» GWP - Wissen schafft Fortschritt

» Werkstofftechnische Untersuchung einer 2 €-Münze

› Demo-Bericht 20110501

tascon GmbH
Analytical Services & Consulting

› GWP Gesellschaft für Werkstoffprüfung mbH
› Georg-Wimmer-Ring 25, D-85604 Zorneding/München
› Tel. +49 (0) 8106 994 110 › Fax +49 (0) 8106 994 111
› Mail info@gwp.eu › Web www.gwp.eu

Deutscher Akkreditierungs Rat
DAR
DGA-PL-6358.05

GWP

Demo-Bericht 20110501

tascon GmbH
Analytical Services & Consulting

GWP

Übersicht unserer Methoden am Beispiel einer 2 €-Münze

Zusammenfassung:

Zur Illustration einer Auswahl von GWP- und TASCON-Analysemethoden wird eine Zwei-€-Münze metallographisch, mikroskopisch und analytisch untersucht.

Zu den Ergebnissen zählen die Analyse des Vollnickel-Kerns im Inneren der Münze, Diffusionszonen in dessen Randbereich, Oxidschichten und Korrosion im Fügespalt, Rückschlüsse auf Stanz- und Prägeverfahren sowie deren Einflüsse auf das metallographische Gefüge.

Auftraggeber:	**Berichtsdatum**: 2010-12-31
GWP Marketing	**Berichterstatter**: M. Diedering
	Interne Prüfung: Dr. Julius Nickl
	Seitenanzahl des Berichts: 16
	Anhang: -
Verteiler:	**Status**: Demo-Bericht
GWP-Marketing	
Dossier-Archiv GWP, Tascon	**Ansprechpartner**: Frau Pia Thaller

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

GWP Gesellschaft für Werkstoffprüfung mbH
Georg-Wimmer-Ring 25
D-85604 Zorneding/München
☎ +49 (0)8106 994 110
+49 (0)8106 994 111
www.gwp.eu

Geschäftsführer Dr. J. Nickl
HRB 53245 München
USt-ID DE 131179893
Steuer-Nr. 114/127/90067
info@gwp.eu

KRSK München-Starnberg
Konto 270 369 226
BLZ 702 501 50
SWIFT-BIC BYLADEM1KMS
IBAN DE21 7025 0150 0270 3692 26

Raiffeisenbank Zorneding eG
Konto 99 619
BLZ 701 696 619
SWIFT-BIC GENODEF1ZOR
IBAN DE06 7016 9619 0000 0996 19

Deutscher Akkreditierungs Rat
DAR
DGA-PL-6358.05

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung 2
2. Erhaltene Proben 2
3. Untersuchungen 3
3.1 Makroskopische Dokumentation 3
3.2 Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen 3
3.2.1. REM-Aufnahmen 3
3.2.2. Energiedispersive Röntgen-Analyse (EDX) 4
3.3 Metallographische Untersuchungen 5
3.3.1. Gefügeanalyse 5
3.3.2. Härtebestimmung 5
3.4 Röntgenfluoreszenzanalyse zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung 6
3.5 Eigenspannungsmessung 7
Bildanhang 8

1. Aufgabenstellung

Am anschaulichen Beispiel einer Zwei-Euro-Münze sollen im Rahmen eines Demo-Berichtes unterschiedliche Tascon- und GWP-Methoden dargestellt werden, die üblicherweise für Laborservices oder Schadensanalysen Anwendung finden.

Die Untersuchung gliedert sich in folgende Bereiche:

- makroskopische Dokumentation
- Licht- und elektronenmikroskopische Aufnahmen
- Elementanalyse mittels EDX und RFA
- Anfertigung eines metallographischen Schliffes
- Gefügeanalyse und Härtemessung mit Mapping
- Eigenspannungsmessung

2. Erhaltene Proben

Der GWP wurden folgende Proben zur Verfügung gestellt:

Tabelle 1: erhaltene Proben

Eingang	GWP #	Bezeichnung	Bemerkung
2010-12-24	12797-01	Zwei-Euro-Münze	Prägung 2002, Bundesadler, GWP-Spende
2011-02-01	-	Zwei-Euro-Münze	Tascon-Spende

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

3. Untersuchungen

Die Untersuchungen wurden von 2010-12-28 bis 2010-12-31 in unseren beiden Laboratorien durchgeführt.

3.1 Makroskopische Dokumentation

Zur makroskopischen Dokumentation wurde die in Bild 1 gezeigte Aufnahme angefertigt.

Die Oberfläche der Münze weist deutliche Gebrauchsspuren auf.

3.2 Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen

3.2.1. REM-Aufnahmen

Bereits in der Übersichtsaufnahme (Bild 2) ist anhand von Kratzern und Druckstellen der starke Verschleißgrad der Münze erkennbar.

In Bild 3 ermöglichen Detailaufnahmen des „italienischen Stiefels“ sowie dessen Hacke einen noch besseren Eindruck der Oberflächenschädigung zu gewinnen.

Mit Hilfe des Topographiekontrasts durch Rückstreuelektronen in Bild 4 lässt sich gut erkennen, wie beim Prägen der Münze die oberste Metallschicht in Form einer Lippe verdrückt wurde.

Weiterhin wird der Übergang zwischen Außenring und Mittelstück im Bereich der Buchstaben R und O des Wortes „Euro“ untersucht. Im Vordergrund steht dabei die Elementverteilung aus Kapitel 3.2.2., jedoch lässt sich ebenfalls ein knapp 50 µm breiter Spalt an der Fügestelle ausmachen. Da dieser im Elementkontrast (Bild 5) deutlich heller erscheint, wird dort eine im Vergleich zum Grundwerkstoff dichtere Oxidschicht angenommen, die aufgrund ihrer abgeschatteten Lage bei der Reinigung der Probe im Vorfeld der Untersuchungen nicht entfernt wurde. Die vergleichenden Element-Punktanalysen in Bild 7 bestätigen diese Annahme, da das Spektrum im Spalt zusätzlich Reflexe von Sauerstoff aufweist.

Ferner deuten die Präsenz von Chlor sowie wabenartige Aufwerfungen im Spalt auf Korrosionsprozesse hin, die dort über einen langen Zeitraum stattgefunden haben können.

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

3.2.2. Energiedispersive Röntgen-Analyse (EDX)

In den Bildern 8 und 9 sind anhand der EDX-Element-Mappings die Verteilungen von Nickel und Zink dargestellt. Diese oberflächennahen Messungen zeigen, dass das Mittelstück der Münze weniger Nickel enthält als der Außenring. Weiterhin ist Zink ausschließlich im Mittelstück enthalten. Zur besseren Visualisierung sind beide Mappings mit dem Sekundärelektronenbild der Münze hinterlegt.

Die Elementmappings in den Bildern 13 bis 15 beschäftigen sich mit dem Übergangs-bereich zwischen Außenring und Mittelstück, wobei an letzterem auch die durch das Ausstanzen entstandene Verformung erkennbar ist. Bild 14 zeigt, dass Kupfer in gleichen Anteilen sowohl im Ring als auch im Mittelstück enthalten ist. Bild 13 verdeutlicht zum einen den Vollnickel-Kern des Mittelstücks, sowie Nickelanteil im Außenring. Zink wiederum ist nur im Mittelstück der Münze enthalten, was aus Bild 15 erkennbar ist.

Letztendliche Gewissheit über die absolute Elementverteilung der Metalle liefert der sog. Line-Scan, der – wie in Bild 16 unten visualisiert – alle oben genannten Bereiche abdeckt. Der Analyse zufolge liegt abgesehen vom Vollnickelkern überall 75 % Kupfer vor. Nickel ist im Außenring zu 25 % enthalten, im Mittelstück zu 5 %. Darüber hinaus werden die übrigen 20 % hier durch Zink abgedeckt. Tabelle 2 fasst diese Werte in gerundeter Form zusammen, die exakte Ermittlung der Zusammensetzung erfolgt durch Röntgen-Fluoreszenz-Analyse in Kapitel 3.4.

Tabelle 2: Elementverteilung basierend auf EDX/Line-Scan

Messstelle	Nickel [%]	Kupfer [%]	Zink [%]
Legierung des Außenrings	25	75	0
Legierung des Mittelstücks	5	75	20
Kern des Mittelstücks	100	0	0

Außerdem ist aus dem Line-Scan erkennbar, dass sich zwischen den jeweiligen Bereichen deutliche Diffusionszonen ausgebildet haben: hier weist die Elementverteilung eine verwischte Konzentration auf.

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

3.3 Metallographische Untersuchungen

Der angefertigte Querschliff der Münze verdeutlicht in Bild 10 zum einen den Fügespalt zwischen Mittelstück und Außenring, zum andern deckt er den 3-schichtigen Aufbau des Mittelstücks auf.

3.3.1. Gefügeanalyse

Nach Ätzung mit einer für Messing selektiven Ammoniumpersulfat-Lösung wird das Gefüge des Mittelstücks mikroskopisch untersucht.

Bilder 11 und 12: Die charakteristischen Mischkristalle des α-Messing sind deutlich in diesem 1-phasigen Gefüge erkennbar. Weiterhin liegen Glühzwillinge sowie Primär-seigerungen in den äquiaxialen Körnern vor. Die Korngrößenkennzahl beträgt 6. Im Randbereich sind außerdem eindeutige Gleitlinien zu sehen, die aus Verformungs-vorgängen beim Stanzen resultieren.

3.3.2. Härtebestimmung

Anhand von mehr als 2000 Einzelmessungen wird der Härteverlauf über den gesamten Querschnitt der Münze vollautomatisch aufgezeichnet und mit einer Farbskala als Mapping visualisiert (Bild 17).

Die Randbereiche des Mittelstücks sind dabei mit ca. 100 HV am weichsten, der Außenring ist mit durchschnittlich 130 HV nur wenig härter. Der Vollnickelkern liefert Werte im Bereich von 165 HV. Aufgrund der Kaltverformung beim Stanzen des Mittelstücks wächst an dessen Randbereichen die Härte auf 200 bis 230 HV an.

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

3.4 Röntgenfluoreszenzanalyse zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung

Die Röntgenfluoreszenzanalyse an präparierten Proben aus dem Mittelstück und dem Außenring ergibt die in Tabelle 3 und 4 aufgeführten Werte.

Tabelle 3: Element-Zusammensetzung des Mittelstücks

Element	Gehalt [%]
Cu	75,66
Zn	19,59
Ni	4,536
Si	< 0,5
Mn	< 0,1
Fe	< 0,1

Tabelle 4: Element-Zusammensetzung des Außenrings

Element	Gehalt [%]
Cu	75,88
Zn	0,238
Ni	22,53
Si	< 0,5
Mn	< 0,5
Fe	< 0,5

Aufgrund der Tatsache, dass die Röntgenstrahlung nur wenige Mikrometer tief in die Proben eindringt, ergibt sich in Tabelle 3 auch nur der Nickelgehalt der äußeren Schicht, der 100 %-ige Nickelkern hat keinen Einfluss.

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

3.5 Eigenspannungsmessung

Die Eigenspannungsmessungen am „XSTRESS 3000“ ergeben die in Tabelle 5 aufgeführten Werte. Als Prüfparameter wurden an der CrKa-Röntgenröhre 30 kV und 6,7 mA Leistung verwendet. Gemessen wird nach Cu-Standard mit Detektorpositionen 45/45°.

Tabelle 5: Werte für Eigenspannungen an der 2-Euro-Münze

Position	0°	+/ –	90°	+/ –	Mittel	+/ –
Innen	- 271,8	24,6	- 381,8	30,9	- 326,8	27,7
Außen	- 212,1	17,6	- 223,8	27,7	- 217,9	22,6

Zorneding, den 31. Dezember 2010

Max Diedering
Bearbeiter

Dr. Julius A. Nickl
interne Prüfung

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

Bildanhang

X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\Bilder_fuer_Bericht\00_Muenze.tif

Bild 1:

Makroaufnahme

Übersicht

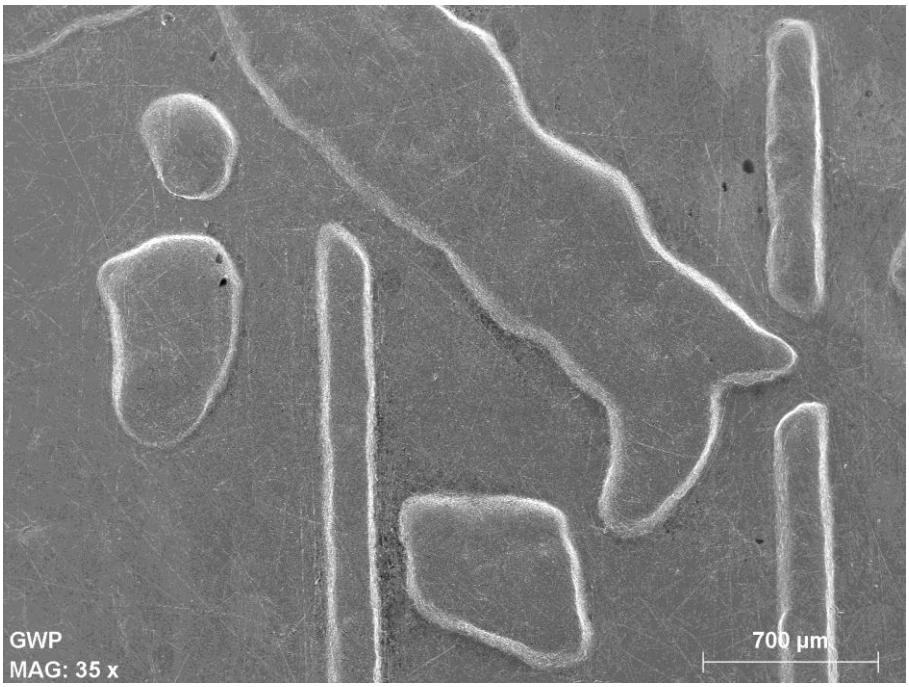
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\Bilder_fuer_Bericht\01_Uebersicht.jpg

Bild 2:

REM-Aufnahme

Übersicht

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

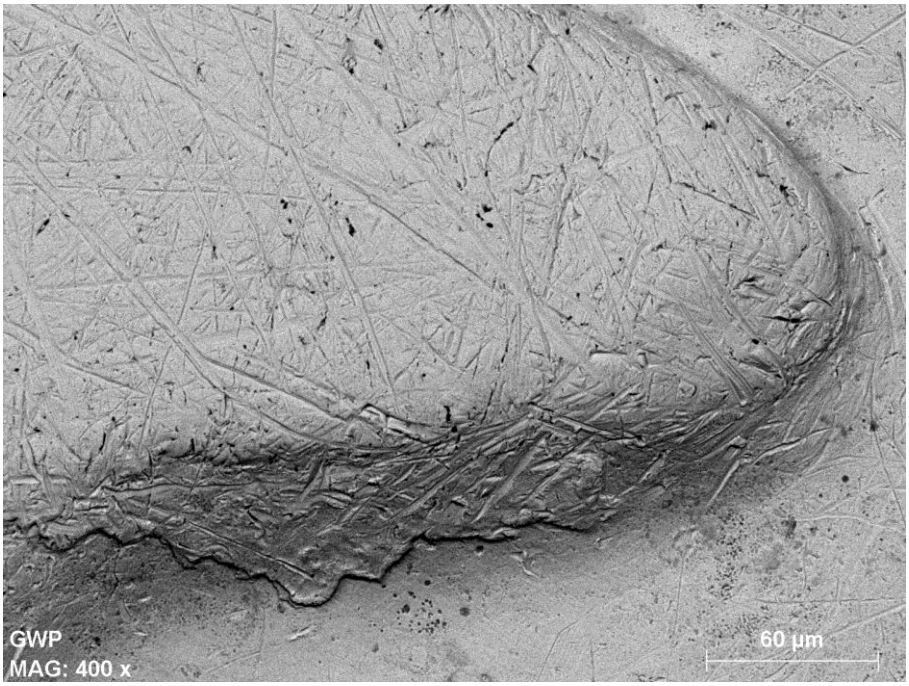


X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\Bilder_fuer_Bericht\02_Stiefel.jpg

Bild 3:

REM-Aufnahme

Detail:
„italienischer Stiefel“



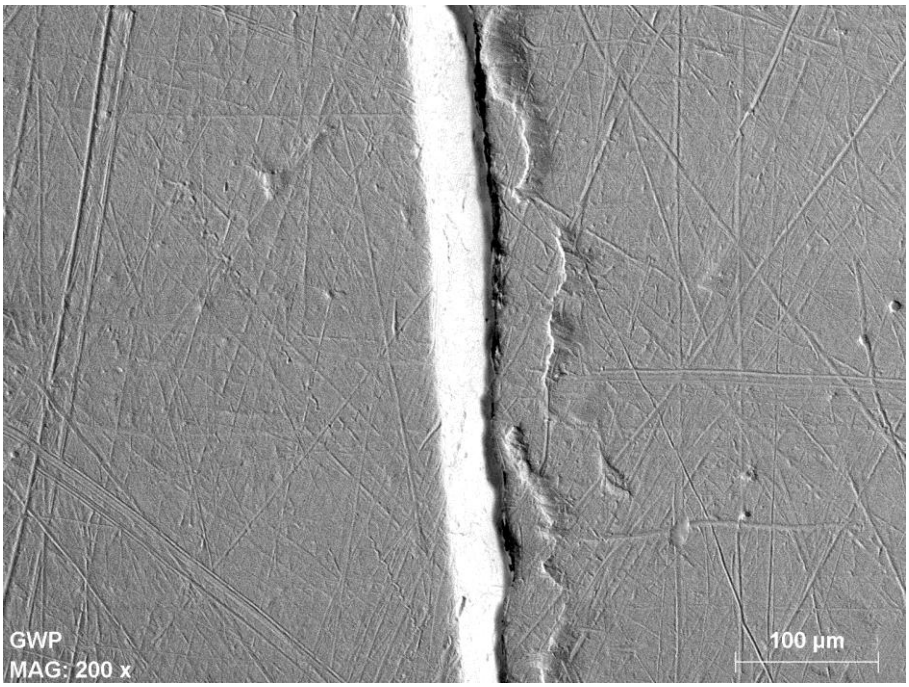
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\Bilder_fuer_Bericht\04_Hacke_BES.jpg

Bild 4:

REM-Aufnahme

Detail:
Hacke des „italienischen Stiefels“

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

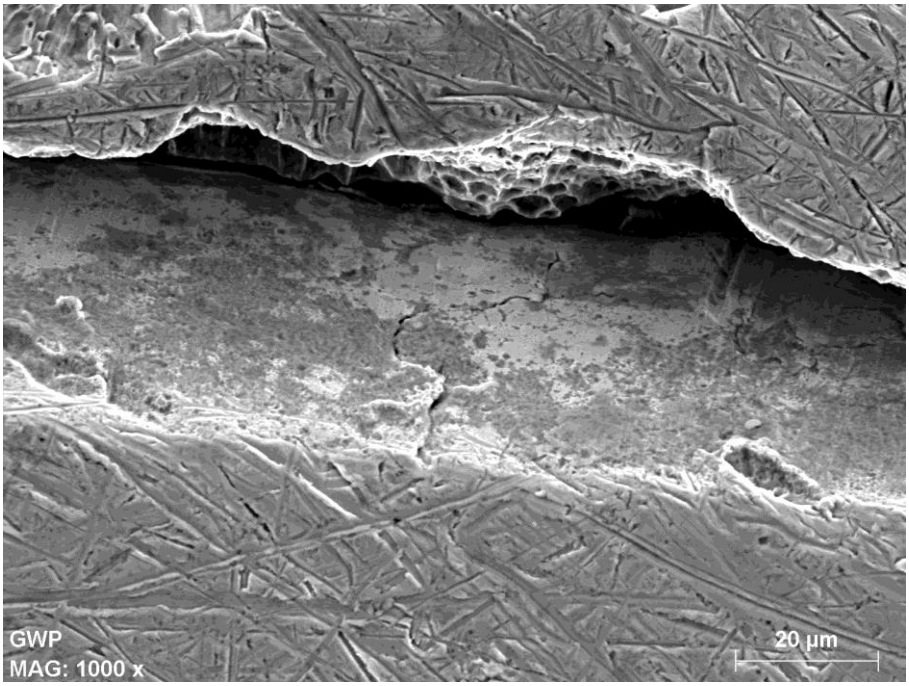


X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\Bilder_fuer_Bericht\28_Fuege_BES.jpg

Bild 5:

REM-Aufnahme

Detail:
Fügespalt zwischen den Buchstaben R und O der Prägung „Euro“



X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\Bilder_fuer_Bericht\30_REM_ImSpalt.jpg

Bild 6:

REM-Aufnahme

Detail:
Fügespalt zwischen den Buchstaben R und O der Prägung „EURO“

Oxidschicht und wabenartige Struktur

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

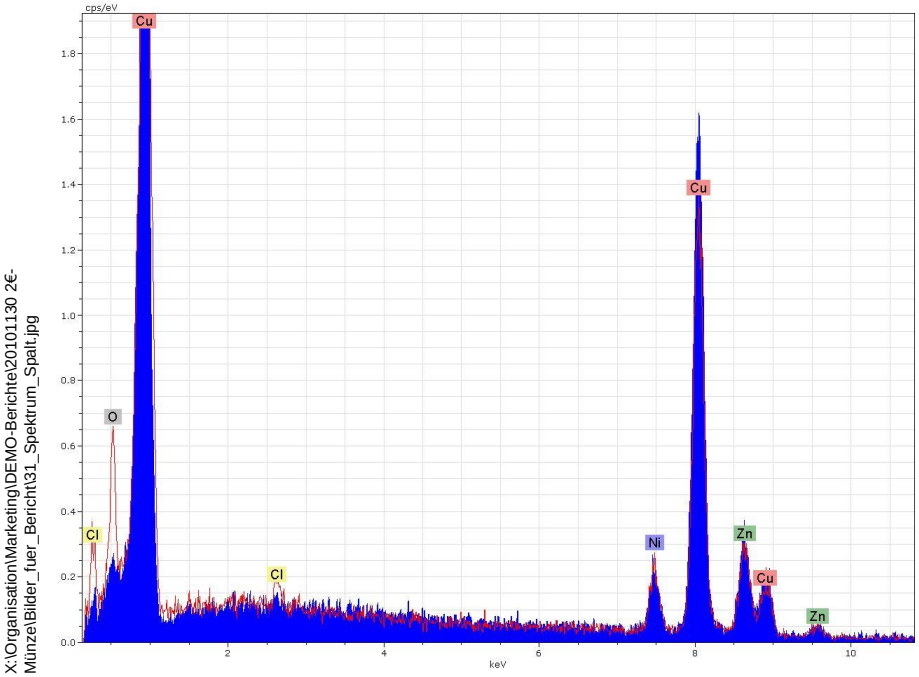


Bild 7:

EDX-Spektren

blau, voll:
Messung an Münzoberfläche

rot, Strich:
Messung in Fügespalt

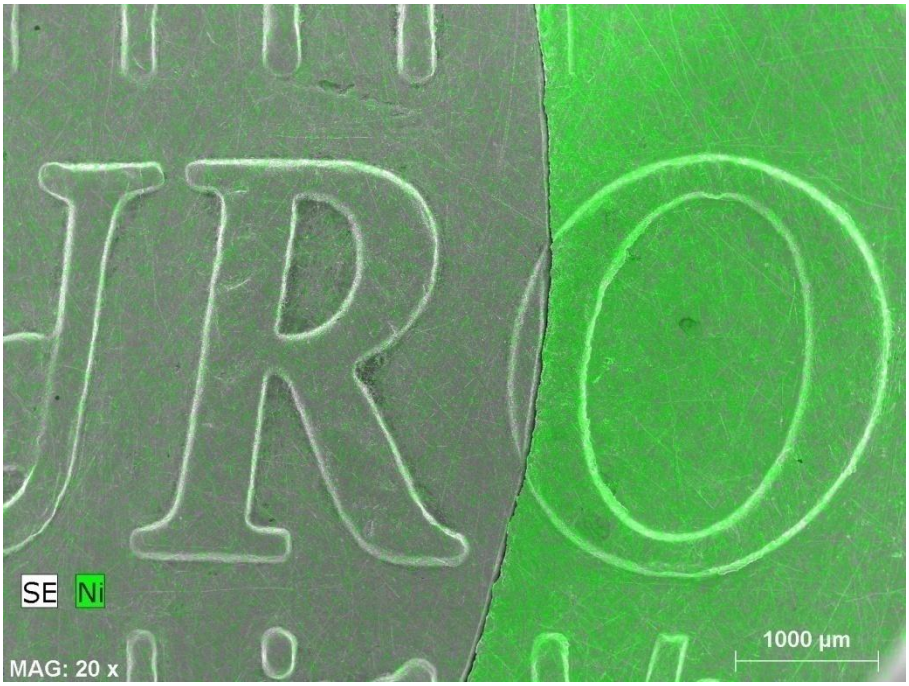


Bild 8:

EDX-Mapping

Nickel
grün visualisiert

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\Bilder_fuer_Bericht\10_Map-RO-Zn.jpg

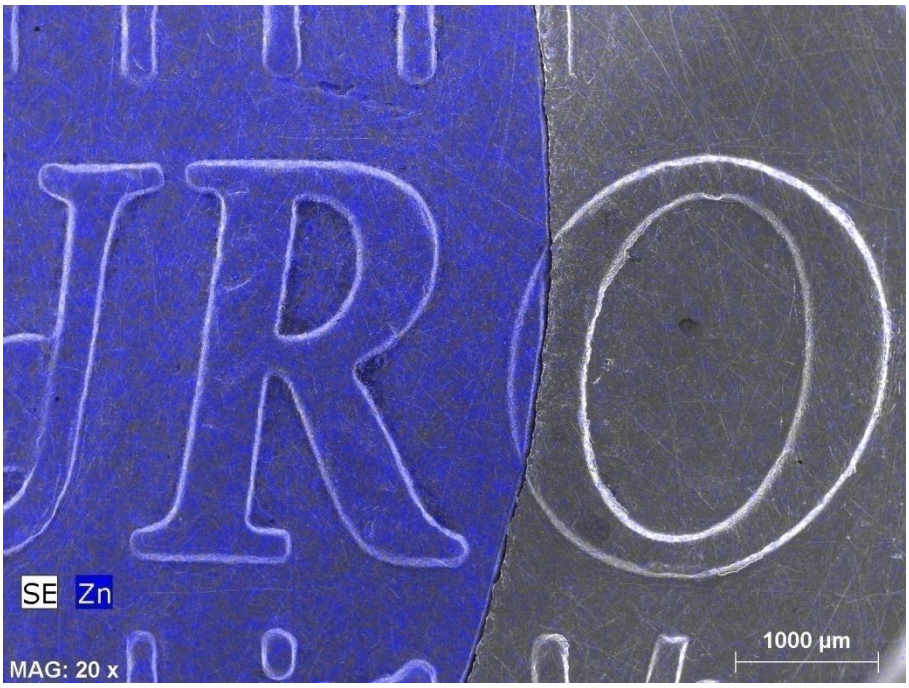


Bild 9:

EDX-Mapping

Zink
blau visualisiert

X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\Bilder_fuer_Bericht\11_Schliff_Uebersicht.tif

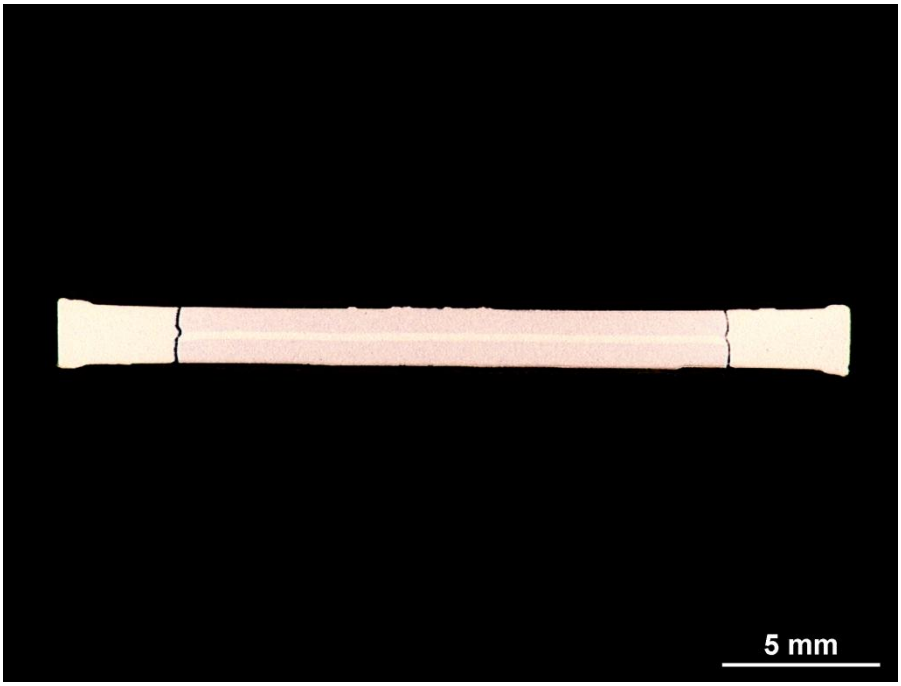
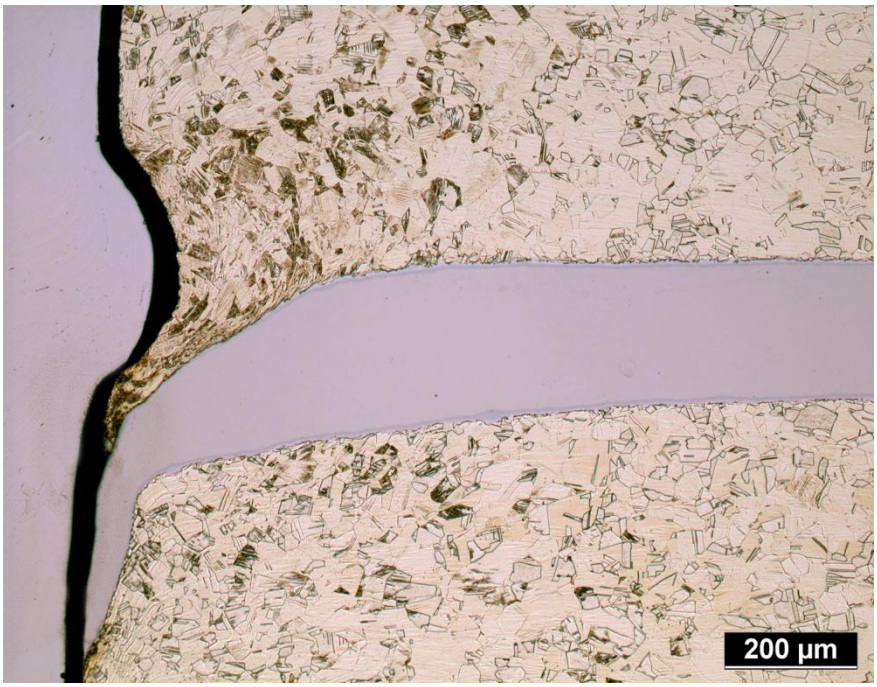


Bild 10:

Makroaufnahme

Querschliff der Münze

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

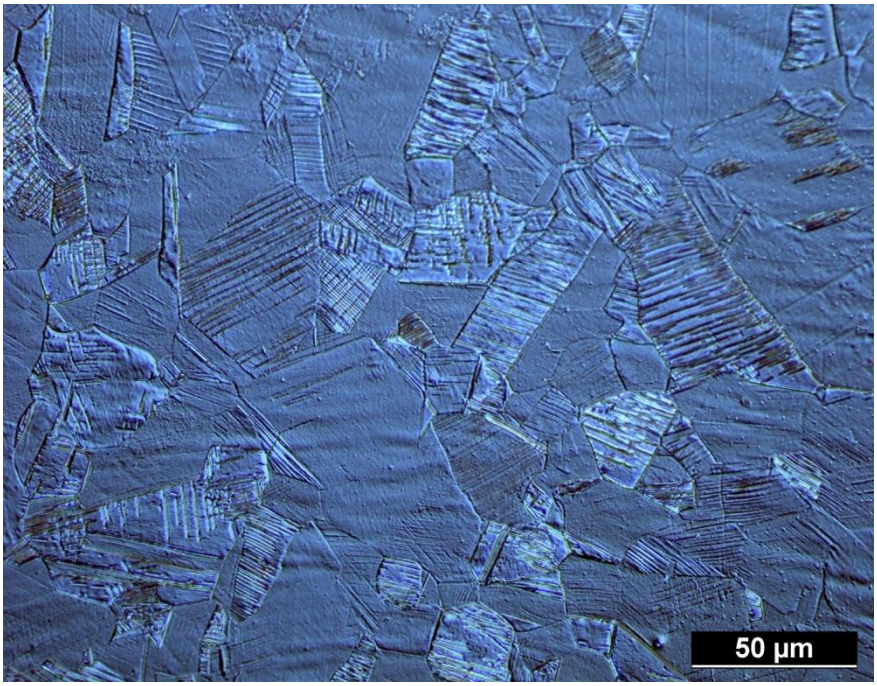


X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\2Euro_Schliffe\20101031_Schliff_LIM08.jpg

Bild 11:

Mikroskop-Aufnahme

geätzter Schliff im Bereich des Fügespalts



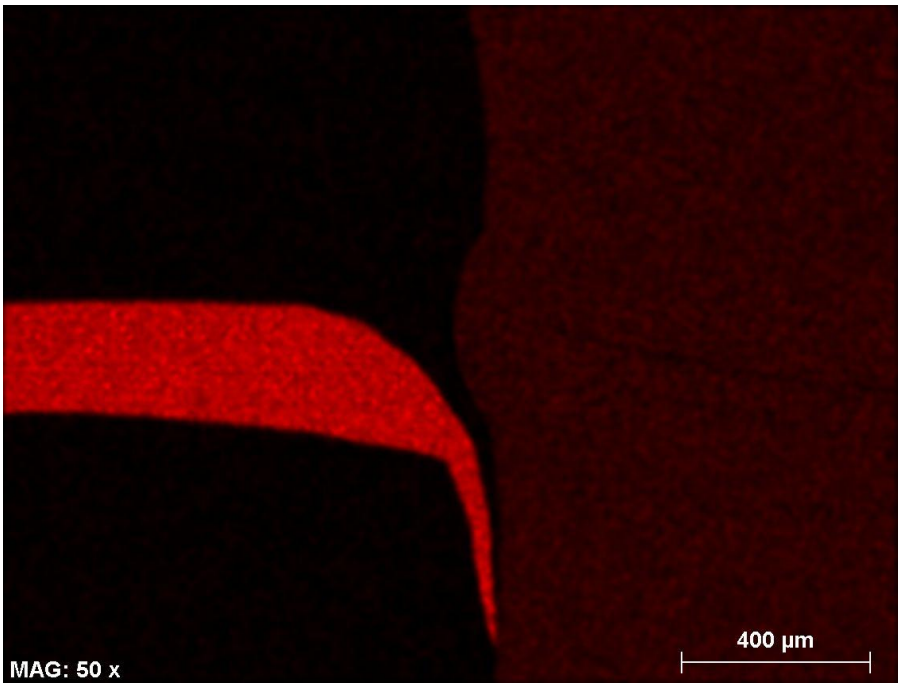
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\2Euro_Schliffe\20101031_Schliff_LIM09.jpg

Bild 12:

Mikroskop-Aufnahme

geätzter Schliff mit Polfilter

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

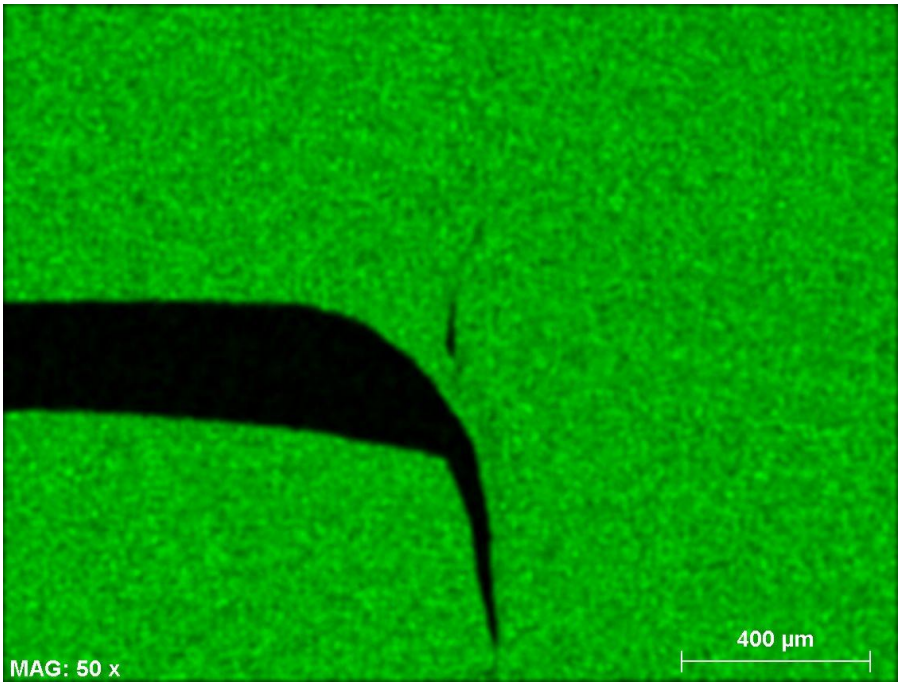


X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\Bilder_fuer_Bericht\23_Map_Fuege_Ni.jpg

Bild 13:

EDX-Mapping

Nickel
rot visualisiert



X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\Bilder_fuer_Bericht\24_Map_Fuege_Cu.jpg

Bild 14:

EDX-Mapping

Kupfer
grün visualisiert

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\Bilder_fuer_Bericht\25_Map_Fuege_Zn.jpg

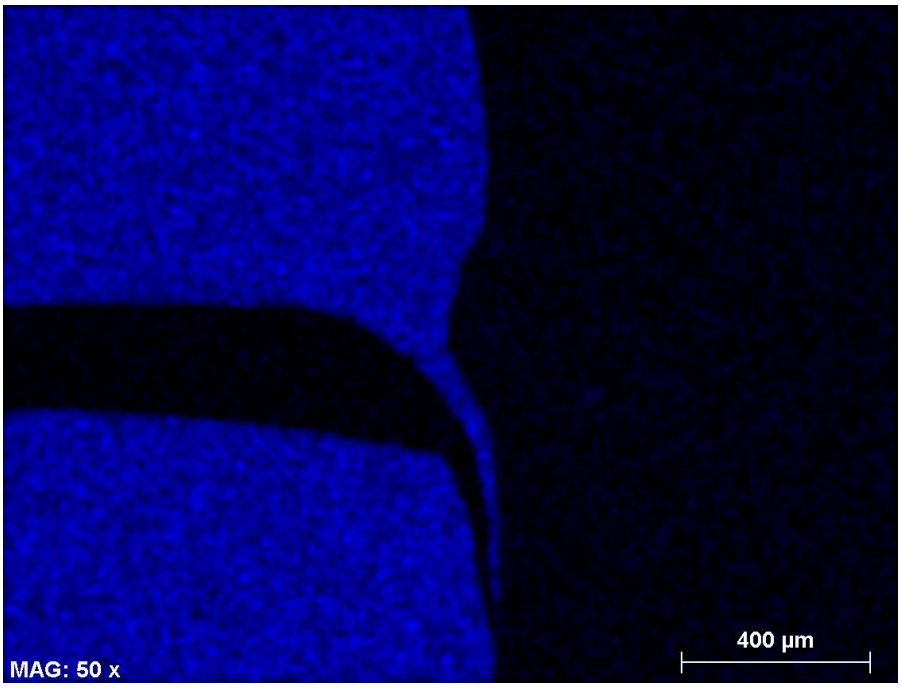


Bild 15:

EDX-Mapping

Zink
blau visualisiert

X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\Bilder_fuer_Bericht\26_Fuege_LScan.jpg

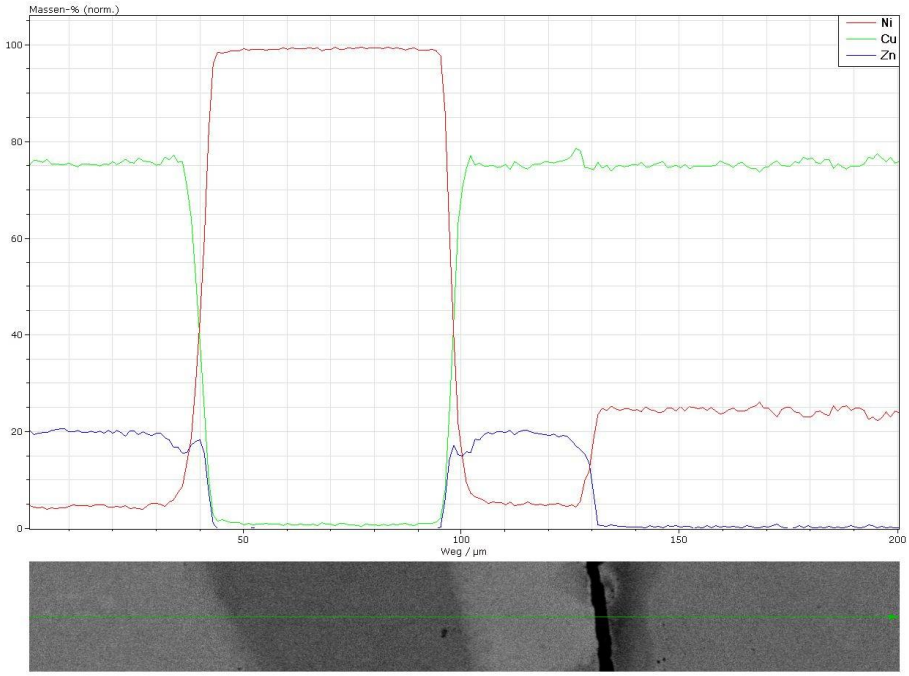
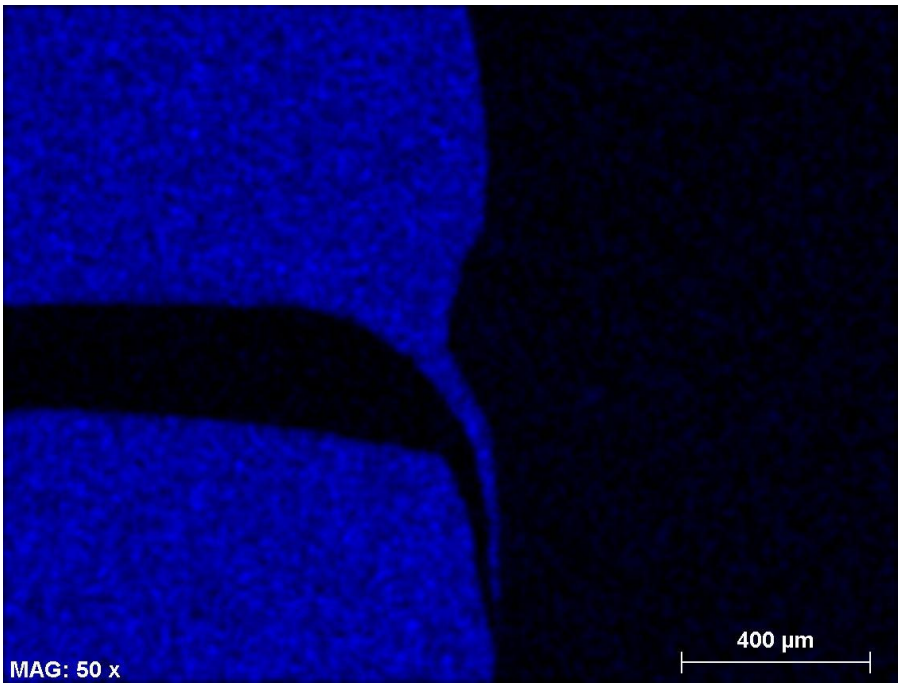


Bild 16:

EDX-Line-Scan

aufgenommen über Mittelstück, Fügespalt und Aussenring

AVW © GWP mbH 2009 BE_Bericht_akkreditiert_REV01.docx
X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20110501 2-€-Münze\20110501 2-€-Münze Rev06.docx

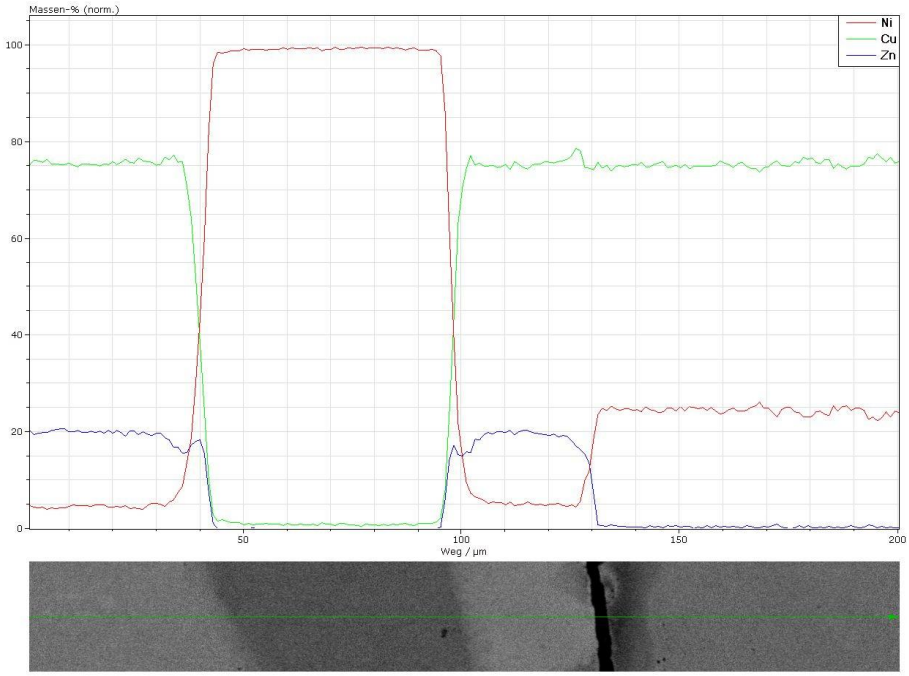


X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\Bilder_fuer_Bericht\25_Map_Fuege_Zn.jpg

Bild 15:

EDX-Mapping

Zink
blau visualisiert



X:\Organisation\Marketing\DEMO-Berichte\20101130 2€-Münze\Bilder_fuer_Bericht\26_Fuege_LScan.jpg

Bild 16:

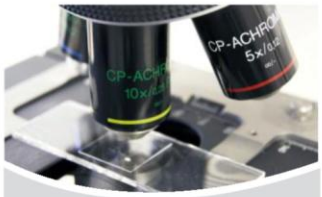
EDX-Line-Scan

aufgenommen über Mittelstück, Fügespalt und Aussenring

» Gesellschaft für Werkstoffprüfung mbH

› Analytik

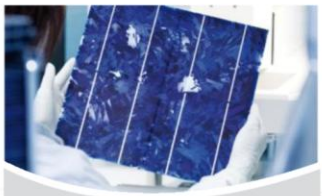
› Werkstoffprüfung



› Materialografie

› Qualitätssicherung

› Schadensanalyse



› Entwicklung

› Laborservices

› Analytikum
› Chemie & Korrosionslabor
› Elektroniklabor
› Gaslabor
› Kunststofflabor
› Materialografie
› Mikroskopie REM/LIM
› Umweltsimulation
› Werkstatt
› Werkstoffprüfung
› Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

› Schadensanalyse

› Airbag
› Batterien
› Baustoffe
› Fraktographie
› Heterogene Katalyse
› Industrielle Prozesse und Produkte
› Korrosion
› Kunststoffe
› Medizintechnik
› Metallische Gefüge
› Oberflächentechnik
› Zerstörungsfreie Prüfung

› GWP Gesellschaft für Werkstoffprüfung mbH
› Georg-Wimmer-Ring 25, D-85604 Zorneding/München
› Tel. +49 (0) 8106 994 110
› Fax +49 (0) 8106 994 111
› Mail info@gwp.eu
› Web www.gwp.eu

Deutscher Akkreditierungs Rat
DAR
DGA-PL-6358.05

GWP