

## BLUT UND SAND – DAS LEBEN UND STERBEN DER GLADIATOREN IM RÖMISCHEN ÖSTERREICH GLADIATORENSCHULE IN CARNUNTUM ENTDECKT

**Die jahrtausendelange Besiedlung hat Spuren im Boden hinterlassen - Spuren welche mit modernster Messtechnik am Computerbildschirm wieder sichtbar gemacht werden können. In Carnuntum erkundet ein internationales Team von Archäologen, Geophysikern und Computerexperten vom Ludwig Boltzmann Institut für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie (LBI-ArchPro) mit neuesten technologischen Entwicklungen die im Boden verborgenen römischen Überreste. Diesem Team sind im vergangenen Jahr bereits einige sensationelle Entdeckungen geglückt. In Norwegen und Schweden wurden wikingerzeitliche Gräber und Siedlungen entdeckt. Besondere Aufmerksamkeit hat jedoch die Entdeckung des LBI-ArchPro in Stonehenge erregt. Mit motorisierten Magnetfeldsensoren wurde in 900 m Entfernung vom weltbekannten Steinkreis ein vergleichbares Monument aus Holz nach über viertausend Jahren wieder sichtbar gemacht. Neu entwickelte Bodenradargeräte, die den Boden dreidimensional durchleuchten, haben im römischen Carnuntum zu einer sensationellen Entdeckung geführt und werfen neues Licht auf die römischen Gladiatoren und ihr Leben und Sterben.**



Die vom LBI-ArchPro entwickelten Messgeräte sind höchst effizient zur Auffindung archäologischer Überreste und liefern Bilder des Untergrunds in ungeahnter Detailtreue bis in mehrere Meter Tiefe. In Carnuntum, einer der größten bis heute erhaltenen römischen Landschaft, wurde ein neues motorisiertes Multikanal-Bodenradargerät in enger Zusammenarbeit mit dem Land Niederösterreich und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Einsatz gebracht, um verdächtige Bereiche die mit Luftaufnahmen lokalisiert wurde näher zu untersuchen.

Dieses Gebiet liegt westlich des in der 1. Hälfte des zweiten Jahrhunderts außerhalb der Zivilstadt von Carnuntum gebauten Amphitheaters. Die Archäologen waren begeistert, als die neuen Sensoren einen ausgedehnten und in sich abgeschlossenen Gebäudekomplex zeigten: die Gladiatorenschule von Carnuntum (lateinisch *ludus*).

Das von 1923 bis 1930 ausgegrabene Amphitheater nahm bis zu 13000 Zuschauer auf war nach zeitgenössischen Inschriften das viert größte 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 zeigen Gebäude mit Verkaufsräumen und Tavernen entlang der Ostseite der römischen Straße, die aus der antiken Stadt zur Arena führte. Auf der gegenüberliegenden Straßenseite fehlt eine entsprechende Bebauung. Das LBI-ArchPro Team entschied sich dafür, die schattenhaften Umriss in den Luftbildern westlich des Amphitheaters mit Bodenradarmessungen zu untersuchen. In wenigen Stunden Meßeinsatz konnte ohne Ausgrabung die bis heute im Boden erhaltene Gladiatorenschule entdeckt und am Computerbildschirm wieder sichtbar gemacht werden.

Die Gladiatorenschule von Carnuntum, ein abgeschlossener Gebäudekomplex mit einem Ausmaß von 2800 m<sup>2</sup>, liegt in einer 11000 m<sup>2</sup> umfassenden, mit einer Mauer umgebenen Parzelle. Die Gebäudeteile sind um einen großen Innenhof angelegt, in dem die Radarmessungen eine kreisrunde Trainingsarena mit einem Durchmesser von 19 m mit hölzernen Zuschauertribünen aufgedeckt haben. In den detailreichen Radarbildern lassen sich

deutlich die Fundamente einer 100 m<sup>2</sup> großen beheizbaren Trainingshalle, einer ausgedehnten Badeanlage, des 300 m<sup>2</sup> umfassenden Verwaltungstrakts bzw. des Wohnbereichs des Besitzers der Gladiatorenschule und die durchschnittlich 5 m<sup>2</sup> großen Wohnzellen der Gladiatoren erkennen.



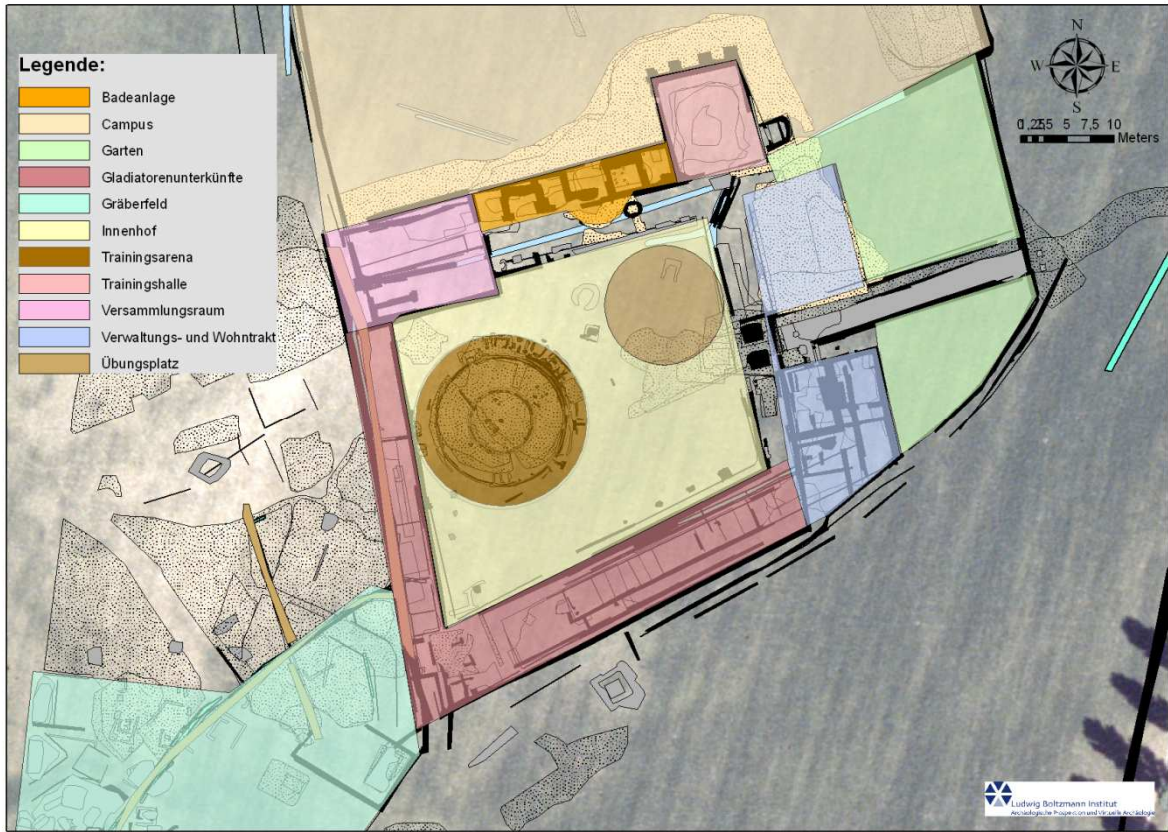
Aber auch die notwendige Infrastruktur wie Wasserleitungen, Fußbodenheizungen und Abwasserkanäle sowie Zugangswege zum Amphitheater, Portale oder die Fundamente von Memorials sind deutlich in den hochauflösenden Radardaten erkennbar. Die Archäologen glauben auch, direkt hinter der Gladiatorenschule das zugehörige Gräberfeld mit einzelnen großen Grabmonumenten, steinernen Sarkophagen und verschiedenen einfacheren Grablegungen gefunden zu haben. 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 sensationelle archäologische Befund der mit modernsten zerstörungsfreien Methoden derzeit jedoch weltweit einzigartig und wurde als virtuelles Modell rekonstruiert. Das Ergebnis kann mittels der Software Wikitude World Browser betrachtet werden, einer mobilen augmented reality Anwendung, die orts-bezogene virtuelle Inhalte in das reale Kamerabild des Handys oder des iPads einbettet. Dadurch kann die Gladiatorenschule direkt an der Fundstelle wieder sichtbar gemacht werden.

Weitere Informationen: [archpro.lbg.ac.at](http://archpro.lbg.ac.at)

Das Ludwig Boltzmann Institut für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie ([archpro.lbg.ac.at](http://archpro.lbg.ac.at)) ist ein Forschungsinstitut der Ludwig Boltzmann Gesellschaft ([www.lbg.ac.at](http://www.lbg.ac.at)) 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). Für das Projekt in Carnuntum wurde mit den auf virtual und augmented reality spezialisierten Partnern 7reasons und wikitude GmbH zusammengearbeitet

Kontakt:

Dir. Prof. Wolfgang Neubauer, LBI ArchPro, email: [wolfgang.neubauer@univie.ac.at](mailto:wolfgang.neubauer@univie.ac.at), phone: +43 664 8174991



# METHODEN DER ARCHÄOLOGISCHEN PROSPEKTION

Methoden der archäologischen Fernerkundung können wichtige Informationen zu Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie liefern, und tragen wesentlich zur Entdeckung und Identifikation archäologischer Fundplätze bei. Neu Entwicklungen in diesem Bereich basieren auf Photogrammetrie, flugzeuggestütztem Hyperspektralscannen und Laser scannen aus der Luft.

Die Luftbildarchäologie ist eine sehr kostengünstige Methode zur Entdeckung von Fundstätten und kann unter Umständen zur Erzeugung detaillierter Karten archäologischer Strukturen verwendet werden. Geringfügige topographische Veränderungen zeigen sich als Schattenmarken, Bodenmarken aufgrund variierender chemischer oder physikalischer Veränderungen beeinflussen die Farbe des Bodens, und Wachstumsmerkmale aufgrund von lokalen Änderungen der Bodenfeuchtigkeit können archäologisch wertvolle Spuren im Bewuchs aufzeigen.

Die effektivsten Methoden der geophysikalischen archäologischen Prospektion sind Magnetometer- und Bodenradarmessungen. Die magnetische archäologische Prospektion beruht zum einen auf der Veränderung der magnetischen Eigenschaften des Oberbodens durch Verwendung von Feuer in der Vergangenheit und die Verfüllung von Gruben, Pfostenlöchern und Gräben mit magnetisch angereichertem Material. Des Weiteren sich Feuerstellen, Eisenverhüttungsplätze und Ziegel- wie auch Kalksteinmauern unter geeigneten Umständen kartieren. Die Bodenradarmethode ähnelt im Prinzip einem Echolot für Anwendung an Land: eine Senderantenne schickt ein kurzes elektromagnetisches Signal in den Boden, welches von Schichtgrenzen oder Objekten wie zum Beispiel vergrabenen Steinen reflektiert und von einer Empfängerantenne aufgezeichnet wird. Bodenradarmessungen resultieren in der Aufzeichnung digitaler dreidimensionaler Datenblöcke, welche in horizontale Scheiben geschnitten die Veränderungen des Bodens und enthaltene archäologischer Strukturen in der jeweiligen Tiefe zeigen. Die Eindringtiefe der verwendeten Radarantennen liegt bei etwa zwei Metern und ist von Bodenfeuchte und Lehmgehalt abhängig.

Die neuesten Entwicklungen erlauben den Einsatz motorisierter Meßsysteme und damit die großflächige Erkundung der Landschaft. Während die von einem Quad-Bike gezogenen Magnetometern mit bis zu 10 Sensoren die Abdeckung von über 20 Hektar pro Tag ermöglichen, können mit dem neuesten, traktorgetriebenen Bodenradarsystem in etwa vier Hektar Fläche hochauflösend mit nur acht Zentimeter Meßabstand durchleuchtet werden.

Von wesentlicher Bedeutung ist in beiden Fällen die zentimetergenaue Positionierung der Daten mit Hilfe neuester GPS Technologie: fünf Mal pro Sekunde wird die Position der Meßfahrzeuge mit zwei Zentimeter Genauigkeit bestimmt. Die neu entwickelten Methoden erfordern Spezialsoftware zur Datenbearbeitung und Visualisierung.

Ein besonders wichtiger Punkt ist die archäologische Interpretation der gemessenen Daten, welche innerhalb von Geographischen Informationssystemen am Computer vorgenommen wird. Innerhalb sehr kurzer Zeit lassen sich Abbildungen der im Boden verborgenen Strukturen erzeugen und in Bezug auf die Umgebung und bekannte archäologische Fundstellen analysieren. Die effiziente, großflächige archäologische Prospektion erlaubt das Erkennen neuer Zusammenhänge ganzer Siedlungslandschaften. Spuren von Gebäuden, Gruben, Gräben, Pfostenlöchern, Transport- und Verbindungswegen, Gräber und Befestigungsanlagen berichten über die geschichtliche Entwicklung ganzer Landschaften. Die vollkommen zerstörungsfreien Methoden erlauben die Kartierung bedrohter Bodendenkmäler und tragen damit zu deren Schutz bei.

# DAS LUDWIG BOLTZMANN INSTITUT FÜR ARCHÄOLOGISCHE PROSPEKTION UND VIRTUELLE ARCHÄOLOGIE

Das 2010 gegründete Ludwig Boltzmann Institut für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie ([archpro.lbg.ac.at](http://archpro.lbg.ac.at)) ist ein Forschungsinstitut der Ludwig Boltzmann Gesellschaft ([www.lbg.ac.at](http://www.lbg.ac.at)). Das Institut widmet sich in Zusammenarbeit mit mehreren internationalen Partnerorganisationen der Durchführung interdisziplinärer Forschungsprogramme zur Entwicklung großflächiger, zerstörungsfreier Technologien für die Entdeckung, Dokumentation, Visualisierung und Interpretation des archäologischen Erbes Europas. Die Hauptpartner des in Wien etablierten Institutes sind die Universität Wien, die Technische Universität Wien, die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), das Land Niederösterreich, Airborne Technologies, das Römisch-Germanische Zentralmuseum in Mainz (RGZM), das Schwedische Zentralamt für Denkmalpflege (Riksantikvarieämbetet - UV Teknik), die Universität Birmingham mit IBM VISTA und das Norwegische Institut für Denkmalforschung (NIKU). Für das Projekt in Carnuntum wurde mit den auf virtual und augmented reality spezialisierten Partnern 7reasons, Riegl LMS GmbH und wiktitude GmbH zusammengearbeitet.

Das wissenschaftliche Programm des LBI-ArchPro beschäftigt sich mit der Archäologischen Fernerkundung, der Archäologisch-Geophysikalischen Prospektion sowie der archäologischen Interpretation, räumlicher Analyse dieser Daten und neuer Methoden der virtuellen Archäologie. Der Bereich Archäologische Fernerkundung beschäftigt sich mit Luftbildarchäologie und Photogrammetrie, Laser Scanning aus der Luft, und flugzeuggetragenem Hyperspektral Scanning. Die Archäologische Geophysikalische Prospektion beinhaltet die Entwicklung und Anwendung motorisierter, mehrkanaliger Magnetometer- und Bodenradarsysteme sowie die Anpassung automatischer, satellitengestützter Navigations- und Positionierungssysteme. Die räumliche und zeitliche Analyse und Visualisierung der archäologischen Information enthalten in den großen und komplexen Datensätzen, welche durch die ersten beiden Programmlinien erzeugt werden, erfordert die Entwicklung neuartiger archäologischer Interpretationswerkzeuge basierend auf Geographischen Informationssystemen. Das übergreifende wissenschaftliche Ziel ist die Erzeugung neuer Möglichkeiten zur Gewinnung archäologisch relevanter Information über verborgene und bedrohte Bodendenkmäler enthalten in großflächigen archäologischen Landschaften.

Um die technischen und methodologischen Entwicklungen zu testen und zu verfeinern sind eine Reihe ausgewählter Fallstudien in den Ländern der Europäischen Partnerorganisationen geplant. Diese landschaftsarchäologischen Fallstudien werden von den nationalen Partnern geleitet. In England wird im Rahmen des "Stonehenge Hidden Landscapes Project" unter der Leitung der Britischen Partnerorganisation VISTA an der Universität Birmingham die gesamte von Stonehenge aus sichtbare Landschaft mit hochauflösender geophysikalischer Prospektion archäologisch vermessen. Der erste Feldeinsatz im Sommer 2010 resultierte bereits in der Entdeckung einer bisher unbekannt Henge Monuments und sorgte für weltweite Schlagzeilen. Dieser frühzeitige Erfolg demonstriert anschaulich das wissenschaftliche Potential der gewählten Vorgehensweise. Weitere Fallstudien sind die Kartierung der eisenzeitlichen Siedlung Uppåkra sowie der UNESCO Weltkulturerbestätte und Wikingerhandelsplatz Birka-Hovgården in Schweden. Eine erste Messkampagne im Rahmen der Fallstudie Vestfold in Zusammenarbeit mit dem Norwegischen Partner NIKU und Archäologen des Bezirks Vestfold führte zu hervorragenden archäologischen Ergebnissen und Funden. Zwei weitere Fallstudien sind in Deutschland am Mittelrhein und in der Nähe von Leipzig geplant. Auch in Österreich ist die großflächige archäologische Erkundung mehrerer archäologischer Landschaften geplant. Sämtliche Fallstudien ziehen großen Nutzen aus der engen Zusammenarbeit der nationalen Experten mit den Wissenschaftlern der internationalen Partnerorganisationen und der Forschergruppe des Forschungsinstitutes. Die Förderung junger Nachwuchswissenschaftler auf dem Gebiet der archäologischen Prospektion ist ein erklärtes Ziel des Forschungsvorhabens, sowie die Veröffentlichung der Ergebnisse und neuer Erkenntnisse sowohl in der Fachpresse wie auch für die Allgemeinheit.

Weitere Informationen: <http://archpro.lbg.ac.at>

## WIKITUDE – ZEITREISE MIT AUGMENTED REALITY SOFTWARE AUS ÖSTERREICH

Die 2009 gegründete Wikitude GmbH ([www.wikitude.com](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 orts-bezogene 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. Gerade für die Archäologie eignet sich Augmented Reality sehr gut: Durch Augmented Reality können 3D Modelle von historischen Gebäuden, wie der Gladiatorenschule, direkt an der Fundstelle visualisiert werden.

Für den Besucher des Archäologischen Parks Carnuntum, ergeben sich durch diese Technik völlig neue Möglichkeiten Geschichte zu erleben. Mit dem iPad wird eine Zeitreise in die Vergangenheit angetreten, bei der der Besucher direkt vor Ort durch die Gladiatorenschule schreiten kann.

Bei der orts-bezogenen 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 werden. 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.

## 7 REASONS MEDIEN GMBH

Das Team von 7reasons ist nunmehr seit über 15 Jahren tätig in der Erstellung von Film und Multimediaproduktion und besteht aus Spezialisten in den Bereichen der 3D Rekonstruktion und Animation sowie Anwendungsprogrammierung für interaktive Anwendungen.

In den letzten Jahren erfolgte eine Spezialisierung 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.

Weiter Informationen: Günther Weinlinger / [www.7reasons.at](http://www.7reasons.at) / [noe@7reasons.at](mailto:noe@7reasons.at) / T +43 2278 28204