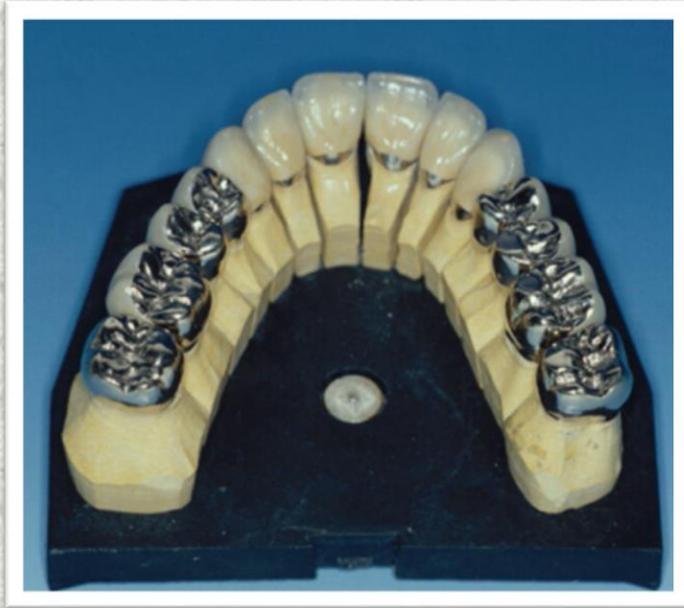
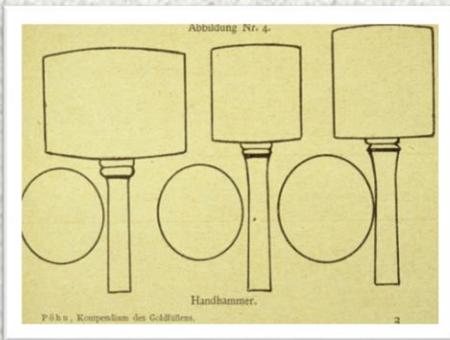


# Edelmetall-Legierungen



Prof. Dr. M. Behr

## Verarbeitungsmöglichkeiten von Edelmetallen:



„kalt“ bearbeiten

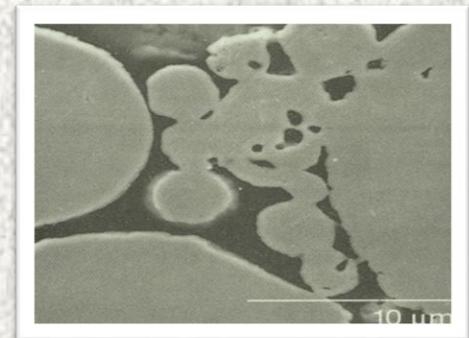
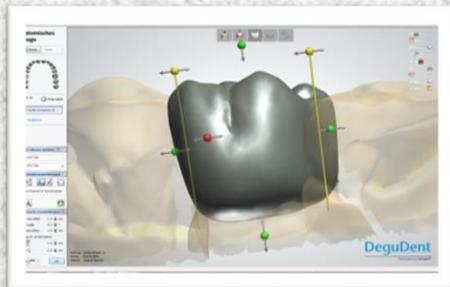
Gießen

Galvano Technik

klass. Sintern

CAD/CAM cast

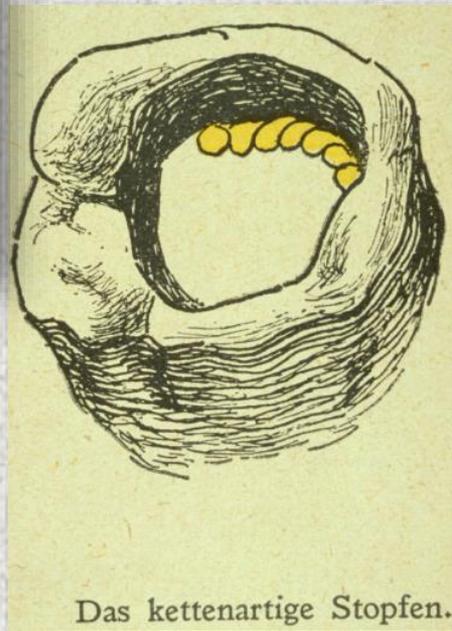
Laser Sintern  
CAD/CAM



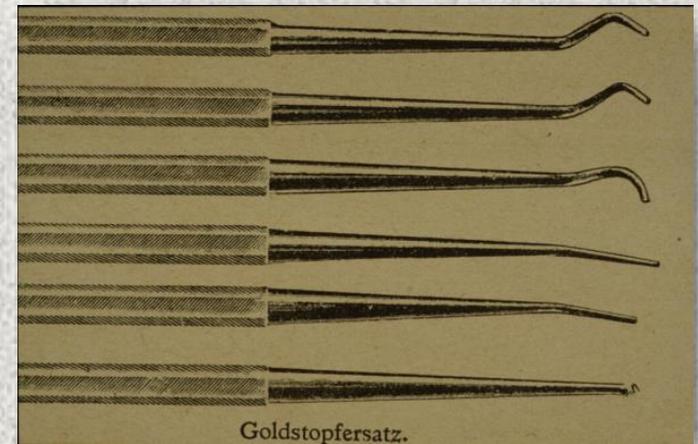
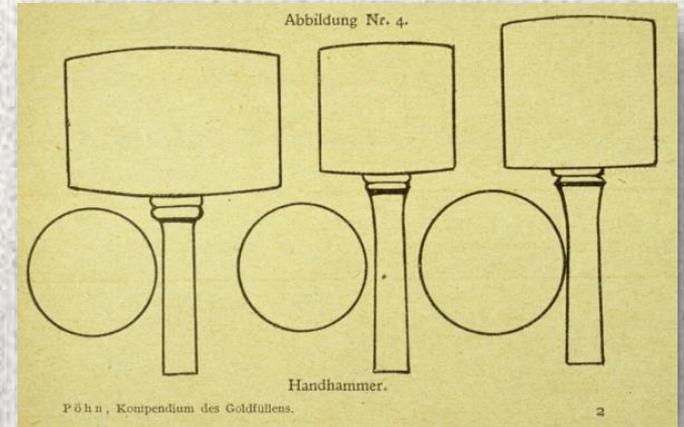
# Historischer Rückblick:



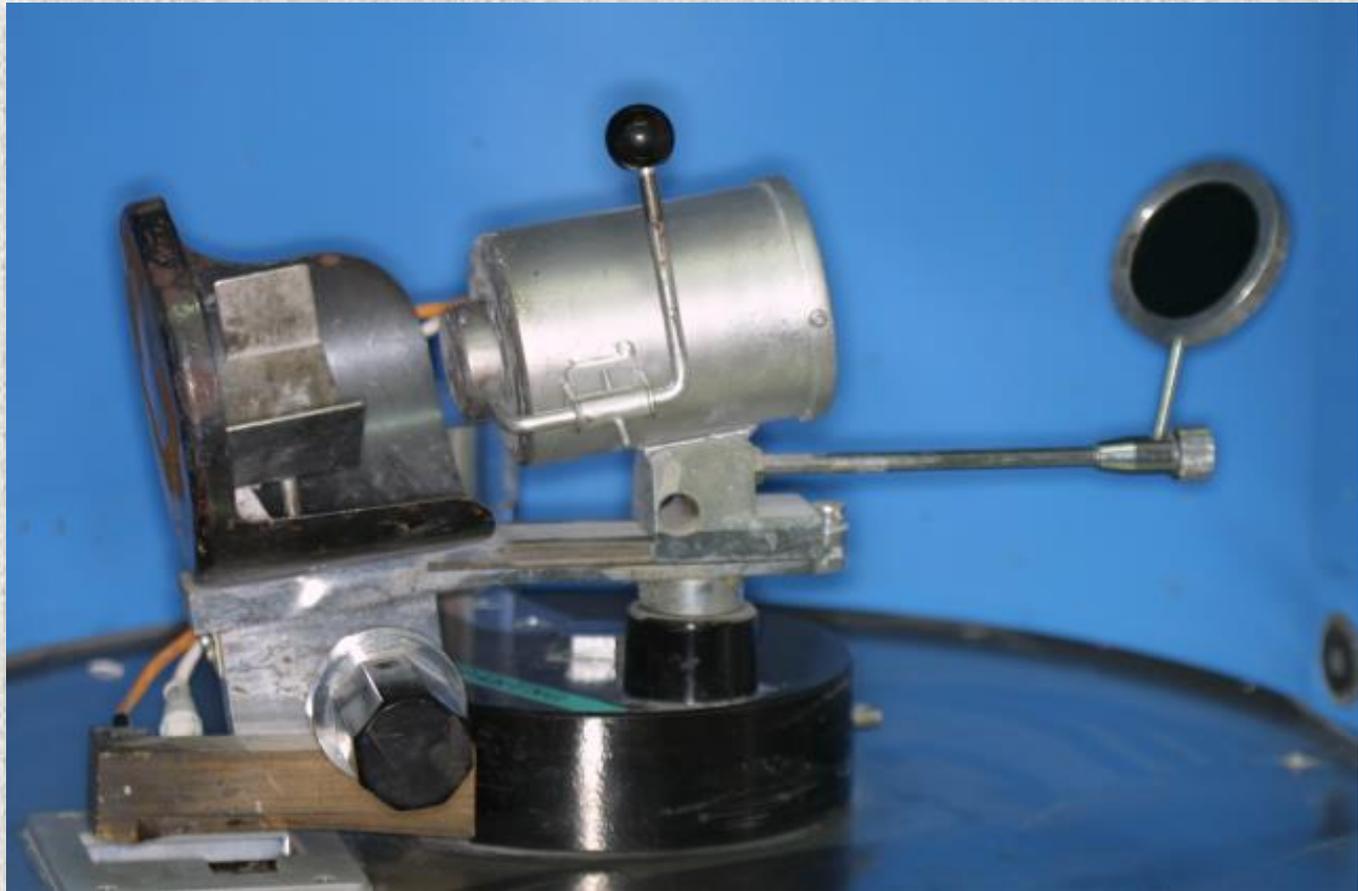
## Goldhämmer-Füllung



## Instrumentensatz

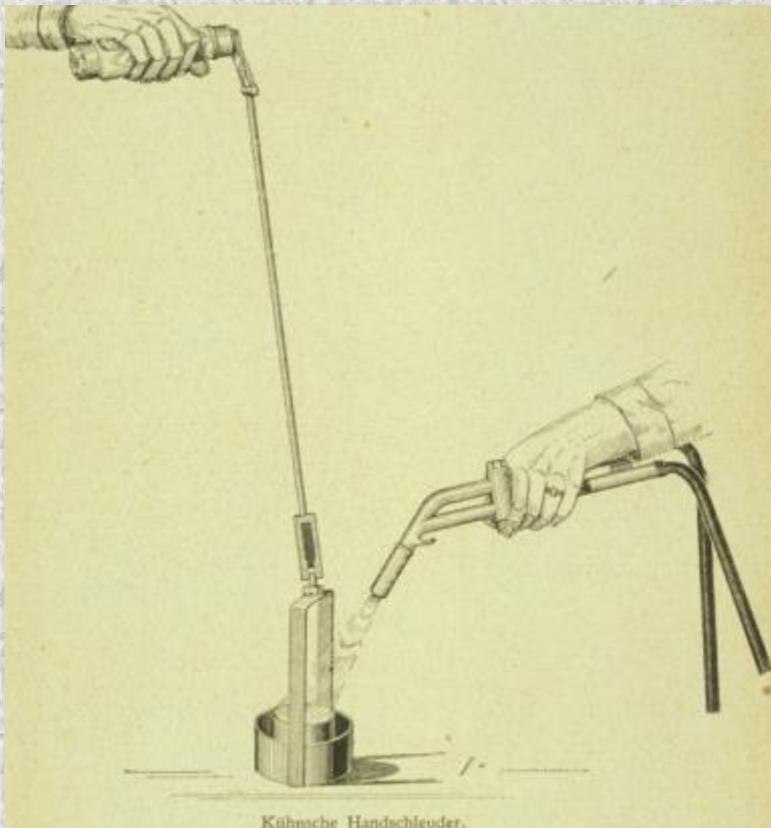


# Gießen von Goldlegierungen

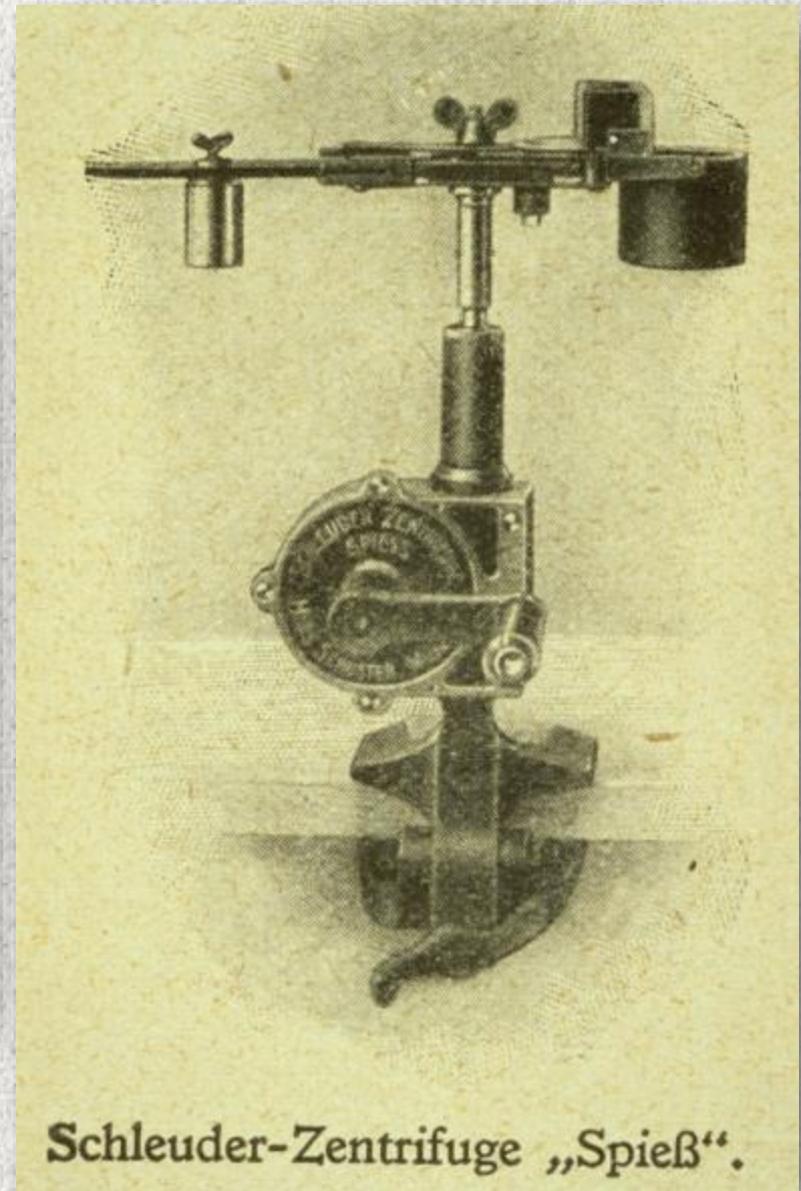


Moderne Zentrifugalschleuder

Zentrifugalschleudern:



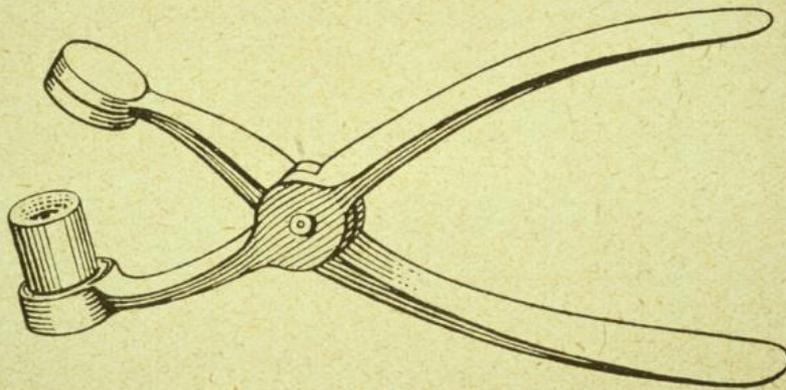
Kühnische Handschleuder.



Schleuder-Zentrifuge „Spieß“.

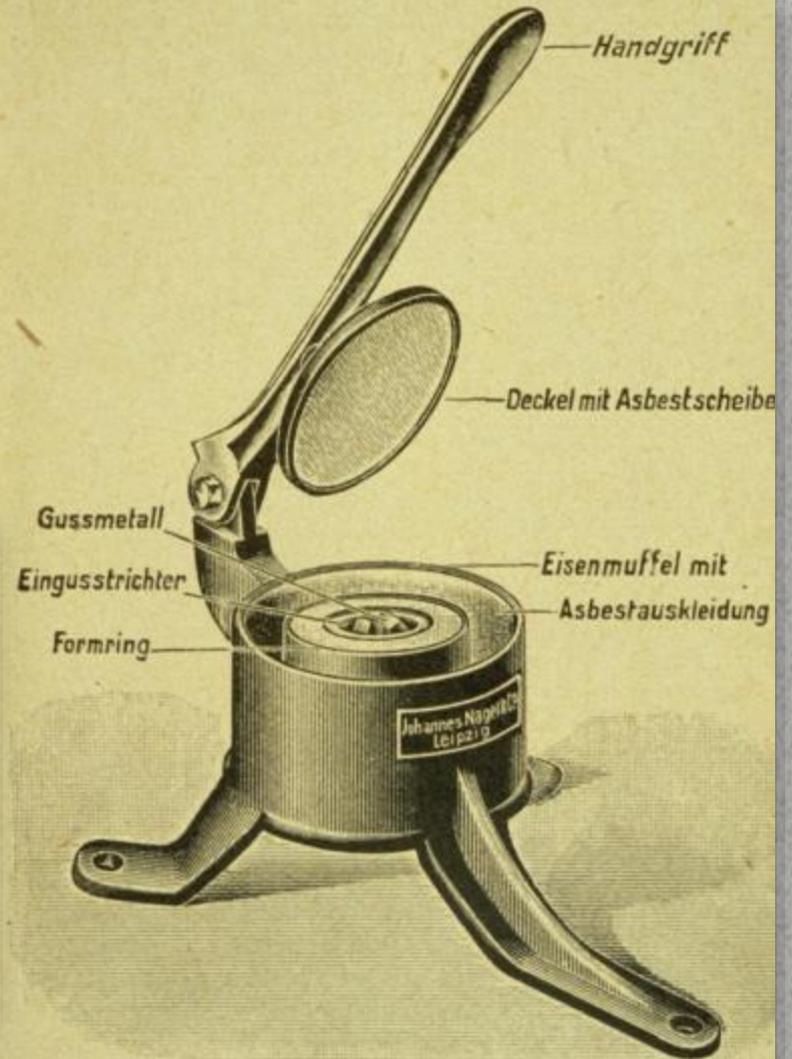
# „Dampfdruck“-Schleudern

Abbildung Nr. 72.

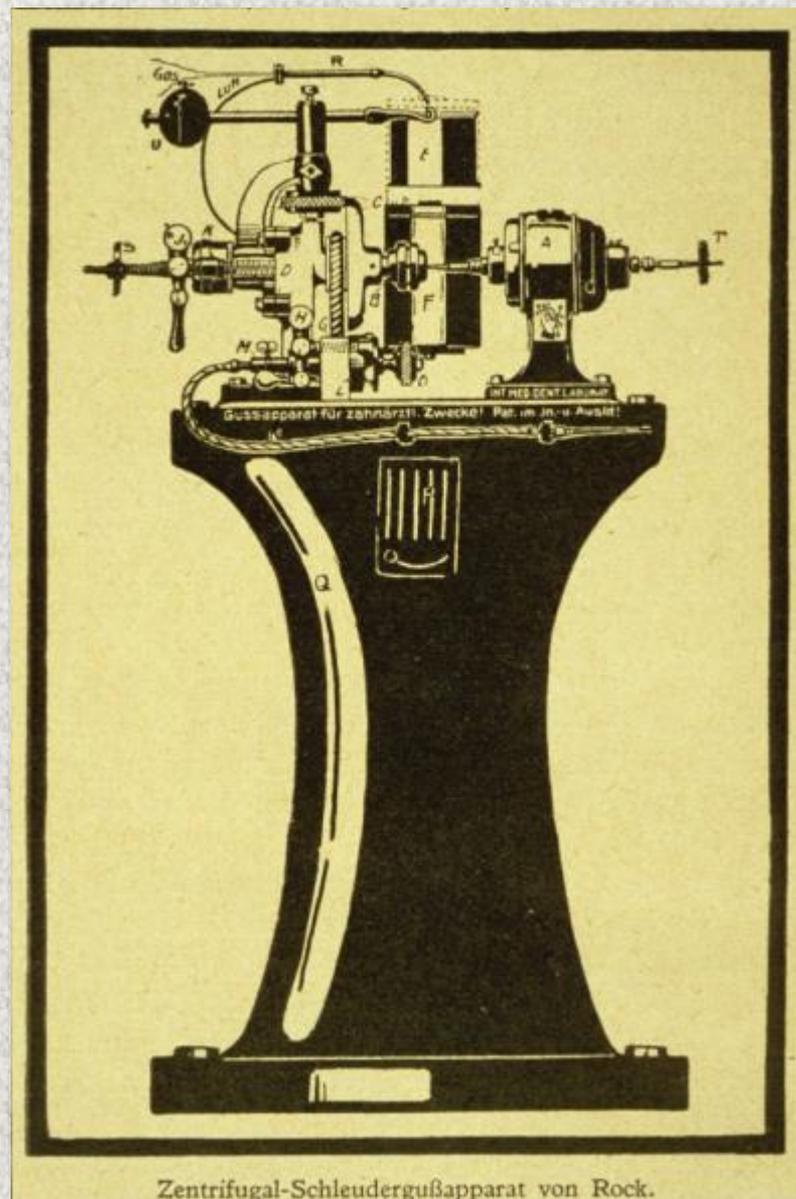


Solbrig-Zange.

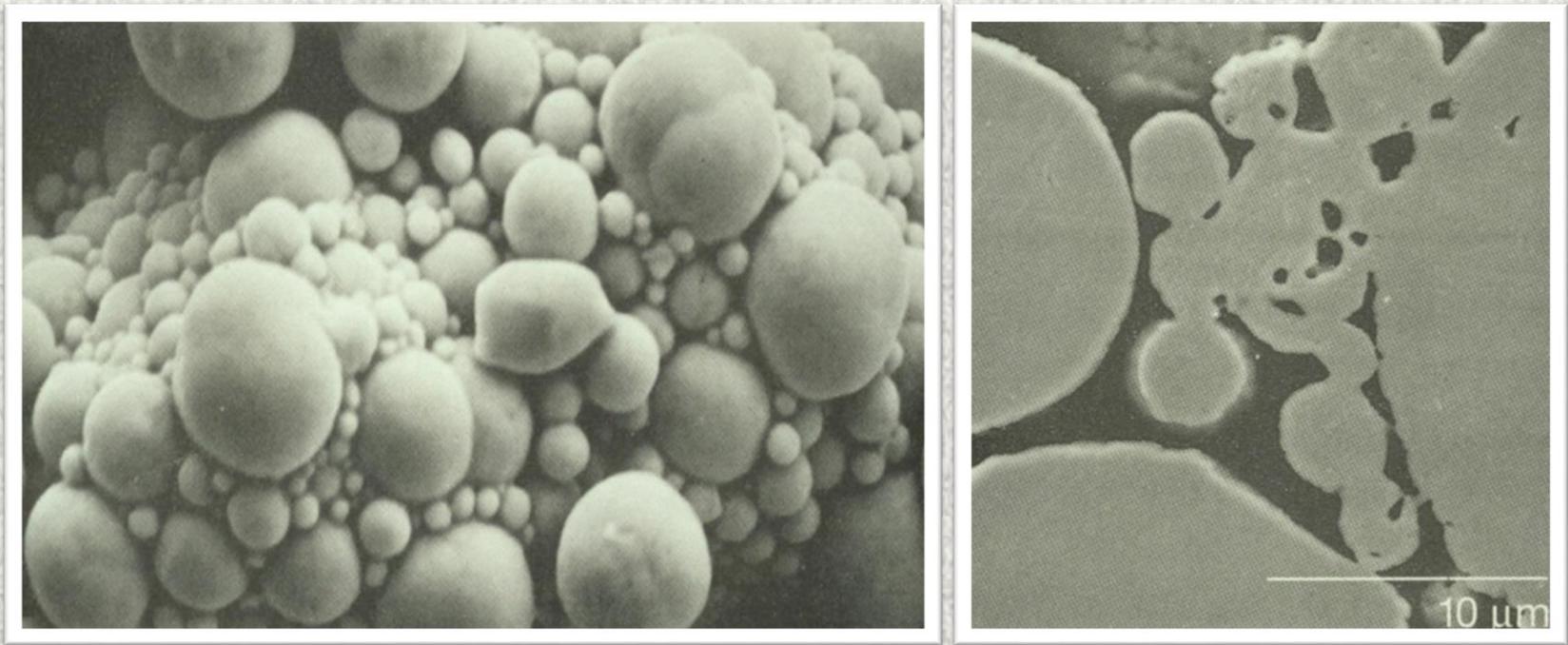
Abbildung Nr. 102.

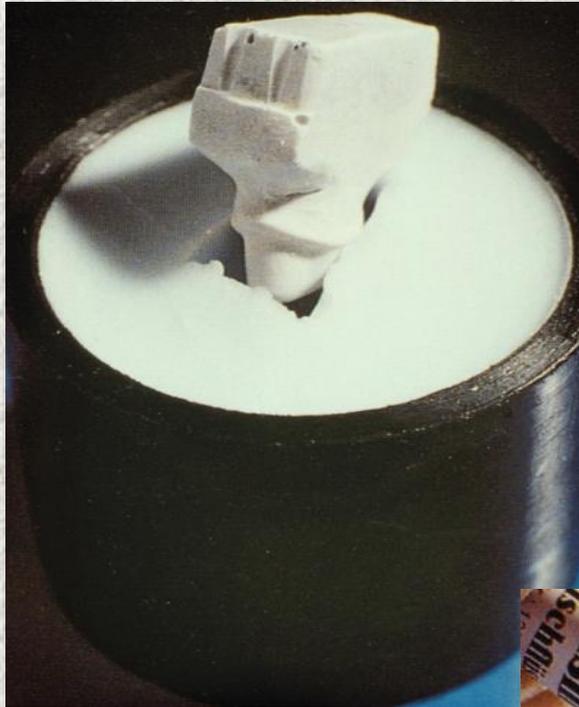


Nagelscher Gußapparat.



## Sintern von Metall-Legierungen (Degudent 1976):





Meistermodell

Dublieren

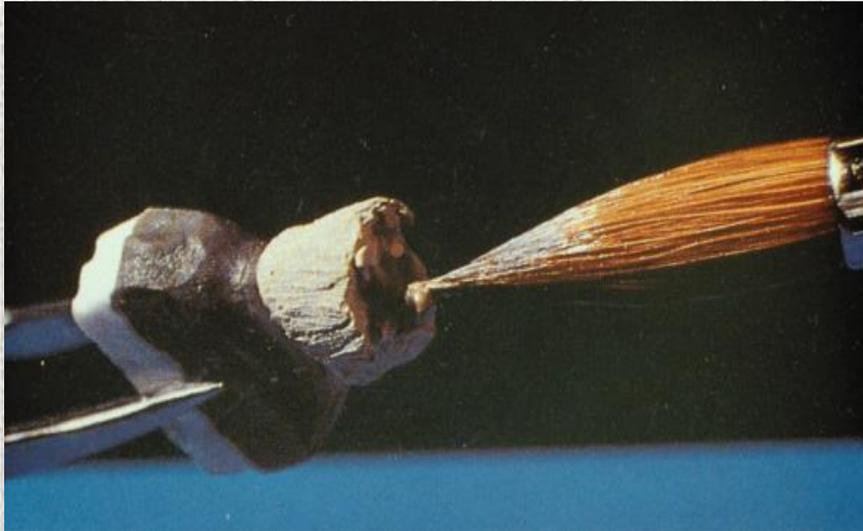
Brennträgermodell

Stumpfsinterung

Auftragen von Schlicker



Degudent 1976

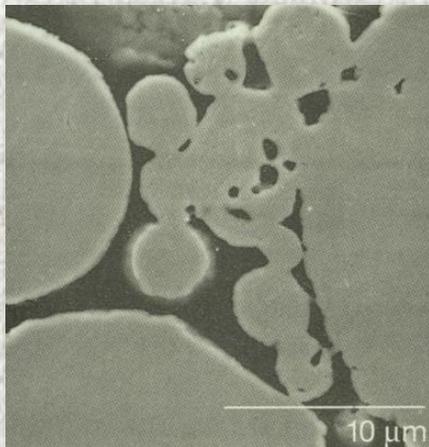


Auftragen von Schlicker

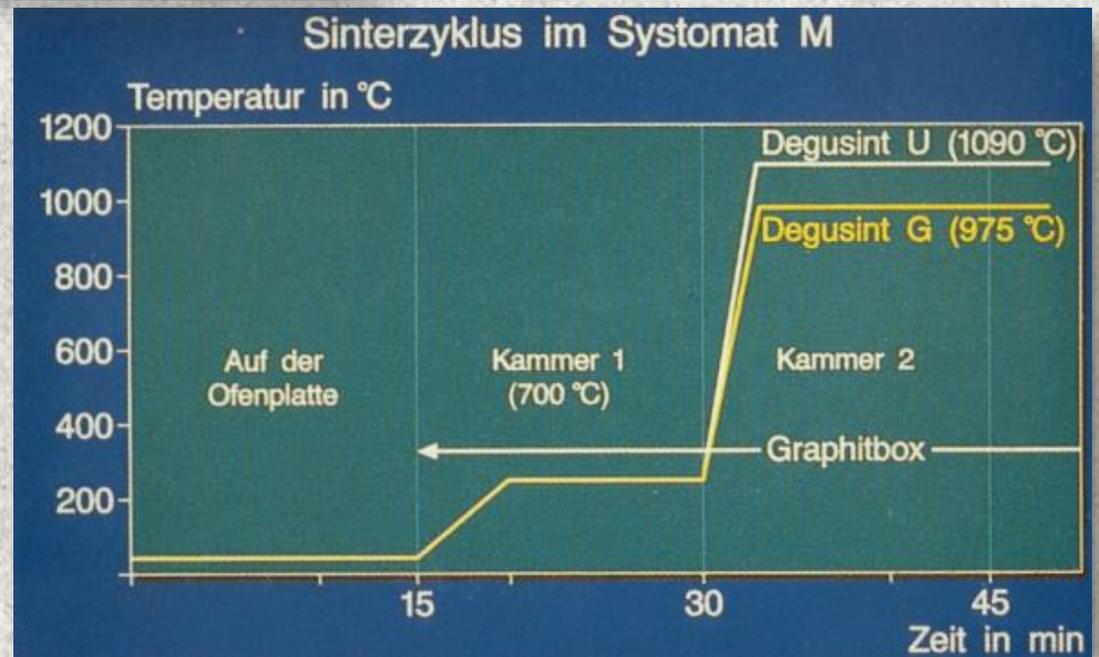
Flüssigkeit aufsaugen

Sinterprozess

Abkühlen in der Vakuumbbox



Degudent 1976



# Bruchlasten metall-keramischer Molarenkronen nach Kausimulation

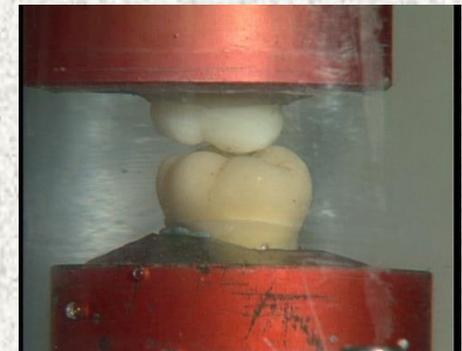
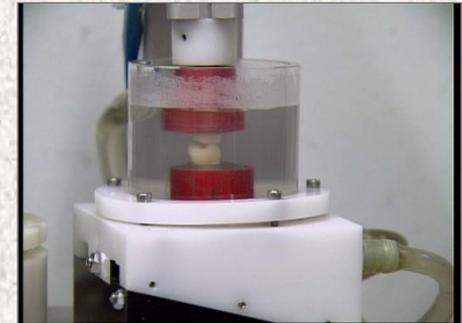
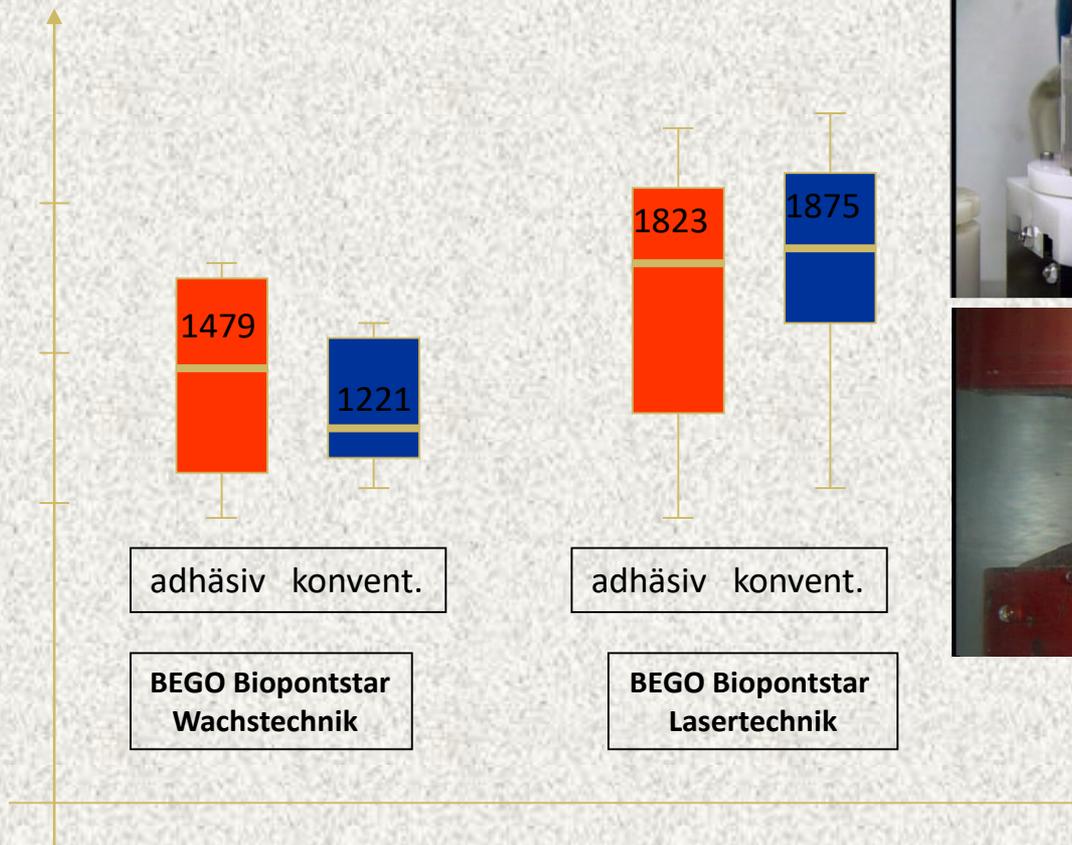
**Bruchlast**  
(Median, 25% /  
75% Perzentile)

2000 N

1500 N

1000 N

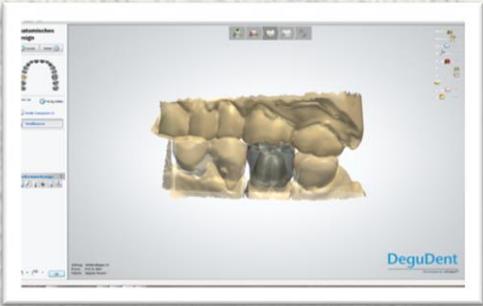
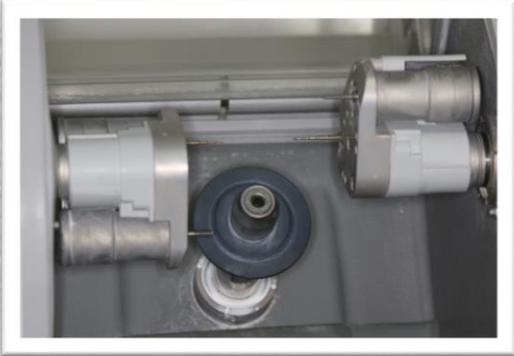
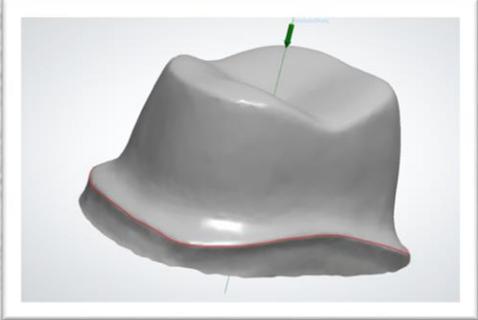
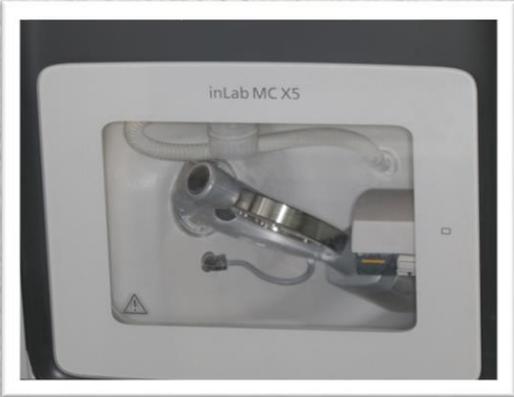
0



Fracture strength of zirconia ceramic, laser sintered and cast alloy molar crowns.

Thaller C et al., IADR Baltimore 2005, # 556

# CAD/CAM Systeme



Nach wie vor dominiert der Schleuderguss mit dem Lost-Wax Verfahren für Gold-und Edelmetall-Aufbrennlegierungen.

Dies ist bei NEM und Keramik anders geworden.

Wachsmodell

Ausbrennen

Gießen



## **Gesetzliche Grundlagen zur Anwendung von Legierungen:**

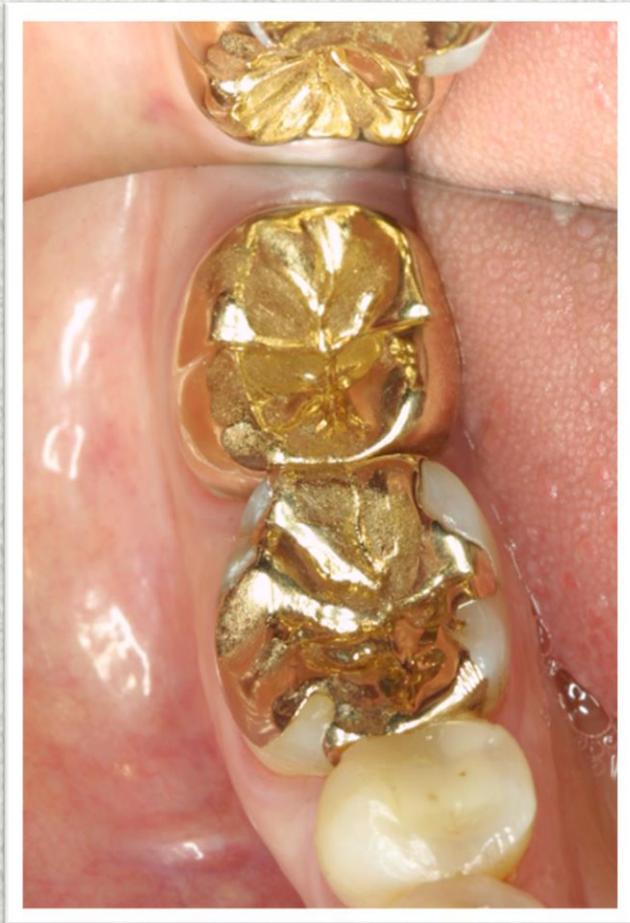
**Medizinproduktegesetz** in der Fassung der Bekanntmachung vom 7. August 2002 (BGBl. I S. 3146), das zuletzt durch Artikel 223 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.

Es dürfen nur Legierungen verwendet werden, welche eine CE-Kennzeichnung tragen. Die CE-Kennzeichnung belegt, dass für das jeweilige Medizinprodukt ein sog. Konformitätsbewertungsverfahren nach Maßgabe der Rechtsverordnung.

Der Zahntechniker bescheinigt, dass die gewählte Leg. gemäß den Richtlinien des Herstellers verwendet worden ist.

Die Verantwortung für den eingegliederten Zahnersatz liegt **aber** beim Zahnarzt.

## Verarbeitungsfehler von Dentallegierungen



# DAS DENTAL VADEMEKUM 2007/2008

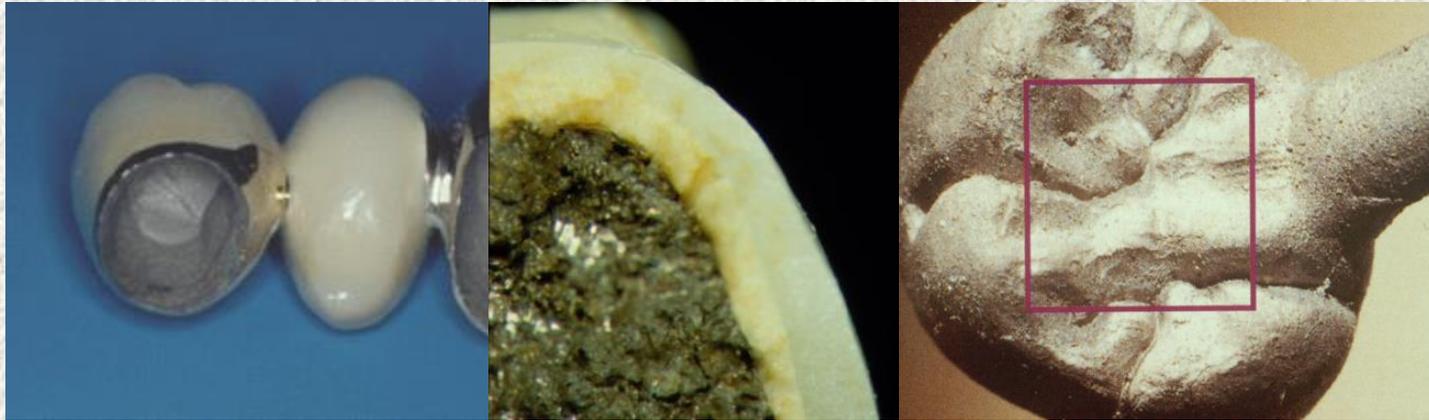
Deutscher  
Zahnärzte  
Verlag

## Inhaltsverzeichnis

10.3.4.4	Drähte – Edelmetall	760
10.3.4.5	Drähte – Nicht-Edelmetall	766
10.3.4.6	Bleche – Edelmetall	768
10.3.5	Basisplatten	770
10.3.6	Doubliermassen	770
10.3.6.1	Reversible Doubliermassen	770
10.3.6.2	Kalthärtende Doubliermassen	773
10.3.7	Isoliermittel (technisch)	777
10.3.8	Ausblockmassen	782
10.3.9	Labormaterialien auf Silikonbasis	784
<hr/>		
<b>10.4</b>	<b>Einbettmassen</b>	791
10.4.1	Einbettmassen für Inlays, Kronen, Brücken	792
10.4.2	Einbettmassen für Modellguss	810
10.4.3	Löteinbettmassen	818
<hr/>		
<b>10.5</b>	<b>Legierungen</b>	819
10.5.1	Edelmetall-Legierungen	823
10.5.1.1	Gold-Legierungen	826
10.5.1.1.1	Nicht aufbrennfähige Gold-Legierungen	826
10.5.1.1.2	Aufbrennfähige Gold-Legierungen	864
10.5.1.1.3	Universell verwendbare Gold-Legierungen (für niedrigschmelzende Keramiken)	914
10.5.1.2	Palladium-Legierungen	940
10.5.1.2.1	Nicht aufbrennfähige Palladium-Legierungen	940
10.5.1.2.2	Aufbrennfähige Palladium-Legierungen	940
10.5.1.3	Silber-Legierungen	954
10.5.1.3.1	Nicht aufbrennfähige Silber-Legierungen	954
10.5.1.3.2	Aufbrennfähige Silber-Legierungen	958
10.5.1.3.3	Universell verwendbare Silber-Legierungen (für niedrigschmelzende Keramiken)	960
10.5.2	Nicht-Edelmetall-Legierungen	966
10.5.2.1	Nickel-Legierungen	968
10.5.2.1.1	Nicht aufbrennfähige Nickel-Legierungen	968
10.5.2.1.2	Aufbrennfähige Nickel-Legierungen	968
10.5.2.2	Kobalt-Legierungen	970
10.5.2.2.1	Nicht aufbrennfähige Kobalt-Legierungen	970
10.5.2.2.2	Aufbrennfähige Kobalt-Legierungen	976
10.5.2.2.3	Universell verwendbare Kobalt-Legierungen (für niedrigschmelzende Keramiken)	982
10.5.2.3	Titan-Legierungen	984
10.5.2.3.1	Aufbrennfähige Titan-Legierungen	984
10.5.3	Materialien für die Sintertechnik (Sinterlegierungen)	986
10.5.4	Materialien für die Galvanoformung	988
<hr/>		
<b>10.6</b>	<b>Dentalote und Schweißzusatzwerkstoffe</b>	994
10.6.1	Dentalote für nicht aufbrennfähige Legierungen – Einsatz als Erstlot	996
10.6.2	Dentalote für nicht aufbrennfähige Legierungen – Einsatz als Zweitlot	1010
10.6.3	Dentalote für aufbrennfähige Legierungen – Einsatz vor dem Brand	1020

## Einteilung der Legierungen:

### 1) Aufbrenn-Legierungen und Nichtaufbrennbare-Legierungen



### 2) Edelmetall-Legierungen:

#### Goldbasis:

- reines Gold
- **hochgoldhaltig**
- **goldreduziert**

#### Palladiumbasis:

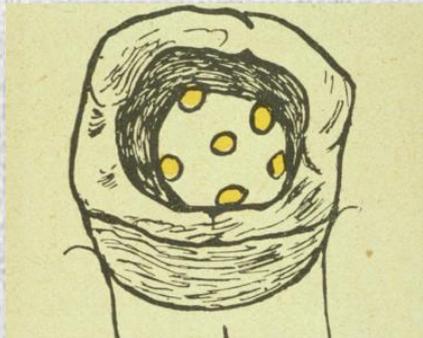
- Palladium-Kupfer
- **Palladium -Silber**
- Palladium-Kobalt

#### Silberbasis:

- **Silber-Palladium**
- Silber-Gold

Einteilung der Legierungen nach ihrem Anwendungsspektrum:

Typ I: weich (Inlays)



Typ II mittel (Kronen)



Typ III: hart (kl. Brücken)    Typ IV: extra hart (gr. Brücken)



## Hochgoldhaltige –Legierungen:

Gehalt an (Massen%):

Au      mehr als 70%

Pt      5-15%

Pd      5-10%

Ag      5-15%

Cu      5-15%

Gold und Platinmetalle sind zu mehr als 75% enthalten. Der Goldgehalt beträgt mind. 70%. Weitere Legierungsbestandteile können sein Silber, Kupfer, Zink.



Tab. 9.2 Übersicht über die Funktion von möglichen Elementen in EM-Legierungen.

Element	Funktion der Legierungsbestandteile
<b>Hauptbestandteil</b>	
Gold (Au) Palladium (Pd) Silber (Ag)	Bestimmt die hauptsächlich mechanischen und chemischen Eigenschaften.
<b>Mechanische Eigenschaften</b>	
Indium (In) Gallium (Ga) Zinn (Sn) Zink (Zn) Kupfer (Cu) Eisen (Fe) Mangan (Mn) Titan (Ti)	Es müssen verschiedene mechanische Parameter optimiert werden. Dazu gehören Festigkeit, Wärmeausdehnungskoeffizient (WAK), Härte und Schmelzintervall. Durch die Zusammensetzung kann die Farbe der Legierung beeinflusst werden. Palladium wirkt ab einer Konzentration von 4% entfärbend in Goldlegierungen. Kupfer färbt Goldlegierungen rötlich und verleiht ihnen einen warmen Farbton.
<b>Haftoxidbildner</b>	
Gallium (Ga) Indium (In) Zinn (Sn) Zink (Zn)	Soll die Legierung keramisch verblendet werden, müssen Elemente legiert werden, die an der Oberfläche eine durchgehende Oxidschicht bilden, an die die Keramik chemisch ankoppeln kann. Neben den genannten Elementen können auch weitere zur Oxidbildung beitragen (z. B. Eisen, Mangan, Titan). Diese Elemente werden meist in zu niedrigen Konzentrationen legiert, um alleine für einen ausreichenden Verbund zu sorgen.
<b>Kornfeiner</b>	
Ruthenium (Ru) Rhodium (Rh) Iridium (Ir) Tantal (Ta) Titan (Ti) Niob (Nb)	Sie sorgen beim Erstarren der Schmelze für die Bildung von vielen Kristallisationskeimen und dadurch für ein feinkörniges und homogenes Gefüge. Es handelt sich um hochschmelzende Metalle aus der Gruppe der Platinmetalle oder um Nichtedelmetalle.

## Goldreduzierte-Legierungen:

Gehalt an (Massen%):

Au bis zu 55%

Pt --

Pd 20-50%

Ag 5-20%

Cu 5-15%

Ga 5-10%

In 2-10%

Der reduzierte Gehalt an Gold wird durch höhere Pd, Ag und Cu-Gehalte ausgeglichen.  
(Pd-Au-Leg.)



nicht immer korrosionsfest

## Silber-Basis-Legierungen:

Gehalt an (Massen%):

Au 5-10%

Pt --

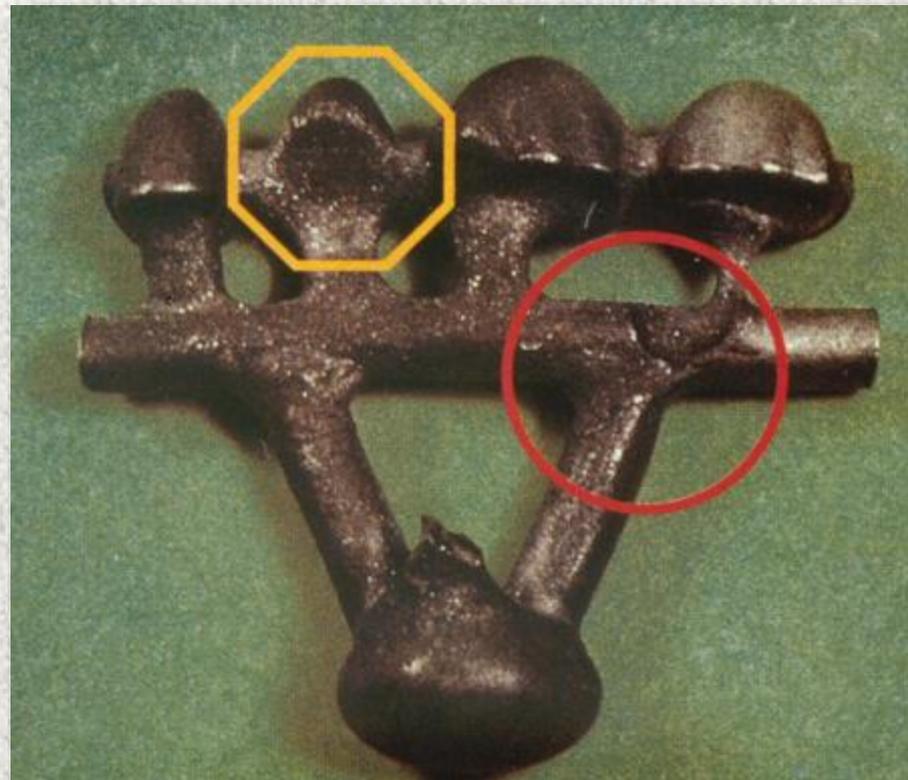
Pd 20-30%

Ag 40-70%

Cu 5-15%

In 5-20%

Der Hohe Silberanteil kann zu einem Schwefelschaden führen. Mit schwefelhaltigen Einbettmassen bildet sich Silbersulfid  $\text{Ag}_2\text{S}$ .



## Palladium-Silber-Legierungen:

Gehalt an (Massen%):

Au	--
Pt	--
Pd	50-60%
Ag	30-40%
Sn	5-10%
In	5-10%
Ga	5-10%

Der Hohe Silberanteil kann zu einem Schwefelschaden führen. Mit schwefelhaltigen Einbettmassen bildet sich Silbersulfid  $\text{Ag}_2\text{S}$ .



## Palladium-Kupfer-Legierungen:

Gehalt an (Massen%):

Au --

Pt --

Pd 70-80%

Cu 10-15%

In 5-10%

Ga 5-10%

Pd-Cu-Legierungen führten im Tierversuch zu entzündlichen Gewebsreaktionen mit Bildung einer Bindegewebskapsel, gesteigerter Fibroblasten und Riesenzellreaktion sowie zu einer verstärkten Vaskularisierung.

Als potentiell toxischer Anteil gilt hierbei das Kupfer.

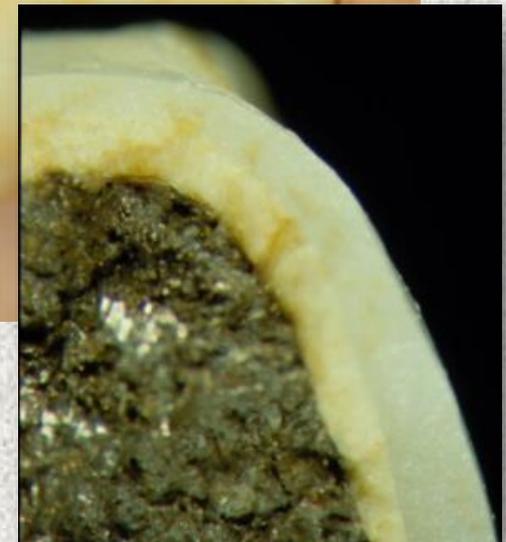
Pd-Cu-Legierungen sollten nicht mehr verwendet werden.

## Aufbrenn-Legierungen:



Probleme:

1. Haftverbund zwischen Keramik und Metall
2. Ausgleich der thermischen Ausdehnung bei der Abkühlung
3. Vermeiden von Verfärbungen
4. Verwindungssteifes Gerüst



## 1) Haftung zwischen Keramik und Metall:

Ausbildung von Haftoxiden; (Fe), Ga, In, Sn, Zn

Ein Oxidbrand bringt die Oxide an die Oberfläche (900°C, 10min).

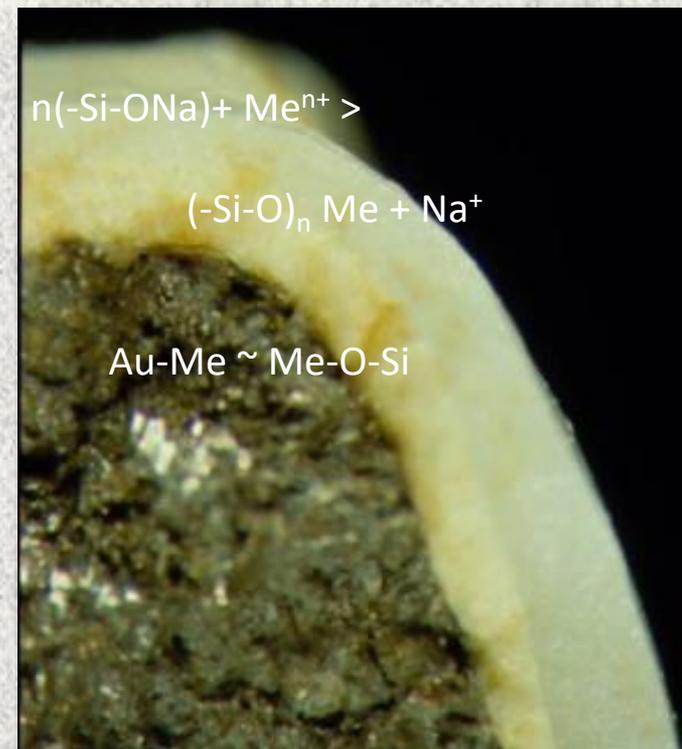
Haftmechanismen:

### 1) Primäre Bindungen:

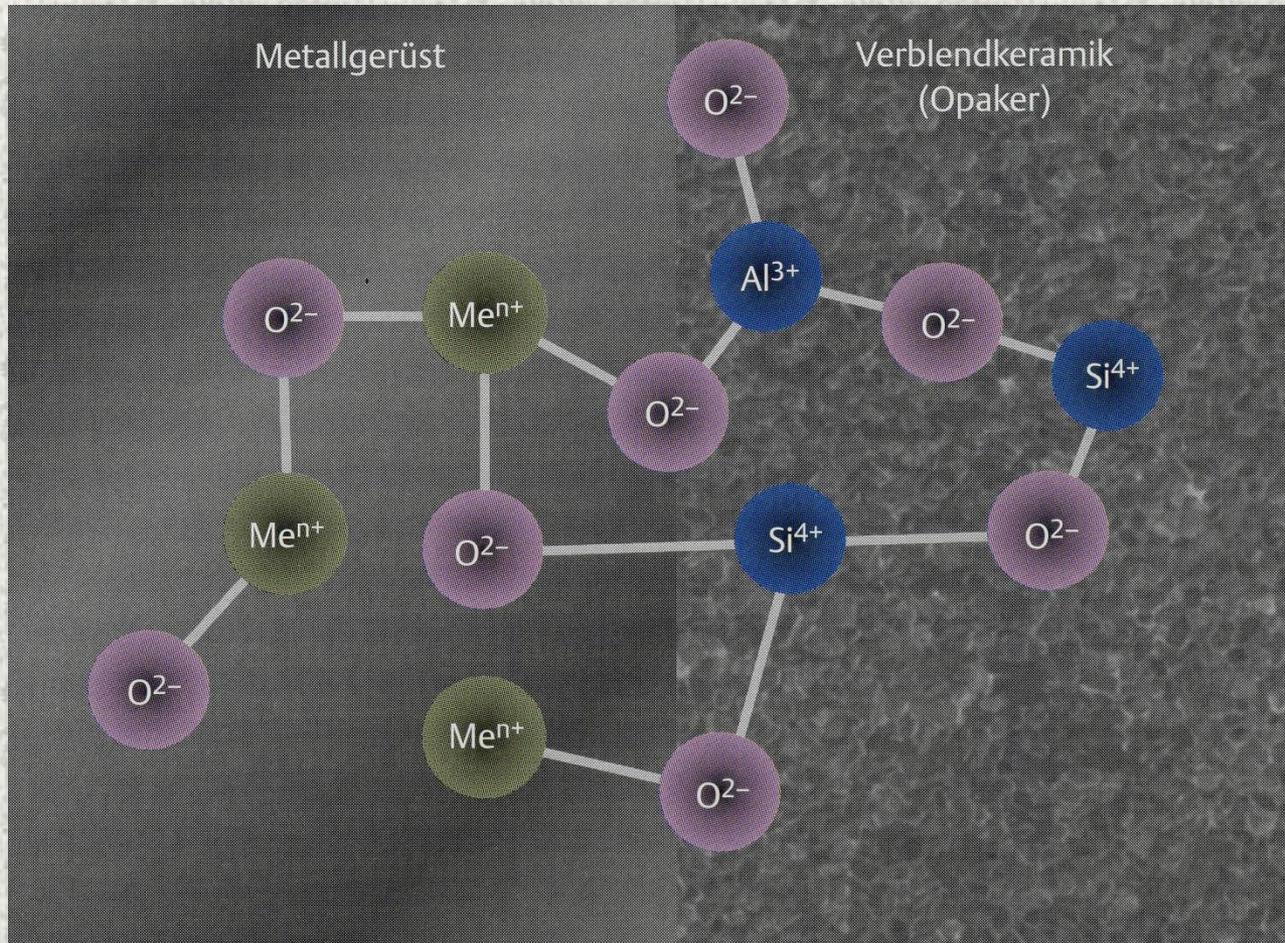
- kovalente Bindung
- Ionenbindung
- Metallbindung

### 2) Mechanische Retention

### 3) Van der Waals-Kräfte



## Schema der Bindung Keramik-Legierung:



## 2. Ausgleich thermischer Spannungen:

Zusammensetzung von keramischer Grundmasse und keramischer Dentinmasse

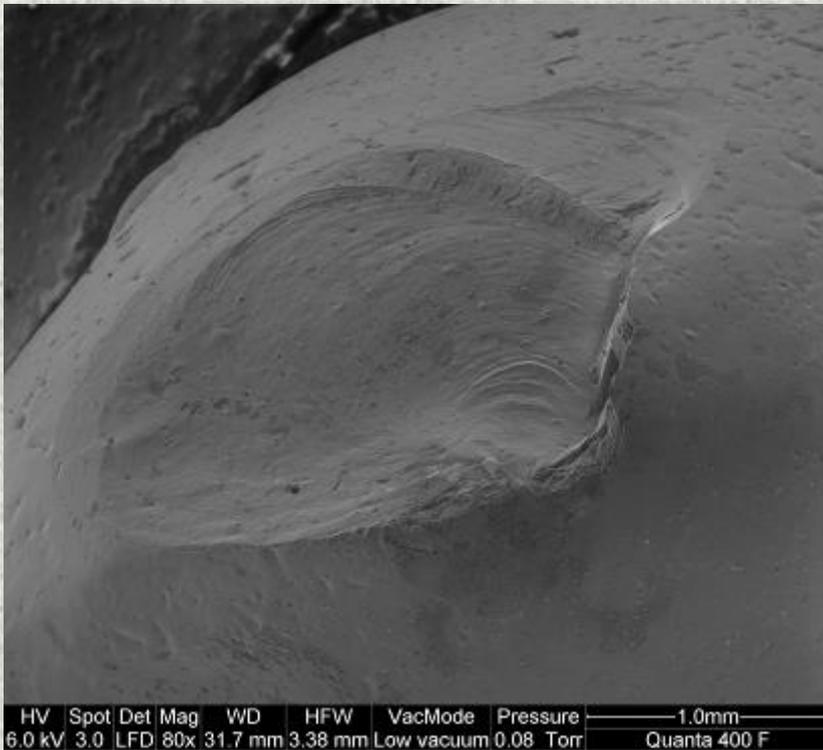
Chem. V.	Si <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub>	SnO <sub>2</sub>	Rb <sub>2</sub> O
Grundmasse	52,4	15	--	9,9	6,6	<b>2,6</b>	<b>5,1</b>	5	0,1
Dentinmasse	56,8	16,3	2	10,3	8,7	0,3	1,2	-	0,7

Der erhöhte Gehalt an Zuschlagstoffen TiO<sub>2</sub> ZrO<sub>2</sub> SnO<sub>2</sub> in der Grundmasse erhöht die Opazität, verbessert die Benetzung der Metalloberfläche und gleicht den thermischen Ausdehnungskoeffizienten an.

Keramik:  $4-8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  Legierung:  $10,6-13,5 \times 10^{-6} /^{\circ}\text{C}$   
(Gold-Leg.:  $14 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  ) zwischen 40-700°C.

Einschleifen immer mit Wasserkühlung

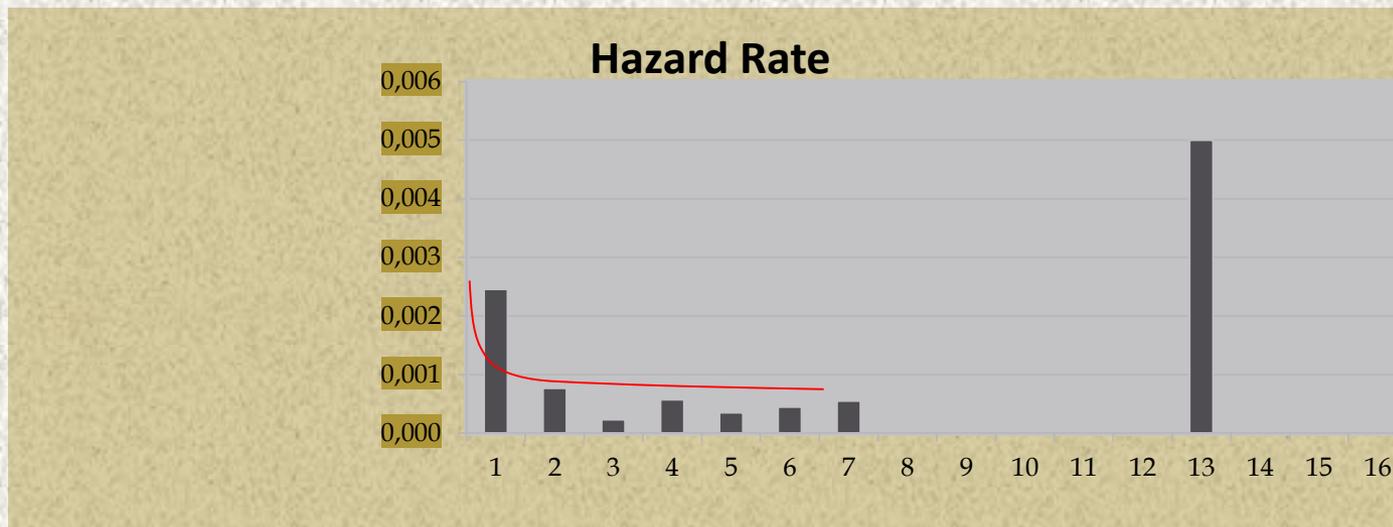
Nach dem Einschleifen: Polieren



## Ist die Chipping Rate von Zirkonoxid-Restaurationen höher als bei Metall-Keramik-Versorgungen?

Die jährliche Risikorate für Chipping lag für MK-Brücken bei HR 0,03.  
654 MK-Brücken (1984-2009)

D. h.: In Hundert Personenjahren ereignen sich drei Fälle von Chipping.



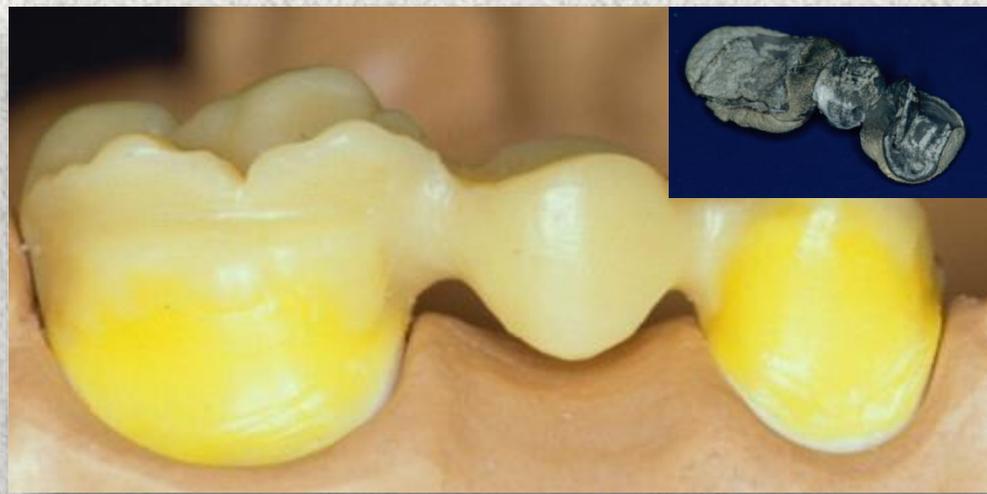
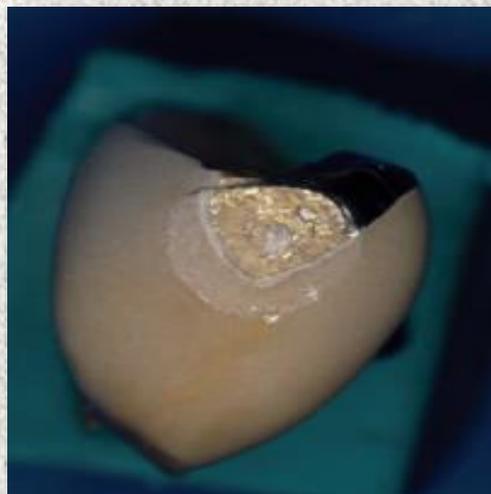
Behr M, Winklhofer C, Schreier M, Zeman F, Kolbeck C, Bräuer I, Rosentritt M:  
Risk of chipping or facings failure of metal ceramic fixed partial prostheses –  
a retrospective data record analysis. Clin Oral Invest 16: 401 – 405 (2012).

#### 4. Verwindungssteifes Gerüst:

Durch den Zusatz von Platin-Metallen erreichen die Aufbrenn-Legierungen ausreichende Gerüstfestigkeit auch unter den Brennbedingungen (Re, Fe) sowie adäquate Gerüstgestaltung.

Erhöhte Schmelzintervalle gegenüber Brenntemperaturen von 900-950°C von 1250-1150°C.

Dehngrenze: 470-580 N/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit: 580-630 N/mm<sup>2</sup>



## **Zusammenfassung:**

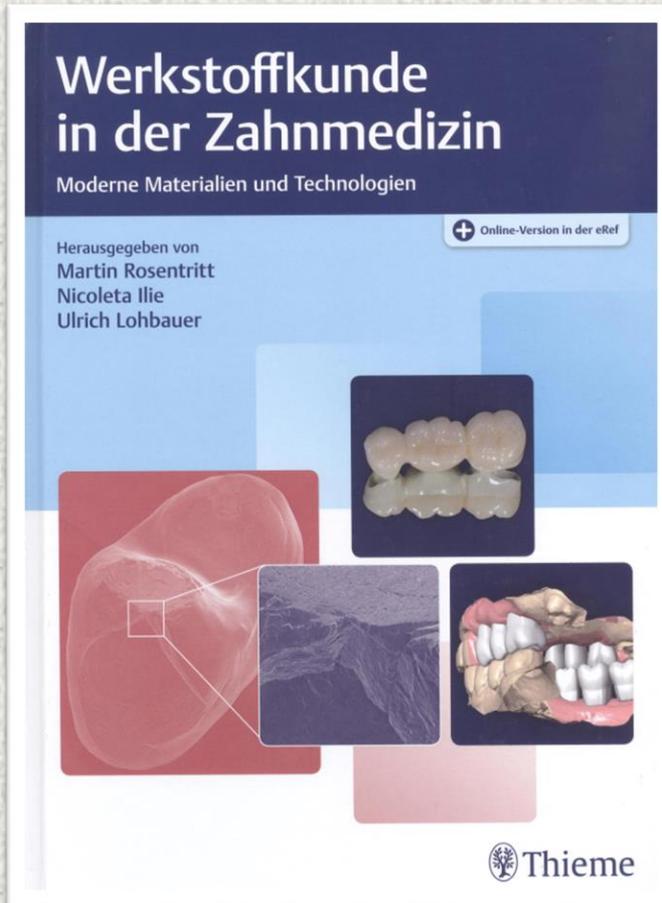
Edelmetall-Legierungen haben sich seit Jahrzehnten bewährt.

Sie stellen nach wie vor die Standardlegierungen für festsitzenden Zahnersatz dar.

Aufgrund der Vielfalt der Legierungen lassen sich auch für Patienten mit Legierungs-Unverträglichkeiten passende Legierungen finden.

In Kombination mit keramischen Massen lassen sich ästhetisch sehr gute Resultate erzielen.

Passgenauigkeit, Verarbeitungsspielraum und einfache Zementierung der Gold-Legierungen wie der Aufbrenn-Legierungen sind der Standard, an dem sich alle anderen Werkstoffe messen lassen müssen.



## Kapitel 9

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit