2	+ 3,6	+ 2,7	4.216,3	+ 2,7	+ 1,8
1. Dreiviertel-jahr 1979 *	2.127,8	+ 4,7	+ 4,1	1.988,6	+ 4,6	+ 4,0	2.620,2	+ 10,9	+ 10,2	1.250,5	+ 6,4	+ 5,7	4.747,9	+ 8,0	+ 7,4	3.239,1	+ 5,3	+ 4,6

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 6. 3. 1980

[1]) RVO-Kassen: Orts-, Betriebs-, Innungs- und landwirtschaftliche Krankenkassen, See-Krankenkasse

[2]) Abgerechnete Beträge − Zuschüsse der Krankenkassen

* Veränderung gegenüber dem entsprechenden Vorjahreszeitraum

Gesamtübersicht: Über die KZVen abgerechnete Beträge — Bundesgebiet (inkl. West-Berlin)

Tabelle 12b

ERSATZKASSEN[1]

Zeitraum	Zahnärztliche Behandlung ohne Prothetik						Prothetik[2]						Zahnärztliche Behandlung einschl. Prothetik					
	Zahnärztliches Honorar + MuL-Kosten			Nur zahnärztliches Honorar			Zahnärztliches Honorar + MuL-Kosten			Nur zahnärztliches Honorar			Zahnärztliches Honorar + MuL-Kosten			Nur zahnärztliches Honorar		
	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %
1976	1.613,0			1.538,6			1.659,3			912,6			3.272,3			2.451,2		
1977	1.735,5	+ 7,6	+ 5,4	1.635,7	+ 6,3	+ 4,2	1.809,0	+ 9,0	+ 6,9	949,7	+ 4,1	+ 2,0	3.544,5	+ 8,3	+ 6,2	2.585,4	+ 5,5	+ 3,4
1978	1.890,3	+ 8,9	+ 4,9	1.772,3	+ 8,4	+ 4,3	2.119,1	+ 17,1	+ 12,8	1.069,5	+ 12,6	+ 8,4	4.009,4	+ 13,1	+ 8,9	2.841,8	+ 9,9	+ 5,9
1. Dreiviertel-jahr 1979 *	1.470,0	+ 6,1	+ 3,1	1.378,4	+ 6,1	+ 3,1	1.741,5	+ 16,8	+ 13,5	840,4	+ 11,1	+ 7,9	3.211,5	+ 11,7	+ 8,5	2.218,8	+ 7,9	+ 4,8

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 6. 3. 1980

[1]) Ersatzkassen: VdAK/AEV

[2]) Abgerechnete Beträge – Zuschüsse der Krankenkassen

* Veränderung gegenüber dem entsprechenden Vorjahreszeitraum

Gesamtübersicht: Über die KZVen abgerechnete Beträge — Bundesgebiet (inkl. West-Berlin)

Tabelle 12c

RVO- UND ERSATZKASSEN[1]

Zeitraum	Zahnärztliche Behandlung ohne Prothetik						Prothetik[2]						Zahnärztliche Behandlung einschl. Prothetik					
	Zahnärztliches Honorar + MuL-Kosten			Nur zahnärztliches Honorar			Zahnärztliches Honorar + MuL-Kosten			Nur zahnärztliches Honorar			Zahnärztliches Honorar + MuL-Kosten			Nur zahnärztliches Honorar		
	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %	Mio. DM	Veränderung %	Veränderung je Mitglied %
1976	4.032,6			3.838,1			5.019,8			2.727,3			9.052,4			6.565,4		
1977	4.306,8	+ 6,8	+ 5,9	4.055,4	+ 5,7	+ 4,8	5.085,5	+ 1,3	+ 0,5	2.637,1	− 3,3	− 4,1	9.392,3	+ 3,8	+ 2,9	6.692,4	+ 1,9	+ 1,1
1978	4.661,3	+ 8,2	+ 6,4	4.362,3	+ 7,6	+ 5,8	5.405,3	+ 6,3	+ 4,5	2.695,8	+ 2,2	+ 0,5	10.066,6	+ 7,2	+ 5,4	7.058,1	+ 5,5	+ 3,7
1. Dreiviertel-jahr 1979 *	3.597,8	+ 5,3	+ 3,9	3.367,0	+ 5,2	+ 3,8	4.361,7	+ 13,2	+ 11,7	2.090,9	+ 8,2	+ 6,8	7.959,4	+ 9,5	+ 8,1	5.457,9	+ 6,3	+ 5,0

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 6. 3. 1980

[1]) RVO-Kassen: Orts-, Betriebs-, Innungs- und landwirtschaftliche Krankenkassen, See-Krankenkasse
Ersatzkassen: VdAK/AEV

[2]) Abgerechnete Beträge – Zuschüsse der Krankenkassen

* Veränderung gegenüber dem entsprechenden Vorjahreszeitraum

Tabelle 13

Entwicklung des Anteils der Material- und Laboratoriumskosten/Ausgaben Prothetik*)

	1976	1977	1. Halbj. 1978	2. Halbj. 1978	1. Halbj. 1979	2.Halbj. 1979
RVO-Kassen	46,0%	48,5%	50,0%	51,0%	52,1%	53,2%
Ersatzkassen	45,0%	47,5%	49,0%	50,0%	51,5%	52,9%

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 14.2. 1980

RVO-Kassen: Orts-, Betriebs-, Innungs- und landwirtschaftliche Krankenkassen, See-Krankenkasse
Ersatzkassen: VdAK/AEV

*) Ausgaben Prothetik = Zahnärztliches Honorar + Material- und Laboratoriumskosten

Tabelle 14

Entwicklung des Anteils des Zahnersatzes an den Leistungsausgaben der GKV

Anteile „Zahnersatz" an den Leistungsausgaben der GKV 1960 – 1978 (in v. H.)

Jahr	Zahnersatz	
	insgesamt	davon: zahntechnische Leistungen
1960	3,0	— [1]
1965	2,7	— [1]
1969	3,1	— [1]
1970	3,5	1,4
1971	4,1	1,6
1972	4,4	1,8
1973	4,5	1,8
1974	4,2	1,7
1975	7,2	3,2
1976	8,4	3,8
1977	8,1	3,9
1978	8,1	4,0

[1]) Angaben liegen nicht vor

Aufteilungsverhältnis „Zahnärztliches Honorar"/„Zahnärztliche Leistungen" (in v. H.)

1970 – 1974	60 :40	(geschätzt)
1975	55 :45	(geschätzt)
1976	54,3:45,7	
1977	51,8:48,2	
1978	49,9:50,1	
1979	47,9:52,1	(1. Dreivierteljahr)

Tabelle 15

Entwicklung der Ausgaben und der Mengenkomponente für zahnärztliche Behandlung und Zahnersatz (je Mitglied) in der GKV

1. Dreivierteljahr 1978/1. Dreivierteljahr 1979 (Bundesgebiet inkl. West-Berlin)

RVO-Kassen[1])	Ausgaben zahnärztl. Honorar + MuL-Kosten	Ausgaben nur zahnärztl. Honorar	Leistungsmenge (Zahl der abgerechneten Bema-Punkte)
	je Mitglied		
zahnärztl. Behandlung ohne Prothetik*)	+ 4,1%	+4,0%	+ 1,0%
Prothetik	+ 10,2%	+ 5,7%	+ 2,7%
zahnärztl. Behandlung einschl. Prothetik	+ 7,4%	+ 4,6%	+ 1,8%

(Durchschnittliche Punktwerterhöhung: 2,9%)

Ersatzkassen[2])	Ausgaben zahnärztl. Honorar + MuL-Kosten	Ausgaben nur zahnärztl. Honorar	Leistungsmenge (Zahl der abgerechneten Bema-Punkte)
	je Mitglied		
zahnärztl. Behandlung ohne Prothetik*)	+ 3,1%	+ 3,1%	+ 0,1%
Prothetik	+ 13,5%	+ 7,9%	+ 4,8%
zahnärztl. Behandlung einschl. Prothetik	+ 8,5%	+ 4,8%	+ 2,1%

(Durchschnittliche Punktwerterhöhung: 3,0%)

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 14. 2. 1980
Grundlage: Abrechnungsstatistiken der KZBV

---

[1]) RVO-Kassen: Orts-, Betriebs-, Innungs- u. landwirtschaftl. Krankenkassen, See-Krankenkasse
[2]) Ersatzkassen: VdAK/AEV
*) Allgemeine konservierend-chirurgische Behandlung + Kieferorthopädie + Parodontose + Kieferbruch

Tabelle 16

Veränderungsraten — allgemeine, konservierende und chirurgische Behandlung

1. Dreivierteljahr 1978/1. Dreivierteljahr 1979 (Bundesgebiet inkl. West-Berlin)

	Ausgaben je Mitglied	Punktwert	Leistungsmenge je Mitglied
RVO-Kassen	+ 2,6%	+ 2,9%	− 0,3%
Ersatzkassen	+ 1,5%	+ 3,0%	− 1,4%

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 14. 2. 1980
Grundlage: Abrechnungsstatistiken der KZBV

RVO-Kassen: Orts-, Betriebs-, Innungs- und landwirtschaftliche Krankenkassen, See-Krankenkasse
Ersatzkassen: VdAK/AEV

Die Veränderung der Ausgaben resultiert aus der Veränderung des durchschnittlichen Punktwertes und der Leistungsmenge (= Zahl der abgerechneten Bema-Punkte).

Tabelle 17

Veränderungsraten — Prothetik

1. Dreivierteljahr 1978/1. Dreivierteljahr 1979 (Bundesgebiet inkl. West-Berlin)

	Ausgaben (Zuschüsse der Krankenk.)	Gesamtbetrag (zahnärztl. Honorar + MuL-Kosten inkl. Vers.-Anteil)	zahnärztl. Honorar inkl. Versicherten-Anteil	MuL-Kosten inkl. Versicherten-Anteil	Punktwert	Leistungsmenge
	je Mitglied					je Mitglied
RVO-Kassen	+ 10,2%	+ 10,2%	+ 5,7%	+ 14,7%	+ 2,9%	+ 2,7%
Ersatzkassen	+ 13,5%	+ 13,5%	+ 7,9%	+ 19,2%	+ 3,0%	+ 4,8%

(Quelle: KZBV, Vertragsabteilung — Statistik) Stand: 14. 2. 1980
Grundlage: Abrechnungsstatistiken der KZBV

RVO-Kassen: Orts-, Betriebs-, Innungs- und landwirtschaftliche Krankenkassen, See-Krankenkasse
Ersatzkassen: VdAK/AEV

Die Zuschußanteile betragen bei RVO- und Ersatzkassen ab I. Quartal 1978 80%. Dementsprechend resultiert der Anstieg der Ausgaben (= Zuschüsse) aus der Veränderung des Gesamtbetrages für zahnärztliches Honorar und Material- und Laboratoriumskosten (einschl. Versichertenanteil).

Die Veränderung des Gesamtbetrages resultiert aus der Veränderung des zahnärztlichen Honorars und der Material- und Laboratoriumskosten, die Veränderung des zahnärztlichen Honorars wiederum aus der Veränderung des durchschnittlichen Punktwertes und der Leistungsmenge (Zahl der abgerechneten Bema-Punkte).

Bei dem Mengenzuwachs ist zu berücksichtigen, daß ein Teil dieses Zuwachses auf die Einbeziehung der früheren außervertraglichen Leistungen durch Schiedsspruch und Schaffung des Einheitlichen Bewertungsmaßstabes zurückzuführen ist.

4.2 Hochschullehrer der zahnärztlichen Prothetik und Werkstoffkunde

Prof. Dr. Hermann **Böttger**
Brahmsplatz, 4000 Düsseldorf

Prof. Dr. Jürgen Peter **Engelhardt**
Luegplatz 3, 4000 Düsseldorf 11

Prof. Dr. Dr. Peter **Fuchs**
Oettingenstr. 8 A, 8000 München 22

Prof. Dr. Klaus **Fuhr**
Augustusplatz 2, 6500 Mainz

Priv.-Doz. Dr. Gertraute **Franz**
Martinistr. 52, 2000 Hamburg 20

Prof. Dr. Helmut **Hehring**
Lindenallee 23, 1000 Berlin 19

Prof. Dr. Michael **Heners**
Akademie für zahnärztliche Fortbildung
Sophienstr. 41, 7500 Karlsruhe 1

Prof. Dr. H. W. **Herrmann**
Am Hähnchen 13, 5300 Bonn-Holzlar

Prof. Dr. Manfred **Hofmann**
Glückstr. 11, 8520 Erlangen

Prof. Dr. Rosemarie **Horn**
Schlangenzahl 14, 6300 Gießen

Prof. Dr. Lorenz **Hupfauf**
Welschnonnenstr. 17, 5300 Bonn

Prof. Dr. Hans-Dieter **Jüde**
Pleicherwall 2, 8700 Würzburg

Prof. Dr. Till **Jung**
Karl-Wiechert-Allee 9, 3000 Hannover 61

Priv.-Doz. Dr. Thomas **Kerschbaum**
Kerpener Str. 32, 5000 Köln 41

Prof. Dr. Dr. W. T. **Klötzer**
Georg-Voigt-Str. 3, 3550 Marburg

Prof. Dr. Erich **Körber**
Hartmeyerstr. 64, 7400 Tübingen

Prof. Dr. Karl Heinz **Körber**
Arnold-Heller-Str., 2300 Kiel

Prof. Dr. Lutz **Kobes**
Robert-Koch-Str. 40, 3400 Göttingen

Prof. Dr. Ewald **Kraft**
Hauschildstr. 3, 8000 München 71

Prof. Dr. Wilhelm **Kühl**
Pleicherwall 2, 8700 Würzburg

Prof. Dr. Klaus **Lehmann**
Georg-Voigt-Str. 3, 3550 Marburg

Prof. Dr. Peter **Lenz**
Hugstetter Str. 55, 7800 Freiburg

Prof. Dr. Peter Karl **Ludwig**
Glückstr. 11, 8520 Erlangen

Prof. Dr. Reinhard **Marxkors**
Von-Bissendorf-Weg 6, 4401 Nienberge

Prof. Dr. Hermann **Meiners**
Robert-Koch-Str. 27 A, 4400 Münster

Priv.-Doz. Dr. Eveline **Meyer**
Gotenburger Str. 3, 1000 Berlin 65

Prof. Dr. Heinrich **Newesely**
Aßmannshauser Str. 4—6, 1000 Berlin 33

Prof. Dr. Emmo **Pfütz**
Schlangenzahl 29, 6300 Gießen

Prof. Dr. H. J. **Rehberg**
Nebelstr. 33, 5090 Leverkusen, Bayerwerk

Prof. Dr. Dr. Werner **Reither**
Hugstetterstr. 55, 7800 Freiburg

Prof. Dr. Horst **Ritze**
Martinistr. 52, 2000 Hamburg 20

Prof. Dr. Albrecht **Rossbach**
Pleicherwall 2, 8700 Würzburg

Prof. Dr. Heinz **Schmeissner**
Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
6650 Homburg/Saar

Prof. Dr. Hans **Schwickerath**
Clevischer Ring 1, 5000 Köln 80

Prof. Dr. Götz **Siebert**
Augustusplatz 2, 6500 Mainz

Priv.-Doz. Dr. Dr. Hubertus **Spiekermann**
Westdeutsche Kieferklinik
Moorenstr. 5, 4000 Düsseldorf

Prof. Dr. Jochen **Viohl**
Sonnenhof 7 a, 1000 Berlin 19

Prof. Dr. R. **Voss**
Universitäts-Zahnklinik
Kerpener Str. 32, 5000 Köln 41

Prof. Dr. Dieter **Windecker**
Theodor-Stern-Kai 7, 6000 Frankfurt 70

4.3 DIN-Normen

4.3.1 DIN 13906 Goldgußlegierungen

DK 615.465-034.215
: 616.314-089.27/.29 : 620.1 DEUTSCHE NORMEN **August 1975**

Zahnärztliche Werkstoffe

Goldgußlegierungen

Anforderungen Prüfung

DIN 13 906

Dental materials; casting gold alloy; requirements, testing
Produits dentaires; alliages de moulage en or; spécifications, méthode d'essai

Maße in mm

Zusammenhang mit der von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Empfehlung ISO/R 1562, siehe Erläuterungen.

1. Geltungsbereich

Diese Norm gilt für Gußlegierungen mit Gold als Grundmetall zum Herstellen von Füllungen und Zahnersatz.

2. Zweck

Der Zweck dieser Festlegungen ist es, im Interesse des Herstellers und Verbrauchers einheitliche Mindestanforderungen an die Legierung zu erreichen.

3. Legierungstypen

Goldgußlegierungen als zahnärztliche Werkstoffe werden in vier Legierungstypen verwendet.

Typ I: weich, bei geringer Beanspruchung, beispielsweise für zentrale Füllungen.

Typ II: mittel, bei mäßiger Beanspruchung, beispielsweise für Dreiviertelkronen, Brückenanker, Pontics, Vollkronen und Sättel.

Typ III: hart, bei hoher Beanspruchung, beispielsweise für dünne Dreiviertelkronen, dünne Facettenrücken, Pontics, Vollkronen und Sättel.

Typ IV: extra hart, bei sehr hoher Beanspruchung und kleinem Querschnitt, beispielsweise für Sättel, Stege, Klammern, Kronen, Fingerhutkronen und Einstückguß.

4. Anforderungen

4.1. Farbe

Die Farbe der Goldgußlegierung richtet sich im Bereich des technisch Möglichen nach den Wünschen des Käufers.

4.2. Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften

Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften der Legierungstypen nach Abschnitt 3 sollen den Werten der untenstehenden Tabelle entsprechen (siehe Erläuterungen).

Die Summe des Gehaltes an Gold und Platinmetallen ist auf eine ganze Zahl zu runden.

Typ	Gold und Metalle der Platingruppe	Vickers-Härte HV 5/30 nach DIN 50133			0,2%-Dehngrenze $R_{p\,0,2}$ nach DIN 50145		Zugfestigkeit nach DIN 50145	Bruchdehnung A nach DIN 50145	
		abgeschreckt		ausgehärtet	abgeschreckt	ausgehärtet	ausgehärtet	abgeschreckt	ausgehärtet
	Gew.-%				N/mm²	N/mm²	N/mm²	%	%
	min.	min.	max.	min.	min.	min.	min.	min.	min.
I	83	50	90	–	80	–	–	18	–
II	78	90	120	–	180	–	–	12	–
III	78	120	150	–	240	–	–	12	–
IV	75	150	–	220	300	450	(620)	10	2

Fortsetzung Seite 2
Erläuterungen Seite 3

Fachnormenausschuß Dental im Deutschen Normenausschuß (DNA)

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses, Berlin, gestattet.

5. Prüfung

Die Art und Weise der Beschaffung des Probematerials muß im Prüfbericht angegeben werden.

5.1. Vorbereitung für die Prüfung
(siehe Erläuterungen)

Das Probematerial soll zur Herstellung von 4 Probekörpern ausreichend sein.

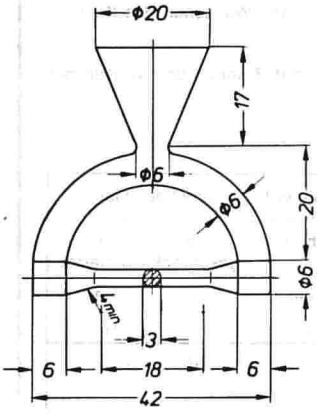
5.2. Herstellung der Probekörper
(siehe Erläuterungen)

5.2.1. Die Probekörper sind nach Wachsausschmelz- und Gießverfahren herzustellen, wie sie im allgemeinen in einem Dental-Labor angewendet werden. Dabei sind die Angaben der jeweiligen Hersteller über die Verarbeitung, die erforderlichen Hilfsmaterialien und Hilfseinrichtungen einzuhalten.

5.2.2. Die Probekörper sind mit einem Anschnittsystem entsprechend Bild 1 herzustellen.

Die Probekörper sind von den Kanälen sauber zu trennen, von Gußperlen, Teilungslinien und dergleichen zu befreien und anschließend zu sandstrahlen. Die Probekörper sollen nicht weiter bearbeitet werden. Bei Oberflächenfehlern können sie jedoch über die Versuchslänge bis auf einen Durchmesser von 2,4 mm abgedreht werden. Beim Fertigbearbeiten mit spanabhebenden Werkzeugen sind wesentliche Biege- oder andere Zusatzbeanspruchungen und erhebliche Erwärmung der Zugproben zu vermeiden; Schnittgeschwindigkeit, Vorschub und Spantiefe müssen entsprechend niedrig gewählt werden. Innerhalb der Versuchslänge ist genau zylindrische und parallele Form wichtiger als genaues Maß.

Die Probekörper gelten als einwandfrei, wenn sie keine werkstoffbedingten und/oder verarbeitungsbedingten Fehler aufweisen.



Für die Kanäle ist statt der Bogenform auch die Dreiecks- oder U-Form möglich

Bild 1. Anschnittsystem mit Probekörper

5.2.3. Für die Prüfung wird folgender Probekörper gewählt:

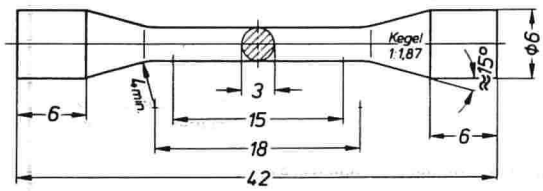


Bild 2. Probekörper mit Kegelköpfen
(in Anlehnung an DIN 50125, Ausgabe April 1951, Abschnitt 7.4)

5.3. Durchführung

5.3.1. Sichtprüfung

Die Übereinstimmung mit den in Abschnitt 4.1 sowie Abschnitte 6 und 7 aufgeführten Anforderungen wird durch Besichtigen festgestellt.

5.3.2. Physikalische Prüfung

5.3.2.1. Vorbehandlung der Probekörper (siehe Erläuterungen)

Die physikalischen Eigenschaften sollen an Probekörpern bestimmt werden, die nach Angaben des Herstellers weichgeglüht und abgeschreckt wurden.

Die Aushärtung der Probekörper wird nach Angaben des Herstellers vorgenommen.

5.3.2.2. Vickershärte (siehe Erläuterungen)

Probekörper von 2 mm Dicke, die entweder von dem gegossenen Zugfestigkeitskörper abgesägt oder gesondert gegossen wurden, werden für die Bestimmung der Härte nach DIN 50133 verwendet.

5.3.2.3. Prüfung der 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ (siehe Erläuterungen)

Die 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ ist gemäß DIN 50145 an Probekörpern nach Bild 2 zu prüfen. Die Vorschubgeschwindigkeit soll maximal 2 mm/min betragen.

5.3.2.4. Prüfung der Zugfestigkeit (siehe Erläuterungen)

Die Prüfung der Probekörper auf Zugfestigkeit soll nach DIN 50145 vorgenommen werden, ebenso auch die Messung und Auswertung. Die Vorschubgeschwindigkeit soll max. 2 mm/min betragen.

5.3.2.5. Prüfung der Bruchdehnung (siehe Erläuterungen)

Die Prüfung der Bruchdehnung soll zusammen mit der Prüfung der Zugfestigkeit nach DIN 50145 vorgenommen werden.

5.3.2.6. Auswertung (siehe Erläuterungen)

Eine Legierung entspricht den Anforderungen nach Abschnitt 4, wenn mindestens zwei Probekörper aus einer Gesamtmenge von 4 Probekörpern den vorgeschriebenen Anforderungen entsprechen.

6. Lieferart und Verpackung (siehe Erläuterungen)

Goldgußlegierungen für zahnärztliche Zwecke werden im allgemeinen als Gußplättchen geliefert.

Jede Packung muß Angaben über den Typ, die physikalischen Eigenschaften, das Schmelzintervall, das Weichglühen und bei Typ IV über die Wärmebehandlung zum Aushärten enthalten.

Dem Verbraucher ist auf Wunsch eine genaue Anweisung für die Verarbeitung zur Verfügung zu stellen.

7. Kennzeichnung (siehe Erläuterungen)

Die Gußplättchen sind sichtbar zu kennzeichnen, um Rückschlüsse auf den Hersteller oder Lieferanten sowie die Legierung zu ermöglichen.

Die Packungen sind mit mindestens folgenden Angaben zu versehen:

a) Name oder Zeichen des Herstellers
b) Handelsbezeichnung der Legierung
c) Chargen-Nummer
   Jede Packung mit Material soll mit einer Seriennummer oder einer Buchstaben/Zahlen-Kombination versehen sein, die sich auf die Aufzeichnungen des Herstellers für die entsprechende Charge beziehen.
d) Typ
e) Nettogewicht
   Das Nettogewicht wird in g auf 0,05 g genau angegeben
f) Verbandszeichen DIN nach DIN 31

Erläuterungen

Diese Norm stimmt im wesentlichen mit der von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Empfehlung R 1562 Dental casting gold alloy (Dental-Goldgußlegierungen), Ausgabe Juni 1970, überein. Für den deutschen Bereich ergaben sich in der Beratung des entsprechenden Arbeitsausschusses Abweichungen gegenüber der ISO-Empfehlung, auf die im folgenden hingewiesen wird:

a) Zu 4.2 Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften

In der Norm wird die Vickershärte nach DIN 50 133 gemessen, da diese Prüfung gegenüber der Brinellhärte Vorteile bringt und auch international eingeführt werden soll.

In die Norm wurde zweckmäßigerweise die Prüfung der 0,2%-Dehngrenze nach DIN 50 145 aufgenommen, um eine Übereinstimmung mit der Norm DIN 13912 „Kobalt-Chrom-Legierungen" herbeizuführen sowie dem internationalen Trend Rechnung zu tragen, die Zugfestigkeit allmählich durch die 0,2%-Dehngrenze zu ersetzen. Für ein Übergangsstadium wurde die Zugfestigkeitsprüfung nach DIN 50 145 zwar noch berücksichtigt, sie soll aber im Laufe der Zeit entfallen.

Eine Prüfung der Bruchdehnung A ist in der deutschen Norm nach DIN 50 145 vorgesehen.

Bei den Untersuchungen für diese Norm wurde mit einer Dehngeschwindigkeit von 2 mm/min gearbeitet. Es hat sich aber gezeigt, daß die Dehngeschwindigkeit (zwischen 0,15 mm/min und 2 mm/min) ohne nennenswerten Einfluß auf das Ergebnis ist.

Die „Fusion temperature" (Erweichungstemperatur) wurde gestrichen, da sie nicht ausreichend definiert werden kann und ihre praktische Bedeutung umstritten ist.

b) Zu 5.1 Vorbereitung für die Prüfung

Für die Prüfungen wird eine Gesamtmenge von 4 Probekörpern für ausreichend angesehen.

c) Zu 5.2 Herstellung der Probekörper

Der für die Prüfung vorgesehene Probekörper ist in längeren Beratungen im AA Edelmetalle und im AA Kobalt-Chrom-Legierungen endgültig festgelegt worden. Umfangreiche Untersuchungen haben gezeigt, daß dieser Probekörper mit einer Meßlänge von 15 mm und einem Durchmesser von 3 mm sowohl für Goldguß- als auch für Kobalt-Chrom-Legierungen verwendet werden kann, was eine wesentliche Vereinfachung mit sich bringt. Außerdem ist er in Form und Abmessungen an DIN 50 125 „Prüfung metallischer Werkstoffe, Zugproben, Richtlinien für die Herstellung", Ausgabe April 1951 Abschnitt 7.4, angelehnt. Der Wunsch nach einem einheitlichen Probekörper für beide Legierungen ist auch im internationalen Bereich geäußert worden, so daß der deutsche Beschluß den internationalen Verhandlungen entgegenkommt. Über die aber letztlich in der überarbeiteten ISO-Norm festgelegte Form muß noch entschieden werden.

d) Zu 5.3.2.1 Vorbehandlung der Probekörper

Das Weichglühen der Proben nach den Angaben des Herstellers ist zweckmäßiger als die enge Vorschrift der ISO-Norm (10 Minuten langes Glühen bei 700 °C, anschließendes Abschrecken in Wasser).

Auch die Aushärtung der Probekörper nach Angaben des Herstellers – wie in der deutschen Norm vorgesehen – ist zweckmäßiger und kommt der Praxis näher als die komplizierte, in der ISO-Norm genannte Methode, zumal die komplex aufgebauten Legierungen auf diese Vorschrift mit ihren engen Temperaturgrenzen nicht in gleicher Weise ansprechen.

e) Zu 5.3.2.2 Vickershärte

Die für die Bestimmung der Härte notwendigen Probekörper können entgegen der ISO-Norm nach der deutschen Norm auch gesondert gegossen werden.

f) Zu 5.3.2.4 Prüfung der Zugfestigkeit

Es soll gegenüber der ISO-Norm nicht die Zunahme der Beanspruchung, sondern die Vorschubgeschwindigkeit mit 2 mm/min berücksichtigt werden.

g) Zu 5.3.2.6 Auswertung

Entgegen der ISO-Norm sollen mindestens zwei Probekörper aus einer Gesamtmenge von 4 Probekörpern den Anforderungen entsprechen.

h) Zu 7. Kennzeichnung

Die Angabe des Herstellungsdatums entfällt in der Norm, da sie bei Goldlegierungen wenig sinnvoll erscheint.

Das Nettogewicht, Angabe e), wird in der Norm in g auf 0,05 g genau angegeben.

Die Anmerkung über die gebräuchlichen Bezeichnungen der Mengenangaben von Goldgußlegierungen wurden in der Norm gestrichen.

DK 615.465-034.25'26.018.28
: 616.314-089.28 : 620.1

DEUTSCHE NORMEN

Dezember 1974

Zahnärztliche Werkstoffe

Gußlegierungen auf Kobalt-Chrom-Basis

Anforderungen Prüfung

DIN 13 912

Dental materials; cobalt-chrom-casting alloy; requirements, testing

Produits dentaires; alliages de moulage en Cobalt-Chrom-Base; spécifications, méthode d'essai

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses, Berlin, gestattet.

1. Geltungsbereich

Diese Norm gilt für Gußlegierungen auf Kobalt-Chrom-Basis, aus denen Gerüste und Platten für herausnehmbare Prothesen gegossen werden.

2. Zweck

In dieser Norm sind, im Interesse des Herstellers und Verbrauchers einheitliche Mindestanforderungen an die Legierungen festgelegt.

3. Anforderungen

3.1. Chemische Zusammensetzung

Die chemische Zusammensetzung der für Gußlegierungen zu verwendenden Kobalt-Chrom-Legierungen soll den folgenden Anforderungen entsprechen:

Kobalt, Chrom, Nickel Molybdän und Wolfram	min. 88 Gew.-%
Chrom, Nickel und Titan	min. 26 Gew.-%
Kobalt und Nickel	min. 57 Gew.-%
Molybdän, Wolfram, Niobium, Titan und Aluminium	min. 4 Gew.-%

Die Legierungen müssen frei von Beryllium sowie unter Mundbedingungen korrosionsbeständig und biologisch unbedenklich sein.

Anmerkung: Wenn Toxizitätsprüfungen vorhanden sind, sollen sie in die Norm eingefügt werden.

3.2. Mechanische Eigenschaften

3.2.1. Mindestwerte (siehe Erläuterungen)

Die Kobalt-Chrom-Legierungen sollen folgenden mechanischen Mindestwerten entsprechen:

a) 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ 500 N/mm²
b) Bruchdehnung A_5 3%
c) Vickershärte 300 HV 10

3.3. Verarbeitung

Wenn die Kobalt-Chrom-Legierung nach den Anweisungen des Herstellers verarbeitet ist, soll sie die Anforderungen nach Abschnitt 3.1 und 3.2 erfüllen.

4. Prüfung

Die Art und Weise der Beschaffung des Probenmaterials muß im Prüfbericht angegeben werden.

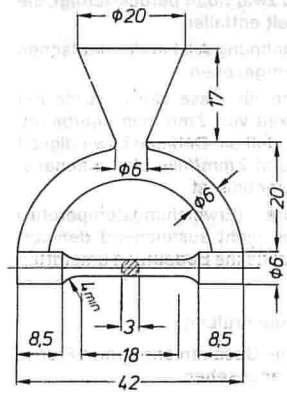
4.1. Visuelle Prüfung

Die Übereinstimmung mit den Festlegungen nach den Abschnitten 5 und 6 wird durch Besichtigen geprüft.

4.2. Probekörper

4.2.1. Die Probekörper sind nach Wachsausschmelz- und Gießverfahren herzustellen, wie sie im allgemeinen in einem Dental-Labor angewendet werden. Dabei sind die Angaben der jeweiligen Hersteller über die Verarbeitung, die erforderlichen Hilfsmaterialien und Hilfseinrichtungen einzuhalten.

4.2.2. Die Probekörper sind mit einem Anschnittsystem entsprechend Bild 1 herzustellen.



Für die Kanäle ist statt der Bogenform auch die Dreiecks- oder U-Form möglich.

Bild 1. Anschnittsystem mit Probekörper

Die Probekörper sind von den Kanälen sauber zu trennen, von Gußperlen, Teilungslinien und dergleichen zu befreien und anschließend zu sandstrahlen. Die Probekörper sollen nicht weiter bearbeitet werden. Bei Oberflächenfehlern können sie jedoch über die Versuchslänge bis auf einen Durchmesser von 2,4 mm abgedreht werden. Beim Fertigbearbeiten mit spanenden Werkzeugen sind wesentliche Biege- oder andere Zusatzbeanspruchungen und erhebliche Erwärmung der Zugproben zu vermeiden; Schnittgeschwindigkeit, Vorschub und Spantiefe müssen entsprechend niedrig gewählt werden. Innerhalb der Versuchslänge ist genau zylindrische Form wichtiger als genaues Maß.

Fortsetzung Seite 2
Erläuterungen Seite 2

Fachnormenausschuß Dental im Deutschen Normenausschuß (DNA)

Alleinverkauf der Normblätter durch Beuth Verlag GmbH, Berlin 30 und Köln 1
12.74

Die Probekörper gelten als einwandfrei, wenn sie keine werkstoffbedingten und/oder verarbeitungsbedingten Fehler aufweisen.

4.2.3. Für die Prüfung können Probekörper gemäß Bild 2 oder 3 gewählt werden:

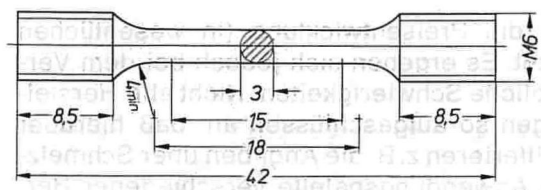


Bild 2. Probekörper mit Gewindeköpfen (in Anlehnung an DIN 50 125, Abschnitt 7.2)

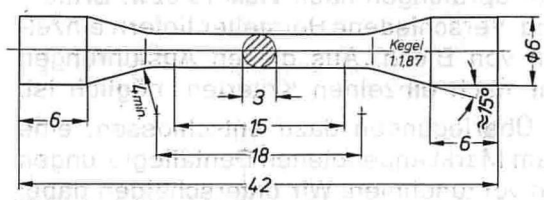


Bild 3. Probekörper mit Kegelköpfen (in Anlehnung an DIN 50 125, Ausgabe April 1951, Abschnitt 7.4)

4.3. Durchführung

Die 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ und die Bruchdehnung (A) nach DIN 50 145 (Folgeausgabe z. Z. noch Entwurf) ist an Probekörpern nach Bild 2 oder Bild 3 zu prüfen.

Die Härteprüfung ist nach DIN 50 133 an den Stirnflächen des Probekörpers durchzuführen.

4.4. Auswertung

Die Legierung entspricht den Anforderungen nach Abschnitt 3, wenn mindestens zwei Probekörper aus einer Gesamtmenge von 4 Probekörpern den vorgeschriebenen Anforderungen entsprechen.

5. Lieferart und Verpackung

Die Kobalt-Chrom-Legierungen sind in regelmäßig geformten Gußblöckchen in handelsüblicher Form verpackt zu liefern. Dem Verbraucher ist auf Wunsch eine genaue Anweisung für die Verarbeitung zur Verfügung zu stellen.

6. Kennzeichnung

Die Gußblöckchen sind sichtbar zu kennzeichnen, um Rückschlüsse auf den Hersteller oder Lieferanten sowie die Legierung zu ermöglichen.

Die Verpackung ist zu kennzeichnen mit:

a) Name oder Zeichen des Herstellers und/oder Lieferanten
b) Bezeichnung der Legierung
c) Chargennummer
Jede Packung soll mit einer Seriennummer oder einer Buchstaben/Zahlen-Kombination versehen sein, die sich auf Aufzeichnungen des Herstellers für die entsprechende Charge beziehen.
d) Nettogewicht in g
e) Verbandszeichen DIN nach DIN 31

Erläuterungen

Zu 3.2.1a) und b) In dieser Norm sind in Anlehnung an die bestehende Norm DIN 50 145 bereits die im zuständigen internationalen Ausschuß beschlossenen neuen Bezeichnungen R_p für die Dehngrenze und A für die Bruchdehnung aufgenommen worden. Im deutschen Bereich waren bisher dafür die Bezeichnungen 0,2-Grenze bzw. Bruchdehnung δ_5 üblich.

Zu 3.2.1c) In Übereinstimmung mit den internationalen Bestrebungen auf dem Dentalgebiet und in Anbetracht der in zunehmendem Maße für zahnärztliche Werkstoffe verwendeten Vickersprüfung ist man auch in dieser Norm auf die Messung der Vickershärte übergegangen.

4.4 Vergleichende Übersicht der aktuellen Produktpalette

Das Forschungsinstitut für die zahnärztliche Versorgung hat es im Rahmen des vorliegenden Projekts als Aufgabe angesehen, über die rein zahnärztliche und werkstoffkundliche Begutachtung hinaus eine vergleichende Übersicht der am „Markt" vorhandenen Dentallegierungen vorzulegen.

In diesem Zusammenhang werden sowohl die Preisentwicklung (in wesentlichen Grundzügen) als auch technische Daten erfaßt. Es ergeben sich jedoch bei dem Versuch, technische Daten zu vergleichen, erhebliche Schwierigkeiten. Nicht alle Hersteller geben technische Daten ihrer Legierungen so aufgeschlüsselt an, daß hierüber ein Vergleich möglich wäre. Darüber hinaus differieren z. B. die Angaben über Schmelzintervalle bei Legierungen mit der gleichen Anwendungspalette verschiedener Hersteller so stark, daß dieses Kriterium als Vergleichsgrundlage ausscheiden muß. Ebenso verhält es sich bei Angaben über Härteprüfungen nach Vickers bzw. Brinell, Zugfestigkeit, Dehngrenze oder Bruchdehnung. Verschiedene Hersteller liefern einzelne Legierungen als Gußwürfel und in Form von Blech. Aus diesen Ausführungen geht hervor, daß ein exakter Vergleich nur nach einzelnen Kriterien möglich ist.

Wir haben uns daher nach verschiedenen Überlegungen dazu entschlossen, eine vergleichende Übersicht der uns bekannten am Markt angebotenen Dentallegierungen nach den wesentlichen Anwendungsgebieten vorzunehmen. Wir unterscheiden dabei platinhaltige Goldlegierungen, sogenannte Blaßgolde oder Spargolde mit geringerem Edelmetallanteil und weiße Edelmetall-Legierungen auf Silber-Palladium-Basis. An technischen Daten haben wir uns auf drei wesentliche Angaben, nämlich den Gehalt an Gold und Metallen der Platingruppe, die Dichte und die Farbe beschränkt.

Damit liegt wohl erstmalig eine umfassende Übersicht über die Angebotspalette der Edelmetall-Dentallegierungen vor.

Einzelne Firmen bieten Goldlegierungen mit Angabe des Goldgehalts von 18 bis 23 Karat an. Da diese sich nicht wesentlich im Preis von hochwertigen speziellen Dentallegierungen auf der Basis Gold-Platin-Palladium unterscheiden und auch heute nur noch in geringerem Maße verwendet werden, haben wir auf ihre Eingruppierung verzichtet.

Die Firma Bego, Bremer Goldschlägerei Wilh. Herbst, Bremen bietet unter den Bezeichnungen Wiron S und Wiron 77 zwei edelmetallfreie Aufbrennlegierungen für Metallkeramik auf der Basis Nickel/Chrom an. Diese Legierungen sind nicht in die vergleichenden Übersichtstabellen aufgenommen worden, da vor einer allgemeinen Anwendung erst weitere umfangreiche werkstoffkundliche und klinische Forschungsergebnisse abgewartet werden müssen (siehe Stellungnahmen von Prof. *Böttger* und Dr. *Weber)*. Auch eine Gegenüberstellung g-Preis Edelmetall-Legierung/g-Preis Wiron ist unrealistisch, da die Verarbeitungsbedingungen unterschiedlich sind: Eine Goldkrone wiegt im Durchschnitt 2½ bis 4 g; Kosten = g × Goldpreis. Bei der Verarbeitung von Wiron werden für eine Krone 1½ Würfel (1 Würfel = 5½ bis 6 g) verbraucht (Kosten ca. DM 12,—); der Verarbeitungsaufwand ist höher und die Abfallprodukte können wieder verwendet werden.

Die vorliegende Übersicht hat es sich zum Ziel gesetzt, die vielfältigen, nach unterschiedlichen Kriterien aufgebauten Angaben aus Prospekten, die durch gezielte Anfragen an die Hersteller ergänzt wurden, gewissermaßen „gleichnamig" zu machen, um so zu erhöhter Transparenz beizutragen. Über den rein fachlich-medizinischen Nutzen hinaus ist Transparenz eine Voraussetzung für mehr Konkurrenz. Auch wenn man sich darüber im klaren sein muß, daß der Entscheidungsmechanismus „Markt" auf dem vorliegenden Sektor nur mit Einschränkungen funktioniert und größtenteils durch Gruppenverhandlungsmechanismen bzw. öffentlich-rechtliche Normierungen abgelöst wurde, so sollte doch alles getan werden, um den Restbestand an Konkurrenz zu erhalten und weiterzuentwickeln. Auf diesem Wege ließe sich ein vernünftigerer Beitrag zur Kostendämpfung auf einem Teilgebiet der Versorgung mit Gesundheitsgütern erreichen als durch weitere Verrechtlichung und Bürokratisierung der Preisgestaltung.

Aus technischer und zahnärztlicher Sicht lassen sich aus der vorliegenden Synopse folgende Erkenntnisse ableiten:

Alle von uns erfaßten Hersteller von Dentallegierungen bieten heute eine Vielfalt von Legierungen mit hohem Anteil von Gold und Edelmetallen der Platingruppe an, die es dem Zahnarzt erlauben, alle Arten von hochwertigem Zahnersatz (einschließlich Gußfüllungen) herzustellen (vgl. Übersicht). Diese Legierungen entsprechen der DIN-Norm 13906, ihre technische Verarbeitung ist relativ problemlos, und durch langjährige klinische Untersuchungen ist ihre Unschädlichkeit nach der Inkorporation im Munde des Patienten bewiesen.

Darüber hinaus bemühen sich die Hersteller, Goldlegierungen mit geringerem Anteil von Gold und Edelmetallen der Platingruppe als Alternativlösung zur Verfügung zu stellen (vgl. Übersicht). Betrachtet man diese Palette, so läßt sich feststellen, daß für fast alle Anwendungsgebiete sog. Spargold- oder Blaßgoldlegierungen auf dem Markt angeboten werden. Nur für Arbeiten, die weiche oder angußfähige Legierungen erfordern (z.B. einflächige Inlays, Kronenringe), bietet der Markt kein Äquivalent.

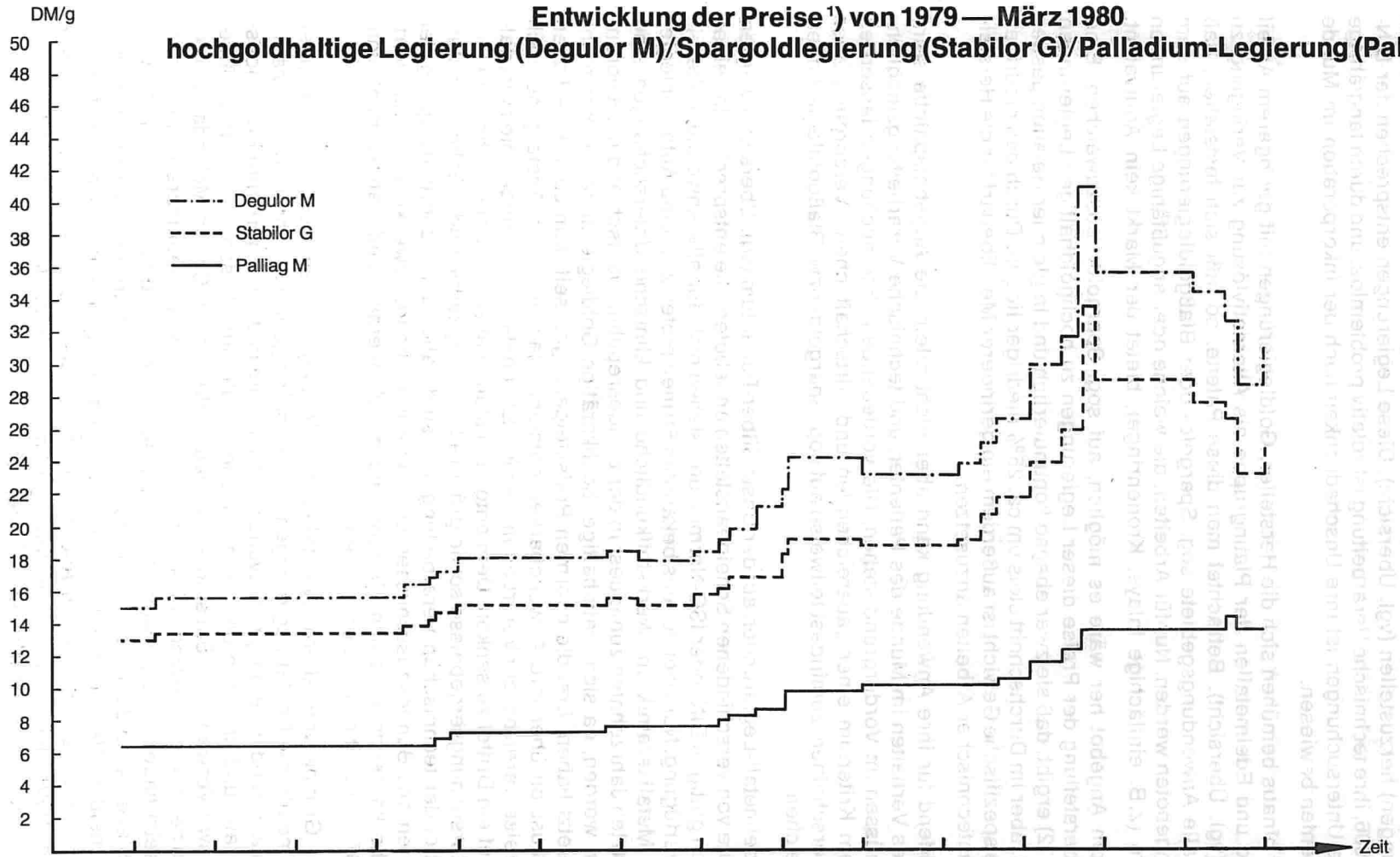
Allein vom Angebot her wäre es möglich, auf sog. Spargolde auszuweichen. Eine Gegenüberstellung der Preise dieser Legierungen zu hochgoldhaltigen Legierungen (Abb. S. 72) ergibt, daß sie zwar ebenso kontinuierlich und in gleicher Relation gestiegen sind, aber im Durchschnitt stets um ca. 25% niedriger liegen. Durch das niedriger liegende spezifische Gewicht ist außerdem ein geringerer Metallbedarf für die Herstellung zahntechnischer Arbeiten anzusetzen.

Entscheidend für ihre Anwendung kann aber nicht allein die Angebotspalette sein. Klinisches Verhalten im Munde des Patienten und technische Verarbeitungsmöglichkeiten müssen im Vordergrund stehen. Die vorliegenden Untersuchungen lassen es unter dem Kriterium einer „ausreichenden und wirtschaftlichen" Versorgung aber möglich erscheinen, zumindest teilweise auf sog. Spargold- bzw. Blaßgoldlegierungen auszuweichen.

Weiße Edelmetall-Legierungen auf der Basis Silber-Palladium (vgl. Übersicht) werden auch heute von verschiedenen Scheideanstalten angeboten. Sie entsprechen in keiner Weise den gültigen DIN- oder ISO-Normen und stehen nicht für alle Anwendungsbereiche zur Verfügung. Nur zwei der uns bekannten Firmen bieten z.B. eine Aufbrennlegierung für Metallkeramik an. Werkstoffkundliche und klinische Untersuchungen sind in den letzten Jahrzehnten zumindest in der Bundesrepublik Deutschland nicht vorangetrieben worden, da sich platinhaltige, hochkarätige Goldlegierungen immer mehr durchgesetzt haben. Erst die enormen Preissteigerungen seit dem Jahr 1979 haben eine Diskussion über ihre Anwendbarkeit entstehen lassen. Trotz Ansteigens auch dieser Preise wären bei der Verarbeitung weißer Edelmetall-Legierungen die Materialkosten auf ein Drittel zu senken. Dem entgegen stehen aber nicht ausreichende klinische Untersuchungsergebnisse sowie größere Schwierigkeiten und mögliche Fehlerquellen bei der technischen Verarbeitung. Sie sind daher unter Zugrundelegung der „Richtlinien des Bundesausschusses für eine ausreichende, zweckmäßige und wirtschaftliche kassenzahnärztliche Versorgung mit Zahnersatz und Zahnkronen" vom 25.10. 1977 zur Zeit nicht zu empfehlen.

Als letzte Gruppe von Alternativmetallen für Goldlegierungen werden seit einiger Zeit edelmetallfreie Dental-Legierungen ins Gespräch gebracht. Chrom-Nickel-Stähle scheiden aufgrund ihrer anspruchsvollen Technologie und ihrer geringen Korrosionsfestigkeit aus und finden in der Zahnheilkunde heute nur als sog. Halbzeug (Drähte, Hülsen usw.) Verwendung. Sie sind als Vorläufer der Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierungen zu betrachten, die sich bei der Verwendung von herausnehmbarem Zahnersatz durchgesetzt haben. Ihre schwierige technische Verarbeitung beschränkt ihr Anwendungsgebiet entscheidend, so daß sie als Alternative in der Kronen- und Brückentechnik ausscheiden. Versuche mit Nickel-Chrom-Legierungen sind bisher nicht abgeschlossen. Sie scheinen sich als Alternativmaterial insbesondere für Metallkeramik zu eignen. Bevor jedoch eine Anwendung allgemein empfohlen werden kann, sind längerfristige Forschungsarbeiten erforderlich.

Entwicklung der Preise [1]) von 1979 — März 1980
hochgoldhaltige Legierung (Degulor M)/Spargoldlegierung (Stabilor G)/Palladium-Legierung (Palliag M)



[1]) Die Preise sind den Preislisten der Firma Degussa entnommen (Notierungen ab 23.1.1979).

Platinhaltige Goldlegierungen	HERAEUS	Gehalt an Gold und Metall der Platingruppe	Dichte g/cm³	Farbe	DEGUSSA	Gehalt an Gold und Metall der Platingruppe	Dichte g/cm³	Farbe	BEGO	Gehalt an Gold und Metall der Platingruppe	Dichte g/cm³	Farbe	WIELAND	Gehalt an Gold und Metall der Platingruppe	Dichte g/cm³	Farbe
1 Einflächenfüllungen	Maingold W	88,7	17,5	goldgelb	Degulor A	88,5	17,2	sattgelb	Inlloyd W	95,8	18,6	goldgelb				
2 Angußfähige Kronenringe und Gußteile; Retentionsdrähte	Maingold NO	80,6	16,5	hellgelb	Degulor I	86,0	17,3	gelb	Platinlloyd A	86,0	17,3	gelb	Edelporta	88,0	17,4	gelb
3 Kronenringe; geprägte sowie gegossene Facetten und Kauflächen	Maingold K Maingold NO	81,8 80,6	16,4 16,5	gelb hellgelb	Degulor B Degulor S	80,5 81,2	16,1 16,4	gelb sattgelb	Platinlloyd B	80,5	15,9	gelb	Portagold (Blech)	82,3	16,2	gelb
4 Mehrflächenfüllungen; Kronen; Brücken mit kleinen Spannweiten	Maingold GV Maingold G	81,0 80,0	16,0 15,9	gelb gelb	Degulor C	78,5	15,8	gelb	Inlloyd H	80,5	15,9	gelb	Portagold (Guß) Portadur I	82,3 78,0	16,2 15,9	gelb gelb
5 Mehrflächenfüllungen; Kronen; gefräste Teleskope, Stege und Geschiebe, Brückenteile aller Art, Modellgußprothesen	Maingold SG Maingold OG	75,0 76,5	15,4 15,7	gelb gelb	Degulor M Degulor MO	76,5 75,5	15,7 15,6	gelb gelb	Platinlloyd M	76,0	15,7	gelb	Portadur II Portadur III Portadur kf (kupferfrei)	76,1 75,0 79,0	15,5 15,2 15,6	gelb gelb gelb
6 Drahtklammern	Maingold P Maingold O	77,0 82,0	15,4 15,7	gelb gelb	Degulor-Klammerdraht	75,0	15,4	gelb	18er P.P. Klammerdraht	75,0	15,5	gelb	Supragelb Klammergold 8 kt (5 % Pt)	76,0 75,0	15,4 15,5	gelb gelb
7 Mehrflächenfüllungen; Kronen, Brückenteile aller Art, gefräste Teleskope, Stege und Geschiebe	Maingold KF	83,2	15,4	hellgelb	Degulor NF IV	86,0	16,8	hellgelb	Platinlloyd G Platinlloyd C	80,5 78,0	15,9 16,1	gelb goldgelb	Portadur II Portadur III Portadur kf (kupferfrei)	76,1 75,0 79,0	15,5 15,2 15,6	gelb gelb gelb
8 Angußfähige Wurzel- und Verankerungsstifte	Heraplat	100,0	18,0	weiß	Permador	100,0	18,1	weiß	Semperlloyd	100,0	18,0	weiß				
9 Kronen- und Brücken-gerüste für die Metallkeramik	Herador G Herador S Herador H Herador NH	99,0 98,0 96,5 96,4	19,4 18,3 17,6 17,7	gelblich gelb blaßgelb blaßgelb	Degudent G Degudent N Degudent H Degudent U	98,0 96,8 97,4 96,1	18,4 18,2 18,1 18,0	gelb blaßgelb hellgelb blaßgelb	Pontostar Pontolloyd P	97,1 96,2	18,8 17,9	gelb weißgelb	Porta AB 76 Porta KL Portadur P	97,0 96,5 96,4	18,2 18,3 17,6	gelb gelb weiß
Blaßgolde (Spargolde)																
1 Einflächenfüllungen																
2 Angußfähige Kronenringe und Gußteile; Retentionsdrähte																
3 Kronenringe; geprägte sowie gegossene Facetten und Kauflächen	Aurea K	63,0	14,1	blaßgelb					Begolloyd B	70,0	15,1	gelb	Auropal (Blech)	66,0	14,7	gelb
4 Mehrflächenfüllungen; Kronen; Brücken mit kleinen Spannweiten	Hera G Aurea G	72,2 63,0	15,0 13,9	gelb blaßgelb	Stabilor G	63,7	14,4	gelb	Begolloyd G Midigold	68,5 53,0	14,5 12,98	gelb blaßgelb				
5 Mehrflächenfüllungen; Kronen; gefräste Teleskope, Stege und Geschiebe, Brückenteile aller Art, Modellgußprothesen	Hera G Aurea G	72,2 63,0	15,0 13,9	gelb blaßgelb	Stabilor G	63,7	14,4	gelb	Begolloyd M	68,5	14,7	gelb	Eurocast Auropal (Guß) Pallador Pallador I	73,5 66,0 63,0 57,5	14,9 14,7 13,8 13,2	gelb gelb blaßgelb gelb
6 Drahtklammern																
7 Mehrflächenfüllungen; Kronen, Brückenteile aller Art, gefräste Teleskope, Stege und Geschiebe	Hera SG	65,2	14,1	gelb	Stabilor NF IV	65,0	13,8	hellgelb								
8 Angußfähige Wurzel- und Verankerungsstifte																
9 Kronen- und Brücken-gerüste für die Metallkeramik	Herabond	73,2	14,3	weiß	Degucast U	74,8	13,8	weiß	Bego Star	80,5	13,8	weiß	Porta SAM 2	78,4	14,2	weiß
Weiße Edelmetallegierungen																
1 Einflächenfüllungen					Palliag W	29,5	11,1	weiß								
2 Angußfähige Kronenringe und Gußteile; Retentionsdrähte	Alba K	32,0	11,1	weiß	Palliag W	29,5	11,1	weiß								
3 Kronenringe; geprägte sowie gegossene Facetten und Kauflächen					Palliag W	29,5	11,1	weiß	Gold-EWL B	99,1*	11,1	weiß	Phöbus (Guß + Blech) Similor (Guß + Blech)	30,0 42,0	11,1 12,5	weiß weiß
4 Mehrflächenfüllungen; Kronen; Brücken mit kleinen Spannweiten	Alba G	32,0	11,2	weiß	Palliag M	29,5	11,1	weiß	Gold-EWL G	95,0*	11,0	weiß	Phöbus (Guß + Blech)	30,0	11,1	weiß
5 Mehrflächenfüllungen; Kronen; gefräste Teleskope, Stege und Geschiebe, Brückenteile aller Art, Modellgußprothesen	Alba G	32,0	11,2	weiß	Palliag M	29,5	11,1	weiß	Gold-EWL M	88,5*	10,9	weiß	Phöbus spezial Similor (Guß)	39,0 42,0	11,7 12,5	weiß weiß
6 Drahtklammern	Alba O	50,0	11,3	weiß												
7 Mehrflächenfüllungen; Kronen, Brückenteile aller Art, gefräste Teleskope, Stege und Geschiebe	Alba SG	31,0	11,2	weiß												
8 Angußfähige Wurzel- und Verankerungsstifte	Alba O *	50,0	11,3	weiß												
9 Kronen- und Brücken-gerüste für die Metallkeramik													Phöbus KL*			weiß

* bedingt angußfähig

* Gesamtedelmetallanteil einschl. Silber %

* Über Zusammensetzung u. spez. Gewicht liegen keine Angaben vor.

WIELAND

	Gehalt an Gold und Metall der Platingruppe	Dichte g/cm³	Farbe
Edelporta	88,0	17,4	gelb
Portagold (Blech)	82,3	16,2	gelb
Portagold (Guß)	82,3	16,2	gelb
Portadur I	78,0	15,9	gelb
Portadur II	76,1	15,5	gelb
Portadur III	75,0	15,2	gelb
Portadur kf (kupferfrei)	79,0	15,6	gelb
Supragelb	76,0	15,4	gelb
Klammergold 8 kt (5 % Pt)	75,0	15,5	gelb
Portadur II	76,1	15,5	gelb
Portadur III	75,0	15,2	gelb
Portadur kf (kupferfrei)	79,0	15,6	gelb
Porta AB 76	97,0	18,2	gelb
Porta KL	96,5	18,3	gelb
Portadur P	96,4	17,6	weiß
Auropal (Blech)	66,0	14,7	gelb
Eurocast	73,5	14,9	gelb
Auropal (Guß)	66,0	14,7	gelb
Pallador	63,0	13,8	blaßgelb
Pallador I	57,5	13,2	gelb
Porta SAM 2	78,4	14,2	weiß
Phöbus (Guß + Blech)	30,0	11,1	weiß
Similor (Guß + Blech)	42,0	12,5	weiß
Phöbus (Guß + Blech)	30,0	11,1	weiß
Phöbus spezial	39,0	11,7	weiß
Similor (Guß)	42,0	12,5	weiß
Phöbus KL*			weiß

* Über Zusammensetzung u. spez. Gewicht liegen keine Angaben vor.

HAFNER

	Gehalt an Gold und Metall der Platingruppe	Dichte g/cm³	Farbe
Orplid weich	86,5	17,1	hellgelb
Orplid angußfähig	87,0	17,2	blaßgelb
Orplid weich	86,5	17,1	hellgelb
Orplid mittel	80,5	16,2	gelb
Orplid mittel	80,5	16,2	gelb
Orplid mittelhart	79,0	15,9	gelb
Orplid mittelhart	79,0	15,9	gelb
Orplid hart	76,0	15,4	gelb
Orplid extrahart	75,0	15,5	gelb
Orplid Draht	75,0	15,8	blaßgelb
Orplid angußfähig	87,0	17,2	blaßgelb
Orplid Keramik 1	95,5	18,5	hellgelb
Orplid Keramik 3	97,0	18,1	blaßgelb
Elfenbeingold Blech *			zahnfarben
Cehadentor *		14,1	gelb
Elfenbeingold Guß *			zahnfarben
Cehadent *		14,0	
Pangold (Blech)*			weiß
Pangold (Guß)*			weiß
Pangold (Draht)*			weiß

* Über Zusammensetzung u. spez. Gewicht liegen keine vollständigen Angaben vor.

HEIMERLE & MEULE

	Gehalt an Gold und Metall der Platingruppe	Dichte g/cm³	Farbe
Platinor J	89,0	17,6	blaßgelb
Platinor R	87,0	17,2	gelb
Platinor K	82,0	16,3	gelb
Platinor K-G	81,0	16,1	blaßgelb
Platinor G III	78,0	15,7	gelb
Platinor G IV	76,0	15,6	gelb
Platinor SV-G	76,0	15,5	gelb
Platinor SV-D	75,0	15,2	gelb
Platinor WD	100,0	18,1	weiß
Platinor AM	97,0	18,7	gelb
Auropladent G	66,0	14,6	gelb
Auropladent H	62,0	13,8	gelb
Econor I	28,0	11,2	weiß
Econor III	27,0	10,7	weiß
Econor II D	27,0	11,2	weiß
Econor II D *	27,0	11,2	weiß

* nicht angußfähig

NAGEL

	Gehalt an Gold und Metall der Platingruppe	Dichte g/cm³	Farbe
Argenco 10	91,7	18,2	kräftig gelb
Argenco 16	78,1	16,2	kräftig gelb
Argenco 17 *	73,0	16,1	gelb
Argenco 6	83,1	17,1	gelb
Argenco 1	76,0	16,1	gelb
Argenco 5	72,9	15,2	gelb
Argenco 7	75,3	16,1	gelb
Argenco 2	78,0	16,3	gelb
Argenco 8 *	98,1	19,2	gelb
Argident 2	96,9	18,7	blaßgelb
Argident 3	96,1	18,5	blaßgelb
Argident K	95,3	17,9	weiß
Argident Yellow	96,25	19,9	gelb
Argenco 4	64,6	14,0	gelb
Argenco 75	59,6	13,5	gelb
Argenco 11 *	71,2	15,0	gelb
Argilite	80,6	14,4	weiß
Argilite 2	77,5	14,1	weiß
Argenco 9	34,4	10,6	weiß

* im letzten Preisangebot nicht enthalten

ELEPHANT

	Gehalt an Gold und Metall der Platingruppe	Dichte g/cm³	Farbe
Pluto 2*	73,5	15,2	gelb
Apollo 3	79,0	15,7	gelb
Pluto 3	70,0	14,6	gelb
Pluto 4	70,0	14,4	gelb
Apollo 4	76,5	15,8	gelb
Apollo 4 H	75,5	15,5	gelb
Orion Super	96,8	18,5	kräftig gelb
Orion GX	97,1	18,3	gelb
Orion UX	95,6	18,0	hellgelb
Minerva 3	63,0	13,5	gelb
Minerva 3 S	63,0	13,8	gelb
Minerva 4	60,0	13,5	gelb
Orion UWX	87,6	16,7	weiß
Orion WX	81,1	13,8	weiß
Pallium 3	28,7	11,0	weiß
Pallas	28,3	11,1	weiß

* auch Mehrflächenfüllungen

JELENKO (Almadent)				EVO-Edelmetalle			
	Gehalt an Gold und Metall der Platingruppe	Dichte g/cm³	Farbe		Gehalt an Gold und Metall der Platingruppe	Dichte g/cm³	Farbe
				EVO-5	84,3	17,3	
Jelenko 3* Firmilay*				EVO-4	83,5	16,3	
Jelenko 4 Jelenko 7	70,0 75,5	15,4 15,2	gelb gelb	EVO-1 EVO-2	76,5 75,5	15,6 15,5	
				EVO-3	78,5	15,8	
Jelenko 0	98,0	18,3	goldfarbig	EVO-Rex 3 R	96,7	18,4	blaßgelb
Midas*							
Jelenko LAB 44	60,0	13,6	gelb	EVO-Pal 2 P	64,0	13,8	
Jelenko Forticast	51,0	12,55	platinf.				
Jelenko Cameo Jelenko Olympia	79,5 90,0	13,8 13,5	platinf.	EVO-Rex 2 R	78,1	14,2	
Jelcast*							
Jelenko Jelstar	60 % Pa 27 % Ag	10,7	platinf.				

* technische Angaben fehlen