

Aus der
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. U. Stüttgen)
Westdeutsche Kieferklinik
Heinrich - Heine Universität Düsseldorf

**Bestimmung von Platin-Legierungsbestandteilen im Urin bei Eingliederung
edelmetallhaltiger Dentallegierungen
- eine in-vivo-Studie -**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

Der medizinischen Fakultät der Heinrich - Heine Universität
Düsseldorf

vorgelegt von

Petra Bagusche

2001

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Heinrich - Heine Universität Düsseldorf

gez.: Univ.-Prof. Dr. D. Häussinger
Dekan

Referent: Priv.-Dozent Dr. A. Hugger
Korreferent: em. Univ.-Prof. Dr. F. Schübel

*Meinen Eltern Renate und Siegfried Bagusche,
meinem Bruder Stefan
und
meinen Großeltern Hanni und Hans Heimbürger und Else und Paul Bagusche
gewidmet.*

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	3
1.1 Edelmetallhaltige Dentallegierungen in der Zahnheilkunde	3
1.2 Platin-Freisetzung aus Dentallegierungen	5
1.3 Analysenverfahren	6
2. Aufgabenstellung / Zielstellung	8
3. Material & Methode	9
3.1 Das Untersuchungsgut	9
3.2 Ablauf der Studie	10
3.3 Das Analysenverfahren der Sektorfeld-Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (SF-ICP-MS)	12
3.3.1 Die Probenvorbereitung	12
3.3.2 Das Prinzip der Sektorfeld-Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (SF-ICP-MS)	13
3.3.3 Die Bestimmung von Platinmetallen bei der SF-ICP-MS	15
3.4 Kreatininbestimmung	16
3.5 Abschlußuntersuchung	16
4. Ergebnisse	17
4.1 Vorstellung und Gruppierung der Probanden	17
4.2 Ausgangswerte	56
4.3 Verlaufswerte	62
4.3.1 Werte unmittelbar nach Eingliederung von edelmetallhaltigem Zahnersatz	62
4.3.2 Weitere Werte nach Eingliederung des edelmetallhaltigen Zahnersatzes	66
4.4 Untersuchung der Auswirkungen der Platin-Konzentrationen auf den Organismus	68

5. Diskussion	69
5.1 Exposition der Bevölkerung gegenüber Platin	69
5.2 Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin	70
5.2.1 Die Expositionspfade in Bezug auf die Platin-Belastung der Bevölkerung	71
5.3 Edelmetallhaltige Dentallegierungen in der Zahnheilkunde	73
5.3.1 Korrosionsverhalten edelmetallhaltiger Dentallegierungen	73
5.4 Ergebnisse der vorliegenden Studie im Vergleich	74
5.5 Auswirkungen der Platin-Konzentrationen im Organismus	76
6. Zusammenfassung	78
7. Literaturverzeichnis	80
8. Anhang	83
Formular: Aufklärung	
Formular: Einverständniserklärung	
Formular: Erfassungsbogen "STUDIE <i>Edelmetalle</i> 1997/98"	
Formular: Basis-Fragebogen "Edelmetalle"	
Formular: Verlaufs-Fragebogen "Edelmetalle"	
9. Lebenslauf	

1. Einleitung

1.1 Edelmetallhaltige Dentallegierungen in der Zahnheilkunde

In der Zahnheilkunde steht eine große Vielfalt von Dentallegierungen zur Verfügung. Diese erklärt sich aus den speziellen Anforderungen, die an die Materialien für Zahnersatz entsprechend dem jeweiligen Anwendungszweck gestellt werden müssen. Metalle haben gegenüber anorganischen und organischen Werkstoffen den Vorteil höherer Festigkeit und Verschleißbeständigkeit, verbunden mit guter Kaltverformbarkeit sowie mit leichter Formbarkeit durch Schmelzen und Gießen. Edelmetallhaltige Dentallegierungen werden wegen ihrer guten technologischen Eigenschaften in besonders hohem Umfang eingesetzt [EICHNER 1988].

Schon im Altertum wurden für Zahnersatz neben Werkstoffen wie Knochen, Elfenbein und Holz auch Gold und Goldlegierungen verwendet. So wurden in Ägypten bei Ausgrabungen Mumien Schädel gefunden, deren Zähne Goldfüllungen hatten. Von den Phöniziern und den Etruskern sind kunstvolle, aus Goldbändern oder Drähten gefertigte Vorrichtungen bekannt, die zur Verankerung künstlicher Zähne am Restgebiss dienten. Gelötete und genietete Goldringe aus dieser Epoche können als Vorläufer von Kronen betrachtet werden. Gold und seine Legierungen mit Silber und Kupfer waren bis ins 19. Jahrhundert die fast ausschließlich verwendeten metallischen Werkstoffe, aus denen Zahnersatz, dem Stand der Technik entsprechend, gefertigt wurde. Mit der Einführung des Wachsaußschmelz-Gießverfahrens um 1900 eröffneten sich neue Wege, auch größere, individuell angepaßte Zahnersatzarbeiten herzustellen. Der Aufschwung der Naturwissenschaften seit Ende des 19. Jahrhunderts bildete die Voraussetzung für die wissenschaftliche Erforschung der Metalle und Legierungen. Zwischen 1920 und 1930 wurde die Aushärtbarkeit der damals bekannten Platingolde entdeckt; eine Erkenntnis, die für die Zahnheilkunde einen erheblichen Fortschritt bedeutete; sie machte nicht nur die Herstellung neuartiger Legierungen möglich, sondern eröffnete auch neue Anwendungen wie z.B. die Edelmetall-Keramik-Verbundtechnik [EICHNER 1988].

Das weite Einsatzgebiet edelmetallhaltiger Dentallegierungen hat sich bis in die heutige Zeit erhalten. Die sowohl wissenschaftlich als auch in der Öffentlichkeit geführte Diskussion um die Verwendung von Amalgam als Füllungswerkstoff in der Zahnheilkunde und die vom Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte ausgesprochenen Anwendungsbeschränkungen haben ebenso dazu geführt, daß verstärkt auf edelmetallhaltige Dentallegierungen zurückgegriffen wird. Das Einsatzgebiet dieser Legierungen umfaßt gegossene Füllungen, Teilkronen-, Kronen- und Brückenprothetik, abnehmbare Prothesen und die Implantatprothetik.

Edelmetallhaltige Dentallegierungen bestehen aus bis zu 10 Legierungskomponenten, wobei der prozentuale Anteil einer jeden Komponente die Eigenschaft dieser Legierung bestimmt [EICHNER 1988]. Als Ausgangsmaterial dienen die Edelmetalle Gold, Platin, Palladium und Silber. Der Einsatz der reinen Edelmetalle in der Zahnmedizin ist in den meisten Fällen aufgrund ihrer ungenügenden physikalisch-technologischen Eigenschaften nicht möglich. Dieser wird erst dadurch ermöglicht, daß man z.B. Gold mit Platin, Palladium und Silber und geringen Mengen an Nichtedelmetallen legiert und so die hochgoldhaltigen Dentallegierungen erhält. So liegt u.a. der Grund für das Hinzufügen von Platin darin, daß hierdurch die Festigkeit der Legierungen gesteigert werden kann.

An die Dentallegierungen werden aus medizinischer und biologischer Sicht besonders hohe Anforderungen gestellt. Deshalb müssen bei der Materialwahl folgende Punkte beachtet werden, die von den hochgoldhaltigen Dentallegierungen in hohem Maße erfüllt werden:

1. Gewährleistung der Gewebeverträglichkeit.
 2. Keine Sensibilisierungen oder allergische Reaktionen.
 3. Keine Freisetzung von Metallionen durch Korrosion im Mund.
 4. Keine Risiken durch Zahnersatz, der mit lebendem Gewebe in Verbindung steht
- [HERAEUS KULZER 1995].

Gesundheitliche Risiken durch zahnärztliche Legierungen lassen sich jedoch nicht völlig ausschließen. Dem Bundesgesundheitsamt liegen Verdachtsfälle von unerwünschten Wirkungen durch zahnärztliche Legierungen vor. Die medizinische Bewertung dieser Meldungen ist u.a. aufgrund der fehlenden Angaben zur Bezeichnung bzw. Zusammensetzung sowie aufgrund der unzureichenden Datenlage

zur Toxizität dieser Legierungen erschwert. Die Eigenverantwortung der Hersteller von Dentallegierungen ist daher auf diesem Gebiet der zahnärztlichen Werkstoffe in besonderem Maß gefordert. Aus Gründen des vorbeugenden Patientenschutzes im Zusammenhang mit der Verwendung der Dentallegierungen als Arzneimittel, hat das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) im August 1993 auf der Grundlage eines Expertengesprächs Empfehlungen für Zahnarzt, Zahntechniker und Patient zur Auswahl und zur Verwendung von Dentallegierungen herausgegeben. Diese sollen für Zahnarzt und Zahntechniker eine Entscheidungshilfe für die Auswahl sowie die Verarbeitung von Dentallegierungen in der zahnärztlichen Therapie sein. Mit den Empfehlungen wird ferner eine bessere Aufklärung und Beratung des Patienten angestrebt.

Die Empfehlungen sind in vollem Wortlaut in der 6. Auflage des "Dental Vademekum" des Deutschen Ärzte-Verlags abgedruckt. So sollen Dentallegierungen verwendet werden, welche u.a. in Tests zum Korrosionsverhalten, zur lokalen und chemischen Toxizität, zur Allergenität , zur Mutagenität, zur Kanzerogenität sowie in klinischen Anwendungstests geprüft und für die zahnärztliche Therapie geeignet sind [Das Dental Vademekum 1997].

1.2 Platin-Freisetzung aus Dentallegierungen

Es liegen Studien vor, die auf eine erhöhte Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin hinweisen, wobei Dentallegierungen einen der Hauptexpositionspfade darstellen sollen [ZEREINI und ALT 1999, BEGEROW et al. 1999]. Damit stellt sich u.a. die Frage, ob und wie aus Dentallegierungen Platin freigesetzt wird, welches lokal und/oder systemisch über Speichel, Blut und Urin Wirkungen ausüben kann. So unterliegen alle in den Organismus eingebrachten Metalle während ihrer Verweilzeit mehr oder minder stark dem Masseverlust durch Korrosion, was zu einer Ionenfreisetzung führt [SCHWICKERATH und PFEIFFER 1995, WIRZ 1995 & 1997, DETTLAFF 1997].

Die Freisetzung von Platin aus Dentallegierung konnte in in-vitro-Versuchen eindeutig nachgewiesen werden [SCHWICKERATH und PFEIFFER 1995, PFEIFFER et al. 1997, BEGEROW et al. 1997].

Trotz dieser Erkenntnisse sollte die Interpretation der Meßergebnisse sehr differenziert erfolgen. Hierzu sind nicht nur Kenntnisse über die Hintergrundbelastung der Bevölkerung (Normalbereich, Referenzwerte) wichtig, sondern auch Informationen über Resorption, Metabolismus, Kinetik und Wirkung von Platin im Organismus und die Berücksichtigung von Einflußfaktoren etc.

1.3 Analysenverfahren

Der Mensch ist im Alltag sowohl über die Umwelt (Luft, Wasser, Boden, Lebensmittel), als auch über Medikamente, Körperpflegemittel, Dentallegierungen usw. einer großen Anzahl unterschiedlicher Fremdstoffe ausgesetzt. Wissenschaftliche Erkenntnisse, aber auch die öffentliche Auseinandersetzung haben dazu geführt, daß umweltmedizinische und umwelthygienische Fragestellungen immer mehr in den Blickpunkt des wissenschaftlichen und öffentlichen Interesses gerückt sind, was wiederum dazu geführt hat, daß im Bereich der Analytischen Chemie selektive und nachweisstarke Analysenverfahren entwickelt worden sind.

Das verbreitetste instrumentelle Verfahren zur spurenanalytischen Bestimmung von Metallen und Halbmetallen in humanbiologischen Proben stellt die Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) dar. Zur Bestimmung des Platins ist die AAS allerdings nur bedingt geeignet, da deren Normalwerte in Körperflüssigkeiten um Größenordnungen unterhalb der mit dieser Technik erreichbaren Nachweisgrenzen liegen. Da oft nur geringe Probenmengen zur Verfügung stehen, ist auch eine Anreicherung nur sehr begrenzt möglich, so daß das Einsatzgebiet der AAS bis auf Ausnahmen auf die Bestimmung erhöhter Belastungen beschränkt ist.

Ein weiteres, äußerst nachweisstarkes Verfahren ist die adsorptive Strippingvoltammetrie (AdSV), die es ermöglicht, umweltbedingte Platin-Konzentrationen in Körperflüssigkeiten zu erfassen. Dieses Verfahren ermöglichte, daß bis Mitte der 90er

Jahre einige Daten für Platin publiziert werden konnten. Die AdSV ist jedoch ein störanfälliges und aufwendiges Verfahren, was einem routinemäßigen Einsatz v.a. bei großen Probenzahlen und Multielementanalysen widerspricht. Da dieses Verfahren aber äußerst nachweisstark ist, wird es immer noch bevorzugt, wenn Platin-Einzelementanalysen in geringen Probenzahlen durchzuführen sind. Ein weiterer Vorteil sind die geringen Anschaffungs- und Folgekosten. Weiterhin ist die AdSV als Referenzverfahren in der Ultraspurenanalytik des Platins unverzichtbar.

Eine spurenanalytische Multielementmethode ist die Neutronenaktivierungsanalyse (NAA). Sie ist zwar hochempfindlich, jedoch äußerst aufwendig und nur in wenigen spezialisierten Laboratorien anwendbar, wenn diese Zugang zu einem Kernreaktor haben. Die NAA hat ihre Bedeutung als unabhängige Referenzmethode zur Kontrolle anderer Verfahren, als Routineverfahren kommt sie nicht in Betracht.

Mit der Einführung der Sektorfeld-Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma, der sog. Sektorfeld-ICP-MS (SF-ICP-MS) ist es gelungen, die Platinmetalle Platin (Pt), Palladium (Pd), Iridium (Ir) und Gold (Au) mit demselben Analysenverfahren in einem Analysenlauf nachweisstark zu bestimmen, wodurch es erstmals möglich wurde, die Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit diesen Platinmetallen an größeren Probandenzahlen und unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen zu untersuchen. Die SF-ICP-MS stellt eine der nachweisstärksten Methoden der Elementspurenanalytik dar; sie weist eine gegenüber der AAS um mindestens 3 Größenordnungen höhere Nachweisstärke auf und ist damit sehr gut für Platinmetallbestimmungen in biologischen Proben geeignet. In Kombination mit geeigneten Probenvorbereitungen lassen sich bei diesem Verfahren in Körperflüssigkeiten Nachweisgrenzen erzielen, die im oberen pg/l - Bereich liegen; somit ist der umweltbedingte Konzentrationsbereich vollständig erfaßt. Auch die herkömmlichen kommerziell erhältlichen Quadrupol-ICP-MS-Geräte erreichen solche Nachweisgrenzen nicht [ZEREINI und ALT 1999].

Somit ist man heute in der Lage, durch die Anwendung dieser Analysenmethoden zuverlässige Daten zu liefern, die die Basis für die Untersuchung des erwünschten wie unerwünschten Einflusses von Fremdstoffen auf biologische Systeme darstellen.

2. Aufgabenstellung / Zielstellung

In der Literatur finden sich nur wenige Angaben über die Gründe für die erhöhte Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin. Einige Studien deuten darauf hin, daß Dentallegierungen einen der Hauptexpositionspfade darstellen [BEGEROW et al. 1995 und 1999].

In der vorliegenden Studie sollte geklärt werden, in welchem Maße Platin-Legierungsbestandteile im Urin vor und nach Eingliederung edelmetallhaltiger Dentallegierungen in Form von Kronen, Brücken und Teleskopprothesen mit Hilfe der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie feststellbar waren und somit einen eventuellen Beitrag zu der erhöhten Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin liefern.

3. Material & Methode

3.1 Das Untersuchungsgut

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen die Ergebnisse einer Studie bezüglich der Platin-Freisetzung aus hochgoldhaltigen Dentallegierungen beschrieben und untersucht werden. Diese Studie wurde in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Westdeutschen Kieferklinik in Zusammenarbeit mit der Abteilung für Analytische Chemie im Medizinischen Institut für Umwelthygiene (MIU) durchgeführt.

Die in der Studie eingegliederten hochgoldhaltigen Dentallegierungen werden in der Westdeutschen Kieferklinik routinemäßig verwendet. Hierbei handelt es sich um die Dentallegierungen Bioporta G (Wieland), Bio Herador N (Heraeus), Degulor NF IV (Degussa) und Degulor M (Degussa). Die jeweiligen Legierungszusammensetzungen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt [Das Dental Vademekum 1997].

Tabelle1: Legierungszusammensetzung der in der Studie verwendeten Dentallegierungen [Das Dental Vademekum 1997]

Material	Legierungszusammensetzung (in Massen%)							
	Au	Pd	Ag	Pt	Cu	Zn	In	Mn
Bioporta G	85,5			11,5		1,5	0,3	
Bio Herador N	86,2			11,5		1,5		0,1
Degulor NF IV	71,0	2,0	10,0	12,9		4,0		
Degulor M	70,0	2,0	13,5	4,4	8,8	1,2		

Es wurden 19 Probanden im Alter von 25-80 Jahren untersucht, davon waren zwölf männlich und sieben weiblich. Einer dieser Probanden nahm zweimal an der Studie teil, so daß insgesamt 20 Untersuchungen vorlagen.

Die Probenanalyse erfolgte in der Abteilung für Analytische Chemie des Medizinischen Instituts für Umwelthygiene mittels UV-Photolyse und Sektorfeld-ICP-MS, die z.Z. die nachweisstärkste Methode der Elementspurenanalytik darstellt und sehr gut für Platinmetallbestimmungen in biologischen Proben geeignet ist. In diesem Fall dienten Urin-Proben der zu untersuchenden Probanden als biologische Matrix.

3.2 Ablauf der Studie

Im WS 1997/98, im Examen März 1998 und im WS 1998/99 konnten Patienten aus den Studentenkursen bzw. aus dem Examenskurs in der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik als Probanden gewonnen werden. Alle diese Probanden sollten im Laufe der Behandlung mit Zahnersatz aus hochgoldhaltigen Dentallegierungen versorgt werden. Nach einer ausführlichen mündlichen Aufklärung über Zweck und Ablauf der Studie, erklärten sich diese Probanden bereit, an festgelegten Tagen über einen definierten Zeitraum vor, während und nach der Behandlung ihren Morgen-Urin in speziellen Gefäßen zu sammeln.

Nachdem zuerst der Zahnstatus erfaßt worden war, erhielten die Probanden zusätzlich zu den ersten Sammelgefäßen folgende Unterlagen:

1. Eine schriftliche Aufklärung über Sinn und Zweck, Ablauf und Risikolosigkeit der Studie.
2. Eine Einverständniserklärung.
3. Eine Beschreibung über die Vorgehensweise und einen Plan für die Sammlung des Urins.
4. Einen Basis- und einen Verlaufs-Fragebogen "Edelmetalle".

Die Fragebögen dienten der Erfassung möglicher Kontakte der Probanden zu Edelmetallen, die unabhängig von der durchzuführenden zahnärztlichen Behandlung erfolgten. Mit den ersten Urin-Proben brachten die Probanden sowohl die unterschriebene Einverständniserklärung als auch den ausgefüllten Basis-Fragebogen zurück. Den Verlaufs-Fragebogen beantworteten die Probanden erst nach Eingliederung des endgültigen Zahnersatzes, um evtl. Änderungen bzgl. der Angaben

im Basis-Fragebogen registrieren zu können. Zusätzlich wurde für alle Probanden eine gesonderte Mappe angelegt, in der neben der Einverständniserklärung und den Fragebögen alle wichtigen Daten erfaßt wurden:

1. Relevante patientenbezogene Daten
2. Zahnstatus und geplante Versorgung
3. Verlauf der Behandlung
4. Verwendetes Material und Materialmenge
5. Ergebnisse der Probenanalysen

Die Abbildungen der bisher erwähnten Original-Unterlagen finden sich als Anhang am Ende dieser Arbeit.

Der Plan für die Sammlung der Urin-Proben sah folgende Termine vor:

1. Vor Behandlungsbeginn an drei aufeinanderfolgenden Tagen jeweils 1 Urinprobe.
2. Während der Behandlung an drei aufeinanderfolgenden Tagen jeweils 1 Urin-Probe (nach Einbringung des provisor. Zahnersatzmaterials und vor der Eingliederung des edelmetallhaltigen Zahnersatzes).
3. Am Tag nach der Eingliederung des edelmetallhaltigen Zahnersatzes.
4. Eine Woche, zwei und drei Wochen nach der Eingliederung.
5. Einen Monat und, wenn möglich, zwei Monate nach der Eingliederung.

Geringe Verschiebungen der Termine waren aus besonderen Gründen ausnahmsweise zulässig. Bei der Sammlung des Urins wurden gereinigte 250 ml-Kunststoffgefäße mit Schraubdeckel verwendet, die vom MIU zur Verfügung gestellt wurden. Die Proben sollten morgens beim ersten Gang zur Toilette direkt in das Kunststoffgefäß gespendet werden. Die Probanden wurden darauf hingewiesen, daß die Verwendung anderer Gefäße oder das Umfüllen aus anderen Gefäßen wegen der Kontaminationsgefahr unbedingt vermieden werden mußte. Die Uringefäße sollten anschließend sofort mit dem zugehörigen Deckel verschlossen und kühl gelagert werden (z.B. im Keller, im Kühlschrank oder bei entsprechender Witterung auf dem Balkon) und dann zum nächsten Behandlungstermin in der Westdeutschen Kieferklinik mitgebracht werden, von wo aus sie zum MIU gebracht wurden. Hier wurden die Urin-Proben durch UV-Photolyse aufgeschlossen und die Platin-Werte mittels Sektorfeld-ICP-MS bestimmt.

3.3 Das Analysenverfahren der Sektorfeld-Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (SF- ICP-MS)

3.3.1 Die Probenvorbereitung

Vor Anwendung dieses Verfahrens erfolgte zuerst die Probenvorbereitung. Diese diente dem Ziel, die Voraussetzung für eine möglichst störungsfreie Bestimmung der Analyten zu schaffen. Hierzu mußten Bedingungen erfüllt werden, durch die eine exogene Kontamination durch Staub und Umgebungsluft so gering wie möglich gehalten wurde. Die Gefäße wurden durch Spülen mit Säuren gereinigt und kontaminationsgeschützt gelagert. Zusätzlich wurden konzentrierte Säuren zuvor durch Subboiling-Destillation nachgereinigt. Für die ICP-MS sind klare, wäßrige Lösungen mit einem Salzgehalt von <1% erforderlich. Um matrixbedingte Interferenzen zu vermeiden, werden die Proben zur Zerstörung der organischen Matrix üblicherweise unter Hochdruck aufgeschlossen, was den Nachteil hat, daß hohe Säurekonzentrationen erforderlich sind; diese müssen anschließend durch Verdünnung der Proben wieder herabgesetzt werden. Die Problematik bei der Verwendung der Säuren liegt darin, daß in den handelsüblichen Säuren auch in ihrem höchsten kommerziell erhältlichen Reinheitsgrad und sogar noch nach einer weiteren Reinigung durch Subboiling-Destillation meßbare Rückstände an Platin enthalten sind, die zu Verfahrensblindwerten führen, die in derselben Größenordnung liegen können wie die zu messenden Platin-Konzentrationen [BEGEROW et al. 1996c, 1997a; VERSTRAETE 1996].

Aus diesem Grund wurde auf den Hochdruckaufschluß verzichtet und statt dessen eine UV-Photolyse durchgeführt, die den Vorteil hatte, daß nur sehr geringe Reagenzienmengen (Säuren, Wasserstoffperoxid) eingesetzt werden mußten.

3.3.2 Das Prinzip der Sektorfeld-Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (SF-ICP-MS)

Bei der SF-ICP-MS wird eine flüssige, in der Regel wäßrige Probe verwendet, aus der zunächst ein feines Proben aerosol mittels eines Zerstäubersystems erzeugt wird. Dieses wird über eine Torch in ein Argonplasma überführt. Am Ende dieser Torch erfolgt die Einkopplung eines Hochfrequenzsignals mittels einer Spule, wodurch das induktiv gekoppelte Plasma (ICP) erzeugt wird. Bei Plasmatemperaturen von bis zu 8000°C wird die Probe in ihre atomaren Bestandteile zerlegt und anschließend ionisiert; es entstehen überwiegend einfach positiv geladene Atomionen. Die Ionen werden vom unter Atmosphärendruck arbeitenden Plasma in ein Hochvakuum überführt und dort mit Hilfe eines Massenanalysators nach ihrem Verhältnis von Masse zu Ladung (m/z) getrennt.

Die Massen der einzelnen Isotope können einem Element in der Regel eindeutig zugeordnet werden und kommen in einem konstanten Verhältnis zueinander vor, so daß ein charakteristisches Isotopenverteilungsmuster besteht. Diese Tatsache macht man sich bei der Identifizierung und Quantifizierung zunutze. Daneben tritt ein geringer Anteil polyatomarer und mehrfach geladener Ionen auf, durch die insbesondere im spurenanalytischen Bereich Überlagerungen auftreten können, die zu falschen Ergebnissen führen.

Im Gegensatz zu den meisten kommerziell erhältlichen ICP-MS-Geräten, lassen sich bei der SF-ICP-MS durch bestimmte Anordnung eines elektrischen und magnetischen Feldes im hochauflösenden (HR-) Modus auch Ionen voneinander trennen, die sich nur in Bruchteilen einer Masseneinheit voneinander unterscheiden, wodurch eine sichere Identifizierung und Quantifizierung des betreffenden Elements und eine deutliche Senkung der Nachweisgrenze erreicht wird. Im niedrigauflösten (LR-) Modus lassen sich aufgrund des geringeren Detektorrauschens niedrigere Nachweisgrenzen erreichen; somit ergeben sich auch für die Messung ungestörter Isotope deutliche Vorteile.

Die kommerziellen SF-ICP-MS-Geräte haben ein Auflösungsvermögen, welches nicht zur Auflösung aller spektralen Überlagerungen reicht; Überlagerungen durch polyatomare und doppelt geladene Ionen lassen sich jedoch in der Regel auflösen.

Die Störungen durch spektrale Interferenzen machen Mindestauflösungen für ausgewählte Interferenzen erforderlich; ob eine spektrale Interferenz relevant ist, hängt von dem Signalverhältnis zwischen dem Analyt- und dem Störisotop ab.

Ein Vorteil der SF-ICP-MS ist, daß die Methodenentwicklung im HR-Modus durchgeführt werden kann, um mögliche Störungen zu erkennen und deren Auswirkung auf das Analyseergebnis abzuschätzen. Weiterhin ist mit Ausnahme von monoisotopischen Elementen (z.B. Rhodium) eine zusätzliche Überprüfung möglich, wobei die in der Probe erhaltenen mit den theoretisch zu erwartenden Isotopenverhältnissen verglichen werden.

Das Analysenverfahren wird soweit optimiert, daß nach Abschluß der Optimierung in Niedrigauflösung gearbeitet werden kann; mögliche Interferenzen können durch quasi-simultane Messung der Störelemente kontrolliert und ggf. mathematisch korrigiert werden. Hierbei gilt, daß isobare Interferenzen leichter vorhersehbar und einfacher zu korrigieren sind als doppelt geladene und polyatomare, da man das Ausmaß der Störung durch Messung auf einem anderen ungestörten Isotop desselben Elements relativ zuverlässig berechnen kann [ZEREINI und ALT 1999].

3.3.3 Die Bestimmung von Platinmetallen bei der SF-ICP-MS

Die Bestimmung von Platin ist prinzipiell auf allen Isotopen durch spektrale Interferenzen gestört; mögliche spektrale Interferenzen bei der spurenanalytischen Bestimmung von Platin in Körperflüssigkeiten zeigt die nachfolgende Tabelle [BEGEROW et al. 1996b & 1996c]:

Tabelle2: Mögliche spektrale Interferenzen bei der spurenanalytischen Bestimmung von Platin in Körperflüssigkeiten [BEGEROW et al. 1996b & 1996c]

Isotop	rel. Vorkommen (%)	Interferenz
^{190}Pt	0,01	$^{190}\text{Os}^+$, $^{178}\text{Hf}^{12}\text{C}^+$
^{192}Pt	0,8	$^{192}\text{Os}^+$, $^{176}\text{Hf}^{16}\text{O}^+$, $^{180}\text{Hf}^{12}\text{C}^+$
^{194}Pt	32,9	$^{178}\text{Hf}^{16}\text{O}^+$
^{195}Pt	33,8	$^{179}\text{Hf}^{16}\text{O}^+$
^{196}Pt	25,3	$^{196}\text{Hg}^+$, $^{180}\text{Hf}^{16}\text{O}^+$
^{198}Pt	7,2	$^{198}\text{Hg}^+$

Routinemäßige Messungen im HR-Modus sind in dem für Platin-Metalle relevanten Konzentrationsbereich nicht sinnvoll, da die Zählraten dann für eine Quantifizierung zu gering sind.

Bei der Platin-Bestimmung in biologischen Proben spielen nach BEGEROW et al. (1996c) spektrale Interferenzen durch Hafnium (Hf) aufgrund der niedrigen Hf-Konzentrationen in der Praxis keine Rolle, so daß im LR-Modus - also bei maximaler Empfindlichkeit - und ohne zusätzliche mathematische Korrekturen gearbeitet werden kann. Die Messung erfolgt auf den 3 häufigsten Isotopen des Platins (194, 195, 196).

3.4 Kreatininbestimmung

Bei der Bestimmung der Platinkonzentrationen konnte man sich nicht, wie in der Klinik meist üblich, auf eine 24-Stunden-Harnsammlung als Bezugsgröße stützen. Statt dessen erfolgte die Bestimmung mit Bezug auf die Kreatininkonzentrationen im Urin. Vorteile bei der Verwendung des Kreatininbezugs liegen in der nachgewiesenen Repräsentativität der Kreatininkonzentrationen im Morgenurin und in der individuellen Konstanz der Tagesausscheidung [GREIM und LEHNERT 1996].

Die Kreatininbestimmung wurde mit einem Test-Kit der Firma Boehringer, Ingelheim, durchgeführt, der auf der Jaffé-Reaktion basiert.

3.5 Abschlußuntersuchung

Bisher vorliegende Studien zu diesem Thema ließen eine Erhöhung der Platin-Konzentrationen nach Eingliederung von edelmetallhaltigem Zahnersatz erwarten. Damit stellte sich auch die Frage nach evtl. Wechselwirkungen zwischen den freigesetzten Platin-Konzentrationen und dem lebenden Gewebe, sowie nach subjektiven und objektiven Beschwerden. Die Probanden wurden ein halbes Jahr nach Beendigung der Studie zu einer Nachuntersuchung einbestellt. Ihnen wurden Fragen nach subjektiven Beschwerden wie Mundtrockenheit, Geschmacksirritationen, Schleimhautbrennen etc. gestellt, die evtl. nach Eingliederung des Zahnersatzes auftraten. Die intraorale Untersuchung konzentrierte sich auf objektive Beschwerden wie Schleimhautrötungen, -schwellungen, Erosionen, Gingivitiden, Gingivahyperplasien, Verfärbungen in und an Weich- und Hartgeweben, Nekrosen etc. Der intraorale Befund wurde photographisch festgehalten.

4. Ergebnisse

4.1 Vorstellung und Gruppierung der Probanden

Im Anschluß an die Studie wurden nun die im Labor ermittelten Werte für die Platin-Konzentrationen im Urin ausgewertet.

Zuerst wurde eine Zusammenfassung über die zahnärztliche Versorgung, die Platin-Konzentration im Urin zu Beginn (= Ausgangswert) und im Verlauf der Studie (= Verlaufswert), die Art des hergestellten Zahnersatzes, die verwendeten Legierungen und die benötigte Menge für die einzelnen Probanden erstellt. Hierbei wurden auch die Probanden erfaßt, die die Studie vorzeitig abbrachen bzw. deren geplante Versorgung mit einer hochgoldhaltigen Dentallegierung im Verlauf der Studie aus diversen Gründen geändert werden mußte. Da die Probanden zu Beginn der Studie auf schon bestehende Platin-Konzentrationen im Urin (= Ausgangswerte) überprüft wurden, konnten die Werte dieser Probanden zumindest zur Beurteilung der Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin beitragen.

Die Probanden wurden in 2 Gruppen eingeteilt; die Gruppierung erfolgte nach der Art der zahnärztlichen Versorgung der Probanden zu Beginn der Studie:

Gruppe 1: Probanden ohne vorhandene Metallrestorationen zu Beginn der Studie
(Proband 01, 02, 03, 05, 07, 10, 13, 19),

Gruppe 2: Probanden mit vorhandenen Metallrestorationen zu Beginn der Studie
(Proband 04, 06, 08, 12, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 24).

Proband 01 (männlich, 49 Jahre)

Proband 01 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von fünf Kunststoff-Füllungen, zwei Amalgam-Füllungen und zehn provisorischen Verschlüssen auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden ohne schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die zunächst geplante prothetische Versorgung wurde im Verlauf der Studie von drei Brücken aus edelmetallhaltigem Zahnersatz in drei metallarmierte Langzeitprovisorien mit der Legierung "Remanium 2000" abgeändert, so daß die Studie vor der Eingliederung des Zahnersatzes abgebrochen wurde.

Die Auswertung der ersten drei Urinproben zu Beginn der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 3 und in der Graphik 1 dargestellten Ergebnisse.

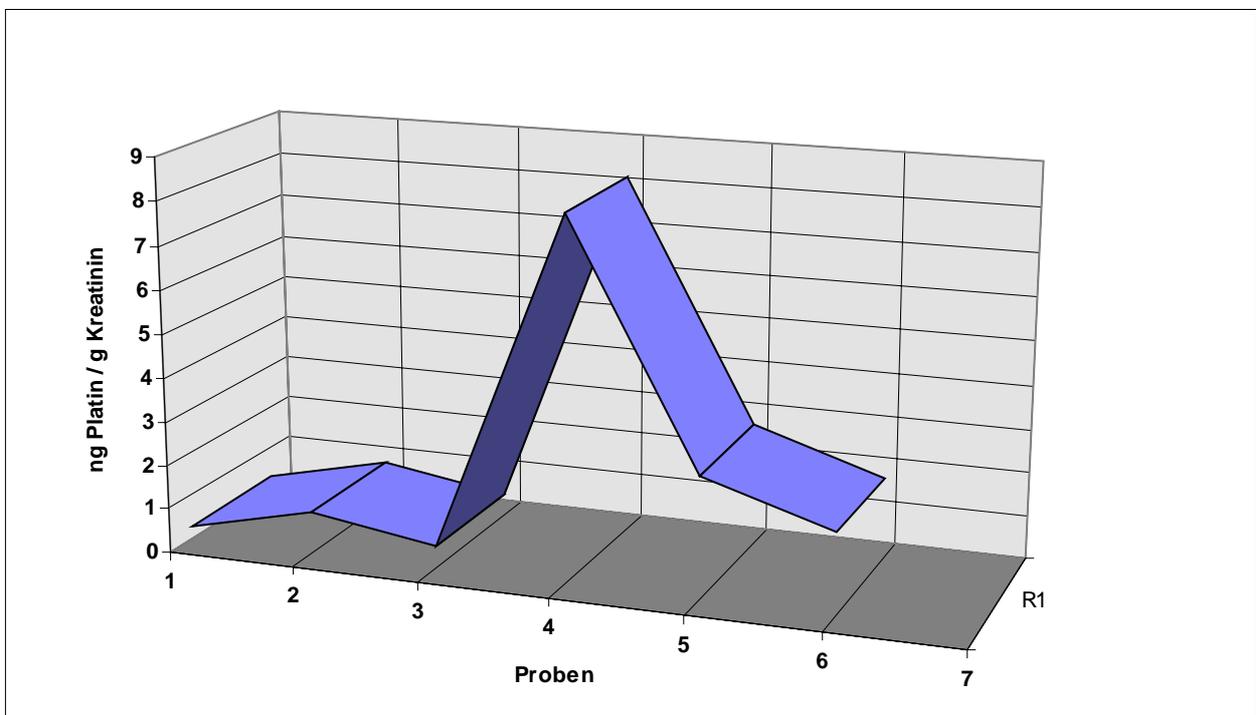
Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 4 aufgeführten Mittelwerte.

Tabelle 3: Auswertung der Urinproben von Proband 01 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	01 M 25.10.97	zu Beginn der Studie	0,76	2,589	0,294
2	01 M 26.10.97	zu Beginn der Studie	2,65	2,760	0,960
3	01 M 27.10.97	zu Beginn der Studie	1,17	2,422	0,483

Tabelle 4: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 01 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):	
<u>Platin</u>	<u>1,527</u>
<u>Kreatinin</u>	<u>2,590</u>
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>	<u>0,579</u>



Graphik 1: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 01

Proband 02 (männlich, 68 Jahre)

Proband 02 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von acht Kunststoff-Füllungen auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden ohne schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand nicht aus edelmetallhaltigem Zahnersatz, so daß die Studie vor der Eingliederung des Zahnersatzes abgebrochen wurde.

Die Auswertung der ersten drei Urinproben zu Beginn der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 5 und in der Graphik 2 dargestellten Ergebnisse.

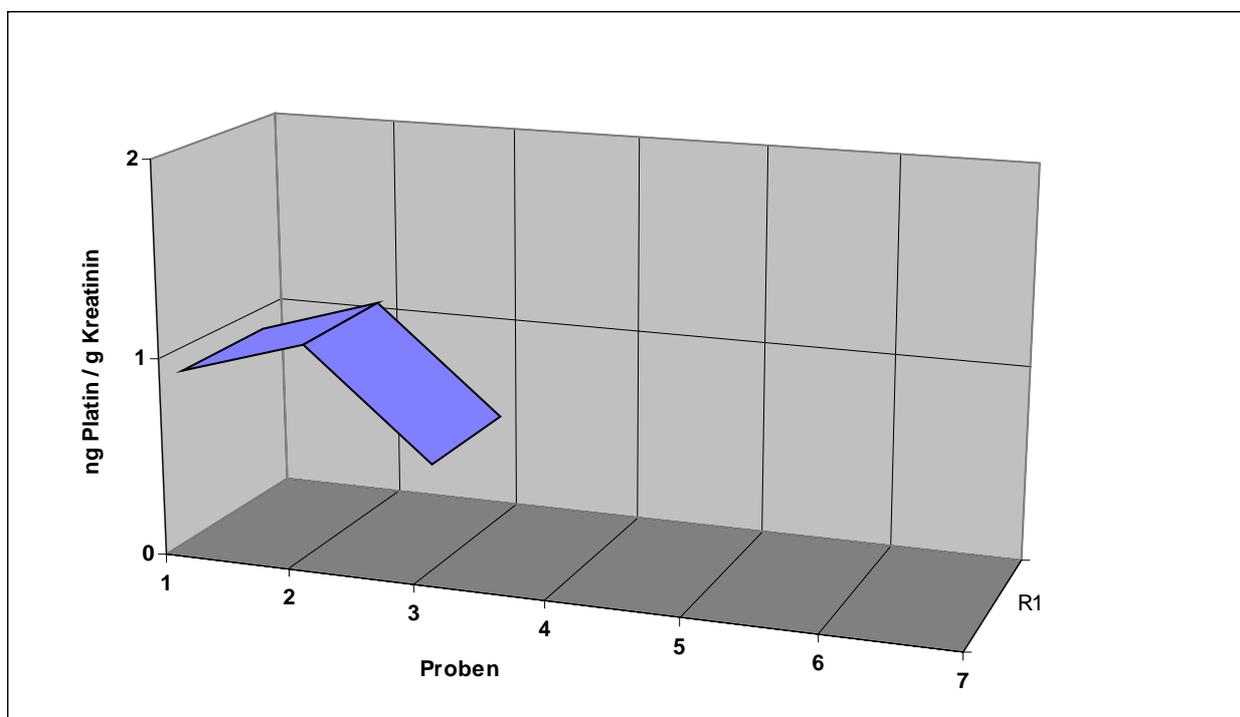
Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 6 aufgeführten Mittelwerte.

Tabelle 5: Auswertung der Urinproben von Proband 02 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	02 M 04.11.97	zu Beginn der Studie	0,56	0,629	0,890
2	02 M 05.11.97	zu Beginn der Studie	2,67	0,618	1,084
3	02 M 06.11.97	zu Beginn der Studie	0,51	0,944	0,540

Tabelle 6: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 02 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):	
<u>Platin</u>	<u>0,580</u>
<u>Kreatinin</u>	<u>0,730</u>
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>	<u>0,838</u>



Graphik 2: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 02

Proband 03 (männlich, 80 Jahre)

Proband 03 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von drei Amalgam-Füllungen auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden ohne schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand in einem individuell gegossenen Stift und einer keramisch verblendeten Krone am Zahn 33:

1. Der Stift wurde am 10.03.1998 festgesetzt. Als Material wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Degulor M" verwendet; die hierzu benötigte Menge betrug 1,9 g.
2. Die Krone wurde am 17.03.1998 eingliedert. Als Material für das Metallgerüst wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Bio Herador N" verwendet; die hierzu benötigte Menge betrug 2,1 g.

Die Auswertung der Urinproben im Verlauf der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 7 und in der Graphik 3 dargestellten Ergebnisse.

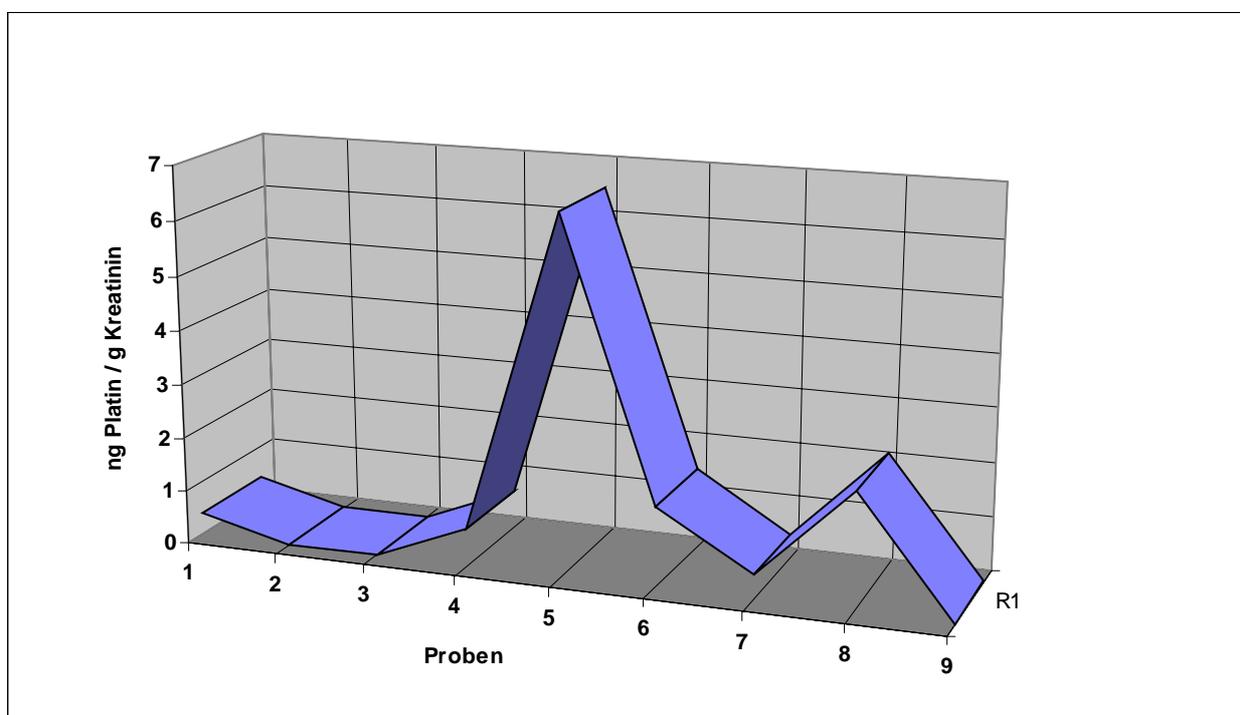
Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 8 aufgeführten Mittelwerte.

Tabelle 7: Auswertung der Urinproben von Proband 03 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	03 M 07.03.98	zu Beginn der Studie	0,29	0,706	0,411
2	03 M 08.03.98	zu Beginn der Studie	0,00	0,992	0,000
3	03 M 09.03.98	zu Beginn der Studie	0,01	0,804	0,012
4	03 M 12.03.98	nach Eingl. des Stiftes	0,51	0,731	0,698
5	03 M 18.03.98	1 Tag nach Eingl. der Krone	5,66	0,864	6,551
6	03 M 25.03.98	1 Woche nach Eingliederg.	1,25	0,838	1,492
7	03 M 01.04.98	2 Wochen nach Eingliederg.	0,60	1,285	0,467
8	03 M 08.04.98	3 Wochen nach Eingliederg.	1,48	0,681	2,173
9	03 M 15.04.98	1 Monat nach Eingliederg.	0,00	0,647	0,000

Tabelle 8: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 03 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):		
<u>Platin</u>	<u>0,100</u>	
<u>Kreatinin</u>	<u>0,834</u>	
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>		<u>0,141</u>



Graphik 3: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 03

Proband 04 (weiblich, 61 Jahre)

Proband 04 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von einem provisorischen Verschuß, drei Kronen, einer Brücke und einer Oberkiefer- Modellguß-Prothese auf; er gehörte zur Gruppe der Probanden mit schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand aus einem individuell gegossenen Stift am Zahn 35 und einer Unterkiefer-Teleskop-Prothese mit drei Teleskopkronen auf den Zähnen 35, 33 und 32:

1. Als Material für den Stift wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Degulor M" verwendet.
2. Die Teleskop-Prothese wurde am 02.02.1998 eingegliedert. Als Material für die Teleskopkronen wurde ebenfalls "Degulor M" verwendet.

Die für Stift und Teleskopkronen benötigte Menge betrug insgesamt 13,5 g.

Die Auswertung der ersten drei Urinproben zu Beginn der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 9 und in der Graphik 4 dargestellten Ergebnisse.

Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 10 aufgeführten Mittelwerte.

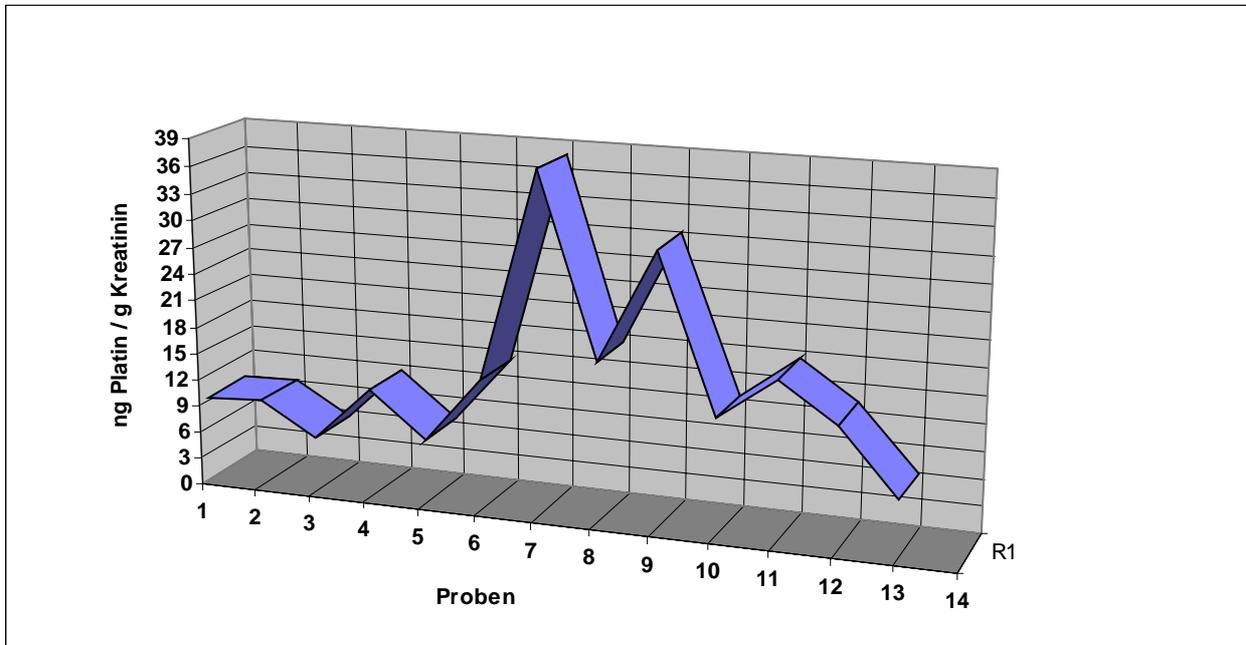
Tabelle 9: Auswertung der Urinproben von Proband 04 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	04 M 28.10.97	zu Beginn der Studie	14,13	1,495	9,452
2	04 M 29.10.97	zu Beginn der Studie	13,12	1,348	9,733
3	04 M 30.10.97	zu Beginn der Studie	10,61	1,759	6,032
4	04 M 24.01.98	vor der Eingliederung	9,12	0,753	12,112
5	04 M 25.01.98	vor der Eingliederung	5,74	0,794	7,229
6	04 M 26.01.98	vor der Eingliederung	5,76	0,394	14,619

7	04 A 02.02.98	am Abend nach der Eingl.	33,54	0,883	37,984
8	04 M 03.02.98	1 Tag nach Eingliederung	12,26	0,685	17,898
9	04 M 04.02.98	2 Tage nach Eingliederg.	20,94	0,687	30,480
10	04 M 03.03.98	1 Monat nach Eingliederg.	15,75	1,206	13,060
11	04 M 04.03.98	1 Monat nach Eingliederg.	21,17	1,181	17,925
12	04 M 05.03.98	1 Monat nach Eingliederg.	12,45	0,909	13,696
13	04 M 09.04.98	2 Monate nach Eingliederg.	7,01	1,083	6,437

Tabelle 10: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 04 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):	
<u>Platin</u>	<u>12,620</u>
<u>Kreatinin</u>	<u>1,534</u>
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>	<u>8,405</u>



Graphik 4: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 04

Proband 05 (weiblich, 60 Jahre)

Proband 05 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von vier Kunststoff-Füllungen und zwei Amalgam-Füllungen im Unterkiefer und einer Totalprothese im Oberkiefer auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden ohne schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand auf Grund einer Umplanung nicht aus edelmetallhaltigem Zahnersatz, so daß die Studie vor der Eingliederung des Zahnersatzes abgebrochen wurde.

Die Auswertung der ersten drei Urinproben zu Beginn der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 11 und in der Graphik 5 dargestellten Ergebnisse.

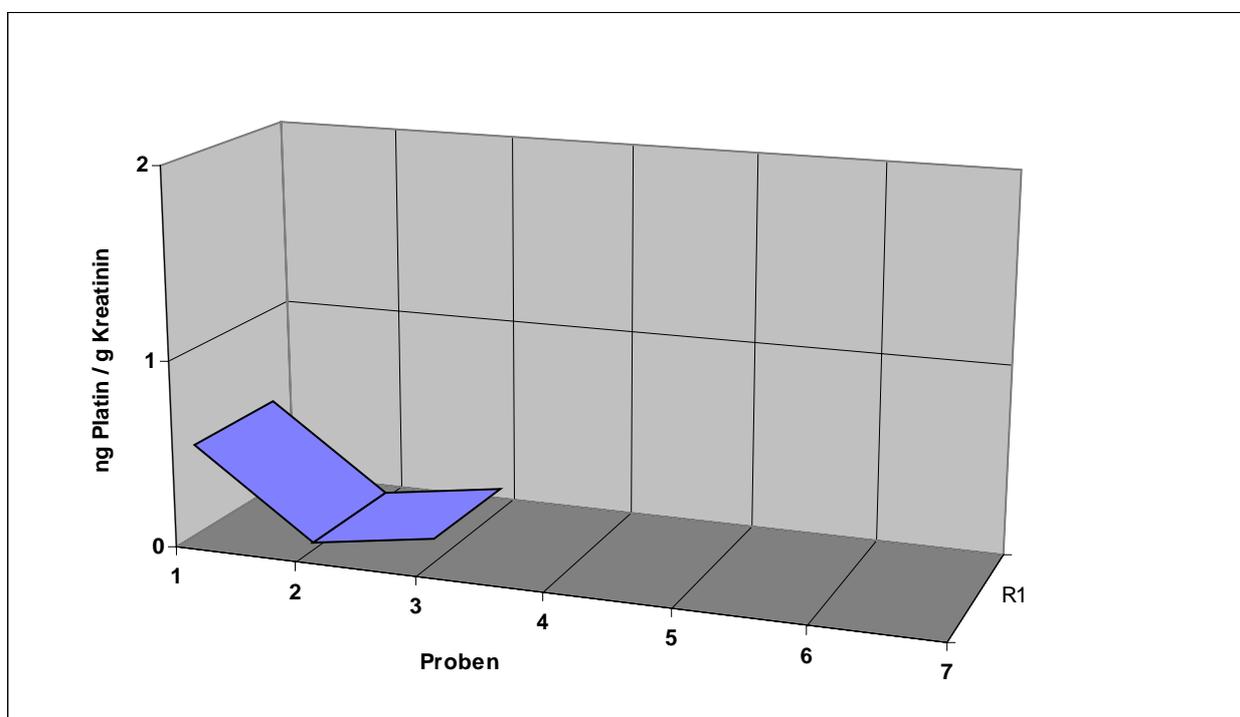
Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 12 aufgeführten Mittelwerte.

Tabelle 11: Auswertung der Urinproben von Proband 05 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	05 M 29.10.97	zu Beginn der Studie	0,32	0,655	0,489
2	05 M 30.10.97	zu Beginn der Studie	0,06	1,706	0,035
3	05 M 31.10.97	zu Beginn der Studie	0,21	1,629	0,129

Tabelle 12: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 05 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):	
<u>Platin</u>	<u>0,197</u>
<u>Kreatinin</u>	<u>1,330</u>
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>	<u>0,218</u>



Graphik 5: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 05

Proband 06 (männlich, 38 Jahre)

Proband 06 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von zwei Kunststoff-Füllungen und drei Kronen auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden mit schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand auf Grund einer Umplanung nicht aus edelmetallhaltigem Zahnersatz, so daß die Studie vor der Eingliederung des Zahnersatzes abgebrochen wurde.

Die Auswertung der ersten drei Urinproben zu Beginn der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 13 und in der Graphik 6 dargestellten Ergebnisse.

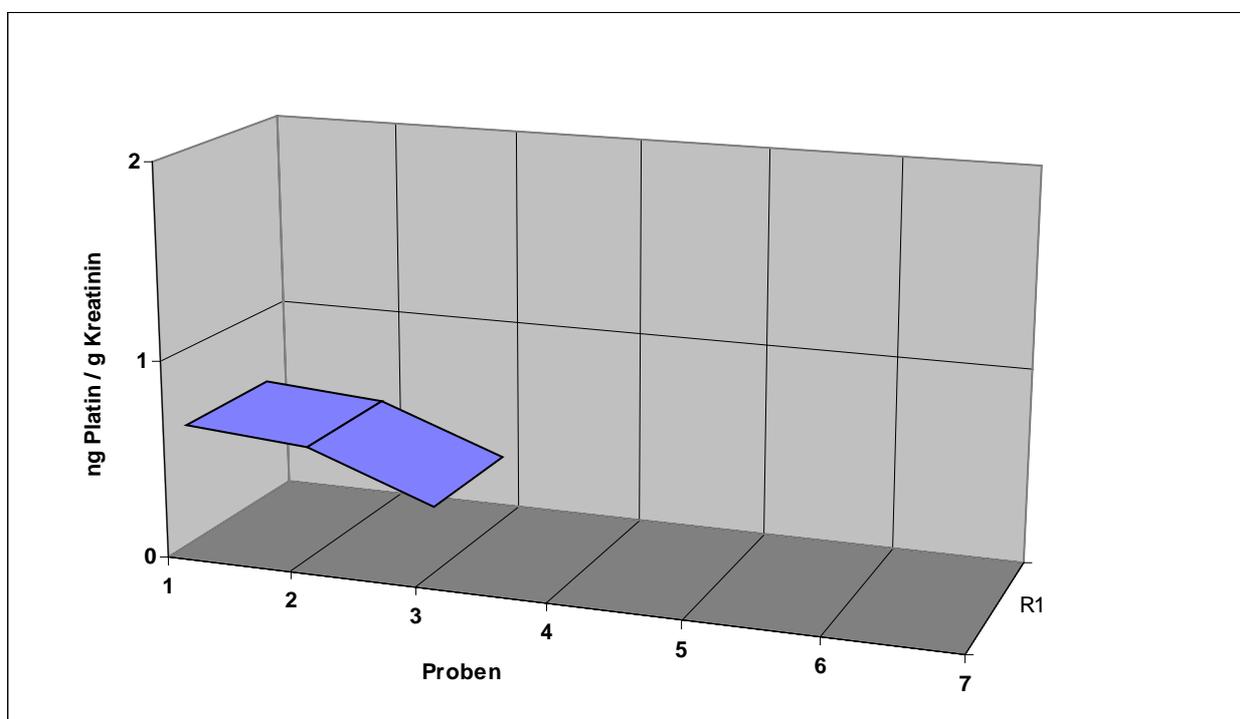
Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 14 aufgeführten Mittelwerte.

Tabelle 13: Auswertung der Urinproben von Proband 06 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	06 M 07.11.97	zu Beginn der Studie	1,29	2,088	0,618
2	06 M 08.11.97	zu Beginn der Studie	0,60	1,049	0,572
3	06 M 09.11.97	zu Beginn der Studie	0,80	2,386	0,335

Tabelle 14: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 06 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):		
<u>Platin</u>	<u>0,897</u>	
<u>Kreatinin</u>	<u>1,841</u>	
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>		<u>0,508</u>



Graphik 6: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 06

Proband 07 (weiblich, 42 Jahre)

Proband 07 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von zwei Kunststoff-Füllungen, acht Amalgam-Füllungen und drei provisorischen Verschlüssen auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden ohne schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand in einem individuell gegossenen Stift und einer keramisch verblendeten Krone am Zahn 21 und drei Brücken vom Zahn 13 bis 17, 25 bis 27 und 35 bis 37:

1. Der Stift wurde aus der edelmetallhaltige Dentallegierung "Degulor M" hergestellt; die hierzu benötigte Menge betrug 1,4 g.
2. Die acht Kronen und vier Brückenglieder wurden am 05.02.1998 eingliedert. Als Material für das Metallgerüst wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Bio Herador N" verwendet; die hierzu benötigte Menge betrug 35,7 g.

Die Auswertung der Urinproben im Verlauf der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 15 und in der Graphik 7 dargestellten Ergebnisse.

Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 16 aufgeführten Mittelwerte.

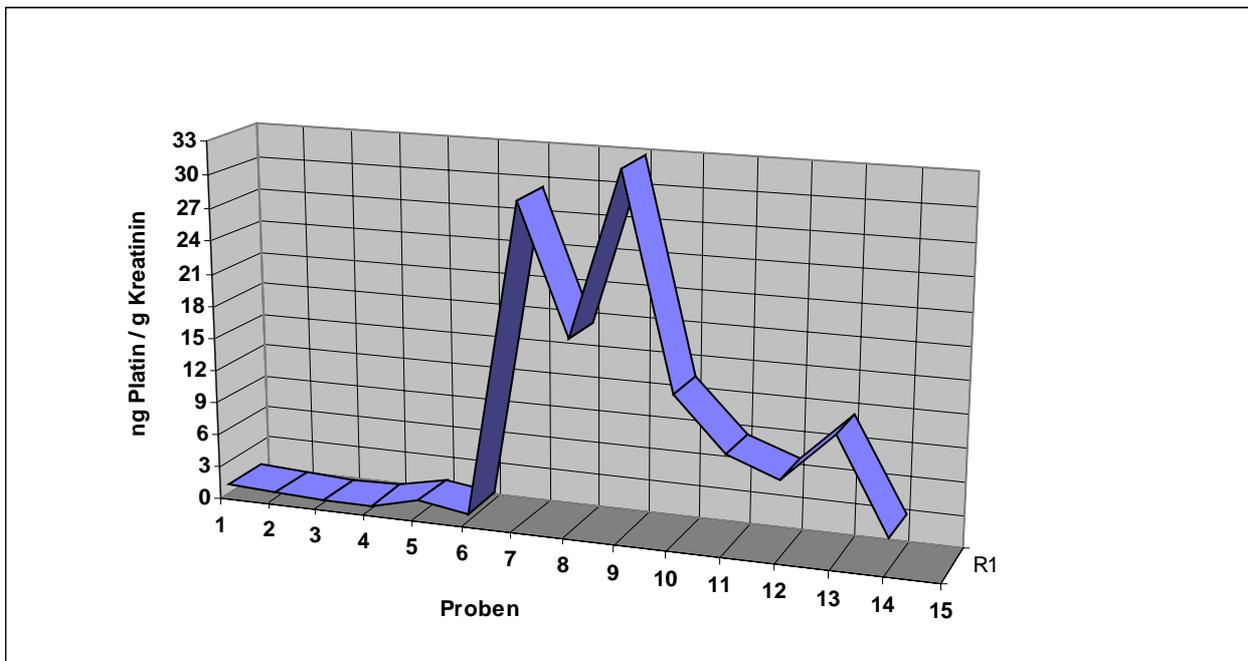
Tabelle 15: Auswertung der Urinproben von Proband 07 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	07 M 08.11.97	zu Beginn der Studie	0,60	0,838	0,716
2	07 M 09.11.97	zu Beginn der Studie	1,03	1,839	0,560
3	07 M 10.11.97	zu Beginn der Studie	0,26	0,740	0,351
4	07 M 17.01.98	vor der Eingliederung	0,21	0,574	0,366
5	07 M 18.01.98	vor der Eingliederung	2,11	1,603	1,316
6	07 M 19.01.98	vor der Eingliederung	0,69	1,103	0,626

7	07 M 06.02.98	1 Tag nach Eingliederung	25,26	0,862	29,304
8	07 M 07.02.98	2 Tage nach Eingliederung	29,65	1,685	17,596
9	07 M 08.02.98	3 Tage nach Eingliederung	28,25	0,861	32,811
10	07 M 04.03.98	1 Monat nach Eingliederung	10,21	0,755	13,523
11	07 M 05.03.98	1 Monat nach Eingliederung	4,51	0,513	8,791
12	07 M 06.03.98	1 Monat nach Eingliederung	4,05	0,578	7,007
13	07 M 06.04.98	1 Monat nach Eingliederung	14,23	1,235	11,522
14	07 M 06.05.98	1 Monat nach Eingliederung	2,36	0,777	3,037

Tabelle 16: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 07 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):		
<u>Platin</u>	<u>0,630</u>	
<u>Kreatinin</u>		<u>1,139</u>
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>		<u>0,542</u>



Graphik 7: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 07

Proband 08 (männlich, 64 Jahre)

Proband 08 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von sieben Kunststoff-Füllungen, zehn Kronen und sieben Brückengliedern auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden mit schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand in einem individuell gegossenen Stift und einer keramisch verblendeten Krone am Zahn 24:

1. Der Stift wurde am 06.03.98 festgesetzt. Als Material wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Degulor M" verwendet; die hierzu benötigte Menge betrug 1,4 g.
2. Die Krone wurde am 12.03.1998 eingegliedert. Als Material für das Metallgerüst wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Bio Herador N" verwendet; die hierzu benötigte Menge betrug 3,4 g.

Die Auswertung der Urinproben im Verlauf der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 17 und in der Graphik 8 dargestellten Ergebnisse.

Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 18 aufgeführten Mittelwerte.

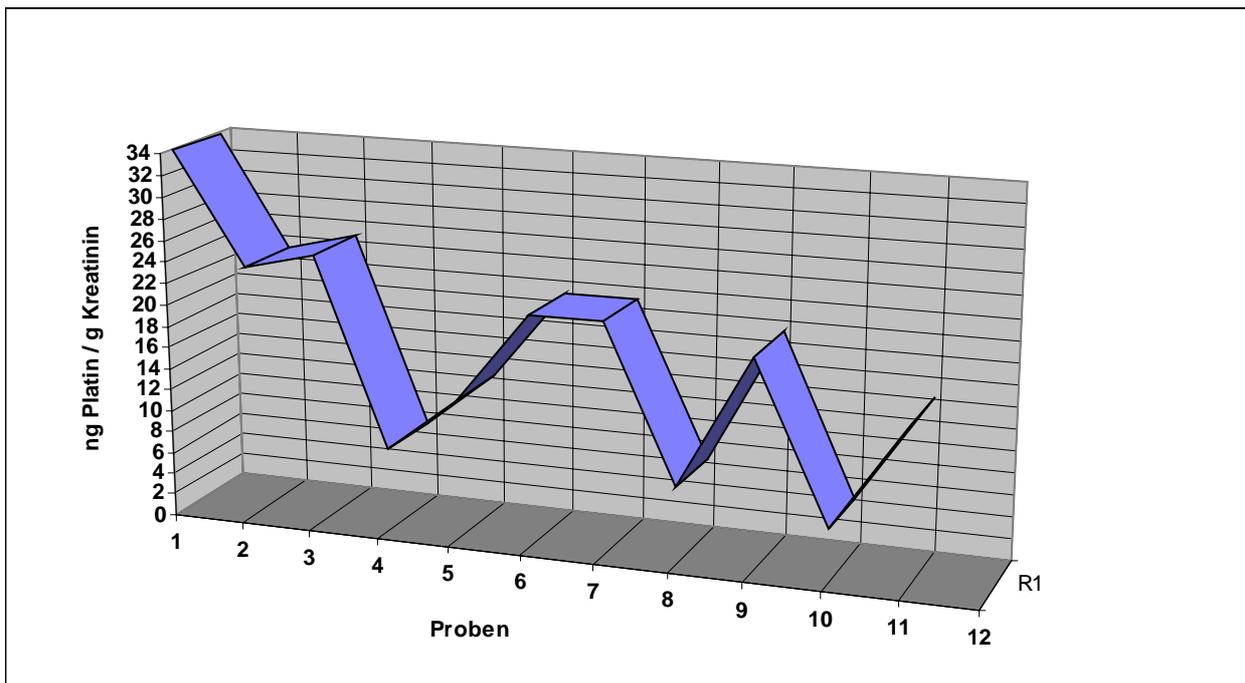
Tabelle 17: Auswertung der Urinproben von Proband 08 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	08 M 04.03.98	zu Beginn der Studie	83,11	2,448	33,950
2	08 M 05.03.98	zu Beginn der Studie	20,22	0,861	23,484
3	08 M 06.03.98	zu Beginn der Studie	19,33	0,766	25,235
4	08 M 07.03.98	1 Tag nach Eingl. des Stiftes	9,05	1,168	7,748
5	08 M 12.03.98	vor der Eingliederg.	9,78	0,750	13,040
6	08 M 13.03.98	1 Tag nach Eingliederg.	16,82	0,785	21,427
7	08 M 19.03.98	1 Woche nach Eingliederg.	16,91	0,790	21,405
8	08 M 26.03.98	2 Wochen nach Eingliederg.	6,37	0,888	7,173
9	08 M 02.04.98	3 Wochen nach Eingliederg.	12,74	0,651	19,570

10	08 M 08.04.98	1 Monat nach Eingliederung	3,69	0,758	4,868
11	08 M 08.05.98	2 Monate nach Eingliederung	21,76	1,457	14,935

Tabelle 18: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 08 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):	
<u>Platin</u>	<u>40,887</u>
<u>Kreatinin</u>	<u>1,358</u>
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>	<u>27,556</u>



Graphik 8: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 08

Proband 10 (männlich, 35 Jahre)

Proband 10 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von sieben Amalgam-Füllungen, zehn Kunststoff-Füllungen und fünf provisorischen Verschlüssen auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden ohne schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand in zwei individuell gegossenen Stiften, zwei keramisch verblendeten Kronen an den Zähnen 13 und 24, zwei Vollgußkronen an den Zähnen 17 und 16 und einer Modellgußprothese:

1. Der erste Stift wurde am 23.12.97, der zweite Stift am 08.01.98 festgesetzt. Als Material wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Degulor M" verwendet; die hierzu benötigte Menge betrug insgesamt 4,3 g.
2. Die Kronen und die Modellgußprothese wurden am 12.02.1998 eingegliedert. Als Material für die Kronen wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Stabilor NF IV" verwendet; die hierzu benötigte Menge betrug 3,8 g.

Die Auswertung der Urinproben im Verlauf der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 19 und in der Graphik 9 dargestellten Ergebnisse.

Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 20 aufgeführten Mittelwerte.

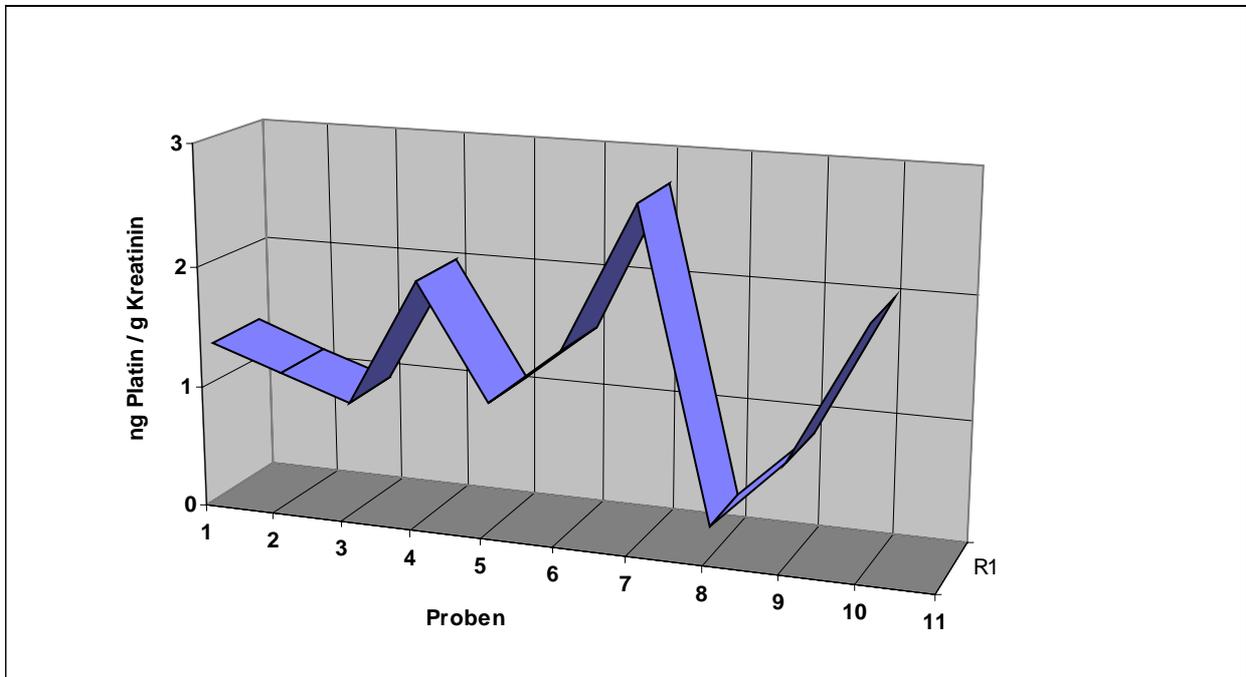
Tabelle 19: Auswertung der Urinproben von Proband 10 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	10 M 01.12.97	zu Beginn der Studie	1,45	1,090	1,330
2	10 M 02.12.97	zu Beginn der Studie	1,56	1,375	1,135
3	10 M 03.12.97	zu Beginn der Studie	1,21	1,294	0,935
4	10 M 18.01.98	vor der Eingliederung	5,01	2,522	1,987
5	10 M 19.01.98	vor der Eingliederung	2,40	2,281	1,052

6	10 M 20.01.98	vor der Eingliederung	3,16	2,054	1,538
7	10 M 16.02.98	4 Tage nach Eingliederung	4,18	1,523	2,745
8	10 M 17.02.98	5 Tage nach Eingliederung	0,55	2,144	0,257
9	10 M 18.02.98	6 Tage nach Eingliederung	1,67	2,005	0,833
10	10 M 20.03.98	1 Monat nach Eingliederung	4,29	2,172	1,975

Tabelle 20: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 10 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):		
<u>Platin</u>	<u>1,407</u>	
<u>Kreatinin</u>	<u>1,253</u>	
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>		<u>1,133</u>



Graphik 9: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 10

Proband 12 (männlich, 62 Jahre)

Proband 12 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von vier keramisch verblendeten Kronen und einer Interimsprothese auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden mit schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand in einer Oberkiefer-Teleskopprothese: Die Prothese wurde am 12.02.1998 eingegliedert. Als Material für die Innen- und Außenteleskope wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Degulor M" verwendet; die hierzu benötigte Menge betrug 10,2 g.

Die Auswertung der Urinproben im Verlauf der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 21 und in der Graphik 10 dargestellten Ergebnisse.

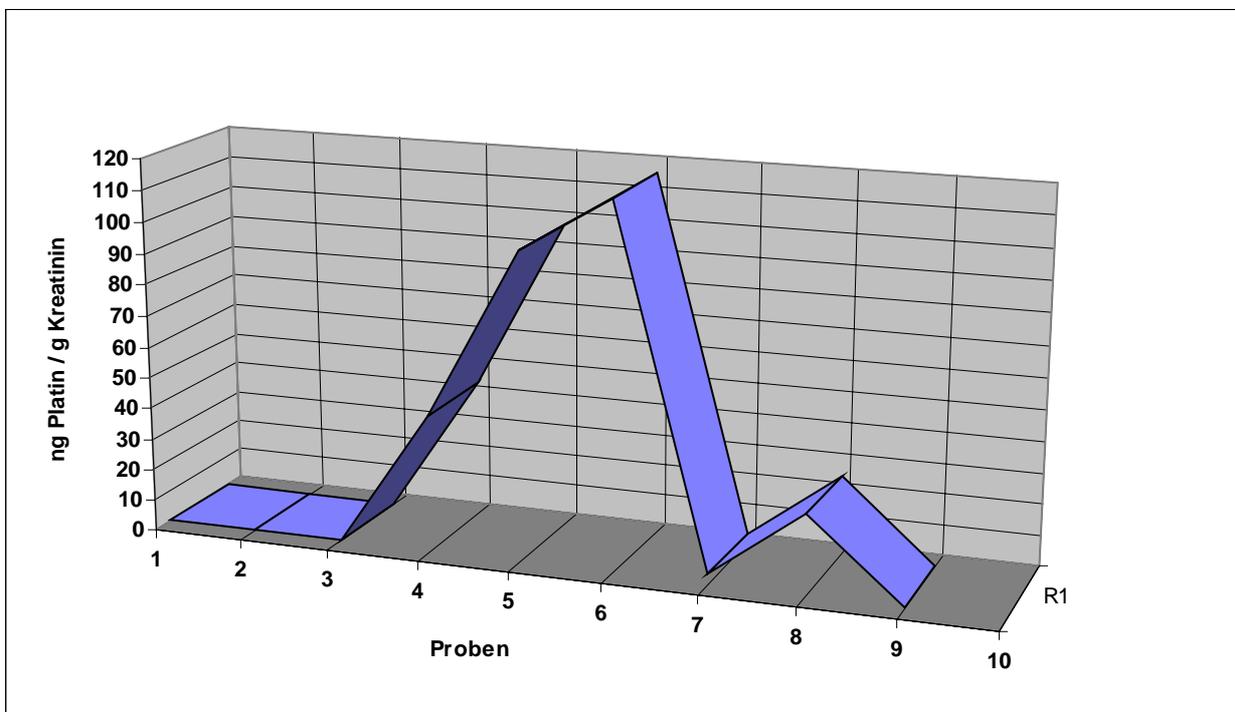
Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 22 aufgeführten Mittelwerte.

Tabelle 21: Auswertung der Urinproben von Proband 12 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	12 M 03.01.98	zu Beginn der Studie	0,12	0,902	0,133
2	12 M 04.01.98	zu Beginn der Studie	0,19	0,923	0,206
3	12 M 05.01.98	zu Beginn der Studie	0,06	1,698	0,035
4	12 M 13.02.98	1 Tag nach Eingliederung	94,31	2,141	44,050
5	12 M 14.02.98	2 Tage nach Eingliederung	146,12	1,487	98,265
6	12 M 15.02.98	3 Tage nach Eingliederung	205,42	1,767	116,254
7	12 M 11.03.98	1 Monat nach Eingliederung	6,59	1,952	3,376
8	12 M 22.04.98	2 Monate nach Eingliederung	20,92	0,820	25,512
9	12 M 19.05.98	3 Monate nach Eingliederung		1,857	0,000

Tabelle 22: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 12 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):	
<u>Platin</u>	<u>0,087</u>
<u>Kreatinin</u>	<u>1,174</u>
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>	<u>0,074</u>



Graphik 10: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 12

Proband 13 (weiblich, 47 Jahre)

Proband 13 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von zwei Kunststoff-Füllungen und einer Amalgam-Füllung auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden ohne schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die zunächst geplante prothetische Versorgung wurde im Verlauf der Studie von einer Brücke aus edelmetallhaltigem Zahnersatz in ein metallarmiertes Langzeitprovisorium mit der Legierung " Remanium 2000" abgeändert, so daß die Studie vor der Eingliederung des Zahnersatzes abgebrochen wurde.

Die Auswertung der ersten drei Urinproben zu Beginn der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 23 und in der Graphik 11 dargestellten Ergebnisse.

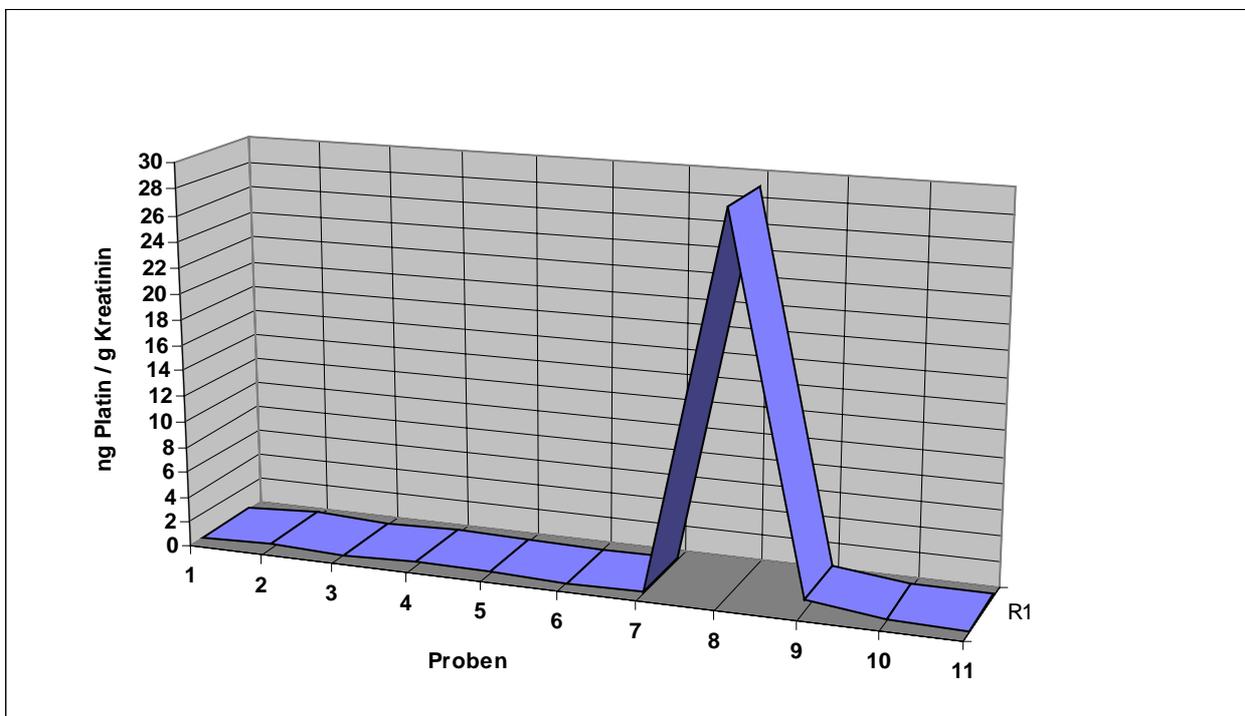
Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 24 aufgeführten Mittelwerte.

Tabelle 23: Auswertung der Urinproben von Proband 13 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	13 M 02.03.98	zu Beginn der Studie	0,00	1,430	0,000
2	13 M 03.03.98	zu Beginn der Studie	0,36	1,036	0,347
3	13 M 04.03.98	zu Beginn der Studie	0,14	2,240	0,063

Tabelle 24: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 13 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):	
<u>Platin</u>	<u>0,167</u>
<u>Kreatinin</u>	<u>1,569</u>
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>	<u>0,137</u>



Graphik 11: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 13

Proband 14 (männlich, 70 Jahre)

Proband 14 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von neun Kunststoff-Füllungen, vier Amalgam-Füllungen, zwei Kronen und jeweils einer Brücke von den Zähnen 16 bis 14 und 24 bis 26 auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden mit schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die zunächst geplante prothetische Versorgung wurde aufgrund des Verlustes einer der eingeplanten Zähne im Verlauf der Studie von einer Brücke aus edelmetallhaltigem Zahnersatz in ein metallarmiertes Langzeitprovisorium mit der Legierung " Remanium 2000" abgeändert, so daß die Studie vor der Eingliederung des Zahnersatzes abgebrochen wurde.

Die Auswertung der ersten drei Urinproben zu Beginn der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 25 und in der Graphik 12 dargestellten Ergebnisse.

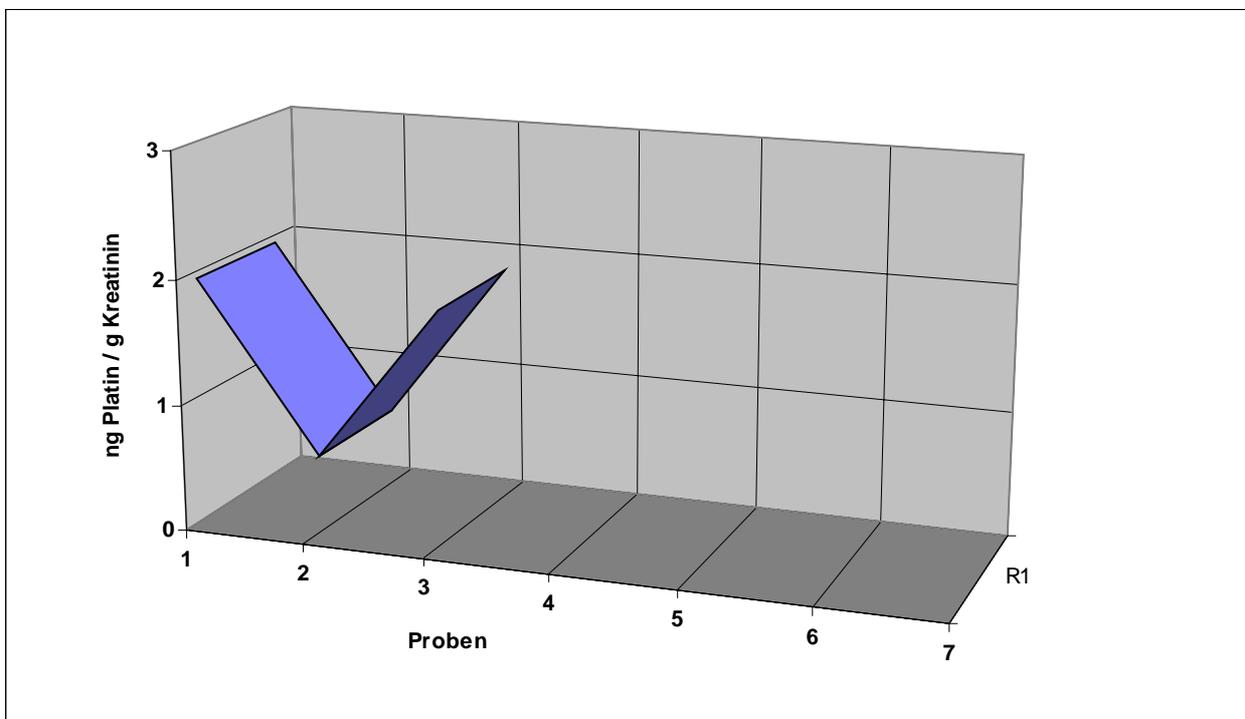
Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 26 aufgeführten Mittelwerte.

Tabelle 25: Auswertung der Urinproben von Proband 14 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	14 M 03.03.98	zu Beginn der Studie	4,55	2,347	1,939
2	14 M 04.03.98	zu Beginn der Studie	1,53	2,516	0,608
3	14 M 05.03.98	zu Beginn der Studie	2,66	1,429	1,861

Tabelle 26: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 14 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):		
<u>Platin</u>	<u>2,913</u>	
<u>Kreatinin</u>	<u>2,097</u>	
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>		<u>1,469</u>



Graphik 12: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 14

Proband 15 (männlich, 53 Jahre)

Proband 15 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von sechs Kunststoff-Füllungen, drei Amalgam-Füllungen, einem provisorischen Verschluß, einer Gußfüllung und zwei Kronen auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden mit schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand in einer keramisch verblendeten Krone mit individuell gegossenem Stift am Zahn 35 und einer Vollgußkrone am Zahn 36:

1. Der Stift wurde am 04.03.1998 festgesetzt. Als Material wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Degulor M" verwendet; die hierzu benötigte Menge betrug insgesamt 1,8 g.
2. Die Kronen wurden am 11.03.1998 eingegliedert. Als Material für die Kronen wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Bio Herador N" verwendet; die hierzu benötigte Menge betrug 7,6 g.

Die Auswertung der Urinproben im Verlauf der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 27 und in der Graphik 13 dargestellten Ergebnisse.

Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 28 aufgeführten Mittelwerte.

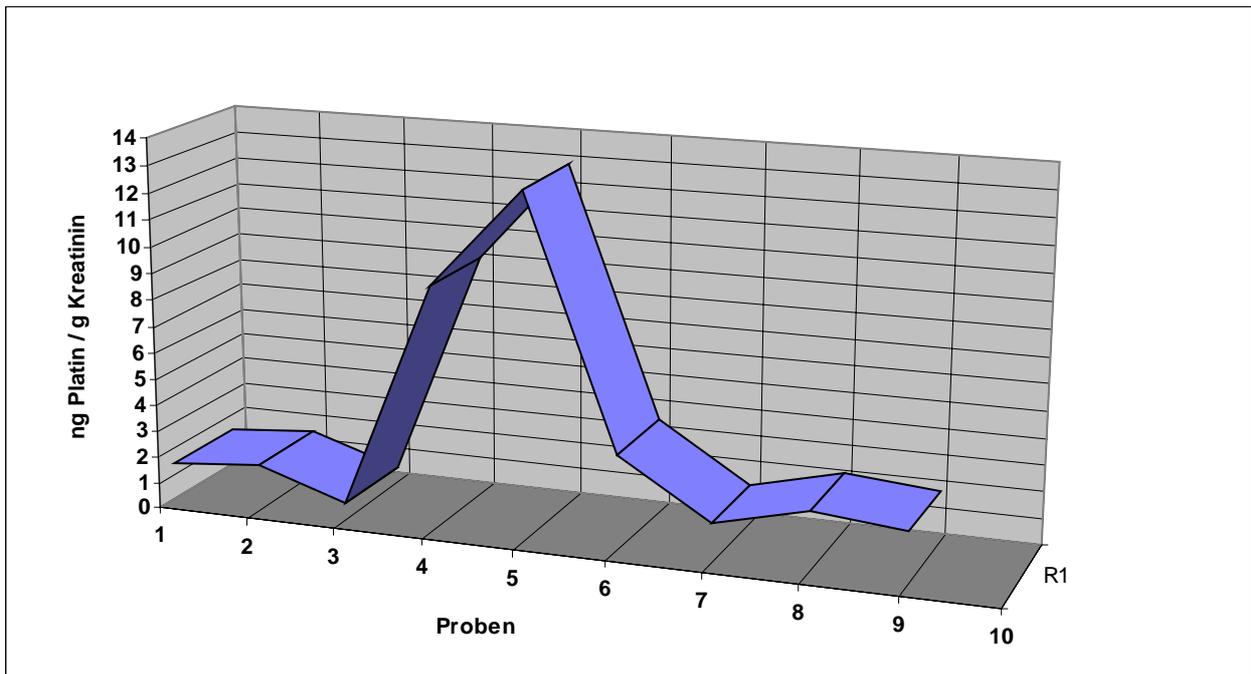
Tabelle 27: Auswertung der Urinproben von Proband 15 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	15 M 02.03.98	zu Beginn der Studie	2,63	1,870	1,406
2	15 M 03.03.98	zu Beginn der Studie	5,00	2,916	1,715
3	15 M 04.03.98	zu Beginn der Studie	0,48	0,795	0,604
4	15 M 05.03.98	1 Tag nach Eingl. des Stiftes	10,71	1,165	9,193
5	15 M 12.03.98	1 Tag nach Eingliederung	16,04	1,242	12,915
6	15 M 19.03.98	1 Woche nach Eingliederung	2,96	0,819	3,614
7	15 M 27.03.98	2 Wochen nach Eingliederung	2,12	1,473	1,439

8	15 M 02.04.98	3 Wochen nach Eingliederung	3,38	1,463	2,310
9	15 M 22.04.98	1 Monat nach Eingliederung	3,72	1,894	1,964

Tabelle 28: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 15 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):		
Platin	2,703	
Kreatinin	1,860	
ng Platin / g Kreatinin		1,242



Graphik 13: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 15

Proband 16 (männlich, 42 Jahre)

Proband 16 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von fünf Kunststoff-Füllungen, fünf Amalgam-Füllungen, einem provisorischen Verschuß, sechs Kronen und zwei Brückengliedern auf; er gehörte zur Gruppe der Probanden mit schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand aus einer keramisch verblendeten Krone am Zahn 37:

Die Krone wurde am 09.03.1998 eingegliedert. Als Material wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Bio Herador N" verwendet; die benötigte Menge betrug 4,0 g.

Die Auswertung der ersten drei Urinproben zu Beginn der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 29 und in der Graphik 14 dargestellten Ergebnisse.

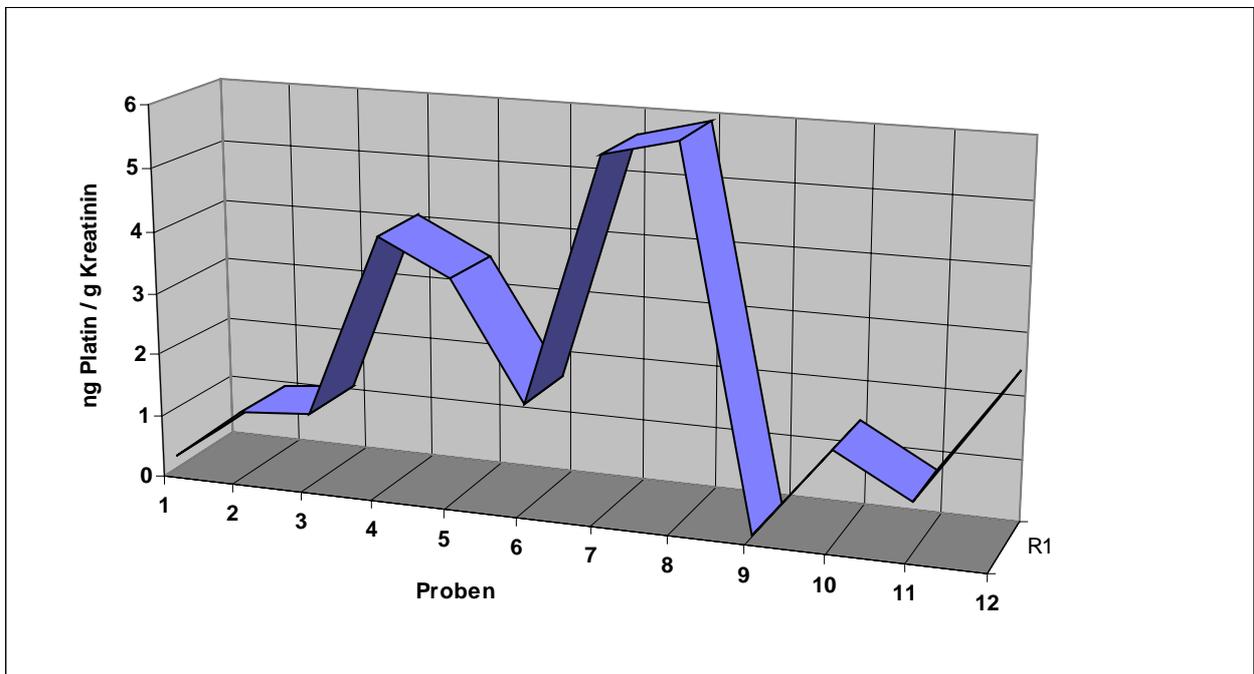
Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 30 aufgeführten Mittelwerte.

Tabelle 29: Auswertung der Urinproben von Proband 16 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	16 M 02.03.98	zu Beginn der Studie	0,19	1,025	0,185
2	16 M 03.03.98	zu Beginn der Studie	1,51	1,434	1,053
3	16 M 04.03.98	zu Beginn der Studie	1,95	1,663	1,173
4	16 A 09.03.98	am Tag der Eingl. (abends)	6,81	1,646	4,137
5	16 M 10.03.98	1 Tag nach Eingliederung	4,34	1,220	3,557
6	16 M 11.03.98	2 Tage nach Eingliederung	1,79	1,056	1,695
7	16 M 12.03.98	3 Tage nach Eingliederung	6,01	1,064	5,648
8	16 M 19.03.98	1,5 Wochen nach Eingliederg.	11,14	1,873	5,948
9	16 M 26.03.98	2,5 Wochen nach Eingliederg.	3,75	1,057	0,004
10	16 M 02.04.98	3,5 Wochen nach Eingliederg.	1,68	1,122	1,497
11	16 M 08.04.98	1 Monat nach Eingliederg.	1,09	1,299	0,839
12	16 M 08.05.98	2 Monate nach Eingliederg.	3,29	1,304	2,523

Tabelle 30: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 16 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):		
<u>Platin</u>	<u>1,217</u>	
<u>Kreatinin</u>	<u>1,374</u>	
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>		<u>0,804</u>



Graphik 14: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 16

Proband 19 (weiblich, 27 Jahre)

Proband 19 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von sieben Kunststoff-Füllungen, neun Amalgam-Füllungen und einem Keramik-Inlay auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden ohne schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand in einer Teilkrone am Zahn 16: Diese wurde am 29.01.99 festgesetzt. Als Material wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Degulor M" verwendet; die benötigte Menge betrug insgesamt 4,85 g.

Die Auswertung der Urinproben im Verlauf der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 31 und in der Graphik 15 dargestellten Ergebnisse.

Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 32 aufgeführten Mittelwerte.

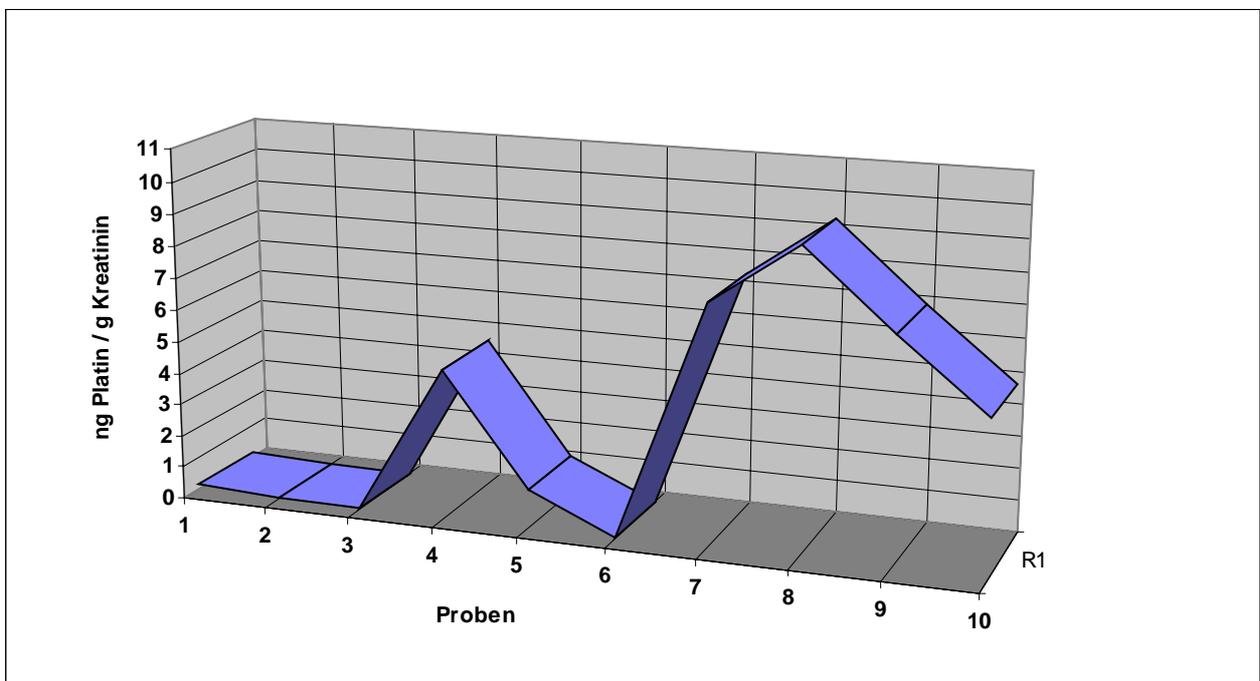
Tabelle 31: Auswertung der Urinproben von Proband 19 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Probenbezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	19 M 13.11.98	zu Beginn der Studie	0,26	2,061	0,126
2	19 M 14.11.98	zu Beginn der Studie	<NG	0,548	0,000
3	19 M 15.11.98	zu Beginn der Studie	<NG	2,198	0,000
4	19 M 27.01.99	vor der Eingliederung	6,73	1,450	4,641
5	19 M 28.01.99	vor der Eingliederung	1,45	1,227	1,182
6	19 M 29.01.99	am Tag der Eingl. (morgens)	<NG	1,253	0,000
7	19 A 29.01.99	am Tag der Eingl. (abends)	16,66	2,231	7,468
8	19 M 30.01.99	1 Tag nach Eingliederung	8,56	0,916	9,345
9	19 M 06.02.99	1 Woche nach Eingliederung	11,50	1,640	7,012
10	19 M 12.02.99	2 Wochen nach Eingliederung	6,59	1,362	4,838

Eingl. = Eingliederung

Tabelle 32: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 19 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):	
<u>Platin</u>	<u>0,087</u>
<u>Kreatinin</u>	<u>1,602</u>
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>	<u>0,042</u>



Graphik 15: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 19

Proband 21 (männlich, 47 Jahre)

Proband 21 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von acht Füllungen und drei Kronen auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden mit schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand in einer Oberkiefer-Teleskop-Prothese: Die Prothese wurde am 13.12..98 festgesetzt. Als Material wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Bioporta G" verwendet.

Die Auswertung der Urinproben im Verlauf der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 33 und in der Graphik 16 dargestellten Ergebnisse.

Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 34 aufgeführten Mittelwerte.

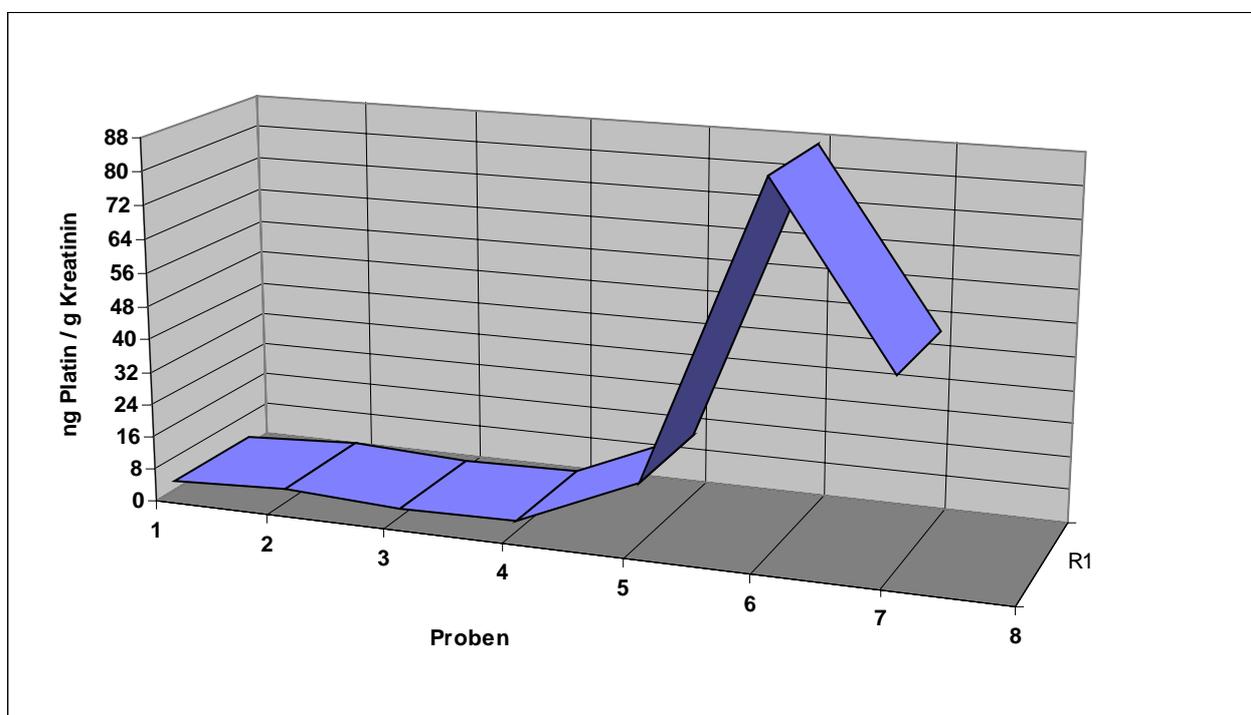
Tabelle 33: Auswertung der Urinproben von Proband 21 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	21 M 08.11.98	zu Beginn der Studie	1,70	0,846	2,009
2	21 M 09.11.98	zu Beginn der Studie	1,68	0,498	3,373
3	21 M 10.11.98	zu Beginn der Studie	1,20	0,620	1,935
4	21 M 13.12.99	am Tag der Eingl. (morgens)	1,18	0,479	2,463
5	21 M 14.12.99	1 Tag nach Eingliederung	20,12	1,379	14,590
6	21 M 15.12.99	2 Tage nach Eingliederung	120,75	1,379	87,563
7	21 M 16.12.98	3 Tage nach Eingliederung	24,81	0,544	45,607

Eingl. = Eingliederung

Tabelle 34: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 21 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):		
<u>Platin</u>	<u>1,527</u>	
<u>Kreatinin</u>	<u>0,655</u>	
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>		<u>2,439</u>



Graphik 16: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 21

Proband 22 (weiblich, 61 Jahre)

Proband 22 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von acht Füllungen, 14 Kronen und zwei Brückengliedern auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden mit schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand in einer Brücke vom Zahn 44 bis 47, drei Kronen auf den Zähnen 35, 36 und 37, wobei der Zahn 35 noch mit einem individuell gegossenem Stift versorgt werden sollte.

1. Der Stifte wurde am 19.11.1998 festgesetzt. Als Material wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Degulor M" verwendet; die hierzu benötigte Menge betrug insgesamt 0,8 g.

2. Die Kronen 35, 36, 37 und die Brücke 44 bis 47 wurden am 26.01.1999 eingegliedert. Als Material wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Bio Herador N" verwendet; die hierzu benötigte Menge betrug insgesamt 13,9 g.

Die Auswertung der Urinproben im Verlauf der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 35 und in der Graphik 17 dargestellten Ergebnisse.

Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 36 aufgeführten Mittelwerte.

Tabelle 35: Auswertung der Urinproben von Proband 22 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

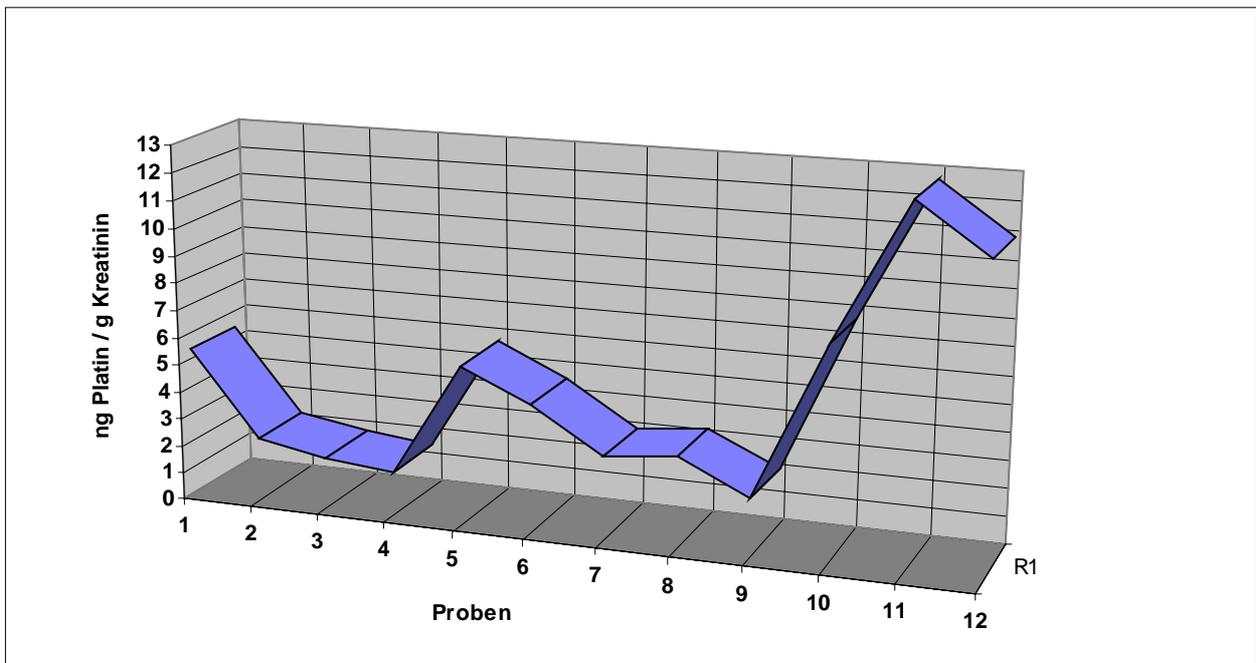
Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	22 M 15.11.98	zu Beginn der Studie	2,11	0,393	5,369
2	22 M 16.11.98	zu Beginn der Studie	0,91	0,395	2,304
3	22 M 17.11.98	zu Beginn der Studie	1,11	0,592	1,875
4	22 M 19.11.98	am Tag der Eingl. des Stiftes	0,76	0,466	1,631
5	22 M 20.11.98	1 Tag nach Eingl. des Stiftes	3,28	0,570	5,754
6	22 M 20.12.98	vor der Eingliederung	4,31	0,939	4,590

7	22 M 21.12.98	vor der Eingliederung	2,19	0,723	3,029
8	22 M 22.12.98	vor der Eingliederung	2,76	0,826	3,341
9	22 M 25.01.99	1 Tag vor Eingliederung	1,41	0,657	2,146
10	22 M 26.01.99	am Tag der Eingliederung	3,10	0,399	7,769
11	22 M 27.01.99	1 Tag nach Eingliederung	4,67	0,367	12,725
12	22 M 10.02.99	2 Wochen nach Eingliederung	6,17	0,562	10,979

Eingl. = Eingliederung

Tabelle 36: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 22 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):		
<u>Platin</u>	<u>1,377</u>	
<u>Kreatinin</u>	<u>0,460</u>	
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>		<u>3,183</u>



Graphik 17: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 22

Proband 23 (weiblich, 25 Jahre)

Proband 23 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von 13 Kunststoff-Füllungen, drei Glasionomer-Zement-Füllungen und einer Krone auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden mit schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand in vier Teilkronen auf den Zähnen 17, 16, 26 und 27:

1. Die Teilkronen 17 und 16 wurden am 18.12.1998 eingegliedert. Als Material wurde die edelmetallhaltige Dentallegierung "Degulor M" verwendet; die hierzu benötigte Menge betrug insgesamt 8,29 g.
2. Die Teilkronen 26 und 27 wurden am 08.02.1999 eingegliedert. Als Material wurde auch hier die edelmetallhaltige Dentallegierung "Degulor M" verwendet; die hierzu benötigte Menge betrug insgesamt 7,56 g.

Die Auswertung der Urinproben im Verlauf der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 37 und in der Graphik 18 dargestellten Ergebnisse.

Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 38 aufgeführten Mittelwerte.

Tabelle 37: Auswertung der Urinproben von Proband 23 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

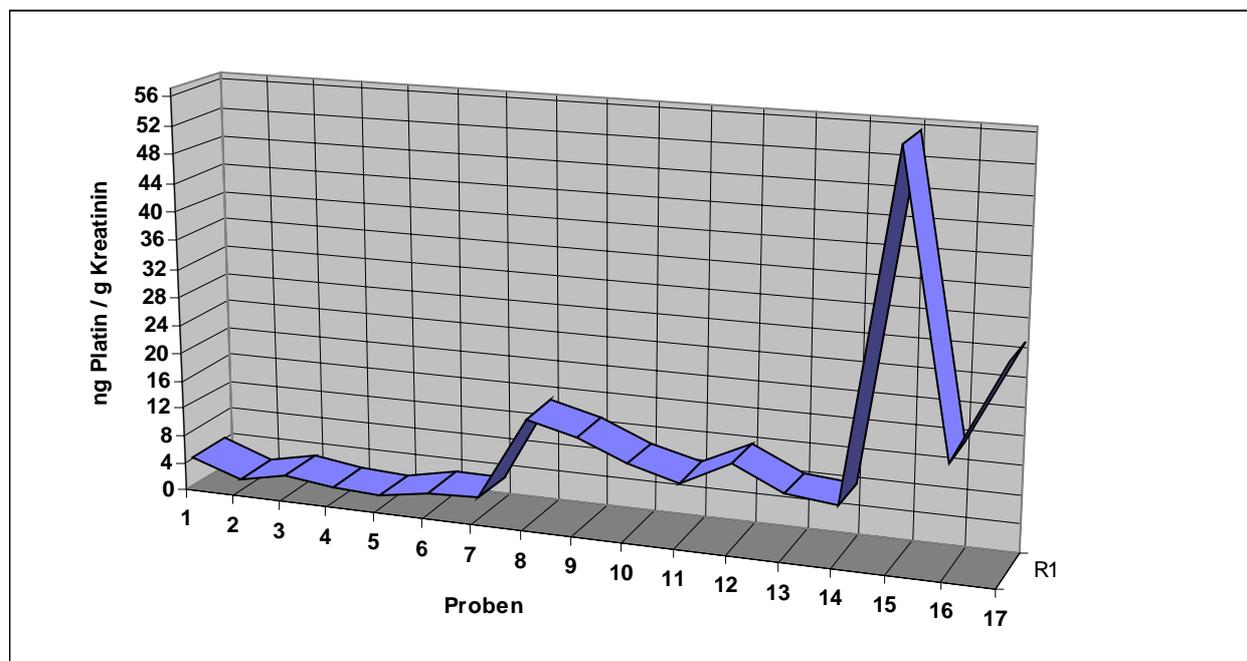
Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	23 M 15.11.98	zu Beginn der Studie	2,19	0,515	4,252
2	23 M 16.11.98	zu Beginn der Studie	2,75	1,613	1,705
3	23 M 17.11.98	zu Beginn der Studie	6,51	2,075	3,137
4	23 M 19.11.98	vor der Eingliederung	2,46	1,130	2.177
5	23 M 20.11.98	vor der Eingliederung	1,95	1,039	1,877
6	23 M 20.12.98	vor der Eingliederung	2,68	0,878	3,052

7	23 M 21.12.98	vor der Eingliederung	3,18	0,998	3,186
8	23 A 22.12.98	am Tag der 1. Eingl. (abends)	10,37	0,693	14,964
9	23 M 25.01.99	1 Woche nach 1. Eingl.	25,24	1,891	13,347
10	23 M 26.01.99	2 Wochen nach 1.Eingl.	10,95	1,052	10,409
11	23 M 27.01.99	3 Wochen nach 1.Eingl.	11,22	1,315	8,532
12	23 M 10.02.99	1 Monat nach 1.Eingl.	10,93	0,914	11,958
13	23 M 26.01.99	2 Monate nach 1.Eingl.	21,14	2,459	8,597
14	23 M 27.01.99	am Tag der 2. Eingl. (morgens)	15,13	1,942	7,791
15	23 M 10.02.99	1 Tag nach 2. Eingl.	79,55	1,424	55,864
16	23 M 27.01.99	1 Woche nach 2. Eingl	13,85	0,912	15,186
17	23 M 10.02.99	2 Wochen nach 2. Eingl.	48,52	1,654	29,335

Eingl. = Eingliederung

Tabelle 38: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 23 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):		
<u>Platin</u>	<u>3,817</u>	
<u>Kreatinin</u>	<u>1,401</u>	
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>		<u>3,032</u>



Graphik 18: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 23

Proband 24 (männlich, 60 Jahre)

Proband 24 wies zu Beginn der Studie eine zahnärztliche Versorgung von 12 Füllungen, fünf Kronen und einem Brückenglied auf; er gehörte hiermit zur Gruppe der Probanden mit schon bestehendem edelmetallhaltigen Zahnersatz.

Die geplante prothetische Versorgung bestand auf Grund einer Umplanung nicht aus edelmetallhaltigem Zahnersatz, so daß die Studie vor der Eingliederung des Zahnersatzes abgebrochen wurde.

Die Auswertung der ersten drei Urinproben zu Beginn der Studie mittels der Sektorfeld-ICP-MS ergab die in Tabelle 39 und in der Graphik 19 dargestellten Ergebnisse.

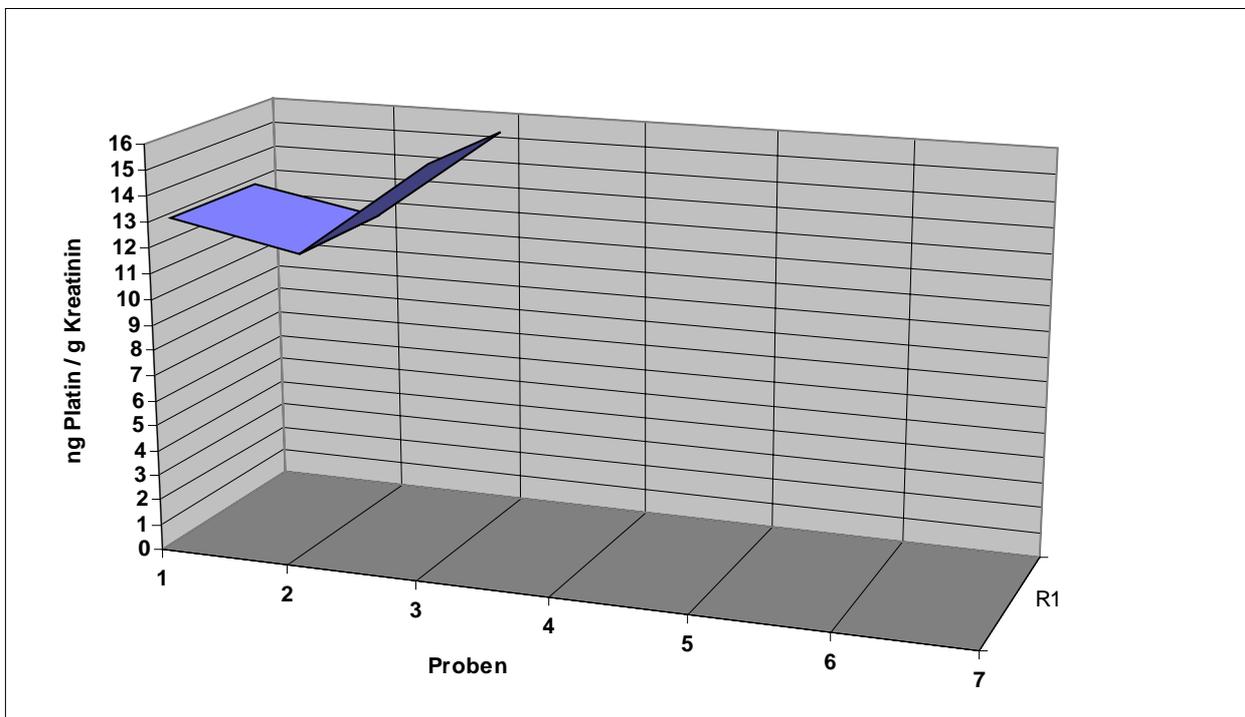
Damit ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten drei untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie die in Tabelle 40 aufgeführten Mittelwerte.

Tabelle 39: Auswertung der Urinproben von Proband 24 mittels der Sektorfeld-ICP-MS

Probe	Proben- bezeichnung	Zeitpunkt	Platin 195 [ng/l]	Kreatinin Mittelwerte [g/l]	ng Platin/ g Kreatinin [ng/g]
1	24 M 20.11.98	zu Beginn der Studie	20,27	1,585	12,789
2	24 M 21.11.98	zu Beginn der Studie	12,80	1,080	11,852
3	24 M 22.11.98	zu Beginn der Studie	28,67	1,836	15,615

Tabelle 40: Mittelwerte der Ergebnisse aus den ersten drei Urinproben von Proband 24 zu Beginn der Studie

Mittelwerte der Ausgangswerte (Probe 1, 2 und 3):	
<u>Platin</u>	<u>20,580</u>
<u>Kreatinin</u>	<u>1,500</u>
<u>ng Platin / g Kreatinin</u>	<u>13,419</u>



Graphik 19: Platin-Anteil der Urinproben von Proband 24

4.2 Ausgangswerte

Jeder Proband wurde zum Behandlungsbeginn auf eventuell schon bestehende Platinkonzentrationen im Urin überprüft. Hierzu wurden 3 Einzelmessungen vorgenommen und der Mittelwert errechnet (= Ausgangswert).

Unter Berücksichtigung der Gruppierung wurden zunächst die Ausgangswerte der Probanden aus Gruppe 1 miteinander verglichen (s. Tabelle 41).

Tabelle 41 : Ausgangswerte der Probanden aus Gruppe 1

Proband	ng Platin / g Kreatinin	konservierende Versorgung		
01	0,579	2 x AmF	5 x KuF	10 x pV
02	0,838		8 x KuF	
03	0,141	3 x AmF		
05	0,218	2 x AmF	4 x KuF	
07	0,542	8 x AmF	2 x KuF	3 x pV
10	1,133	7 x AmF	10 x KuF	5 x pV
13	0,137	1 x AmF	2 x KuF	
19	0,042	9 x AmF	8 x KuF	

AmF = Amalgam-Füllung

KuF = Kunststoff-Füllung

pV = provisorischer Verschuß

Weiterhin wurden die Basisfragebögen auf eventuelle bestehende Expositionen der Probanden gegenüber Platin untersucht (s. Tabelle 42):

Tabelle 42 : Auswertung der Basis-Fragebögen aus Gruppe 1

Proband	Beruf / Auffälligkeiten im Fragebogen
01	Rentner / länger als 1 h täglich im Verkehr
02	Rentner
03	Rentner / häufiger Verzehr von Obst / Gemüse aus Garten & vegetarischer Kost Wohnung in Nähe einer Tankstelle / Autowerkstatt länger als 1 h täglich im Verkehr
05	Rentner / häufiger Verzehr von Obst / Gemüse aus Garten
07	in Büro tätig
10	Drucker / häufiger Verzehr von vegetarischer Kost metallverarbeitende Freizeitbeschäftigung (Auto) → weniger als 1x /Mo
13	in Verwaltung tätig / häufiger Verzehr von Obst / Gemüse aus Garten
19	Studentin der Zahnheilkunde / regelmäßige Tätigkeit im Dentallabor häufiger Verzehr von Obst / Gemüse aus Garten & vegetarischer Kost

Resümee:

Vor Eingliederung von edelmetallhaltigem Zahnersatz betrug die Platinausscheidung im Urin bei Probanden der Gruppe 1 im Mittel 0,45 ng Pt/g Kreatinin, mit einer Standardabweichung von 0,363. Dabei reichte die Schwankungsbreite der Werte von < 0,2 bis 1,33 ng Pt/g Kreatinin.

Die konservierende Versorgung bestand zu diesem Zeitpunkt im Durchschnitt aus 11 Füllungen je Proband. Ein Zusammenhang zwischen der bestehenden Versorgung und den Ausgangswerten war nicht zu erkennen.

Bei der Auswertung der Basis-Fragebögen ergaben sich ebenfalls keine Zusammenhänge bzw. Auffälligkeiten im Vergleich mit den ermittelten Ausgangswerten. Proband 19 wies bei zahnärztlicher und zahntechnischer Tätigkeit den niedrigsten Ausgangswert von 0,042 ng Pt/g Kreatinin auf; Proband 10, der als Beruf Drucker angab, den höchsten Wert von 1,133 ng Pt/g Kreatinin.

Es folgte die Auswertung der Ausgangswerte aus Gruppe 2 (s. Tabelle 43).

Tabelle 43 : Ausgangswerte der Probanden aus Gruppe 2

Proband	ng Pt/ g Kreatinin	konservierende / prothetische Versorgung				
04	8,405	1 x pV	3 x K	1 x B	1 x Modellguß	
06	0,508	2 x KuF	3 x K			
08	27,556	7 x KuF	10 x K	7 x B		
12	0,074		4 x K			
14	1,469	4 x AmF	9 x KuF	6 x K	2 x B	
15	1,242	3 x AmF	6 x KuF	1 x pV	2 x K	1 x GI
16	0,804	5 x AmF	5 x KuF	1 x pV	6 x K	2 x B
21	2,439	8 x Flg	3 x K			
22	3,183	8 x Flg	14 x K	2 x B		
23	3,032	13 x KuF	3 x pV	1 x K		
24	13,419	12 x Flg	6 x K	1 x B		

Flg = Füllung

AmF = Amalgam-Füllung

KuF = Kunststoff-Füllung

pV = provisorischer Verschuß

GI = Gold-Inlay

K = Krone

B = Brücke

Auch hier wurden die Basisfragebögen auf eventuelle bestehende Expositionen der Probanden gegenüber Platin untersucht (s. Tabelle 44):

Tabelle 44 : Auswertung der Basis-Fragebögen aus Gruppe 2

Proband	Beruf / Auffälligkeiten im Fragebogen
04	Rentner / Wohnung in verkehrsreicher Lage
06	Technischer Zeichner
08	Architekt
12	Schlosser, Schweißer
14	in Verwaltung tätig / häufiger Verzehr von Obst / Gemüse aus Garten
15	Ver- und Entsorgung im Krankenhaus / häufiger Verzehr von Obst / Gemüse aus Garten, länger als 1 h täglich im Verkehr, metallverarbeitende Freizeitbeschäftigung
16	Kraftfahrer
21	im Krankenhaus tätig
22	Rentner / länger als 1 h täglich im Verkehr
23	Studentin der Zahnheilkunde / regelmäßige Tätigkeit im Dentallabor
24	im Büro tätig, 1970-1994: Autoabgaskatalysatorentwicklung

Resümee:

Vor Eingliederung von edelmetallhaltigem Zahnersatz betrug die Platinausscheidung im Urin bei Probanden der Gruppe 2 im Mittel 5,648 ng Pt/g Kreatinin, mit einer Standardabweichung von 7,914; damit ergab sich ein um den Faktor 12 erhöhter Wert gegenüber dem Wert aus Gruppe 1. Die Schwankungsbreite der Werte reichte von < 0 (unter der Nachweisgrenze) bis 34,0 ng Pt/g Kreatinin.

Die konservierende Versorgung bestand zu diesem Zeitpunkt im Durchschnitt aus 8 Füllungen je Proband. Auch hier war ein Zusammenhang zwischen der bestehenden Versorgung und den Ausgangswerten nicht zu erkennen.

Bei der prothetischen Versorgung fanden sich im Durchschnitt 5 Kronen und 1 Brückenglied je Proband; 1 Proband trug ein Gold-Inlay, 1 anderer Proband eine Modellgußprothese. Proband 08 mit dem höchsten Ausgangswert von 27,556 ng Pt/g Kreatinin besaß gleichzeitig die umfangreichste prothetische Versorgung von 10 Kronen und 7 Brückengliedern. Proband 22 wies eine ähnliche Versorgung von 14 Kronen und 2 Brückengliedern auf, der Ausgangswert betrug dagegen nur 3,183 ng Pt/g Kreatinin. Ein weiterer auffallend hoher Ausgangswert fand sich bei Proband 24 mit 13,419 ng Pt/g Kreatinin und einer prothetischen Versorgung von 6 Kronen und 1 Brückenglied. Auch Proband 04 zeigte einen erhöhten Ausgangswert von 8,406 ng Pt/g Kreatinin; hier fanden sich 3 Kronen, 1 Brückenglied und 1 OK-Modellgußprothese. Dagegen zeigten sich bei 3 Probanden (06, 12, 15) Werte unter 1 ng Pt/g Kreatinin; wobei die Probanden mit 3, 4 bzw. 6 Kronen und 2 Brückengliedern versorgt waren. Somit zeigten 8 von 11 Probanden erhöhte Ausgangswerte bei bestehender prothetischer Versorgung gegenüber den Probanden aus Gruppe 1 ohne prothetische Versorgung. Die Ausgangswerte der anderen 3 Probanden lagen im Bereich der Werte aus Gruppe 1.

Die Auswertung der Fragebögen ließ auch hier keinen Zusammenhang mit den ermittelten Ausgangswerten erkennen.

4.3 Verlaufswerte

4.3.1. Werte unmittelbar nach Eingliederung von edelmetallhaltigem Zahnersatz

Da einige Probanden die Studie vorzeitig abbrachen, konnten bei 14 Probanden die Werte der Platin-Konzentrationen im Urin *unmittelbar nach Eingliederung* von edelmetallhaltigem Zahnersatz ermittelt werden. Proband 01 und 13 bekamen jedoch Langzeitprovisorien aus Remanium 2000, welches nicht zu den edelmetallhaltigen Legierungen gehört, so daß diese Probanden nicht in die weitere Auswertung kamen. Somit blieben aus Gruppe 1 die Probanden 03, 07, 10 und 19; aus Gruppe 2 die Probanden 04, 08, 12, 15, 16, 21, 22 und 23, wobei Proband 23 zwei mal Zahnersatz zeitlich getrennt eingegliedert wurde, die Studie entsprechend zwei mal durchgeführt werden konnte. Insgesamt wurden also von 13 Studien Urinproben unmittelbar nach Eingliederung von edelmetallhaltigem Zahnersatz ausgewertet.

Hierbei ergaben sich folgende Ergebnisse:

Tabelle 45 : Verlaufswerte der Probanden unmittelbar nach Eingliederung des Zahnersatzes

Proband	Ausgangswert [ng Platin / g Kreatinin]	Verlaufswerte [ng Platin/ g Kreatinin]
03	0,141	0,698 (2.Tag nach Eingl. des Stiftes) 6,551 (1.Tag nach Eingl. des ZE)
07	0,524	29,304 (1.Tag nach Eingl. des ZE) 17,596 (2.Tag nach Eingl. des ZE) 32,811 (3.Tag nach Eingl. des ZE) → 26,570 (Mittelwert)
10	1,133	2,745 (4.Tag nach Eingl. des ZE)
19	0,042	7,468 (am Abend der Eingl. des ZE) 9,345 (1.Tag nach Eingl. des ZE) → 8,407 (Mittelwert)
04	8,405	37,984 (am Abend der Eingl. des ZE) 17,898 (1.Tag nach Eingl. des ZE) 30,480 (2.Tag nach Eingl. des ZE) → 28,787 (Mittelwert)
08	27,556	7,748 (1.Tag nach Eingl. des Stiftes) 21,427 (1.Tag nach Eingl. des ZE)
12	0,074	44,050 (1.Tag nach Eingl. des ZE) 98,265 (2.Tag nach Eingl. des ZE) 116,254 (3.Tag nach Eingl. des ZE) → 86,189 (Mittelwert)
15	1,242	9,193 (1.Tag nach Eingl. des Stiftes) 12,915 (1.Tag nach Eingl. des ZE)
16	0,804	4,137 (am Abend nach Eingl. des ZE) 3,557 (1.Tag nach Eingl. des ZE) 1,695 (2.Tag nach Eingl. des ZE) 5,648 (3.Tag nach Eingl. des ZE) → 3,759 (Mittelwert)
21	2,439	14,590 (1.Tag nach Eingl. des ZE) 87,563 (2.Tag nach Eingl. des ZE) 45,607 (3.Tag nach Eingl. des ZE) → 49,253 (Mittelwert)
22	3,183	5,754 (1.Tag nach Eingl. des Stiftes) 12,725 (1.Tag nach Eingl. des ZE)
23a	3,032	14,964 (am Abend nach Eingl. des 1.ZE)
23b	7,791	55,864 (1.Tag nach Eingl. des 2.ZE)

ZE = Zahnersatz

Resümee:

Die Auswertung der Urinproben unmittelbar nach Eingliederung des edelmetallhaltigen Zahnersatzes ergab bei fast allen Probanden einen Anstieg der Platinausscheidung. Die einzige Ausnahme bildete Proband 08, der jedoch mit einem Ausgangswert von 27,556 ng Pt/g Kreatinin schon im Voraus den höchsten Ausgangswert aufwies. Der Anstieg der Platinausscheidung betrug im Mittel 20,797 ng Pt/g Kreatinin, mit einer Standardabweichung von 22,337, wobei die Schwankungsbreite von 0,698 bis 116,254 ng Pt/g Kreatinin reichte.

Im weiteren ergab sich die Frage, ob die erhöhten Platin-Konzentrationen in Abhängigkeit von der verwendeten Dentallegierung bzw. von der verwendeten Menge des Materials standen. Hierzu wurde ausgehend vom Ausgangswert der Faktor ermittelt, um den die Platin-Konzentrationen nach Eingliederung des Zahnersatzes anstiegen.

Tabelle 46 : Steigerung der PI-Konz. im Urin um den Faktor x in Abh. vom verwendeten Material & verwendeter Menge

Proband	Faktorsteigerung	Material	Menge [g]
03	x 5,0	DegulorM	1,9
	x 46,5	Bio Herador N	2,1
07	x 50,7	Bio Herador N	35,7
10	x 2,4	Stabilor NF IV	3,8
19	x 200,2	Degulor M	4,85
04	x 3,4	Degulor M	13,5 (incl. Stift)
08		Degulor M	1,4
		Bio Herador N	3,4
12	x 1164,7	Degulor M	10,2
15	x 7,4	Degulor M	1,8
	x 10,4	Bio Herador N	7,6
16	x 4,7	Bio Herador N	4,0
21	x 20,2	Bioporta G	?
22	x 1,8	Degulor M	0,8
	x 4,0	Bio Herador N	13,9
23a	x 5,0	Degulor M	8,29
23b	x 7,2	Degulor M	7,56

Resümee:

Die Erhöhung der Platin-Konzentrationen im Urin nach Eingliederung der edelmetallhaltigen Dentallegierungen Degulor M, Bio Herador N, Stabilor NF IV bzw. Bioporta G ließ keine Abhängigkeit vom verwendeten Material erkennen.

Auch der Faktor, um den die Platin-Konzentrationen nach Eingliederung anstiegen, stand in keiner Korrelation zur verwendeten Materialmenge.

Erfasste man nun dazu die von den Probanden ausgefüllten Verlaufsfragebögen, so ergab sich, daß keiner der Probanden Veränderungen bzgl. seiner Angaben im Basisfragebogen angab.

4.3.2. Weitere Werte nach Eingliederung des edelmetallhaltigen Zahnersatzes

In den folgenden Wochen wurden bei 11 dieser Probanden weitere Werte der Platin-konzentrationen im Urin ermittelt. Proband 21 beendete die Studie aus Zeitgründen.

Tabelle 47 : Weitere Verlaufswerte nach Eingliederung des Zahnersatzes

Proband	1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	1 Monat
	[ng Pt/g Kreatinin]			
03	1,492	0,467	2,173	0,000
07				9,744
10	0,833			1,975
19	7,012	4,838		
04				14,894
08	21,405	7,173	19,570	4,868
12				3,376
15	3,614	1,439	2,310	1,964
16	5,948	0,004	1,497	0,839
22		10,979		
23a	13,347	10,409	8,532	8,597
23b	15,186	29,335		

Resümee:

Auch im weiteren Verlauf ergaben die Analysen der Urinproben erhöhte Platinkonzentrationen. Die Werte der Konzentrationen betragen nach Auswertung der Urinproben

- a) nach 1 Woche im Mittel 8,605 ng Pt/g Kreatinin,
mit einer Standardabweichung von 6,848
(Schwankungsbreite: 0,833 - 21,405 ng Pt/g Kreatinin),
- b) nach 2 Wochen im Mittel 8,081 ng Pt/g Kreatinin,
mit einer Standardabweichung von 8,973
(Schwankungsbreite: 0,004 - 29,335 ng Pt/g Kreatinin),
- c) nach 3 Wochen im Mittel 6,816 ng Pt/g Kreatinin,
mit einer Standardabweichung von 6,867
(Schwankungsbreite: 1,497 - 19,570 ng Pt/g Kreatinin),
- d) nach 1 Monat im Mittel 5,139 ng Pt/g Kreatinin,
mit einer Standardabweichung von 4,673
(Schwankungsbreite: 0,000 - 14,894 ng Pt/g Kreatinin).

Betrachtet man die Werte der Konzentrationen für jeden Probanden einzeln, so zeigen die Werte Schwankungen. Insgesamt lagen die Werte der Platin-Konzentrationen aber unter den Werten, die unmittelbar nach Eingliederung des Zahnersatzes ermittelt wurden, was heißt, daß die Ergebnisse der Auswertung der Urinproben abfallende Tendenz zeigten.

Der Mittelwert der Verlaufswerte nach 1 Monat von 5,139 ng Pt/g Kreatinin lag im Bereich des mittleren Ausgangswertes der Probanden aus Gruppe 2 zu Beginn der Studie von 5,648 ng Pt/g Kreatinin.

4.4 Untersuchung der Auswirkungen der Platin-Konzentrationen auf den Organismus

Um erste Informationen über eventuelle Wechselwirkungen der freigesetzten Platin-Konzentrationen mit dem lebenden Gewebe sowie Unverträglichkeitsreaktionen zu erlangen, wurden die Probanden ein halbes Jahr nach Beendigung der Studie zu einer Nachuntersuchung einbestellt. Sie wurden nach subjektiven Beschwerden befragt und auf objektive Beschwerden untersucht, die nach Eingliederung des Zahnersatzes aufgetreten sein könnten. Anschließend wurde der Befund photographisch festgehalten.

Resümee:

Keiner der untersuchten Probanden berichtete von subjektiven Beschwerden, noch ließen sich objektiv Veränderungen des intraoralen Befundes feststellen.

5. Diskussion

5.1 Exposition der Bevölkerung gegenüber Platin

Die Exposition der Menschen gegenüber Platin hat sich in den vergangenen Jahren kontinuierlich erhöht. Ursächlich hierfür ist u.a. die Freisetzung von Platin aus Autoabgaskatalysatoren in die Luft. Weiterhin findet man Platin - aufgrund seiner breiten industriellen Anwendung als Katalysator - als Rückstand in Endprodukten wie Medikamenten, Lebensmitteln und Gegenständen des täglichen Gebrauchs. Zusätzlich gelangt es, da es als Wirkstoff in Medikamenten verwendet wird (z.B. cis-Platin und Carboplatin in der Krebstherapie), über Abwasser und Müll in die Umwelt [BEGEROW / ZEREINI und ALT 1999]. Aber auch im Bereich der Zahnheilkunde werden Edelmetall-Legierungen zur Versorgung mit Zahnersatz verwendet, aus denen Platin nach Korrosion in den Speichel freigesetzt werden kann [DETTLAFF 1997, SCHWICKERATH und PFEIFFER 1995, WIRZ 1995 und 1997].

Bis heute ist nur wenig über die Bioverfügbarkeit (Aufnahme und Resorption) - und damit auch über das Gefährdungspotential - von Platin und dessen Verbindungen für den Menschen bekannt. Daten zu den Hintergrundkonzentrationen von Platin in menschlichen Körperflüssigkeiten und Organen stehen jedoch inzwischen zur Verfügung. Solche Daten zur internen Belastung stellen einen unverzichtbaren Bestandteil bei Wirkungsuntersuchungen dar, die es im Rahmen interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Medizinern, Toxikologen, Epidemiologen usw. ermöglichen, die individuelle Gesundheitsgefährdung abzuschätzen und so letztendlich präventiven Gesundheitsschutz durchführen zu können. Der Grund, warum erst seit neuerer Zeit Daten zur Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin vorliegen, ist der, daß bis Mitte der 90er Jahre nur Analysenverfahren zur Verfügung standen, die entweder nicht nachweisstark genug oder sehr aufwendig waren [BEGEROW und DUNEMANN 1995].

5.2 Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin

Erst mit der Einführung der Sektorfeld-ICP-MS ist es möglich geworden, Platin nachweisstark zu bestimmen, so daß erstmals die Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin effektiv untersucht werden konnte. Tabelle 48 enthält eine Zusammenstellung der bisher publizierten Daten zur Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin; die Werte liegen ausnahmslos im oberen pg/l- bis mittleren ng/l-Bereich. Als Analysenverfahren wurden entweder die Sektorfeld-ICP-MS oder die adsorptive Strippingvoltammetrie angewendet. Trotz der anspruchsvollen Analytik kann man für Platin bis auf eine Ausnahme eine Übereinstimmung zwischen den einzelnen Arbeitsgruppen und zwischen den unterschiedlichen Analysenverfahren feststellen [ZEREINI und ALT 1999].

Tabelle 48: Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin nach ZEREINI und ALT 1999

Anzahl der Probanden	Matrix	Mittelwert [ng/l]	Bereich [ng/l]	Nachweisgrenze [ng/l]	Referenz
14 (a)	Urin	3,5	0,5 - 14,3	0,2	1
21 (a)	Urin	1,8	0,5 - 7,7	0,2	2
262 (b)	Urin	1,5	0,2 - 19,0	0,2	3
10	Urin	5,4	1,2 - 35,0	1,0	4
12	Urin	6,3	2,1 - 17,4		5
21	Urin	126,0			6
7	Blut	0,9	0,3 - 1,3	0,3	7
13	Blut		< 0,8 - 6,9	0,8	1
13	Plasma		< 0,8 - 6,9	0,8	1

(a) = Erwachsene

(b) = Kinder

1 = MESSERSCHMIDT et al. 1992

2 = BEGEROW et al. 1997a

3 = BEGEROW et al. 1998

4 = SCHRAMMEL et al. 1995

5 = SCHIERL et al. 1994

6 = NYGREN und LUNDGREN 1997

7 = BEGEROW et al. 1997c

5.2.1 Die Expositionspfade in Bezug auf die Platin-Belastung der Bevölkerung

Aufgrund dieser Hintergrundbelastung stellt sich nun auch die Frage, welche Expositionspfade für diese hauptsächlich verantwortlich sind. Nach drei bisher vorliegenden Studien liefert die Exposition gegenüber Kfz-Emissionen entgegen den Vermutungen keinen entscheidenden Beitrag zur Exposition der Bevölkerung mit Platinmetallen. Tabelle 49 zeigt die Platin-Ausscheidung im Urin von verkehrsexponierten Kollektiven und Kontrollpersonen nach SCHIERL et al. 1994 und SCHALLER et al. 1996. Sie zeigt, daß bei stark (beruflich) verkehrsexponierten Personen keine signifikant höheren Platin-Ausscheidungen in Urin gefunden werden als bei Kontrollpersonen.

Laut dieser Studien liefert die Exposition gegenüber Kfz-Emissionen keinen maßgeblichen Beitrag zur Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin, was vermuten läßt, daß Platin-Emissionen über den inhalativen Weg nur wenig bioverfügbar sind [ZEREINI und ALT 1999].

Tabelle 49: Platinausscheidung im Urin von verkehrsexponierten Kollektiven und Kontrollpersonen nach ZEREINI und ALT 1999

Personen- gruppe	Anzahl der Probanden	Mittelwert [ng/l]	Bereich [ng/l]	Referenz
TÜV-Prüfer	13	2,2	0,5 - 21,0	1
Busfahrer	29	2,8	1,0 - 40,0	1
Taxifahrer	10	1,3	1,0 - 28,0	1
Kontrolle	12	3,6	2,1 - 17,4	1
Autobahnmeisterei	23		< 1,0 - 5,8	2
Autobahnmeisterei	18		< 1,0 - 6,6	2

1 = SCHIERL et al. 1994

2 = SCHALLER et al. 1996

In einer weiteren Studie, die von der Abteilung für Analytische Chemie im Medizinischen Institut für Umwelthygiene in Düsseldorf 1998 auf der 2. Jahrestagung der ISEM 1998 veröffentlicht wurde, erfaßte man die Platinausscheidung im Morgen-Urin unterschiedlich verkehrsexponierter Kollektive mittels der Sektorfeld-ICP-MS. Auch hier konnte keine Korrelation der Platin-Ausscheidung mit dem Grad der Verkehrsexposition festgestellt werden, woraus sich ebenfalls ergab, daß die direkte (inhalative) Exposition aus dem Straßenverkehr keinen nachweisbaren Einfluß auf die Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin hat.

Allerdings zeigte die Platinbestimmung bei Institutsmitarbeitern, die als Vergleichskollektiv dienten, daß die Platin-Freisetzung aus Dentallegierungen zu einer zusätzlichen internen Exposition mit Platin führt, die die aus allen anderen umweltbedingten Quellen erheblich überschreiten kann. Die Ergebnisse dieser Studie werden in Tabelle 50 dargestellt. Sie deuten darauf hin, daß die orale Aufnahme mit der Nahrung und die Freisetzung aus edelmetallhaltigem Zahnersatz zur Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin beitragen [ZEREINI und ALT 1999].

Tabelle 50: Platinbestimmung im Urin nach ZEREINI und ALT 1999

Personen- gruppe	Anzahl der Probanden	Mittelwert [ng/l]	Bereich [ng/l]
Straßenbauarbeiter	17	0,9	0,2 - 4,4
Institutsmitarbeiter (a)	8	0,7	0,1 - 2,1
Institutsmitarbeiter (b)	9	9,7	2,3 - 21,7
Kinder	262	1,4	0,2 - 5,6
Auszubildende	17	1,1	0,3 - 2,2

- (a) = ohne Dentallegierungen
(b) = mit Dentallegierungen

5.3 Edelmetallhaltige Dentallegierungen in der Zahnheilkunde

Da die oben erwähnten Studien vermuten lassen, daß Dentallegierungen einen der Hauptexpositionspfade bei der Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin darstellen, wurde vom Medizinischen Institut für Umwelthygiene in Düsseldorf eine Studie durchgeführt, die mit der hier vorliegenden Studie vergleichbar ist. In dieser Studie wurde u.a. die Platin-Ausscheidung im Urin von drei Probanden vor und zu verschiedenen Zeitpunkten nach der Eingliederung von hochgoldhaltigem Zahnersatz mittels SF-ICP-MS untersucht. Verwendet wurde die Dentallegierung "Degunorm" mit 9,0 Massen% Pt. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen u.a., daß nach Eingliederung des hochgoldhaltigen Zahnersatzes bei allen drei Probanden ein deutlicher Anstieg der Platin-Ausscheidung im Urin zu verzeichnen war, der über den gesamten Untersuchungszeitraum von drei Monaten anhielt. Die Platinausscheidung stieg nach Eingliederung im Mittel um den Faktor 12 an, drei Monate später waren die Platin-Konzentrationen im Urin im Mittel immer noch um den Faktor 7 erhöht [BEGEROW et al. 1999]. Auch diese Studie weist darauf hin, daß die Freisetzung von Edelmetallen aus Dentallegierungen einen erheblichen Beitrag zur Gesamtbelastung der nicht beruflich exponierten Bevölkerung leisten kann. Allerdings sollte beachtet werden, daß im Rahmen dieser Studie lediglich drei Probanden untersucht wurden, so daß die Ergebnisse sicher nicht repräsentativ für die Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin sind; sie unterstützen nur die Ergebnisse anderer Studien.

5.3.1 Korrosionsverhalten edelmetallhaltiger Dentallegierungen

Ergänzend wurden in der erwähnten Studie von BEGEROW et al. 1999 in-vitro-Versuche zum Elutionsverhalten von Platin aus derselben Dentallegierung durchgeführt. Die Proben wurden sowohl in künstlicher Speichellösung (Glandosane), als auch in 1%iger Milchsäure inkubiert; die Platin-Bestimmung erfolgte über die SF-ICP-MS. Die Freisetzung von Platin aus dieser Dentallegierung konnte eindeutig nachgewiesen werden; bei Verwendung von 1%iger Milchsäure wurde insgesamt mehr Platin freigesetzt als bei Verwendung von Kunstspeichel.

Diese Ergebnisse unterstützen eine Reihe von Studien, in denen belegt werden konnte, daß eine Freisetzung von Platin nicht nur in-vivo, sondern auch in-vitro erfolgte. Hierbei wurde Platin zeitabhängig in unterschiedlichen Raten freigesetzt. Wichtig für das Korrosions-/Löslichkeitsverhalten von Dentallegierungen waren insbesondere die Zusammensetzung und Gestaltung des Mediums (z.B. künstliche Speichel- oder Milchsäurelösung, pH-Wert-Einstellung), aber auch die jeweilige Gruppenzuordnung der Dentallegierungen und die Art und Weise der Vorbehandlung durch z.B. Aufbrennprozesse oder Politur. So lagen im Gußzustand nach Ausarbeitung mit Naßschleifpapier bei aufbrennfähigen Edelmetallegierungen erheblich geringere Korrosionsraten vor als nach einer Keramikbrandsimulation. Die Korrosionsrate nahm im Verlauf der Prüfdauer deutlich ab [KAPPERT und SCHWICKERATH 1994]. Bestehen blieb die Frage, ob im biologischen Milieu die Korrosionsraten vergleichbar sind.

5.4 Ergebnisse der vorliegende Studie im Vergleich

Die Ergebnisse der hier vorgestellten Studie bestätigen und ergänzen die bisher vorliegenden Erkenntnisse über die Platin-Freisetzung aus edelmetallhaltigen Dentallegierungen nach Eingliederung.

Der erste Vergleich zu Beginn der Studie zwischen Probanden ohne vorhandenen Zahnersatz (Gruppe 1) und Probanden mit schon vorhandenem Zahnersatz (Gruppe 2) zeigte eine Platinausscheidung im Urin im Mittel von 0,45 ng Pt/g Kreatinin (Gruppe 1) und 5,648 ng Pt/g Kreatinin (Gruppe 2). Damit ergab sich für Gruppe 2 ein um den Faktor 12 erhöhter Wert gegenüber Gruppe 1. Dies deutet darauf hin, daß Personen mit Zahnersatz aus einer Dentallegierung erhöhte Platin-Konzentrationen aufzuweisen scheinen. Auffallend war die Schwankungsbreite der Werte, die von Werten unter der Nachweisgrenze bis 34,0 ng Pt/g Kreatinin reichte. Nicht bekannt war die Gruppenzugehörigkeit der vorhandenen Dentallegierungen und ihr Eingliederungsdatum.

Unmittelbar nach Eingliederung von edelmetallhaltigem Zahnersatz stiegen die Platinkonzentrationen im Urin deutlich an. Im Mittel wurden 20,797 ng Pt/g Kreatinin

ausgeschieden. Auch hier fällt wieder die große Schwankungsbreite der Werte von 0,698 bis 116, 254 ng Pt/g Kreatinin auf.

Auch im weiteren Verlauf ergaben die Auswertungen der Urinproben erhöhte Platin-Konzentrationen, die im Mittel unter denen direkt nach Eingliederung ermittelten lagen und abfallende Tendenz zeigten. Der mittlere Verlaufswert betrug nach 1 Monat 5,139 ng Pt/g Kreatinin, was im Bereich des mittleren Ausgangswertes der Probanden aus Gruppe 2 zu Beginn der Studie von 5,648 ng Pt/g Kreatinin lag.

Der Platinanteil der verwendeten Dentallegierungen lag bei Bioporta G, Bio Herador N und Degulor NF IV bei 11,5 - 12,9 Massen%, bei Degulor M dagegen nur bei 4,4 Massen%. Die Vermutung, daß der Anstieg der Platin-Konzentrationen in Korrelation zum Platin-Anteil der verwendeten Dentallegierung stehen könnte, bestätigte sich nicht; ebensowenig spielte die Menge der eingegliederten Dentallegierung eine Rolle. Der Grund hierfür könnte darin liegen, daß sich die Werte der Platin-Konzentrationen im Urin im ng-Bereich bewegen, während die eingegliederten Mengen im g-Bereich liegen. In der durchgeführten Studie bestätigte sich also, daß eine Platin-Freisetzung aus edelmetallhaltigen Dentallegierungen nach Eingliederung in den Mund möglich ist und damit zur Hintergrundbelastung der Bevölkerung beitragen kann. Diese Erhöhung zeigt sich unabhängig von der Art der verwendeten edelmetallhaltigen Dentallegierung, der verwendeten Menge, ihrer Verarbeitung und der Art des Zahnersatzes; eine Aussage über den Zusammenhang mit der Höhe des Anstiegs der Platin-Konzentrationen läßt sich nicht machen.

Die Ergebnisse dieser Studie können jedoch nur als ein weiteres Indiz dafür dienen, daß edelmetallhaltige Dentallegierungen zu einer erhöhten Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin beitragen; so wurde zwar ein Anstieg der Platin-Konzentration im Urin mittels einer der zur Zeit aussagekräftigsten Analysemethoden festgestellt, doch sind die Ergebnisse dieser Studie aufgrund der geringen Anzahl der Probanden nicht aussagekräftig genug. Um die Erhöhung der Platin-Konzentration verifizieren zu können, müßte eine vergleichbare Studie mit einer hohen Anzahl von Probanden durchgeführt werden. Ebenfalls sinnvoll wären einheitlichere Voraussetzungen bezüglich der Art und Menge der verwendeten Dentallegierungen und des eingegliederten Zahnersatzes. Ein weiterer Unsicherheitsfaktor dieser Studie liegt darin, daß die Abnahme der Urinproben aus terminlichen Gründen und in Abhängigkeit von

der Zuverlässigkeit der Probanden nicht immer zu den festgelegten Zeitpunkten erfolgten bzw. kontrolliert werden konnte.

5.5 Auswirkungen der Platinkonzentrationen im Organismus

Alle in den Organismus implantierten Metalle unterliegen während ihrer Verweilzeit mehr oder minder stark dem Masseverlust durch Korrosion. Metallbedingte Erkrankungen liegen immer diesem korrosiven Geschehen zugrunde, da durch Korrosionsvorgänge aus dem Metallgefüge herausgelösten Metallionen zu Wechselwirkungen mit dem lebenden Gewebe oder gar Unverträglichkeitsreaktionen führen können. Hierbei liegt in der Regel ein lokaltoxisches Geschehen vor.

Laut Lehrmeinung des Basler Zahnärztlichen Universitätsinstitutes [WIRZ 1995] dürfen in der restaurativen Zahnmedizin nur korrosionsbeständige und biokompatible Legierungen Anwendung finden; korrekt verarbeitet schützen sie den Patienten am wirksamsten vor werkstoffbedingten Schädigungen. Auch die Anzahl der Legierungen in einem Mund ist unwesentlich, sofern alle Legierungen für sich korrosionsresistent sind.

Es hat sich nun gezeigt, daß auch hochgoldhaltige Dentallegierungen bei nachlässiger Verarbeitung nicht immer über die notwendige Biokompatibilität verfügen, wobei die Unverträglichkeit auf toxische Legierungsbestandteile wie Kupfer, Gallium, Indium, Kobalt u.a. zurückzuführen ist [WIRZ 1995]. Damit besteht nun auch die Frage, inwieweit Platin - durch Korrosionsvorgänge freigesetzt - solche Auswirkungen auf den Organismus hat. Platin wird eine allergene Potenz zugesprochen [DETTLAFF 1997]. Bezogen auf das toxische Wirkungspotential muß jedoch deutlich zwischen metallischem Platin und Platinsalzen unterschieden werden; Platinmetall gilt bislang auch im biologischen Sinn als mehr oder weniger inert, während bestimmte lösliche Platinsalze ein hohes Sensibilisierungspotential aufweisen können.

Allerdings sollte man beachten, daß unter toxikologischen Gesichtspunkten immer der Synergismus der gespeicherten Toxine und unter immunologischen Gesichtspunkten

die genetische Prädisposition und die Sensibilisierung durch die Grundbelastung entscheidend sind [WIRZ 1995, ROSNER et al. 1998, DETTLAFF 1997].

In Hinblick auf diese Ausführungen wurden die Probanden der in dieser Publizierung vorgestellten Studie ein halbes Jahr nach Beendigung der Studie zu einer Nachuntersuchung einbestellt. Keiner der Probanden berichtete über nach Eingliederung aufgetretene subjektive Beschwerden wie Mundtrockenheit, Geschmacksirritationen, Schleimhautbrennen etc., ebensowenig waren objektive Beschwerden wie Schleimhaurötungen, -schwellungen, Erosionen, Gingivitiden, Gingivahyperplasien, Verfärbungen in und an Hart- und Weichgeweben, Nekrosen etc. erkennbar.

Die vorgelegte Studie über die Platin-Freisetzung aus Dentallegierungen nach Eingliederung von hochgoldhaltigen Restaurationen soll keine abschließende und vollständige Beurteilung hinsichtlich der Auswirkungen auf den Organismus liefern, da die Untersuchungen nicht ausreichend für eine vollständige Beurteilung sind.

Insgesamt erscheint aber die Folgerung gerechtfertigt, daß die Auswirkungen der Platin-Konzentrationen im Urin nach Eingliederung von edelmetallhaltigen Dentallegierungen nicht vorschnell beurteilt werden sollten. Weiterführende Untersuchungen an einem größeren Patientenkollektiv und Beobachtungen über einen längeren Zeitraum erscheinen zunächst sinnvoll.

6. Zusammenfassung

Der Mensch ist im Alltag über die Umwelt, Medikamente, Körperpflegemittel etc. einer großen Anzahl unterschiedlicher Fremdstoffe ausgesetzt. Sowohl wissenschaftliche Erkenntnisse als auch die öffentliche Auseinandersetzung haben dazu geführt, daß umweltmedizinische und umwelthygienische Fragestellungen immer mehr in den Blickpunkt des wissenschaftlichen und öffentlichen Interesses gerückt sind. Auch die unübersehbare Zahl von Metallen und Legierungen, die in der Zahnheilkunde verwendet werden, führen zu Verunsicherungen der Zahnärzte und Patienten.

Die Exposition der Menschen gegenüber Platin hat sich in den vergangenen Jahren kontinuierlich erhöht. Mit Einführung der Sektorfeld-Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (SF-ICP-MS) ist es möglich geworden, Platin nachweisstark zu bestimmen, so daß erstmals die Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin effektiv untersucht werden konnte.

In der hier vorgestellten Studie sollte geklärt werden, in welchem Maße Platin-Legierungsbestandteile im Urin vor und nach Eingliederung edelmetallhaltiger Dentallegierungen in Form von Kronen, Brücken und Teleskopprothesen feststellbar waren. Es wurden 19 Probanden im Alter von 25-80 Jahren untersucht, davon waren zwölf männlich und sieben weiblich. Einer der Probanden nahm zweimal an der Studie teil, so daß insgesamt 20 Untersuchungen vorlagen. Die Bestimmung der Platin-Konzentrationen im Urin erfolgte mittels der Sektorfeld-ICP-MS. Die Auswertungen der untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie ergaben, daß die Probanden, die zu Beginn der Studie Zahnersatz aus Dentallegierungen trugen, eine um den Faktor 12 höhere mittlere Platin-Konzentration von 5,648 ng Pt/g Kreatinin aufwiesen als die Probanden, die zu Beginn noch keinen Zahnersatz trugen. Die Platin-Konzentrationen stiegen unmittelbar nach Eingliederung des edelmetallhaltigen Zahnersatzes deutlich auf einen Mittelwert von 20,797 ng Pt/g Kreatinin an, sanken im weiteren Verlauf der Studie ab und lagen nach 1 Monat mit einem Mittelwert von 5,139 ng Pt/g Kreatinin im Bereich der Platin-Konzentrationen, die zu Beginn der Studie die Probanden mit bereits vorhandenem Zahnersatz aufwiesen.

Weiterhin stellte sich die Frage, inwieweit Platin - durch Korrosionsvorgänge freigesetzt - Auswirkungen auf den Organismus des Menschen hat. In Hinblick auf diese Fragestellung wurden die Probanden ein halbes Jahr nach Beendigung der Studie in einer Nachuntersuchung auf evtl. subjektive und objektive Beschwerden nach Eingliederung des edelmetallhaltigen Zahnersatzes hin untersucht, wobei sich hierbei kein pathologischer Befund ergab.

7. Literaturverzeichnis

BEGEROW, J., DUNEMANN, L.: Anwendung der Sektorfeld-ICP-MS zur Bestimmung der Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platinmetallen. In: ZEREINI, F., ALT, F. (Hrsg.): Emissionen von Platinmetallen. Springer-Verlag, Berlin 1999, S.3

BEGEROW, J., WIESMÜLLER, G.A., TURFELD, M., DUNEMANN, L.: Welchen Beitrag liefern Immissionen aus dem Straßenverkehr zur Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin und Palladium ? Posterbeitrag zur 2. Jahrestagung der Internationalen Gesellschaft für Umweltmedizin 1998

BEGEROW, J., TURFELD, M., DUNEMANN, L.: Determination of physiological palladium and platinum levels in urine using double focusing magnetic sector field ICP-MS. Fresenius J Anal Chem 359,427(1997a)

BEGEROW, J., TURFELD, M., DUNEMANN, L.: Determination of physiological palladium, platinum, iridium and gold levels in human blood using double focusing magnetic sector field inductively coupled plasma mass spectrometry. J Anal At Spectrom 12, 1095 (1997c)

BEGEROW, J., NEUENDORF, J., RAAB, W., TURFELD, M., DUNEMANN, L.: Der Beitrag von edelmetallhaltigem Zahnersatz zur Gesamtbelastung der Bevölkerung mit Platin, Palladium und Gold. In: Meißner, D. (Hrsg.): Spurenelemente. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart 1999, S. 182

Bundeszahnärztekammer und Kassenzahnärztliche Vereinigung (Hrsg.): Das Dental Vademekum. 6. Auflage, Deutscher Ärzte-Verlag, Köln (1997)

DETLAFF, S.: Gesundheitliche Belastung durch dentale Metalle. Der Freie Zahnarzt. 41, 9, 52 (1997)

DUNEMANN, L., BEGEROW, J.: Möglichkeiten und Grenzen des Biomonitoring. Kassenzahnärztl Z 36, 46, 44 (1996)

EICHNER, K.: Edelmetall-Legierungen. In: Eichner, K. (Hrsg.): Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung. Bd. 1, 5. Aufl., Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH Heidelberg 1988, S. 219

GREIM, H., LEHNERT, G. (Hrsg.): Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte (BAT-Werte) und Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe - arbeitsmedizinisch-toxikologische Begründungen. Bd. 1, VCH, Weinheim 1996, S.1

HERAEUS KULZER (Hrsg.): Edelmetall-Legierungen. Heraeus Edelmetalle GmbH & Co. KG, Hanau (1995)

KAPPERT, H., SCHWICKERATH, H., VEIEL, St., BREGAZZI, J.: Zur Korrosionsfestigkeit aufbrennfähiger Edelmetalle-Legierungen. Dtsch Zahnärztl Z 49, 716 (1994)

MESSERSCHMIDT, J., ALT, F., TÖLG, G., ANGERER, J., SCHALLER, K.H.: Adsorptive voltammetric procedure for the determination of platinum baseline levels in human body fluids. Fresenius J Anal Chem 343, 391 (1992)

NYGREN, O., LUNDGREN, C.: Determination of platinum in workroom air and in blood and urine from nursing staff attending patients receiving cisplatin chemotherapy. Int Arch Occup Environ Health 70, 209 (1997)

PFEIFFER, P., KANG-LEE, H.Y., SCHWICKERATH, H.: Korrosionsverhalten von 6 aufbrennfähigen Dentallegierungen nach Oberflächenbehandlung. Dtsch Zahnärztl Z 52, 347(1997)

ROSNER, G., ARTELT, S., MANGELSDORF, I., MERGER, R.: Platin aus Automobilabgaskatalysatoren: Umweltmedizinische Bewertung auf Basis neuer Expositions- und Wirkungsdaten. Umweltmed Forsch Prax 3, 365 (1998)

SCHALLER, K.H., WEBER, A., ALT, F., HEINE, V., WELTLE, D., ANGERER, J.:
Untersuchungen zur Schadstoffbelastung von Beschäftigten einer Autobahnmeisterei.
Beitrag anlässlich des 4. Kongresses der Gesellschaft für Hygiene und Umweltmedizin,
Graz, 17. - 20. April 1996

SCHIERL, R., ENNSLIN, A.S., FRUHMANN, G.: Führt der Straßenverkehr zu erhöhten
Platinkonzentrationen im Urin beruflich Exponierter ? Verhandl Dt Ges Arbeitsmed 33,
291 (1994)

SCHRAMEL, P., WENDLER, I., LUSTIG, S.: Capability of ICP-MS for Pt-analysis in
different matrices at ecologically relevant concentrations. Fresenius J Anal Chem 353,
115 (1995)

SCHWICKERATH, H., PFEIFFER, P.: Zur Bewertung des Korrosionsverhaltens von
Edelmetallegierungen. Dtsch Zahnärztl Z 50, 679 (1995)

WIRZ, J.: Basler Lehrmeinung zur Anwendung von Metallen und Legierungen in der
Mundhöhle. Quintessenz 46, 393 (1995)

WIRZ, J., LENZ, E., KALLA, R.: Korrosionsnachweis im Speichel von Patienten mit
zwei verschiedenen Legierungstypen. Quintessenz 46, 1075 (1995)

WIRZ, J., SCHMIDLI, F., JÄGER, K.: Probleme mit Edelmetallegierungen Teil1.
Quintessenz 48, 827 (1997)

8. Anhang

**Medizinisches Institut f. Umwelthygiene
an der Heinrich-Heine-Universität
Abteilung für Analytische Chemie
Abteilung für Epidemiologie**

Auf'm Hennekamp 50
D-40225 Düsseldorf

**Poliklinik für
Zahnärztliche Prothetik der
Westdeutschen Kieferklinik**

Moorenstraße 5
D-40225 Düsseldorf

AUFKLÄRUNG

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient !

Bisher liegen nur wenige Erkenntnisse darüber vor, in welchen Mengen - falls überhaupt - Edelmetalle (vor allem Gold, Platin und Palladium) aus Zahnersatzmaterialien, die in den Mund des Menschen eingebracht werden, freigesetzt werden, in den Körper gelangen.

Zur Beantwortung dieser Frage sind wir, eine Arbeitsgruppe aus dem Medizinischen Institut für Umwelthygiene und aus der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Westdeutschen Kieferklinik, auf **Ihre wertvolle Mitarbeit** angewiesen.

Die Untersuchung hat folgende Inhalte und folgenden Ablauf:

Zuerst wird der Zahnstatus durch genaue Betrachtung ermittelt und zusätzlich fotografisch festgehalten. Dann werden mit einem Basis-Fragebogen mögliche Kontakte zu Edelmetallen erfragt, die unabhängig von Zahnbehandlungen sind. Vor Beginn der Zahnbehandlung soll an drei aufeinanderfolgenden Tagen zuhause jeweils einmalig der erste Morgenurin spontan in die zur Verfügung gestellten Behältnisse abgegeben werden, um die Ausgangskonzentration der oben genannten Edelmetalle ermitteln zu können. Nachdem dann das provisorische Zahnersatzmaterial in den Mund eingebracht worden ist, soll nochmals an drei aufeinanderfolgenden Tagen zuhause jeweils einmalig der erste Morgenurin spontan in die zur Verfügung gestellten Behältnisse abgegeben werden. Ist dann der endgültige Zahnersatz in den Mund eingebracht worden, erfolgen Urinprobenabgaben und das Ausfüllen eines Verlaufsfragebogens, der Änderungen gegenüber dem Basis-Fragebogen im Kontakt gegenüber Edelmetallen erfassen soll, in den ersten vier Wochen einmal pro Woche und dann für weiter zwei Monate noch jeweils einmal pro Monat. Die Urinproben werden an den entsprechenden Behandlungs- bzw. Nachuntersuchungsterminen in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik abgegeben, so daß für Sie kein zusätzlicher zeitlicher Aufwand entsteht. Für Sie entstehen keine Risiken bei der Fragebogenerhebung und den Urinproben.

Von den persönlichen Untersuchungsergebnissen werden einige gleich am Untersuchungstag mitgeteilt. **Alle Befunde erhalten Sie später persönlich schriftlich.**

Selbstverständlich unterliegen alle Untersuchungsbefunde und Angaben der Fragebogen dem Datenschutz und der ärztlichen Schweigepflicht.

Die Beteiligung an der ganzen Untersuchung ist selbstverständlich **freiwillig**, und wer sich nicht beteiligt, erfährt hierdurch keinerlei Nachteile.

Prof. Dr. rer. nat. Dunemann

Dr. med. dent. Hugger

**Medizinisches Institut f. Umwelthygiene
an der Heinrich-Heine-Universität**

Abteilung für Analytische Chemie

Abteilung für Epidemiologie

Auf'm Hennekamp 50

D-40225 Düsseldorf

Poliklinik für

**Zahnärztliche Prothetik der
Westdeutschen Kieferklinik**

Moorenstraße 5

D-40225 Düsseldorf

EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG

Über Sinn und Zweck, Ablauf und Risikolosigkeit der mit mir durchzuführenden Untersuchungen bin ich durch das mir persönlich ausgehändigte Schriftstück aufgeklärt worden. Über die Einhaltung datenschutzrechtlicher Bestimmungen und der ärztlichen Schweigepflicht bin ich hierin ebenfalls unterrichtet worden.

Aus freiem Willen erkläre ich, _____, meine
(Hier bitte Vorname und Name eintragen.)

Teilnahme an den genannten Untersuchungen.

Düsseldorf, den ____ . ____ . ____

Unterschrift

Einverständniserklärung

Probanden-Nummer

--	--	--	--	--

STUDIE *Edelmetalle* 1997/98

Probanden-Nr. :

Name / Vorname _____ :

Anschrift : _____

Telefon : _____

Geb.-Datum : / /

Geschlecht : w m

Beginn der Studie am : / /

Unterlagen : Einverständniserklärung

Basisfragebogen

Verlaufsfragebogen

Photo

Probanden-Nr. :

Befund

Notizen:

Versorgung zu Beginn der Behandlung:

Geplante Versorgung

5. Sind Sie jemals mit Zytostatika behandelt worden ? Ja Nein
 unbekannt

Wenn Ja: 5.1 Bitte nennen Sie den Namen des Zytostatikums bzw. die Namen der Zytostatika und das jeweilige Jahr der Behandlung:

	Name des Zytostatikums:	Jahr der Behandlung:
1.		19
2.		19
3.		19

6. Sind Sie jemals wegen Rheuma mit einem Goldpräparat bzw. mehreren Goldpräparaten behandelt worden ? Ja Nein
 unbekannt

Wenn Ja: 6.1 Bitte nennen Sie den Namen des Goldpräparates bzw. die Namen der Goldpräparate und das jeweilige Jahr der Behandlung:

	Name des Goldpräparates:	Jahr der Behandlung:
1.		19
2.		19
3.		19

7. Erhalten Sie zur Zeit Medikamente ? Ja Nein

Wenn Ja: 7.1 Bitte nennen Sie den bzw. die Namen der Medikamente:

- | | |
|----------|-----------|
| 1. _____ | 6. _____ |
| 2. _____ | 7. _____ |
| 3. _____ | 8. _____ |
| 4. _____ | 9. _____ |
| 5. _____ | 10. _____ |

8. Haben Sie in den letzten 4 Wochen Medikamente erhalten ? Ja Nein

Wenn Ja: 8.1 Bitte nennen Sie den bzw. die Namen der Medikamente:

- | | |
|----------|-----------|
| 1. _____ | 6. _____ |
| 2. _____ | 7. _____ |
| 3. _____ | 8. _____ |
| 4. _____ | 9. _____ |
| 5. _____ | 10. _____ |

9. Essen Sie häufig aus Ihrem Garten oder einem anderen privaten Garten Gemüse oder Obst ? Ja Nein

Wenn Ja:

- 9.1 Wie weit liegt dieser Garten (Luftlinie) von einer verkehrsreichen Straße (mit Berufs-/Durchgangsverkehr) entfernt ?

- Bis 5 Meter
 6 bis 10 Meter
 11 bis 50 Meter
 Mehr als 50 Meter

10. Ernähren Sie sich vegetarisch ? Ja Nein

11. Sind Sie mehr als 1 Stunde täglich im Freien Kraftfahrzeugabgasen ausgesetzt ? Ja Nein

12. Wie weit liegt Ihre Wohnung (Luftlinie) von einer verkehrsreichen Straße (mit Berufs-/Durchgangsverkehr) entfernt ?

- Bis 5 Meter
 6 bis 10 Meter
 11 bis 50 Meter
 Mehr als 50 Meter

13. Wohnen Sie neben / über / gegenüber
- | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|
| (A) einer Tankstelle ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | |
| (B) einer Autowerkstatt ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | |
| (C) einem Dentallabor ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | |
| (D) einer Goldschmiede ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | |

14. Halten Sie sich regelmäßig an einem anderen Ort auf, der sich neben / über / gegenüber
- | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|
| (A) einer Tankstelle befindet ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | |
| (B) einer Autowerkstatt befindet ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | |
| (C) einem Dentallabor befindet? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | |
| (D) einer Goldschmiede befindet? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | |

15. Gehen Sie metallverarbeitenden Freizeitbeschäftigungen nach ? Ja Nein

Wenn Ja: 15.1 Bitte machen Sie folgende Angaben:

Art der Freizeitbeschäftigung	Häufigkeit der Freizeitbeschäftigung	
1. _____	<input type="checkbox"/> täglich	<input type="checkbox"/> mehrmals pro Monat
	<input type="checkbox"/> mehrmals pro Woche	<input type="checkbox"/> weniger als 1mal pro Monat
2. _____	<input type="checkbox"/> täglich	<input type="checkbox"/> mehrmals pro Monat
	<input type="checkbox"/> mehrmals pro Woche	<input type="checkbox"/> weniger als 1mal pro Monat
3. _____	<input type="checkbox"/> täglich	<input type="checkbox"/> mehrmals pro Monat
	<input type="checkbox"/> mehrmals pro Woche	<input type="checkbox"/> weniger als 1mal pro Monat

16. Arbeiten Sie in Ihrer Freizeit an Mofas, Motorrädern und/oder Autos ? Ja Nein

Wenn Ja: 16.1 Bitte geben Sie die Häufigkeit an:

- täglich mehrmals pro Monat
 mehrmals pro Woche weniger als 1mal pro Monat

17. Sind Sie berufstätig ? Ja Nein

Wenn Ja:

17.1 Wo waren Sie überwiegend tätig (**I. Branche**) und welchen Beruf haben Sie dort überwiegend ausgeübt (**II. Beruf**) ?

I. Branche (der überwiegenden Berufstätigkeit)	II. Beruf (dort überwiegend ausgeübt)
1. Verwaltung <input type="checkbox"/>	
2. Automobil-Industrie <input type="checkbox"/>	
3. Pharmazeutische Industrie <input type="checkbox"/>	
4. Chemische Industrie <input type="checkbox"/>	
5. Elektro-Industrie <input type="checkbox"/>	
6. Chemisches Labor <input type="checkbox"/>	
7. Schmuck-Industrie / -Herstellung <input type="checkbox"/>	
8. Zahntechnik <input type="checkbox"/>	
9. Autowerkstatt / Tankstelle <input type="checkbox"/>	
10. Parkplatz- / Parkhausaufsicht <input type="checkbox"/>	
11. Hoch- / Tiefbau <input type="checkbox"/>	
12. Kunst- / Restaurationshandwerk <input type="checkbox"/>	
13. Recycling <input type="checkbox"/>	
14. Krankenhaus <input type="checkbox"/>	
15. Arztpraxis <input type="checkbox"/>	
16. Zahnarztpraxis <input type="checkbox"/>	
17. Apotheke <input type="checkbox"/>	
18. Raumpflege <input type="checkbox"/>	
19. Sonstiges <input type="checkbox"/>	
_____	_____
(ggf. bitte angeben)	

17.2 Waren Sie bei dieser Tätigkeit über längere Zeit folgenden Edelmetallen und/oder ihren Verbindungen ausgesetzt:

- | | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| (A) Gold ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| (B) Iridium ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| (C) Osmium ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| (D) Palladium ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| (E) Platin ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| (F) Rhodium ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| (G) Ruthenium ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| (H) Silber ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |

Bei eventuellen Rückfragen wenden Sie sich bitte an:

Frau Dr. rer. nat. J. Begerow

Tel.: 0211/3389-378

Herrn Dr. med. dent. A. Hugger

Tel.: 0211/81-18167

Verlaufs-Fragebogen "Edelmetalle"

© by MIU

Mit diesem Fragebogen werden Änderungen seit der letzten Urinabgabe bzgl. möglicher Kontakte zu Edelmetallen erfragt, die unabhängig von der bei Ihnen durchgeführten Zahnbehandlung sind.

Bitte beantworten Sie die Fragen möglichst genau und vollständig.
Ihre Angaben unterliegen der **ärztlichen Schweigepflicht** !
Die **datenschutzrechtlichen Bestimmungen** werden beachtet !

Probanden-Nummer

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1. Ausfüll-Datum:

____/____/____
Tag, Monat, Jahr

2. Hat **seit der letzten Urinprobenabgabe** bei Ihnen ein Arzt folgende Krankheiten festgestellt:

- | | | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|
| a) irgendeine Allergie ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |
| b) saisonalen allergischen Schnupfen
(= Heuschnupfen) ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |
| c) saisonale allergische Konjunktivitis
(= saisonale allergische Augen-Bindehautentzündung) ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |
| d) allergisches Asthma bronchiale ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |
| e) ganzjährigen allergischen Dauerschnupfen ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |
| f) Neurodermitis
(= Endogenes Ekzem) ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |
| g) Kontaktdermatitis
(= Exogenes Ekzem, Kontaktekzem, Kontaktallergie z.B. auf Nickel) ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |
| h) Kontaktstomatitis
(= Kontaktallergie der Mundschleimhaut) ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |

--	--	--	--	--	--	--	--

3. Haben Sie **seit der letzten Urinprobenabgabe** Medikamente erhalten ?
 Ja Nein

Wenn Ja: 3.1 Bitte nennen Sie den bzw. die Namen der Medikamente:

- | | |
|----------|-----------|
| 1. _____ | 6. _____ |
| 2. _____ | 7. _____ |
| 3. _____ | 8. _____ |
| 4. _____ | 9. _____ |
| 5. _____ | 10. _____ |

4. Essen Sie häufig aus Ihrem Garten oder einem anderen privaten Garten Gemüse oder Obst ?
 Ja Nein

Wenn Ja:

4.1 Wie weit liegt dieser Garten (Luftlinie) von einer verkehrsreichen Straße (mit Berufs-/Durchgangsverkehr) entfernt ?

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| Bis 5 Meter | <input type="checkbox"/> |
| 6 bis 10 Meter | <input type="checkbox"/> |
| 11 bis 50 Meter | <input type="checkbox"/> |
| Mehr als 50 Meter | <input type="checkbox"/> |

5. Essen Sie regelmäßig vegetarische Kost ?
 Ja Nein

6. Sind Sie mehr als 1 Stunde täglich im Freien Kraftfahrzeugabgasen ausgesetzt ?
 Ja Nein

7. Wie weit liegt Ihre Wohnung (Luftlinie) von einer verkehrsreichen Straße (mit Berufs-/Durchgangsverkehr) entfernt ?
- | | |
|-------------------|--------------------------|
| Bis 5 Meter | <input type="checkbox"/> |
| 6 bis 10 Meter | <input type="checkbox"/> |
| 11 bis 50 Meter | <input type="checkbox"/> |
| Mehr als 50 Meter | <input type="checkbox"/> |

8. Wohnen Sie neben / über / gegenüber
- | | | |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| (A) einer Tankstelle ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |
| (B) einer Autowerkstatt ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |
| (C) einem Dentallabor ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |
| (D) einer Goldschmiede ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |

9. Halten Sie sich regelmäßig an einem anderen Ort auf, der sich neben / über / gegenüber
- | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| (A) einer Tankstelle befindet ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |
| (B) einer Autowerkstatt befindet ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |
| (C) einem Dentallabor befindet? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |
| (D) einer Goldschmiede befindet? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> |

--	--	--	--	--

12.2 Sind Sie bei dieser Tätigkeit über längere Zeit folgenden Edelmetallen und/oder ihren Verbindungen ausgesetzt:

- | | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| (A) Gold ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| (B) Iridium ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| (C) Osmium ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| (D) Palladium ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| (E) Platin ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| (F) Rhodium ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| (G) Ruthenium ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| (H) Silber ? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |

Bei eventuellen Rückfragen wenden Sie sich bitte an:

Frau Dr. rer. nat. J. Begerow

Tel.: 0211/3389-378

Herrn Dr. med. dent. A. Hugger

Tel.: 0211/81-18167

9. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name, Vorname	Bagusche , Petra
Anschrift	Gudulastr. 37 45131 Essen Tel. 0201 / 7266776
Geburtsdatum	03. September 1972
Geburtsort	Immerath, Kreis Heinsberg, Nordrhein Westfalen
Familienstand	ledig
Staatsangehörigkeit	deutsch
Konfession	evangelisch

Ausbildung

1979 - 1983	Grundschule Lövenich
1983 - 1992	Cornelius-Burgh-Gymnasium Erkelenz
1992	Erwerb der „Allgemeinen Hochschulreife“
1992 - 1999	Studium der Zahnheilkunde an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
1996	Zahnärztliche Vorprüfung
1999	Staatsexamen im Fach Zahnmedizin

Beruflicher Werdegang

1999 - 2001	Vorbereitungsassistentin in der Gemeinschaftspraxis am Centro Centroallee 271 46047 Oberhausen
Oktober 2001	Niederlassung als selbstständige Zahnärztin in zuvor genannter Gemeinschaftspraxis 45131 Essen

DANKSAGUNG

Ich danke meinem Doktorvater Herrn Priv.-Doz. Dr. med. dent. Alfons Hugger und Herrn Prof. Dr. rer. nat. Lothar Dunemann für die Bereitstellung des Themas der vorliegenden Promotionsarbeit.

Desweiteren danke ich Frau Dr. rer. nat. Jutta Begerow und ihren Mitarbeitern, durch deren Unterstützung die Durchführung der Studie zu dieser Arbeit erst ermöglicht wurde.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. med. dent. Alfons Hugger und Frau Dr. rer. nat. Jutta Begerow für die Betreuung meiner Arbeit und ihrer ständigen Diskussionsbereitschaft, verbunden mit Hinweisen und Anregungen zur Abfassung der Arbeit.

Ebenfalls besonderen Dank möchte ich meinen Eltern und meinem Bruder Stefan aussprechen, die immer zu mir gestanden und mich unterstützt haben.

Schließlich möchte ich meiner Freundin und Kollegin Frau Claudia Probst danken, die mit mir zusammen die Studie durchgeführt hat.

ABSTRACT

Thema: Bestimmung von Platin-Legierungsbestandteilen im Urin bei Eingliederung edelmetallhaltiger Dentallegierungen
- eine in-vivo-Studie -

vorgelegt von: Petra Bagusche

Die Exposition der Menschen gegenüber Platin hat sich in den vergangenen Jahren kontinuierlich erhöht. Mit Einführung der Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (SF-ICP-MS) ist es möglich geworden, Platin nachweisstark zu bestimmen, so daß erstmals die Hintergrundbelastung der Bevölkerung mit Platin effektiv untersucht werden konnte.

In der hier vorgestellten Studie sollte geklärt werden, in welchem Maße Platin-Legierungsbestandteile im Urin vor und nach Eingliederung edelmetallhaltiger Dentallegierungen in Form von Kronen, Brücken und Teleskopprothesen feststellbar waren. Untersucht wurden insgesamt 19 Probanden im Alter von 25-80 Jahren, wobei einer dieser Probanden zweimal an dieser Studie teilnahm. Die Bestimmung der Platin-Konzentrationen im Urin erfolgte mittels der SF-ICP-MS. Die Auswertungen der untersuchten Urinproben zu Beginn der Studie ergaben, daß die Probanden, die zu Beginn der Studie Zahnersatz aus Dentallegierungen trugen, eine um den Faktor 12 höhere mittlere Platin-Konzentration von 5,648 ng PI / g Kreatinin aufwiesen, als die Probanden, die zu Beginn noch keinen Zahnersatz trugen. Die Platin-Konzentrationen stiegen unmittelbar nach Eingliederung des edelmetallhaltigen Zahnersatzes deutlich auf einen Mittelwert von 20,797 ng PI / g Kreatinin an, sanken im weiteren Verlauf der Studie ab und lagen nach 1 Monat mit einem Mittelwert von 5,139 ng PI / g Kreatinin im Bereich der Platin-Konzentrationen, die zu Beginn der Studie die Probanden mit bereits vorhandenem Zahnersatz aufwiesen.

In Hinblick auf die Frage, inwieweit Platin - durch Korrosionsvorgänge freigesetzt - Auswirkungen auf den Organismus des Menschen hat, wurde ein halbes Jahr nach Beendigung der Studie eine Nachuntersuchung auf evtl. subjektive und objektive Beschwerden der Probanden nach Eingliederung des edelmetallhaltigen Zahnersatzes durchgeführt, wobei sich hierbei kein pathologischer Befund ergab.

A. Hengge 4.12.2001