Mißerfolgsanalyse bei einer implantatgetragenen Stegkonstruktion

Mögliche Ursachen

Sandro Siervo, Dr.
Paolo Siervo
Adresse:
Università degli Studi di Milano, Cattedra di Odontostomatologia I°, Scuola di Specializzazione in Odontostomatologia I°

Fredy Schmidli, ZT
Adresse:
Zahnärztliches Institut der Universität Basel, Abteilung für zahnärztliche Technologie, Werkstoffkunde und Propädeutik
Petersplatz 14
CH-4051 Basel

Moderne Prothetik ohne die Unterstützung durch Implantate ist heute undenkbar[4]. Demzufolge ist die technische Weiterentwicklung im implantologischen Bereich in den letzten Jahren enorm fortgeschritten, sowohl auf chirurgischer als auch auf prothetischer Ebene[7]. Die klinischen Langzeiterfolge stehen auch nicht mehr aus; sie erlauben, diese Behandlungsmethode ohne größere Bedenken in der täglichen Praxis anzuwenden[1]. Es muß aber betont werden, daß eine 100%ige Erfolgsquote zur Zeit noch nicht erreicht wird; in wenigen Fällen müssen wir auch mit Mißerfolgen rechnen[3]. Mißerfolge können chirurgisch oder prothetisch bedingt sein. Dabei ist es äußerst wichtig, daß die wirklichen Ursachen erkannt werden, um sie in Zukunft vermeiden zu können. An einem Fallbeispiel wird gezeigt, daß die Materialeigenschaften der Suprastruktur als wahrscheinlichste Ursache für einen Spätmißerfolg in Frage kommen und wie diese Fehler künftig zu vermeiden sind.

Einleitung

Eine implantatgestützte prothetische Behandlung kann grundsätzlich in zwei Phasen, eine *chirurgische* und eine *prothetische*, unterteilt werden. Diese beiden Behandlungsschwerpunkte liegen in der Regel zeitlich drei bis neun Monate auseinander, muß doch dem gesetzten Implantat eine Ruhepause zur Osseointegration (funktionelle Ankylose)[6] gewährt werden. Werden bereits während der Implantation oder im Anschluß daran Fehler begangen, die eine Osseointegration stören oder gar unmöglich machen, spricht man von einem *implantologischen Frühmißerfolg*, tritt aber das Ereignis erst nach der Einheilung ein, während oder nach der prothetischen Versorgung, wird dies ein *Spätmißerfolg* genannt[1].

Die minutiöse Standardisierung der chirurgischen Protokolle, die seriöse Erprobung von geeigneten Materialien für die Herstellung enossaler Implantate sowie die Festlegung von gesicherten prothetischen Richtlinien haben im Verlauf der letzten 15 Jahre ermöglicht, die Erfolgsquote für den implantatgetragenen Zahnersatz markant zu verbessern. Die Aufgabe, die den Wissenschaftlern und Klinikern in den

Indizes
Implantatmißerfolg, Ursachenanalyse, Stegkonstruktion, Materialfehler

nächsten Jahren zufällt, wird dahin zielen, die kleine Mißerfolgsquote noch stärker zu reduzieren, um den prothetisch zu versorgenden Patienten ein noch besseres Therapiekonzept anbieten zu können. In diesem Rahmen ist es von großer Bedeutung, daß die Ursachen der Mißerfolge seriös und mit wissenschaftlichen Mitteln erkannt und abgeklärt werden.

Frühmißerfolge werden zumeist dem Chirurgen zugeschrieben; sie entstehen bevorzugt durch Fehler in der Implantatbettvorbereitung (Implantatoberfläche wird nicht genügend im Knochen verankert, keine Primärstabilität, Überhitzung des Knochens bei der Vorbereitung u.a.m.), in der Gestaltung des Lappens (frühzeitige Exposition des Implantats oder der Membran im Fall von gesteuerter Geweberegeneration, keine adhärente Gingiva usw.), in der Implantatinsertion (Vernachlässigung von anatomischen Strukturen wie Sinus mascellaris etc.) oder in einer mangelhaften nachsorgenden Pflege (keine Erkenntnis einer schleichenden Infektion, nicht adäquate Hygiene usw.). Diese Art von Mißerfolgen wird in den allermeisten Fällen vom Arzt und vom Patienten besser verstanden, da keine lange Zeitspanne zwischen der Behandlung und dem Mißerfolg liegt. Der Prozeß der Osseointegration hat sich nicht über mehrere Monate vollzogen, und das Implantat kann leicht entfernt und normalerweise später nach sechs bis acht Wochen durch ein neues ersetzt werden[5]. Der kritische und versierte Behandler ist sehr oft in der Lage, die möglichen Fehlerquellen selbst zu erkennen.

Demgegenüber werden Spätmißerfolge in der Regel dem Prothetiker zugeschrieben, in der Annahme, daß nach problemlos erfolgter Osseointegration nur eine nicht korrekte prothetische Versorgung zu einem Knochenabbau führen kann. Solche Mißerfolge werden dann vom Patienten nur schlecht ertragen, da er alle Etappen der Behandlung bereits durchlitten hat, um zum langersehnten Zahnersatz zu gelangen. Der Chirurg und der Prothetiker haben die ganze Arbeit ausgeführt und müssen nun entscheiden, wie und auf welche Weise eine Neuanfertigung zu planen ist. Nicht zuletzt tauchen Fragen auf, wer die Folgekosten zu übernehmen hat.

Spätmißerfolge müssen aber nicht nur direkt mit einer nicht korrekt gestalteten prothetischen Rekonstruktion verbunden sein; sie können auch von den Materialeigenschaften der Suprastruktur beeinflußt werden[14,15]. Es wird heute auf dem Dentalmarkt eine Vielzahl von Legierungstypen angeboten, um Suprastrukturen herzustellen. Viele davon sind unstabil und neigen zur Korrosionsanfälligkeit[8,9,11,12]. Die

Korrosionsgefahr liegt dann nicht im sogenannten galvanischen Element, wo zwei Metalle oder Legierungen im selben Milieu sind, sondern im sogenannten Lokalelement, unterstützt durch eine unbelüftete Spaltsituation, wie es bereits mehrfach beschrieben worden ist[16]. Die Ursache liegt in der unbelüfteten Spaltsituation am Kronenrand in der Mundhöhle, wo Suprastrukturen, die nicht zementiert, sondern nur verschraubt sind, einer erhöhten Korrosionsgefährdung unterliegen. Falls sich unbelüftete Mikrospälte zwischen dem Implantatpfeiler und der Kronenschulter bilden, besteht die Gefahr, daß sich die Spaltkorrosion als Lokalelement auf die Suprastrukturlegierung auswirken kann[10,13,17].

Implantatmißerfolge, die mit großer Wahrscheinlichkeit auf Korrosionsprodukte aus der Suprakonstruktion zurückzuführen sind, wurden schon in einigen Fällen beschrieben[11,13,14]. Mit dem vorliegenden Beitrag soll ein Spätmißerfolg dargestellt werden, wo bei einer Stegkonstruktion eine Spaltkorrosion als Ursache vermutet wird.

Fallbeschreibung

Bei dem Patienten Herrn C.G., 56jährig, wurde bei einem Restzahnbestand von

7 - 5 - 3 2 1 + 1 - - -

- - 5 - 3 2 1 - 1 2 3 4

mit mehreren schon bestehenden Kronen-Brücken-Konstruktionen im Oberkiefer links der Einsatz von zwei ITI-Hohlzylinder-Implantaten (Straumann, Waldenburg/Schweiz) geplant. Die Panoramaaufnahme (Abb. 1) zeigte deutlich, daß in regio 26 und 27 kein genügendes vertikales Knochenangebot für eine Implantation vorhanden war. Die

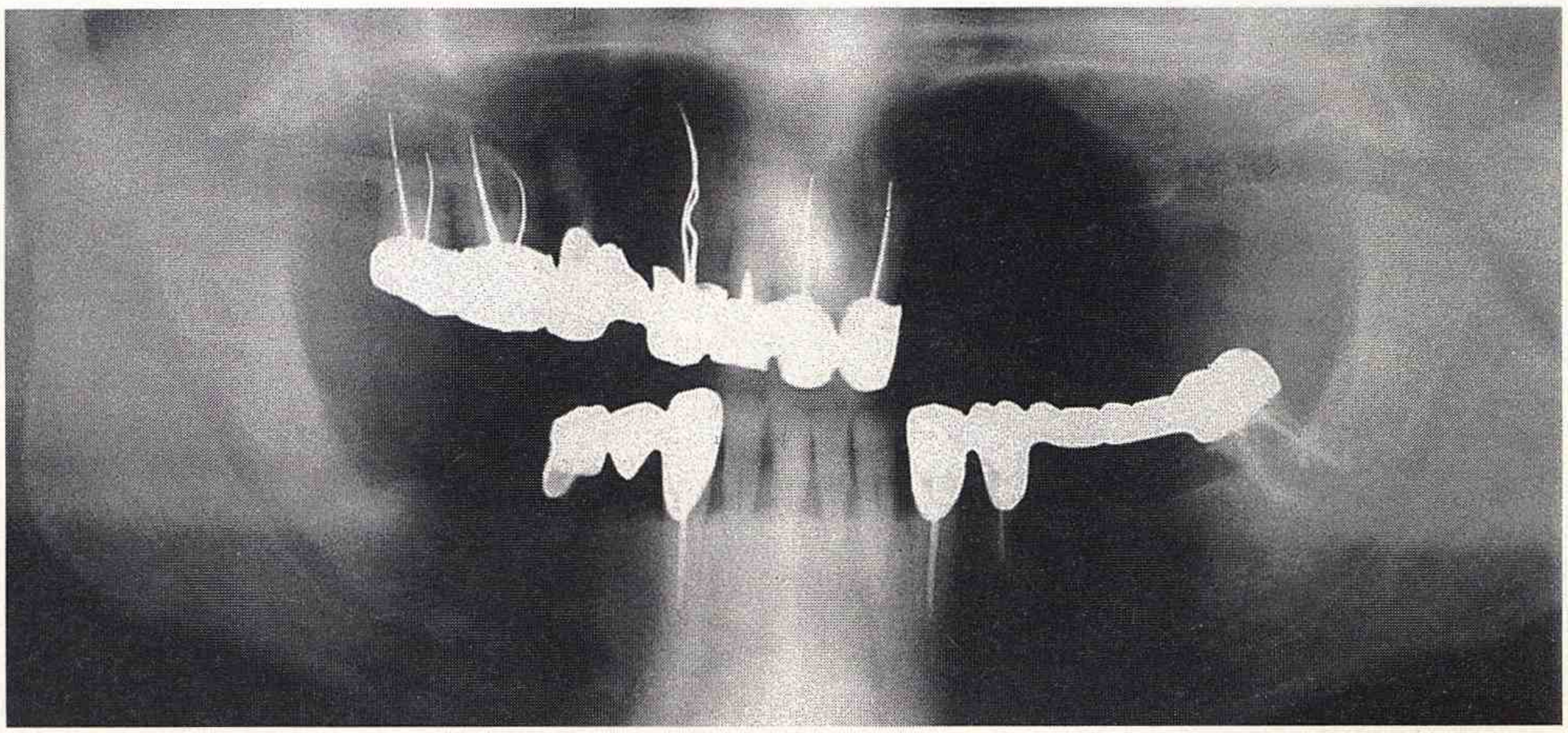

Abb. 1 Das Panorama-Röntgenbild zeigt das mangelnde Knochenangebot in regio 26 und 27.

beiden Implantate von je 10 mm Länge wurden deshalb an die Stelle von 24 und im Tuber transgingival eingesetzt. Die Einheilphase verlief wie gewohnt ohne Komplikationen; beide Implantate konnten nach sechs Monaten aufgrund üblicher klinischer und radiologischer Parameter als osseointegriert beurteilt werden.

202 Tage nach erfolgter Implantation wurden mit der Ratsche, ohne Befestigungszement zwei Sekundärteile (ITI-Konus) aufgeschraubt, mit einem Doldersteg aus Edelmetall verbunden und ab dem 226.Tag mit einer partiellen Prothese belastet. Der Patient fühlte sich mit dieser Rekonstruktion funktionell und ästhetisch gut rehabilitiert (Abb. 2 bis 4).

Abb. 2 Steggerüst auf dem Modell.

Abb. 3 Die Rekonstruktion auf dem Modell aufgesetzt.

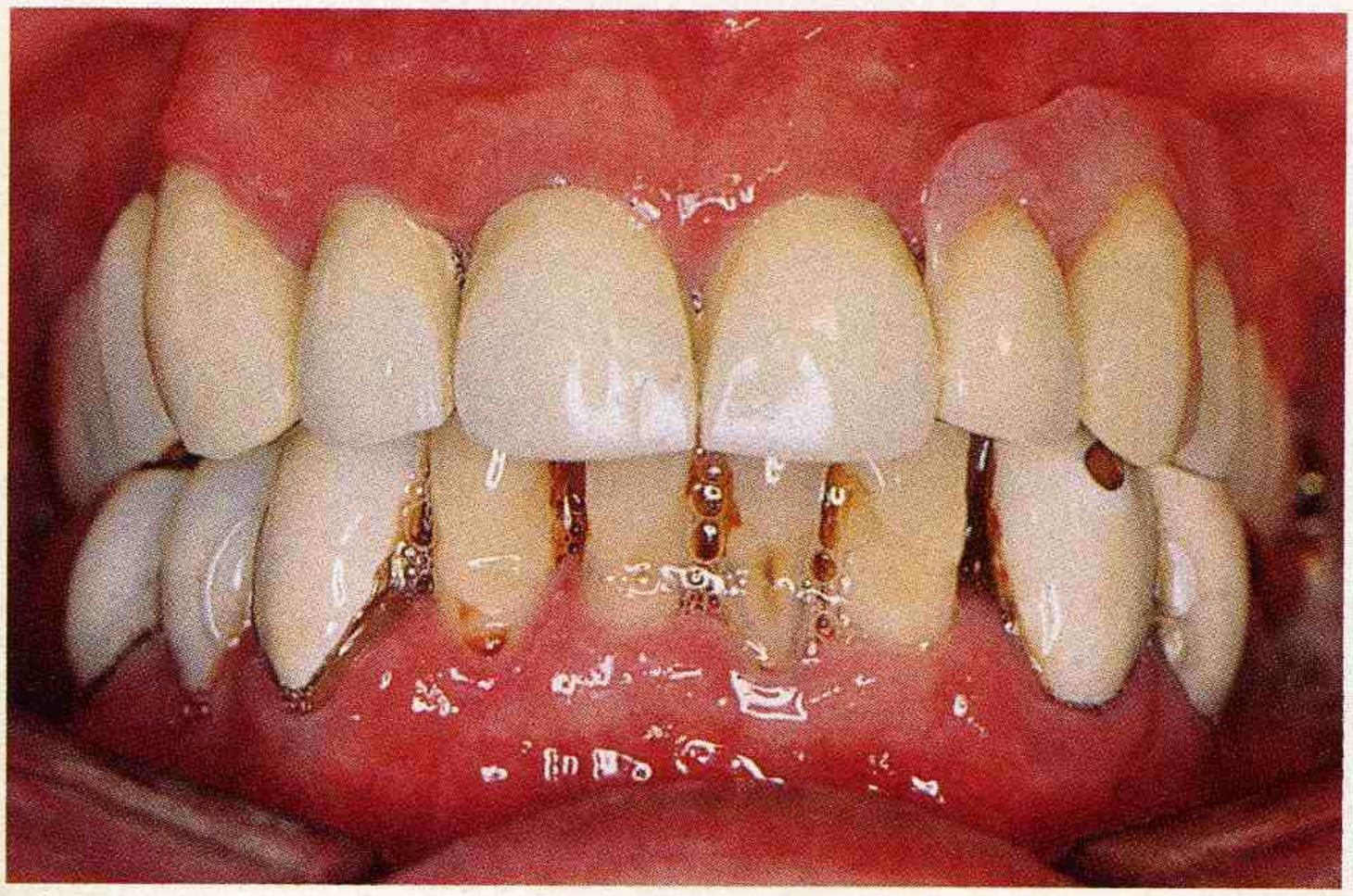

Abb. 4 Der abnehmbare Oberkiefer-Zahnersatz im Mund.

Bereits anläßlich der ersten Nachkontrolle nach drei Monaten meldete der Patient, daß er am Pfeiler 24 ab und zu Schmerzen verspüre. Weder klinisch noch radiologisch waren damals Befunde zu erheben, obwohl der Schmerz eindeutig am Mukosarand um den Implantatpfeiler herum lokalisiert wurde. Weitere sechs Monate später war dann das Gewebe entzündet und mit einem deutlichen Ödem behaftet, das ca. 4 mm nach apikal ausgedehnt war. Der „Bleeding-on-probing"-Test war stark positiv. Es handelte sich eindeutig um eine Periimplantitis mit anhaltendem Schmerz.

Die beschriebene Ursache wurde vorerst im bakteriologischen Bereich vermutet. Auf eine intensive Notfallbehandlung mit Kürettage und medikamentöser Unterstützung sprach der Patient nicht an, auch nicht auf einen resektiven Eingriff mit Lappeneröffnung. Es war eine ungewohnte Knochenresorption zu beobachten: Palatinal war die Knochenwand gut erhalten, während vestibulär die Kortikalis deutlich zu sehen war. Es hatte sich ein atypischer Hohlraum zwischen Knochenaußenwand und dem Implantat gebildet. Nach dem Entfernen des infizierten Gewebes, der Reinigung der Implantatoberfläche und ausführlicher Spülung mit Antibiotika wurde der Lappen apikal verschlossen. Wenige Monate später bildete sich eine zweite Periimplantitis, die die Entfernung des Implantatpfeilers (17 Monate nach Belastung) erforderlich machte. Die atypische Form der Osteolyse war identisch mit der initialen. Gleichzeitig mit der Explantation wurde ein Stück integrierter Spongiosaknochen (Zapfen im Hohlzylinder) zur Ursachenerforschung entnommen.

Material und Methoden

Die Oberflächenstruktur von Implantat und Stegkonstruktion wurde mit Licht- (Wild M7A) und Rasterelektronenmikroskop (REM, Cambridge 150 S/TN 200) beurteilt, die Analysen der Legierungen mit dem REM-gekoppelten EDX-Detektor (teilquantitative, energiedispersive Röntgenspektroskopie) vorgenommen und der Metallionengehalt des Knochengewebes mittels Atomabsorptionsspektrometers (AAS, Perking-Elmer PE 1100) qualitativ und quantitativ bestimmt.

Resultate

Die Licht- und REM-Inspektion des Explantats zeigten die üblichen mechanischen Verarbeitungsspuren sowie organische Ablagerungen. Zwischen Goldkappe und Steg wurde eine Lötstelle mit Gaslunkern ausgemacht (Abb. 5 und 6).
Im Spaltbereich zwischen Implantat und Stegkappe sind an der Goldlegierung ganz massive Korrosionsläsionen sicht-

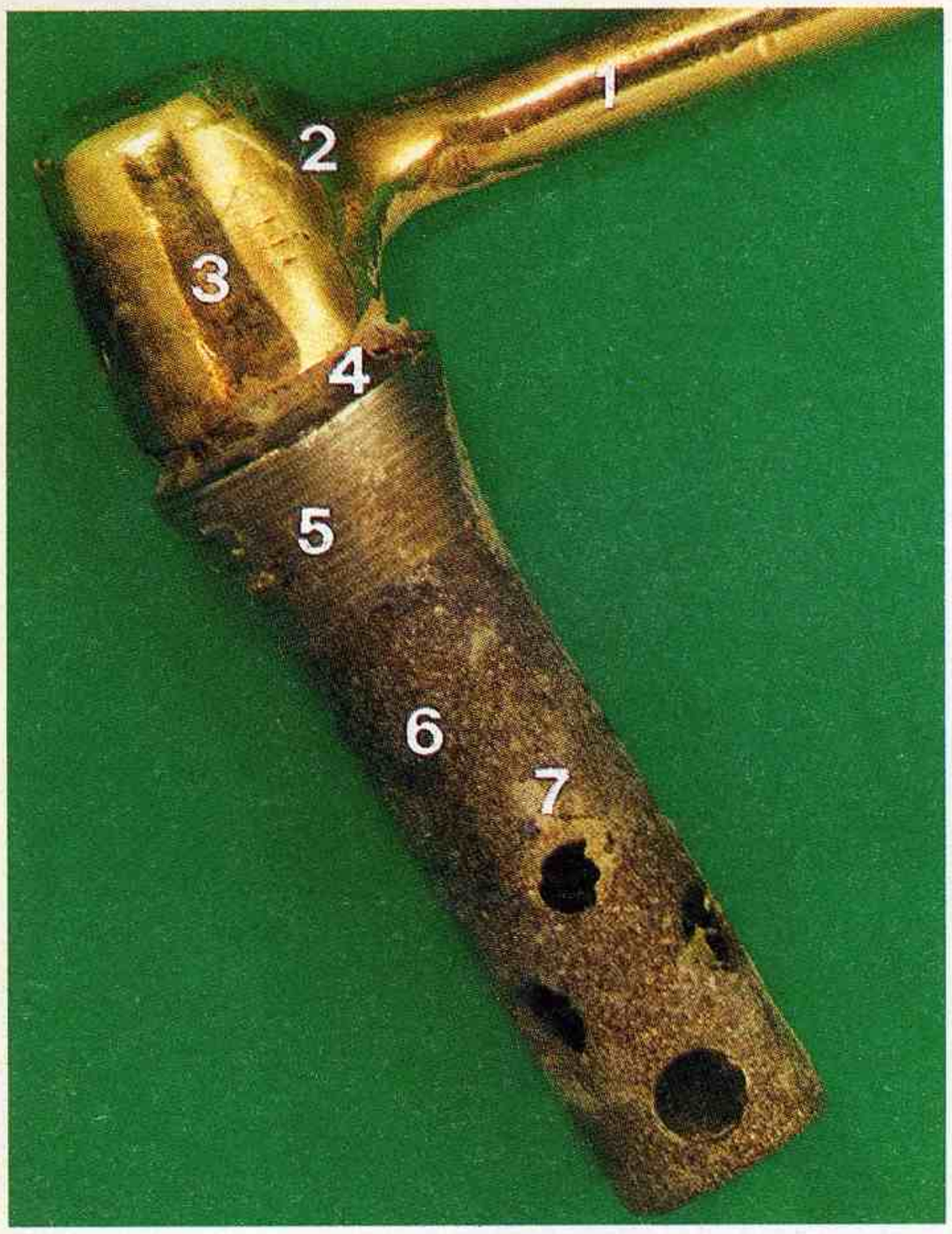

Abb. 5 Explantat mit aufgeschraubtem Steggerüst (Lichtmikroskop, Vergrößerung: 6x). 1 = Goldsteg, 2 = Lotstelle, 3 = Stegkappe, 4 = Spaltbereich zwischen Titanimplantat und Goldkappe mit Ablagerungen und Korrosionsprodukten, 5 = Implantat, 6 = Plasmabeschichtung, 7 = natürliche Ablagerungen.

Abb. 6 Breite Lotstelle (L) zwischen Goldkappe (K) und Goldsteg (S) mit Glaslunkern (REM, Vergrößerung: 30x).

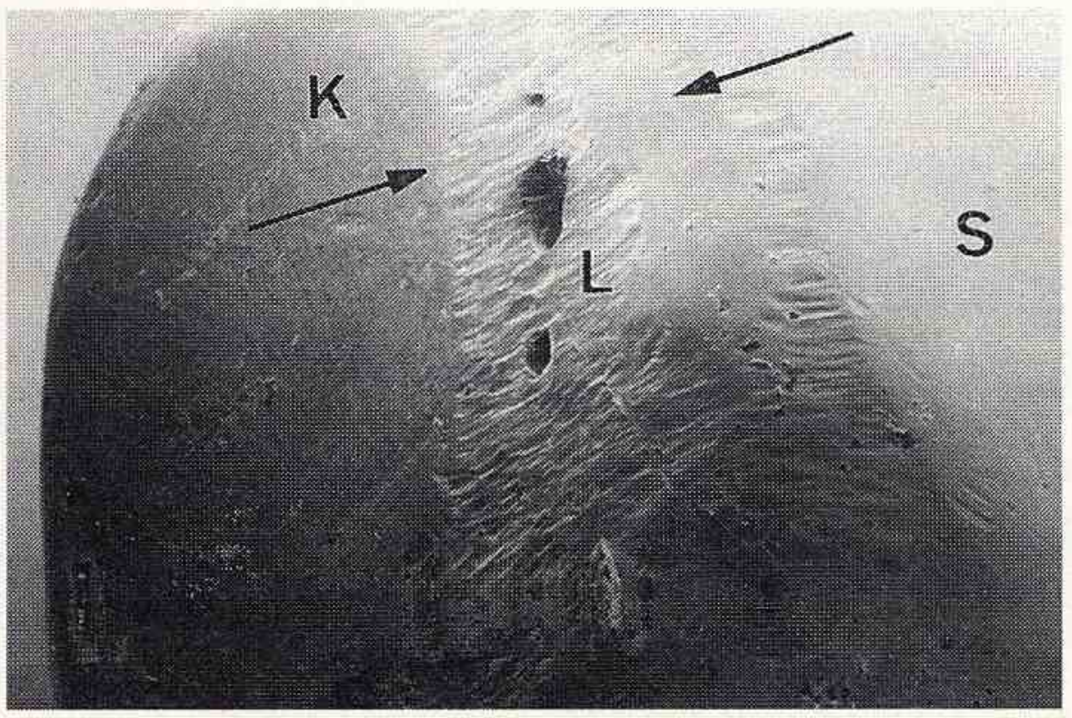

Abb. 7 Schwere Spaltkorrosion an der goldreduzierten Stegkappe im Spaltbereich zum Titanimplantat (REM, Vergrößerung: 1600x). 1 = Goldkappe, 2 = Nadelstielkorrosion an der Goldkappe, 3 = Spaltbereich, 4 = Titanimplantat.

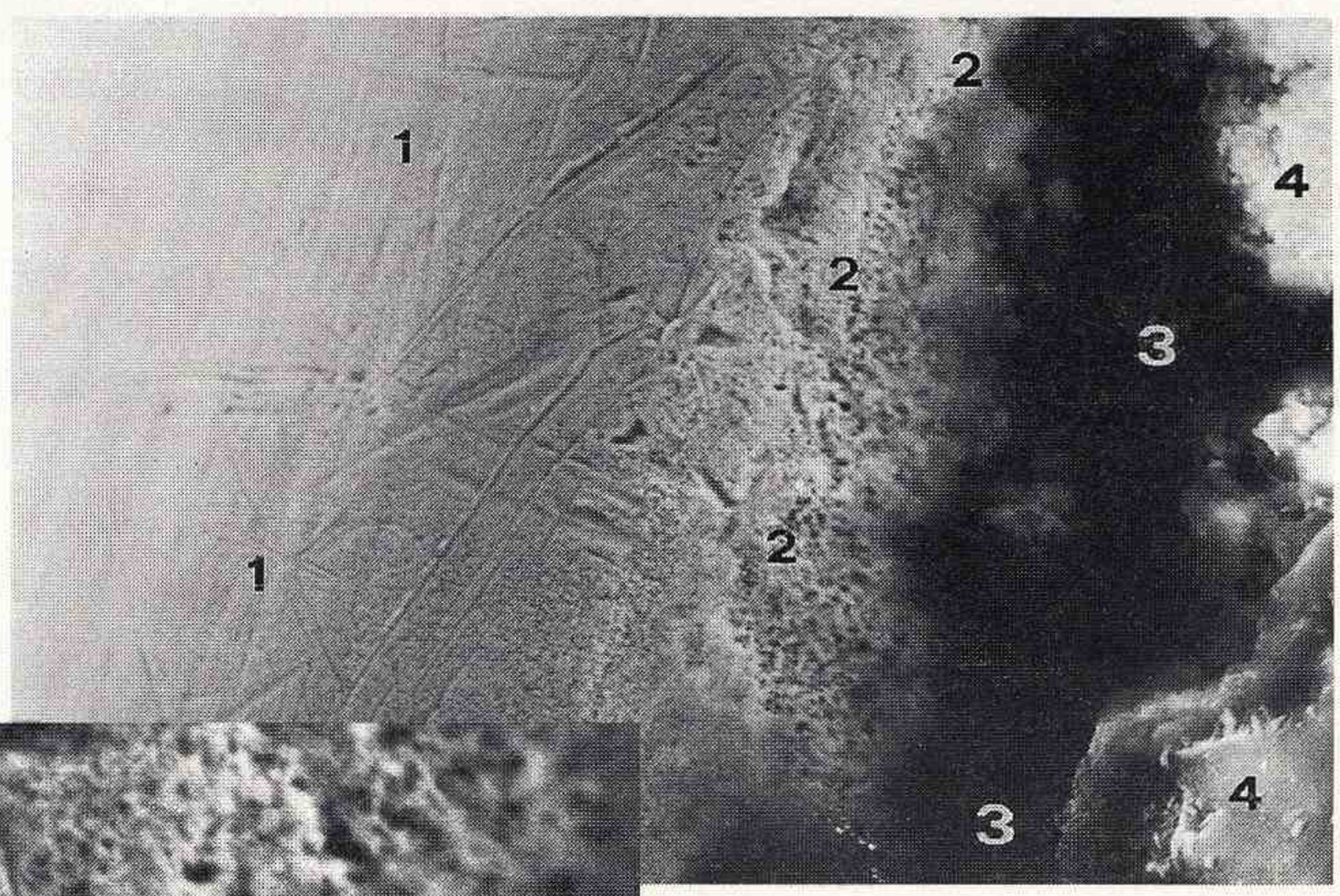

Abb. 8 Vergrößerung der Korrosionsstelle aus Abbildung 7 (REM, Vergrößerung: 4000x).

bar. Es handelt sich um eine eindeutige Spaltkorrosion in Form einer sogenannten Nadelstichkorrosion (Abb. 7 und 8). Die EDX-Analyse identifizierte eine goldreduzierte Edelmetallegierung von Steg und Kappe mit Zusätzen von Ag, Cu und Pd. Das verwendete Goldlot enthält zudem 0,5% Cadmium; an der Implantatoberfläche sind natürliche Verunreinigungen aus dem Umgebungsgewebe auszumachen (Tab. 1).

Tabelle 1 Teilquantitativ ermittelte Elemente in Gew-% (nur Hauptbestandteile berücksichtigt)

Elemente [Gew-%]	Au	Pt	Pd	Ag	Cu	Sn	Ti	Zn	Cd
Stegfläche 1	68	0	1	7	12	0	0	7	0
Stegfläche 2	62	0	4	17	15	0	0	2	0
Lötstelle	62	0	3	16	15	0	0	3	0,5
Stegstufe/Stegkappe	47	0	4	12	16	–	16	1	0
Implantat: Ti/Al, Si, Au, S									
Implantatstufe: Ti/Al									
Implantathals: Ti/Al, C, O, Si, P, S									
Plasmaschicht: C, O, Na, P, S, Ti, Ca									

Die korrodierte Kontaktstufe der Goldkappe ist durch den Korrosionsprozeß dermaßen verändert, daß sie nur noch über einen Goldanteil von 47% verfügt. Mittels AAS-Analyse von 4,15 mg Trockengewicht des Knochengewebes wurde ein pathologisch erhöhter Anteil an Metallionen aus der Steg-Kappen-Legierung ermittelt (Tab. 2).

Tabelle 2 Die mittels AAS-Analyse festgestellten Metallionen im Knochengewebe (4,15 mg Trockengewicht) in µg/g

Elemente	Au	Ag	Cu	Pd	In	Ga	Cd	Co	Ni
Gehalt [µg/g]	170	65	35	32	~0,6	<NG	~0,7	<NG	<NG
NG = Nachweisgrenze									

Diskussion und Schlußfolgerung

Beim vorliegenden Fallbeispiel sind mit Sicherheit mindestens zwei Schwachstellen der Implantatsuprastruktur im materialtechnischen Sektor erkennbar.

Einerseits besteht die Steg- und Kappenlegierung aus einer nicht korrosionsresistenten und möglicherweise fehlerhaft bearbeiteten, goldreduzierten Legierung, und andererseits wurde ein Lot mit dem unerwünschten Zusatz von Cadmium verwendet. Die durch die schwere Korrosion freigewordenen Metallionen sind fast in stöchiometrischem Verhältnis wie in den Legierungen im entfernten Knochen-

gewebe wieder aufgefunden worden. Es darf angenommen werden, daß die vorgefundene Quantität und Qualität insbesondere der lokaltoxischen Metallionen Cu und Cd als Primärverursacher des implantologischen Spätmißerfolgs zu bezeichnen sind.

Bei Implantatstrukturen, die mit korrosionsbeständigen hochgoldhaltigen Legierungen oder mit dem Implantatmaterial Titan gefertigt werden, lassen sich solche unliebsamen Zwischenfälle von vornherein vermeiden. Alle Suprastrukturen sollten zudem im Einstückgußverfahren hergestellt sein. Alle Arten von Lötungen sind zu vermeiden; es existieren keine Lote, die in der Mundhöhle über eine genügende Biokompatibilität und gleichzeitig über eine genügende Lotqualität verfügen. Wird mit vorfabrizierten Teilen aus Edelmetall oder Titan auf Implantaten rekonstruiert, ist die moderne Laserschweißung das Mittel der Wahl.

Literatur

1. *Adell, R., Lekholm, U., Rückler, B.* und *Brånemark, P.I.*: A 15-year study of osseointegrated dental implants in the treatment of the edentulous jaw. Int J Oral Surg 10, 387-416 (1981).
2. *Adell, R., Ericksson, B., Lekhom, U., Brånemark, P.I.* und *Jemt, T.*: A long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of the totally edentulous jaw. Int J Oral Maxillofac Implants 5, 347-359 (1990).
3. *Albrektsson, T.*: A multicenter report on osseointegrated oral implants. J Prosthet Dent 60, 75-84 (1988).
4. *Brånemark, P.I., Zarb, G.A.* und *Albrektsson, T* (eds.): Tissue-integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry. Quintessence, Chicago 1985.
5. *Buser, D., Hirt, H.P., Dula, K.* und *Gerthold, H.*: GBR-technique/Implant dentistry. Simultaneous application of barrier membranes around titanium implants with periimplant bone defects. Schweiz Monatsschr Zahnmed 102, 1491-1501 (1992).
6. *Schroeder, A., Sutter, F.* und *Krekeler, G.* (eds.): Oral Implantology. General Basics and ITI-hollow-Cylinder System. Thieme, New York 1991.
7. *Shanaman, R.H.*: The use of guided tissue regeneration to facilitate ideal prosthetic placement of implants. Int J Period Rest Dent 12, 257-265 (1992).
8. *Steinemann, S.*: Corrosion of surgical implants in vivo and in vitro tests. In: *Winter G.D.* et al. (eds). Evaluation of biomaterials, John Wiley & Sons, Chichester 1980.
9. *Wirz, J.* und *Steinemann, S.*: Korrosionsvorgänge in der Mundhöhle. Philipp J 4, 81-85 (1987).
10. *Wirz, J., Graber, G.* und *Widmer, W.*: Metallische Verankerungselemente in der restaurativen Zahnmedizin. Quintessenz, Berlin 1987.
11. *Wirz, J., Jäger, K.* und *Schmidli, F.*: Klinische Korrosion. Schweiz Monatsschr Zahnmed 97, 1151-1156 (1987).
12. *Wirz, J., Steinemann, S., Schmidli, F.* und *Wall, R.*: Aufbrennlegierungen im Spaltkorrosionstest. Schweiz Monatsschr Zahnmed 97, 571-590 (1987).
13. *Wirz, J.* und *Schmidli, F.*: Klinische Bewährung von Legierungen I und II. Quintessenz 41, 1875-1880 (1990), Quintessenz 41, 2039-2044 (1990).
14. *Wirz, J.* und *Schmidli, F.*: Ein Misserfolg. Teil I: Mögliche Ursachen. Quintessenz 42, 1319-1326 (1991).
15. *Wirz, J.* und *Schmidli, F.*: Ein Mißerfolg. Teil II: Klinische Lösung. Quintessenz 42, 1475-1480 (1991).
16. *Wirz, J.*: Klinische Material- und Werkstoffkunde. Quintessenz, Berlin 1993.
17. *Wirz, J.*: Schädigung des Parodonts durch zahnärztliche Werkstoffe. Zahnärztliche Welt 102, 146-162 (1993). QZ