

dent^{al} dialogue

community & competence

Das internationale Journal für die Zahntechnik

Sonderdruck

- **Edelmetallfrei ≠ nicht edel**
Die rhenium-Legierungen
und ihre Geschichte

Ein Beitrag von Dr.-Ing. Jürgen Lindigkeit
und Dipl. Betriebswirt (FH) Hans-Ulrich Winter



überreicht durch

D
DENTAURUM

DENTAURUM GmbH & Co. KG
Turnstr. 31 | 75228 Ispringen | Germany
Fon +49-7231-803-482 | Fax +49-7231-803-195
www.dentaurum.de

Die remanium-Legierungen und ihre Geschichte

Edelmetallfrei ≠ nicht edel

Ein Beitrag von Dr.-Ing. Jürgen Lindigkeit und Dipl. Betriebswirt (FH) Hans-Ulrich Winter,
beide Ispringen/Deutschland

Edelmetallfreie (EMF) Legierungen genießen einen seltsamen Ruf in der Dentalbranche. Von vielen immer noch verächtlich als „Stahl“ bezeichnet und scheinbar unbeliebt, zieht sich deren Werdegang und Entwicklung wie ein roter Faden durch die Dentalgeschichte. Wirklich seltsam, denn wenn man den Erzählungen vieler Zahntechniker glauben darf, so wird dieses Material so gut wie nie verarbeitet. Doch die Absatzzahlen stimmen (kontinuierlich) und die Weiterentwicklungen zeigen, dass die ungeliebten edelmetallfreien Legierungen so unbeliebt nicht sein können. Die beiden Autoren schildern kurzweilig und interessant die Historie der EMF-Legierungen an sich und bei Dentaureum und zeigen auf, dass CoCr-Legierungen alles andere als zum alten Eisen gehören.

Das Produktprogramm von Dentaureum hat sich in der 125-jährigen Firmengeschichte vielfach verändert. Nicht vielen Dentalprodukten ist es gelungen, sich über Jahrzehnte hinweg erfolgreich an den Marktgegebenheiten zu orientieren. Die edelmetallfreie Legierung remanium von Dentaureum ist ein Markenprodukt, das sich fortlaufend weiterentwickelt und an den technischen Fortschritt der Zahntechnik angepasst hat. Heute gehören die remanium-Legierungen zu den bekanntesten Dentalprodukten in der Zahntechnik und können auf eine lange Produktgeschichte zurückblicken.

Die Ursprünge der Firma Dentaureum reichen bis ins 19. Jahrhundert zurück. 1886 gründete Arnold Biber in Pforzheim ein zahntechnisches Laboratorium, aus dem die Biber-Dentalfabrikation hervorging. Einen Überblick über die Bandbreite der Erzeugnisse des Unternehmens gibt eine Anzeige. Die Produktpalette umfasste sowohl innovative Halbzeuge und Fertigteile als auch eine beachtliche Anzahl an Dentalmetallen, die selbst hergestellt wurden (Abb.1).

Neben einem Spektrum an Edelmetallen werden in der Anzeige „unechte zahntechnische Metalle“ gelistet (siehe Abb.1). Dies ist der erste Hinweis auf edelmetallfreie Werkstoffe, die später in der Firmengeschichte noch eine wichtige Rolle spielen sollten [1].

Die Zeit der Firmengründung bis in die 20er Jahre des 20. Jahrhunderts war, unterbrochen durch den 1. Weltkrieg, geprägt durch eine rasante Entwicklung der Zahnheilkunde. Damit ging auch eine stark wachsende Nachfrage nach entsprechenden Produkten einher. Diese Nachfrage bescherte dem jungen Unter-

Literatur

QR-CODE:



Die Literaturliste erhalten Sie mittels des oben stehenden QR-Codes (Funktionshinweis siehe letzte Seite) oder unter www.team-work-media.de in der linken Navigationsleiste unter „Journale online“



Abb. 1
Anzeige der Firma Arnold Biber um das Jahr 1895, aus der die angebotenen Produkte hervorgehen

manit G
rom-Nickel-Legierung
stellung aller G
00 gr.
AB
ENTAURUM



Abb. 2 Gießerei der Firma Arnold Biber um 1910

Info

* Als Austenit werden Mischkristalle von Eisen-Legierungen mit kubisch flächenzentrierter Kristallstruktur bezeichnet. Austenit ist der Hauptgefügebestandteil vieler nicht rostender Stähle, denen Legierungselemente mit gleicher Kristallstruktur (-Öffner) beige-setzt wurden. Diese erweitern oder stabilisieren den Austenitbereich, also eine Phase im Eisen-Kohlenstoff-Diagramm.

nehmen, zumal es qualitative und preisliche Alternativen zu den in dieser Zeit marktführenden englischen und amerikanischen Produkten bieten konnte, ein schnelles Wachstum [2].

1908 übernahm *Fritz Winkelstroeter* die Firma *Arnold Biber* und baute das Produktprogramm, den Biber'schen hohen Qualitätsansprüchen konsequent folgend, weiter aus (Abb. 2). Hinzu kam eine Auswei-

tung auf den Großgerätebau bis hin zur Erstellung kompletter Sprechzimmereinrichtungen [3].

Zu jener Zeit befassten sich Forscher mit dem Werkstoffsektor mit der Entwicklung eines nicht rostenden Stahls, der im Jahr 1912 unter der Markenbezeichnung V2A vorgestellt wurde und in wenigen Jahren auf vielen technischen Gebieten starke Verbreitung fand. Die Bezeichnung V2A stand und steht dabei als Abkürzung für den Versuch 2 mit Austenitgefüge*, der bei den damaligen Versuchsreihen zum Erfolg geführt hatte. [4].



Abb. 3
Eine Oberkieferprothese mit geprägter Platte aus rostfreiem Stahl

In dieser Zeit war die Lage auf dem Legierungssektor in der zahnärztlichen Prothetik ähnlich wie heute. Die Marktpreise für Gold und Platin waren hoch und es wurde nach Alternativen zu diesen Edelmetallen gesucht, die sich als korrosionsbeständige Werkstoffe für den Einsatz im Mund eigneten und gleichzeitig erheblich preisgünstiger sein sollten [4].

Friedrich Hauptmeyer verwendete V2A seit 1918 in der zahnärztlichen Prothetik und präsentierte im Jahr 1919 der Öffentlichkeit nach eineinhalbjähriger Erprobung das erste „Stahlgebiss“. Der nicht rostende Stahl wurde immer häufiger für Basisplatten von Totalprothesen verwendet. Aus diesem Grund wurde parallel hierzu die Herstellungs- und Verarbeitungstechnik verbessert. In der Abbildung 3 ist eine nach der damaligen Prägetechnik hergestellte Oberkieferprothese mit Gaumen-Prägeplatte dargestellt [4].

1926 berichtete *Hauptmeyer* über seine ersten Erfahrungen, die er mit dem Gießen von Wipla-Stahl gesammelt hat. Nahezu zeitgleich (1927) wurde die Ursache der interkristallinen Korrosion beim

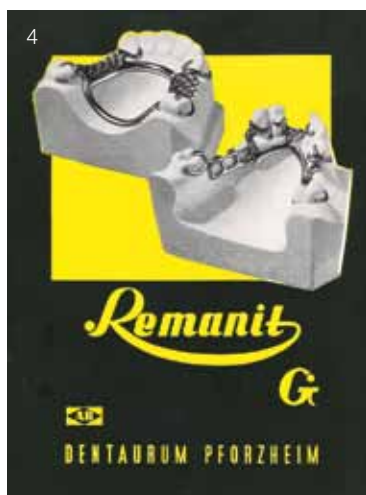


Abb. 4 Werbung für die edelmetallfreie Legierung Remanit G von Dentaureum, etwa aus dem Jahr 1950



Abb. 5 Logo von Remanit in Schwarz/Weiß

18/8 Chrom-Nickel-Stahl (V2A) und Wege zur Vermeidung gefunden. Dieser interkristallinen Korrosion wird durch einen möglichst geringen Kohlenstoffgehalt und Zusätze von Titan, Niob oder Tantal vorgebeugt.

Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde eine gießbare Stahllegierung entwickelt, mit der es nun auch möglich war, partiellen Zahnersatz für den teilbezahnten Kiefer zu fertigen. Darüber hinaus bemühte man sich, um das Anwendungsgebiet nicht auf Schutzplatten, Brücken, Kronendeckel und so weiter beschränken zu müssen, die niedrige Härte der Legierung durch Zulegieren anderer Bestandteile zu erhöhen. Dies führte schließlich zur Einführung der Cobalt-Chrom-Legierungen [4].

Bereits vor dem 1. Weltkrieg hatte sich der deutsche Physiker *Gustav Tamman* mit Cobalt-Chrom-Legierungen befasst. Es waren die Austenal-Laboratorien sowie *Erdle* und *Prange*, die 1929 neue Versuche unternahmen und 1932 die CoCr-Gusslegierungen in die Zahnheilkunde einführten. Diese Legierungen enthalten, ebenso wie die später entwickelten CoCrNi-Legierungen, praktisch kein Eisen mehr und können deshalb auch nicht als Stahl bezeichnet werden [4]. Diese Entwicklungen fielen in die Zeit, als *Heinrich Brüning* Reichskanzler in der Weimarer Republik war (30. März 1930 bis zum 30. Mai 1932). Die Weltwirtschaftskrise verschärfte sich spürbar und *Brüning* betrieb in insgesamt vier großen Notver-

ordnungen eine einschneidende Spar- und Deflationspolitik [5].

Infolge der wirtschaftlichen Situation und der damit einhergehenden Goldknappheit vollzog Dentaureum in dieser Zeit einen Umschwung zu den neuen, edelmetallfreien Legierungen [2], die unter dem Namen remanit bekannt wurden (Abb. 4 bis 8).

Die 1935 vorgestellte remanit-Cobalt-Chrom-Legierung für Modellguss wies bereits grundsätzliche Eigenschaften und Legierungskomponenten auf, die bis heute den hochwertigen Modellgusslegierungen unter dem Namen remanium (seit 1964) zueigen sind (Abb. 9).

In den 50er Jahren setzte sich die Modellgusstechnik mit CoCr-Legierungen endgültig durch und löste die Prägetechnik ab.

Aufbrennlegierungen sind in den deutschen Dental-Laboren seit 1962 bekannt, wobei diese zunächst aus Gold-Platin-Edelmetalllegierungen bestanden.

Ab 1975 wurde fast die gesamte kassenärztliche Leistung für zahnärztlich-prothetische Versorgung mit fixem Honorar berechnet. Der daraufhin einsetzende „Prothetikboom“ sorgte für eine intensive Verwendung von Edelmetalllegierungen.

Ende der 70er Jahre stieg der Goldpreis jedoch steil an. In den „unruhigen“ 80er Jahren wurden daraufhin die Zuschüsse der gesetzlichen Krankenkassen wieder kontinuierlich reduziert. Dies beflügelte



Abb. 6 Remanit G weich, CrNi-Legierung von Dentaureum für die Kronen- und Brückentechnik

Info

** Toxizität bedeutet Giftigkeit

*** Kanzerogenität bedeutet krebs-erregend

**** CE-Kennzeichnung: kann faktisch als Qualitätszeichen angesehen werden. So müssen beispielsweise Medizinprodukte, anders als andere Industrieerzeugnisse, nach den grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 93/42/EWG (Anhang I) nicht nur sicher, sondern auch im Rahmen der vom Hersteller vorgegebenen Zweckbestimmung medizinisch-technisch leistungsfähig sein. Die stilisierte Buchstabenkombination ist aufgrund der neuen offiziellen Sprachregelung der Europäischen Kommission ein grafisches Symbol und kann zum Beispiel nicht durch „Conformité Européenne“ übersetzt werden.

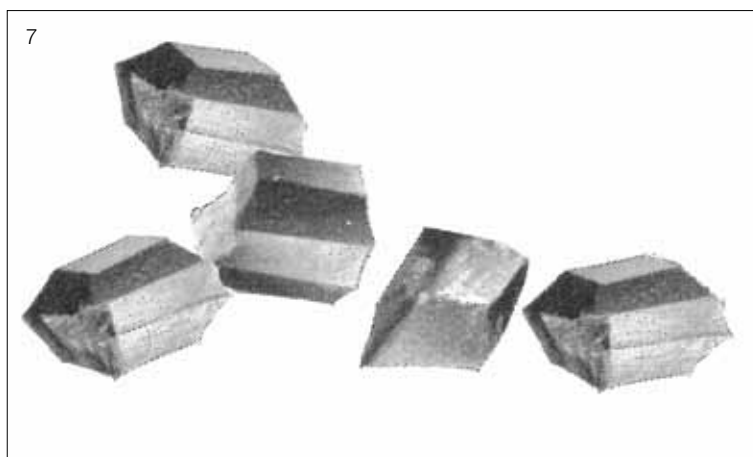


Abb. 7 Remanit G hart Legierungsplättchen (CrCo, MoGu) aus einem Dentaurn-Katalog von 1939

die Zahntechniker, edelmetallfreie Aufbrennlegierungen zu verwenden, die bereits seit Ende der 60er bis Anfang der 70er Jahre bekannt waren [6]. Es stellte sich dabei schnell heraus, dass diese Legierungen kein billiger Ersatz waren, sondern aufgrund materialspezifischer Eigenschaften gegenüber den Edelmetallen eine Reihe von Vorzügen aufwiesen [4]. Die ersten dieser edelmetallfreien Aufbrennlegierungen waren Nickel-Chrom-Legierungen mit bis zu 2 % Beryllium. Wegen des aufkeimenden starken Zweifels hinsichtlich Toxizität** und Kanzerogenität*** des enthaltenen Berylliums, und der damit verbundenen biologischen

Unbedenklichkeit, haben sich diese berylliumhaltigen Legierungen in Europa und insbesondere in Deutschland glücklicherweise nicht durchsetzen können und verschwanden schnell wieder vom Markt. Seit Anfang der 80er Jahre wurden die Cobalt-Chrom-Modellgusslegierungen derart modifiziert, dass sie als Kronen- und Brücken- sowie Aufbrennlegierungen verwendet werden konnten. Ein Beispiel für diese Weiterentwicklungen ist die Legierung remanium CD (Abb. 10), die seit 1982 bei Dentaurn in der neuen Vakuum-Schmelz- und Gießanlage im Feinguss hergestellt wurde (Abb. 11).



Abb. 8 Die CrCoMo-Legierung Remanit G federhart aus dem Jahr 1957

Im Jahr 1984 folgte mit der Einführung von remanium CS eine weitere edelmetallfreie Legierung.

Die Schmelzanlage wurde 1985 erweitert, wodurch die Produktion im Stranggussverfahren unter Vakuum und Schutzgas ermöglicht wurde. Die Legierungen remanium GM 380, remanium GM 700 und remanium G weich wurden fortan auf dieser Anlage gegossen. Die anfängliche Gießkapazität von 30 kg wurde dabei sukzessive bis auf eine Tagesausbringung von 400 kg hochgefahren.

Insbesondere die neuen edelmetallfreien CoCr-Legierungen für den festsitzenden Zahnersatz stießen in der dentalen Fachwelt auf großes Interesse, aber auch auf so manchen erbitterten Widerstand. Ein sehr gut besuchtes, neutrales Diskussionsforum fand am 14. Oktober 1989 in Pforzheim statt. Im Verlauf des von Dentaurn organisierten Symposiums „dentale Superlegierungen“ wurden die edelmetallfreien Legierungen unter der wissenschaftlichen Leitung des Schweizer Zahnarztes *Prof. Dr. J. Wirz* durch eine Vielzahl unabhängiger Lehrmeinungen beleuchtet.

Mit der Einführung des Medizinprodukte-Gesetzes im Jahr 1995 wurden für Dentallegierungen neue gesetzliche Vorschriften und Regelungen gültig, die in Analogie zum Arzneimittelgesetz standen. Sichtbares Zeichen der Erfüllung der neuen Anforderungen ist bis heute die CE-Kennzeichnung****. Alle Legierungen von Dentaurn sind seit dem 1. März 1995 mit diesem Konformitätsnachweis versehen.

Das Jahr 2000 brachte mit der Modellgusslegierung remanium GM 900 eine innovative Neuheit für die Zahntechnik, denn die titan- und kohlenstofffreie Modellgusslegierung zeichnete sich durch eine besonders gute Laserschweißbarkeit aus. Im Jahr 2003 wurde bei Dentaurn die Produktion der Kronen- und Brückenlegierungen auf Strangguss umgestellt. Auf die seit 1993 hergestellte Legierung remanium 2000 folgte remanium 2000+, GM 380 wurde durch remanium GM 380+ abgelöst, remanium GM 800+ ersetzte GM 700 und GM 800, jeweils mit einer weiteren Legierungsoptimierung verbunden.

Neu zur Legierungspalette hinzu kam in diesem Jahr remanium Star, eine CoCr-Legierung mit sehr geringer Härte.

2005 wurde mit remanium Secura eine besonders einfach und sicher zu verarbeitende CoCr-Legierung vorgestellt. Ebenfalls 2005 wurde mit remanium LFC eine Legierung in das Dentaforum-Lieferprogramm aufgenommen, die hinsichtlich der Wärmeausdehnung den „Biologierungen“ auf hochgoldhaltiger Basis entsprach und mit denselben Spezialkeramiken verblendet werden kann.

Vor einigen Jahren begann sich die dentale Welt erneut drastisch zu verändern. Dieses Mal in Richtung zunehmender maschineller Fertigung und digitaler Vernetzung. Die Gründe hierfür waren zum einen neue Werkstoffe, die sich der klassischen Gießtechnik entzogen, aber auch der durch die ausländische Konkurrenz und dem steigenden Angebot von kostengünstigem Zahnersatz aufgebaute Kostendruck, dem durch rationale industrielle Fertigungsmethoden begegnet wurde. Heute ist in Europa der Einzug von Hightech-Bearbeitungsmethoden zur Zahnersatzfertigung Realität geworden. In Deutschland wird Zahnersatz zunehmend in speziellen Fertigungszentren frästechnisch und im Laser-Schmelz-Verfahren (oder auch Selective Laser Melting, kurz SLM) aus den seit den 80er Jahren bewährten Kobalt-Chrom-Legierungen produziert. Dies zeigt zum einen den Paradigmenwechsel in den Herstellungsverfahren, verdeutlicht aber auch, wie wichtig eine enge Zusammenarbeit zwischen System- und Werkstoffanbieter ist, um eine sichere, klinisch bewährte Legierung mit modernsten Methoden wirtschaftlich bearbeiten zu können [7].

Edelmetallfreie remanium-Gusslegierungen von Dentaforum sind nun seit vielen Jahrzehnten in der Prothetik ein Qualitäts-Begriff und millionenfach im Einsatz. Um den Anwendern oder Nutznießern neuer Technologien weiterhin die Anwendung langjährig klinisch bewährter Legierungen zu ermöglichen, steht heute die CoCr-Legierung remanium star in gleicher Qualität für drei Verarbeitungstechniken zur Verfügung: Neben den bekannten Gusszylindern für den zahntechnischen Feinguss (Abb. 12a) sind seit 2008 auch Fräsrohlinge für die spanende Bearbeitung (Abb. 12b) und seit 2010 Mikro-Pulver für die SLM-Technik (Abb. 12c) verfügbar [8].

Diese jüngste Technik zur computergestützten Herstellung von Zahnersatz ba-

siert auf der Pulvermetallurgie. Im Gegensatz zum Fräsen wird bei der SLM-Technik nicht Material von einem massiven Rohling abgetragen, sondern eine gewünschte Kontur aus Metallpulver lagenweise mit einem Laserstrahl schichtförmig aufgebaut. Das hierzu erforderliche „Slicen“, also das Aufteilen der virtuellen Modellation in dünne Scheiben, erledigt zuvor eine entsprechende Software.

Hierfür geeignete Anlagen kommen ursprünglich aus dem industriellen Bereich des Formenbaus und des Rapid Prototyping und sind auf die Bedürfnisse der Dentaltechnik angepasst worden. Der

Vorteil des Verfahrens liegt in dem sehr ökonomischen Materialverbrauch. Denn da es sich um ein additives Verfahren handelt, wird nur so viel Pulver verschmolzen, wie für die Herstellung des Bauteils benötigt wird. Für diese Methode werden derzeit hauptsächlich CoCr-Legierungen eingesetzt. Neben der Bearbeitungstechnik ist das eingesetzte Legierungspulver von elementarer Bedeutung für ein hochwertiges prothetisches Gerüst. Relevant sind hierbei die Zusammensetzung, Pulverform, Korngröße sowie Korngrößenverteilung, denn diese Parameter bestimmen die Qualität und Präzision der daraus hergestellten Teile.



Abb. 9
Der Beginn einer Ära:
1964 folgte die Einführung
der federharten CrCoMo-Modell-
gusslegierung remanium GM 380



Abb. 10
Ein Name, der
für vielseitig, aber
auch die Ände-
rungen des Dental-
marktes steht: 1982
wurde die edelme-
tallfreie Aufbrenn-
legierung remanium
CD (CoCrMo)
eingeführt



Abb. 11 Feingießerei bei Dentaureum im Jahr 1984

Die Firma Dentaureum verfügte aufgrund ihrer langjährigen Tätigkeit im Orthodontie-Sektor [8] bereits vor der breiten Einführung dieser Fertigungstechnologie über umfangreiche Erfahrung und Knowhow mit SLM-Pulvern und konnte diesen Umstand in die Entwicklung eines CoCr-Legierungspulvers einbringen.

Die spannende Bearbeitung gegossener Fräsrohlinge ist nicht sinnvoll [9]. Gerüste, die aus derartigen Rohlingen hergestellt wurden, sind erheblich grobkörniger als die im zahntechnischen Feinguss hergestellten Teile. Mit zunehmender Rohlingsdicke wächst zudem die Gefahr von Porositäten und Lunkern. Dentaureum ist es gelungen, diese Nachteile zu vermeiden und ein Verfahren zur Herstellung von Fräsrohlingen aus Dentallegierungen zu finden, das prothetische Ergebnisse mit wesentlich verbesserten mechanischen Eigenschaften garantiert – insbesondere gegenüber der gusstechnischen Herstellungsweise adäquater Teile. Das Gefüge der so hergestellten Legierungsröhlinge zeichnet sich dabei bei gleicher chemischer Zusammensetzung durch ei-

ne feine Struktur sowie absolute Poren- und Lunkerfreiheit aus. Daraus resultieren nicht nur verbesserte mechanische Eigenschaften der Prothetikkomponenten, sondern auch verbesserte technologische Eigenschaften, die für den Herstellungsprozess erstrebenswert sind. Zum Beispiel wird aufgrund der besseren Zerspanbarkeit der für das Fräsen und die eventuell erforderliche manuelle Feinkorrektur durch den Zahntechniker erforderliche Aufwand reduziert. Besonders wichtig ist zudem, dass eine bereits im Labor für das Gießverfahren eingesetzte Dentallegierung verwendet werden kann, so dass trotz verändertem Fertigungsverfahren auf die biologische Verträglichkeit und klinische Erfahrung mit dieser Legierung vertraut werden kann [9]. Dentaureum bietet aufgrund modernster Herstellmethoden eine sichere, seit Jahren bewährte Legierung und die Möglichkeit, diese mittels hochwertiger Maschinenteknik zu verarbeiten und somit die optimalen Voraussetzungen für eine wirtschaftliche und dennoch qualitativ hochwertige Prothetik.

Die remanium® Legierungen:

Kronen und Brücken

remanium® star

Moderne Aufbrennlegierung mit hervorragenden Bearbeitungseigenschaften und niedriger Härte. Geeignet für alle Verarbeitungstechnologien.

remanium® segura

CoCr-Aufbrennlegierung mit höchstem Sicherheitspotential bei der Verarbeitung. Ausgezeichnetes Gießverhalten auch im Vakuum-Druckguss.

remanium® 2000+

Klinisch langzeitbewährte CoCr-Aufbrennlegierung mit niedrigem WAK-Wert.

remanium® 2001

CoCr-Aufbrennlegierung mit sehr gutem Preis-Leistungs-Verhältnis. Einfache Verarbeitungseigenschaften.

remanium® LFC

CoCr-Aufbrennlegierung mit hohem WAK-Wert für niedrigschmelzende, hochexpandierende Verblendkeramiken.

remanium® CS+

NiCr-Aufbrennlegierung mit ausgezeichnetem Keramikverbund. Eckige Gusswürfel für schnelles und sicheres Gießen.

remanium® CSe

NiCr-Aufbrennlegierung mit sehr anwenderfreundlichen Verarbeitungseigenschaften.

remanium® G-weich

Bewährte NiCr-Legierung für die Kronen- und Brückentechnik und Kunststoffverblendung.

Modellguss

remanium® GM 800+

Extra federharte Universallegierung mit hoher Dehngrenze für alle Bereiche der Modellgusstechnik.

remanium® GM 380+

Langzeitbewährte federharte Legierung für alle Bereiche der Modellgusstechnik.

remanium® GM 900

Extra federharte, moderne Legierung für alle Bereiche der Modellgusstechnik. Durch Kohlenstofffreiheit exzellente Laserschweißbarkeit.

Sicherheit durch zertifizierte Qualität

Beste Bioverträglichkeit

Labortests bestätigen die hervorragende Korrosionsbeständigkeit; die biologische Verträglichkeit wird anhand durchgeführter Zytotoxizitätstests von unabhängigen Instituten bestätigt. Bitte fordern Sie unsere Zertifikate an. Alle CoCr-Kronen- und Brücken-Legierungen sind frei von Beryllium, Eisen (außer remanium® LFC), Nickel, Gallium, Indium und Kupfer.

CE 0483

D
DENTAUREUM
www.dentaureum.de

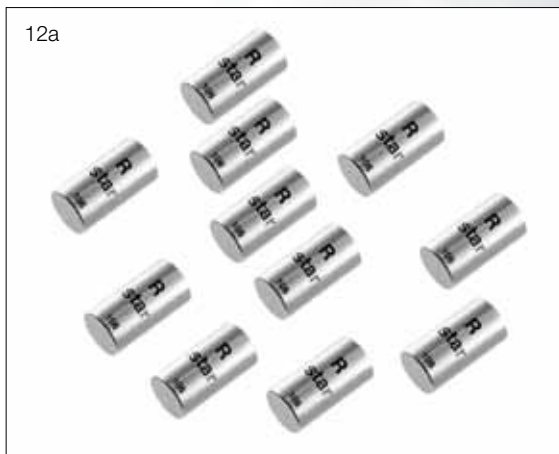


Abb. 12a bis c: Eine Legierung, drei Verarbeitungsvarianten: remanium star als Gusszylinder (a), Fräsrohlinge (b) und Mikro-Pulver für die SLM-Technik (c)

Zu den Personen

Der Dipl. Betriebswirt (FH) Hans-Ulrich Winter kann auf langjährige Erfahrung im Produktmanagement und Marketing verschiedener Unternehmen zurück blicken. Hans-Ulrich Winter ist für die Unternehmenskommunikation der Dentaforum-Gruppe verantwortlich. Er ist Autor von Vorträgen und Veröffentlichungen rund um das Thema „Internet in der Dentalbranche“.

Dr. Jürgen Lindigkeit studierte von 1971 bis 1976 Maschinenbau und Werkstoffwissenschaften an der Ruhr Universität in Bochum. Von 1976 bis 1979 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkstoffforschung der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln tätig. 1979 promovierte er zum Doktor der Ingenieurwissenschaften und leitete von 1979 bis 1980 die Arbeitsgruppe für Niedertemperaturmaterialien bei MAN-Neue Technologie, München. Von 1980 bis 1995 bekleidete er eine Reihe führender Positionen in Entwicklung, Produktion und Produktmanagement in der Medizin- und Dentalindustrie. Seit 1996 ist Dr. Lindigkeit bei der Firma Dentaforum GmbH & Co. KG tätig. Dort zeichnet er für die Entwicklung Prothetik (Zahntechnik und Metallurgie) verantwortlich. Er ist Mitglied von nationalen und internationalen Fachgesellschaften wie der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde (DGM), Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), Deutschen Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien e.V. (DGPro) und der International Association of Dental Research (IADR), Obmann der Arbeitsgruppen für NEM-Legierungen und für Fügetechnik im Deutschen Institut für Normung (DIN-NA Dental) sowie Vorsitzender der internationalen ISO-Arbeitsgruppen „base metal alloys“ (ISO/TC 106 (dentistry)/SC2-WG2) sowie „brazing materials“ (ISO/TC 1062). Dr. Lindigkeit ist Autor zahlreicher Publikation über Dentalwerkstoffe und Fachreferent im In- und Ausland.

Kontaktadresse

Dipl. Betriebswirt Hans-Ulrich Winter • Fon +49 7231 803-482 • Fax +49 7231 803-195 hans-ulrich.winter@dentaforum.de
 Dr.-Ing. Jürgen Lindigkeit • Fon +49 7231 803-476 • Fax +49 7231 803-493 • juergen.lindigkeit@dentaforum.de
 Dentaforum GmbH & Co. KG • Turnstr. 31 • 75228 Ispringen • www.dentaforum.com

