

# DIE ENTDECKUNG DER GLADIATORENSCHULE IN CARNUNTUM

---

Wolfgang Neubauer<sup>1,3</sup>, Sirri Seren<sup>2</sup> /

Unter Mitarbeit von Alois Hinterleitner<sup>2,3</sup>, Michael Doneus<sup>1,3</sup>, Geert Verhoeven<sup>3</sup>, Klaus Löcker<sup>2</sup>, Erich Nau<sup>3</sup>, Thomas Zitz<sup>3</sup>, Erol Bayirli<sup>2</sup>, Immo Trinks<sup>3</sup>, Agata Klimcyk<sup>3</sup>, Michael Klein<sup>4</sup>, Markus Scholz<sup>3</sup>, Phillip Breuss-Schneeweiss<sup>5</sup> /

MÖGLICHKEITEN DER MODERNEN ARCHÄOLOGISCHEN PROSPEKTION.

» Am 5. September 2011 wurde im Rahmen einer Pressekonferenz des Landes Niederösterreich erstmals die neu entdeckte Gladiatorenschule in Carnuntum der Öffentlichkeit vorgestellt (**Abb. 1**). Das internationale Medienecho war überwältigend und dokumentiert deutlich das große öffentliche Interesse am kulturellen Erbe und an der archäologischen Forschung. Die Vermittlung von Forschungsergebnissen an die breite Öffentlichkeit ist eine Herausforderung, der sich die Archäologie zu lange nicht mit der notwendigen Aufmerksamkeit gestellt hat. Die direkte Anbindung der Forschung an archäologische Parks wie sie exemplarisch in Niederösterreich in Schwarzenbach, Asparn a. d. Zaya oder Carnuntum praktiziert wird, ist eine wesentliche Voraussetzung für eine authentische und qualitätsvolle Darstellung der Bedeutung der archäologischen Forschung und der Arbeit der damit beschäftigten Forscher. Das belegen neben den steigenden Besucherzahlen auch das große Publikumsinteresse an historischen Festen oder „scientific events“, für die in zunehmendem Maße auch öffentliche Fördermittel zur Verfügung gestellt werden. Die Vermittlung der internationalen Bedeutung der archäologischen Landschaft von Carnuntum nimmt dabei wohl eine besondere Stellung ein, dies vor allem auch in Hin-

sicht auf einen nachhaltigen Schutz der Bodendenkmale.

Sensationelle Entdeckungen wie die der Gladiatorenschule lassen sich medial hervorragend umsetzen. Sie sind die Highlights systematischer Entwicklung und Anwendung neuester Methoden zur Auffindung und Dokumentation archäologischer Fundstellen. Sie erhöhen die Aufmerksamkeit und das Verständnis für unser archäologisches Erbe und der damit verbundenen Forschungsarbeit, stehen aber im weiteren Kontext der Dokumentation und der Erhaltung unseres kulturellen Erbes im Boden, im Besonderen in Bezug auf die vielfältigen Bedrohungsszenarien. Vor allem die natürliche Erosion, beschleunigt durch modernen Ackerbau und Flurbereinigungen, aber auch Rohstoffabbau, Straßen- und Eisenbahnbau, Errichtung von Industriearealen und Windparks und nicht zuletzt die zahllosen Neubaugebiete bedrohen das im Boden verborgene kulturelle Erbe. Um mit der rasch fortschreitenden Zerstörung des kulturellen Erbes Schritt zu halten, sind sowohl für die archäologische Forschung und die Denkmalpflege als auch für die Raumplanung die genaue Lokalisierung, Ausdehnung und der Erhaltungszustand der archäologischen Strukturen von grundlegender Bedeutung. Erst durch

---

## Abbildung

**Abb. 1:** Präsentation der Gladiatorenschule von Carnuntum während der Pressekonferenz am 5. September 2011  
(Foto: E. Pollhammer)



eine detaillierte Kenntnis der archäologischen Substanz lässt sich eine archäologische Landschaft langfristig und nachhaltig wirksam schützen.

Wurden in der Vergangenheit großflächige archäologische Ausgrabungen und Sondierungsschnitte vorgenommen, um das Wissen über die archäologische Substanz zu erweitern, nutzt die moderne Archäologie effiziente zerstörungsfreie Methoden der Auffindung und Kartierung des im Boden verborgenen archäologischen Erbes. Im Besonderen die luftbildarchäologische und die geophysikalische Prospektion haben sich hervorragend für die Kartierung und Detaildokumentation von römischen Städten und ganzer archäologischer Landschaften bewährt. Im Verlauf der letzten 15 Jahre wurde in Österreich für die großflächige archäologische Prospektion römischer Städte im Rahmen unterschiedlicher Forschungsprojekte in Kooperation mit Bund, Land und Gemeinden eine integrative Strategie aus kombinierter luftbildarchäologischer und geophysikalischer Prospektion entwickelt, die auch international Beachtung gefunden hat.

Carnuntum diente über mehrere Jahre hinweg als eine der wesentlichsten Testflächen für die Entwicklung von hochauflösenden geophysikalischen Prospektionsmethoden durch VIAS-Universität Wien<sup>1</sup> und dem Team ArcheoProspections<sup>®</sup> der ZAMG.<sup>2</sup> Bisher konnten großflächige Magnetfeldmessungen im Ausmaß von annähernd 2 km<sup>2</sup> mit äußerst sensiblen, optisch gepumpten Cäsiummagnetometern vorgenommen werden. Das Bodenradar erwies sich als besonders potentielle Methode, die einen dreidimensionalen Einblick in den Untergrund ermöglicht und welche seit 1998 intensiv

in Carnuntum zum Einsatz gebracht und stetig weiterentwickelt wurde. Die bisher bedeutendste Entdeckung gelang innerhalb eines 5 ha großen Gebiets, in dem die luftbildarchäologische Auswertung nur wenige Strukturen erkennen ließ. Hier wurde vor 15 Jahren mit einer Bodenwiderstandsmessung ein monumentaler Gebäudekomplex um einen offenen Platz entdeckt: das Forum der Zivilstadt von Carnuntum. Eine zusätzliche großflächige magnetische Prospektion ergab einen Einblick in die gesamte umliegende Stadtfläche. Ständig wiederholte und immer höher auflösende GPR-Messungen von ausgewählten Teilbereichen resultierten in Daten von hervorragender Qualität und einer Fülle von neuer archäologischer Information. Parallel zur Entwicklung von Messgeräten wurden spezialisierte Softwarewerkzeuge für die effiziente Verarbeitung und Darstellung der erfassten geophysikalischen Daten entwickelt und ständig verbessert. Die in den komplexen Prospektionsdaten enthaltene Information wurde durch eine GIS-basierte, integrierte archäologische Interpretation in archäologische Überblickskarten und Detailpläne einzelner Gebäude, Straßen und der römischen Infrastruktur konvertiert und erlaubt eine virtuelle Rekonstruktion des grundlegenden Stadtplanes und der ehemaligen Landschaft in drei Dimensionen.

Die Großflächigkeit der archäologischen Landschaft Carnuntum macht jedoch die Entwicklung und den systematischen Einsatz noch effizienterer Techniken und Untersuchungsmethoden notwendig, um den Herausforderungen, die durch die dringend erforderliche Dokumentation des bedrohten archäologischen Erbes gestellt werden, gerecht zu werden. Dabei bieten neben der Luft-

### Abbildung

**Abb. 2:** Måla MIRA Bodenradarsystem kombiniert mit RTK GPS-System und LBI ArchPro Datenerfassungssystem montiert auf einem Kommunaltraktor im Einsatz nördlich des Amphitheaters zur Erkundung der Gladiatorenschule  
(Foto: LBI ArchPro, G. Verhoeven)



bildarchäologie und Flugzeug getragenen Laser- und Hyperspektral-Scanning besonders die letzten Entwicklungen im Bereich der geophysikalischen Prospektion eine – verglichen mit dem Informationsgewinn außerordentlich kostengünstige – Möglichkeit, rasch und detailliert Information über den Untergrund zu gewinnen. Das neu gegründete und auf einer internationalen Partnerschaft<sup>3</sup> beruhende Ludwig Boltzmann Institut für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie (LBI ArchPro) ist der weiteren Entwicklung und Anwendung modernster zerstörungsfreier Prospektionsmethoden gewidmet. Es ist das erklärte Ziel des LBI ArchPro den Stand der Technik im Bereich der archäologischen Prospektion weiterzuentwickeln und die Grundlagen für eine effiziente Dokumentation gesamter archäologischer Landschaften zu entwickeln. Die technischen Möglichkeiten und notwendigen Forschungsstrukturen sind mit dem LBI ArchPro geschaffen worden, um für eine nachhaltige und zukunftsweisende Dokumentation des archäologischen Erbes systematisch zum Einsatz zu kommen, wie dies auch durch die Valleta-Konvention gefordert wird. Die vom LBI ArchPro gemeinsam mit den internationalen Partnern neu entwickelten Messgeräte für die geophysikalische archäologische Prospektion sind höchst effizient bei der Auffindung archäologischer Überreste und liefern Bilder des Untergrunds bis in mehrere Meter Tiefe in ungeahnter Detailtreue. Eines dieser Geräte – ein motorisiertes Multikanal-Bodenradargerät (**Abb. 2**) – wurde im Herbst 2010 auch in einer bereits 10 Jahre zuvor durch Magnetik und erste Bodenradarmessungen lokalisierten Verdachtsfläche in Carnuntum in enger Zusammenarbeit mit dem Land Niederösterreich und der ZAMG zum

Einsatz gebracht. Das neue Bodenradarsystem basiert auf einem 16-Kanal MIRA System von Måla Geoscience und ermöglicht die Messung von bis zu 4 ha/Tag mit einer Auflösung von 8 x 8 cm, wobei die verwendeten 400-MHz-Antennen in Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen die archäologische Stratifikation bis zu 3 m Tiefe erkunden können. Von wesentlicher Bedeutung ist bei dieser hohen lateralen Auflösung die zentimetergenaue Positionierung der Daten mit Hilfe neuester GPS-Technologie: fünf Mal pro Sekunde wird die Position der Messfahrzeuge mit Zentimeter-Genauigkeit bestimmt. Die neu entwickelten Methoden erfordern angepasste Spezialsoftware zur Verarbeitung und Visualisierung der immensen Datenmengen.

Das untersuchte Gebiet liegt westlich des in der 1. Hälfte des zweiten Jahrhunderts außerhalb der Zivilstadt von Carnuntum gebauten Amphitheaters. Das von 1923 bis 1930 ausgegrabene Amphitheater nahm bis zu 13.000 Zuschauer auf und war nach zeitgenössischen Inschriften das viertgrößte des gesamten römischen Reichs und Schauplatz zahlreicher Gladiatorenspiele. Trotz der Ausgrabungen fand das Areal, in dem die Gladiatorenschule nun entdeckt wurde, wenig Beachtung. Die Luftbilder (**Abb. 3**) zeigen entlang der Ostseite der römischen Straße, die aus der antiken Stadt zur Arena führte, mehrere Gebäude mit Verkaufsräumen und Tavernen. Auf der gegenüberliegenden Straßenseite fehlt eine entsprechende Bebauung. Die Luftbildaufnahmen zeigen westlich des Amphitheaters eine deutliche Anomalie, Mauerstrukturen konnten jedoch erst im Frühling 2011 auch aus der Luft ausgemacht werden. Bei der neuerlichen Untersuchung dieses Areals mit Hilfe des

### Abbildung

**Abb. 3:** Luftbild der Gladiatorenschule und des Amphitheaters. Frühjahr 2011  
(Foto: LBI ArchPro, M. Doneus)



hochauflösenden MIRA Systems konnten in wenigen Stunden Messeinsatz die Reste einer in ihrer Vollständigkeit und Größe international einzigartigen Gladiatorenschule detailliert erkundet werden (**Abb. 4**). Aus den über 20 GB-Rohdaten wurden dreidimensionale Visualisierungen der im Untergrund verborgenen archäologischen Strukturen erstellt und innerhalb eines geographischen Informationssystems in Kombination mit allen weiteren vorhandenen Daten in Zusammenarbeit mit dem Römisch-Germanischen Zentralmuseum Mainz archäologisch interpretiert (**Abb. 5**). Basierend auf diesen Daten, wurde in Zusammenarbeit mit 7reasons eine virtuelle Rekonstruktion des lokalisierten und detailreich erkundeten Arealis erarbeitet (**Abb. 6**).

Die Gladiatorenschule (*ludus*) von Carnuntum liegt in einer 11.000 m<sup>2</sup> umfassenden und mit einer Mauer umgebenen, in Nordwest-Südost-Richtung angelegten Parzelle. Am südlichen Ende, in ca. 80 m Distanz zum nördlichen Eingang in das Amphitheater, liegt ein abgeschlossener Gebäudekomplex mit einem Ausmaß von 2.800 m<sup>2</sup>. Die Gebäudeteile sind um einen großen Innenhof angelegt, in dem die Radarmessungen eine kreisrunde Trainingsarena mit einem Durchmesser von 19 m mit den Fundamentresten der hölzernen Zuschauertribünen aufgedeckt haben. Im Zentrum der Trainingsarena ist die Fundamentgrube für einen zentralen Pfosten, den *palus*, zu erkennen, an dem trainiert wurde. In den detailreichen Radarbildern sind die Fundamente einer 100 m<sup>2</sup> großen beheizbaren Trainingshalle samt *praefurnium* und einer nach Südwesten anschließenden ausgedehnten Badeanlage deutlich auszunehmen.

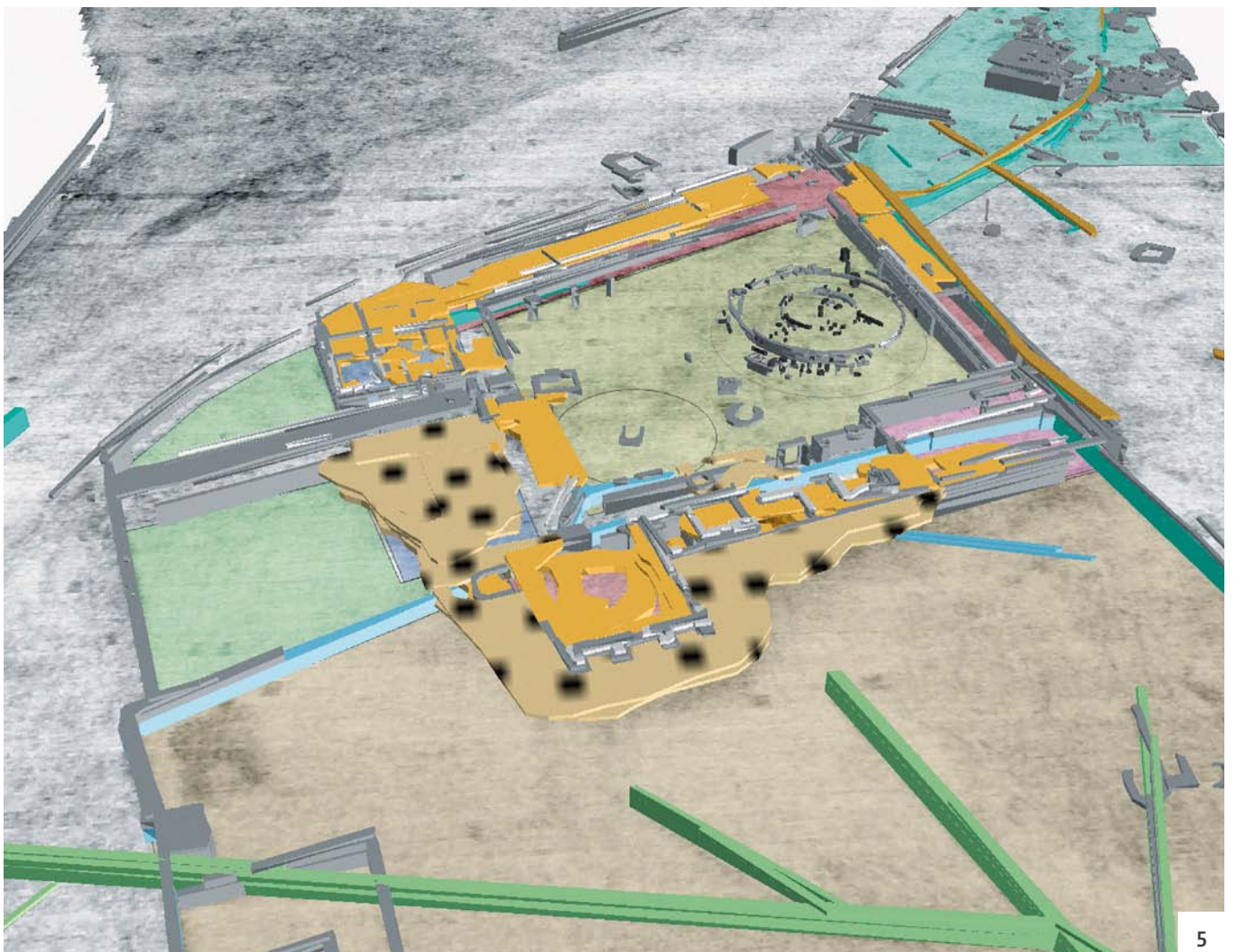
Durch ein repräsentatives Portal erreichte man über einen überdachten Zugang den Haupteingang, zu dessen linker und rechter Seite der 300 m<sup>2</sup> umfassende Verwaltungstrakt bzw. der Wohnbereich des Besitzers (*lanista*) der Gladiatorenschule angeordnet waren. Zwei L-förmig angeordnete längliche Trakte beherbergten die durchschnittlich 5 m<sup>2</sup> großen Wohnzellen der Gladiatoren. Aber auch die notwendige Infrastruktur wie Wasserleitungen, Fußbodenheizungen und Abwasserkanäle sowie Zugangswege zum Amphitheater, Portale oder die Fundamente von Memorials sind deutlich in den hochauflösenden Radardaten erkennbar. Direkt hinter der Gladiatorenschule liegt das zugehörige Gräberfeld mit einzelnen großen Grabmonumenten, steinernen Sarkophagen und verschiedenen einfacheren Grablegungen. An Deutlichkeit der erfassten Baustrukturen ist Carnuntum derzeit nur mit der großen Gladiatorenschule, dem *ludus magnus* östlich hinter dem Kolosseum (*amphitheatrum flavium*), in Rom zu vergleichen. In seiner Vollständigkeit und Dimension ist dieser mit modernsten zerstörungsfreien Methoden entdeckte, sensationelle archäologische Befund derzeit jedoch weltweit einzigartig und wurde als virtuelles Modell (7reasons<sup>4</sup>) rekonstruiert. Das Ergebnis kann mittels Wikitude<sup>5</sup> World Browser betrachtet werden, einer mobilen augmented reality Anwendung, die ortsbezogene Inhalte in das Kamerabild von Handy oder iPad einbettet. Dadurch kann die Gladiatorenschule direkt an der Fundstelle wieder sichtbar gemacht werden.

Die bisherigen Arbeiten belegen, dass eine professionelle archäologische Prospektion römischer Städte wie auch gesamter archäologischer Landschaften

## Abbildungen

**Abb. 4:** Archäologische Interpretation der Bodenradardaten  
(Grafik: LBI ArchPro, W. Neubauer)

**Abb. 5:** Dreidimensionale Darstellung der archäologischen Interpretation der Bodenradardaten  
(Grafik: LBI ArchPro, W. Neubauer)



nur in Kombination mit zerstörungsfreien Fernerkundungsmethoden wie der Luftbildfotografie, dem Flugzeug getragenen Hyperspektral- und Laser-Scanning und modernsten geophysikalischen Prospektionsmethoden durchgeführt werden kann. Dieser in Wien entwickelte, zerstörungsfreie und nachhaltige Zugang zur archäologischen Dokumentation von römischen Städten ist auch im internationalen Vergleich beispielhaft für eine moderne, kosten- und zeiteffiziente Archäologie, welche sich nicht nur mit der jeweiligen archäologischen Fundstelle, sondern auch mit der umliegenden Landschaft auseinandersetzt. Die in dieser Fallstudie gewonnenen Erfahrungen und die entwickelten Auswerte- und Interpretationsverfahren stellen die Grundlage für die Erstellung einer effizienten Strategie zur Gesamtprospektion in Carnuntum dar. Eine solche Gesamtprospektion ist sowohl aus wissenschaftlicher als auch in raumplanerischer und denkmalpflegerischer Hinsicht dringend erforderlich. Sie wird für den nachhaltigen Schutz und die wissenschaftliche Erforschung ebenso wie für die wirtschaftliche Nutzung der größten archäologischen Zone Österreichs richtungsweisende Impulse geben und die verschiedenen Anstrengungen auf klare Zielsetzungen fokussieren.

«

### Anmerkungen

<sup>1</sup> Das Vienna Institute for Archaeological Science der Universität Wien beschäftigt sich in einer eigenen Abteilung mit der Entwicklung der geophysikalischen Prospektion, geodätischer Methoden und der Photogrammetrie für archäologische Anwendungen (<http://vias-geo.univie.ac.at>).

<sup>2</sup> Das interdisziplinäre Team Archeo Prospections® an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik beschäftigt sich mit der Entwicklung und Anwendung moderner geophysikalischer Prospektionsmethoden im Rahmen von Auftragsforschung.

<sup>3</sup> Das Ludwig Boltzmann Institut für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie (<http://archpro.lbg.ac.at>) ist ein Forschungsinstitut der Ludwig Boltzmann Gesellschaft und wurde 2010 gegründet. Das Institut führt seine Forschungsaktivitäten gemeinsam mit internationalen Partnerorganisationen durch und zielt auf die Errichtung eines Netzwerks von Forschern ab, die gemeinsam interdisziplinäre archäologische Forschungsprogramme zur Entwicklung großflächiger, effizienter und zerstörungsfreier Methoden der Entdeckung, Dokumentation, Visualisierung und Interpretation des europäischen archäologischen Erbes durchführen. Die Hauptpartner des in Wien angesiedelten Instituts sind die Universität Wien (A), die Technische Universität Wien (A), die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (A), das Amt der Niederösterreichischen Landesregierung (A), Airborne Technologies (A), das Römisch-Germanische Zentralmuseum Mainz (D), RAÄ – das Schwedische Denkmalamt (S), das IBM VISTA Laboratorium der Universität Birmingham (UK) und NIKU – das Norwegische Institut zur Erforschung des Kulturerbes (N).

<sup>4</sup> 7reasons Medien GmbH. Das Team von 7reasons ist nunmehr seit über 15 Jahren in der Erstellung von Film- und Multimediaproduktion tätig und besteht aus Spezialisten in den Bereichen der 3D-Rekonstruktion und -Animation sowie Anwendungsprogrammierung für interaktive Anwendungen. In den letzten Jahren erfolgte eine Spezial-

sierung in der Darstellung und Erklärung von wissenschaftlichen Forschungsergebnissen für die Vermittlung in Ausstellungen, Dokumentationen sowie Printmedien und interaktive Medien. Zum Einsatz kommen aktuelle Technologien aus dem 3D-Animationsbereich sowie innovative Hardwareprodukte. 7reasons ist an den Standorten Niederösterreich, Salzburg, Wien und Deutschland für namhafte Unternehmen und Institutionen in Europa tätig sowie auch an europäischen Forschungsprojekten mit ihrem Leistungsspektrum beteiligt (<http://www.7reasons.at>).

<sup>5</sup> Wikitude GmbH (<http://www.wikitude.com>) unterstützte das LBI ArchPro bei der Visualisierung der Gladiatorenschule. Das Ergebnis kann mittels der Augmented Reality Software Wikitude World Browser auf dem iPad betrachtet werden. Der Wikitude World Browser ist eine mobile Anwendung, die ortsbezogene Inhalte in das Kamerabild des Handys oder des iPads einbettet. Diese Technologie wird „Augmented Reality“ genannt. Dabei wird die „Wirklichkeit“, wie sie durch das Kamera-Bild gesehen wird, um computer-generierte Inhalte erweitert. Bei der ortsbezogenen Augmented Reality wird die Position der Objekte am Bildschirm des mobilen Gerätes über der Position des Anwenders (GPS), der Richtung, in die der Anwender gerade sieht (Kompass), und dem Bewegungssensor berechnet. Im Gegensatz dazu wird bei der marker-basierten Augmented Reality eine Markierung (Marker, z. B. QR Code) für das Tracking verwendet. Zentrales Element des Wikitude World Browsers ist der Standort. Während beim gewöhnlichen Internet der Standort eine untergeordnete Rolle spielt, ist das Browsen von Inhalten im Wikitude World Browser für den mobilen standort-bezogenen Nutzen optimiert. Dabei bietet die Augmented Reality Ansicht im Gegensatz zur Kartenansicht, die eine abstrakte Ansicht von oben bietet, eine direkte, mit zusätzlichen Inhalten „erweiterte“ Ansicht auf die Wirklichkeit. Der Wikitude World Browser ist auf iPhone, iPad, Android, Blackberry und Symbian verfügbar.



**Abb. 6:** Rekonstruktion der Gladiatorenschule  
basierend auf den Prospektionsdaten  
(Grafik: 7reasons, M. Klein)