

# FERNERKUNDUNG IM ORCHONTAL

DAI Standort Kommission für Archäologie Außereuropäischer Kulturen

Laufzeit seit 2018

---

## METADATEN



Projektverantwortlicher Dr. Christina Franken, Dr. phil. Hendrik Rohland, Janna Fabry

Adresse Dürenstr. 35-37 , 53173 Bonn

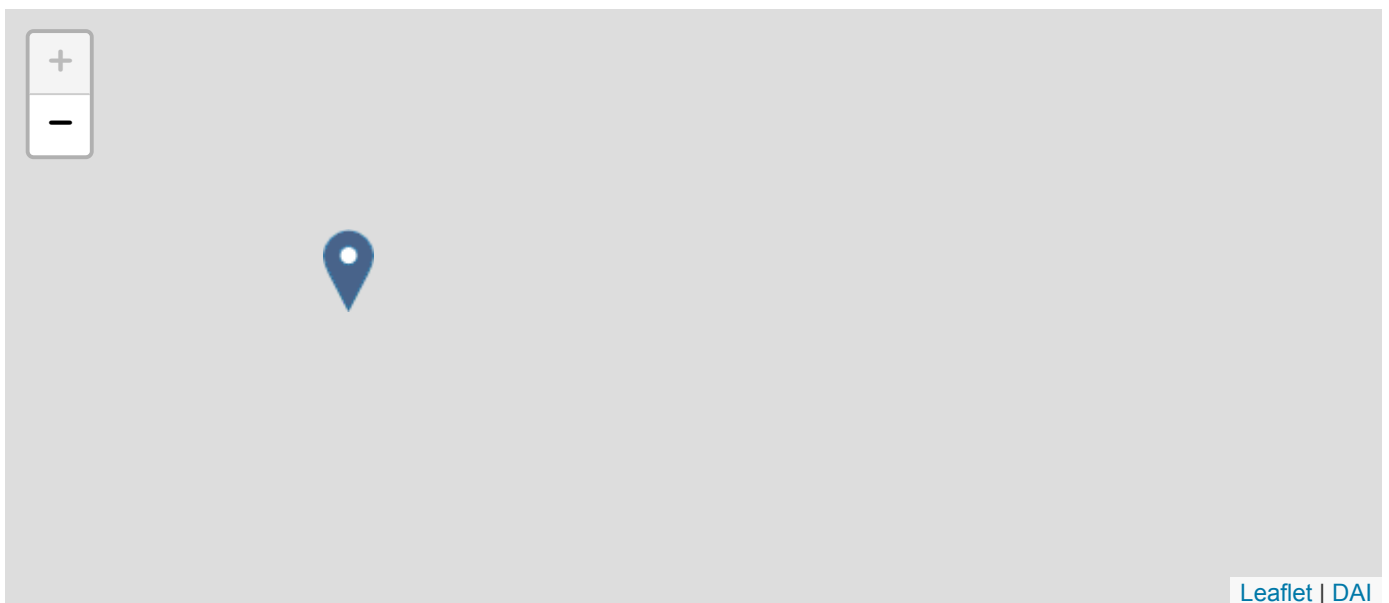
Email Christina.Franken@dainst.de

Laufzeit seit 2018

Partner Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Fakultät Geoinformation, Labor Photogrammetrie/Fernerkundung

Projekt-ID 2896

Permalink <https://www.dainst.org/projekt/-/project-display/4710239>



## ÜBERBLICK

Aufgrund der globalhistorischen Bedeutung der antiken Stätten im Orchon-Tal wurde die gesamte Region 2004 von der UNESCO zum Weltkulturerbe erklärt. Dies stellt Forscher, Institutionen und andere Akteure vor große Herausforderungen: das Erbe zu erforschen, zu

schützen und der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. In der Region befinden sich archäologische Denkmäler, die von der menschlichen Besiedlung der Steppe, der Entwicklung einer weitläufig vernetzten Elite und der Bildung von Staaten und Großreichen auf dem Fundament einer vorwiegend nomadisch geprägten Wirtschaftsweise zeugen. Besonders hervorzuheben sind die Stadtwüstungen der Städte Ordu Balik und Karakorum, die im Mittelalter wichtige urbane Zentren des Uighurischen bzw. Mongolischen Reiches waren.

Trotz grundlegender Informationen, die aus historischen Quellen gewonnen wurden, werfen Geschichte, Struktur und Funktionen der Steppenhauptstädte noch immer viele Fragen auf. Die älteren Ausgrabungen haben sich häufig auf die monumentale Architektur wie Paläste und Tempel konzentriert, während die Forschung über die Gesamtstruktur der Städte und ihres Hinterlandes noch in den Kinderschuhen steckt. Um dieser Frage nachzugehen, begannen mongolisch-deutsche Verbundforschungsprojekte mit Surveys und Ausgrabungen in Karakorum im Jahr 2000 und in Karabalgasun im Jahr 2007. Detaillierte Pläne der antiken Überreste an der Oberfläche sind eine entscheidende Voraussetzung für die weitere Erforschung und das Verständnis der Steppenstädte. Für Karakorum wurde bereits ein digitales Oberflächenmodell durch geodätische Vermessung mit einer Totalstation erfasst, mit deren Hilfe über 80.000 Punkte akribisch vermessen wurden. Das viel größere Gelände von Karabalgasun wurde 2007 mit Airborne LiDaR Technik per Hubschrauber vermessen. Die Steppe bietet aufgrund ihrer spärlichen Vegetation und Besiedlung nahezu perfekte Bedingungen für Fernerkundungstechniken. Der Scan deckte ein Gebiet von etwa 40 km<sup>2</sup> ab, von denen 20 km<sup>2</sup> gefüllt waren mit ummauerten Einfriedungen und Hügeln, die die Überreste der ehemaligen Siedlung darstellten. Obwohl der Scan viel von der Stätte enthüllte, bewies er auch, dass diese sich noch weiter ausdehnte, insbesondere nach Norden und Westen.

Allerdings sind LiDaR und geodätische Surveys zu Fuß kostspielig, weshalb die untersuchten Gebiete begrenzt waren. Da sich die Forschung an städtischen Standorten in der Steppe immer mehr für Fragen des städtischen Hinterlandes, der Zersiedelung und der weiträumigen Siedlungsmuster interessiert, sind detaillierte Kartierungen großflächiger Gebiete erforderlich. Dies stellt die Herausforderung dar, große Gebiete in kurzer Zeit mit erschwinglichen Geräten zu vermessen und die gesammelten Daten für die wissenschaftliche Analyse aufzubereiten.

Deshalb wurde Satellitenfernerkundung angewandt, um die volle Ausdehnung von Karabalgasun zu erfassen. SENTINEL-2 Satellitenbilder, die für wissenschaftliche Zwecke bei Copernicus Open Access Hub frei verfügbar sind und vom RapidEye Science Archive zur Verfügung gestellte Bilddatensätze ermöglichten die Untersuchung des Gebietes über multispektrale Daten mit Auflösungen zwischen 6 und 10 m pro Pixel. Die Satellitenbilder zeigten nur größere Einfriedungen deutlich, während kleinere Strukturen undeutlich oder unsichtbar blieben. Zwei Bereiche waren besonders interessant. Nördlich der bereits bekannten Stätte, in der Nähe der Überschwemmungsebene des Orchon, zeigten die Sentinel-

Bilder einige obscure rechteckige Strukturen. Wenn nachgewiesen werden könnte, dass es sich um ehemalige Gebäude handelt, würde dies das ursprüngliche Bild von der Ausdehnung der Stadt erheblich verändern. Ein anderes interessantes Gebiet lag westlich der Flächen, die von den Laser-Scan-Bildern abgedeckt wurden. Auf den Satellitenbildern sind mehrere ummauerte Gehege, die entlang des Jarantain Gol, einem kleinen Nebenfluss des Orchon-Flusses liegen, sichtbar. Dies warf die Frage auf, ob es auch dort, vergleichbar mit anderen Bereichen der Stadt, durchgehende Bebauung mit kleineren Gebäuden und Einfriedungen gibt oder ob es sich nur um isolierte Außenposten der Stadt handelt. Die Analyse der Satellitenbilder lieferte uns eine Grundlage für die weitere Planung von Fernerkundungsaktivitäten auf dem Gelände. Als sich die Möglichkeit der Zusammenarbeit mit dem Projekt "ArchaeoCopter" der HTW Dresden und der FU Berlin ergab, wurden folgende Untersuchungsschwerpunkte bestimmt:

1. An die Stadt Karabalgasun angrenzende Gebiete, mit dem Ziel der Vervollständigung der

Kartierung des Standorts in den Gebieten, in denen laut Satellitenbildern weitere archäologische Überreste erwartet werden können.

2. Die Stätte von Karakorum und ihre unmittelbare Umgebung zur Verfeinerung des digitalen Höhenmodells und zur Ausdehnung des Untersuchungsgebietes über die erkennbaren Wälle der Stadt hinaus sowie zur Erstellung einer detaillierten Kartierung des Gebietes des Klosters Erdene Zuu.

## RAUM & ZEIT

### ZEIT

Zwischen 745 und 840 bildete der Nomadenstamm des Turkvolkes der Uighuren ein Reich weit über die Größe der heutigen Mongolei hinaus. Die Uighuren agierten als enge militärische Verbündete der chinesischen Tang-Dynastie. Ihre Unterstützung war für die chinesische Dynastie so entscheidend, dass sie günstige Handelsbedingungen gewährte und sich zu Tributzahlungen in Höhe von Hunderttausenden von Seidenballen pro Jahr verpflichtete. Dieser Reichtum versetzte die Uighuren in die Lage, sich am Handel auf den Seidenstraßen zu beteiligen. Dabei wurden sie maßgeblich vom Volk der iranischen Sogder aus Zentralasien als Händler, Berater und Verwalter ihres Reiches unterstützt.



Um Handel, Diplomatie und Handwerk zu erleichtern, gründeten die Uiguren städtische Siedlungen. Am prominentesten unter ihnen war ihre Hauptstadt Karabalgasun, die im "Ötükän yis" am Fluss Orchon lag, in den heiligen Ländern der alttürkischen Völker zwischen den Gebirgen Khangai und Khentii. Der arabische Reisende Tamīm ibn Baḥr berichtete, "[...] dass dies eine große Stadt ist, reich an Landwirtschaft und umgeben von rustāqs voller Kultivierung und dicht beieinander liegenden Dörfern. Die Stadt hat zwölf Eisentore von riesiger Größe. Die Stadt ist bevölkerungsreich und dicht gedrängt und hat Märkte und verschiedene Gewerbe [...]". Im Jahr 840 wurde die Stadt von dem einfallenden Turkstamm der Kirgisen aus dem oberen Jenissei-Gebiet zerstört. Mit der Zerstörung von Karabalgasun fiel auch das uighurische Reich.

Nur 30 km südlich von den Ruinen der uighurischen Metropole gründeten die Mongolen Karakorum als Hauptstadt ihres wachsenden Reiches. Folglich wurde fast 400 Jahre nach dem Untergang von Karabalgasun und dem uighurischen Reich das Orchon-Tal wieder zum Zentrum der eines Steppenreiches. Einige Quellen berichten, dass Dschingis Khan selbst 1220 den Standort der Stadt wählte. Im Jahr 1235 wurden eine Stadtmauer, ein Palast und ein Tempel errichtet. Weitere Informationen über Karakorum werden durch die Berichte von Reisenden und Chronisten aus verschiedenen Kulturen geliefert. Die Stadt war ein kosmopolitisches Zentrum, das von Diplomaten, Adligen, Händlern, Missionaren und Handwerkern aus China, Zentralasien, dem Nahen und Mittleren Osten und sogar aus Westeuropa bevölkert wurde. Die Blütezeit von Karakorum dauerte bis 1260, als Qubilai Khan den Thron des Reiches einnahm und seine Residenzen in Shangdu und Dadu (Peking) errichtete.

## **RAUM**

Die mongolische Steppe bietet aufgrund ihrer spärlichen Vegetation und Besiedlung nahezu perfekte Bedingungen für Fernerkundungstechniken. Die extensive Landnutzung durch nomadische Weidewirtschaft minimiert die Verluste von archäologischer Substanz.

## **FORSCHUNG**

### **FORSCHUNGSFRAGEN**

Fragen zur Stadtentwicklung sowie ihrer Einbindung in das nähere und weitere Umland stehen im Vordergrund der Untersuchungen.

## **ANSÄTZE UND METHODEN**

UAVs („Drohnen“) in Kombination mit Methoden der Photogrammetrie haben sich als ein Standardwerkzeug der archäologischen Dokumentation etabliert. Multikopter mit guten Kameras werden heutzutage immer sicherer und billiger. Im Gegensatz zu stereobasierten Ansätzen, basieren Einzelkamarasysteme oft auf dem Prinzip "Structure from Motion". In Bezug auf die Software, gibt es zusätzlich zu vielen kommerziellen Produkten auch frei verfügbare Pakete wie VisualSFM und Open Source Produkte wie MicMac, OpenMVG, die vergleichbare Ergebnisse liefern können. Der Umgang mit den kostenlosen Produkten ist jedoch oft eine große Herausforderung. Dies gilt insbesondere für die Anpassung der freien Parameter, die dem Benutzer maximale Freiheit auf der einen Seite bietet, jedoch auf der anderen Seite zu unbefriedigenden Ergebnissen führen kann. Das Archaeocopter-Projekt hat sich mit der Handhabung und Analyse bestehender freier Softwarepakete im Kontext der archäologischen Dokumentation seit 2013 auseinandergesetzt. Neue Softwaremodule und Alternativlösungen sind ebenfalls frei verfügbar und werden ständig weiterentwickelt. Im Rahmen dieses Projekts wurde eine halbautomatische Software namens Archäo3D entwickelt, die zur Optimierung und Kontrolle des gesamten Rekonstruktionsprozesses dient. Die resultierenden 3D-Modelle sind stark von der Qualität und der Korrelation der Eingangsbilder abhängig. Videos und Fotos werden automatisch importiert und verarbeitet. Die Software ist in der Lage, die Verarbeitungsmodule neu zu ordnen oder anzupassen und die Parameter, abhängig von der aktuellen Hardware und der Aufnahmesituation und Komplexität anzupassen. VisualSFM, COLMAP und CPMVS sind die wichtigsten von Archäo3D verwendeten Werkzeuge. Um ein 3D-Modell zu erstellen, werden zunächst standardisierte Schritte verwendet, um einen Satz von geplanten, hochauflösenden Fotos zu erstellen, die dann fotogrammetrisch zusammengefügt werden. Dies steht im Gegensatz zur Videogrammetrie, die ihren Ursprung in der Robotik zur Lokalisierung und Erkennung in Echtzeit-Systemen hat. Mit dem Jkeyframer haben wir jedoch ein Tool, das zwei Lösungen zulässt:



## **FORSCHUNGSGESCHICHTE**

Die Nomadenreiche Zentralasiens sind besonders interessante Phänomene in der Geschichte der Zivilisation. Trotz der kleinen Bevölkerung und Wirtschaft der eurasischen Steppen hatten sie einen enormen Einfluss auf den Verlauf der Menschheitsgeschichte. Obwohl diese Reiche

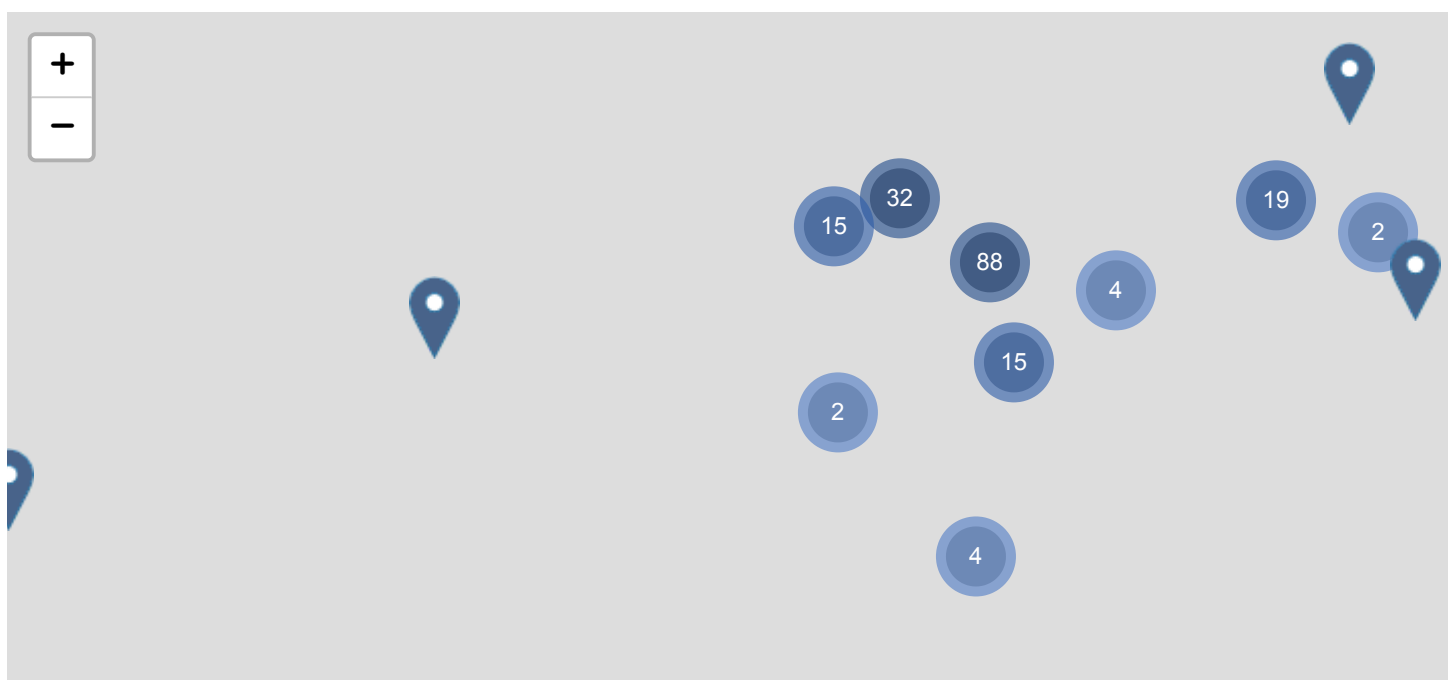
sich auf die militärische Stärke und Mobilität einer überwiegend nomadischen Bevölkerung stützten, entwickelten sie immer wieder bedeutende städtische Zentren. Seit etwa zwanzig Jahren erforschen das Deutsche Archäologische Institut, die Mongolische Akademie der Wissenschaften und die Nationale Universität von Ulaanbaatar gemeinsam urbane Siedlungen im nomadischen Umfeld, ihre Charakteristika und interkulturellen Einflüsse im mongolischen Orchon-Tal.

## FORSCHUNGSZIELE

Es ist unser Ziel, einen umfassenden Korpus hochauflösender Daten der Kulturlandschaft im Bereich von Karabalgasun und Karakorum sowie dem gesamten Orchon-Tal zu erstellen, um eine ganzheitlichere Sicht auf Siedlungen und Landnutzung an den urbanen Standorten des Orchon-Tals zu ermöglichen. Dabei wird versucht, bestehende Visualisierungen zu verbessern und aussagekräftige Bilder von anthropogen beeinflussten Landschaften zu erstellen, welche die positiven Eigenschaften der einzelnen angewandten Technologien erhalten. Auch die Weiterentwicklung von Methoden steht im Fokus des Projektes.

## KULTURERHALT

## VERNETZUNG



## ERGEBNISSE

Die Fernerkundungskampagne von 2018 hat zwei wichtige Ergebnisse erzielt.

Erstens hat sie bewiesen, dass ein kostengünstiger, photogrammetrischer Ansatz zur Fernerkundung nicht auf einzelne Objekte oder kleine Standorte beschränkt werden muss, sondern auch in ausgedehnten Landschaften angewendet werden kann. Aufgrund der spärlichen Vegetation der mongolischen Steppe ist die luftgestützte photogrammetrische Modellierung eine kosteneffiziente und relativ einfach anzuwendende Surveymethode. In diesem Fall wurden fast 50 km<sup>2</sup> innerhalb von nur acht Tagen intensiver Arbeit kartiert.

Zweitens, bereits die vorläufigen Ergebnisse haben unser Wissen über Karabalgasun erweitert. Trotz einiger Unsicherheiten in Bezug auf die Datenqualität, gibt es endlich, fast 130 Jahre nach den ersten Standortmessungen, einen vollständigen, hochauflösenden Plan der Überreste der Stadt. Nach einer ersten Überprüfung des neuen Plans kann Karabalgasun als nomadischer Typ einer städtischen Siedlung bezeichnet werden. Die Stadt hatte die Form eines Kreissegments mit seiner konvexen Seite nach Westen und seiner flachen Seite nach Osten. Die so genannte Tempel- und Palastanlage oder "Kaiserstadt" befindet sich im Zentrum der geraden Ostgrenze. Es handelt sich hierbei um einen genuin nomadischen Stadtgrundriss, der einem herrscherlichen Feldlager ähnelt.

Dieses Wissen wird wesentlich zur Debatte über Urbanismus im nomadischen Umfeld beitragen. Der neue Stadtplan ermöglicht nun eine detaillierte Analyse des allgemeinen Grundrisses und der einzelnen Komponenten der Stadt. Forschungen zur Organisation und Nutzung des städtischen Raums können nun auf einer soliden Datenbasis vorangetrieben werden.

Ebenfalls im Jahr 2018 sammelte das Team Daten in Karakorum und dem angrenzenden Kloster von Erdene Zuu. Neben der Kartierung der mittelalterlichen Stadtwüstung, wurde auch vom Areal Erdene Zuus ein hochauflösendes 3D-Modell durch die Kombination von Video- und Photogrammetrie erstellt. Das Modell kann in Zukunft für Lehrzwecke genutzt werden und dokumentiert detailreich den aktuellen Zustand.

In der Kampagne 2019 wurden weitere Gebiete um Karabalgasun mit den oben beschriebenen Methoden abgebildet. Darüber hinaus wurde die Datenerfassung in Karakorum ergänzt, um auch hier vollständige Ergebnisse zu erzielen.



Karabalgasun

## PARTNER & FÖRDERER

### PARTNER

*Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden,  
Fakultät Geoinformation, Labor  
Photogrammetrie/Fernerkundung*

## TEAM

### DAI MITARBEITENDE



Janna Fabry



Dr. Christina Franken



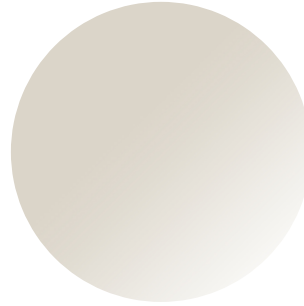
wissenschaftliche Hilfskraft im Projekt  
"Kulturlandschaft Orchontal" / Mongolei  
Janna.Fabry@dainst.de

Referentin für Asien  
Christina.Franken@dainst.de

## **EXTERNE MITGLIEDER**



**Tumurochir Batbayar**



**Prof. Dr. Ulambayar Erdenebat**