

Metall- Unverträglichkeit

*Eine häufige Erkrankung, aber schwierig
zu diagnostizieren*

Jakob Wirz, Fredy Schmidli, Michele Giorgio Petrini
Institut für zahnärztliche Werkstoffwissenschaft,
Technologie und Propädeutik, Zentrum für Zahnmedizin,
Universität Basel

Schlüsselwörter: Metallunverträglichkeit, Splittertest,
Diagnosehilfsmittel, lokaltoxische Reaktion

Korrespondenzadresse:
Prof. Dr. Jakob Wirz
St. Georgenstrasse 40
CH-8400 Winterthur

Unverträglichkeitsabklärungen von Metallen und Legierungen werden heute sehr oft mit wissenschaftlich fragwürdigen Mitteln und Geräten vorgenommen. Epikutantests oder andere Diagnosehilfsmittel aus der Alternativmedizin sowie anamnestisch ermittelte Daten oder Informationen aus so genannten Legierungspässen bieten in der Regel keine zuverlässige Hilfe. Besonders schwierig wird eine Abklärung, wenn metallische Werkstücke in der Mundhöhle fest zementiert sind. Der so genannte Splittertest hat sich seit Jahren nicht nur bei der zerstörungsfreien Identifizierung des verwendeten Legierungstyps bewährt; mit seiner Hilfe können auch persistierende, korrosionsanfällige Haftoxide und Lötstellen als Ursache metallbedingter Schädigungen ausfindig gemacht werden. Anhand von Patientenbeispielen wird die Verlässlichkeit und Treffsicherheit des Splittertests aufgezeigt. Am Zentrum für Zahnmedizin der Universität Basel wurden im Zeitraum von 10 Jahren über 1600 Splitteranalysen durchgeführt, die gemäss einer Umfrage in 63% der Fälle zu einem vollen Therapieerfolg, in 27% zu einem Teilerfolg und nur in 10% zu keinem Behandlungserfolg beitragen konnten.

(Texte français voir page 293)

Einleitung

Metall- und legierungsbedingte Erkrankungen in der Mundhöhle sind in Anbetracht der Vielfalt der verschiedenen im Dentalhandel erhältlichen Legierungen (DAS DENTALVADEMEKUM 2001) recht häufig anzutreffen (WIRZ 1993; WIRZ et al. 1998; WIRZ et al. 1999)



Lokaltoxische Reaktion um das Gerüst einer Steg-Gelenkprothese, verursacht durch die korrodierenden, nickelhaltigen Lötstellen zwischen Steg- und Wurzelstiftkappen; a) Mundaufnahme, b) EDX-Analyse vom Metallsplitter aus der Lötstelle.

Réaction de type toxicité locale à proximité de l'armature d'une prothèse ancrée par glissière à résilience sur barre. La réaction était causée par la corrosion des zones de brasage entre la barre et les coiffes radiculaires: la brasure contenait du nickel; a) Vue intra-buccale, b) Analyse EDX d'un micro-débris prélevé sur la zone de brasage.

Leider werden aber die Ursachen, die den genau beschriebenen Krankheitsbildern (meist lokaltoxischer und nicht allergischer Natur) zu Grunde liegen, oft nicht oder nur ungenügend erkannt. Ferner sind in letzter Zeit, insbesondere im Rahmen der Alternativmedizin und -zahnmedizin, zahlreiche diagnostische und prognostische Hilfsmittel anzutreffen, die aber streng wissenschaftlichen Kriterien nicht oder nur beschränkt standhalten können. Ratsuchende Zahnärzte und Patienten stehen damit nicht selten vor Vermutungen und Spekulationen, die zu kostspieligen therapeutischen Massnahmen mit nur geringem Erfolg führen. Bei der Abklärung einer vermuteten Metallunverträglichkeit stellt vor allem der festsitzende Zahnersatz den zuständigen Zahnarzt vor grosse Probleme, da jener zur qualitativen Analyse nicht ohne weiteres aus der Mundhöhle entfernt werden kann. Auch bringen Epikutantests mit Legierungen oder gar mit Metallsalzen, die in der angewendeten Form in der Mundhöhle kaum anzutreffen sind, mit Ausnahme von nickelhaltigen Produkten keine Hilfe.

Der Splittertest

Zur Identifizierung von Metallen und Legierungen von festsitzenden und abnehmbaren Werkstücken kommt am Zentrum für Zahnmedizin der Universität Basel seit geraumer Zeit ein eigens entwickelter Test, der so genannte Splittertest, mit Erfolg zur Anwendung. (WIRZ et al. 1992; WIRZ et al. 1996)

Dieser Test ist einfach und kostengünstig und gibt dem Zahnarzt quantitative und qualitative Angaben über den Legierungstyp (VOCK 1996), etwaige Lötstellen (JUNGO et al. 1998), unerwünschte Haftoxide bei Aufbrennlegierungen und in vereinzelt Fällen auch über das Korrosionsgeschehen (PIOCH & LEUHARD 1995; PETERS et al. 1997).

Beim Splittertest wird mit einem neuwertigen Karborundumsteinchen bei geringer Tourenzahl von der zu identifizierenden Legierung oder Lötstelle eine geringe Menge von Schleifstaub erzeugt, der mit einer grafitierten, leitenden und selbstklebenden Folie aufgefangen wird (Abb. 1a bis c). Mittels EDX-(energie-dispersiven) Röntgenpunktanalyse lässt sich im Rasterelektronenmikroskop (REM) der Legierungstyp aus dem EM- und NEM-Bereich eindeutig identifizieren. Die Genauigkeitsgrenze liegt \pm um 1% (VOCK 1996).

Da die Beratungsstelle für zahnärztliche Materialfragen (BZM), c/o Zentrum für Zahnmedizin, seit zwölf Jahren die EDX-Splitteranalyse unter ihren Selbstkosten den Zahnärzten zur Verfügung stellte, konnte in diesem Zeitraum mit der ansehnlichen Anzahl von über 1600 Analysen für 950 Patienten wertvolle Erfahrungen gesammelt und den ratsuchenden Praktikern tatkräftig geholfen werden (PETRINI 2002). So ist der Splittertest zur unerlässlichen, wissenschaftlich fundierten Diagnosehilfe für die Praxis geworden und hat viele spekulative Vermutungsdiagnosen widerlegen können. Für die durch den Splittertest initiierten Therapien hat sich die Basler Lehrmeinung zur Anwen-

dung von Metallen und Legierungen in der Mundhöhle (WIRZ 1995) bestens bewährt.

Analysenbeispiele

Die Beurteilung eines einzelnen Splitters im REM lässt neben der Legierungsidentifikation in einzelnen Fällen bereits typische Mikroläsionen in Form von Lochfrasskorrosion erkennen. Die Abbildung 2a bis d zeigen als Beispiel eine Splitterkorrosion einer hoch goldhaltigen VMK-Krone mit erhöhtem Haftoxidanteil, die zu einer massiven Gingivitis geführt hatte.

Bei dem in Abbildung 3a und b dargestellten Fall handelt es sich um ein scharf begrenztes Erythem am Gaumen in Form einer lokaltoxischen Reaktion, verursacht durch die korrosiv freigesetzten toxischen Nickelionen aus den Lötstellen (Abb. 4a) zwischen der Prothesenbasis (Vitallium) und den Sekundärteleskopen (hoch goldhaltige Gusslegierung) sowie aus der nickelhaltigen Vergoldung des Prothesengerüsts (Abb. 4b).

Als Verursacher einer schweren, chronischen Gingivitis an den VMK-Pfeilern 11 und 21 (Abb. 5) konnte mittels Splittertest eine minderwertige Palladiumbasislegierung mit Silber, Zinn und Indium (Abb. 6) diagnostiziert werden. An den auf Grund der präzisen Diagnose entfernten Kronen konnten an den Kronenrändern, obwohl die Kronen nur ganz kurze Zeit (1½ Jahre) getragen wurden, schwere Korrosionsläsionen nachgewiesen werden (Abb. 7a und b).

An den Ankern der 3-gliedrigen VMK-Brücke 35–37 wies die marginale Gingiva eine chronische Entzündung auf. Therapeutisch konnte dieser krankhafte Zustand nicht behoben werden (Abb. 8). Obwohl das zuständige Labor eine hochwertige Legierung deklariert hatte, wurde mit dem Splittertest eine minderwertige Nickelbasislegierung (Abb. 9) diagnostiziert. Nach Entfernen der Brücke konnten mit genauer Analyse die Resultate des Splittertests überprüft und die korrosiv freigesetzten Nickel- und Chromionen in pathologischer Quantität in den Gingivaexzudaten teilweise wieder aufgefunden werden (Tab. I und II). Die Kronenränder zeigten im REM schwerste Korrosionsläsionen (Abb. 10). Auch teure hoch gold- und platinhaltige Aufbrennlegierungen mit der werbeträchtigen Bezeichnung «Bio-Legierung» (womöglich mit Hinweisen wie palladium- und/oder kupferfrei)

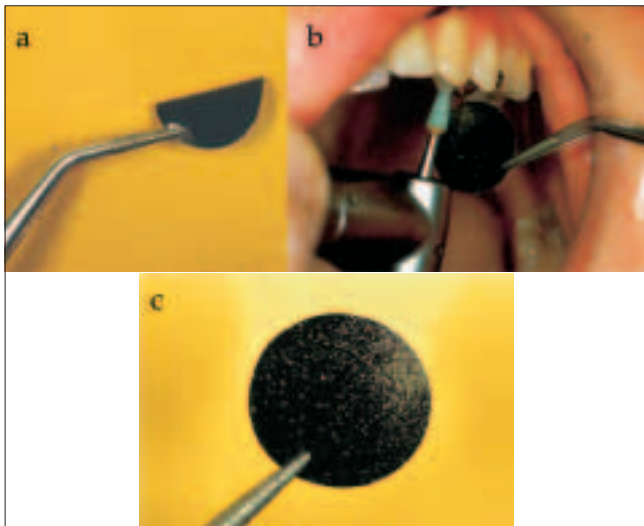


Abb. 1a bis c Schleifstaubentnahme. a) Grafitierte, selbstklebende Sammelfolie für die Aufnahme des Schleifstaubes. b) Schleifstaubentnahme am palatinalen Kronenrand von Zahn 24 mit Karborundumsteinchen. c) Gesammelter Schleifstaub, auf der leitenden Grafit-schicht klebend und bereit zur EDX-Splitteranalyse.

Fig. 1a–c Prélèvement de la limaille destinée à l'analyse par micro-débris. a) Feuille autocollante recouverte de graphite servant à recueillir l'échantillon de limaille. b) Prélèvement, à l'aide d'une pierre abrasive en carborundum, de l'échantillon au niveau du bord palatin de la couronne sur la 24. c) L'échantillon de limaille a été recueilli sur la couche de graphite recouvrant la rondelle adhésive; ainsi, l'échantillon est prêt à l'analyse EDX des micro-débris.

Tab. I Die EDX-Analysen der Splitterproben und der entfernten Werkstücke in Gew.-%; gute Übereinstimmung

	Ni	Cr	Mo	Co	Si	In	Al
Splittertest	81	12	4	0,5	–	0,5	–
EDX an Krone	79	14	5	0,5	0,2	–	2

Tab. II Durchschnittlicher Metallionengehalt der entzündeten und der gesunden Gingivastücke in $\mu\text{g/g}$

	Ni	Co
Gingiva entzündet	462	73,5
Gingiva gesund	10	6

Tab. III Punktanalysen eines Splitters mit verschiedener Zusammensetzung im Vergleich mit den Herstellerangaben in Gew.-%. Areal 3 zeigt überschüssige, korrosionsbereite Haftoxide (Indium)

	Au	Pt	In	Ir	Fe
Herstellerangaben	86,7	11,2	1,7	0,1	0,3
Splitter Areal 1	90,0	7	1	–	–
Splitter Areal 2	91,0	8	–	–	–
Splitter Areal 3	75,0	7	11	–	–

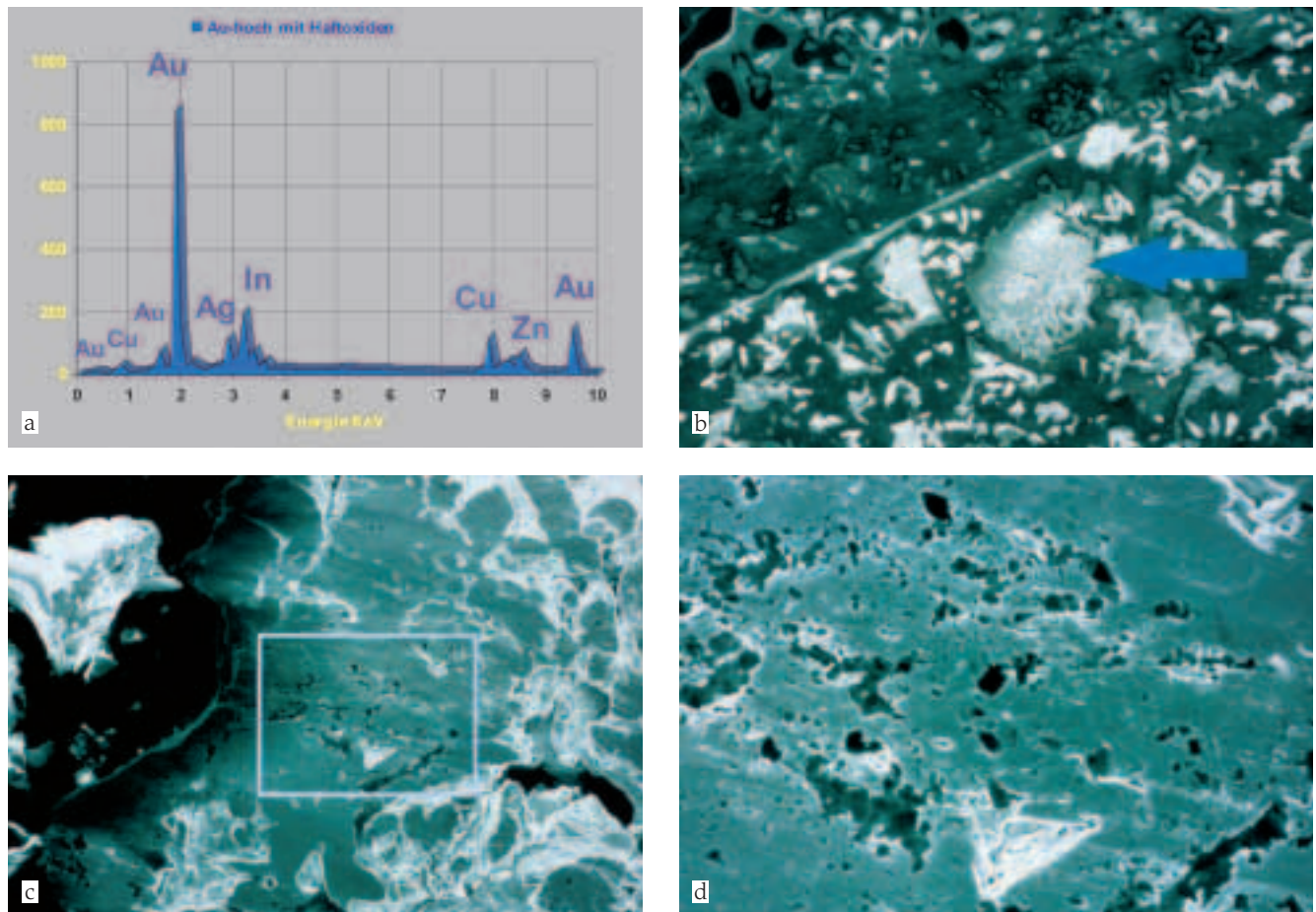


Abb. 2a bis d Splinterprobe einer hoch goldhaltigen Legierung. a) EDX-Analyse zur Identifizierung des Legierungstyps; ein leicht erhöhter Anteil an Haftoxiden ist sichtbar (In und Cu). b) Splinter in der Übersichtsaufnahme (REM, Vergrößerung 60×). c) Bereits bei 500facher Vergrößerung sind korrosive Mikroläsionen feststellbar. d) Ausschnitt aus Abbildung 3c; typische Lochfrasskorrosion (REM, Vergrößerung 2000×).

Fig. 2a–d Analyse par micro-débris d'un alliage à haute teneur en or. a) Analyse EDX servant à l'identification du type d'alliage; à noter la teneur légèrement trop élevée en oxydes de liaison (In et Cu). b) Vue d'ensemble du micro-débris au MEB (agrandissement 60×). c) A partir d'un agrandissement de 500×, il est possible de détecter des micro-lésions dues à la corrosion. d) Vue de détail de l'illustration 2c: piqûre de corrosion galvanique typique (MEB agrandissement 2000×).

können sehr wohl auch zu lokaltoxischen Reaktionen führen, insbesondere, wenn sie nicht korrekt verarbeitet sind und noch überschüssige Haftoxide aufweisen. Die Brücke 24–26 hat bei einer 45-jährigen Patientin an den Kronenrändern der Brückenanker zu einer chronischen Gingivitis mit unangenehmen Schmerzempfindungen geführt. Der Splittertest identifizierte eine hoch goldhaltige Legierung, deren Splinter noch Areale unterschiedlicher Zusammensetzung (mit und ohne Haftoxide) aufwies (Tab. III, Abb. 11a und b, Abb. 12a und b).

Die klinische Relevanz des Splittertestes

Fragebogen

Im Zeitraum von 10 Jahren wurden am Institut für Werkstoffwissenschaft, Technologie und Propädeutik des Zentrums für Zahnmedizin über 1600 Metallsplitteranalysen als unterstützende Dienstleistung für über 250 Zahnärzte zu Gunsten von 846 Patienten ausgeführt und die Resultate ausgewertet. Nach Abschluss dieser 10-jährigen Erfahrungszeit wurde im Rahmen einer Dissertation (PETRINI 2002) versucht abzuklären, wie weit unser Splittertest bei Metallunverträglichkeit in der täglichen Zahnarztpraxis die Diagnostik zu unterstützen und zu erleichtern vermag. Dazu wurden die Resultate einer gezielten Umfra-

ge bei allen Zahnärzten aus ganz Mitteleuropa, die in der erwähnten Zeitspanne von der Dienstleistung Gebrauch gemacht haben, ausgewertet. Zu diesem Zwecke wurden auch alle Krankengeschichten, die in irgendeiner Form den Splittertest beinhalten, analysiert und die involvierten Zahnärzte mittels Fragebogen schriftlich um Antwort gebeten. Von den verschickten Fragebogen sind 425 (50,2%) beantwortet zurückgefließen; 156 (67%) der angeschriebenen Zahnärzte haben sich an der Umfrage aktiv beteiligt.

Resultate

Die 233 befragten Zahnärzte hatten in der Vergangenheit zwischen 1 und 86 Splitteranalysen durchführen lassen; im Durchschnitt entfielen auf jeden Behandler zwischen 3 bis 4 Tests (Abb. 13). Von den insgesamt betroffenen Patienten, die einen Splittertest beansprucht hatten, waren 69% weiblichen und 31% männlichen Geschlechtes.

Die präzisen Angaben über die verschiedenen vom Patienten angegebenen Beschwerden sind in der Abbildung 14 prozentual zusammengestellt. Schleimhautbrennen (29%) und Geschmacksirritationen (26%) sind die häufigsten Antworten, gefolgt von Schmerzen verschiedenster Art (21%) und Mundtrockenheit (21%).



Abb. 3a und b Prothesenunverträglichkeit mit begrenztem Erythem, am Gaumen lokaltoxische Reaktion, verursacht durch toxische Nickelionen aus den Lötstellen zwischen Prothesenbasis (Vitallium) und den hoch goldhaltigen Sekundär-Teleskopkronen sowie aus der Vergoldung. a) Mundaufnahme. b) Teleskopierende Teilprothese.

Fig. 3 a et b Intolérance à une prothèse amovible qui avait provoqué un érythème circonscrit au niveau du palais; il s'agissait d'une réaction de type toxicité locale due à des ions toxiques de nickel ayant diffusé, d'une part à partir des brasures entre la base de la prothèse (vitallium) et les télescopes secondaires en alliage à haute teneur en or et, d'autre part, à partir de la dorure du châssis qui contenait également du nickel. a) Vue intra-buccale. b) Prothèse partielle amovible ancrée sur des télescopes.



Abb. 5 Schwere Gingivaentzündung an der VMK-Kronen-Rändern bei 11 und 21.

Fig. 5 Inflammation gingivale importante à proximité des bords des couronnes céramo-métalliques sur les 11 et 21.

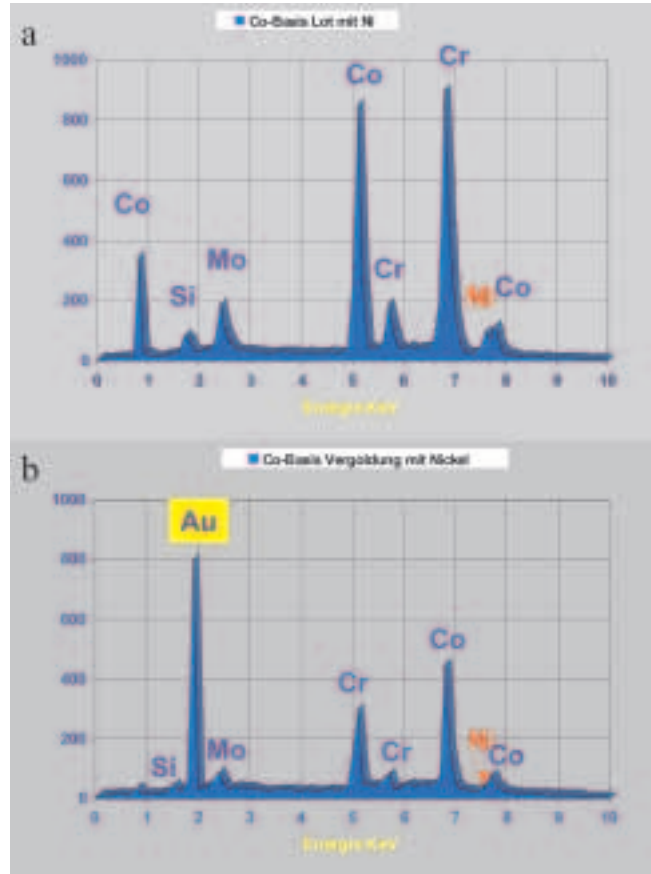


Abb. 4a und b EDX-Analysen: a) der Lötstelle mit Nickel; b) der Vergoldung mit Nickel als Verbindungselement.

Fig. 4a et b Analyses EDX (Energy Dispersive X-Ray analysis ou analyse par diffraction de rayons X secondaires): a) de la zone de brasure à base de Co, mais contenant du nickel; b) de la dorure contenant également du nickel en tant qu'élément de liaison.

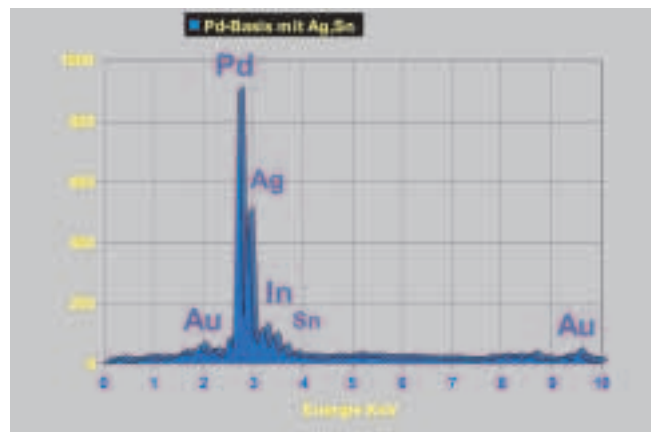


Abb. 6 Resultat der EDX-Analyse: Palladium-Basis-Legierung mit Silber, Zinn und Indium.

Fig. 6 Résultat de l'analyse EDX: alliage à base de palladium, contenant de l'argent, de l'étain et de l'indium.

Die objektiven, vom Zahnarzt diagnostizierten pathologischen Veränderungen sind prozentual in Abbildung 15 dargestellt. Parodontale Probleme um die Kronen- und Brückenpfeiler sind die häufigsten Befunde (51%). Die auf Grund des Splittertestes eingeleiteten Therapien (Abb. 16) hatten u.a. zur Folge, dass mehr als 210 festsitzende Rekons-

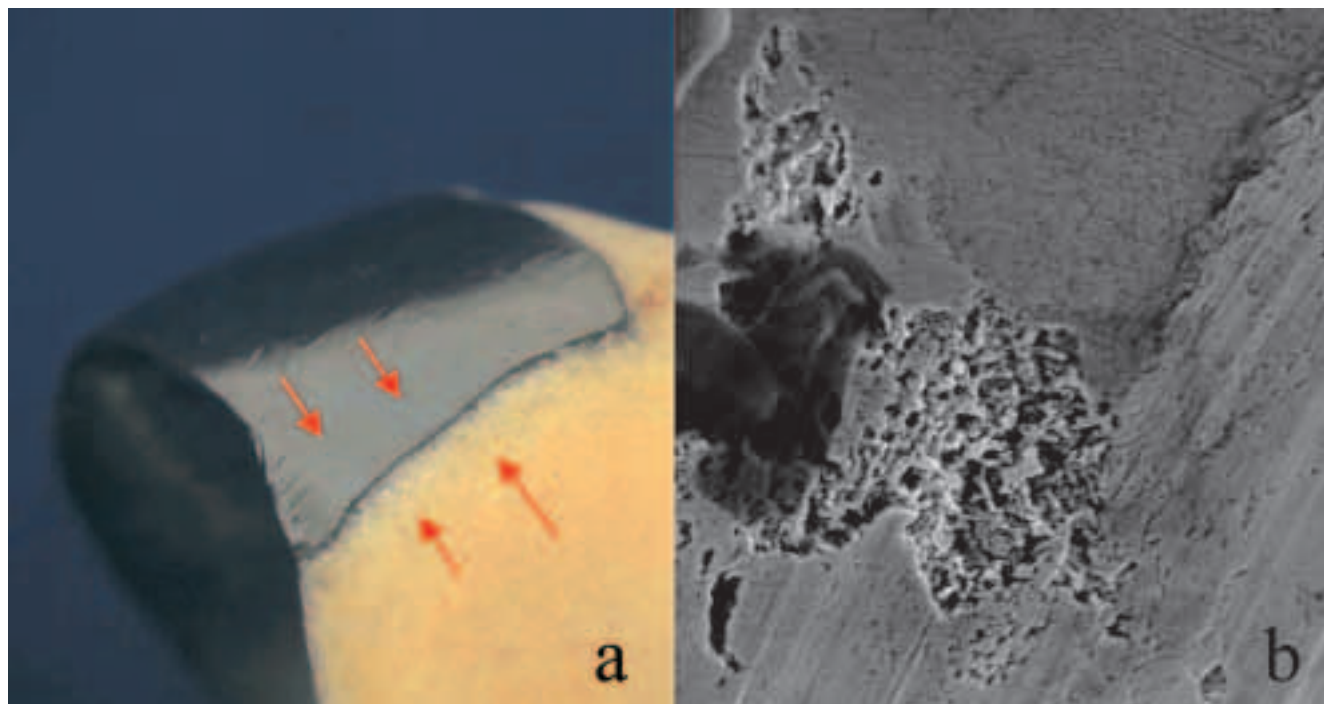


Abb. 7a und b Die entfernte VMK-Krone mit schweren Korrosionsläsionen am Kronenrand und am Übergang zwischen Metall und Keramik (Pfeile). a) Kronenrand im Lichtmikroskop, Vergrößerung: 25×. b) Korrosionsläsion am Kronenrand, REM, Vergrößerung: 1000×.

Fig. 7a et b Après l'ablation de la CCM: lésions de corrosion sévères au niveau du bord de la couronne, dans la zone de transition entre l'armature métallique et la céramique (flèches). a) Bord coronaire au microscope optique (agrandissement 25×). b) Piqûre de corrosion au niveau du bord de la couronne vue au MEB (agrandissement 1000×).



Abb. 8 Metallinduzierte Gingivitis an den beiden Pfeilerzähnen (35–37) der VMK-Brücke aus einer Nickel-Basislegierung im Unterkiefer.

Fig. 8 Gingivite touchant les piliers 35 et 37 d'un pont céramo-métallique à trois éléments dans le maxillaire inférieur; les réactions ont été induites par l'alliage de l'armature à base de nickel.

traktionen haben entfernt werden müssen und durch Werkstücke aus biokompatiblen Alternativmaterialien ersetzt worden sind (Abb. 17).

Der Erfolg der therapeutischen Massnahmen konnte in 161 Fällen (63%) ermittelt werden. 27% der Fälle verzeichneten einen Teilerfolg und nur bei 10% konnte keine Verbesserung der Situation erzielt werden (Abb. 18). In 311 Fällen (80%) haben die Zahnärzte zusammenfassend vermelden können, dass der Splittertest für ihre diagnostischen und/oder therapeutischen Massnahmen hilfreich war (Abb. 19).

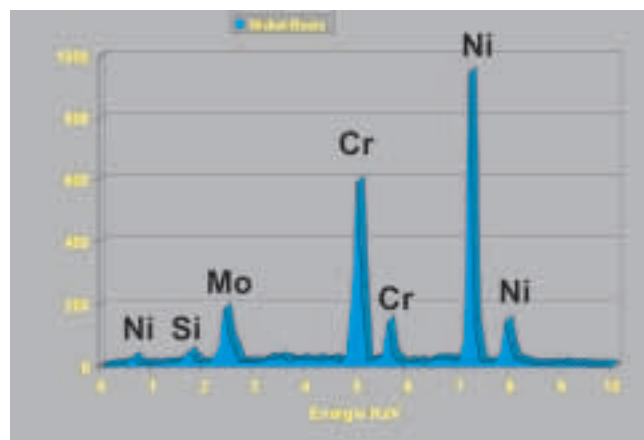


Abb. 9 Splitteranalyse der Kronenlegierung (80% Gew.-% Nickel).

Fig. 9 Analyse EDX d'un micro-débris de l'alliage de l'une des deux couronnes (teneur en nickel correspondant à 80% de poids).

Diskussion und Schlussfolgerung

Der Splittertest, der bereits an einem grossen Patientengut innerhalb einer längeren Zeitspanne angewendet werden konnte, hat sich für den praktizierenden Zahnarzt als einfache und kostengünstige Massnahme zur Legierungsidentifizierung von festsitzendem und abnehmbaren Zahnersatz bei vermuteter Metallunverträglichkeit erwiesen. Der Test liefert zerstörungsfrei qualitative und quantitative Angaben über den Legierungstyp, allfällige Lötstellen mit und ohne toxische Zusätze, unerwünschte persistierende Haftoxide an Aufbrennlegierungen und in vereinzelt Fällen auch über vorhandene Korrosionsläsionen. Er dient oft auch als Grundlage für allfällig weiterführende

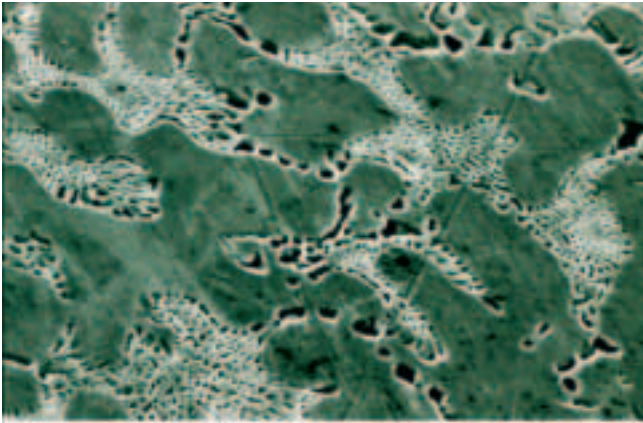


Abb. 10 Schwer korrodierter Kronenrand, REM, Vergrößerung: 1400×.

Fig. 10 Lésion de corrosion sévère au niveau du bord de la couronne vue au MEB (agrandissement 1400×).

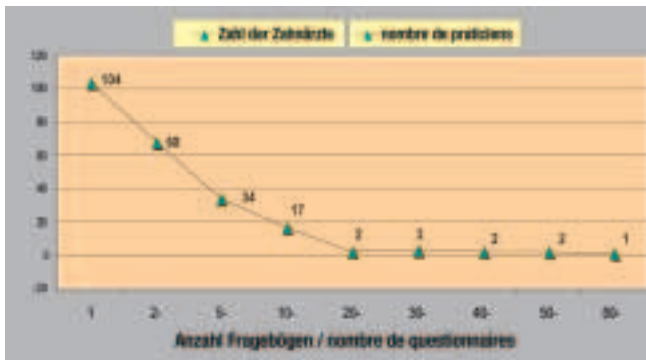


Abb. 13 Quantitative Verteilung der Fragebögen auf die beteiligten Zahnärzte.

Fig. 13 Répartition quantitative des questionnaires adressés aux praticiens.

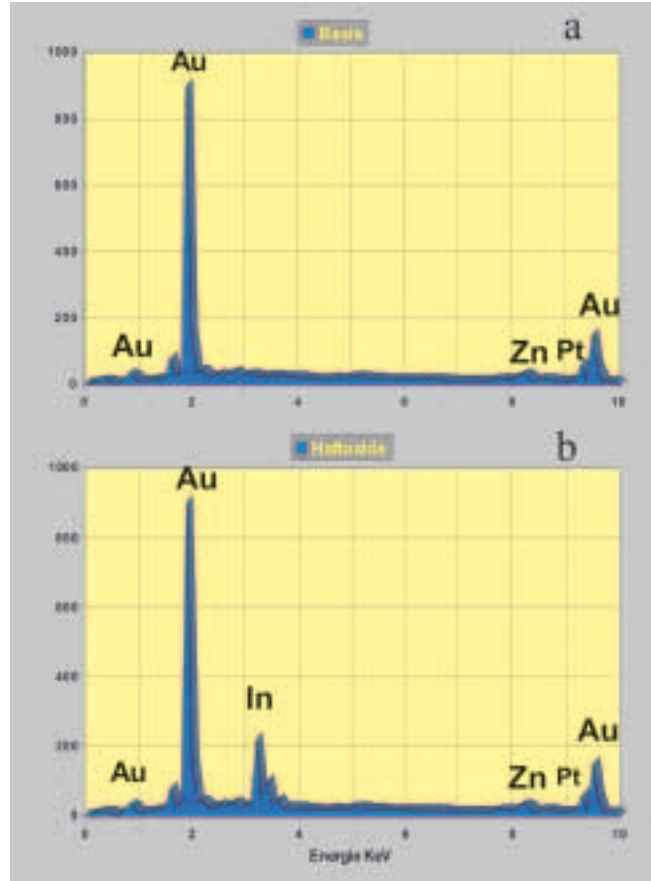


Abb. 12a und b Analysenbefund mittels EDX-Analyse: a) Basisierung (hoch goldhaltig); b) Restliche Haftoxide mit erhöhtem Indiumanteil.

Fig. 12a et b Résultats des analyses par EDX: a) alliage de base à haute teneur en or; b) excès d'oxydes de liaison avec une teneur trop élevée en indium.

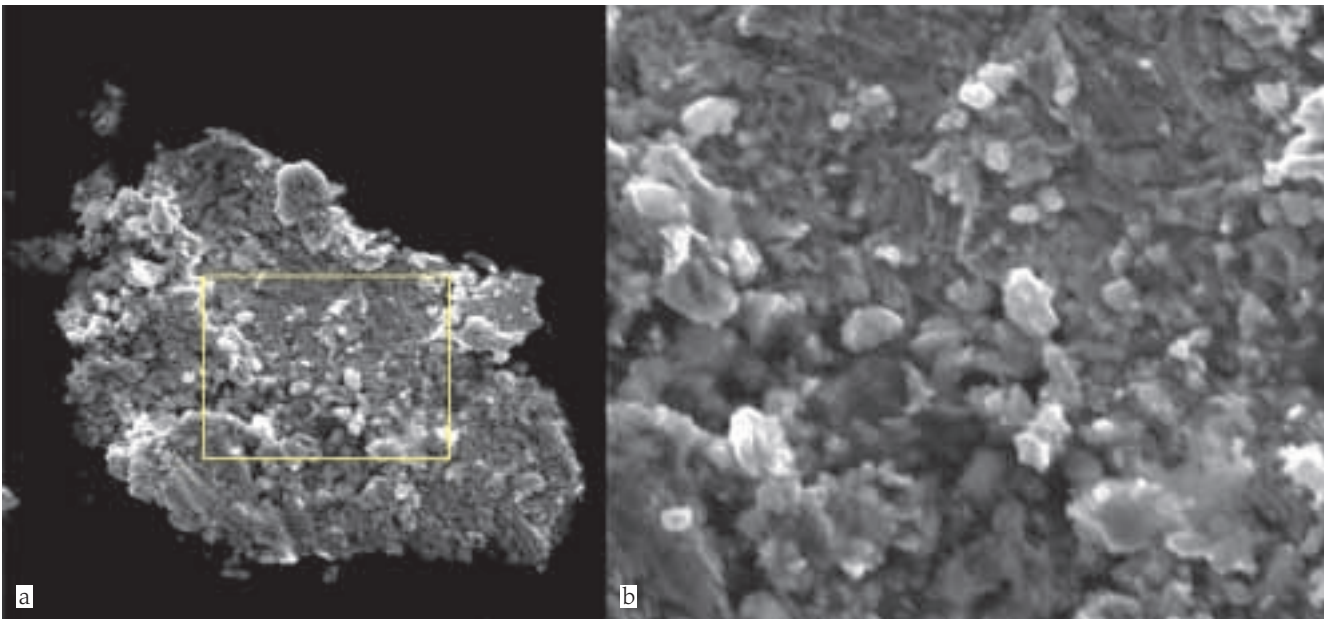


Abb. 11a und b Splitter aus einer hoch goldhaltigen «Bio»-VMK-Brücke im REM. a) Einzelsplitter in einer Vergrößerung: 1000×. b) Splitteroberfläche, Vergrößerung: 3400×.

Fig. 11a et b Vues au MEB d'un micro-débris prélevé sur un pont céramo-métallique coulé en alliage à haute teneur en or dit «bio». a) Vue d'ensemble du micro-débris à un agrandissement de 1000×. b) Vue de détail de la surface du micro-débris à un agrandissement de 3400×.

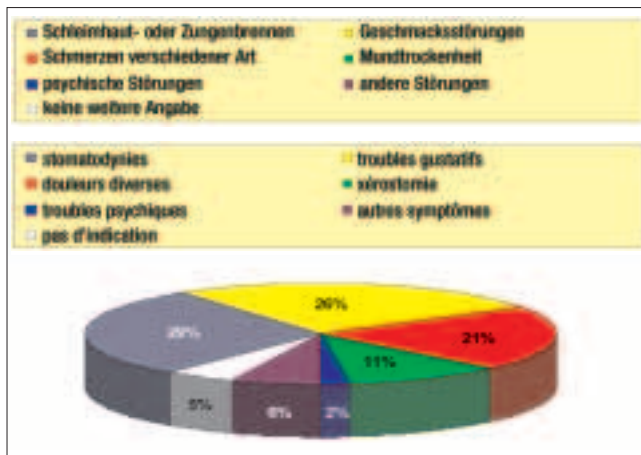


Abb. 14 Die von den Patienten angegebenen (subjektiven) Beschwerden in prozentualer Aufteilung.

Fig. 14 Répartition, en pour cent, des symptômes (subjectifs) évoqués par les patients.

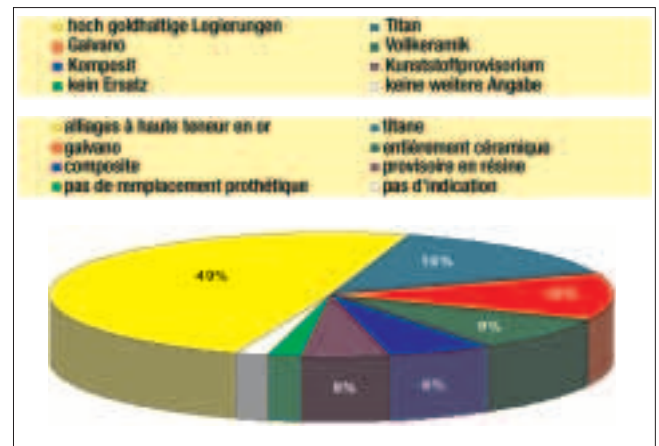


Abb. 17 Die prozentuale Verteilung der angewendeten Ersatzmaterialien.

Fig. 17 Répartition, en pour cent, des matériaux de substitution mis en œuvre.

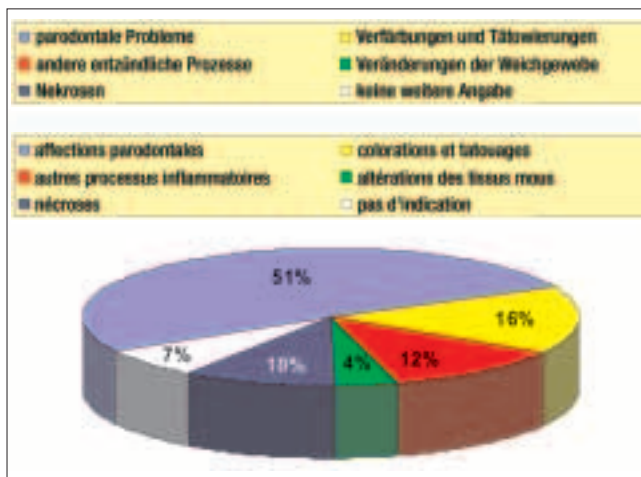


Abb. 15 Die verschiedenen vom Zahnarzt (objektiv) erhobenen Befunde in der Mundhöhle.

Fig. 15 Liste des altérations pathologiques (objectives) décelées par les praticiens au niveau de la cavité buccale des patients.

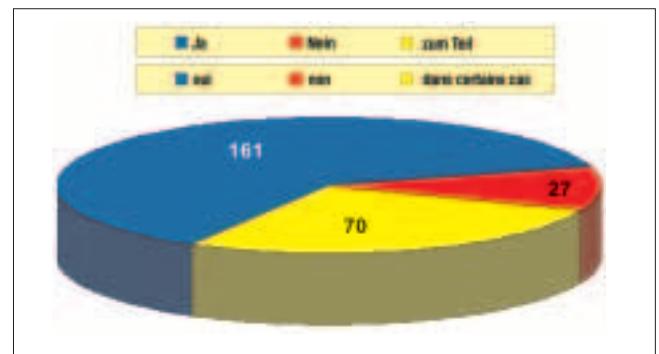


Abb. 18 Erfolg der therapeutische Massnahmen.

Fig. 18 Succès cliniques suite aux mesures thérapeutiques entreprises.

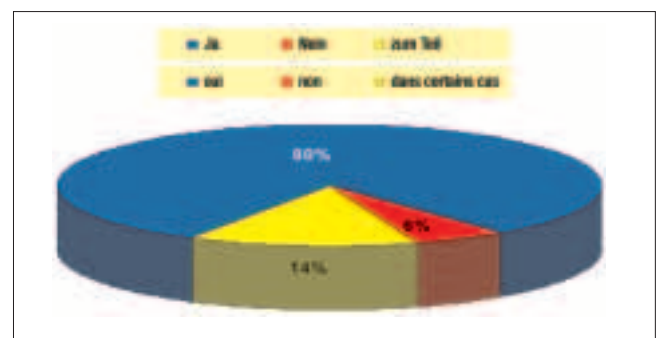


Abb. 19 War der Splittertest hilfreich?

Fig. 19 L'analyse par micro-débris («Splittertest») vous a-t-il été utile?

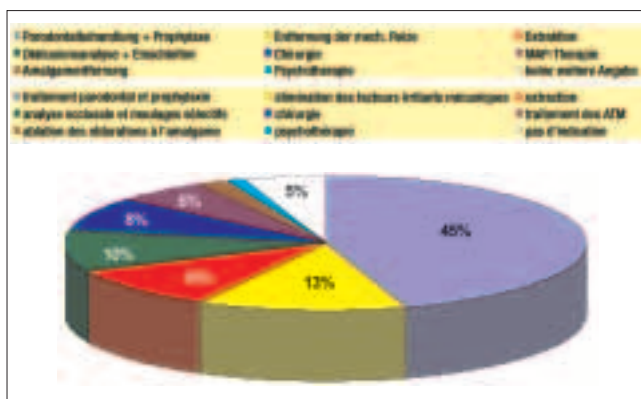


Abb. 16 Die prozentuale Verteilung der auf Grund des Splittertestes eingeleiteten Therapien.

Fig. 16 Répartition, en pour cent, des modalités thérapeutiques instaurées en raison des résultats des analyses par micro-débris.

Abklärungen und Ermittlungen von Misserfolgsursachen und zur Entscheidungsfindung, ob ein festsitzender Zahnersatz (insbesondere bei unbekannter Herkunft) mit qualitativ besseren Werkstoffen ersetzt werden muss. Die Ergebnisse der ausgewerteten Umfrage zeigen sehr deutlich, dass die Identifizierung von Metallen und Legierungen ein entscheidender Schritt im Behandlungskonzept sein kann und dass eine sichere, wissenschaftlich abgestützte Diagnose bei der Mehrzahl der Abklärungsfälle auch zu einem Therapieerfolg führen kann.

Abstract

Many of the methods and devices used for incompatibility testing of metals and alloys today are of questionable scientific value. Neither epicutaneous testing nor other diagnostic adjuncts from the realm of alternative medicine, nor patient-history data contained in so-called dental alloy passports, are generally able to yield any useful information. Analysis is particularly difficult in situations where metallic components are cemented in place in the oral cavity. For many years now, the so-called splinter test has proven its value as a means of non-destructively identifying the type of alloy used. It can also be used for detecting persistent corrosion-prone adhesive oxides and soldering joints as causative agents of metal-related noxious processes. This article presents a number of case reports to demonstrate the reliability and the precision of the splinter test. Over a period of 10 years, more than 1600 splinter analyses have been performed at the University of Basle Center of Dentistry. According to a pertinent survey, these analyses were able to contribute to full treatment success in 63% of the cases, to partial success in 27% of the cases, and to no success in only 10% of the cases.

Literaturverzeichnis

- Bundeszahnärztekammer und Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (Hrsg.): Das Dentalvademekum, 7. Ausgabe. Deutscher Ärzteverlag, Köln (2001)
- JUNGO M, WIRZ J, SCHMIDLI F: Ist Löten ein Kunstfehler? *Quintessenz*, 49: 1233–1241 (1998)
- PETERS O, STÖBER TH, PIOCH TH, LENZ P: Aussagekraft der Splittertests nach Wirz – In-vitro und In-vivo-Untersuchungen. *Zahnärztl Welt* 106: 592–600 (1997)
- PETRINI M G P: Klinische Relevanz des Splittertests. *Med Diss*, Basel (2002)
- PIOCH TH, LEUHARD M: Experimentelle Untersuchungen zum «Splittertest» an zahnärztlichen Gusslegierungen. Vortrag 28. Kolloquium des Arbeitskreises für Elektronenmikroskopie, Leipzig (1995)
- VOCK M: Beurteilung des Splittertests. *Med Diss*, Basel (1996)
- WIRZ J, ADLER A, SCHMIDLI F: Metallunverträglichkeit. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 99: 73–82 (1989)
- WIRZ J, SCHMIDLI F, JÄGER K: Splittertest. *Quintessenz* 43: 1017–1093 (1992)
- WIRZ J: Schädigung des Parodontes durch zahnärztliche Werkstoffe. *Zahnärztl Welt* 102: 146–162 (1993)
- WIRZ J: Basler Lehrmeinung zur Anwendung von Metallen und Legierungen in der Mundhöhle. *Quintessenz* 46: 393–398 (1995)
- WIRZ J, SCHMIDLI F: Nickelschäden – ein Fallbeispiel. *Quintessenz* 46: 1659–1667 (1995)
- WIRZ J, VOCK M, SCHMIDLI F: Splittertest – ein zuverlässiges Diagnosehilfsmittel bei Abklärungen von Metallunverträglichkeit. *Quintessenz* 47: 1373–1384 (1996)
- WIRZ J, SIERVO S, SCHMIDLI F: Metalle im Gewebe. *Quintessenz* 48: 1397–1406 (1997)
- WIRZ J, SCHMIDLI F, JÄGER K: Hoch goldhaltige Legierungen – noch keine Garantie für Qualität. *Quintessenz* 49: 177–182 (1998)
- WIRZ J, SCHMIDLI F, JÄGER K: Probleme mit Edelmetall-Legierungen Teil 1: Goldgusslegierungen. *Quintessenz* 48: 827–837 (1997)
- WIRZ J: Galvanotechnologie – ein bewährter Weg zum biologischen Zahnersatz. Teil I: Biokompatibilität. *Quintessenz* 50: 65–70 (1999)
- WIRZ J, SCHMIDLI F: Haftoxide und Lote als Mitverursacher von Implantat-Spätmisslingen. *Quintessenz* 50: 277–289 (1999)
- WIRZ J, VOCK M, SCHMIDLI F: Lokaltoxische Reaktionen auf Metalle und Legierungen. *Quintessenz* 50: 507–514 (1999)
- WIRZ J: Der Splittertest – eine Dienstleistung für den Praktiker. In: *Zahnärztliche Rekonstruktionen im Fokus von Praxis, Wissenschaft und Wirtschaft* (K. Jäger Hrsg.): 85–90, Verlag St. Margarethen, Aarburg (2002)