

Wissenswertes zu Zinkkorrosion bzw. Zinkpest oder Zinkfrass

Dieser Beitrag hat keinen direkten Bezug zu HAG Modellen, sprich das Problem Zinkkorrosion kenne ich nicht an HAG Modellen. Trotzdem, unter gewissen ungünstigen Bedingungen kann jedes Produkt aus Zinkdruckguss davon betroffen werden.

Terminologie

Zinkpest oder Zinkfrass entspricht keinem Fachausdruck, ist aber bei Sammler von Eisenbahnmodellen und Automodellen ein üblicher Ausdruck und jeder weiss was damit angesprochen ist. Korrekt ist die Bezeichnung Zinkkorrosion, ihr hättet mal sehen sollen wie unser Metallurge die Augen verdrehte als ich Zinkpest erwähnte.

Warum dieser Bericht?

Da ich umfangreiche Untersuchungen anstellte und die Ergebnisse und Erkenntnisse vorliegen möchte ich sie auch an dieser Stelle nochmals gerne präsentieren.

Vor einigen Wochen habe ich ein Modellflugzeug aus einer Zink Druckgusslegierung in einem absolut bemitleidenswerten Zustand erhalten (siehe Bilder Seite 3 - 7). Da ich der Meinung war Zinkpest ist heute absolut kein Thema mehr habe ich die ganze Sache genau unter die Lupe genommen.

Das Metall Zink

Dieses Metall ist unedel und grundsätzlich korrosionsanfällig. In Heizkessel setzt man Zinkstäbe als Opferanode ein. Auf diese Weise wird von der Anode nach und nach der Zink abgebaut und so der Stahl vor Korrosion geschützt. Gleich verhält es sich mit feuerverzinkten Teilen, bekannt von Ochsner Abfallcontainer. Hier wird auch nach und nach die Zinkschicht abgebaut, wobei das etwa 20 bis 40 Jahre dauert.

Gründe für Zinkkorrosion

Unter ungünstigen Bedingungen kann die Korrosion sehr schnell vor sich gehen. Salzwasseratmosphäre kann in wesentlich kürzerer Zeit zu Korrosion führen. In Meeresnähe sind feuerverzinkte Teile nicht zulässig. Hierfür gibt es ein Verfahren mit dem Namen Duroplex. Auf der Zinkschicht ist zusätzlich eine Epoxi und eine Polyurethan Lackschicht. So geschützte Teile sind auch längere Zeit unter aggressiven Bedingungen korrosionsgeschützt.

Ein weiterer Grund für Zinkkorrosion sind fehlerhafte oder verunreinigte Legierungen. Der Korrosionsprozess startet hier aber von Innen heraus. Der Zerstörungsprozess ist vorerst nicht erkennbar, sobald erste Anzeichen sichtbar sind ist es bereits zu spät. Der Prozess kann weder gestoppt, geschweige noch rückgängig gemacht werden. Das fatale daran ist, die Teile dehnen sich und bekommen überall im Gefüge Spannungsrisse. Das Material selber wird extrem spröde und zerbricht bei kleinsten Belastungen. So auch beim erwähnten Flugzeugmodell. (Siehe Bilder Seiten 9 - 20)

Als letzter Grund kommen auch noch Fehler im Produktionsprozess für Korrosion in Frage. Zu schnelles abkühlen ist eine mögliche Fehlerquelle.

Wie kann Korrosion verhindert werden?

Es gibt gute, mässige und schlechte Varianten wie ein Produkt aus Zinkdruckguss gelagert oder aufbewahrt werden kann.

Die gute Variante ist in einer Temperaturstabilen Umgebung die eine Luftfeuchtigkeit von etwa maximal 60 Prozent aufweist und nicht unmittelbar am Meer liegt.

Die mässige Variante ist, wenn einer der obigen Punkte nicht im grünen Bereich liegt.

Schlechte Karten hat wer zwei oder mehr Punkte im roten Bereich aufweist.

Als Beispiel für Variante gut, ein normale beheizte Wohnung irgendwo in der Schweiz.

Als Beispiel für Variante mässig, ein feuchter Keller.

Als Beispiel für Variante schlecht, eine Wohnung in Hongkong wo die Klimaanlage täglich mehrfach ein und ausgeschaltet wird.

Welche Modelle und Produkte können betroffen werden?

Bei schlechten Lagerbedingungen wird es früher oder später jedes Zindruckguss Teil treffen. Durch Zuschriften in einem anderen Forum habe ich erfahren, quer durch alle Sparten Modelle zieht sich das Problem Zinkkorrosion. Am häufigsten sind Sammler in feuchten, heissen Ländern am Meer betroffen.

Welche Massnahmen kann der Hersteller zur Vermeidung von Zinkkorrosion treffen?

- Nur Rohmaterial mit Qualitätszertifikaten verwenden.
- Qualitätssicherung im Produktionsprozess sicherstellen.
- Produkte mit einer Farbschicht schützen, wenn möglich Einbrennlackiert
- Während der Produktion keinen aggressiven Medien aussetzen.

Kann der Korrosionsprozess gestoppt werden?

Einmal in Gang gesetzt ist der Prozess nicht mehr zu stoppen. Sichtbar wird die Korrosion leider erst bei fortgeschrittenem Stadium. Ist es bereits soweit kann nur für optimale Lagerbedingungen gesorgt werden um den Prozess zu verlangsamen.

Teilweise wird empfohlen die Lagertemperatur von 14°C nicht zu unterschreiten. Dieser Wert ist für Zinklegierungen nicht nachgewiesen. Diese Temperatur trifft für reines Zinn zu und hat nichts mit der hier beschriebenen Zinkkorrosion zu tun.







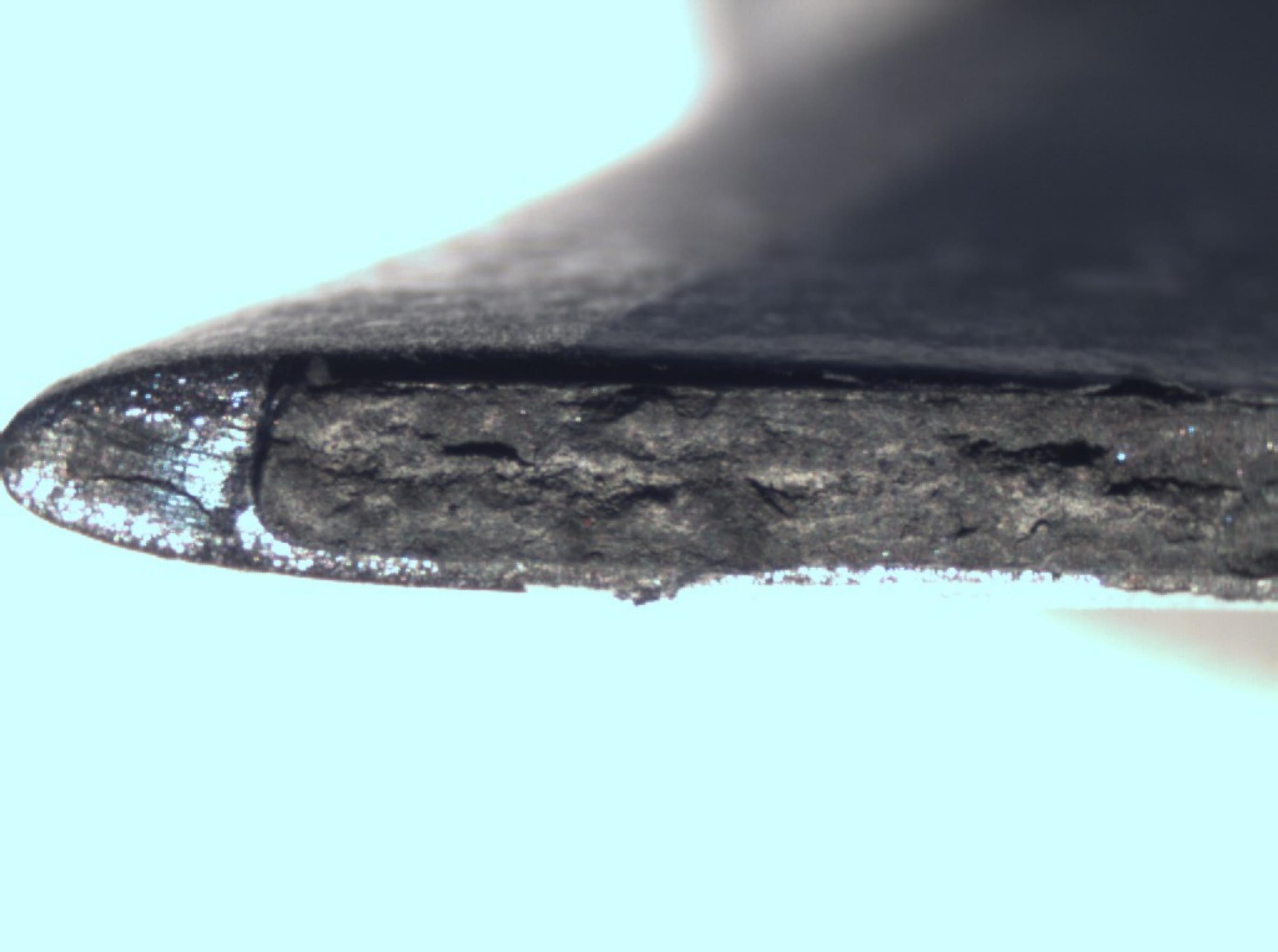


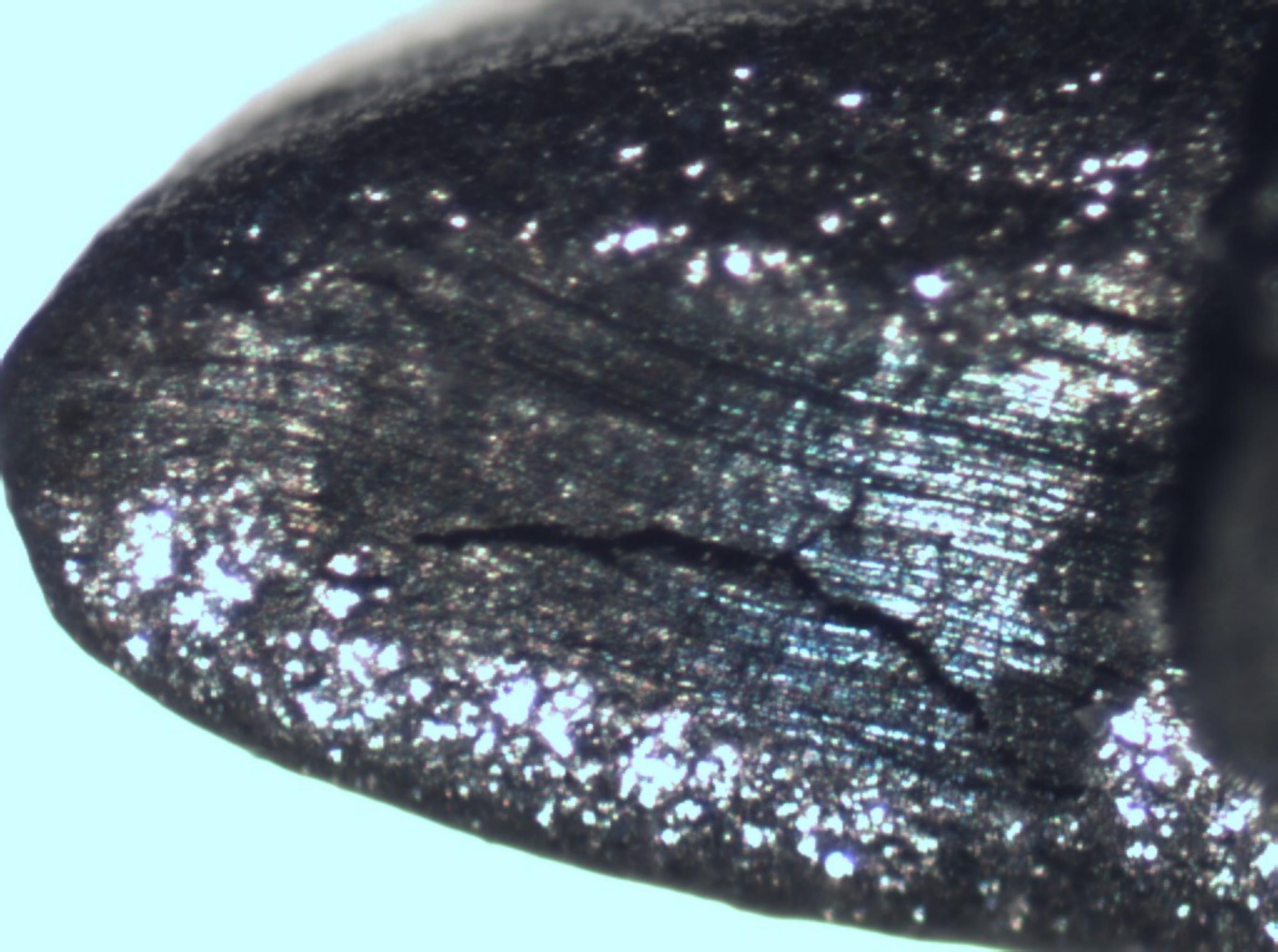


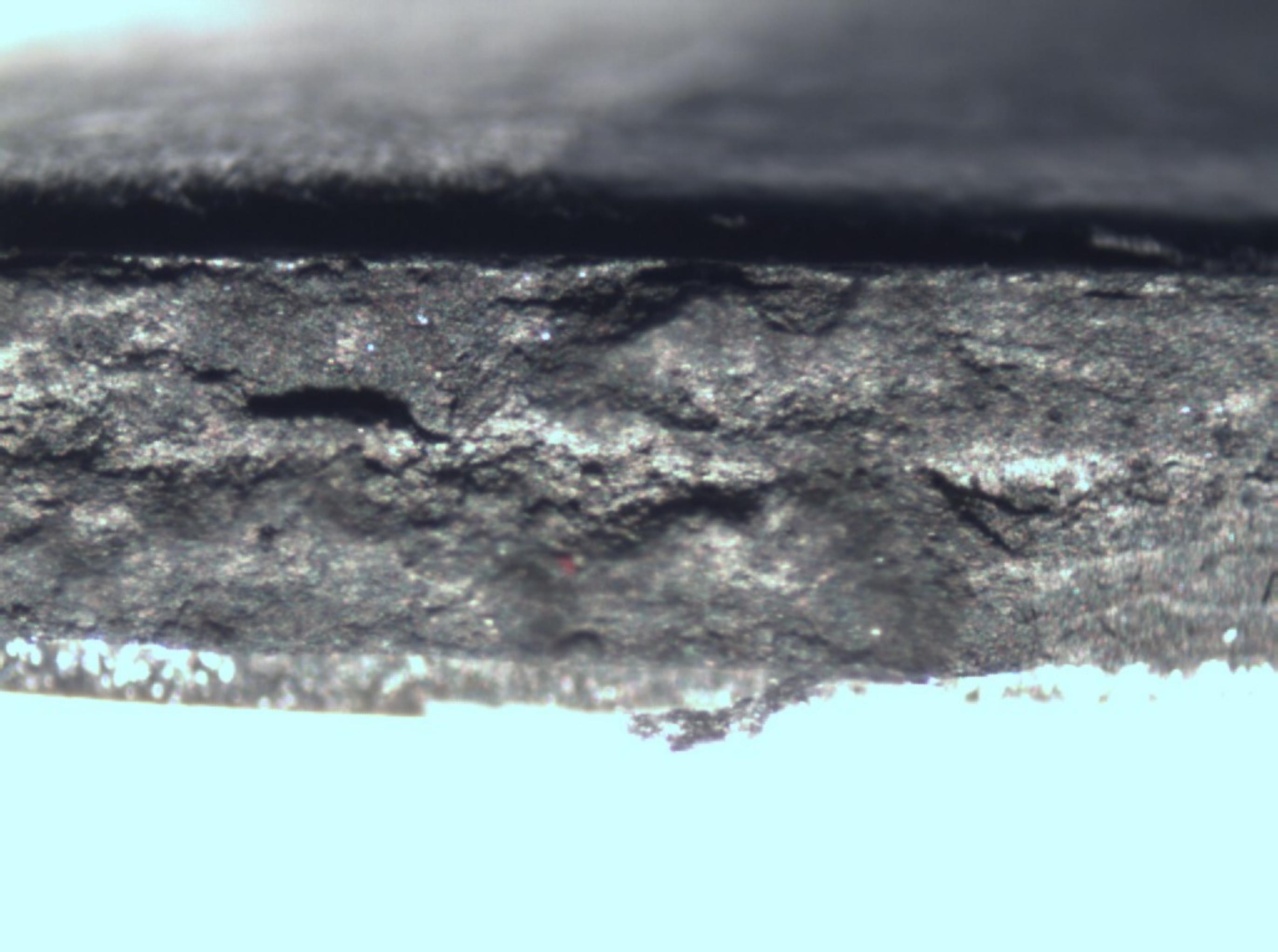
Von Zinkkorrosion (Zinkpest) beschädigter Flügel

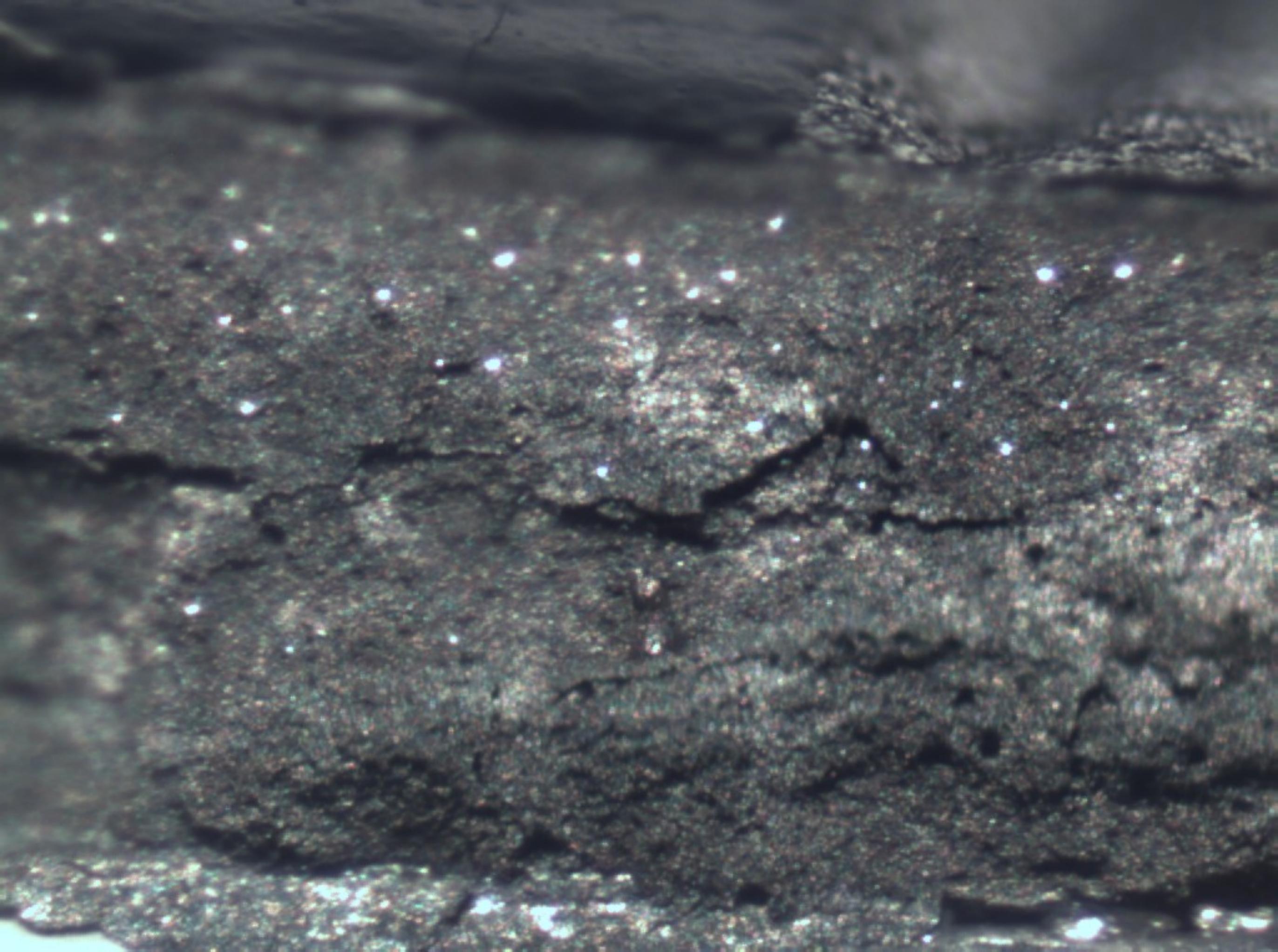
Untenstehend sind einige Bilder, aufgenommen mit einer Mikroskopkamera vom Zinkkorrosion beschädigten Flügels eines B720 Modells.

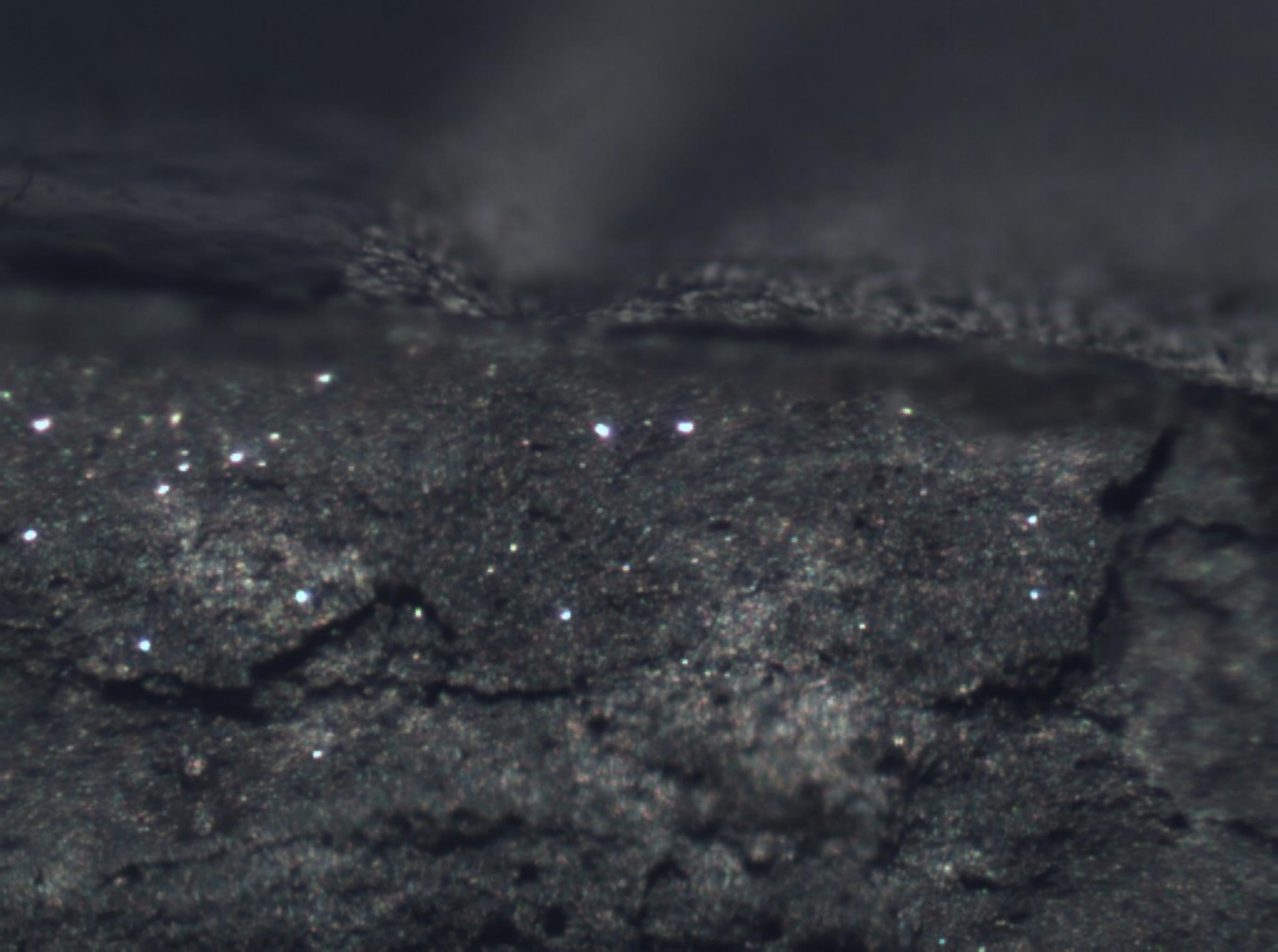
- Bild Seite 9: Heckflügel, im linken Bildteil ist die von Innen zerstörte originale Struktur zu sehen. Weiter rechts ist die Bruchfläche.
- Bild Seite 10: Vergrößerung der zerstörten originalen Struktur.
- Bild Seite 11: Vergrößerung der Bruchfläche.
- Bild Seite 12: Auffällig, die vielen Löcher im Material. Als schwarze Kreise erkennbar.
- Bild Seite 13: Weitere Vergrößerung der Bruchfläche.
- Bild Seite 14: Heckflügel, rechte Seite. Ebenfalls von Innen zerstörte originale Struktur.
- Bild Seite 15: Heckflügel, rechte Seite. Vergrößerung der von Innen zerstörten originalen Struktur.
- Bild Seite 16: Beschädigte Farbschicht mit Rissen und Blasenbildung in verschiedenen Stadien.
- Bild Seite 17: Beschädigte Farbschicht vergrößert.
- Bild Seite 18: Oberfläche des Flügels. Präpariert für XRF Analyse.
- Bild Seite 19: Flügel mit sichtbaren Rissen an verschiedenen Stellen.
- Bild Seite 20: Diverse Risse an einer anderen Stelle im Flügel.

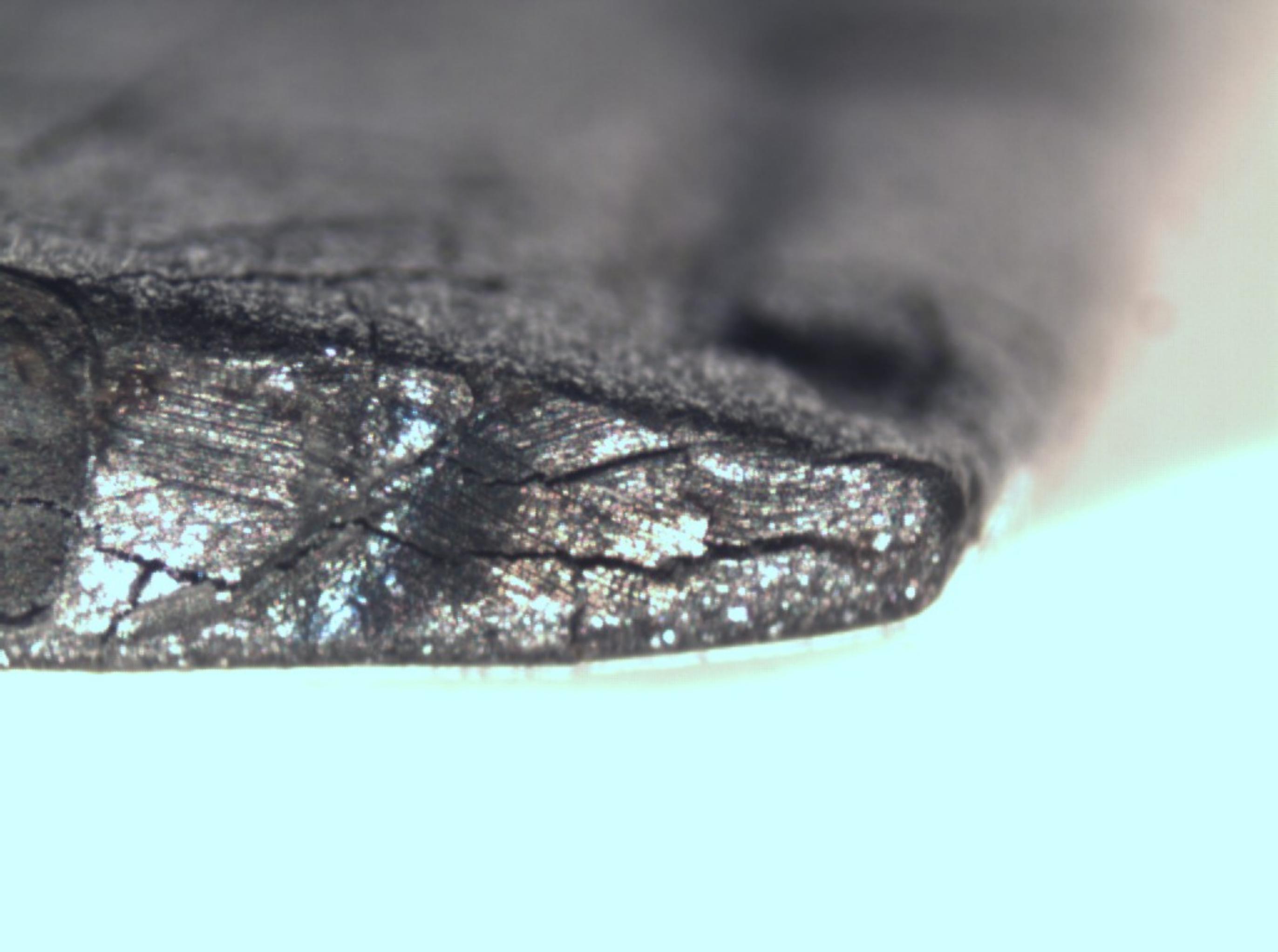


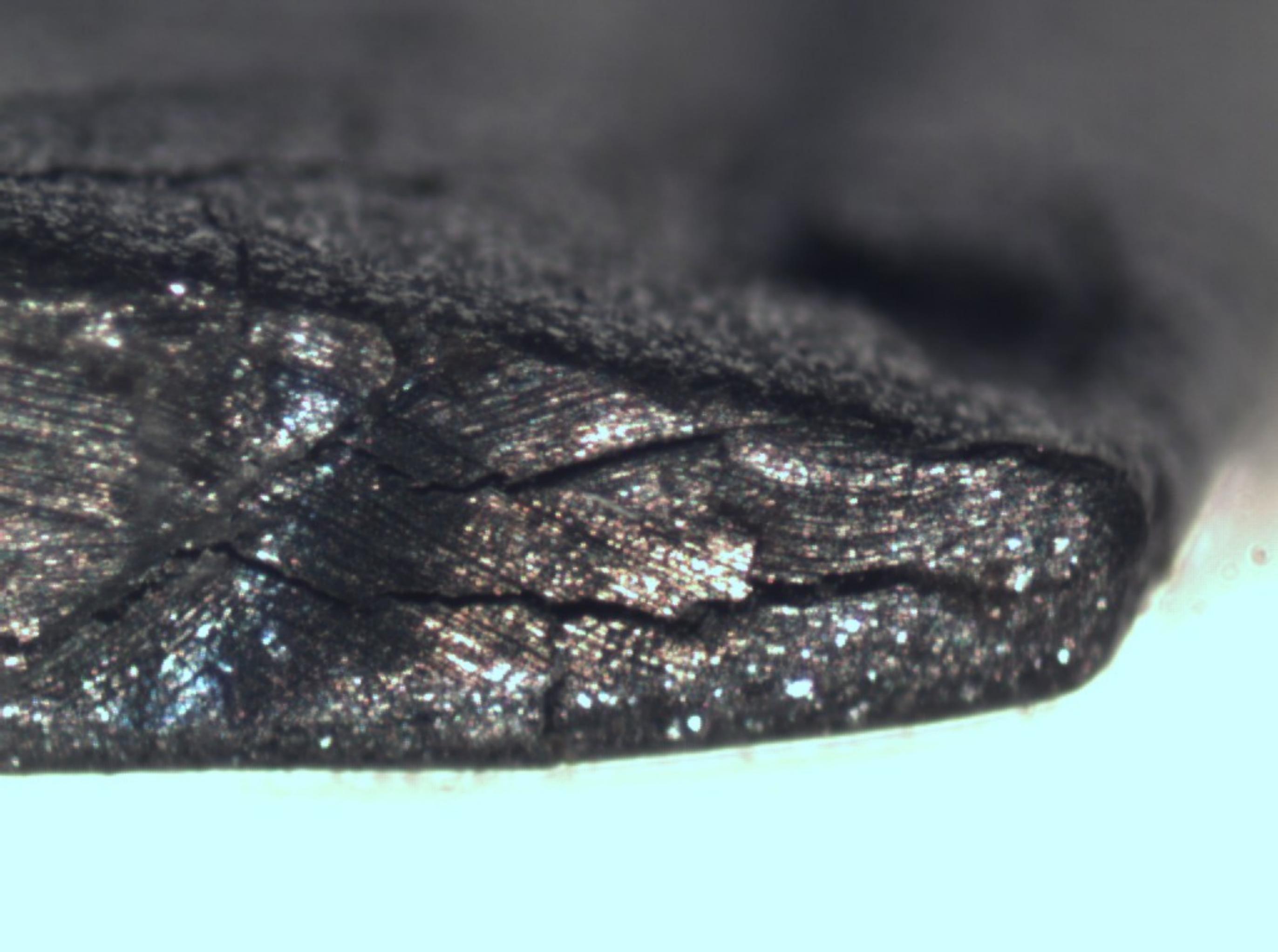


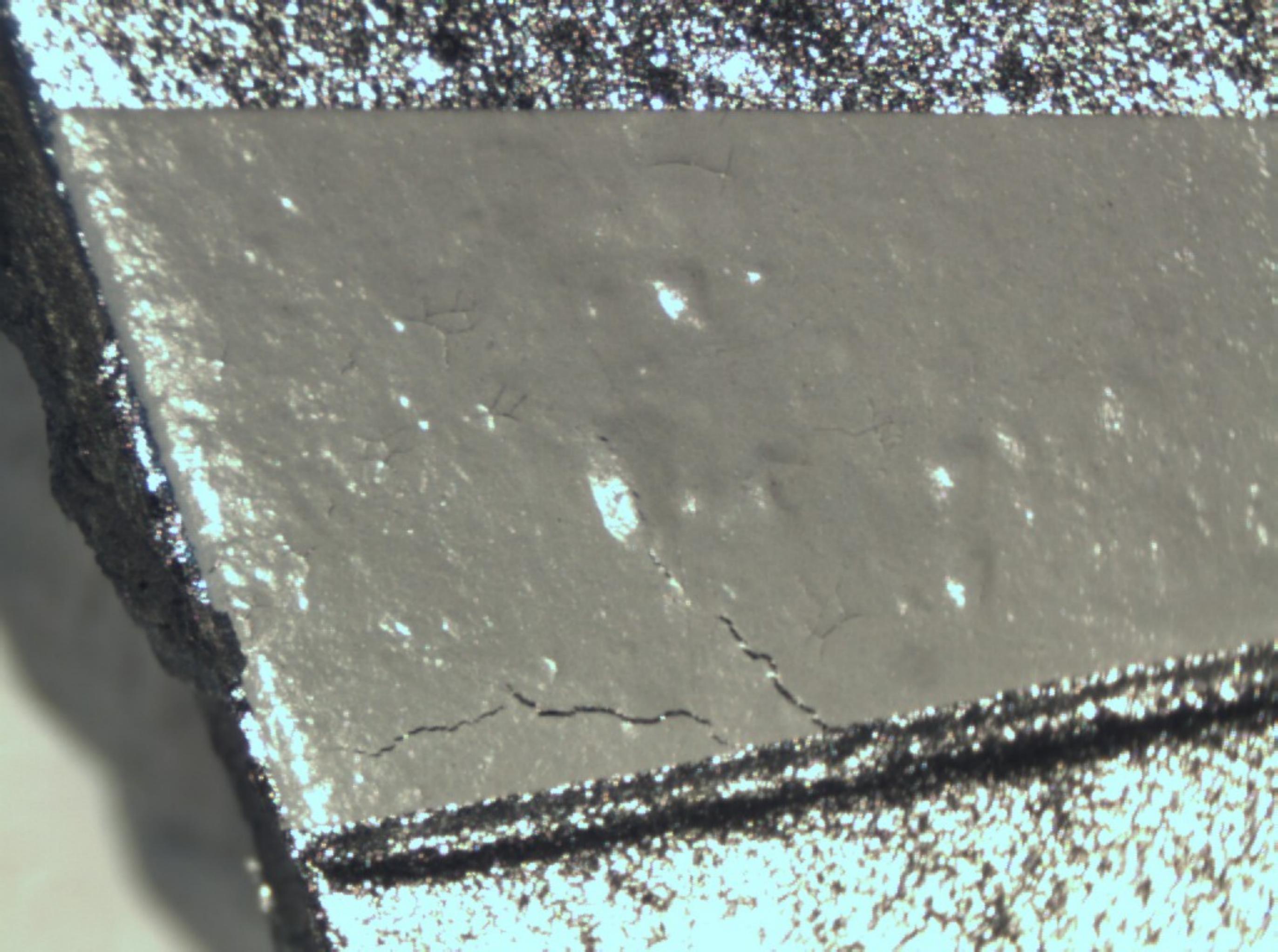


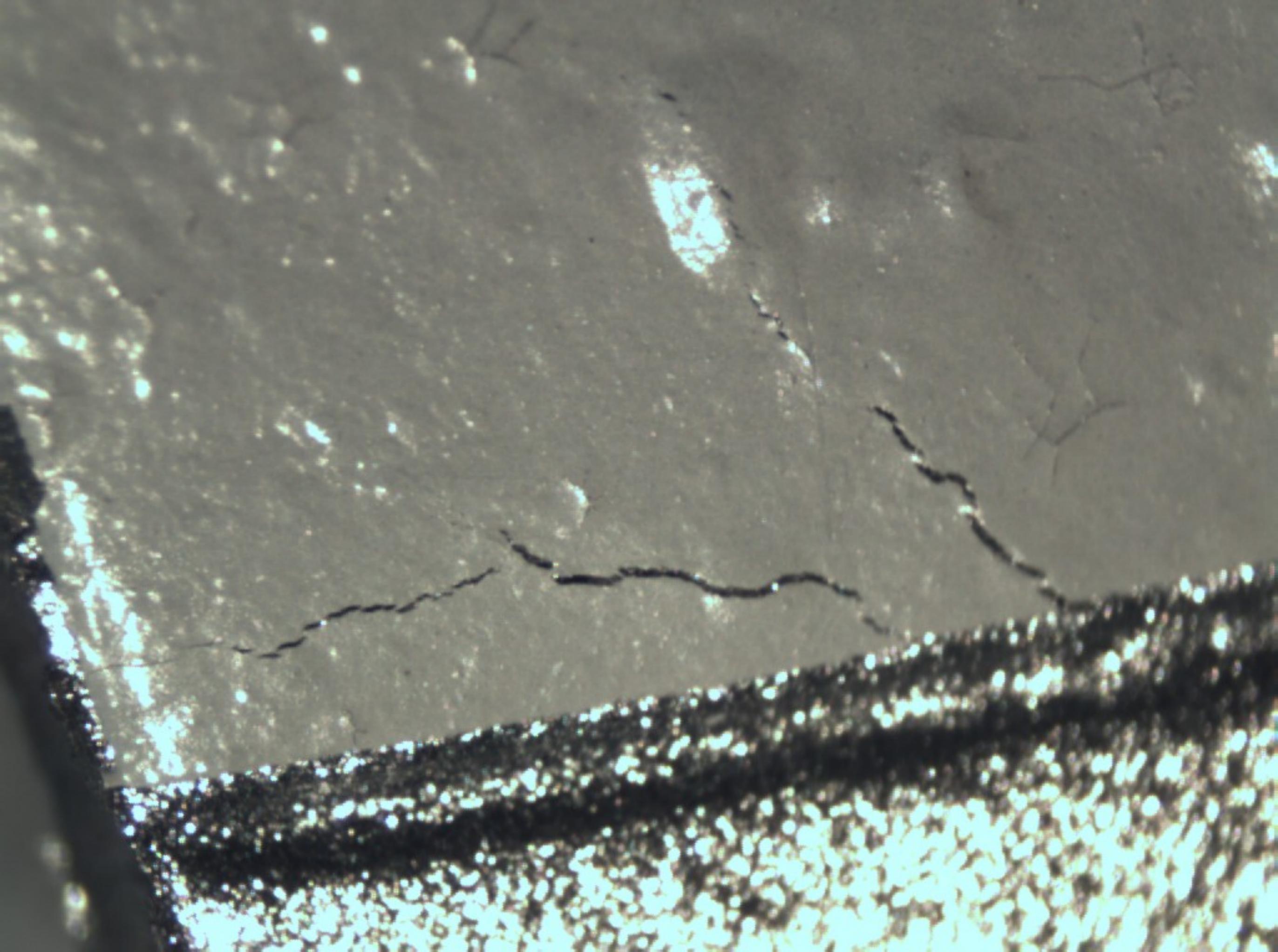




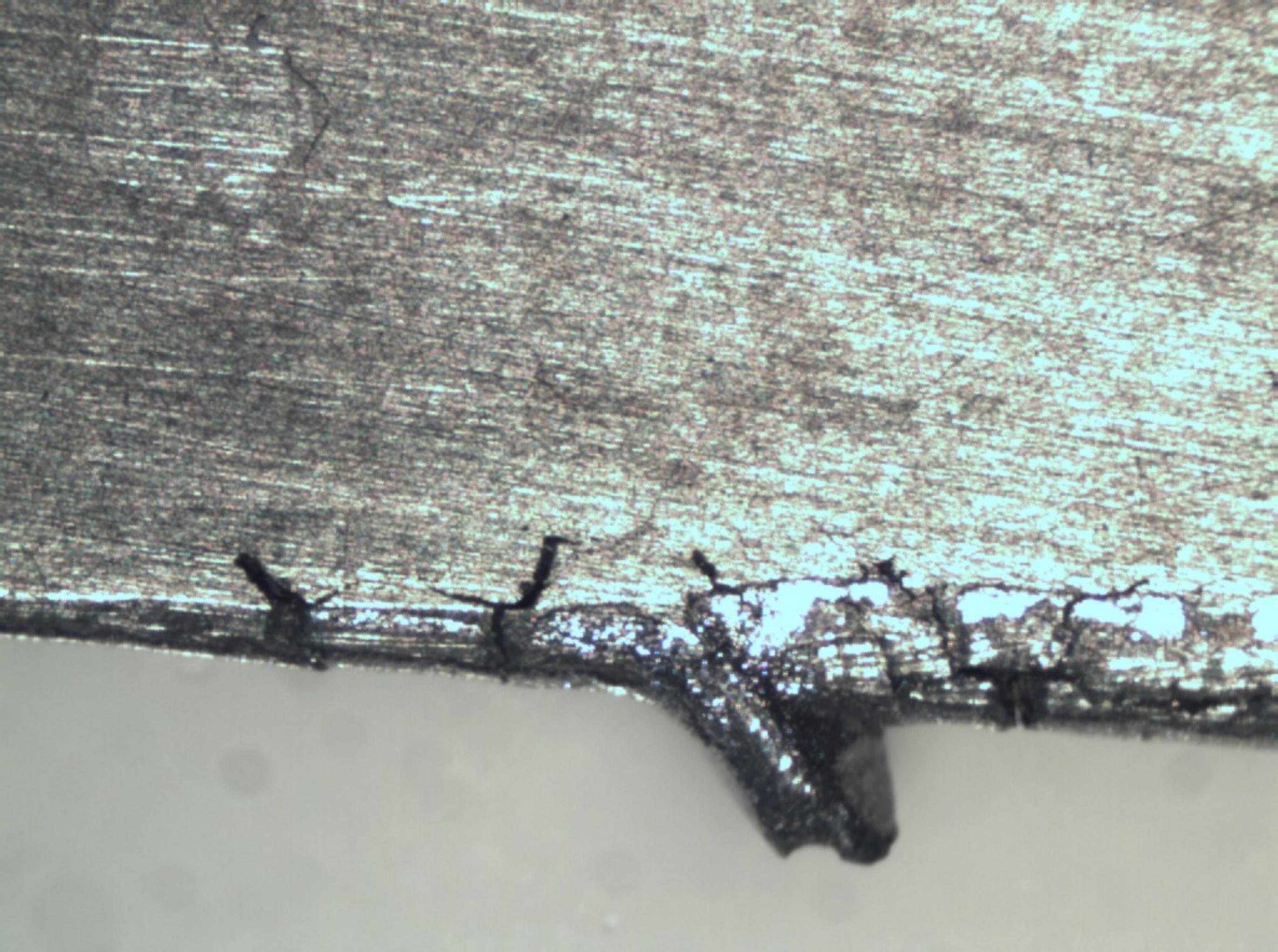


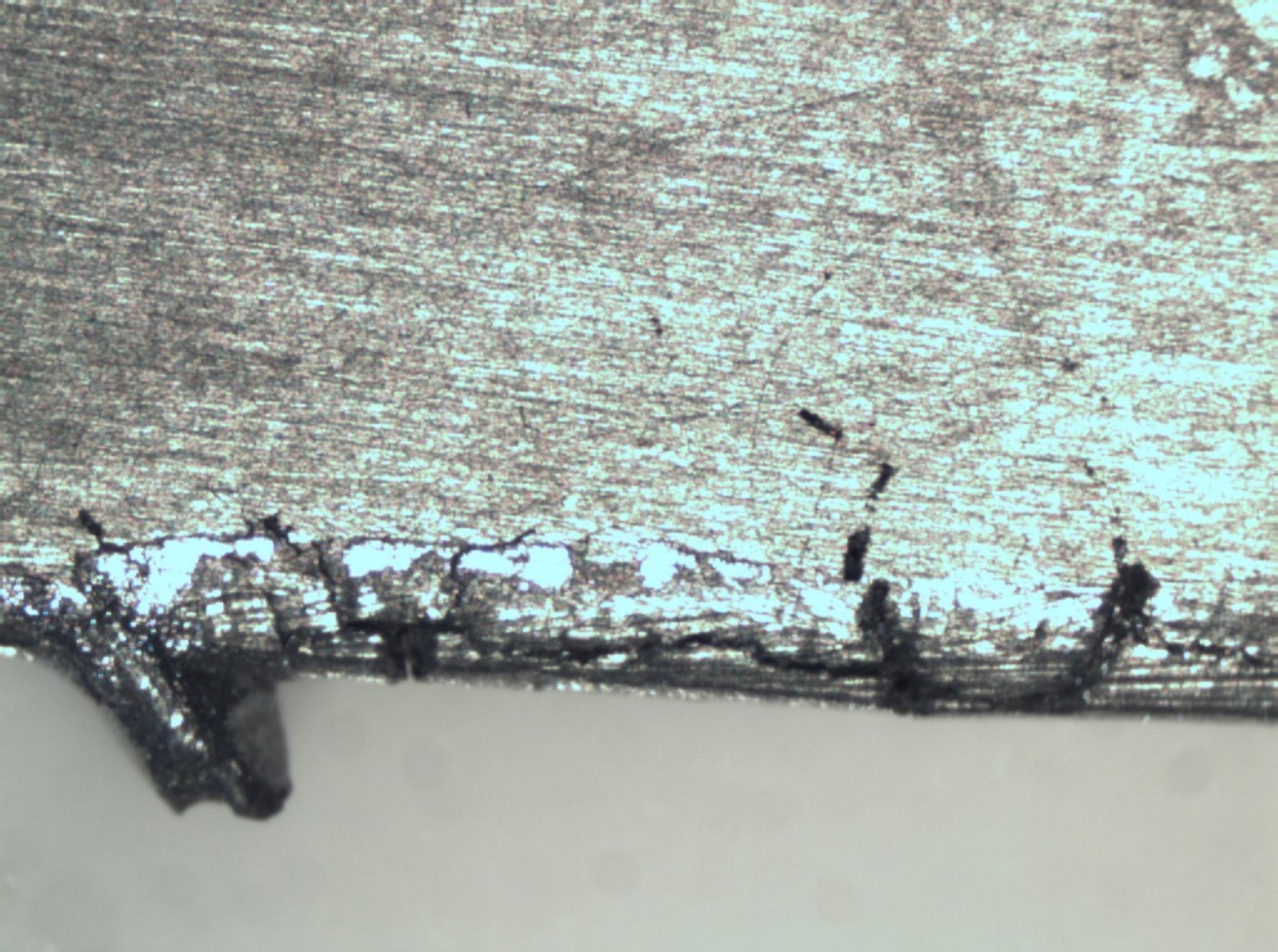












Werkstoffanalyse B720

Diese Legierung kann auch nicht einer Heute in der westlichen Welt gebräuchlichen Legierung zugeordnet werden.

Diese Abweichungen haben aber keinen Einfluss auf die Korrosionsbeständigkeit, höchstens auf die Festigkeit welche in diesem Fall aber keine Relevanz hat.

In einer Schnellanalyse im REM konnte ein extrem hoher Anteil von 11% Sauerstoff nachgewiesen werden. Das zeigt klar auf eine starke Korrosion hin.

Bildlegenden:

- Seite 22: Semi-Quantitative Analyse
- Seite 23: XRF Spektrum
- Seite 24: XRF Spektrum
- Seite 25: Amerikanische Normen von Zinklegierungen

ANORGANISCHE ANALYTIK, EMPA

D:\UQ5\User\Maske15\JOB\JOB.123 2006-10-16

Sample ident = Zink
 Remark = GF/131

Measure Prog.: Unique

D:\UQ5\User\Maske15\Appl\AnySample.kap 2006-08-31

Calculated as : Elements Matrix (Shape & ImpFc): 1|Teflon

X-ray path = Vacuum Film type = No supporting film

Case number = 0 All known

Eff.Diam. = 15.0 mm Eff.Area = 176.6 mm²

KnownConc = 0 %

Rest = 0 %

Viewed Mass = 1112.760 mg

Dil/Sample = 0

Sample Height = 1.00 mm

< means that the concentration is < 50 mg/kg

<0e means wt% < 0 StdErr. A + or & means: Part of 100% sum

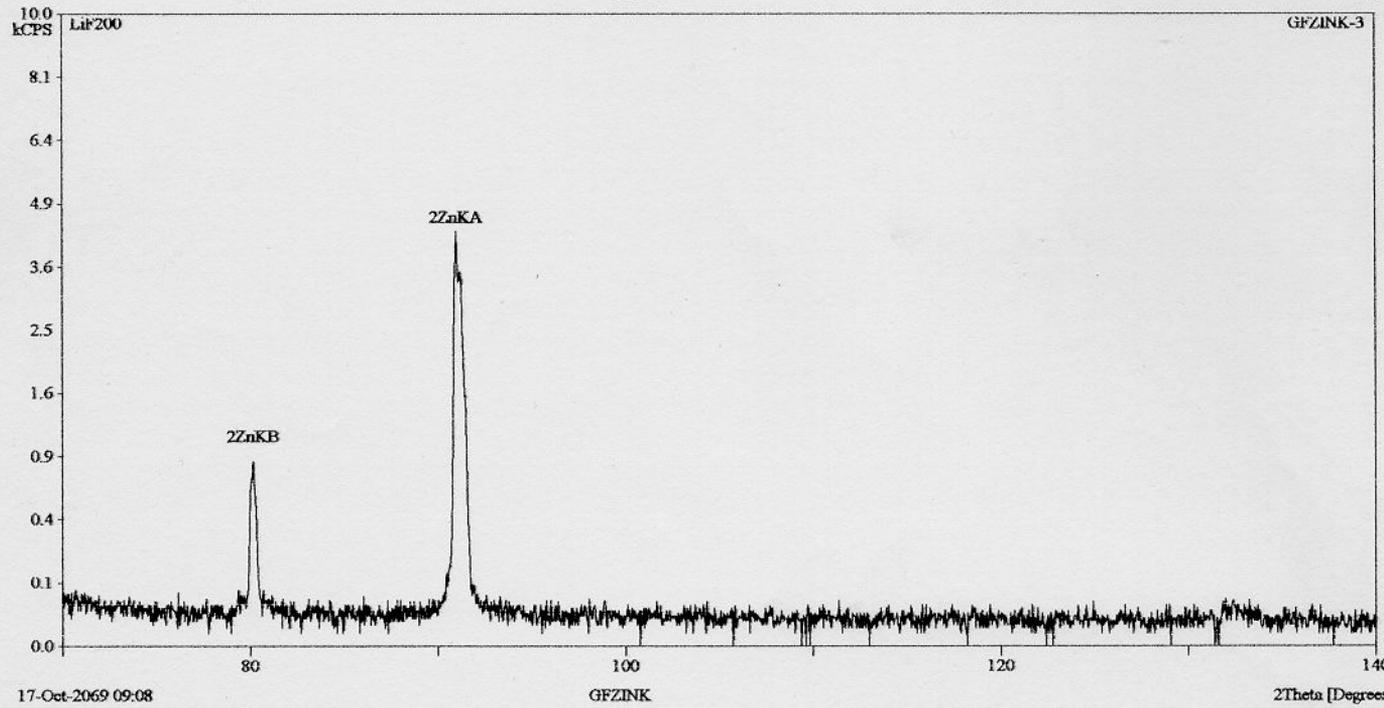
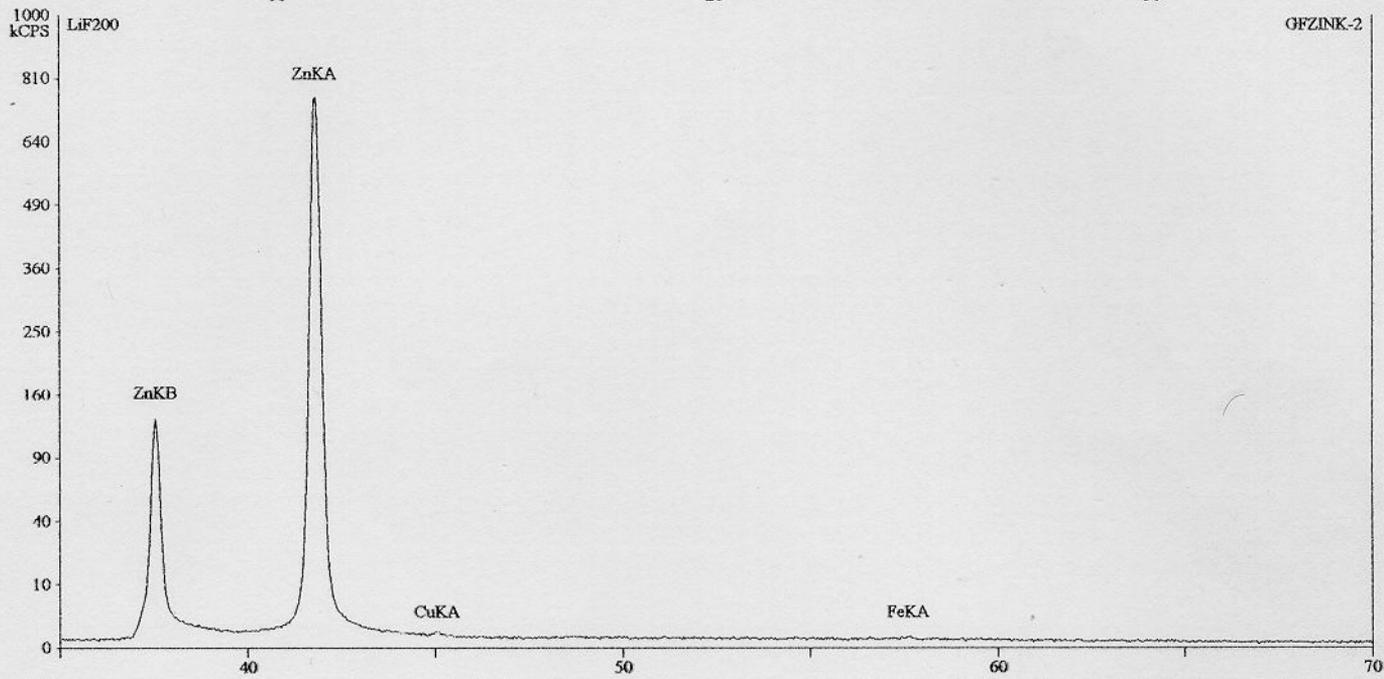
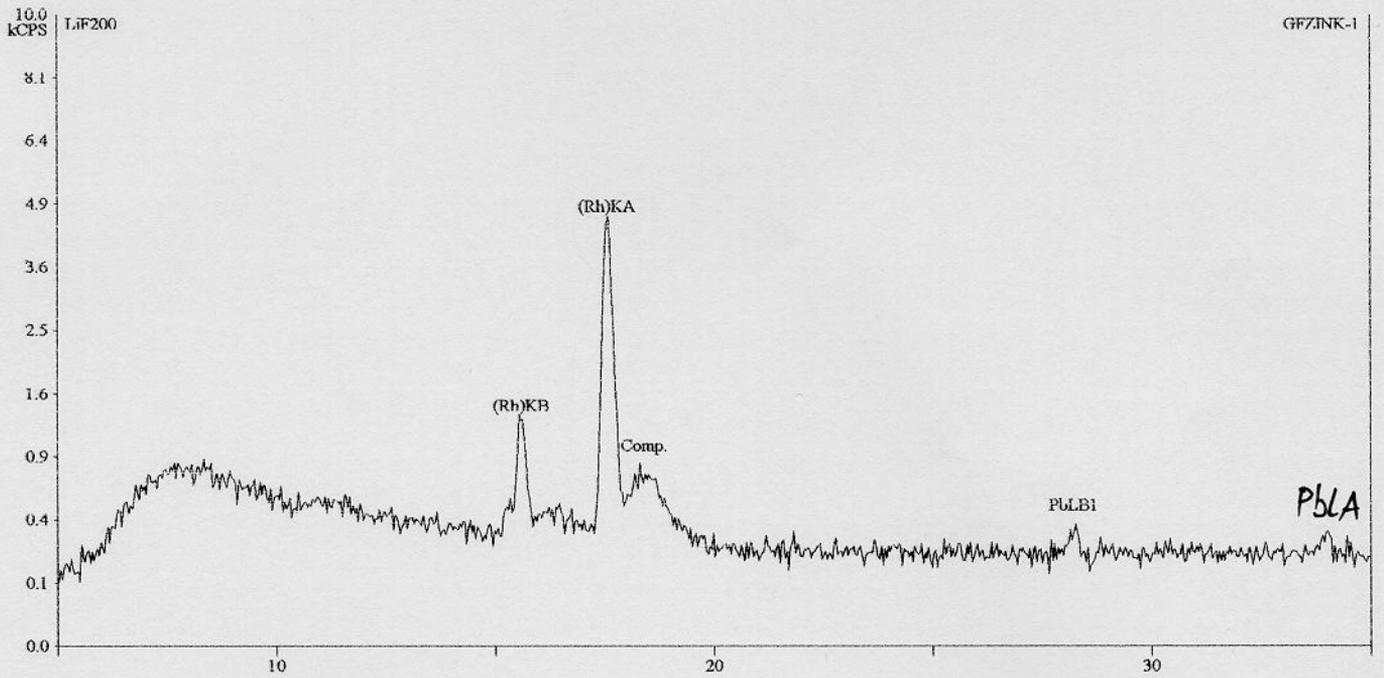
Z	wt%	StdErr	Z	wt%	StdErr	Z	wt%	StdErr
SumBe..F	0	0.12	29 Cu	<		52 Te	<	
11+Na	1.20	0.36	30+Zn	92.55	0.13	53 I	<	
12+Mg	0.100	0.015	31 Ga	<		55 Cs	<	
13+Al	5.65 ✓	0.12	32+Ge	0.0328	0.0036	56 Ba	<	
14+Si	0.0182 ✓	0.0035	33 As	<		SumLa..Lu	0.02	0.10
15 Px	<		34 Se	<		72 Hf	0.006	0.015
15 P	<		35 Br	<		73 Ta	0.0064	0.0095
16 Sx	<		37 Rb	<		74+W	0.026	0.023
16 S	<		38 Sr	<		75+Re	0.093	0.012
17+Cl	0.0135	0.0047	39 Y	<		76 Os	<	
18 Ar	<		40 Zr	<		77 Ir	<	
19 K	<		41 Nb	<		78+Pt	0.063	0.024
20+Ca	<		42+Mo	0.026	0.010	79+Au	0.078	0.017
21 Sc	<		44 Ru	0.0054	0.0079	80+Hg	0.0486	0.0087
22+Ti	<		45 Rh	0.0054	0.0073	81 Tl	<	
23+V	<		46 Pd	<		82+Pb	0.0567 ✓	0.0068
24 Cr	<		47 Ag	<		83 Bi	0.0068	0.0071
25 Mn	<		48 Cd	<		90 Th	<	
26 Fe	<		49 In	<		92 U	<	
27 Co	<		50+Sn	0.0146	0.0061	94 Pu	<	
28 Ni	<		51 Sb	<		95 Am	<	
==== Light Elements =====			==== Noble Elements =====			==== Lanthanides =====		
SumBe..F	0	0.12	44 Ru	0.0054	0.0079	57 La	<	
4 Be	<		45 Rh	0.0054	0.0073	58 Ce	<	
5 B	<		46 Pd	<		59+Pr	0.014	0.011
6 C	<		47 Ag	<		60 Nd	<	
7 N	<		75+Re	0.093	0.012	62 Sm	<	
8 O	<		76 Os	<		63 Eu	<	
9 F	<		77 Ir	<		64 Gd	<	
			78+Pt	0.063	0.024	65 Tb	<	
			79+Au	0.078	0.017	66 Dy	<	
						67 Ho	<	
						68 Er	<	
						69 Tm	<	
						70 Yb	<	
						71 Lu	<	

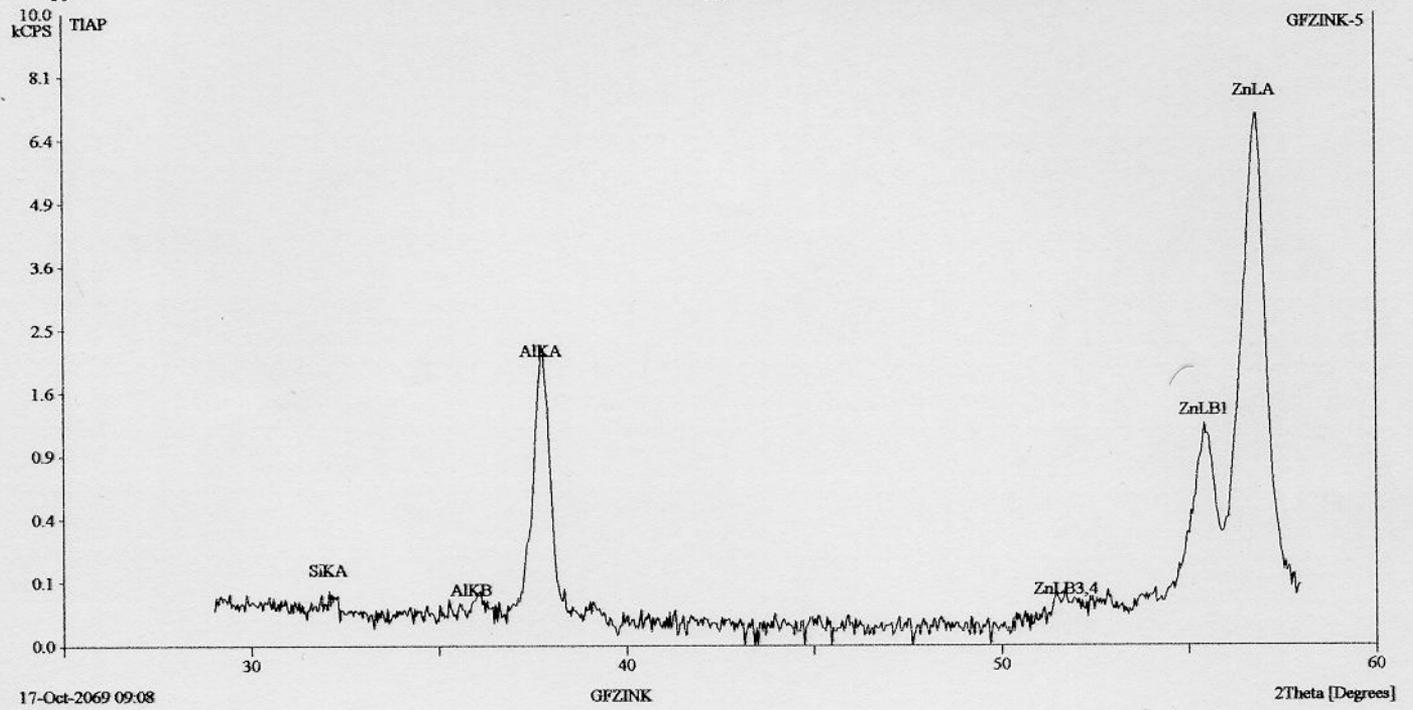
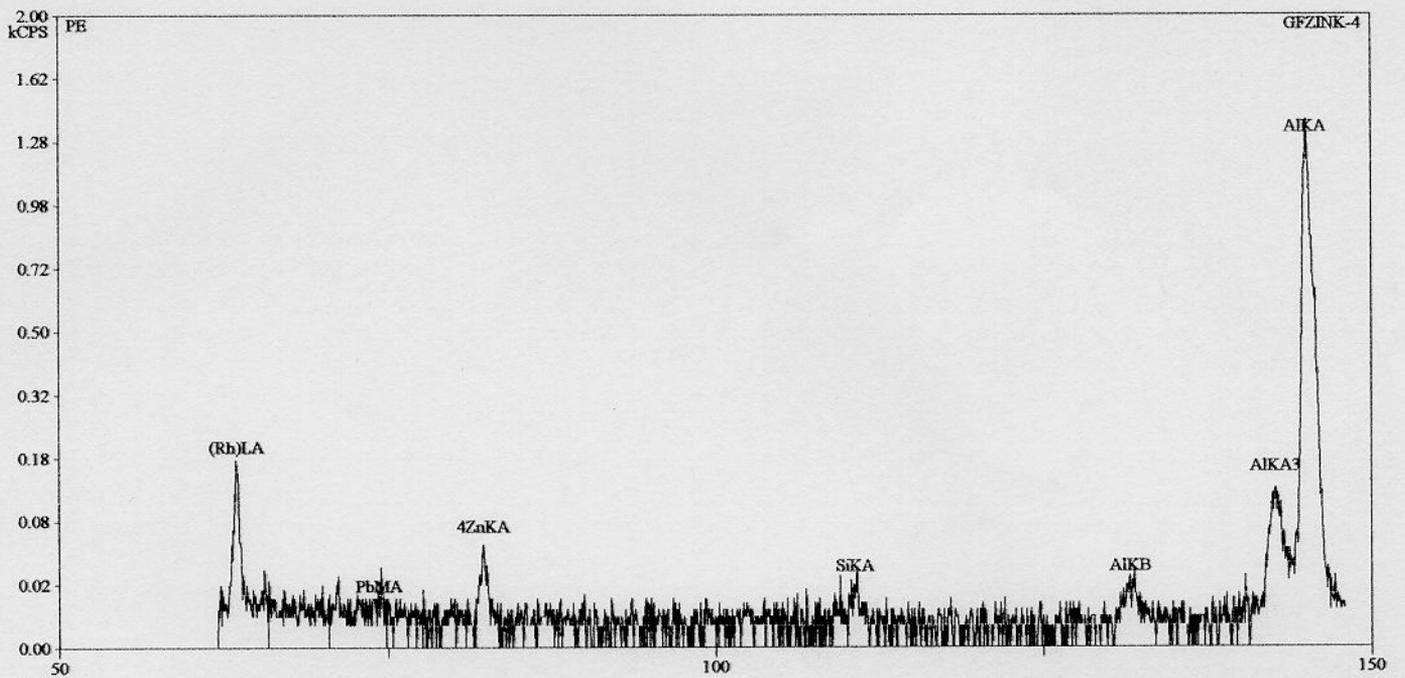
KnownConc= 0

REST= 0

D/S= 0

Sum Conc's before normalisation to 100% : 102.1 %





17-Oct-2069 09:08

GFZINK

2Theta [Degrees]

ZINC ALLOY PROPERTIES

Alloy	#3	#5	#7	#2	ZA-8		ZA-12			ZA-27			
Mechanical Properties	Die Cast	Die Cast	Die Cast	Die Cast	Sand Cast	Perm Mold	Die Cast	Sand Cast	Perm Mold	Die Cast	Sand Cast	Sand Cast HT1	Die Cast
Ultimate Tensile Strength: psi x 10 ³ (MPa)	41 (283)	48 (328)	41 (283)	52 (359)	38 (263)	32-37 (221-255)	54 (374)	40-46 (276-317)	45-50 (310-345)	58 (400)	58-64 (400-441)	45-47 (310-324)	61 (421)
Yield Strength-0.2% Offset: psi x 10 ³ (MPa)	32 (221)	33 (228)	32 (21)		29 (200)	30 (206)	42 (290)	31 (214)	39 (269)	46 (317)	54 (372)	37 (255)	55 (379)
Elongation: % in 2"	10	7	13	7	1-2	1-2	6-10	1-3	1-3	4-7	3-6	8-11	1-3
Shear Strength: psi x 10 ³ (MPa)	31 (214)	38 (262)	31 (214)	46 (317)		35 (241)	40 (275)	37 (255)		43 (296)	42 (290)	33 (228)	47 (325)
Hardness: Brinell	82	91	80	100	85	85-90	95-110	89-105	80-105	95-115	110-120	90-110	105-125
Impact Strength: ft-lb (J)	43 ² (58)	48 ² (65)	43 ² (58)	35 ² (48)	155 ⁶ (20)		313 (42)	193 (25)		213 (29)	353 (47)	433 (58)	93 (5)
Fatigue Strength Rotary Bend - 5x10 ⁸ cycles psi x 10 ³ (MPa)	6.9 (48)	8.2 (57)	6.8 (47)	8.5 (59)		7.5 (52)	15 (103)	15 (103)		17 (117)	25 (172)	15 (103)	21 (145)
Compressive Yield Strength - 0.1% Offset: psi x 103(MPa)	60 ¹ (414)	874 (603)	604 (414)	934 (541)	29 (199)	31 (214)	37 (252)	33 (227)	34 (234)	39 (269)	48 (331)	37 (255)	52 (385)
Modulus of Elasticity - psix106(MPaX103)	12.4 ⁶ (85.5)	12.4 ⁶ (85.5)	12.4 ⁶ (85.5)	12.4 ⁶ (85.5)	12.4 (85.5)	12.4 ⁷ (85.5)			12.0 ⁷ (82.7)			11.3 ⁷ (779)	
Physical Properties													
Density: lb/cu in (g/cm ³)	.24 (6.6)	.24 (6.6)	.24 (6.6)	.24 (6.6)		0.227 (6.3)			0.218 (6.0)			0.181 (5.0)	
Melting Range: °F(°C)	718-728 (381-387)	717-727 (380-386)	718-728 (381-387)	715-734 (379-390)		707-759 (375-404)			716-810 (377-432)			708-903 (376-484)	
Electrical Conductivity: % IACS	27	26	27	25		27.7			28.3			29.7	
Thermal Conductivity: BTU/ft-hr/°F (W/m-hr/°C)	65.3 (113.0)	62.9 (108.9)	65.3 (113.0)	60.5 (104.7)		66.3 (114.7)			67.1 (116.1)			72.5 (125.5)	
Coefficient of Thermal Expansion 68-212°F min/in/°F (100-200°C mm/mm/°C)	15.2 (27.4)	15.2 (27.4)	15.2 (27.4)	15.4 (27.8)		12.9 (23.3)			13.4 (24.2)			14.4 (26.0)	
Specific Heat: BTU/lb-°F (J/kg-°C)	.10 (419)	.10 (419)	.10 (419)	.10 (419)	.104 (435)	.107 (448)	.125 (534)						
Pattern or Die Shrinkage: in/in	0.007	0.007	0.007	0.007		1/8 in/ft	0.007	1/8 in/ft	5/32 in/ft	0.0075	5/32 in/ft	5/32 in/ft	0.008

Chemical Specifications

(per ASTM) (% by weight)

	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting
Al	3.9-4.3	3.5-4.3	3.9-4.3	3.5-4.3	3.9-4.3	3.5-4.3	3.9-4.3	3.5-4.3	8.2-8.8	8.0-8.8	10.8-11.5	10.5-11.5	25.5-28.0	25.0-28.0
Mg	.025-.05	.020-.05	.03-.06	.03-.08	.01-.020	.035-.020	.025-.05	.020-.050	.020-.030	.015-.030	.020-.030	.015-.030	.012-.020	.010-.020
Cu	.10 max	.25 max ⁹	.75-1.25	.75-1.25	.10 max	.25 max	2.6-2.9	2.5-3.0	0.8-1.3	0.8-1.3	0.5-1.2	0.5-1.2	2.0-2.5	2.0-2.5
Fe (max)	0.075	0.1	0.075	0.1	0.075	0.075	0.075	0.1	0.065	0.075	0.065	0.075	0.072	0.075
Pb (max)	0.004	0.005	0.004	0.005	0.002	0.003	0.004	0.005	0.035	0.006	0.005	0.006	0.035	0.006
Cd (max)	0.003	0.004	0.003	0.004	0.002	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.005	0.006	0.005	0.006
Sn (max)	0.032	0.033	0.002	0.003	0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003
Ni (other) ¹⁰					.005-.020	.005-.020								
Zn	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance

Industry Standards

	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting	Ingot	Casting
ASTM	B240	B86	B240	B86	B240	B86	B240	B86	B669 (B240) ⁸	B791 (B86) ⁸	B669 (240) ⁸	B79 (B86) ⁸	B669 (B240) ⁸	B86 (B791) ⁸
	AG40A	AG40A	AC41A	AC41A	AG408	AG408	A043A	ACA3A						
SAE	J4688	J4688	J4688	J4688				Former						
	903	903	925	925				921						
UNS	Z33521	Z33520	Z33530	Z33531	Z33522	Z33523	Z33540	Z33541	Z35635	Z35636	Z35630	Z35631	Z35840	Z35841

¹ 3 hr at 610° F and furnace cool. ² 1/4" square specimen unnotched ³ 10mm square specimen unnotched ⁴ Comprehensive strength ⁵ Previous industry accepted standard. ⁶ Estimated values to be confirmed by research

⁷ Values for permanent mold condition which should be similar for other processes except for ZA-27 Sand Cast Heat Treat (HT). ⁸ Revision of standard anticipated 1998.

⁹ Per ASTM 886-88 ' For the majority of commercial applications, a copper content in the range of 0.25 to 0.75% will not adversely affect the serviceability of die castings and should not serve as a basis for rejection

¹⁰ Zamak alloy ingot for die casting (with the exception of % Ni in NO.7) may contain Ni, Cr, Mn, Si, in amounts of up to 0.02, 0.02, 0.06 and 0.035% respectively

ZA Ingot for foundry and pressure die casting may contain Ni Cr. or Mn in amounts of up to 0.01% each or 0.03% total.

Werkstoffanalyse Phoenix A330-200

Bildlegenden:

- Seite 26: Präparierte Probe aus dem Flügel für XRF Analyse Verfahren
- Seite 27: Zerlegtes Modell vor der Probenpräparation
- Seite 28: Semi-Quantitative Analyse
- Seite 29: XRF-Spektrum
- Seite 30: XRF-Spektrum

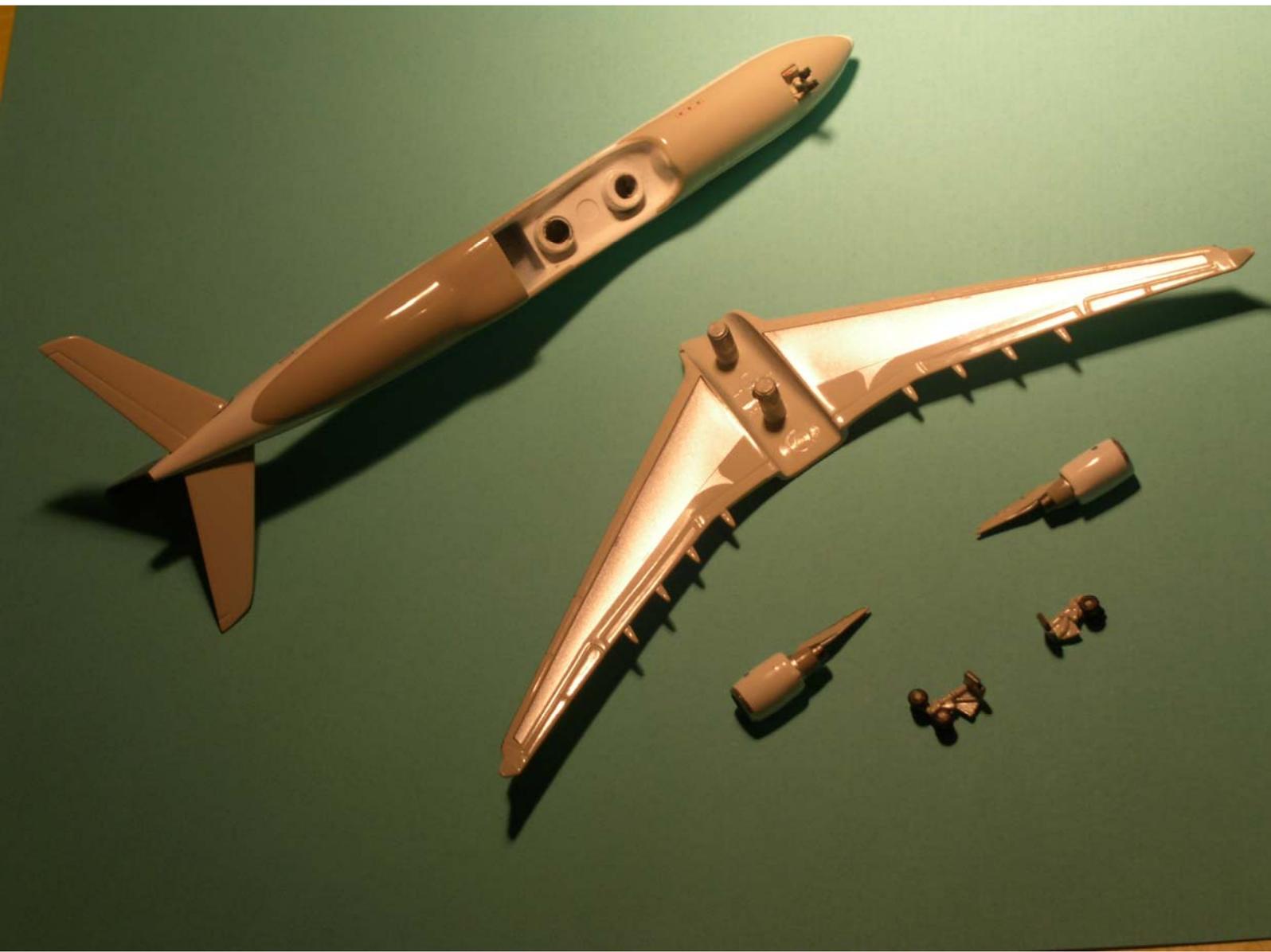
Diese Legierung kann auch nicht einer Heute in der westlichen Welt gebräuchlichen Legierung zugeordnet werden.

Diese Abweichungen haben aber keinen Einfluss auf die Korrosionsbeständigkeit, höchstens auf die Festigkeit welche in diesem Fall aber keine Relevanz hat.

Der Aluminium Anteil ist 1% höher als üblich, ebenfalls ist der Magnesiumanteil mit 0.18% einiges höher als er sein soll. In diesen beiden Werten stimmt diese Legierung recht gut mit der des zerstörten Aeroclassics Modells überein.

Hingegen weißt das Phoenix Modell die tolerierte Menge Blei und Kupfer auf.





ANORGANISCHE ANALYTIK, EMPA

D:\UQ5\User\Maske15\JOB\JOB.130 2006-10-17

Sample ident = Zinkflugzeug

Remark = GF/131

Measure Prog.: Unique

D:\UQ5\User\Maske15\Appl\AnySample.kap 2006-08-31

Calculated as : Elements Matrix (Shape & ImpFc): 1|Teflon

X-ray path = Vacuum Film type = No supporting film

Case number = 0 All known

Eff.Diam. = 15.0 mm Eff.Area = 176.6 mm2

KnownConc = 0 %

Rest = 0 %

Viewed Mass = 1112.760 mg

Dil/Sample = 0 Sample Height = 1.00 mm

< means that the concentration is < 50 mg/kg

<0e means wt% < 0 StdErr. A + or & means: Part of 100% sum

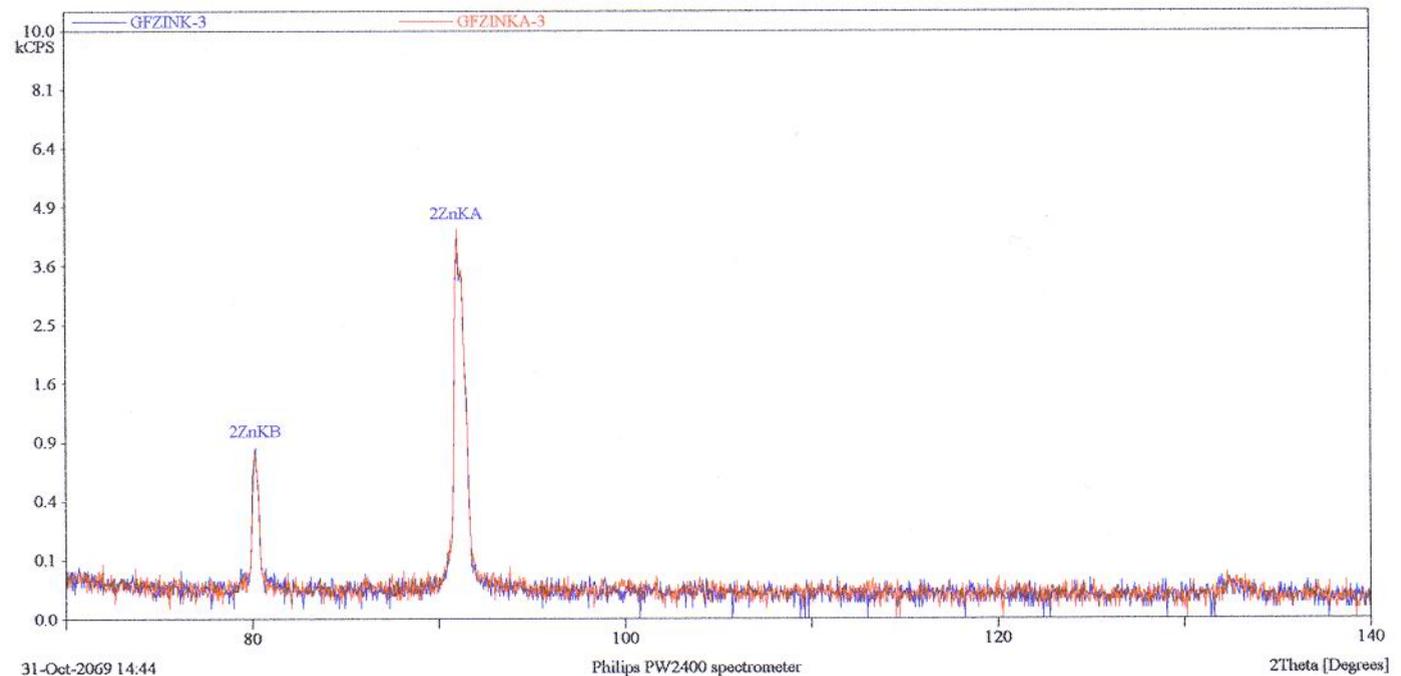
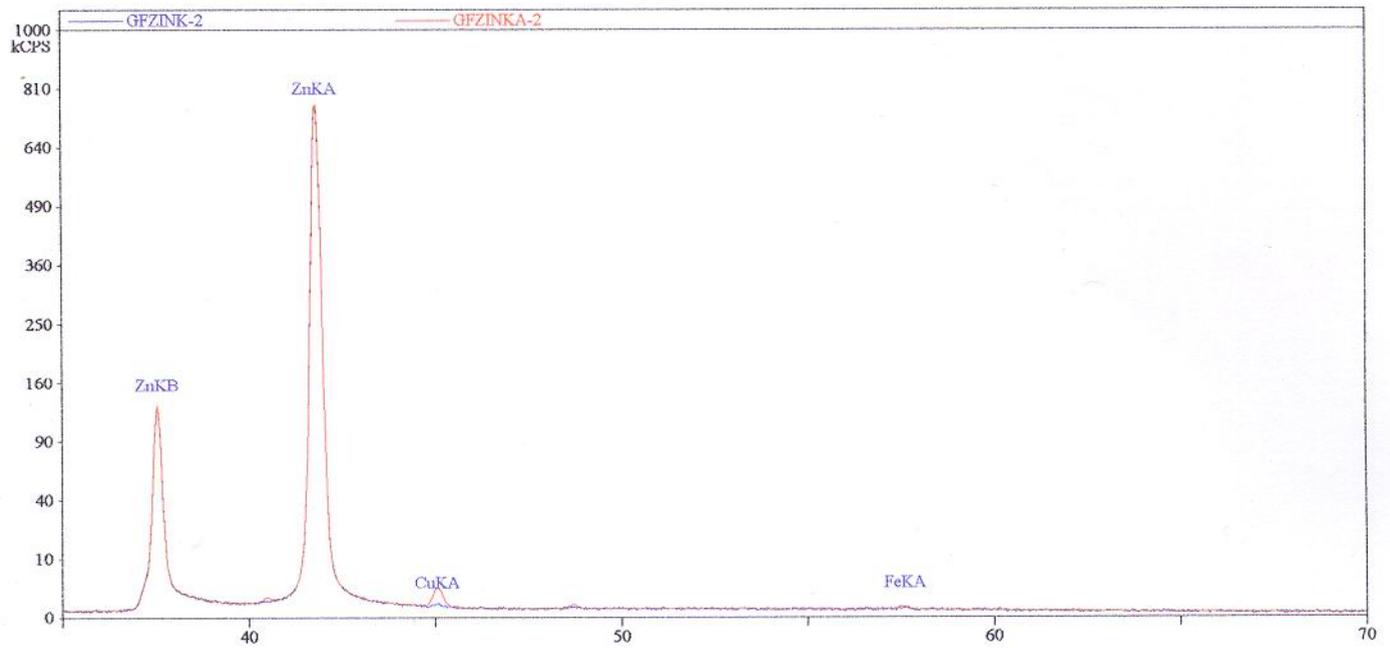
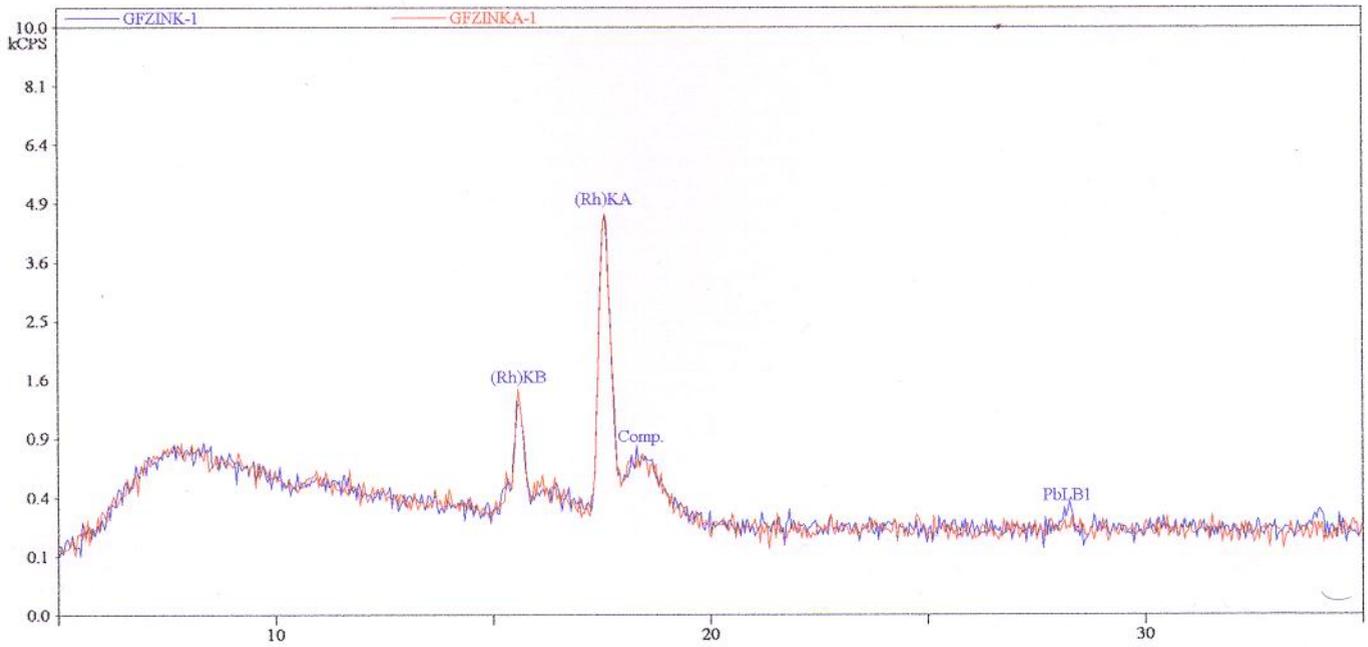
Z	wt%	StdErr	Z	wt%	StdErr	Z	wt%	StdErr
SumBe..F	0	0.14	29+Cu	0.231	0.012	52 Te	<	
11+Na	1.28	0.36	30+Zn	92.09	0.13	53 I	<	
12+Mg	0.178	0.018	31 Ga	<		55 Cs	<	
13+Al	5.29	0.11	32+Ge	0.0286	0.0037	56 Ba	<	
14+Si	0.0803	0.0051	33 As	<		SumLa..Lu	0.01	0.10
15 Px	<		34 Se	<		72 Hf	<	
15+P	<		35 Br	<		73 Ta	<	
16+Sx	<		37 Rb	<		74+W	<	
16 S	<		38+Sr	<		75+Re	0.078	0.013
17+Cl	0.0726	0.0066	39 Y	<		76 Os	<	
18 Ar	<		40+Zr	<		77 Ir	<	
19+K	0.0063	0.0041	41 Nb	<		78+Pt	0.061	0.025
20+Ca	0.375	0.019	42+Mo	0.019	0.010	79+Au	0.055	0.018
21 Sc	<		44 Ru	0.0069	0.0079	80+Hg	0.0373	0.0090
22+Ti	0.0430	0.0025	45 Rh	<		81 Tl	<	
23+V	0.0072	0.0021	46+Pd	0.0097	0.0075	82+Pb	0.0070	0.0069
24 Cr	<		47 Ag	<		83 Bi	<	
25 Mn	<		48 Cd	<		90 Th	<	
26+Fe	<		49 In	<		92 U	<	
27 Co	<		50 Sn	<		94 Pu	<	
28+Ni	0.0105	0.0018	51 Sb	<		95 Am	<	
==== Light Elements =====			==== Noble Elements =====			==== Lanthanides =====		
SumBe..F	0	0.14	44 Ru	0.0069	0.0079	57 La	<	
4 Be	<		45 Rh	<		58 Ce	<	
5 B	<		46+Pd	0.0097	0.0075	59 Pr	<	
6 C	<		47 Ag	<		60 Nd	<	
7 N	<		75+Re	0.078	0.013	62 Sm	<	
8 O	<		76 Os	<		63 Eu	<	
9 F	<		77 Ir	<		64 Gd	<	
			78+Pt	0.061	0.025	65 Tb	<	
			79+Au	0.055	0.018	66 Dy	<	
						67 Ho	<	
						68 Er	<	
						69 Tm	<	
						70+Yb	0.0108	0.0080
						71 Lu	<	

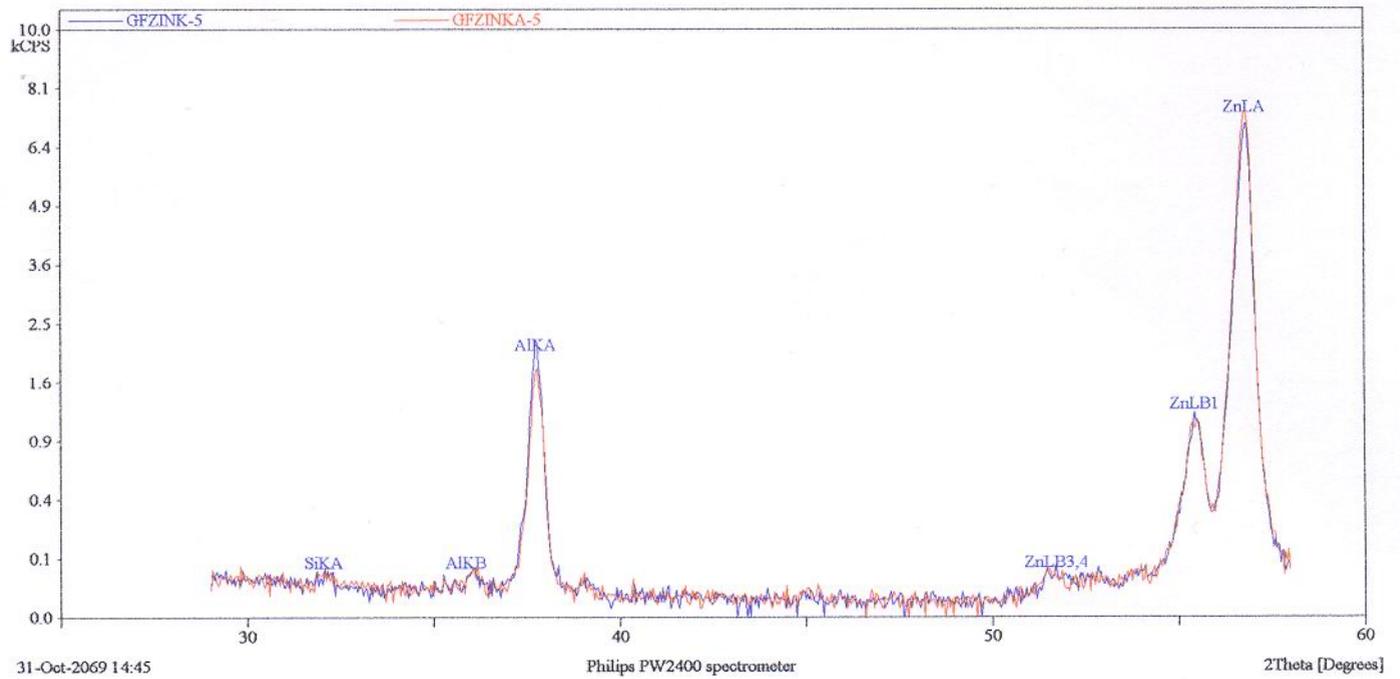
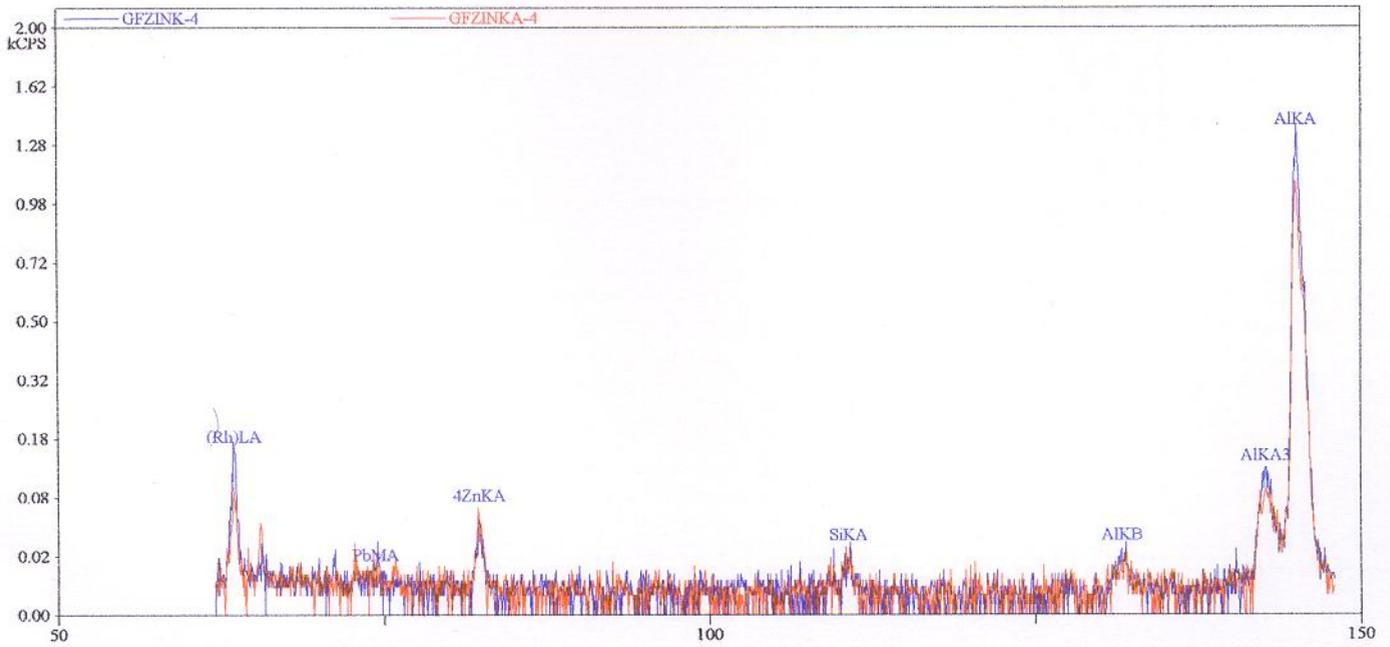
KnownConc= 0

REST= 0

D/S= 0

Sum Conc's before normalisation to 100% : 100.3 %





31-Oct-2069 14:45

Philips PW2400 spectrometer

2Theta [Degrees]