

# GEOMAGNETISCHE PROSPEKTION 2002 BIS 2005 IN DER UNTERSTADT VON TROIA

*Christian Hübner und Stefan Giese*

## ZUSAMMENFASSUNG

Zwischen 2002 und 2005 wurde während vier geophysikalischer Messkampagnen, ausgeführt durch die Freiburger Firma Giese, Grubert & Hübner GbR (GGH), eine Fläche von 40 ha geomagnetisch vermessen. Zusammen mit den älteren Arbeiten von Hans Günter Jansen (1988–1997), Helmut Becker (1993–1994) und Norbert Blindow (1998–1999) steht nun erstmals eine flächendeckende geomagnetische Karte der Unterstadt Troias zur Verfügung.

Die Messungen wurden mit einem Cäsium-Magnetometer durchgeführt. Bei den Messungen wurden der magnetische Gradient und das Totalfeld simultan erfasst und die Daten in einem Geografischen Informationssystem (GIS) ausgewertet. Somit können die Daten direkt mit den Ergebnissen des Surveyprojekts, geleitet von Peter Jablonka,<sup>1</sup> verglichen werden.

Herausragende Ergebnisse wurden bei der Kartierung des römisch-hellenistischen<sup>2</sup> Stadt- und Straßensystems gewonnen. Der potenzielle Nachweis der südlichen Begrenzung durch Teile der Stadtmauer und mindestens einer Toranlage konnte erbracht werden. Zahlreiche Hinweise auf Verhüttungsplätze, Brand- oder Herdstellen (Hochtemperaturbereiche) sowie auf unzählige Gebäudestrukturen, Gräben, Wasserleitungen und Nekropolen wurden bei der Auswertung des Magnetogramms detektiert. Dies liefert eine wichtige Grundlage für das Surveyprojekt und für gezielte Ausgrabungen.

## ABSTRACT

Between 2002 and 2005 a surface area covering 40 ha was surveyed in four geomagnetic prospection surveys conducted by the firm of Giese, Grubert & Hübner GbR (GGH) of Freiburg, Germany. Combined with the earlier work done by Hans Günter Jansen (1988–1997), Helmut Becker (1993–1994) and Norbert Blindow (1998–1999), these surveys have made available a complete geomagnetic map of the Troia Lower City.

The survey was carried out with a caesium magnetometer. The surveys recorded the magnetic gradient and the total field simultaneously and evaluated the data thus obtained in a Geographic Information System (GIS). This made it possible to compare the data directly with the results of the survey project carried out by Peter Jablonka.<sup>1</sup>

Outstanding results were obtained from mapping the Roman-Hellenistic<sup>2</sup> city and street system. Verification of the southern boundary being formed by part of the City Wall and at least one gate was obtained. Numerous indications of smelters, fireplaces and hearths (high temperature areas) as well as innumerable built structures, ditches, water mains and several necropolises were detected while the magnetogram was being evaluated. These findings provide a significant basis for the survey project and for focused excavation.

In den Jahren 2002 bis 2005 führten wir vier geomagnetische Messkampagnen in Troia durch. Abhängig von der Zugänglichkeit der bewirtschafteten Flächen konnten in 15 Wochen Geländearbeit 40 ha vermessen werden, wobei eine Strecke von etwa 800 km abgelaufen wurde. Zielsetzung war, die vorausgegangenen Messungen von Hans Günter Jansen (1988–1997), Helmut Becker (1993–1994) und Norbert Blindow (1998–1999) zu ergänzen beziehungsweise mit einem neueren und genaueren Messgerät erneut zu untersuchen. Nach Abschluss der Messungen im Jahre 2005 steht nun erstmals eine flächendeckende geomagnetische Karte der Unterstadt von Troia zur Verfügung.

Zum Einsatz kam ein Cäsium-Magnetometer Geometrics G-858 mit Basisstation Scintrex Envimag zur Korrektur der Tagesvariation. Dieser Magnetometer bietet eine Auflösung von 0,1 Nanotesla. Um den Messfortschritt zu erhöhen, kombinierten wir 2005 zwei Cäsium-Magnetometer gleichen Typs. Hierzu waren beide Magnetometer auf einem Tragegestell angebracht und parallel im Einsatz, siehe Abb. 1. Die Sondenpaare waren jeweils in 1 m Abstand vertikal angeordnet mit 0,4 m Distanz zur Geländeoberkante. Die Messungen wurden in einem Raster von 0,50 x 0,15 m erfasst. Veranschaulichend sei erwähnt, dass auf einer Fläche von 50 x 50 m etwa 33 000 Punkte gemessen werden. Insgesamt ergibt dies bei einer Gesamt-

fläche von 40 ha ungefähr 5,3 Millionen Messpunkte. Durch die Konfiguration der Sonden übereinander konnten Totalfeld und Gradient gleichzeitig gemessen werden.



Abb. 1 Zwei-Spur Caesiummagnetometer in Gradientenanordnung im Feld.

Dadurch war eine Vergleichbarkeit zu den vorangegangenen Messungen gewährleistet.

Die Auswertung und Interpretation der Messergebnisse erfolgte in einem Geografischen Informationssystem (GIS) und konnte somit in enger Abstimmung mit den archäologischen Survey-Teams erfolgen, die ihre Ergebnisse ebenfalls in einem GIS aufbereiten und auswerten.

Die Messflächen umfassen den östlichen Teil der Unterstadt bis zu dem Zaun, der das Grabungsschutzgebiet gegen die moderne Ortschaft Tefikiye abgrenzt. Zusätzlich wurde ein Gebiet weiter im Osten untersucht, wo das Museum geplant ist. Im Südosten limitierte in etwa die Straße Tefikiye nach Kalafat die Untersuchung. Im Süden, weit über das Grabungsschutzgebiet hinaus, wurde die Messung südlich der Stadtmauer fortgesetzt. Grund hierfür war, außerhalb liegende Aktivitätsbereiche oder extramurale Gräberfelder zu detektieren. Begrenzend im Norden liegt der Siedlungshügel der Oberstadt beziehungsweise der Steilabhang zur Schwemmlandebene des Skamanders/Simoeis, im Westen die bereits bearbeiteten Prospektionsgebiete.

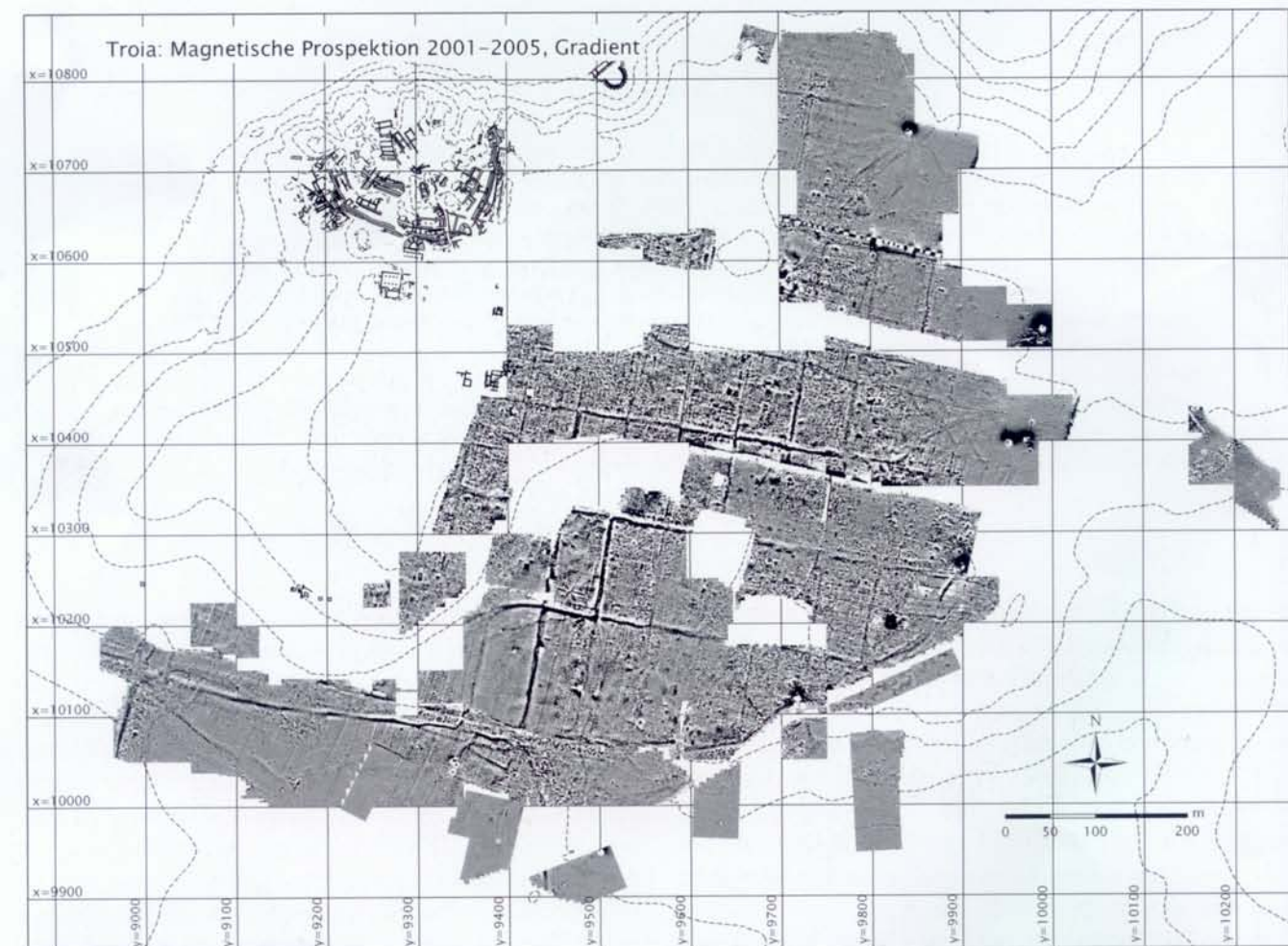


Abb. 2 Übersicht Gradient (Cäsiummagnetometer G 858, Gradiometeranordnung  $h=0,3-1,3$  m, Empfindlichkeit  $0,1$  nT, Raster  $0,5 \times 0,15$  m, interpoliert auf  $0,25 \times 0,25$  m, Dynamik  $-10/10$  nT in 256 Graustufen von weiß nach schwarz).



Die Flächen waren teilweise eng mit Bäumen bewachsen und erst nach entsprechender Vorbereitung zugänglich. Allerdings gab es auch Flächen, auf denen eine Begehung mit dem Messgerät trotz Zuschnitt der Bäume unmöglich war. Ebenfalls konnten sehr steile Gebiete aufgrund der starken Hangneigung und oftmals üppiger Vegetation nicht vermessen werden. Ein anderer Bereich, die Abraumhalde der Grabung im Zentrum der Unterstadt, verhinderte ein ungestörtes Messergebnis und wurde ebenfalls ausgespart.

Starke Störungen des Magnetfeldes erzeugte der Verlauf des Zauns um das Grabungsschutzgebiet, der inzwischen allerdings bereichsweise abgebaut worden ist. Weitere Störquellen sind die Hochspannungsmasten sowie die asphaltierte Zufahrtsstraße mit dem Parkplatz. Wegen der jeweils starken magnetischen Anomalien wurde in all diesen Bereichen nicht gemessen.

Der geologische Untergrund bot gute Voraussetzungen für geomagnetische Messungen. Der anstehende Mergel bietet ausreichend magnetischen Kontrast zu den meisten archäologischen Strukturen, um diese im Magnetogramm gut zu erkennen.<sup>3</sup>

Die Abb. 2 und Abb. 3 zeigen den aktuellen Stand der Messungen. Zur Orientierung ist das moderne Straßen- und Wegesystem auf den Karten dargestellt. In Abb. 4 sind bei der Interpretation ergänzend die Höhenlinien hinterlegt. Abb. 2 stellt die Messungen im Gradient, Abb. 3 die im Totalfeld dar. Oberflächennahe Strukturen bis etwa 1 m lassen sich schärfer mit der Gradientenmessung darstellen. Der Gradient ist die Vertikaldifferenz der zwei in einem Meter übereinander angeordneten Totalfeld-Sonden. Allerdings gehen hierbei auch die kleineren Anomalien im tieferliegenden Untergrund verloren. Tiefer liegende Objekte ab etwa 1 m sind besser bzw. ausschließlich mit der Totalfeldmessung zu erfassen. Dabei wird das Totalfeld der unteren Sonde korrigiert auf die Tagesvariation des natürlichen Erdmagnetfeldes dargestellt. Die Totalfeld-Messung bietet damit den entscheidenden Vorteil, ausgedehnte und tiefliegende Störkörper wie beispielsweise archäologisch interessante Strukturen detektieren zu können.<sup>4</sup>

Das großräumig erfasste Gebiet trägt dazu bei, dass im Blick auf die Zusammenhänge kleinere Details zusehends verschwinden. Im Folgenden werden wir deshalb

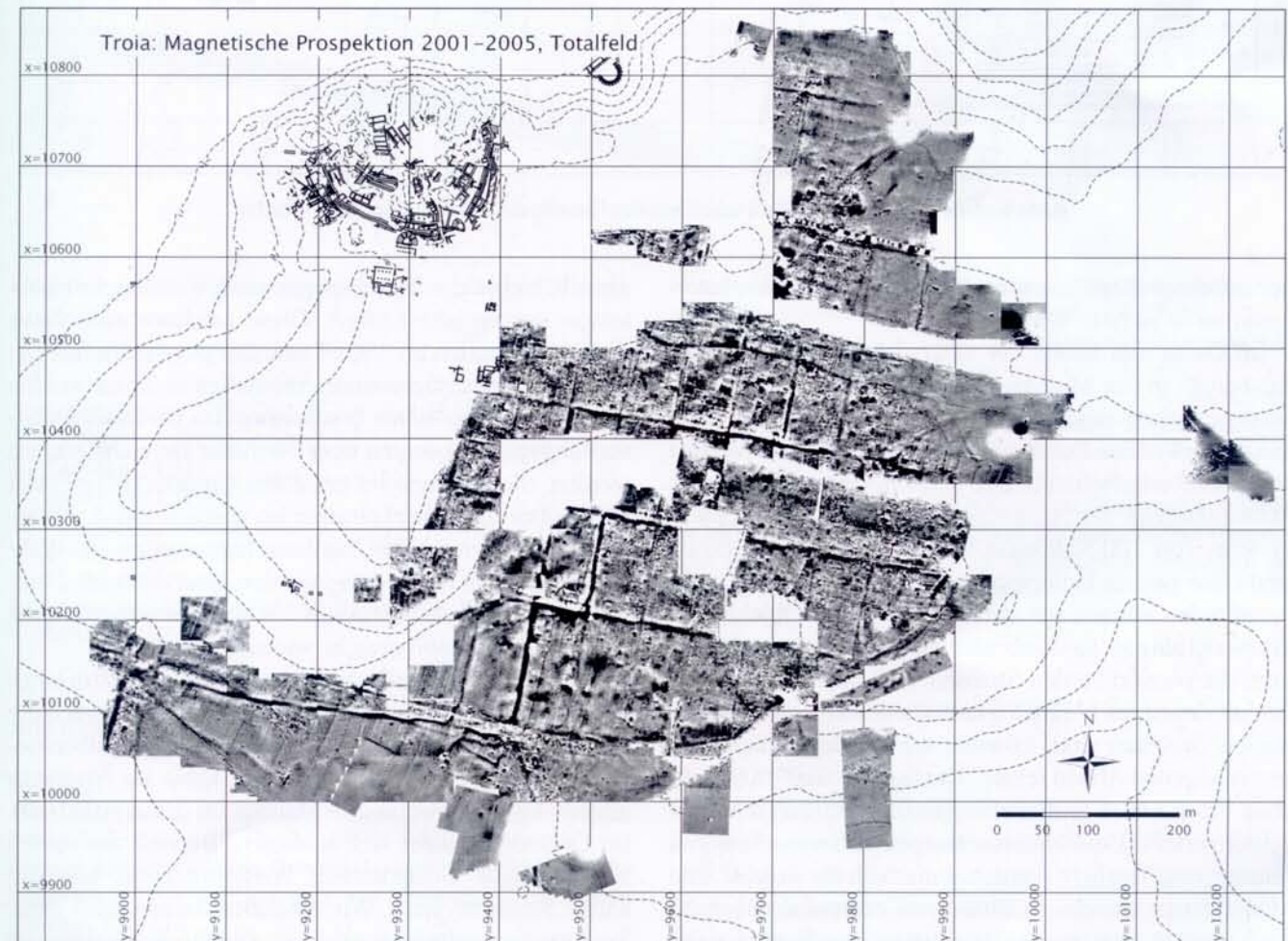


Abb. 3 Übersicht Totalfeld (Cäsiummagnetometer G 858, Totalfeldmessung  $h = 0,4$  m, Empfindlichkeit  $0,1$  nT, Raster  $0,5 \times 0,15$  m, interpoliert auf  $0,25 \times 0,25$  m, Dynamik  $-10/10$  nT in 256 Graustufen von weiß nach schwarz).



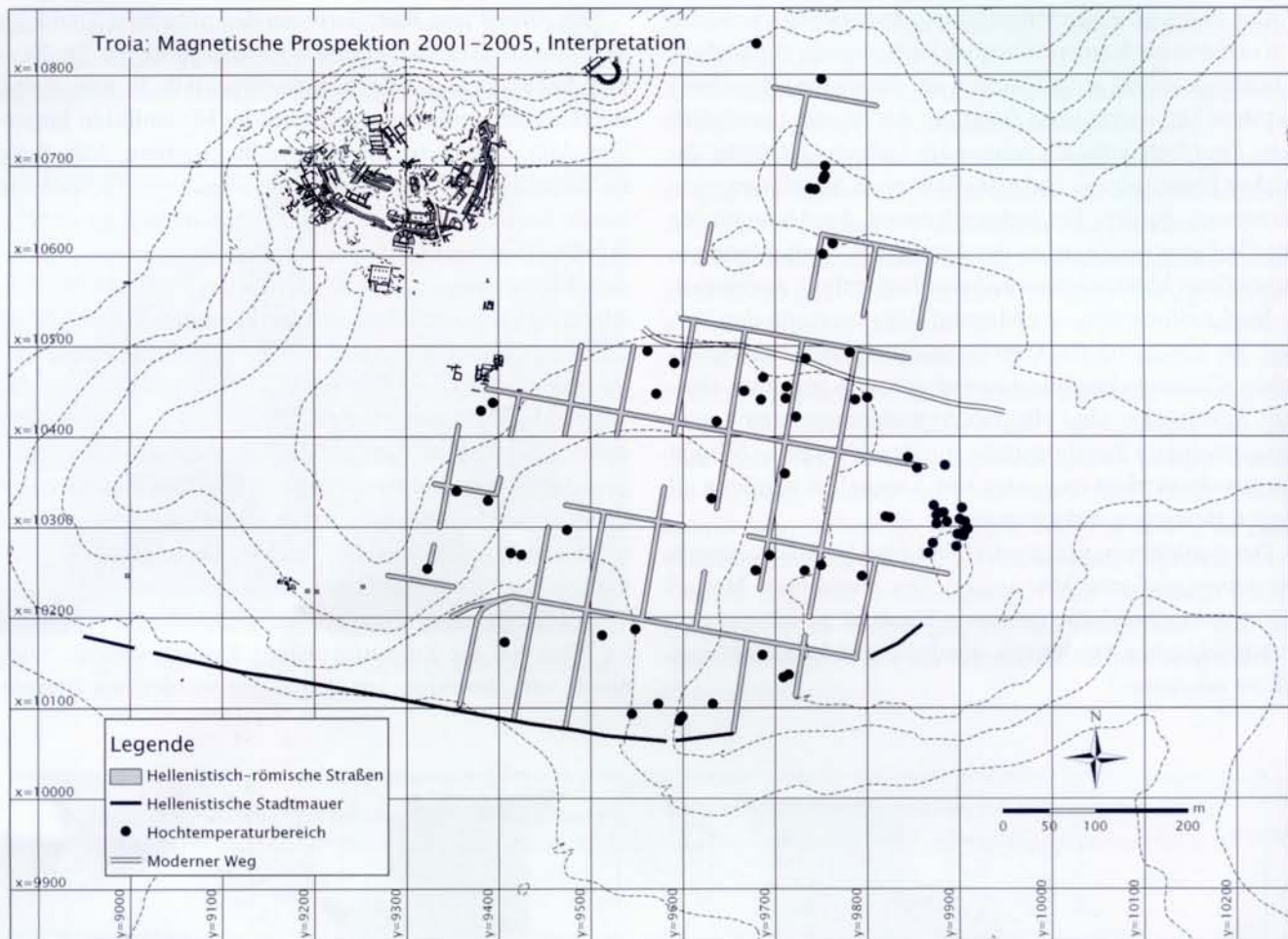


Abb. 4 Übersicht Interpretation und Lage der Detailkarte Abb. 5, umrandete Fläche.

nur auf die großen Zusammenhänge eingehen. Eine Interpretation ist in Abb. 4 wiedergegeben.

Im Osten und Süden der untersuchten Fläche konnte das bereits in den Messungen von H. G. Jansen<sup>5</sup> nachgewiesene orthogonale Straßensystem weiterverfolgt werden (Abb. 4). Eine Datierung in die römische Zeit erfolgte durch Grabungsbefunde. Die bereichsweise sehr starken Schwankungen der Anomalienamplituden des Straßensystems von 100 Nanotesla bis nur wenigen Nanotesla sind ohne weitere Untersuchung nicht zu erklären. Große Amplituden können auf stark magnetisierte Objekte wie Wasserleitungen aus gebranntem Ton zurückzuführen sein, die parallel zu den Strassen verliefen. An den Stellen, an denen im Magnetogramm nur sehr geringe Anomalien zu sehen sind, könnten die Straßensteine durch anthropogenen Abbau fehlen. Die *insulae* sind im Schnitt etwa 105 m x 60 m groß und im gesamten Untersuchungsgebiet verteilt. Detailuntersuchungen sind vor allem von Jansen<sup>6</sup> veröffentlicht worden. Innerhalb der *insulae* sind Mauerspuren einzelner Gebäude zu erkennen, exemplarisch wurden zwei *insulae* detaillierter interpretiert, siehe Abb. 5.

Die Lage des Kartenausschnitts ist in der Abb. 4 dar-

gestellt. Neben den Mauerspuren wurden zahlreiche Hochtemperaturbereiche kartiert. Diese zeichnen sich durch große Amplituden bis 100 nT aus. Die physikalischen Ursachen der Hochtemperatur-Anomalien in Troia wurden von H. G. Jansen<sup>7</sup> näher beschrieben. Im gesamten Untersuchungsgebiet konnten über 70 dieser Bereiche kartiert werden. Sie kommen im gesamten Untersuchungsgebiet vor, wobei eine Konzentration im südlichen und südöstlichen Randbereich der Siedlung festzustellen ist. Während der Geländebegehung wurden hier vermehrt Lesefunde von Schlacken gemacht. Sie sind ein weiteres Indiz für Hochtemperaturbereiche wie z. B. Öfen.

Im Süden der Messfläche konnte eine etwa 780 m lange lineare Struktur kartiert werden, mit einer Unterbrechung durch einen modernen Straßeneinschnitt. Die überwiegend negative Anomalie, als weiße Linie im Magnetogramm sichtbar, weist auf Mauern im Untergrund hin. Im Gelände befindet sich in diesem Bereich auf weiten Strecken eine Geländestufe. Weiterhin endet hier das antike Straßensystem. Wir schließen daraus, dass diese Struktur die Stadtmauer markiert. Die Struktur scheint im Westen unterbrochen zu sein. Die Unterbrechung ist auf einer Länge von über 20 m sehr deutlich ausgeprägt. Hier



Abb. 5 Detailinterpretation der *insulae* südliche der Zufahrtstraße, Lage siehe Abb. 4.

kann mit großer Wahrscheinlichkeit eine Torsituation angenommen werden.

#### ANMERKUNGEN

- <sup>1</sup> Jablonka 2005.
- <sup>2</sup> Jansen 1992, 63 ff.
- <sup>3</sup> Jansen 1992, 62 ff.
- <sup>4</sup> Blindow 2000, 123.
- <sup>5</sup> Jansen 1992, 62 ff.
- <sup>6</sup> Becker und Jansen 1994 und Jansen *et al.* 1998.
- <sup>7</sup> Jansen 2002.

#### BIBLIOGRAFIE

- BECKER, HELMUT – JÖRG FASSBINDER – HANS GÜNTER JANSEN. 1993. Magnetische Prospektion in der Untersiedlung von Troia 1992, *Studia Troica* 3: 117–134.
- BECKER, HELMUT – HANS GÜNTER JANSEN. 1994. Magnetische Prospektion 1993 der Unterstadt von Troia und Illion, *Studia Troica* 4: 106–114.
- BLINDOW, NORBERT – HANS GÜNTER JANSEN – KATHRIN SCHRÖER. 2000. Geophysikalische Prospektion 1998/99 in der Unterstadt von Troia, *Studia Troica* 10: 123–133.

- JABLONKA, PETER. 2005. Vorbericht zum archäologischen Survey im Stadtgebiet von Troia, *Studia Troica* 15: 27–34.
- JANSEN, HANS GÜNTER. 1992. Geomagnetische Prospektion in der Untersiedlung von Troia, *Studia Troica* 2: 61–69.
- JANSEN, HANS GÜNTER – TOBIAS L. KIENLIN – ARNO E. PATZELT – MARTIN WALDHÖR – JÖRG WILHELM. 1998. Geophysikalische Prospektion 1996/97 in der Unterstadt von Troia, *Studia Troica* 8: 275–284.
- JANSEN, HANS GÜNTER. 2002. Öfen in der Unterstadt von Troia: ein kleines Beispiel zur Aussagekraft der magnetischen Prospektion, in: ASLAN, RÜSTEM ET AL. *Mauerschau. Festschrift für Manfred Korfmann*. Bd. 3. Remshalden. 1029–1034.

Dipl.-Geol. Christian Hübner, GGH  
 Offenburger Str. 82  
 D-79108 Freiburg i. Br.  
 Internet: <http://www.ggh-online.de>  
 Email: [huebner@ggh-online.de](mailto:huebner@ggh-online.de)

Dipl.-Geol. Stefan Giese, GGH  
 Sautierstr. 38  
 D-79104 Freiburg i. Br.  
 Email: [giese@ggh-online.de](mailto:giese@ggh-online.de)