

# ZT AUSBILDUNG

Was geht ab?! Die Seite für Azubis.

## Sind Dentallegierungen bald am Ende?

Zirkonoxid ist in aller Munde, trotzdem sind Dentallegierungen keine Auslaufmodelle, meint Dr. Jürgen Lindigkeit. Der Leiter im Bereich Zahntechnik bei Dentaforum zeigt nicht nur warum, sondern stellt unter anderem auch die Vor- und Nachteile einzelner Verarbeitungsformen sowie wichtige Kriterien bei der Auswahl von Dentallegierungen dar.

Die zahnärztliche Prothetik befasst sich heute intensiv mit keramischen Gerüstwerkstoffen. Insbesondere Zirkoniumdioxid als metallfreier, weißer oder zahnfarbener Gerüstwerkstoff ist aktuell und die Auslotung der zahnmedizinischen und zahntechnischen Grenzen dieses Werkstoffs im vollen Gang. Sind unsere Dentalle-

ger Begriffe kursieren als Bezeichnung für edelmetallfreie Werkstoffe in der Zahntechnik. Tatsache ist, dass die Industrie mit dem Begriff NE alle Nicht-Eisen-Metalle bezeichnet, und zwar in Abgrenzung zu den technisch immer noch bedeutsamsten Eisenmetallen. Unter Stahl versteht die Werkstoffkunde Eisen-Legierungen mit einem

Beschreibung der heutigen Modellgusslegierungen auf CoCr-Basis.<sup>2</sup>

Als Edelmetalle werden heute im Dentalbereich üblicherweise neben Gold die sechs Elemente der so genannten Platingruppe, nämlich Ruthenium, Rhodium, Palladium, Osmium, Iridium und Platin selbst bezeichnet. Edelmetall-Legierungen basieren in ihrer Zusammensetzung auf einem dieser Elemente. Demgegenüber versteht man unter edelmetallfreien Legierungen im eigentlichen Sinn solche, die keine Edelmetalle enthalten (Abb. 2 a,b). Es gibt heute allerdings einige „edelmetallfreie“ Legierungen, die auch geringe Ge-

halte an z.B. Gold als Richtschnur für die Werkstoffauswahl aus zahnärztlicher Sicht ist für prothetische Versorgungen dabei gefordert:

- a) nur hochkorrosionsbeständige Werkstoffe und
- b) so wenig verschiedene Legierungssysteme wie möglich im Mund zu verwenden.

Gerade die Legierungsvielfalt mit einer Anzahl nicht unproblematischer Legierungen und Patientenklagen über Nebenwirkungen haben 1993 zu den Empfehlungen über Legierungen in der zahnärztlichen Therapie des ehemaligen Bundesgesundheitsamtes geführt<sup>3</sup>, nach denen nur solche Dentallegierungen verwendet werden sollen, deren Verträglichkeit geprüft ist oder von denen aus der Praxis bekannt ist, dass sie gut vertragen werden.

Es gibt in der Zahntechnik und Zahnmedizin nur wenige Werkstoffsysteme, die sowohl die Forderung a) nach hoher Korrosionsbeständigkeit und Biokompatibilität erfüllen und auf der anderen Seite gemäß Forderung b) multiindikativ einsetzbar

sind. Auf der EM-Seite sind dies hochgoldhaltige Legierungen, bei den edelmetallfreien Werkstoffen Titan (keine Legierung, sondern ein Reinelement) und das CoCr-Legierungssystem. Welcher Werkstoff nun verwendet wird, sollte das Ergebnis einer individuellen, patientenbezogenen Beratung und Analyse sein.

Seit dem 1. Januar 2005 haben Patienten durch die Umstellung auf die „befundorientierten Festzuschüsse“ mehr Wahlfreiheit bei ihrer Entscheidung, da sich die Berechnung der Kosten für den Zahnersatz nicht mehr wie bisher an der Art des verwendeten Zahnersatzes, sondern

am Befund orientiert. Den Zuschuss seiner Krankenkasse erhält er auch dann, wenn er sich aus der Fülle der Möglichkeiten des modernen Zahnersatzes für eine höherwertige Versorgung entscheidet.

ständigkeits können heute durch In-vitro-Versuche identifiziert werden. Für diese Testung von Dentallegierungen hat sich weltweit mittlerweile ein siebentägiger Immersionstest in einer Milchsäure-Kochsalz-Lösung etabliert.<sup>4</sup> Dabei zeigt sich, dass heute auch edelmetallfreie Werkstoffe verfügbar sind, die genauso hochkorrosionsbeständig sind wie hochwertige EM-Legierungen (Abb. 5). Die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheil-



Abb. 3: Ästhetik in CoCr, keramikverblendet.

Die Festlegung der Festzuschüsse erfolgte auf der Basis von edelmetallfreien Legierungen. Der Einsatz z.B. einer EM-Legierung oder von Vollkeramik allein ändert nichts daran, dass der Zahnersatz als Regelversorgung betrachtet wird. Wünscht der Patient einen solchen Prothetikwerkstoff, so hat er die entstehenden Mehrkosten selbst zu tragen. Auch ein Wechsel von der Regelversorgung zu gleichartigem oder zu andersartigem Zahnersatz kann ein erheblicher Kostenfaktor werden. Gerade hier bietet sich jedoch für Zahnarzt und Labor die Chance, im Rahmen aller Möglichkeiten dem Patienten auch die Realisierung von hochwertiger, preislich attraktiver Prothetik mit edelmetallfreien Werkstoffen aufzuzeigen (Abb. 3 und 4).

### Korrosionsbeständigkeit und Biokompatibilität

Korrosionsbeständigkeit und Körperverträglichkeit beruhen primär auf der chemischen Zusammensetzung. Legierungen mit einer auf Grund der Legierungszusammensetzung à priori nicht vorhandenen Korrosionsbe-

kunde (DGZMK) erwähnt in ihren Empfehlungen zu Dentallegierungen<sup>6</sup> explizit die vergleichbare Korrosionsfestigkeit von hochgoldhaltigen Legierungen, Reintitan und CoCr-Legierungen. Die klinische Eignung dieser Werkstoffe gilt als gesichert und ihre Wahl für den festsitzenden bzw. herausnehmbaren Zahnersatz ist nur in den seltensten Fällen kontraindiziert. Nun können allergische Reaktionen bei allen Dentallegierungen, mit Ausnahme von Titan, nicht 100%ig ausgeschlossen werden. Gemessen an ihrer Verbreitung sind Allergien jedoch äußerst selten.

Auch die Normen im Dentalbereich tragen dazu bei, dass Dentallegierungen immer sicherer werden. Nach den meisten Normen (ISO 1562, ISO 16744, ...) sind heute Beryllium und Cadmium als Legierungsbestandteile verboten. Nickelgehalte von mehr als 0,1% müssen angegeben werden und dürfen den angegebenen Wert nicht übersteigen (Abb. 6).

### Zahntechnische Verarbeitung im Labor

Zusammensetzung, technische Qualität und Biokompa-

ZT

Indikation	Titan	Co-Basis	Au-Basis	ZrO <sub>2</sub>
Füllungen, Teilkronen	+	--	++	--
Vollkronen	++	+	++	--
Verblendkronen	++	++	++	++
Brücken	++	++	++	++
Adhäsiv-Brücken	+	++	--	+
Gussprothesen mit Klammern	++	++	--	--
Geschiebe-, Steg-Prothesen	++	++	+	+/-
Teleskop-Prothesen	++	++	+	+
Implantat-Suprakonstruktionen	++	+	+	++
Endodontische Stifte	++	+	++	++
	18	15	13	11

Abb. 1: Indikationen und Eignung von metallischen Dentalwerkstoffen (1) und ZrO<sub>2</sub>.

gierungen also Auslaufmodelle? Nein, denn wenngleich sich die keramischen Gerüstwerkstoffe für bestimmte Indikationen im Wettbewerb zu Dentallegierungen befinden, so haben sie doch gegenüber den metallischen Gerüstwerkstoffen sehr eingeschränkte Indikationen (Abb. 1). Metallische Prothetikwerkstoffe sind deshalb keine Auslaufmodelle, sondern werden auch in Zukunft die Basis von bewährten Prothetikkonzepten sein.

### Begriffe auf den Punkt gebracht

NE, NEM, Stahl, Unedelmetall: Eine Anzahl denkwürdi-

ZT

	remanium® STAR	remanium® 2001	remanium® 2000+	remanium® segura	remanium® Ifc
Co	60,5	63	61	58	33
Cr	28	23	25	30	30
Mo	-	7,3	7	3	5
W	9	4,3	5	5,5	5,5
Si	1,5	1,6	1,5	1,5	<1
Fe	-	-	-	-	29
Sonstige:	-	-	-	1,25 Ta	1,5 Mn
sonstige <1	Mn, N, Nb	Mn, N	Mn, N	Mn, N	N, C

Abb. 2a: Zusammensetzung edelmetallfreier Legierungen (CoCr für festsitzenden ZE).

Kohlenstoffgehalt von weniger als 2%. In der Zahntechnik verfehlt der offenbar unausrottbare, historisch überlieferte Begriff Stahl schon lange seine Berechtigung zur

oder Platin enthalten. Andererseits bestehen auch Edelmetall-Legierungen üblicherweise nicht ausschließlich aus Edelmetallen. Zur Einstellung bestimmter Eigenschaften sind andere (Nichtedelmetall-)Elemente oftmals unentbehrlich. Mit den Bezeichnungen EM für Edelmetall- und EMF für Edelmetallfreie Legierungen ist aber eine ausreichende Charakterisierung dieser beiden großen Legierungsgruppen möglich.

### Anspruchsvoll: Die Werkstoffauswahl

Der Zahnarzt legt die zu verwendende Legierung fest!<sup>2</sup>

ZT

	remanium® GM 380+	remanium® GM 900	remanium® GM 800+
Co	64,6	62	63,3
Cr	29	30	30
Mo	4,5	5,5	5
Si	<1	1,2	1
Mn	<1	-	<1
C	<1	-	<1
Ta	-	1,2	-
N	<1	<1	<1

Abb. 2b: Zusammensetzung edelmetallfreier Legierungen (CoCr für Modellguss).



Abb. 4a, b: CoCr-Kombiarbeit mit keramikverblendetem Sekundärgerüst.



Abb. 4b

ZT

Werkstoff	Massenverlust
cp-Ti (Ti 99,5)	2,0
cp-Ti (Ti 99,5)	1,53
cp-Ti (Ti 99,5)	1-2
Co 61 Cr 25 Mo 7 W 5 Si Mn	0,65
Ni 61 Cr 26 Mo 11 Si 1,5	0,3
Ni 68 Cr 17,4 Mn 5,5 Mo 4,5 Si Cu Be 0,5	850,0
Au 68 Ag 12 Pd 6 Cu 6 Zn 3 Pt 1	1,0
Au 85,6 Pt 12,7 In Ga Zn	8,27
Cu 79,3 Al 7,8 Ni 4,3 Fe Zn	1528,32

Abb. 5: Massenverlust (µg/cm<sup>2</sup>) von metallischen Dentalwerkstoffen, statischer Immersionstest nach ISO 10271.

ZT

Norm	Angabe Legierungselemente, Genauigkeit			gefährliche Elemente
	±0,5 %	±1 %	±2 %	
DIN EN ISO 1562:2004-08, Zahnheilkunde – Goldgusslegierungen	X ab min. 1 %			Ni: wenn >0,1 % Cd: <= 0,02 % Be: <= 0,02 %
DIN EN ISO 6871-1: 1996 Edelmetallfreie Dentalgusslegierungen Teil I: Kobalt-Basis-Legierungen		X bei > 2 % < 20 %	X bei > 20 %	Ni: wenn >0,1 % Cd: <= 0,02 % Be: <= 0,02 %
DIN EN ISO 8891: 2000-11 Dentalgusslegierungen mit einem EM-Anteil von mind. 25% bis unter 75%	X ab min. 1 %			Ni: wenn >0,1 % Cd: <= 0,02 % Be: <= 0,02 %
DIN EN ISO 9693: 2000-12 Dentale restaurative Metallkeramiksysteme	X ab min. 1 % (EM-Leg.)	X bei > 2 % < 20 % (EMF-Leg.)	X bei > 20 % (EMF-Leg.)	genaue %-Angabe von Ni, Be, Cd Ni: wenn >0,1 % Cd: wenn >0,02 % Be: wenn > 0,02 %
DIN EN ISO 16744: 2004-05 Zahnheilkunde-Nichtedelmetall-Werkstoffe für festsitzenden Zahnersatz		X > 1 % <= 20 %	X > 20 %	Ni: wenn >0,1 % Cd: <= 0,02 % Be: <= 0,02 %

Abb. 6: Dentalnormen, Angaben zur Legierungszusammensetzung.

tibilität sind wichtige Aspekte einer Dentallegierung. Darauf müssen Zahn-

techniker, Zahnarzt und Patient vertrauen können. Erforderlich ist aber zusätzlich

eine einfache und sichere Verarbeitung, denn nur dann gelingt es, die Qualität des Pro-

duktes zu sichern und in die Praxis umzusetzen. Der Zahntechniker seinerseits muss aber auch die Gebrauchsanweisungen unbedingt befolgen. Die Einhaltung der vom Hersteller angegebenen werkstoffspezifischen Hinweise ist nicht als Einschränkung zu verstehen, sondern die Grundlage einer einfachen und sicheren Verarbeitung. Voraussetzung ist natürlich, dass der Hersteller eine entsprechende detaillierte Verarbeitungsanweisung bereitstellt. Mancher Billiganbieter scheitert an diesem Qualitätskriterium! Die gießtechnische Verarbeitung von Dentallegierungen ist trotz CAD/CAM-Technik immer noch die gängigste und auch die kostengünstigste Methode im Dentallabor. Der heutige Stand der Verarbeitungstechnologie ist dabei so hoch entwickelt, dass auch die Verarbeitung von edelmetallfreien Legierungen und Reintitan problemlos möglich ist. So sind CoCr-Legierungen mit einer edelmetall-

typischen Härte verfügbar (Abb. 7). Universal-, Schmelz- und Gießanlagen können für EM- und EMF-Legierungen sowie Titan eingesetzt werden (Abb. 8) und die Speed-Gusstechnik ist heute auch für Titan möglich. Im Gegensatz zur CAD/CAM-Technik sind gerätespezifische Investitionen in diesem Bereich in den letzten Jahren sogar erschwinglicher geworden. Die CAD/CAM-Bearbeitung wird auf absehbare Zeit keine Konkurrenz zur Gießtechnik werden – ihre Weiterentwicklung dokumentiert zwar den Innovationsdrang der Dentaltechnik, aber die Indikationsbreite dieser Technik ist eingeschränkt und die Wirtschaftlichkeit fraglich. Während auf dieser Seite also enthusiastisch an Werkstoffen mit einer extremen Härte von 1.200 HV 10 geschliffen wird, formiert sich auf der anderen Seite eine gutgläubige „Geiz ist geil“-Mentalität und ein anderes Extrem: Es wird behauptet, dass die WIG-Schweißtechnik – im Dentalbereich unter dem Phantasie-Namen „Phasern“ bekannt – das volle Leistungsspektrum des Laserschweißens zu einem Bruchteil der Kosten bieten kann. Fakt ist aber, dass es neben der universellen Laserschweißtechnik weitere Problemlösungen für Teilbereiche der metallischen Fügetechnik gibt: Punktschweißgeräte und auch ein WIG-Schweißgerät, z.B. für Aufgaben in der KFO, können Lösungen für gezielte, aufgabenspezifische Problemstellungen bieten. Die Wirtschaftlichkeit dieser Lösungen ist dabei auch von den individuellen Anforderungen und Umständen abhängig und eine Extrabetrachtung wert.

ZT


Werkstoff	Härte
Rein-Titan	200 HV
Dentaurum Classic (AuPt)	245 HV
Remanium star (CoCr)	280 HV
Remanium 380+ (CoCr)	360 HV
Nat. Zahn	341–424 HV
Verblend-Keramik	600–670 HV
Zirkonoxid	1200 HV

Abb. 7: Härte von Dentalwerkstoffen im Vergleich.

### Zusammenfassung

Metallische Prothetikwerkstoffe sind keine Auslaufmodelle, sondern werden auch in Zukunft die Basis von bewährten Prothetikkonzepten sein. Die neuen befundorientierten Festzuschüsse bieten die Möglichkeit, dem Patienten die vielfältigen Versorgungsmöglichkeiten vorzustellen und dabei auch die Realisierung von hochwertiger, preislich attraktiver Prothetik mit edelmetallfreien Werkstoffen einzubeziehen. Der heutige

ANZEIGE



34. Jahrestagung der  
Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie e.V.

12 Fortbildungspunkte für Zahnärzte

## Programm 2005

**Donnerstag, 26. Mai 2005 | 14.00 – 17.45 Uhr | Hegelsaal**  
Prof. Weber: Begrüßung

- ZA E. Trick, T. Klein, ZTM, Berlin  
Mögliche Wege zu einer anspruchsvoll hochwertigen Implantatversorgung im Frontzahnbereich (Zwiegespräch)  
Der besondere Vortrag!  
Dr. S. Holst, Erlangen, E.A. Hegenbarth, ZTM, Buchköbel  
Ästhetik auf Implantaten und Zähnen – Kommunikation, Interaktion, Materialien (Zwiegespräch)  
15.30 – 16.15 Uhr | Pause
- ZA S. P. Andreas, Frankfurt, J. Jakob, ZTM, Griesheim  
Supragingivale Veneers unter besonderer Berücksichtigung der Gingiva-Gesundheit und der Erhaltung der gesunden Zahnschmelze (Zwiegespräch)
- Dr. A. Böckler, cand. med. dent. C. Ehring, Prof. J. Setz, Halle  
Mechanische Eigenschaften von Magnet-Attachments für die Implantatprothetik
- H. Stemmann, ZT, Hainburg  
20 Jahre korrosionsgeschützte Minimagnete: Erfolgreiche medizinische Therapie in der Gerostomatologie und Defektprothetik  
17.45 – 18.00 Uhr | Pause  
18.00 Uhr Mitgliederversammlung  
20.00 – 22.00 Uhr | Get Together-Party

**Freitag, 27. Mai 2005 | 9.00 – 18.00 Uhr | Hegelsaal**  
Prof. Weber: Begrüßung

- S. E. Steger, ZT, Bruneck | Zirkon für Jedermann  
Festvortrag, Dr. Ulf Merbold, Siegburg  
Wissenschaft und Abenteuer im Weltraum  
11.15 – 11.35 Uhr | Pause
- F. Wüstefeld, ZTM, Hemmingen  
Implantatabutments: individuelle Lösungen aus Zirkonoxid
- R. Semsch, ZTM, Freiburg | Dürfen Implantate im zahnlosen Kiefer als Luxus bezeichnet werden?  
12.35 – 14.00 Uhr | Mittagspause
- F. Fischer, ZTM, Rottweil | Ästhetik mit System – einfache und reproduzierbare Ergebnisse
- H. Mink, ZTM, Fellbach | Überpresstechnik „Pressthetics“
- B. Egger, ZTM, Füssen | Die bioästhetische Rekonstruktion
- V. Brosch, ZTM, Essen | Keramischer Gerüstwerkstoff und seine Auswirkung auf die Ästhetik

Auskunft und Anmeldung  
Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie e.V.  
Hartmeyerstraße 62 | 72076 Tübingen  
Telefon 0 70 71 | 6 14 73, 96 76 96  
Telefax 0 70 71 | 96 76 97  
info@ag-dentale-technologie.de  
www.ag-dentale-technologie.de

**Schwerpunktt Themen 2005**

**Zahnmedizin zum Wohlfühlen**  
Ästhetik als eine Voraussetzung für **Gesundheit**  
Implantate – Medizinische Therapie oder **Luxus?**

**26.–28. Mai, Stuttgart | Liederhalle**

16.00 – 16.25 Uhr | Pause

- Dr. H.-J. Burkhardt, Plochingen  
Wirtschaftlichkeit und Ästhetik in Glaskeramik – Eine Standortbestimmung nach 10 Jahren Erfahrung
- J. Meinhof, ZTM, Berlin | Komplexe festsitzende Implantatversorgungen – Ein neuer Weg durch das PBLG-Konzept
- Dr. A. Schmiere, Stuttgart | Natürliche Transpezustände nutzen

**Parallelveranstaltung im Silber-Saal**  
exklusiv für Studenten, Auszubildende, Meisterschüler

14.00 – 17.15 Uhr | Moderation Jürgen Mehlert

- T. Dürr, Bremen | Zukunft durch Leistung – Erfolgs perspektiven für den Zahntechniker
- G. Resch, ZTM, Großrollefeld  
Zahnfleisch macht Spass, Gingiva in der Kunststoffprothetik  
15.00 – 15.15 Uhr | Pause
- A. Klar, ZTM, Berlin  
Der dentale Einstücheguss aus CrCoMo oder Titan
- F. Kaiser, ZT, Curitiba, Brasilien  
Überblick über den neuesten Stand der Frästechnik
- M. Reinhardt, Karlsruhe | Gesundes Sehen im Dentallabor  
20 Uhr ADT-Party in der Alten Reithalle im Maritim-Hotel

**Samstag, 28. Mai 2005 | 9.00 – 13.00 Uhr | Hegelsaal**  
Prof. Weber: Begrüßung

- Dipl.-Ing. S. Cramer v. Clausbruch, Lienzengen  
Titan oder Titanlegierungen – Gießen oder Fräsen?
- Prof. W. Niedemeier, Köln  
Attachments bei implantatgestützten Prothesen

Der aktuelle Vortrag  
Dr. G. A. Petrin, Stuttgart, C. Müller, ZTM, Freiburg  
Verblendkeramik versus Vollkeramik – Ist die Vollkeramik die Lösung für Zahnersatz in der Implantologie?  
10.35 – 11.25 Uhr | Pause

- Dr. S. Siervo, Mailand | Implantatprothetische Versorgungen Prävention, Spätlingriff oder medizinische Luxustherapie?
- A. Fesilli, ZTM, CH-Wangen, D. Frigerio, ZTM, Lugano  
Totalprothetik (Gerber)
- K. Müllerhies, ZT, Gütersloh | Natürliche Schönheit durch minimal invasive Restaurationen  
13.00 Uhr | Ende der Veranstaltung

**Anmeldung** – Gewünschtes bitte ankreuzen!

Ich bitte um Zusendung des Tagungsführers.

Mitgliedsbeitrag 2005 | 46,00 Euro  
Die Mitgliedschaft ist zugleich Eintrittskarte für alle drei Tage.

Alle drei Tage als Nichtmitglied | 60,00 Euro

Tageskarte pro Tag. | 30,00 Euro  
 Donnerstag  Freitag  Samstag

Kostenlose Mitgliedschaft für Auszubildende und Studenten.  
Mitgliedschaft = Eintrittskarte für alle drei Tage. (Nachweis)

Bitte in Druckbuchstaben ausfüllen!

Name: \_\_\_\_\_

Strasse/Nr.: \_\_\_\_\_

PLZ/Ort: \_\_\_\_\_

Telefax: \_\_\_\_\_

eMail: \_\_\_\_\_

Kontaktinformationen siehe oben!



Abb. 8: Universalgießgerät Autocast universal 230 (Dentaurum).

Stand der Verarbeitungstechnologie ist dabei so hoch entwickelt, dass auch die Verarbeitung von edelmetallfreien Legierungen und Reintitan problemlos möglich ist. zt

Stand der Verarbeitungstechnologie ist dabei so hoch entwickelt, dass auch die Verarbeitung von edelmetallfreien Legierungen und Reintitan problemlos möglich ist. zt

### ZT Kurzvita



Dr. Jürgen Lindigkeit

In seiner Funktion als Leiter der zahntechnischen sowie metallurgischen Entwicklung bei Dentaurum ist er u.a. verantwortlich für die technische Freigabe von neuen zahntechnischen Produkten. Die Kompetenz in Werkstofffragen spiegelt sich auch wider in der ehrenamtlichen Tätigkeit von Dr. Lindigkeit als Leiter verschiedener Normungsausschüsse im Bereich Dentalwerkstoffe auf nationaler und internationaler Ebene und in einem Lehrauftrag für Werkstoffe in der zahnärztlichen Prothetik an der Universität Bayreuth.

### ZT Literatur

- Lenz, E.: Titan als prothetischer Werkstoff, ZMK 6, 1999
- Lindigkeit, J.: Edelmetallfreie Aufbrennlegierungen, Zahntech Mag 6, H.6/2002, S. 442–451
- BUNDESGESUNDHEITSAMT: Empfehlungen zur Risikominimierung bei der Auswahl und Verarbeitung von zahnärztlichen Gusslegierungen/Dentalloten und kieferorthopädisch verwendeten Legierungen, Berlin, 1993
- DIN EN ISO 10271:1999: Dentale metallische Werkstoffe – Korrosionsprüfverfahren
- Lindigkeit, J.: Titan-Anwendungen in der Zahnmedizin in: Peters, Leyens, Kumpfert, Titan und Titanlegierungen, Wiley-VCH, Weinheim, September 2002, S. 463–476
- DGZMK: Metalle im Mund, DGZMK.de 1/99, September 1999, S. 11–12