

IPS Classic®



Wissenschaftliche Dokumentation

ivoclar
vivadent

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Werkstoffkundliche Grundlagen	3
2.1	Das Gefüge von IPS Classic	4
2.2	Gegenüberstellung IPS Classic – IPS d.SIGN.....	6
3	Technische Datenblätter	7
4	Physikalische Eigenschaften	9
4.1	Tabelle: Physikalische und chemische Eigenschaften	9
4.2	Biegefestigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur	9
4.3	Bruchzähigkeit	10
4.4	Vickershärte	11
5	In-vitro – Tests	12
5.1	Chemische Löslichkeit: Einfluss der Oberfläche	12
5.2	Zug-Haftfestigkeit von Inlays.....	13
5.3	Kaumaschinen-Test.....	13
6	Klinische Bewertung von IPS CLASSIC	15
6.1	Klinische Daten	15
6.2	Langjährige Erfahrung mit IPS Classic	15
6.3	Klinische Studien.....	15
7	Biokompatibilität IPS Classic	16
7.1	Einleitung.....	16
7.2	Toxikologische Beurteilung für Patienten.....	16
7.2.1	Chemische Beständigkeit	16
7.2.2	In-vitro Zytotoxizität.....	16
7.2.3	Sensibilisierung, Irritation	16
7.2.4	Radioaktivität	17
7.3	Zusätzliche toxikologische Beurteilung für ZahntechnikerInnen.....	17
7.4	Schlussfolgerung.....	17
8	Literatur	18

1 Einleitung

IPS Classic ist eine Keramik aus Feldspat zur Verblendung von Metallgerüsten. Bei der Feldspatkeramik handelt es sich um eine konventionelle Sinterkeramik.

Die Markteinführung erfolgte 1989. Die wesentlichen Änderungen gegenüber dem Vorprodukt sind andere Einfärbungen, die feinere Korngrösse und deren Verteilung.

Bis heute hat sich IPS Classic bewährt und ist nach wie vor ein sehr gefragtes Produkt. Das Sortiment wurde seit der Einführung kontinuierlich erweitert und verbessert. Es ist in den Chromascope und A-D-Farben erhältlich und die Kompatibilität mit Bio-Legierungen ist gewährleistet.

2 Werkstoffkundliche Grundlagen

Konventionelle Dentalkeramiken (auch Dentalporzellane genannt) basieren auf dem Dreistoffsystem Ton/Kaolin – Feldspat – Quarz. Ihre Zusammensetzung weicht aber stark von Haushaltporzellan ab. Wie in Abb. 1 zu sehen ist, liegen die Dentalkeramiken in der „Feldspat-Ecke“ im Bereich der Leuzitkristalle.

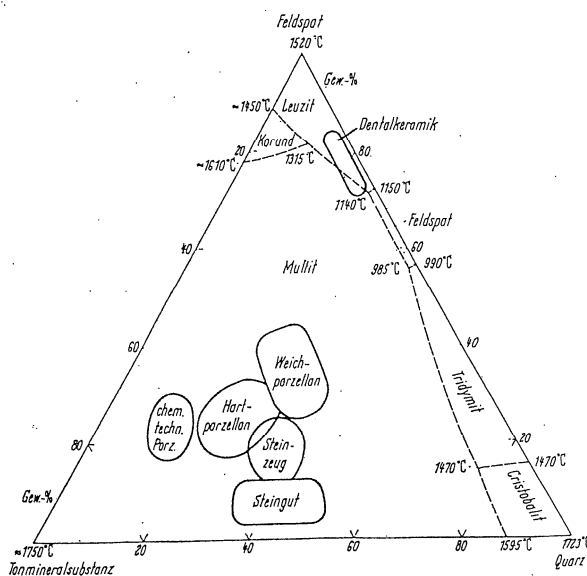


Abb.1: Dreistoffsystem: Tonmineralsubstanz-Feldspat-Quarz (Claus 1981)

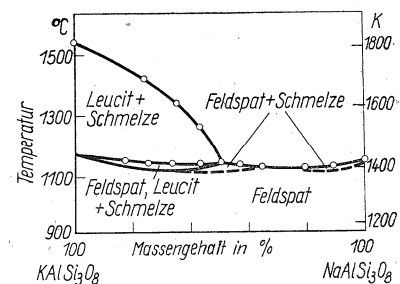


Abb.2: ..Zustandsdiagramm (Hinz 1985)

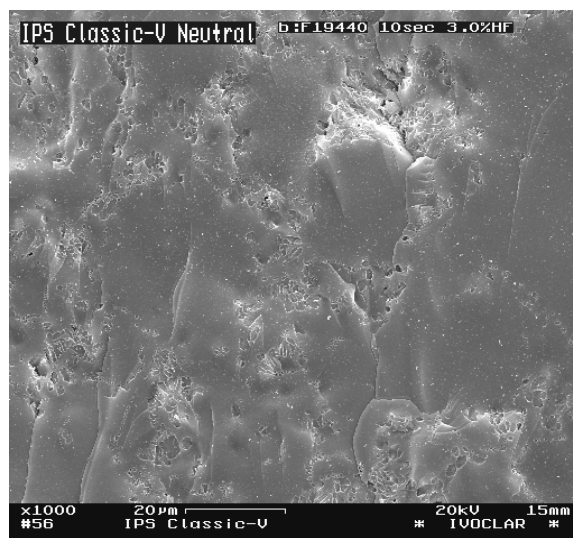
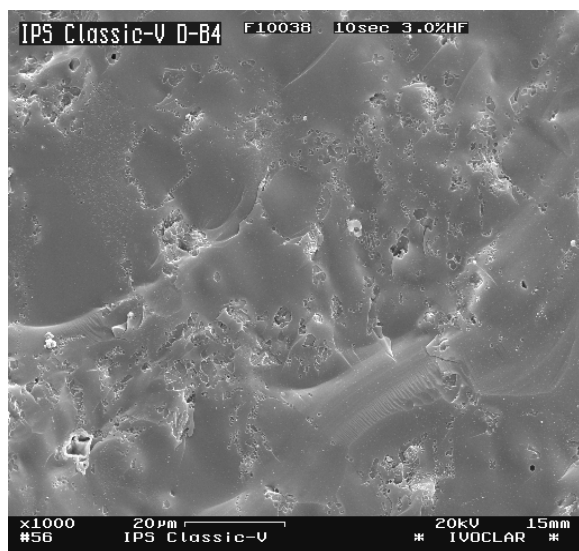
Die Feldspatkeramik basiert teilweise auf natürlichen Rohstoffen (Feldspat). Natürliche Feldspäte sind Mischungen aus Kalifeldspat ($K_2Al_2Si_6O_{16}$; Albit) und Natronfeldspat ($Na_2Al_2Si_6O_{16}$; Orthoklas). Der Kalifeldspat verleiht der Dentalkeramik eine hohe Härte, eine höhere Wärmeausdehnung (Leuzit) sowie chemische Beständigkeit. Für Dentalzwecke wird im Allgemeinen ein hoher Anteil Kalifeldspat gewählt. Dieser ist verantwortlich für die Bildung von Leuzitkristallen, welche während dem Schmelzprozess guten Widerstand gegen pyroplastischen Fluss leisten. Der Grund liegt darin, dass Kalifeldspat nicht wie Natronfeldspat beim Schmelzpunkt direkt nur in Schmelze übergeht, sondern dass sich über ein grösseres Temperaturintervall eine Phase aus Schmelze und Leuzitkristallen bildet (siehe Abb. 2). Diese Übergangsphase hat eine sehr hohe Viskosität, d.h. die Schmelze ist sehr zäh. Dieses breite Brennintervall gibt den Brennobjekten eine gute Standfestigkeit. (Claus 1980, Claus 1981)

Die Leuzitkristalle in der Glasmatrix erhöhen die Festigkeit der Restauration. Die Rissausbreitung wird an den Kristallen gebremst oder umgelenkt. Dabei wird durch die kristalline Phase Rissenergie aufgenommen, dies verhindert oder verlangsamt den weiteren Rissfortschritt.

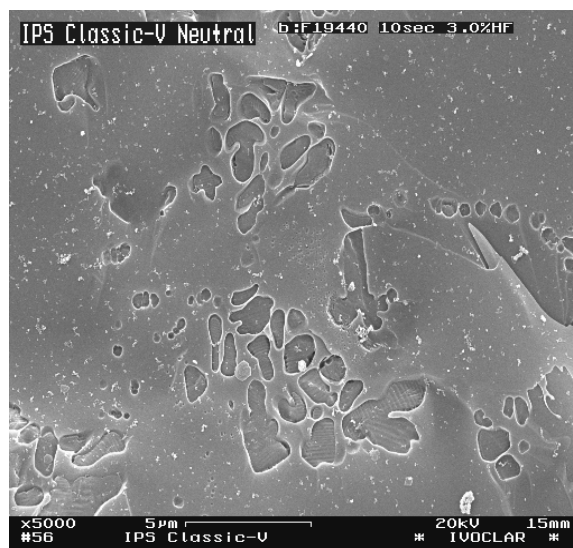
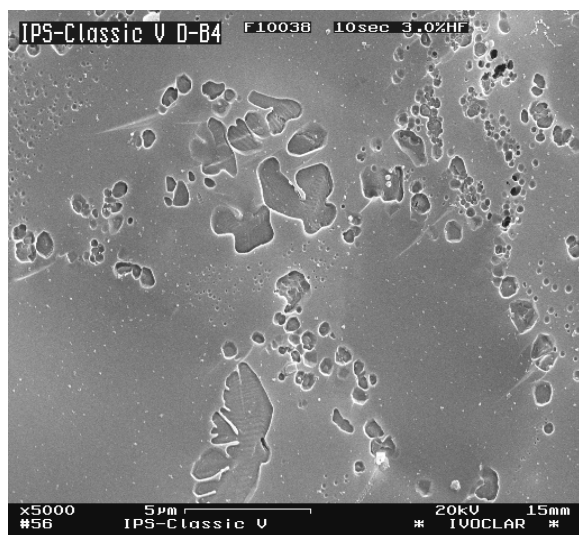
2.1 Das Gefüge von IPS Classic

Das Gefüge von IPS Classic besteht aus einer Glasmatrix und den Leuzitkristallen. Leuzit entsteht durch Oberflächenkristallisation, daher liegen die Leuzitkristalle entlang der Korngrenzen.

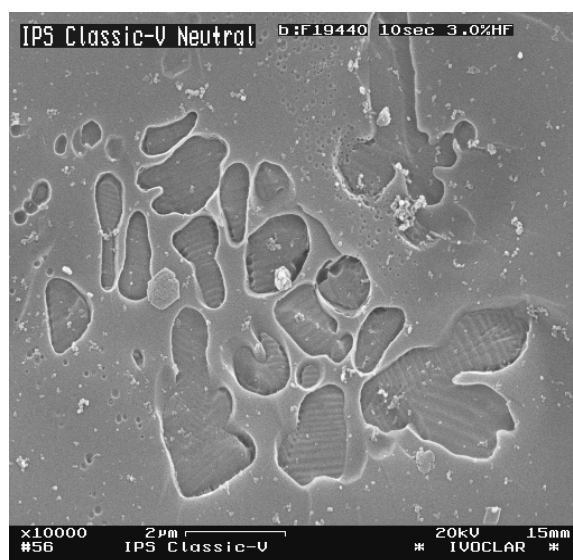
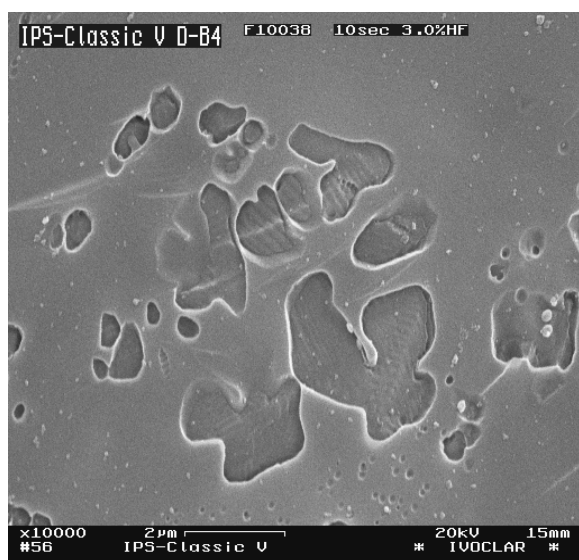
Die folgenden REM-Aufnahmen stammen von IPS Classic-V. In Bezug auf das Gefüge gibt es keine Unterschiede zu IPS Classic, da nur die Einfärbung anders ist.



IPS Classic-V Dentin (linkes Bild) und IPS Classic-V Neutral (rechtes Bild); geätzt, x1000: Eine auf das Material abgestimmte Ätzbehandlung löst die Leuzitkristalle schneller auf als das Glas. Auf den hier abgebildeten Bruchflächen sind die Glaskörner teilweise gut sichtbar, begrenzt durch die perlschnurartige Verteilung der Leuzitkristalle entlang der Korngrenzen.



IPS Classic-V Dentin (linkes Bild) und IPS Classic-V Neutral (rechtes Bild); geätzt, x5000:
Die stärkere Vergrößerung zeigt die Verteilung der herausgelösten Leuzitkristalle (Vertiefungen) entlang der Glaskörner.



IPS Classic-V Dentin (linkes Bild) und IPS Classic-V Neutral (rechtes Bild); geätzt, x10000:
Die Streifen auf den herausgelösten Flächen zeigen den lamellenartigen Aufbau der Leuzitkristalle, bedingt durch deren dendritisches Wachstum.
Bei den weissen Punkten handelt es sich um Pigmentbrocken.

2.2 Gegenüberstellung IPS Classic – IPS d.SIGN

1999 kam IPS d.SIGN als Nachfolgeprodukt von IPS Classic auf den Markt.

Hier eine kurze Gegenüberstellung der beiden Produkte:

	IPS Classic	IPS d.SIGN
Keramik-Typ	Konv. Sinterkeramik (Feldspatkeramik)	Glaskeramik
Kristallphasen	Leuzitkristalle	Apatitkristalle und Leuzitkristalle
Biegefestigkeit ISO 9693	$80 \pm 10 \text{ N/mm}^2$	$80 \pm 25 \text{ N/mm}^2$
Ausdehnungskoeffizient (2 Brände) (4 Brände)	$12.6 \pm 0.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ m/m}$ $13.2 \pm 0.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ m/m}$	$12.0 \pm 0.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ m/m}$ $12.6 \pm 0.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ m/m}$
Transformationstemperatur (2 Brände)	$585 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$	$510 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$

3 Technische Datenblätter

IPS Classic / IPS Classic V

Dentin, Intensive Dentin, Schneide, Opal Schneide, Transparent

<u>Standard - Zusammensetzung:</u>	(in Gew.-%)
SiO ₂	59.5 - 65.5
Al ₂ O ₃	13.0 - 18.0
K ₂ O	10.0 - 14.0
Na ₂ O	4.0 - 8.0
Andere Oxide	0.0 - 3.5
Pigmente	0.0 - 2.0

Physikalische Eigenschaften:

In Anlehnung an:

ISO 9693 Metal-ceramic dental restorative systems

ISO 6872 Dental ceramic

Biegefestigkeit		80 ± 10 MPa
Chemische Löslichkeit		< 100 µg/cm ²
Ausdehnungskoeffizient (25 - 500 °C)	2 Brände	12.60 ± 0.5 µm/(m·K)
	4 Brände	13.20 ± 0.5 µm/(m·K)
Transformationstemperatur	2 Brände	585 ± 10 °C
	4 Brände	585 ± 10 °C
Porosität		entspricht

IPS Classic / IPS Classic V

Opaquer Pasten

Standard - Zusammensetzung: (in Gew.-%)

Al ₂ O ₃	9.5 - 17.0
SiO ₂	36.0 - 62.0
ZrO ₂	15.0 - 39.0
K ₂ O	7.5 - 14.0
Na ₂ O	3.5 - 7.5
Andere Oxide	0.0 - 3.5
Pigmente	4.0 - 20.0
Glykol	26.0

Physikalische Eigenschaften:

In Anlehnung an: ISO 9693 Metal-ceramic dental restorative systems
ISO 6872 Dental ceramic

Biegefestigkeit		110 ± 15 MPa
Chemische Löslichkeit		< 100 µg/cm ²
Ausdehnungskoeffizient (25-500 °C)	2 Brände	13.60 ± 0.5 µm/(m·K)
	4 Brände	13.80 ± 0.5 µm/(m·K)
Transformationstemperatur	2 Brände	620 ± 10 °C
	4 Brände	620 ± 10 °C
Porosität		entspricht

4 Physikalische Eigenschaften

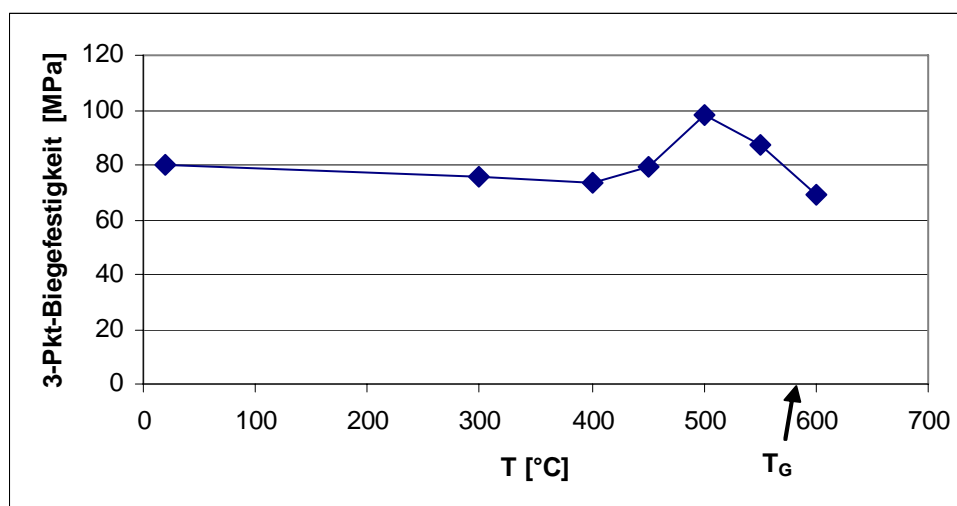
4.1 Tabelle: Physikalische und chemische Eigenschaften

Eigenschaft	Resultat	Quelle
Elastizitätsmodul	69.4 GPa	(Scherrer, Denry et al. 1998)
Querkontraktionszahl ν	0.19	(Pliefke, Lenz et al. 2000)
	0.212	(Scherrer, Denry et al. 1998)
mittl. WAK α (Intervall Raumtemp. bis Glastemp.)	$12.8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	(Pliefke, Lenz et al. 2000)
Vickershärte	6.4 GPa	(Scherrer, Denry et al. 1998)
Dichte	2.497 g/cm^3	(Scherrer, Denry et al. 1998)
Bruchzähigkeit	$0.84 - 0.96 \text{ MPam}^{0.5}$	
3-Pkt-Biegefestigkeit (ISO 6872)		Interne Messungen 2003
Dentin	82.3 MPa	
Schneide	83.2 MPa	
Chem. Löslichkeit		Interne Messungen 2003 (nach EN ISO 9693)
Dentin	$26.80 \mu\text{g/cm}^2$	
Schneide	$8.96 \mu\text{g/cm}^2$	
IPS-V dentine	$5.0 \mu\text{g/cm}^2$	Geis-Gerstorfer and Schille 1997 (nach ISO 6872: 1995)
IPS-V-Classic body	$12.0 \mu\text{g/cm}^2$	

4.2 Biegefestigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur

Lenz et al 2002 untersuchten den Einfluss der Temperatur auf die Biegefestigkeit des Materials. Um das Frakturrisiko metallkeramischer Kronen und Brücken, aufgrund hoher Temperaturgradienten bei der Herstellung, zu ermitteln, müssen die Biegefestigkeiten bei hohen Temperaturen bekannt sein.

Die 3-Punkt-Biegefestigkeiten von IPS Classic Dentin wurden im Bereich $20^\circ\text{C} - 600^\circ\text{C}$ gemessen.



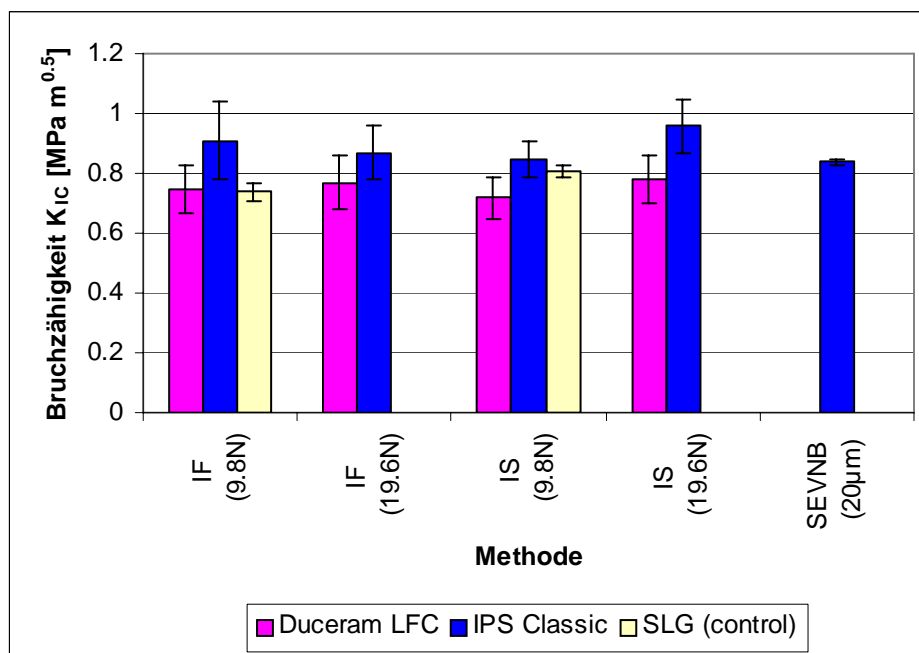
Lenz et al 2002

Resultat: Der Abfall der Festigkeit zwischen 20°C und 400°C beträgt weniger als 10%. Die Erhöhung der Festigkeit bei 500°C ist eventuell auf das Verschliessen der Oberflächenrisse durch Einsetzen des viskosen Flusses zurückzuführen. Eine weitere Erhöhung der Temperatur reduziert die Festigkeit wiederum.

Bemerkenswert ist, dass die Biegefestigkeit bei der Glastemperatur (T_G) lediglich 5% unter der Festigkeit bei Raumtemperatur liegt.

4.3 Bruchzähigkeit

Die Bruchzähigkeiten von IPS Classic, Duceram LFC und Natron-Kalk-Glas (SLG: Soda-Lime-Glass; Kontrollgruppe) wurden von Scherrer et al (1998) ermittelt. Folgende Methoden wurden angewandt und miteinander verglichen: IF (indentation fracture), IS (indentation strength) und SEVNB (Single-Edge-V-Notched-Beam).



Scherrer, Denry et al. 1998

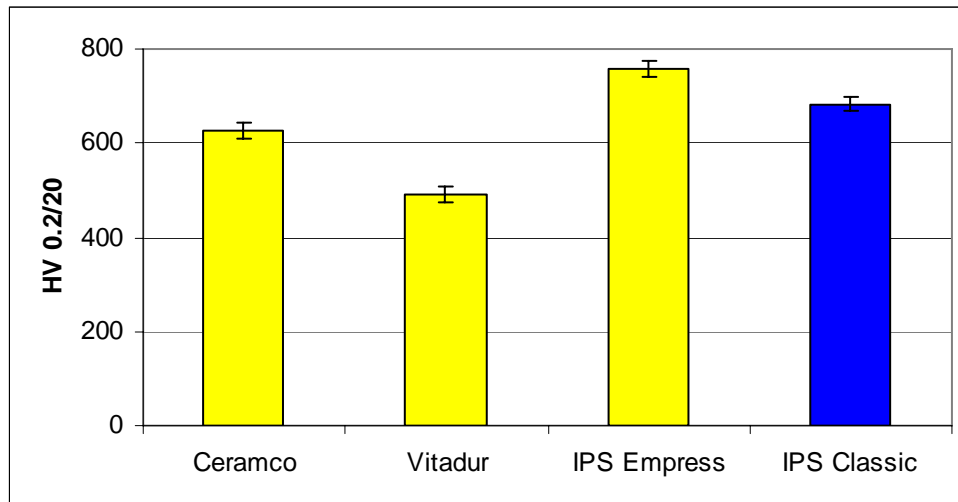
Resultat: Diese Studie zeigte, dass die Werte aller 3 Messmethoden innerhalb von 10% übereinstimmen.

IPS Classic zeigte bei der IS-Methode eine Abhängigkeit von der aufgetragenen Last, bei der IF-Methode hingegen nicht.

IPS Classic erreichte bei allen Messmethoden die höchsten Bruchzähigkeitswerte.

4.4 Vickershärte

Die Vickershärte von vier Dentalkeramiken wurde von Prado et al (1998) ermittelt. Prüfbedingungen: Herstellung der Prüfkörper gem. ISO 6872, anschliessend Lagerung während 2 Wochen in deionisiertem Wasser (37°C); Polierung und Glättung der Oberfläche mit kolloidaler Silikat-Dispersion 0.05µm; neun Messungen pro Probenkörper mit 200g Last während 20 Sekunden (Bezeichnung: HV 0.2/20).



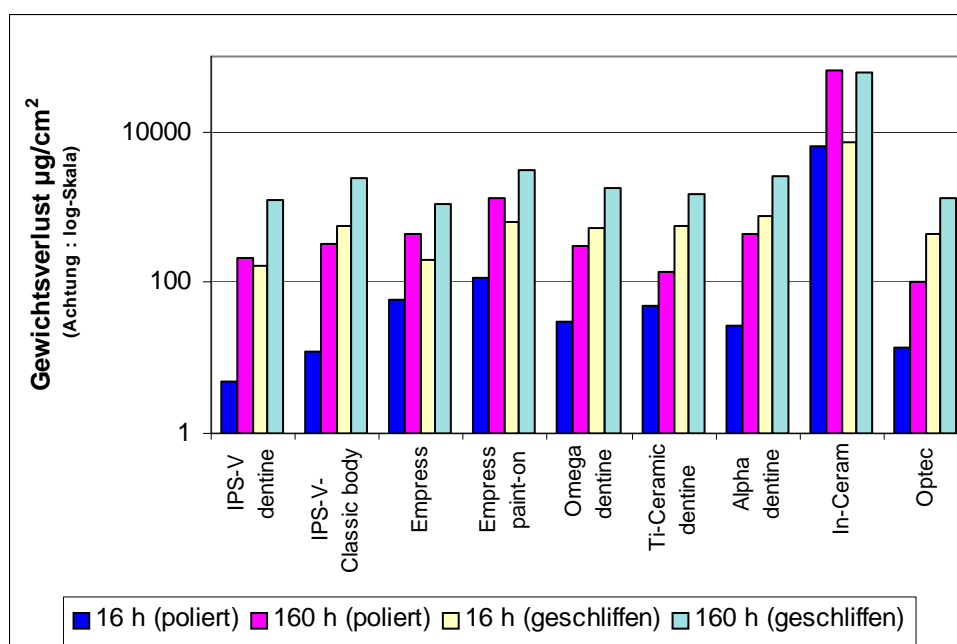
Prado, Forner et al. 1998

Resultat: IPS Classic hat eine signifikant höhere Vickershärte als Vitadur.

5 In-vitro – Tests

5.1 Chemische Löslichkeit: Einfluss der Oberfläche

Die Studie von Geis-Gerstorfer et al.1997 soll den Einfluss der Oberflächenqualität auf die chemische Löslichkeit zeigen. Dazu wurden die Oberflächen verschiedener Keramiken unterschiedlich behandelt. Die eine Hälfte der Proben wurde gemäss Herstellervorgaben poliert, die andere geschliffen. Die chemische Löslichkeit wurde aufgrund des Gewichtsverlustes (ISO 6782:1995) nach 16 h und 160 h ermittelt.

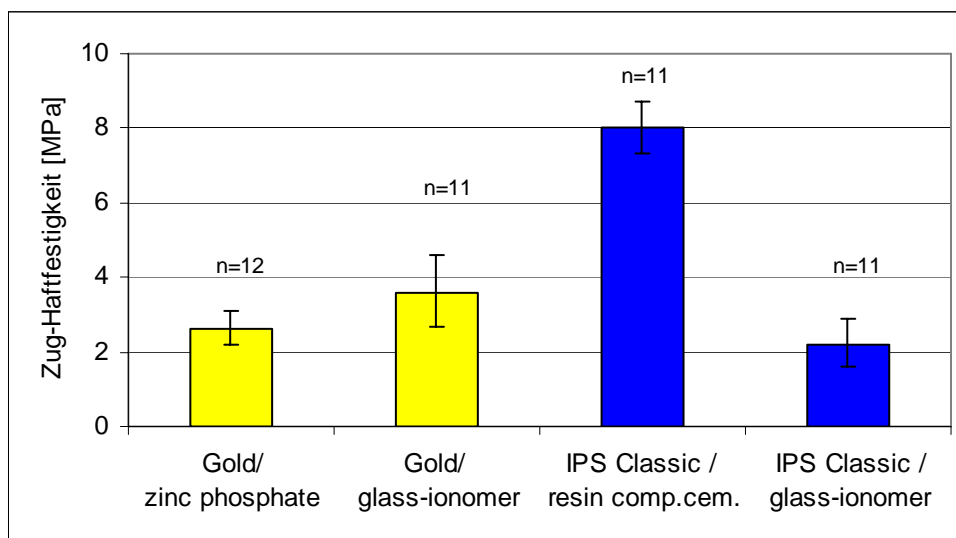


Geis-Gerstorfer and Schille 1997

Resultat: Alle untersuchten Keramiken, ausser In-Ceram erfüllten, bei einer Oberflächenbehandlung gemäss Herstellervorschriften, die Bedingungen der ISO 6872:1995 für die chemische Löslichkeit. Beschleifen, sowie eine Verlängerung der Expositionsdauer im Medium erhöhten den Gewichtsverlust zum Teil drastisch. IPS Classic erfüllt die Norm und zeigte innerhalb der untersuchten Keramiken die geringsten Gewichtsverluste.

5.2 Zug-Haftfestigkeit von Inlays

Die Zug-Haftfestigkeit von 45 unterschiedlich befestigten Inlays aus Gold und IPS Classic wurde ermittelt. Dazu wurden extrahierte Molare mit standardisierten Kavitäten verwendet. Die Oberflächenbehandlungen der Inlays variierten je nach Material und Befestigungsart (genauere Angaben siehe Michelini, Belser et al. 1995).



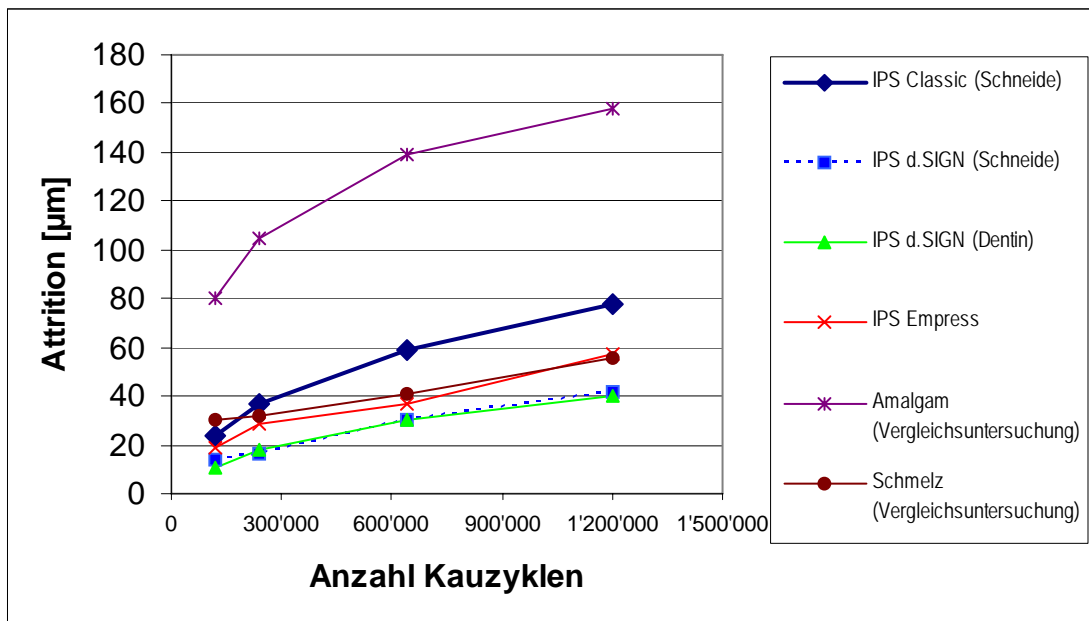
(Michelini, Belser et al. 1995)

Resultat: Die Zug - Haftfestigkeit von adhäsiv befestigten IPS Classic-Inlays ist 2-3x so gross wie von konventionell befestigten Gold-Inlays.

5.3 Kaumaschinen-Test

In diesem internen Versuch wurden die Prüfkörper (IPS Classic, IPS d.SIGN, IPS Empress) einem kombinierten Belastungstest bestehend aus Thermocycling (5/55°C) und zyklischer okklusaler Belastung im Kausimulator (bis zu 1'200'000 Kauzyklen) in der Kaumaschine unterzogen. Als Antagonisten dienten humane Schmelzhöcker. Der vertikale Abrieb der Prüfkörper wurde bestimmt.

Die intern gemessenen Werte wurden in der Grafik mit Literaturdaten (auf dem gleichen Kaumaschinen-Typ ermittelt) ergänzt.



interne Untersuchung: F&E Ivoclar, Schaan FL (1998);
Vergleichsuntersuchung: Kersten, Lutz et al (1999)

Resultat: Innerhalb der untersuchten Keramiken weist IPS Classic die höchsten Attritionswerte auf. Dies ist auf die völlig unterschiedlichen Zusammensetzungen der einzelnen Keramiken zurückzuführen.

Werden die Standardabweichungen mitberücksichtigt (aus Gründen der Übersicht in der Grafik nicht dargestellt), überschneiden sich die Werte für IPS Classic und Schmelz.

IPS Classic zeigt viel kleinere Attrition als Amalgam.

6 Klinische Bewertung von IPS CLASSIC

6.1 Klinische Daten

Verblendkeramiken auf Feldspatbasis werden seit Jahren allgemein klinisch eingesetzt und Ihre erfolgreiche Anwendung ist durch Literaturdaten belegt (Bischoff 1992; Bischoff 1995; Kataoaka 1995; Schimbera 1995; Kühn 1996; Kühn 1996; Kühn 1996; Brix 1998; Brix 1998; Brix 1998; Hadasch 1998). Die Verwendung von IPS Classic für das Verblenden von Metallgerüsten entspricht somit dem allgemeinen Stand der Technik. Es gilt als anerkannt, dass Materialien aus der Klasse Verblendkeramiken die geforderten Leistungsmerkmale erbringen, und dass kein erhöhtes bzw. unakzeptables Risiko bei der Verwendung nach Gebrauchsinformation besteht.

6.2 Langjährige Erfahrung mit IPS Classic

IPS CLASSIC ist seit 1989 auf dem Markt. Seit 1993 besteht in der Firma Ivoclar-Vivadent ein zertifiziertes Qualitätssicherungssystem (ISO 9001). Hierbei werden Reklamationen vom Markt systematisch erfasst und bewertet. Bis heute mussten in Zusammenhang mit IPS CLASSIC keine schwerwiegenden Vorkommnisse registriert werden.

6.3 Klinische Studien

Status	Studienleiter, Studienort	Fragestellung	Versuchsaufbau	Resultate
5 Jahre (prospektiv)	Prof. B. Bergman, Umea University, Sweden Lit: Marklund, Bergman et al (2003)	Klinischer Vergleich zweier Metall-Keramik-Systeme	Je eine Krone aus Procera (auf Titan) und IPS Classic (auf Edelmetall) wurden dem gleichen Patienten eingesetzt.	IPS Classic ist bzgl. Oberflächenqualität und Farbstabilität signifikant besser. Bei 94% der Kronen wurde ein CDA-rating von "excellent " erreicht.
1 Jahr (5-Jahres-studie)	Prof. B. Reitemeier, TU Dresden /D	Klinische Prüfung von d.SIGN und IPS Classic	Gerüst: hochgoldhaltige Legierung; Befestigung: konventionell	Erste Nachuntersuchung: Aesthetik und zahntechn. Standpunkt: sehr gut. Keine Vorkommnisse, welche Ersatz der Verblendung erforderten.

Die sehr gute Bewertung von IPS Classic durch verschiedene Zahntechniker ist in der Literatur in zahlreichen Veröffentlichungen beschrieben (Bsp: Kühn (1996), Steuer (2001)).

7 Biokompatibilität IPS Classic

7.1 Einleitung

IPS Classic ist eine Metallkeramik auf Feldspatbasis für das Verblenden von Metallgerüsten. Dentalkeramiken besitzen anerkannterweise eine gute Biokompatibilität (Mc Lean, 1979). Es darf angenommen werden, dass allgemeine Untersuchungen zur Biokompatibilität von Dentalkeramiken auch für IPS Classic zutreffen.

Da Pulpa-Reaktionen immer im Zusammenhang mit der Zementiermodalität stehen, wird an dieser Stelle nicht darauf eingegangen.

7.2 Toxikologische Beurteilung für Patienten

7.2.1 Chemische Beständigkeit

Dentalwerkstoffe sind im Mund einer grossen Bandbreite von pH-Werten und Temperaturen ausgesetzt. Chemische Beständigkeit ist daher eine wichtige Voraussetzung für alle Dentalmaterialien. Die chemische Beständigkeit von IPS Classic ist sehr hoch und die ISO Norm 6872 wird erfüllt.

Von allen zur Zeit bekannten Dentalmaterialien gilt Keramik als das Beständigste (Anusavice 1992).

7.2.2 In-vitro Zytotoxizität

Mittels direktem Zellkontakt-Test wurde die *in-vitro*- Zytotoxizität von IPS Classic Effectmassen geprüft (CCR Project 545300).

Unter den gewählten Versuchsbedingungen besitzt keine der getesteten Keramiken ein zytotoxisches Potential.

7.2.3 Sensibilisierung, Irritation

Cavazos (1968), Henry et al. (1966) und Allison et al. (1958) zeigten, dass Dentalkeramik – im Gegensatz zu anderen Dentalmaterialien – im Kontakt mit der Mundschleimhaut zu keiner negativen Reaktion führt. Mitchell (1959) und Podshadley und Harrison (1966) zeigten mit Implantat-Versuchen, dass glasierte Keramik nur zu einer sehr geringen entzündlichen Reaktion führt und weit weniger irritierend wirkte als andere akzeptierte Dentalmaterialien wie Gold und Kunststoff.

Da eine direkte Irritation der Schleimhautzellen durch die Keramik ausgeschlossen werden kann, ist eine Irritation im auf eine mechanische Reizung zurückzuführen. Diese kann durch Befolgen der Verarbeitungshinweise für IPS Classic vermieden werden.

Keramik besitzt kein bekanntes irritierendes oder sensibilisierendes Potential.

7.2.4 Radioaktivität

Für die IPS Classic Keramiken wurde mittels γ -Spektrometrie folgende Radioaktivitäten gemessen.

	U-238 [Bq/g]	Th-238 [Bq/g]
IPS Classic V	0.102	0.028
IPS Classic Dentin	< 0.010	<0.008
IPS Stains-P	0.140	0.048
Grenzwert ISO 6872 :1995/Amd.1:1997	1.000	

Forschungszentrum Jülich (1997, 2002)

Die getesteten IPS Classic Keramiken erfüllen die Anforderungen der ISO Norm betreffend der maximal zugelassenen Radioaktivität.

Die gemessenen Werte liegen deutlich unter dem in der Norm festgelegten Grenzwert.

7.3 Zusätzliche toxikologische Beurteilung für ZahntechnikerInnen

Von allen betroffenen Personengruppen treten Zahntechniker und Zahntechnikerinnen am häufigsten in Kontakt mit dem Dentalwerkstoff IPS Classic. Im Gegensatz zu den Patienten kommen sie auch mit dem unfertigen Produkt in Berührung.

Besondere Beachtung verdient der Kontakt zu Schleifstaub von der Einbettmasse und der Keramik.

Bei Beachtung der Vorsichtshinweise in der Gebrauchsanleitung besteht kein erhöhtes Risiko für ZahntechnikerInnen.

7.4 Schlussfolgerung

Nach derzeitigem Wissensstand und aufgrund der vorhandenen Daten kann bei sachgerechtem Umgang mit IPS Classic sowohl ein akutes wie auch ein chronisches Gesundheitsrisiko für alle mit dem Produkt in Berührung kommenden Personen praktisch ausgeschlossen werden.

8 Literatur

- Allison JR et al. (1958) "Tissue changes under acrylic and porcelain pontics" J Dent Res 37: 66
- Anusavice, K. J. (1992). "Degradability of dental ceramics." Adv Dent Res 6: 82-89.
- Bischoff, H. (1992). "Opakdentin - Der Einsatz sichert den Erfolg." Quintessenz Zahntech 18: 1339-1347.
- Bischoff, H. (1995). "Ein neues Material erleichtert die Auswahl." Dental Magazin 3: 88-89.
- Brix, O. (1998). "Das Einmaleins der Metallkeramik." Dental-labor 9: 1367-1374.
- Brix, O. (1998). "Keramische Veneers mit Classic-V." Zahntech Mag 10: 590-596.
- Brix, O. (1998). "Orale Harmonie durch Teamwork - Der sichere Weg zum natürlichen Ergebnis." Quintessenz Zahntech 24: 583-593.
- Cavazos E (1968) "Tissue response to fixed partial denture pontics" J Prost Dent 20 :143
- CCR Project 545300 (1996) "In vitro Cytotoxicity test evaluation of materials for medical devices (direct cell contact assay) with Pluto Opalmassen" RCC Report February 1996
- Claus, H. (1980). "Werkstoffkundliche Grundlagen der Dentalkeramik" dental-labor, XXVIII, Heft 10/80, 1743-50
- Claus, H. (1981). "Die Bedeutung des Leuzits für die Dentalkeramik." ZWR 90: 44-46.
- Geis-Gerstorfer, J. and C. Schille (1997). "Influence of surface grinding on chemical solubility of dental ceramics." Journal of Dental Research 76: 400.
- Hadasch, M. (1998). "Ästhetische Restaurationen trotz ungünstiger funktioneller Verhältnisse." Dental Spectrum 3: 221-224.
- Henry P et al. (1966) "Tissue changes beneath fixed partial dentures" J Prost Dent 16 : 937
- Kataoaka S. (1995). "Das naturkonforme Cut-back - Basis jeder harmonischen Farbwirkung." Dent Labor 43: 201-210.
- Hinz W (1985), "Silicat Lexikon", Akademie-Verlag Berlin.
- Kersten S, Lutz F, Besek M. (1999). "Zahnfarben adhäsive Füllungen im Seitenzahnbereich" Eigenverlag PKK, Zürich
- Kühn, T. (1996). "Eine effiziente Schichttechnik bei einem gealterten Zahn: Individualität und System - ein Widerspruch in sich?" Dental Spectrum 1: 271-275.
- Kühn, T. (1996). "Individualität und System - Ein Widerspruch in sich ?" Dental Spectrum 2: 157-165.
- Kühn, T. (1996). "Metallkeramik mit Pfiff - Background und Schichttechnik." Dental Spectrum 1: 29-39.
- Lenz J, Thies M, Wollwage P, Schweizerhof K "A note on the temperature dependence of the flexural strength of a porcelain" Dent Mater 2002 Nov;18(7):558-60
- Marklund S, Bergman B, Hedlund S-O, Nilson H (2003) "An intraindividual clinical comparison of two metal-ceramic systems: a 5-year prospective study" Int J Prosthodont; 16:70-73
- McLean JW (1979) "The Science and Art of Dental Ceramics" Quintessence, Chicago
- Michellini, F. S., U. C. Belser, et al. (1995). "Tensile bond strength of gold and porcelain Inlays to extracted teeth using three cements." Int J Prosthodont 8: 324-331
- Mitchell DF (1959) "The irrational qualities of dental materials" JADA 59 : 954
- Petri H (1997) "Analysebericht: Bestimmung der Radioaktivität von 9 Keramikproben mittels γ -Spektrometrie" Forschungszentrum Jülich, August 1997
- Pliefke, M., J. Lenz, et al. (2000). "Wärmespannungen und Lastspannungen in einer metallkeramischen Brücke." Quintessenz Zahntech 26: 817-834.
- Podshadley AG, Harrison JD (1966) "Rat connective tissue response to pontic material" J Prost Dent 16:110 Technische Daten
- Prado, J., L. Forner, et al. (1998). "Microhardness of four ceramic core materials." Journal of Dental Research 77: 942.
- Scherrer, S., I. L. Denry, et al. (1998). "Comparison of three fracture toughness testing techniques using a dental glass and a dental ceramic." Dental Materials 14: 246-255.

Schimbera T. (1995). "Systematik bei der Herstellung einer individuellen Frontzahnbrücke." Dent Labor 43: 1821-1827.

Steuer S, Diemer CE (2001). "Die Erfüllung eines vielgeäusserten Wunsches: perfekte

Aesthetik" Teamwork 4:378 -391.

Tjan, A. H. L. and J. Y. K. Kan (1996). "Bond strength of composite to porcelain in three repair methods." Journal of Dental Research 75: 71.

Diese Dokumentation enthält einen Überblick über interne und externe wissenschaftliche Daten ("Informationen"). Die Dokumentation und die Informationen sind allein für den internen Gebrauch von Ivoclar Vivadent und externen Ivoclar Vivadent-Partnern bestimmt. Sie sind für keinen anderen Verwendungszweck vorgesehen. Obwohl wir annehmen, dass die Informationen auf dem neuesten Stand sind, haben wir sie nicht alle überprüft und können und werden nicht für ihre Genauigkeit, ihren Wahrheitsgehalt oder ihre Zuverlässigkeit garantieren. Für den Gebrauch der Informationen wird keine Haftung übernommen, auch wenn wir gegenteilige Informationen erhalten. Der Gebrauch der Informationen geschieht auf eigenes Risiko. Sie werden Ihnen "wie erhalten" zur Verfügung gestellt, ohne explizite oder implizite Garantie betreffend Brauchbarkeit oder Eignung (ohne Einschränkung) für einen bestimmten Zweck.

Die Informationen werden kostenlos zur Verfügung gestellt und weder wir, noch eine mit uns verbundene Partei, können für etwaige direkte, indirekte, mittelbare oder spezifische Schäden (inklusive aber nicht ausschliesslich Schäden auf Grund von abhanden gekommener Information, Nutzungsausfall oder Kosten, welche aus dem Beschaffen von vergleichbare Informationen entstehen) noch für poenale Schadenersätze haftbar gemacht werden, welche auf Grund des Gebrauchs oder Nichtgebrauchs der Informationen entstehen, selbst wenn wir oder unsere Vertreter über die Möglichkeit solcher Schäden informiert sind.

Ivoclar Vivadent AG
Forschung und Entwicklung
Wissenschaftlicher Dienst
Bendererstrasse 2
FL - 9494 Schaan
Liechtenstein

Inhalt: Petra Bühler-Zemp
Ausgabe: Juli 2003
