

## GÜRTELGARNITUR „TIBBLE –BELT“

Die Gürtelgarnitur „Tibble-Belt“ kam 2006 als Altrestaurierung in die Werkstätten des RGZM. Ziel war eine Überarbeitung der Altrestaurierung und eventuelle Rekonstruktion der Gürtelgarnitur. Da nur wenige vergleichbare Funde existieren und auch von Seite der Wissenschaft bisher keine eindeutige Zuordnung dieser Gürtelteile vorliegt, wurde auf eine Rekonstruktion verzichtet.

### **BESCHREIBUNG DER GARNITURTEILE**

Die Beschlagteile der Gürtelgarnitur lassen sich in unterschiedliche Formen aufteilen.

#### 3 rechteckige Teile mit U-förmigem Profil: Inv. Nr. 416321; 416319; 416318

Auf der rechteckigen Grundplatte ist vergoldetes Silberpressblech aufgenietet. Die Niete sind nicht vollständig erhalten. Im Pressblech sitzen nur noch teilweise vorhandene runde blaue und grüne Glassteine. Das Pressblech war ursprünglich mit glatten Silberleisten eingerahmt. Von insgesamt zwölf Leistenteilen sind nur drei Längsseiten erhalten.

#### 1 trapezförmiges Teil: Inv. Nr. 416043

Auf der Grundplatte ist vergoldetes Silberpressblech aufgenietet. Die Niete sind nicht vollständig erhalten. Das Pressblech ist nur noch fragmentarisch vorhanden. In der Pressblechfläche saßen ehemals Glassteine, von denen keiner mehr vorhanden ist. Wie viele Glassteine, ob rund oder oval und von welcher Farbe, ist nicht eindeutig zu sagen. Das Pressblech war ursprünglich mit gekerbtem Silberdraht eingerahmt. Eine Längsseite ist vollständig, die beiden Querseiten nur fragmentarisch erhalten.

#### 1 mondsichelförmiges Teil: Inv. Nr. 271973

Auf der Grundplatte ist vergoldetes Silberpressblech aufgenietet. Die Niete sind nicht vollständig erhalten. In der Pressblechfläche sitzen Glassteine. Von zwei runden und einem ovalen Glasstein, ist nur ein runder blauer Glasstein erhalten. Das Pressblech ist mit glatten Silberleisten eingerahmt.

#### 2 linsenförmige Teile: Inv. Nr. 416039; 416038

Auf der Grundplatte ist vergoldetes Silberpressblech aufgenietet. Die Niete sind nicht vollständig erhalten. In der Pressblechfläche sitzen nur noch teilweise vorhandene runde und ovale rote und blaue Glassteine. Nur bei einem Beschlagteil sind zwei runde rote, ein runder blauer und ein ovaler roter Stein erhalten. Das Pressblech ist mit gekerbten Silberleisten eingerahmt. Dort wo die Silberleisten aufeinandertreffen, sind auf der Rückseite Verbindungspunkte aus modernem Zinnlot gesetzt. In der senkrechten Mittelachse ist die Pressblechfläche durch eine gekerbte Silberleiste in zwei Hälften unterteilt. Nur bei einem Beschlagteil ist diese Silberleiste noch erhalten.

#### 1 rechteckiges Teil: Inv. Nr. 416327

Auf das Grundblech ist vergoldetes Silberpressblech aufgenietet. Die Niete sind nicht vollständig erhalten. In der Pressblechfläche saßen ursprünglich drei ovale Glassteine. Davon sind ein roter und ein blauer noch erhalten. Das Pressblech war ursprünglich mit gekerbten Silberleisten eingefasst. Es ist nur noch eine Längsseite der Silberleisten erhalten.

#### 3 Pressblechfragmente: Inv. Nr. 416325; 416324; 416322

Auf das nur noch fragmentarisch vorhandene Grundblech ist das vergoldete Silberpressblech aufgenietet. Die Niete sind nur noch zum Teil erhalten. In der Pressblechfläche sitzen nur noch teilweise erhaltene ovale rote und blaue Glassteine. Das Pressblech war wohl in allen drei Fällen auch mit Silberleisten eingerahmt. Nur bei einem Fragment ist ein Längsteil der glatten Silberleisten erhalten.

#### 1 Schnalle mit 5-er Scharnier: Inv. Nr. 112106

Die gegenüberliegende Seite der Schnalle wird durch ein rechteckiges Blech gebildet ( mit zwei Scharnierteilen ). Darauf ist vergoldetes Silberpressblech genietet. Die Niete sind nur noch teilweise vorhanden. In der Pressblechfläche liegen zwei grüne und ein blauer ovaler Glasstein. Das Pressblech war mit gekerbten Silberleisten eingerahmt. Von ehemals vier Leistenteilern, sind die zwei Längsseiten noch vorhanden. An der Blechlängsseite ohne Scharnierteile sitzen Nietstifte und Blechfragmente, die verdeutlichen, dass hier ein weiteres Blechteil aufgenietet war.

Der omega-förmige Teil der Schnalle ist auf der Vorderseite mit Silberblech belegt. Genauso sind alle fünf Scharnierteile und der Scharnierstift mit Silberblech ummantelt. Dabei wurde das Silberblech an der Kante von Vorderseite zur Seitenfläche bis teilweise 1,5mm um die Kante gelegt.

Das Mittelteil der Schnalle (mit einem Scharnierteil) wird von einem rechteckigen Blech gebildet. Das Blech geht in zwei Dorne über. Auf das Blech ist vergoldetes Silberpressblech aufgenietet (Niete nur teilweise erhalten). In der Pressblechfläche sitzen je ein runder blauer und roter Glasstein. Das Pressblech war ursprünglich auch mit Silberleisten eingerahmt. Davon sind keine mehr erhalten.

#### 2 Gürtelteile mit 3-er Scharnier: Inv. Nr. 426042; 416041

Bei beiden Gürtelteilen ist jeweils ein Blech an der Scharnierverbindung vollständig erhalten (jeweils mit den äußeren beiden Scharnierteilen). Das zweite Blech am Mittelteil der Scharnierverbindung ist in einem Fall nur fragmentarisch, im anderen Fall nicht mehr vorhanden. Das auf das Grundblech aufgenietete vergoldete Silberpressblech ist nur noch teilweise vorhanden. In einem Fall nur als kleines Fragment. In der Pressblechfläche saßen ursprünglich jeweils drei ovale Glassteine. Nur bei einem der beiden Gürtelteile sind die Glassteine, je ein blauer, roter und grüner, erhalten.

Den äußeren Rahmen bilden auch hier gekerbte Silberleisten. Bei beiden Gürtelteilen sind nur die Längsseiten erhalten.

#### 1 linsenförmiges Teil: Inv. Nr. 416040

Das Beschlagteil ist auffallend kleiner und zierlicher gearbeitet als die beiden schon beschriebenen linsenförmigen Teile und nur noch fragmentarisch erhalten. Der Aufbau ist mit den anderen linsenförmigen Beschlagteilen identisch. In der Pressblechfläche saßen runde Glassteine in unterschiedlicher Größe. Ob hier auch ovale Steine mit im Spiel waren

und welche Farbfolge die Steine hatten, ist unklar. Nur ein blauer runder Stein ist noch erhalten.

4 ovale lose Steine in den Farben rot(1x), grün(1x) und blau(2x): Inv. Nr. 416350

Die Steine entsprechen in Form , Größe und Farbe den noch erhaltenen Steinen in den Gürtelteilen, bzw. den leeren Fassungen im vergoldeten Silberpressblech. Auf eine Zuordnung zu den Gürtelteilen wurde verzichtet.

Außerdem liegen mehrere gekerbte und glatte Silberleistenteile Inv. Nr. 416347 vor, meist nur als Bruchstücke vom Ganzen. Die Leistenteile fanden teilweise untereinander und auch zu den beschriebenen Gürtelteilen einzelne Anschlüsse. Der verbleibende Rest ohne jeden Anschluß läßt vermuten, dass es außer den vorliegenden noch mehr Gürtelteile gegeben haben muss!

Bei den Inventar- Nummern 416349; 416348; 416344; 416336; 416334 handelt es sich um Fragmente, die sich nicht eindeutig dem Prunkgürtel zuordnen lassen.

## **REINIGUNG UND RESTAURIERUNG**

Die Gürtelfragmente wurden zunächst mit dest. Wasser gereinigt. Alte Klebungen wurden teilweise mit Aceton oder Spiritus gelöst. Dabei wurden von früherer Restaurierung falsch zusammengefügte Teile korrigiert und gleichzeitig neue Anschlüsse gefunden. Auflagerungen auf der Oberfläche wurden mechanisch mit Schabern, Glasstrahlgut im Mikrosandstrahlgerät und mit dem Radiergummi entfernt. Dabei wurde auch das moderne Zinnlot auf der Rückseite von Inv. Nr. 416039 und 416038 mechanisch entfernt. Zur Sicherung und Stabilisierung wurden partiell gefährdete und brüchige Partien mit Araldit 20/20 getränkter Naturseide hinterklebt, bzw. teilweise nur mit Araldit geklebt. Dort, wo Fragmente aus dem logischen Zusammenhang heraus und auch von Form und Größe passten, ohne dass ein definitiver Anschluss vorlag ( z.B. Silberleisten, Silberblechummantelung der Scharnierteile ), wurde mit dem reversiblen Cellulosekleber Mecosan ( lösbar in Aceton ) geklebt. Abschließend wurden alle Gürtelgarniturteile zum Oberflächenschutz mit Paraloid B 72 ( gelöst in Ethylacetat und Spiritus ) lackiert.

## **MATERIALANALYSEN UND HERSTELLUNGSTECHNISCHER AUFBAU**

Die grundlegenden Handwerkstechniken die bei den Gürtelgarniturteilen angewendet wurden sind Gießen, Schmieden und die Pressblechtechnik.

Materialanalysen der Grundbleche der Gürtelteile ergaben, dass zwei verschiedene Materialien, Zinn-Bronze und Messing verwendet wurden ( siehe Materialanalysebericht von Sonngard Hartmann ). Auf der Vorderseite, dort wo Steine , Silberpressbleche, Silberleisten und Silbermanschetten aufliegen, ist das Grundblech verzinnt. Vor dem Verzinnen wurde die Grundfläche aufgeraut, wahrscheinlich um eine bessere Haftung der Verzinnung zu gewährleisten. Noch vor dem Verzinnen wurde die Position der vergoldeten Silberpressbleche vorgezeichnet, durch gravierte oder gefeilte Rillen, dem äußeren Rand der

Pressblechfläche entsprechend.

Silberanalysen ( siehe Materialanalysen Sonngard Hartmann ) ergaben bei allen gemessenen Punkten ein identisches Ergebnis. Ein hoher Silberanteil (90%) mit wenig Kupfer (5%) und Spuren von Gold und Blei. Das vergoldete Silberpressblech wurde dabei nicht berücksichtigt, da es auf der Vorderseite vergoldet und auf der Rückseite mit einer schwarzen Masse bedeckt ist.

Analysen der Vergoldung ergaben einen hohen Goldanteil von 70%, dazu ca. 25% Kupfer und wenig Silber ( siehe Materialanalyse Sonngard Hartmann ). Da kein Quecksilber nachzuweisen war, kann als Vergoldungstechnik die Feuervergoldung mit großer Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Möglich ist stattdessen eine Diffusionsvergoldung.

Auf der Unterseite der Silberpressbleche , der Silberleisten und der Silbermanschetten haftet eine schwarze feste Masse . Analysen ergaben , dass es sich um eine Mischung/Legierung aus Zinn und Blei handelt ( siehe Materialanalysen Sonngard Hartmann). Es ist anzunehmen, dass, abgesehen von den Nieten, die zum einen das Silberpressblech mit dem Grundblech verbinden, das Pressblech und auch die Silberleisten/ Silbermanschetten mit der Zinn-Blei-Masse auf dem Grundmetall befestigt wurden. Hier spielt möglicherweise zur besseren Aufbringung und Haltbarkeit auch die schon erwähnte Verzinnung eine Rolle. In welcher Form die Zinn-Blei-Masse ehemals aufgebracht wurde, ob als Blech zur gleichzeitigen Unterfütterung des Pressbleches , oder in der Funktion eines Weichlotes, läßt sich nicht eindeutig sagen. Vor allem unter dem Pressblech erscheint die Zinn-Blei -Masse teilweise mit dem Charakter eines Bleches , dabei häufig in der Seitenansicht mit schieferartiger Struktur. Unter den Silberleisten hat die Zinn-Blei-Masse eher eine inhomogene poröse Struktur.

Die schwarze Zinn-Blei- Masse ist außerdem zwischen den Glassteinen und der sie umschließenden Fassung im vergoldeten Silberpressblech zu finden. Die Steine liegen dabei direkt auf dem Grundblech auf. Zur Herstellungstechnik wurden folgende Überlegungen angestellt:

- a) Zunächst wurden das verzinnnte Grundblech und das vergoldete Silberpressblech vorbereitet und die Glassteine in der entsprechenden Position auf das Grundblech gesetzt. Das vergoldete Silberpressblech wurde nun auf der Rückseite mit der Zinn-Blei-Masse ausgeschmolzen, danach über die Glassteine auf das Grundblech gesetzt und alles nochmals bis zum Schmelzpunkt der Zinn-Blei-Masse erwärmt, um einen festen Verbund zum verzinnnten Grundblech herzustellen. Danach wurde zusätzlich vernietet.
- b) In das vergoldete Silberpressblech wurden von der Rückseite her die Glassteine in die dafür vorgesehenen Fassungen eingelegt. Anschließend wurde, zur Fixierung der Steine und Stabilisierung des Pressbleches, die Zinn-Blei-Masse auf die Rückseite des Pressbleches aufgeschmolzen. Das so vorbereitete Pressblech wurde nun auf das verzinnnte Grundblech gesetzt und zum Verbund nochmals bis zum Schmelzpunkt der Zinn-Blei-Masse erwärmt. Danach wurde zusätzlich vernietet.

In beiden Fällen wäre die Zinn-Blei-Masse also als eine Art „Lot“ verwendet worden. Die geschmolzene Masse hätte sich so besser den Höhen und Tiefen der Pressblechrückseite angepasst als ein Blech. Beide Möglichkeiten wären auch eine Erklärung, weshalb die schwarze Zinn-Blei-Masse zwischen den Glassteinen und der sie umschließenden Pressblechfassung liegt; die Glassteine nicht direkt von der Pressblechfassung gefasst sind. Ob die Silberleisten vor oder nach dem vergoldeten Silberpressblech aufgebracht wurden, läßt sich nicht eindeutig sagen.

Auch auf der Vorderseite der vergoldeten Silberpressbleche und der Silberleisten lag eine schwarze feste Kruste, die bei der Restaurierung größtenteils mechanisch entfernt wurde. Analysen ( siehe Materialanalysen Sonngard Hartmann ) ergaben wechselnde Metallanteile von Silber 30% / 35%, Blei 5 % / 53%, Kupfer 30% / 10% und Zinn 15% / 15%. Mit großer Wahrscheinlichkeit handelt es sich hierbei um Korrosionsprodukte der umliegenden Metalle.

Bei genauer Betrachtung der vergoldeten Silberpressbleche fällt auf, dass einige gleiche Ziermerkmale tragen und somit im gleichen Pressblechmodel hergestellt sein müssen. Auffallend ist auch, dass das vergoldete Silberpressblech bei einigen Gürtelteilen mit glatten Silberleisten, die in den Ecken auf Stoß gearbeitet sind, eingerahmt ist. Bei anderen sind die Silberleisten gekerbt und in den Ecken auf Gehrung gearbeitet.

Die Nietstifte bestehen aus Kupfer und die Nietköpfe aus Silber. Als Füllstoff für die Nietköpfe diente Zinn ( siehe Materialanalysen Sonngard Hartmann ).

Bei verschiedenen Gürtelteilen sind vor allem auf der Rückseite Reste von nicht bestimmbar organischen Materialien z.B. Gewebe, Fell oder Leder erhalten. Dazu kommt bei manchen Teilen ein dunkler glasiger Belag. Die Analyse ( siehe Materialanalyse Sonngard Hartmann ) ergab einen hohen Anteil an Phosphor, dazu Schwefel, Silicium, Aluminium, Calcium, Eisen, Kupfer und Blei. Phosphor und Schwefel weisen darauf hin, dass hier ein Kontakt mit organischem Material bestand, wie etwa Gewebe, Fell oder Leder, aber auch Kontakt zu Knochen kommt in Frage. Silicium, Aluminium, Calcium und Eisen sind natürlich vorkommende Elemente im Boden. Kupfer und Blei stammen von den umgebenden Metallen.

Auch von den Glassteinen wurden Analysen gemacht ( siehe Materialanalysen Sonngard Hartmann ). Es handelt sich um ein Kalk-Soda-Glas (Na Ca Si ), mit farbgebenden Anteilen von Kobalt (blau), Kupfer (grün/rot) und Blei (grün).

## ANMERKUNG ZU EINZELNEN POSITIONEN

Inv. Nr. 416348: Ein Fragment hatte Anschluß bei 416334

Inv. Nr. 416347: Zum Teil hatten die Fragmente untereinander Anschlüsse.  
Ein Fragment hatte Anschluß bei 416327.  
Ein Fragment hatte Anschluß bei 416321.

Inv. Nr. 416338: Zwei Fragmente hatten Anschluß bei 416042.  
Drei Fragmente hatten Anschluß bei 112106.

Inv. Nr. 416336: Auf der Rückseite der Fragmente befinden sich Fell- und Faserreste.

Inv. Nr. 416334: Siehe 416348.

Inv. Nr. 416327: Siehe 416347. Für das vergoldete Silberpressblech wurde das gleich Model wie bei 416322 verwendet.

Inv. Nr. 416325: Für das vergoldete Silberpressblech wurde das gleiche Model wie bei 416324; 416041 und 112106. Ein Fragment aus 416041 hatte hier einen Anschluß

Inv. Nr. 416324: Bezüglich vergoldetes Silberpressblech siehe 416325

Inv. Nr. 416321: Siehe 416347

Inv. Nr. 416322: Bezüglich vergoldetes Silberpressblech siehe 416327

Inv. Nr. 416042: Siehe 416338.  
Ein hier aufkorrodiertes Fragment hatte Anschluß bei 416038.

Inv, Nr. 416041: Siehe 416325.

Inv. Nr. 416038: Siehe 416042.

Inv. Nr. 112106: Siehe 416338. Bezüglich vergoldetes Silberpressblech siehe 416325.

Mainz, 07.12.2010



Heidrun Hochgesand

## Materialanalyse: Tibble – Belt (RGZM Werkblatt 06/163 – 81)

### Untersuchter Gegenstand:

Teile einer Gürtelgarnitur aus dem 4. Jahrhundert.

Fundort: Tibble (Upland, Schweden)

Es wurden lediglich an einer Auswahl der Teile exemplarische Messungen an den verschiedenen verwendeten Materialien durchgeführt.

### Analysenergebnisse:

#### Silberlegierung :

Folgende Teile wurden gemessen

06/163 (271973)	gebogene Schiene und Abdeckung Niet
06/165 (416039)	Abdeckung Niet
06/167 (416041)	Blech auf Scharnier
06/168 (416042)	zwei Stellen Leiste Oberseite

Die Silberlegierung ist bei allen gemessenen Teilen gleich, jeweils zwischen 93-93.7 % Silber, 4.4-4.8 % Kupfer, 1.3-1.5 % Gold und 0.6-0.7 % Blei.

#### Vergoldung :

Die Vergoldung auf dem Silberblech wurde bei den Teilen **163 (271973), 168 (416042) und 171 (416319)** gemessen.

Sie enthält neben dem Gold 26 - 35 % Silber und 2 - 2.6 % Kupfer. Es konnte kein Quecksilber nachgewiesen werden, d.h. es ist keine Feuervergoldung.

(Das Silberblech wurde an diesen Stellen nicht näher bestimmt, da es auf der unteren, nicht vergoldeten Seite, mit Zinn bedeckt ist.)

## Andere Metallegierungen:

Die genaue Bestimmung der Legierungszusammensetzung der einzelnen Bauteile ist dadurch erschwert, dass anscheinend die meisten Flächen mit Zinn oder Zinn-Blei überzogen sind.

Es wurden für die einzelnen Teile nicht durchgängig die gleichen Materialien verwendet. So gibt es Bleche aus Bronze und Messing und Niete aus Kupfer, Bronze und Silber.

### 06/163 (271973)

Niet	Kupfer (kleine Menge Zinn und Blei, vom Lot?)
Lot um den Niet	Zinn-Blei-Lot (etwas Kupfer und Silber mgl. Korrosionsprodukte, eingewandert)

### 06/164 (416038)

Grundblech (freigelegte Stelle)	Zinnbronze (ca. 90 % Kupfer, 9 % Zinn, 0.4% Pb)
silbriges Material auf der Rückseite	Zinn, Blei (25% /25 %), ca. 50 % Kupfer evtl. vom Untergrund

### 06/165 (416039)

Grundblech (freigelegte Stelle)	Zinnbronze (90 % Kupfer , 8-9 % Zinn, geringe Menge Blei)
Niet 1	Bronze mit hohem Zinngehalt
Nietkopf	Silber

### 06/166 (416040)

Füllung eines Nietkopfes	Zinn mit einigen % Kupfer, Blei und Silber wie Füllung Nietkopf
Ringförmige Struktur um den Niet	Kupfer (ca.30%), Silber (ca. 30%), Zinn (ca.15%), Blei (5%)
schwarze Masse Oberseite	

### 06/167 (416041)

Blech eines Scharniers, gelb glänzend	Messing (ca. 75 % Kupfer, 16 % Zink, 3 % Zinn)
andere Stelle des Scharniers , silbrig	erhöhter Zinngehalt (bis ca. 25 %)

### 06/171 (416319)

Leiste Vorderseite, gelb glänzend	Messing (ca. 73.5 % Kupfer, 16.1 % Zink, 2 % Zinn, 7.4 % Blei)
-----------------------------------	--

Leiste Vorderseite, grauer Belag	Kupfer/Zink/Blei mit sehr hohem (ca. 25%) Zinnanteil, vermutlich eine Lot- oder Zinnschicht auf Messing
----------------------------------	---

Grundblech (freigelegte Stelle)	Messing (ca. 77.7 – 78.3 % Kupfer, 16.4 – 17.6 % Zinn, Eisen und Blei um 1-2 %)
---------------------------------	---

3 Nieten an verschiedenen Stellen	Kupfer, unterschiedliche Anteile an Zinn, Zink und Blei vermutlich eine Lot- oder Zinnschicht
-----------------------------------	---

Lotreste unter dem Silberrahmen      Zinn-Blei

Lotreste unter dem Goldblech      Zinn-Blei

### **06/181 (416347)**

Leiste mit einer Rille, stark dunkel verkrustet      Silber mit viel Zinn, Kupfer, Blei

dunkler Belag in der Rille      wurde gezielt auf Niello untersucht, das jedoch nicht nachgewiesen werden konnte (Ca.: Silber 35%, Blei 35%, Kupfer 10%, Zinn 15%)

Wegen der starken Korrosion konnte für viele Stellen keine quantitative Auswertung durchgeführt werden.

**Ein schwarzer glasiger Belag**, der an viele Stellen zu finden ist, lässt sich nicht eindeutig bestimmen. Neben den Metallen, die jeweils darunter liegen und Silizium, Aluminium, Kalzium, Kupfer, Blei und Eisen sind Phosphor und Schwefel nachzuweisen.

### **Glaseinlagen:**

06-163 (271973)    blau  
06-164 (416038)    rot  
06-167 (416041)    blau, grün, rot  
06-168 (416042)    grün

Es wurde ohne Probenvorbereitung auf den korrodierten Originaloberflächen gemessen. Daher erfolgte keine quantitative Auswertung.

Es handelt sich um ein Kalk-Soda-Glas, das mit Kobalt (blau), bzw. Kupfer (grün und rot) eingefärbt wurde. Das grüne Glas enthält ca. 0.2 % Blei.

### **Meßmethode: Mikro-Röntgenfluoreszenz**

Mit der  $\mu$ -RFA Methode lassen sich die meisten Elemente in einer Probe qualitativ und quantitativ bestimmen. Die Methode ist zerstörungsfrei bzw. zerstörungsarm, es müssen lediglich evtl. vorhandene Korrosionsschichten abgetragen werden, bzw. Proben aus dem Inneren des Objektes entnommen werden. Wegen des kleinen Meßflecks (0,3 mm) kann diese Beschädigung sehr klein gehalten werden.

Die Probe wird bei der Analyse durch eine dünne Glasfaserkapillare mit Röntgenstrahlung beschossen. Diese primäre Strahlung regt dann im Material der Probe eine sekundäre Röntgenstrahlung an, die Fluoreszenzstrahlung. Da der Meßfleck nur 0,3 mm groß ist, lassen sich auch feine Strukturen analysieren. Jedes in der Probe vorhandene Element sendet nach der Anregung Röntgenstrahlung von bestimmter charakteristischer Energie aus („Linien“).

Die Intensität der Linie ist abhängig von der jeweiligen Konzentration in der Probe. Im Detektor werden Energie und Intensitäten der Röntgenfluoreszenzstrahlung analysiert und daraus ein Spektrum erzeugt, das über Eichverfahren mit Standardproben bekannter Zusammensetzung quantitativ ausgewertet werden kann.

**Probenvorbereitung und Messung:**

Es wurden sowohl Originaloberflächen gemessen, als auch Stellen, an denen die Korrosionsschichten mit dem Skalpell abgetragen wurde.

**Gerät:**

Eagle III der Firma Röntgenanalytik, Taunusstein  
Rhodium-Röhre mit max. 40 kV, 1 mA, Oxford Instruments  
Si(Li)-Detektor, EDAX, Auflösung 148 eV für MnK $\alpha$   
Probenkammer 75 x 75 x 135 cm  
Röntgenoptik: Monokapillare mit 0,3 mm Brennfleck (entspricht Analysenfläche)  
EDAX-Analytik, stickstoffgekühlt

**Meßparameter:**

Atmosphäre	Luft (Metalle) / Vakuum (Glas)
Röhrenspannung	40 kV
Röhrenstrom	125 / 200 / 355 $\mu$ A (Metall / Silber / Glas)
Messzeit	300 sec
Formungszeit	35 $\mu$ s
Quantifizierung	soweit eine Quantitative Auswertung durchgeführt wurde, war es eine Kombination aus Fundamentalparametermethode und standardgestützter Methode mit Eichkurve

Mainz, 26.11.2010



.....  
Sonngard Hartmann  
Materialanalytik  
[hartmann@rgzm.de](mailto:hartmann@rgzm.de)