

# Die Auswertung der CT-Daten

Andrea Tröller-Reimer

**Zusammenfassung** Um schon vor der Restaurierung Aufschluss über Details und die Konstruktion zu erhalten wurden CT-Aufnahmen des Schwertes erstellt. Mittels des Computerprogramms VG Studio MAX, Version 2.2, wurden die erstellten Daten ausgewertet. Zielsetzung war es, Fragen zur Herstellung der Klinge, der Inschrift und zum Aufbau des Schwertknaufs zu klären.

**Schlüsselwörter** CT-Analyse, Konstruktionsdetails

## *Evaluation of the CT data*

**Abstract** *CT scans of the ULFBERHT-sword were made before beginning restoration work in order to shed light on details and mode of construction. The CT data was evaluated using the computer programme VG Studio MAX, version 2.2. The objective was to examine particular features connected with the production of the blade, the inscription, and the makeup of the pommel.*

**Keywords** *CT analysis; construction details*

Zeitnah nach Einlieferung des Schwertes in die archäologische Restaurierungswerkstatt des NLD wurden an der Universität Hannover<sup>1</sup> CT-Aufnahmen des ULFBERHT-Schwertes gemacht. Die Zielsetzung war über den Scan detailliertere Informationen zu Aufbau und zu Herstellung der Klinge zu erhalten. Das Programm, das zur Auswertung der Daten verwendet wurde, trägt die Bezeichnung VG Studio Max, Version 2.2<sup>2</sup>.

Dabei standen Fragen zur Schmiedetechnik bzw. Materialzusammensetzung der Klinge, zur Ausführung der Inschrift und zum Aufbau des Schwertknaufs im Mittelpunkt des Interesses.

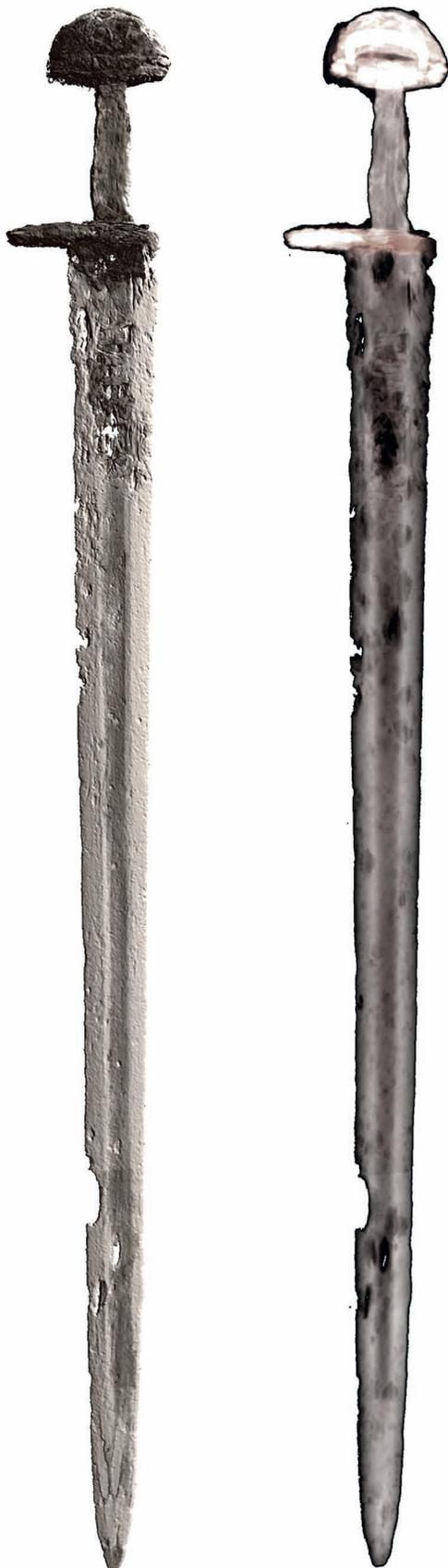
## Die Schwertklinge

Bereits makroskopisch lassen sich korrosionsbedingte Fehlstellen auf beiden Klingenseiten identifizieren (*Abb. 1*). In der Röntgendarstellung zeigen sich noch weitere Details und dunkle Bildbereiche mit Materialschwächungen, die vorher nur teilweise sichtbar waren (*Abb. 2*). Als erste Information waren dies wertvolle Hinweise für die Restaurierung.

Um nähere Hinweise zur Herstellung der Klinge zu erhalten, wurden, beginnend am Heft, an mehreren Stellen Längsschnitte angefertigt. Die daraus resultierenden Ansichten sind jedoch nicht sehr detailgenau und leicht unscharf. Die Ursache hierfür liegt in der Auflösung des Scans. Bei genauer Betrachtung lässt sich jedoch in der Mitte der Längsschnitte ein weitgehend zusammenhängender dunklerer Bereich ausmachen, der vermuten lässt, dass die Klinge aus einem Stück gefertigt wurde (*Abb. 3*). In keiner Schnittebene sind sichtbare Hinweise auf Damaszierungen zu erkennen.

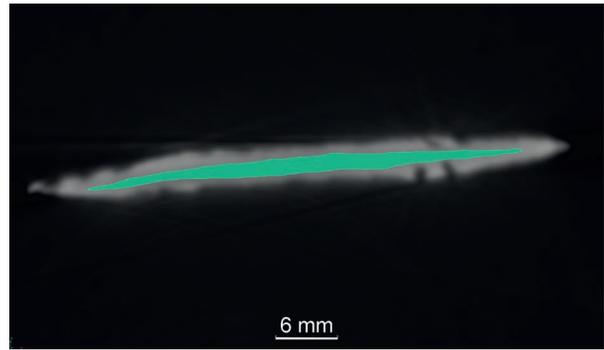
<sup>1</sup> Institut für Mehrphasenprozesse, Zentrum für Biomedizintechnik, Leibniz Universität Hannover, Callinstr. 36, 30167 Hannover, Frau Prof. Dr. Ing. B. Glasmacher, Herr Dipl.-Ing. A. Meinken.

<sup>2</sup> Programm der Firma Volume Graphics GmbH, Wieblinger Weg 92a, 69125 Heidelberg. Alle Abbildungen dieses Beitrages wurden mit dem Programm erstellt (Grafik: A. Tröller-Reimer).



**Abb. 1** Gesamtansicht des Schwertes mit der ULFBERT-Inschrift.

**Abb. 2** Röntgenansicht des Schwertes (rechts).



**Abb. 3** Der durchgehend dunklere Bereich im Schnittbild der Schwertklinge (farbig hervorgehoben).

## Die Inschrift

Parallel zu den Arbeiten an der Klinge fand die Auswertung und Untersuchung der Inschrift statt. Um diese für den Betrachter besser lesbar zu machen, war es notwendig, die Magnetitschicht etwas „herunterzurechnen“, um überlagernde Korrosionsprodukte auszublenden. Die Inschrift auf der Klingenvorderseite lässt sich dadurch wesentlich deutlicher darstellen (*Abb. 4*). An einigen Stellen ist anhand der Überlagerungen deutlich zu erkennen, in welcher Reihenfolge die Einbringung der Einlagen erfolgte (*Abb. 5*). Die rückseitige Symbolik war ein weiteres Kriterium für die typologische Einordnung des Schwertes (*Abb. 6*).

Weiterführend wurde versucht, durch Schnittlegungen im Bereich der Inschrift herauszufinden, ob die Buchstaben sich durch unterschiedliche Grauwerte gegen den Schwertkorpus abheben. Dies war in der 3D-Ansicht jedoch nicht der Fall. Auch die Messung der Grauwerte lieferte keine signifikanten Ergebnisse (*Abb. 7*). Somit konnte in diesem Fall über die CT-Werte keine Klarheit geschaffen werden, ob die Buchstaben aus einem anderem Material bestehen als die Klinge<sup>3</sup>.

In den 2D-Schnittbildern zeichnet sich die Kontur der Buchstaben jedoch minimal gegenüber dem Untergrund ab, sodass hier anhand der seitlichen Einkerbungen die Tiefe der Buchstaben und Symbole exakt nachvollzogen werden kann. Die bis dato an verschiedenen Stellen gemessenen Werte variieren von ca. 1,6 bis 1,9 mm (*Abb. 8–9*).

<sup>3</sup> Dieser Nachweis konnte im Weiteren durch das Institut für Anorganische Chemie, Leibniz Universität Hannover, erbracht werden (vgl. den Beitrag von R. Lehmann).



**Abb. 4** Teilbereich der Vorderseite des Schwertes mit der ULFBERHT-Inschrift.



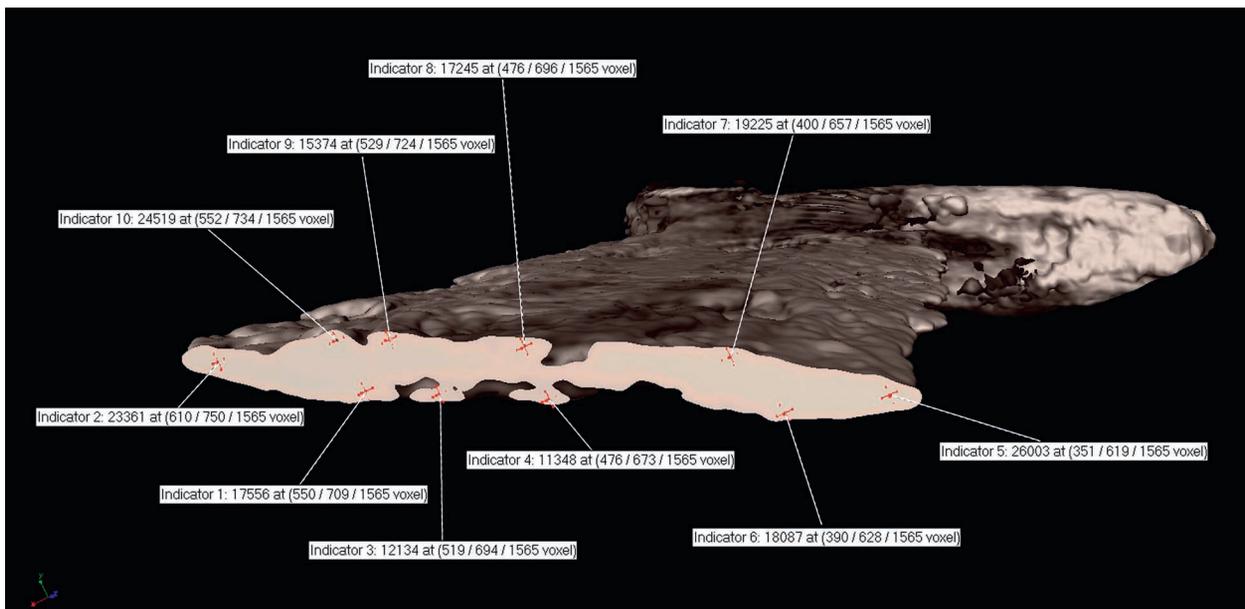
**Abb. 6** Teilbereich der Rückseite des Schwertes.



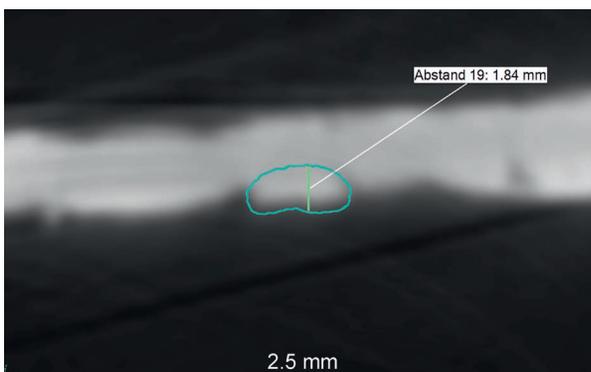
**Abb. 5** Überlagerungen an den rückseitigen Einlagen.

Neben der deutlich sichtbaren seitlichen Begrenzung ist die Tiefe der Inschrift kaum zu erkennen und nur durch eine dünne, leicht hellere Linie gegenüber dem Untergrund zu identifizieren. An den bisher untersuchten Schnitten zeigt sich generell eine eher unregelmäßige Begrenzung, oft in Form einer leichten Wölbung (*Abb. 10*). Dies deutet darauf hin, dass vor dem Aufbringen der Buchstaben keine Vertiefung in die Klinge eingebracht worden ist, denn dann wären die Konturen präziser und regelmäßiger.

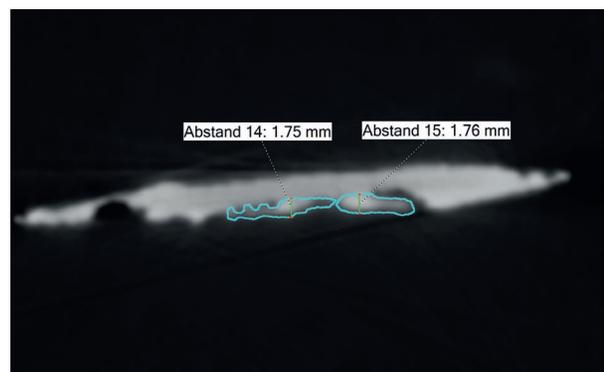
Um die Inschrift als kompletten eigenständigen Bereich zu erfassen, werden derzeit in allen Schnittbildern die in Frage kommenden Bereiche markiert und aus den Werten ein eigener Bereich besonderen Interesses (Region of Interest, ROI) erzeugt. Ist die ROI erstellt, ermöglicht dies eine farbliche Absetzung dieser Region (*Abb. 11*). Nach vollständiger Erfassung des Schriftbereichs kann eine Volumenmessung gestartet werden, um zu errechnen, wie viel Material für die Einlegearbeiten verwendet wurde.



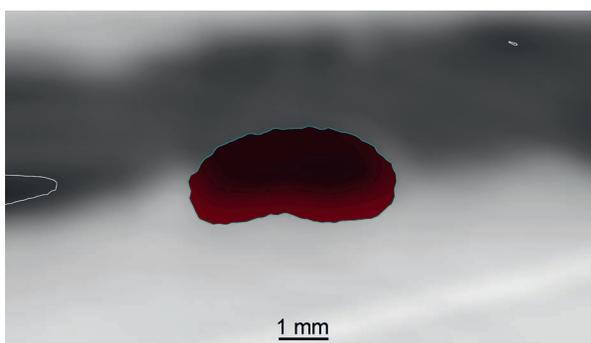
**Abb. 7** Schnitt im Bereich des ersten Kreuzes mit Grauwertmessungen am Schwert und dem Kreuz.



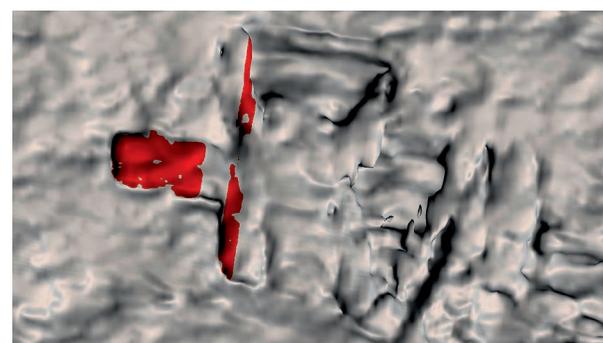
**Abb. 8** Querschnitt der Inschrift im Bereich des ersten Kreuzes mit Begrenzungsmarkierung und Vermessung.



**Abb. 9** Querschnitt der Inschrift im Bereich des ersten Kreuzes mit Begrenzungsmarkierung und Vermessung.



**Abb. 10** Farbiger markierter Schriftquerschnitt im Bereich des Kreuzes (ROI) mit darunterliegendem helleren Begrenzungsbereich.



**Abb. 11** 3D-Darstellung der Inschrift-Teile, die als ROI erfasst wurden.



Abb. 12 Virtuelle Freilegung des Schwertknaufs in drei Schritten.

### Der Knauf

Um die Konstruktion des Knaufes zu ermitteln, wurde für eine erste Untersuchung das Material Schicht für Schicht in der 3D-Ansicht „heruntergerechnet“. So ließ sich recht schnell die Trennung der Bügelkappe von der Knaufplatte erkennen. In der Folge zeigten sich die ersten Ansätze des Bügels (Abb. 12).

Legt man einen Querschnitt durch die Knaufmitte, erkennt man entlang der Mittelachse das Heft des Schwertes, welches durch Abflachung mit der horizontal liegenden Bügelplatte verbunden ist. Der Bügel selbst läuft an den Enden spitz zu. Es ist keinerlei Vernietung an den Bügelenden zu erkennen (Abb. 13).

Der Durchmesser des im Schnitt vierkantigen Bügels beträgt an den spitz zulaufenden Enden etwa 3 mm und an den breitesten Stellen etwa 10 mm (Abb. 14).

Auffällig ist der Verlauf eines Bleches unterhalb des Bügels, das sich bis zu den Ansätzen des Bügels oberhalb der Knaufplatte zu ziehen scheint. Bei genauerer Betrachtung verläuft dieses Blech nicht nur unterhalb des Bügels, sondern auch im oberen Bereich der Bügelkappe, sodass die Wandung des Knaufs in diesem Bereich die doppelte Stärke aufweist (Abb. 15–16). Unklar bei der gesamten Konstruktion ist die Befestigung der Bügelkappe auf der Knaufplatte. Detailliertere Informationen könnte man eventuell durch Micro CT-Untersuchungen gewinnen. Diese stehen derzeit noch aus.



Abb. 13 Mittiger Schnitt durch den Knauf.

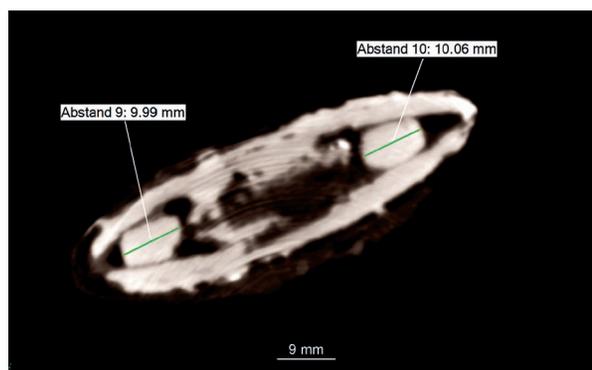
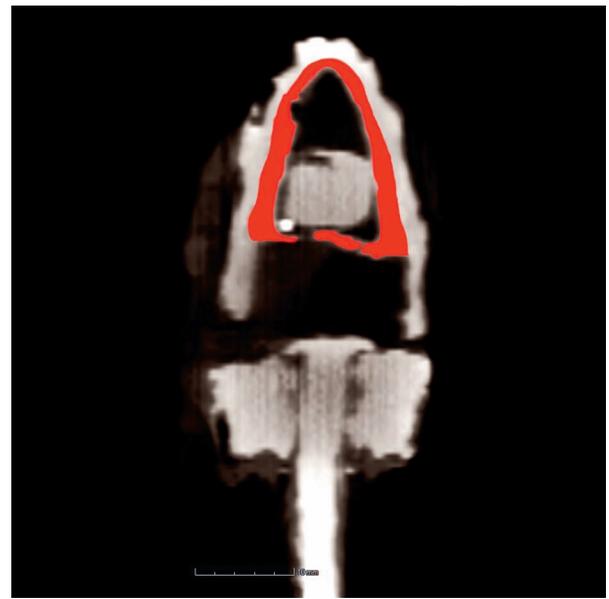
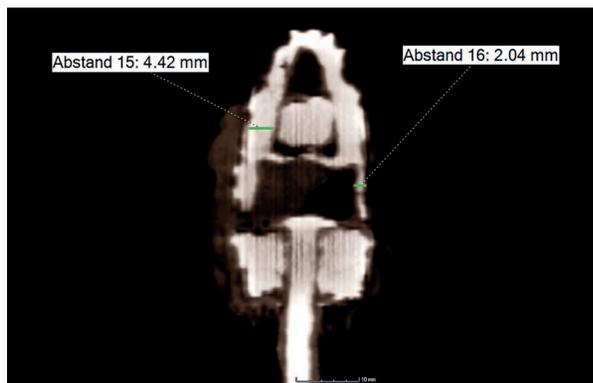


Abb. 14 Querschnitt und Durchmesser des Bügels.



**Abb. 15** Messungen an der Bugelkappe.

**Abb. 16** Blech unter dem Bugel (rot markiert) und die Innenwandung der Kappe.