

Projekt: Altersbestimmung an Luristan Schwertern verbunden mit metallographischen Untersuchungen

Abschlussbericht - Anhang

Die ursprünglichen Schwerter wurden dem Königlichen Museum für Kunst und Geschichte in Brüssel versprochen und deshalb mit neuen Identifikationen versehen. Nachfolgend sind alle wesentlichen Informationen zu den 4 analysierten Schwertern aufgeführt und durch einige Bilder illustriert.

1. Schwert IR 3743

1.1 Übersicht



IR3743

Bezeichnung Antrag: Luri 2;

Altersbestimmung:

C-Konzentration C14 Probe: 0.38 %

C14 Alter: 1427 – 1303 calBCE

Metallographie:

Poliert, Nital und Oberhoffer geätzt

Ca. 220 Bilder im Lichtmikroskop

Ca. 50 Bilder im REM, inkl. div. EDX Analysen.

Typisches Rennofeneisen, inhomogene Struktur und C-Verteilung (Fig. 1-2); Globularer Zementit, keine Härtung, Verformung durch (Kalt?) Schmieden. Keine Hinweise auf Feuerschweißen.

Erhebliche Schlackeneinschlüsse (Fig. 2-3). Merklicher Ca Gehalt bei niedrigem K-Gehalt (Verhüttung mit Kalk?)

Härte zwischen 100 und 200 mHV.

Fig. 1-1: Schwert **IR3743** mit Hauptdaten.

Projekt: Altersbestimmung an Luristan Schwertern verbunden mit
metallographischen Untersuchungen

1.2 Illustrationsbilder zur Metallographie

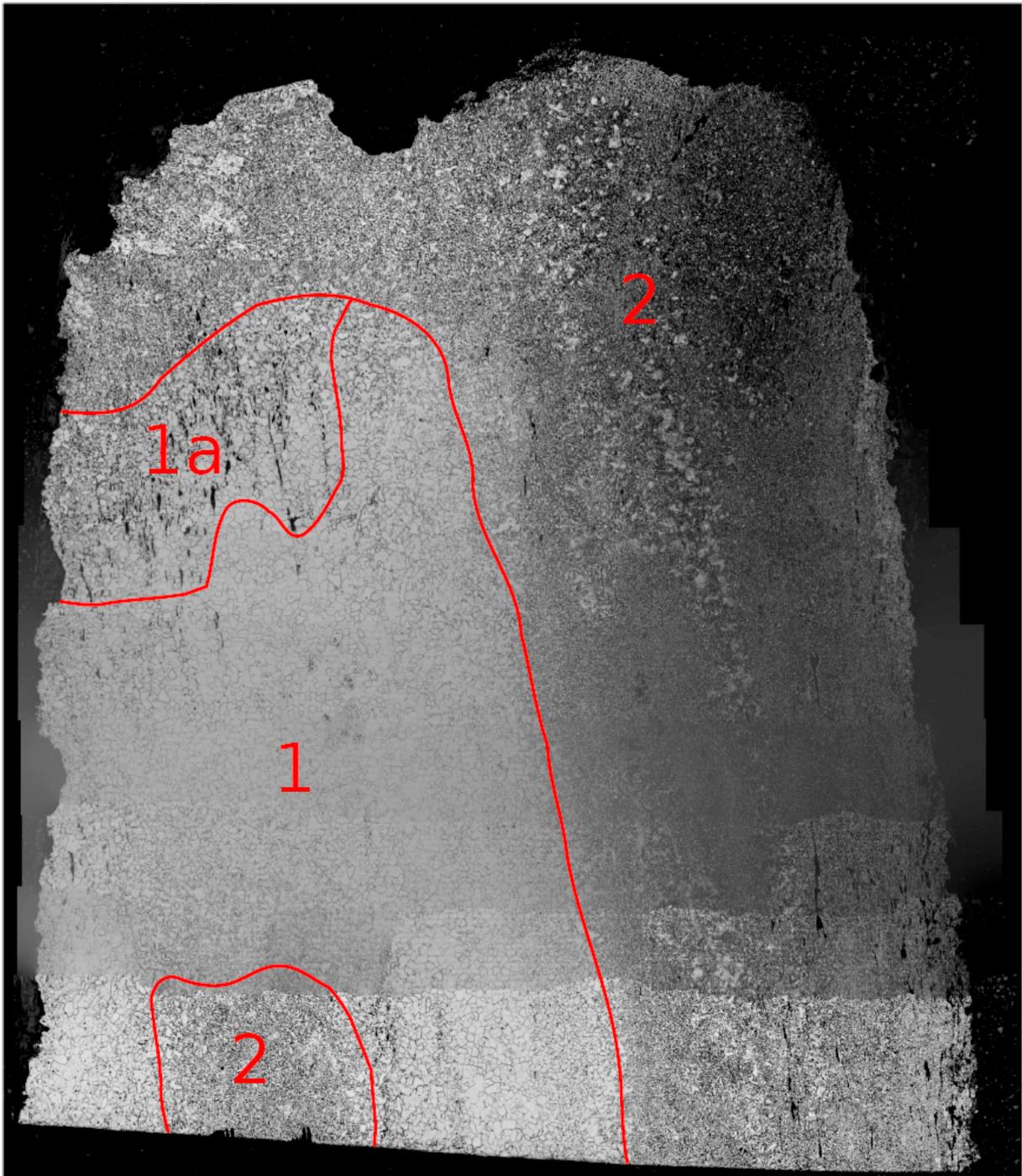


Fig. 1-2: Schwert IR3743. Übersicht der Nital-geätzten Probe. Aus zahlreichen Einzelbildern zusammengesetzt.

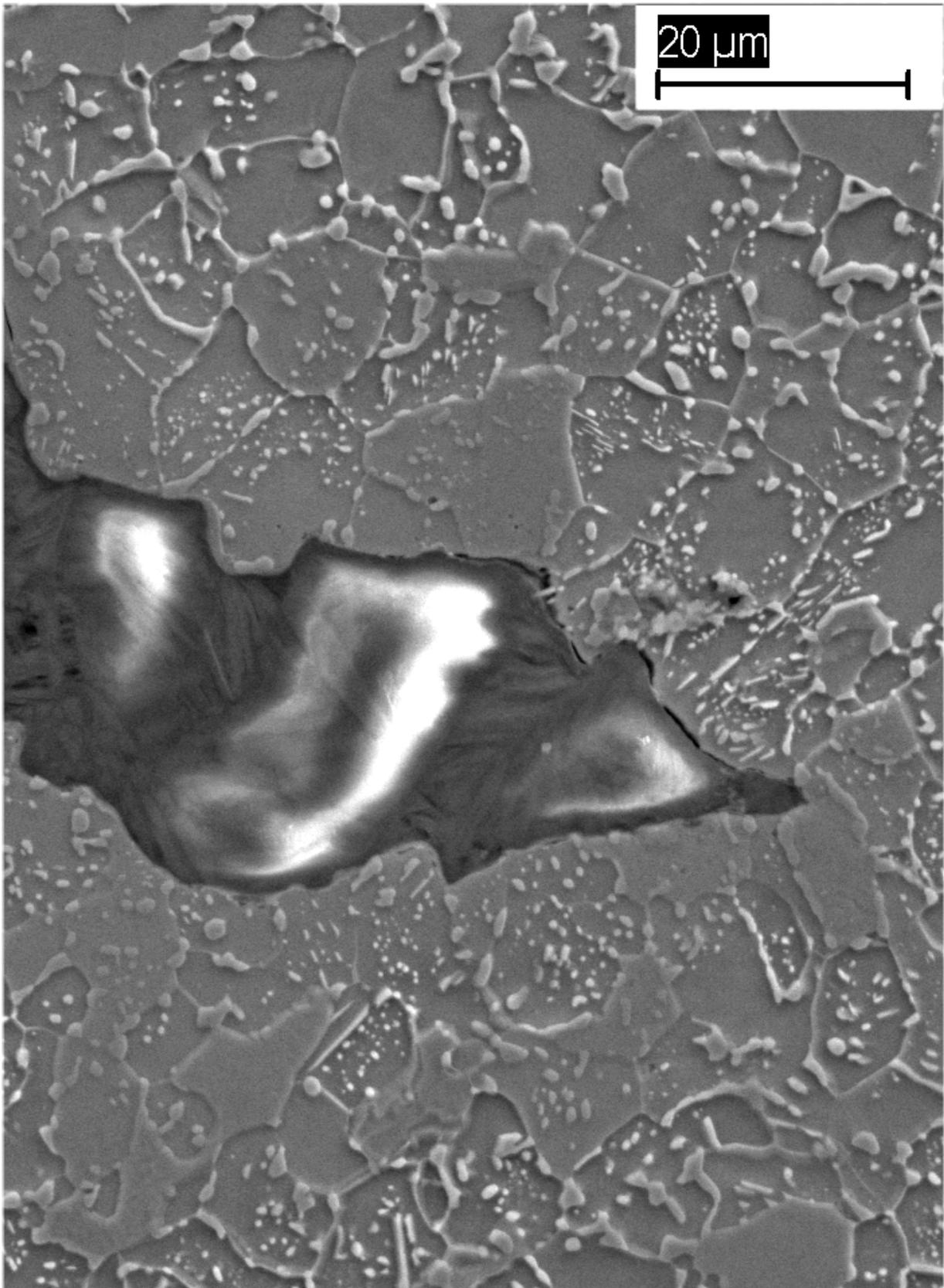


Fig. 1-3: Schwert IR3743. REM Aufnahme. Großer Schlackeneinschluss und globularer Zementit.

Projekt: Altersbestimmung an Luristan Schwertern verbunden mit metallographischen Untersuchungen

1.3 Daten zur Altersanalyse



KIA51495 Luristan Schwert

Eisen / Stahl - Schwert, Luristan Iran

Fraktion	PMC (korrigiert) [†]	Radiokarbonalter	d ¹³ C(‰) [‡]
161227-a, Eisen, Rückstand, 3,5 mg C	67,98 ± 0,20	3100 ± 25 BP	-21,90 ± 0,35
161227-b, Eisen, Rückstand, 2,4 mg C	67,77 ± 0,23	3125 ± 30 BP	-20,79 ± 0,46
Unterschied a-b:		23 ± 32 (~0,7 σ)	

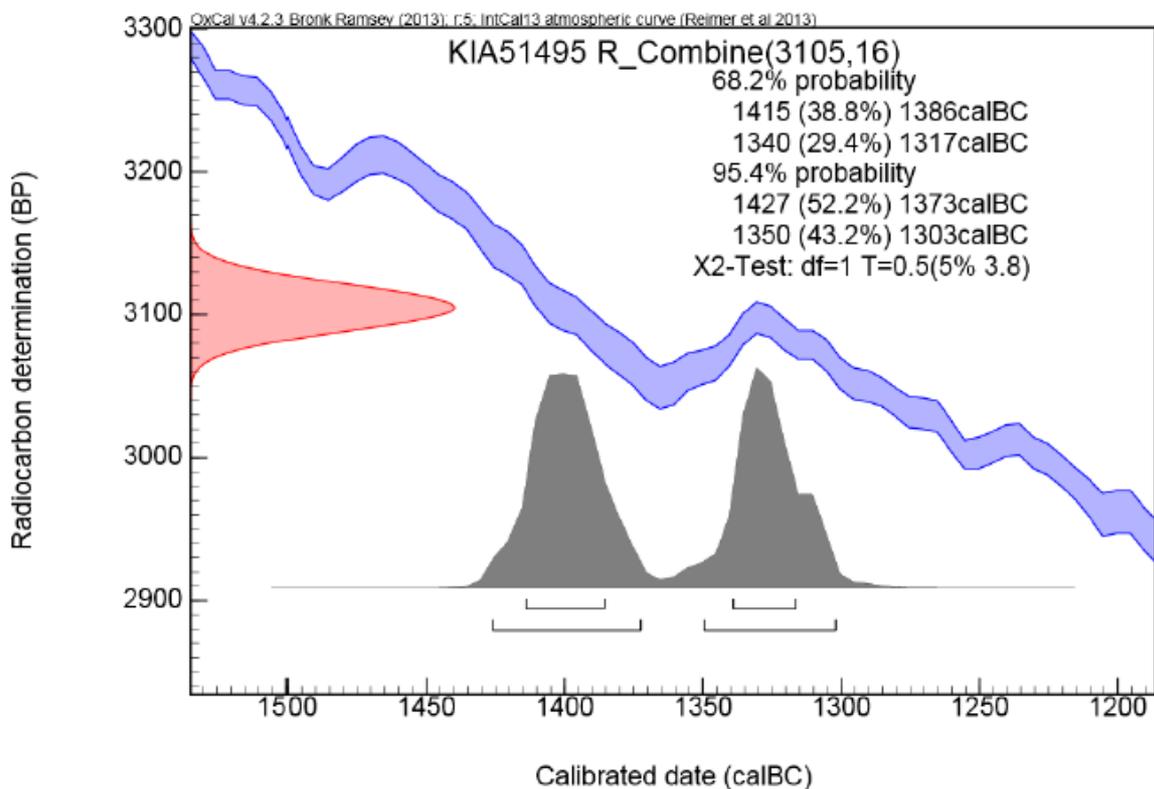


Fig. 1-4: Schwert IR3743. Probenentnahme und C14 Daten mit Kalibrierungskurve.

2. Schwert IR 3744

2.1 Übersicht



IR3744

Bezeichnung Antrag: Luri 5

Das „halbierte“ Schwert

Vor der Halbierung wurden keine Proben entnommen.

Auf eine Altersbestimmung nach der Halbierung wurde verzichtet, da keine neuen Erkenntnisse zu erwarten waren.

Analyse wg. Größe zunächst erschwert (passt nicht in Probenkammer REM etc.)
Kiel: Hälfte poliert und geätzt; Analyse läuft noch.

Bochum: Hälfte „makro“ geätzt. Eine erste Auswertung in Bochum zeigt spektakuläre Ergebnisse (Fig. 2-2).

Fig. 2-1: Schwert IR3744 mit Hauptdaten.

Projekt: Altersbestimmung an Luristan Schwertern verbunden mit metallographischen Untersuchungen

2.2 Illustrationsbilder zur Metallographie



Fig. 2-2: Schwerthälfte IR3744
Nital Ätzung Bochum

Die Hälfte eines Luristan-Schwertes wurde in Bochum untersucht. Das Schwert wurde in ein Epoxitharz gegossen und in Längsrichtung durch die Mitte in zwei Teilen durchgesägt. Um das Gefüge des Schwertes zu untersuchen, wurde das Stück mit 3 %-iger HNO_3 -Lösung geätzt. Leider konnte es vor dem Ätzen nicht poliert werden, da das Labor des Deutschen Bergbau-Museums nicht für solch große Stücke ausgerüstet ist. Eine Untersuchung unter dem Mikroskop bzw. Rasterelektronenmikroskop konnte ebenfalls nicht durchgeführt werden. Es konnte lediglich mit einem Digital Mikroskop von Keyence (VHX-2000) in 20-200 Vergrößerung untersucht werden. Das Schwert wurde aus einem Stück Stahl in der Schmiede hergestellt, d. h. der Angel und die Klinge sind in einem Stück geschmiedet, was dem Griff den nötigen Widerstand verleiht. Der Griff wurde zusätzlich tordiert, indem man ihn beim Schmieden gedreht hat. Das Schwert besteht aus mehreren dünnen Lagen, die nach dem ersten Blick unterschiedlich aufgekohlt sind (Bild 1-2). Es ist eine Art Damasttechnik, die man im ersten vorchristlichen Jahrtausend im Vorderen Orient kannte. Der Kohlenstoffanteil in den einzelnen Lagen variiert, vorsichtig abgeschätzt, zwischen 0,2 und 0,8 %. Die Schlackeneinschlüsse, die aus der Verhüttung stammen und Wüstitdendriten und silikatische Phasen (Fayalit?) enthalten, sind durch die Schmiedearbeit gelängt und verlaufen parallel zu den einzelnen Schichten (Bild 3). Es sind außerdem weitere Schlackenschichten, die vermutlich beim Schweißen der einzelnen Teile in der Schmiede entstanden und in Resten erhalten sind, vorhanden.

Um die Herstellungstechnik besser zu erfassen, müsste das Stück mit einer Computertomographie eingescannt werden.

Kurzbericht (Auszug) Bochum

3. Schwert IR 3745

3.1 Übersicht



IR3745

Bezeichnung Antrag: Luri 3

Altersbestimmung:

C-Konzentration C14 Probe: 0.01 %;
für Altersbestimmung grenzwertig.

C14 Alter: 1745 – 1533 calBCE

Metallographie:

Poliert, Nital und Oberhoffer geätzt
Ca. 260 Bilder im Lichtmikroskop
3 Bilder im REM, 12 EDX Analysen.

Typisches Rennofeneisen, inhomogene Struktur mit Zonen verschiedener Mikrostruktur; globulare und ungewöhnliche Zementitstrukturen. Keine Härtung; erhebliche Verformung durch Schmieden.

Erhebliche Schlackeneinschlüsse. Merklicher Ca Gehalt bei niedrigem K-Gehalt (Verhüttung mit Kalk?).

Härte zwischen 100 und 185 mHV

Fig. 3-1: Schwert **IR3745** mit Hauptdaten.

3.2 Illustrationsbilder zur Metallographie

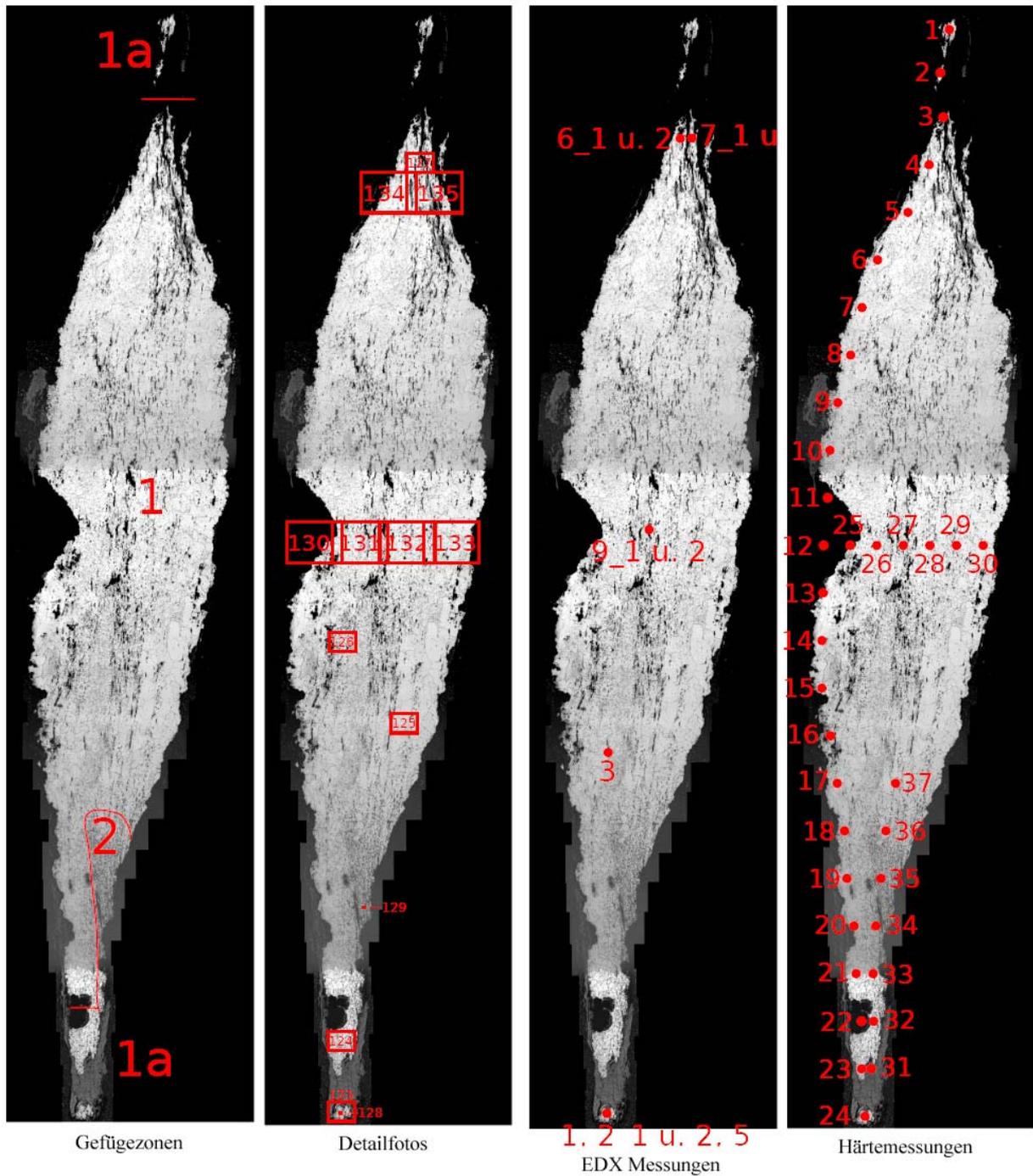


Fig. 3-2: Schwert IR3745. Übersicht der Nital geätzten Probe und Angaben zu weiteren Messungen.

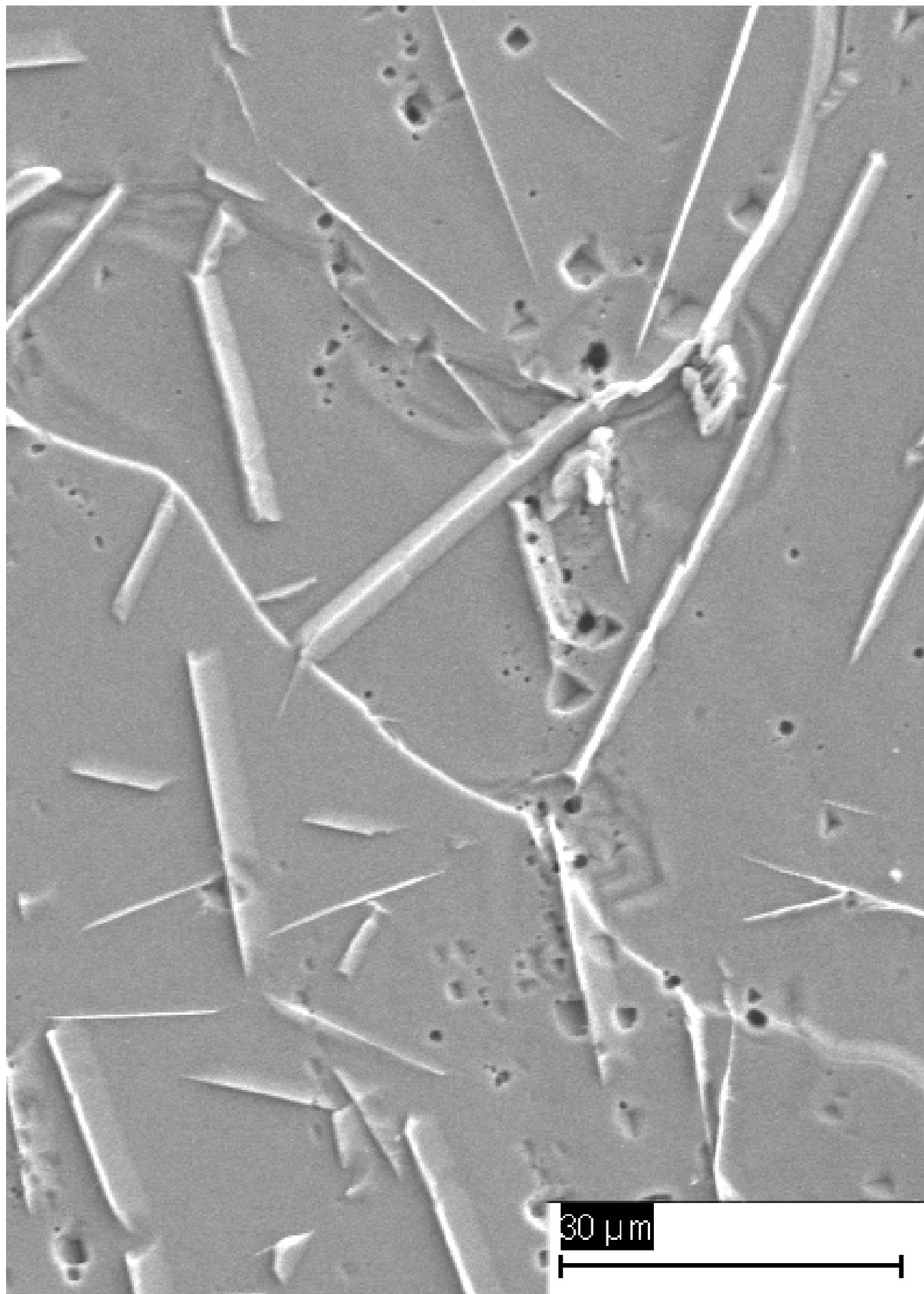


Fig. 3-3: Schwert IR3745. REM Aufnahmen ungewöhnlicher Zementit Strukturen.

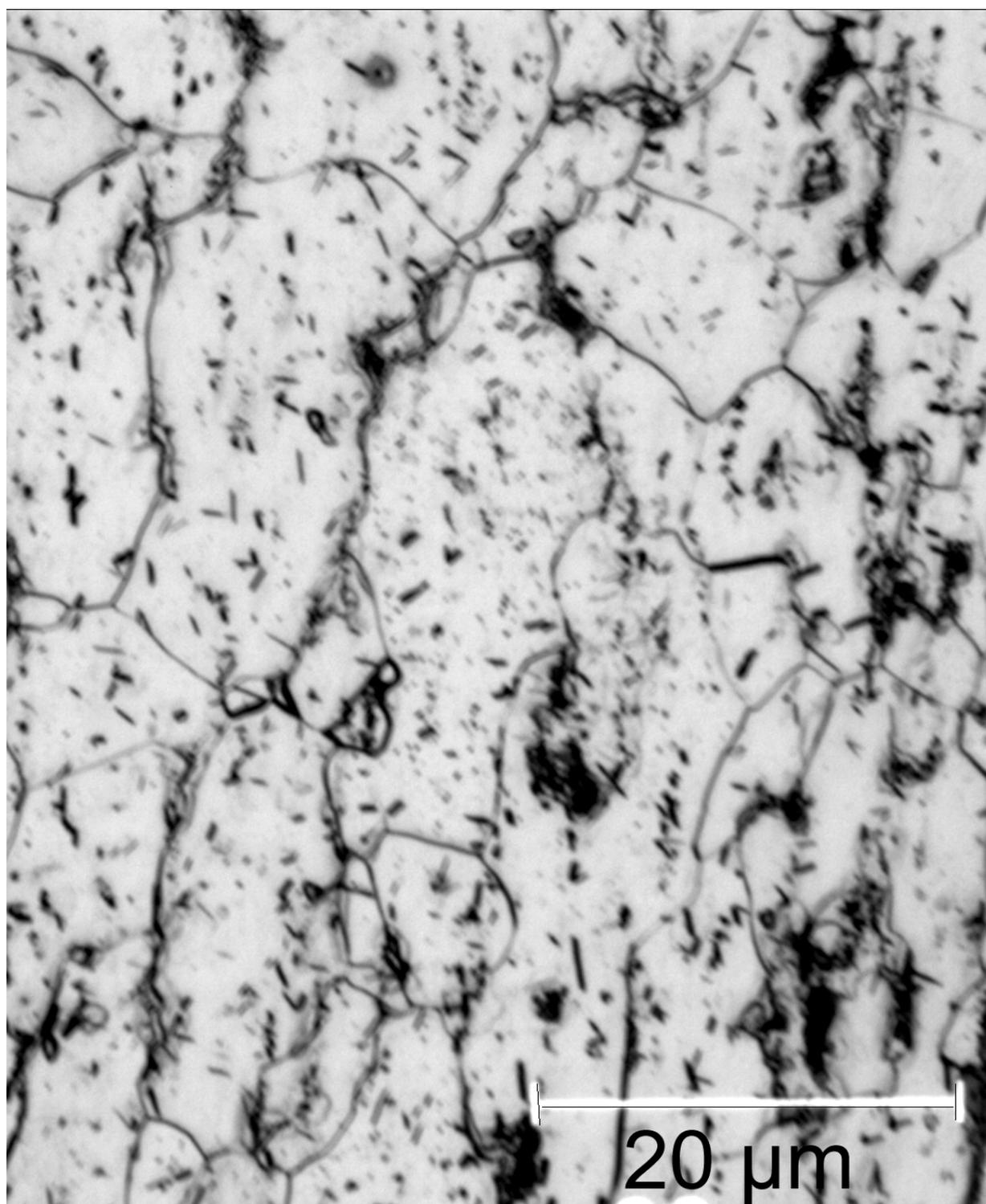


Fig. 3-4: Schwert IR3745. Unklare Struktur (P- Ausscheidungen?).

Projekt: Altersbestimmung an Luristan Schwertern verbunden mit metallographischen Untersuchungen

3.3 Daten zur Altersanalyse

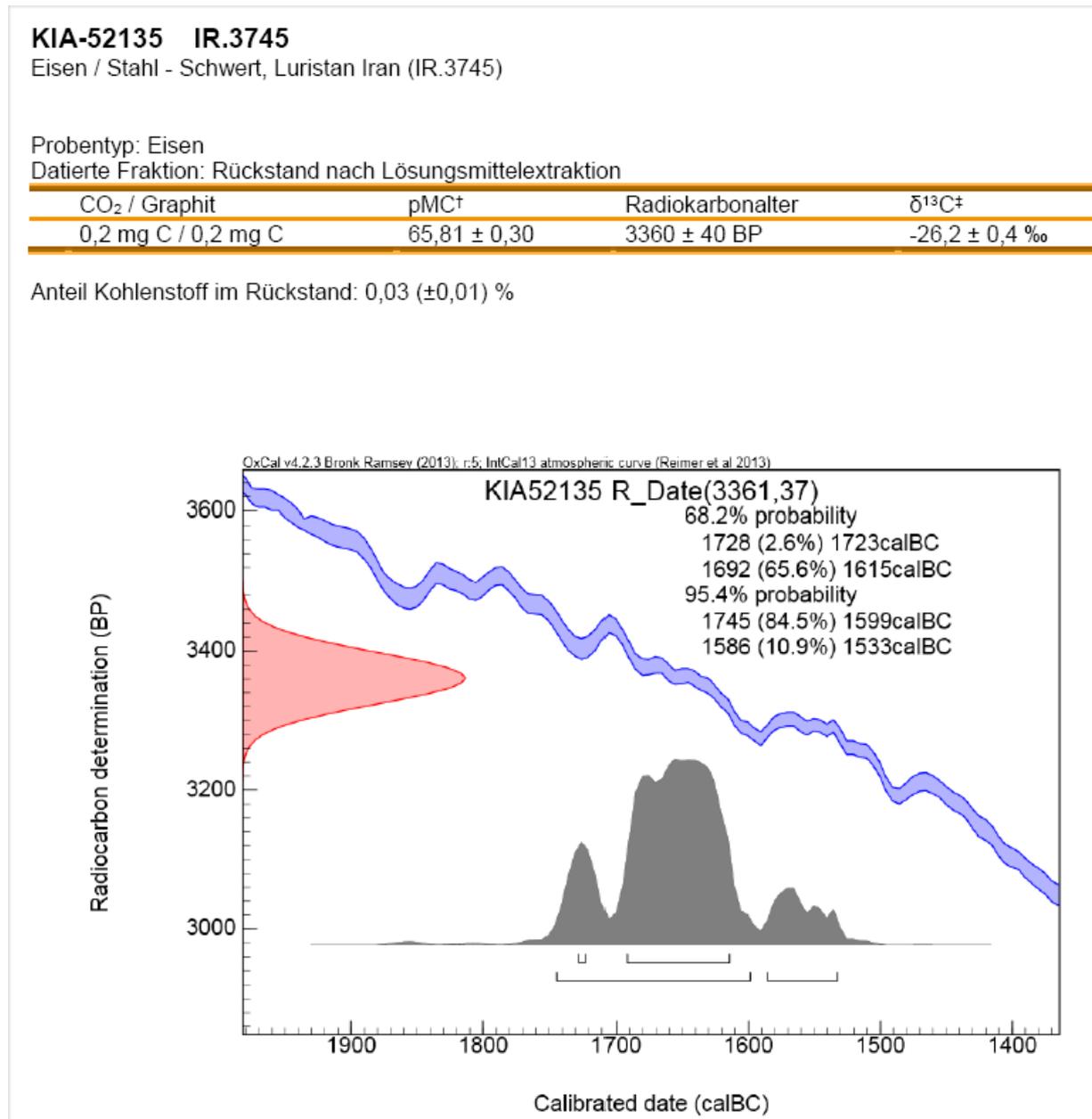


Fig. 3-5: Fig. 4-4: IR 3745 C14 IR 3746 Daten mit Kalibrierungskurve.

4. Schwert IR 3746

4.1 Übersicht



IR3746

Bezeichnung Antrag: Luri 4

Altersbestimmung:

C-Konzentration C14 Probe: 0.6 %

C14 Alter: 1006 – 901 calBCE

Metallographie:

Es wurden zwei Proben entnommen (a und b).

Poliert, Nital und Oberhoffer geätzt

Ca. 440 Bilder im Lichtmikroskop

Ca. 10 Bilder im REM, inkl. vieler. EDX Analysen.

Typisches Rennofeneisen, inhomogene Struktur; C-Konzentration in Bereich 1 sehr hoch (< 0,7 %). Beide Proben sind (erstaunlicherweise) sehr ähnlich

Härte zwischen 118 und 228 mHV.

Verbleib: Das Schwert wurde bereits an das Museum in Brüssel übereignet, da es dringender Konservierungsmaßnahmen bedurfte.

Fig. 4: Schwert IR3746 mit Hauptdaten.

4.2 Illustrationsbilder zur Metallographie

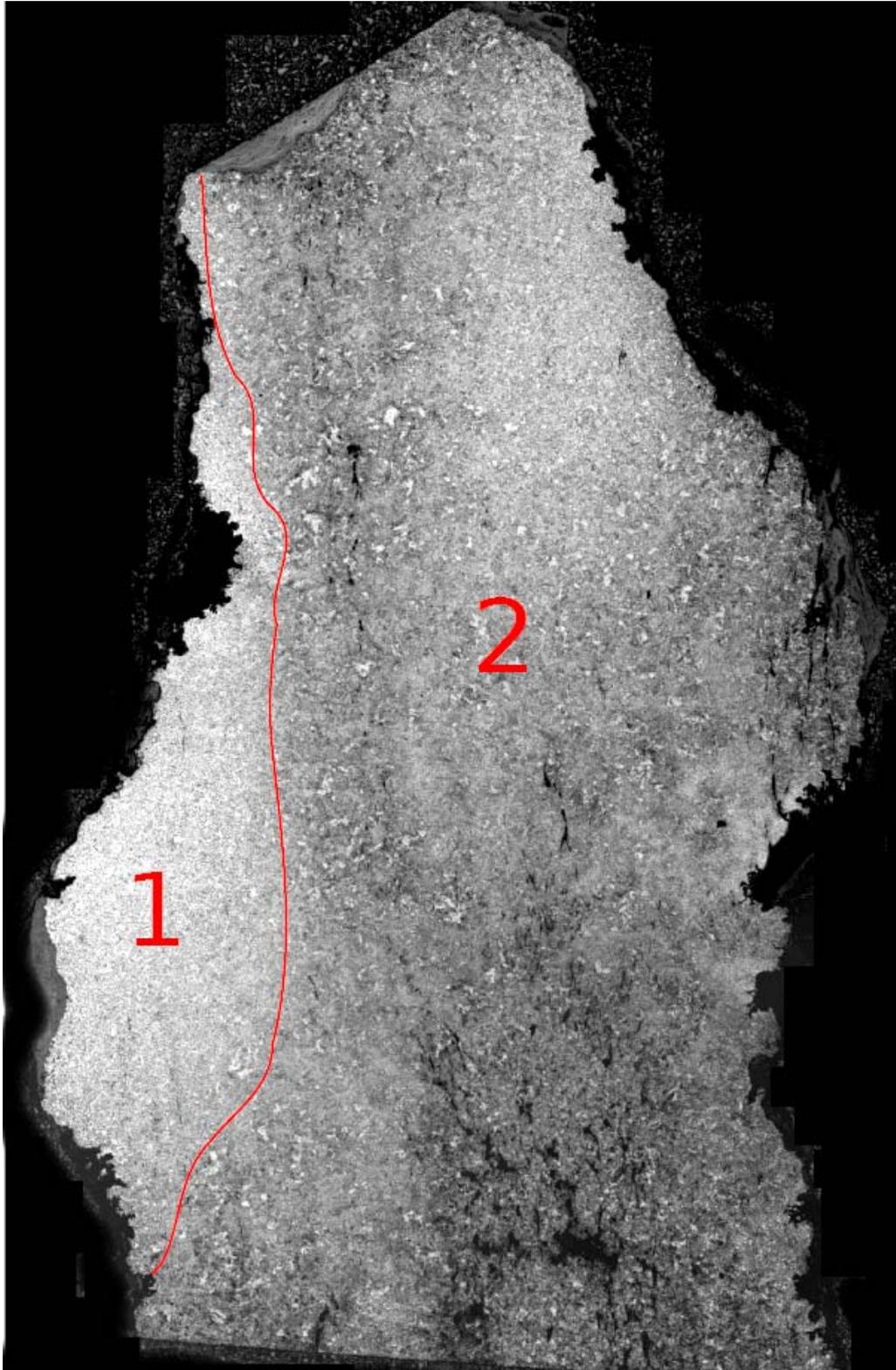


Fig. 4-1: Schwert IR3746. Übersicht der Nital-geätzten Probe. Aus zahlreichen Einzelbildern zusammengesetzt.

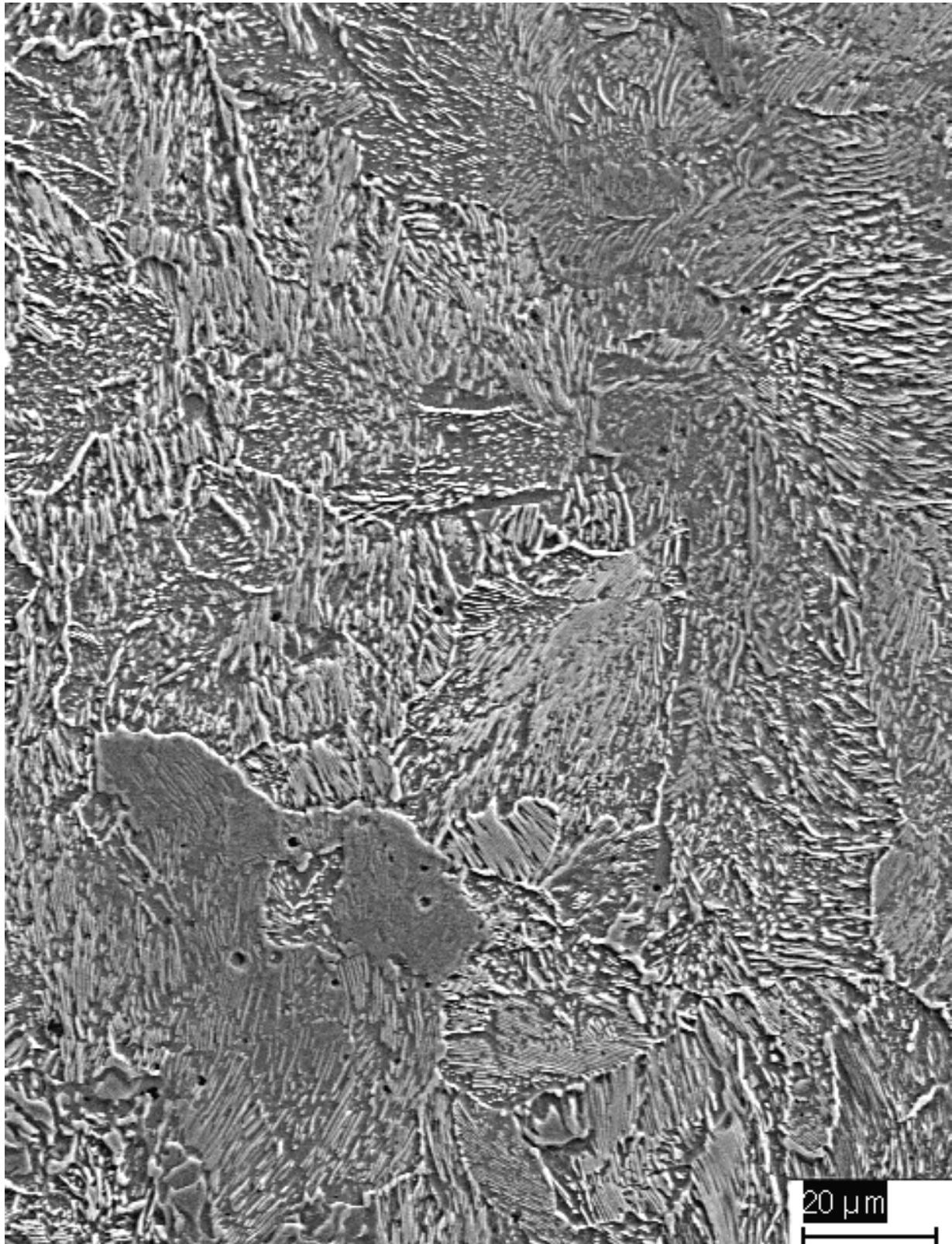


Fig. 4-2: Schwert IR3746. REM Aufnahme zeigt dichtes Perlitgefüge im Bereich 1.

**Projekt: Altersbestimmung an Luristan Schwertern verbunden mit
metallographischen Untersuchungen**

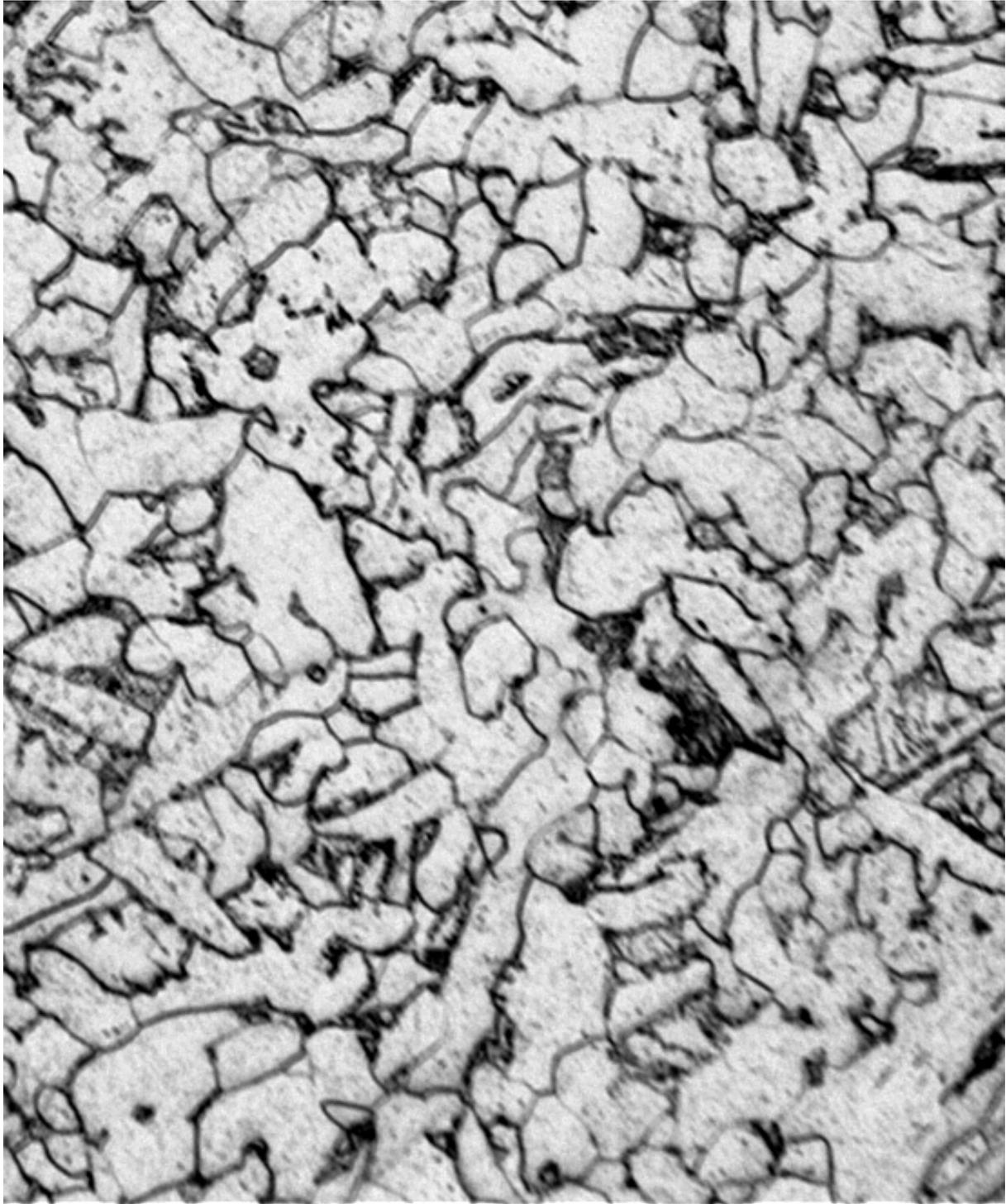


Fig. 4-3: Schwert IR3746. Ferritgefüge mit wenig Perlit im Bereich 2.

Projekt: Altersbestimmung an Luristan Schwertern verbunden mit metallographischen Untersuchungen

4.3 Daten zur Altersanalyse

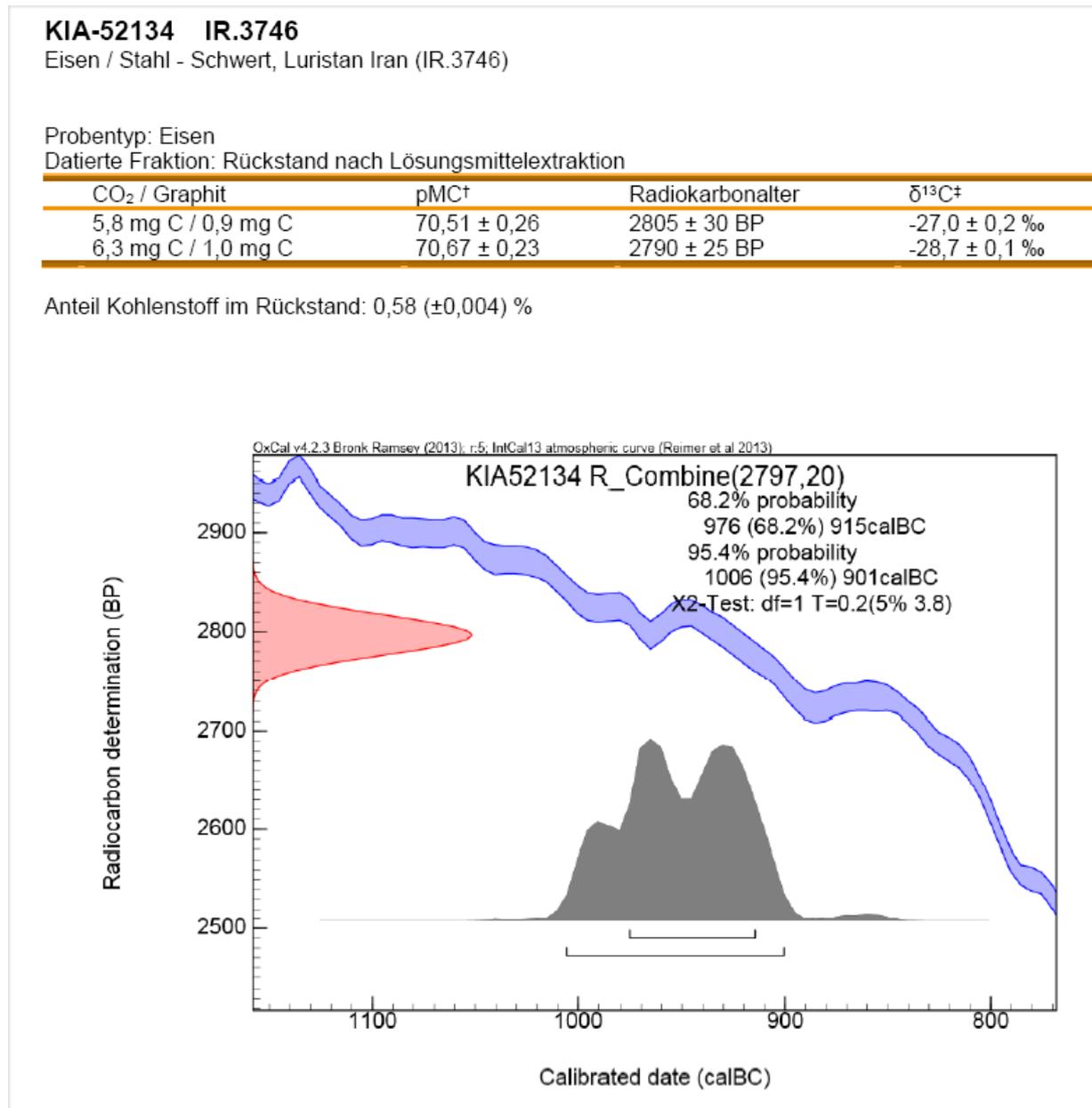


Fig. 4-4: C14 IR 3746 Daten mit Kalibrierungskurve.

Projekt: Altersbestimmung an Luristan Schwertern verbunden mit metallographischen Untersuchungen

4.4 Zum Verbleib

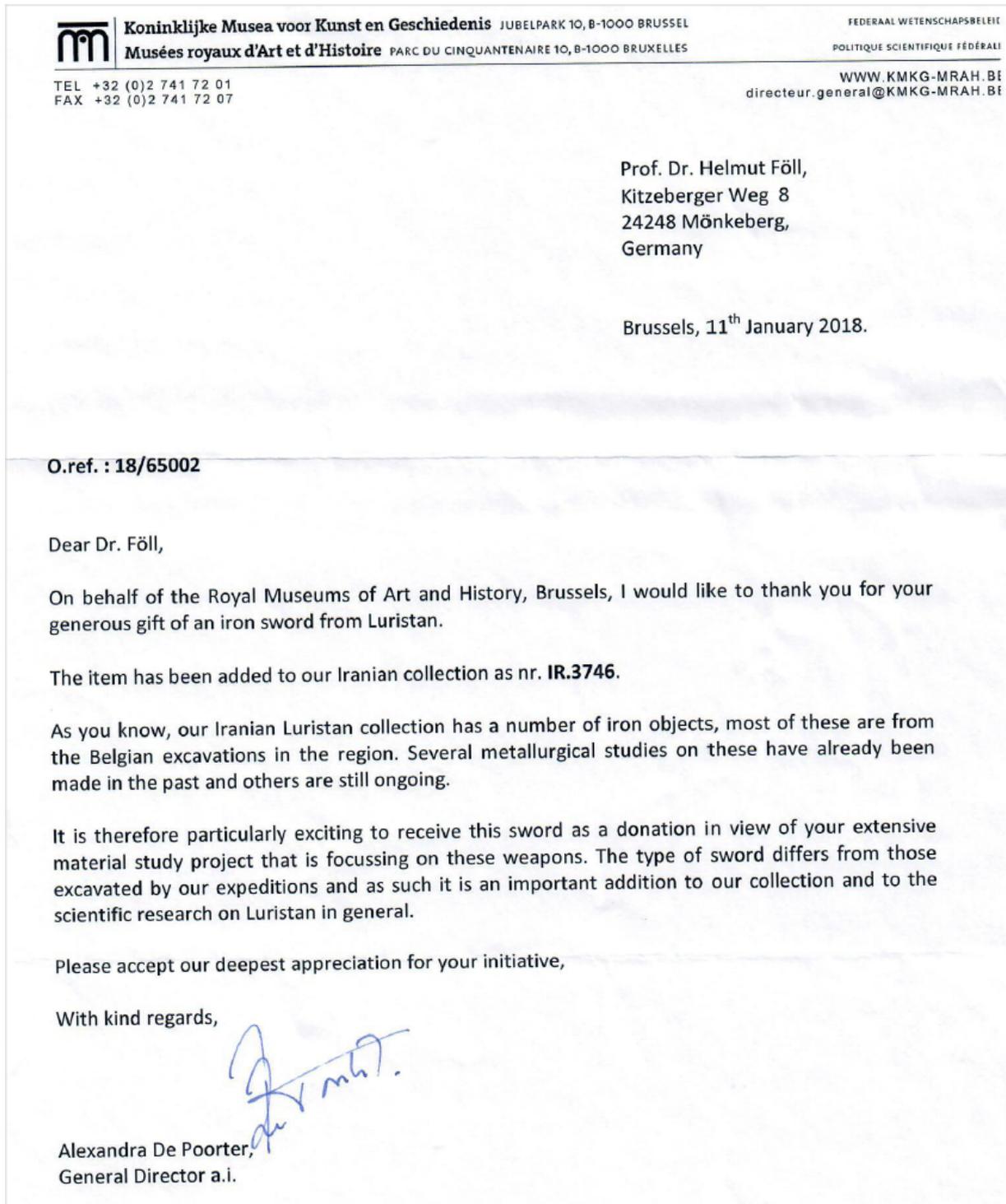


Fig. 4-5: IR 3746 ist jetzt im Brüsseler Museum.