

# UNTERSUCHUNG DES ALTOPIANO PRANU MANNU BEI COLLINAS, PROVINZ MEDIO CAMPIDANO AUF SARDINIEN

Martin Boss<sup>a</sup>, Frank Bauer<sup>b</sup>, und Oriana Theisen<sup>c</sup>

<sup>a</sup> *Abteilung/Bereich, Institution/Einrichtung, Land, E-Mail Adresse des Korrespondenz-Autors;* <sup>b</sup> *Abteilung/Bereich, Institution/Einrichtung, Land, E-Mail Adresse;* <sup>c</sup> *Abteilung/Bereich, Institution/Einrichtung, Land, E-Mail Adresse*

**KURZDARSTELLUNG:** Der Altopiano von Pranu Mannu auf Sardinien ist bislang kaum untersucht, obwohl er seit dem Endneolithikum kontinuierlich besiedelt gewesen ist. Weil die Hochebene als solche ist ein Geländedenkmal ist, sollten möglichst zerstörungsfreie Untersuchungsmethoden gewählt werden. Um das großräumige Untersuchungsgebiet in den Griff zu bekommen, ist zunächst eine gründliche Geländeaufnahme nötig; dafür wurde ein automatisiertes Verfahren entwickelt, das als Aufnahmegesetz Drohnen verwendet. Dabei wird zunächst eine orthophotogrammetrische Karte erstellt und im nächsten Schritt ein maßhaltiges 3D-Modell. Als Endprodukt soll ein wissenschaftlich nutzbares Geoinformationssystem zu Pranu Mannu im Kontext der Siedlungskammer des Golfes von Oristano stehen, das „on site“ online zu benutzen ist. Die Idee dahinter ist, die Forschungsergebnisse in einer Art „augmented reality“ auch der allgemeinen Öffentlichkeit als virtuelles Museum dieses Geländedenkmals im WWW zur Verfügung zu stellen. Es ist geplant, daß sich Besucher vor Ort schon während des laufenden Projektes, aber auch künftig über das Projektende hinaus an den Untersuchungen mit beteiligen können.

## **DER FORSCHUNGSgegenSTAND:**

In Collinas, an der Westküste von Sardinien in der Provinz Medio Campidano, liegt das Hochplateau von Pranu Mannu. Es ist bislang kaum untersucht und nahezu völlig unangetastet, obwohl es seit dem Endneolithikum kontinuierlich besiedelt gewesen ist. An den Geländekanten des Hochplateaus stehen vier bekannte Nuraghenkomplexe, also massive Türme mit anliegender Siedlung aus der Zeit des 2. und 1. Jahrtausends v. Chr., die heute noch oberirdisch mit ihren tonnenschweren Mauerblöcken mehrere Meter hoch erhalten sind. Später zog dort eine römische Fernstraße vorbei und die frühchristliche Kirche S. Maria Angiargia liegt dort auf oder zumindest bei dem römischen Siedlungsplatz Villa Clara. Nach Lage und den erhaltenen Spuren zu urteilen, war dieses Hochplateau wohl eine der Stellen,

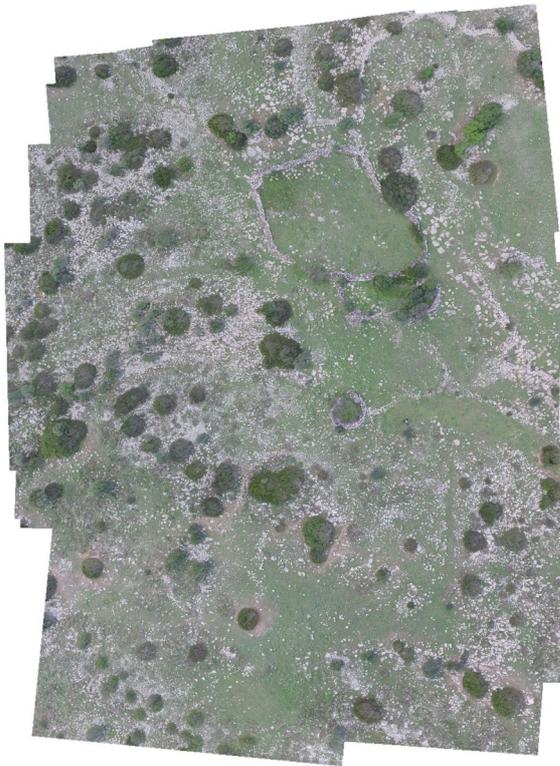
an den Handel und Warenaustausch zwischen den indigenen, transhumant lebenden Hirtenkulturen aus dem sardischen Landesinneren zu den anderen in urbanen Gemeinschaften lebenden Mittelmeeranrainern stattgefunden hat.

## **DIE GRUNDSÄTZLICHEN VORBEDINGUNGEN UND VORGABEN:**

Die Hochebene ist als solche ein Geländedenkmal und – wenn auch (noch) nicht offiziell – ein Naturschutzgebiet. Deshalb sollte jeder Eingriff mit äußerster Vorsicht durchgeführt werden und wenn möglich, so sollten zerstörungsfreie Untersuchungsmethoden gewählt werden. Ebenso sollte über das Projektende hinaus eine Aufbereitung für eine allgemeine Öffentlichkeit bereitgestellt werden, die ohne irgendwelche verändernden Eingriffe vor Ort auskommt.

## DAS VORGEHEN:

Um ein Untersuchungsgebiet in den Griff zu bekommen, das schon in seinen engsten Grenzen 2 km mal 1 km Ausdehnung besitzt, ist zunächst eine gründliche Geländeaufnahme nötig. Sie bildet den übergeordneten Rahmen, in den dann alle weiteren Untersuchungen wie geologische oder paläobotanische Beobachtungen, geophysikalische Meßergebnisse, Surveys, Gebäudeaufnahmen und dergleichen mehr einzufügen sind. Dafür wurde am Lehrstuhl der Informatik 9 (graphische Datenverarbeitung) der FAU ein automatisiertes Verfahren entwickelt, für das jetzt erste Probeläufe vor Ort erfolgreich verlaufen sind – sowohl als Mosaik von Luftbildern als auch darauf aufbauend in 3D Modellierung der Geländeoberfläche.



*Abb. 1: System ländlicher Feldsteinstrukturen unterschiedlicher Epochen seit der Antike auf Pranu Mannu in maßhaltigem Mosaik orthophotogrammetrischer Luftaufnahmen*

Kleinere Probeflächen des Untersuchungsgebietes wurden zum ersten Mal im Frühjahr dieses Jahres als manuell geflogenes 3D Modell erfasst und jetzt im Sommer bei vertrocknetem Bewuchs nochmals mit autonom fliegender Drohne. Aus den Unterschieden zwischen beiden Aufnahmen erhoffen wir die Maßhaltigkeit der unterschiedlichen

Aufnahmeverfahren und die Meßgenauigkeit der Geländeaufnahme bestimmen zu können..

Ein besonderes Augenmerk wurde darauf gelegt, daß das gesamte Verfahren der Geländeaufnahme ohne teures Spezialgerät durchgeführt werden kann – es kommen nur consumer-products zum Einsatz. Die gesamte Steuerung des Arbeitsablaufes wurde so gestaltet, daß dem Nutzer keine besonderen Kenntnisse, weder bei Gewinnung der Daten, also zum Beispiel zum Fliegen der Drohnen, noch zur Verarbeitung der gewonnenen Daten abverlangt werden: es reicht aus, auf dem Smartphone in Google Maps [1] der gewünschte Anschnitt des Geländes mit dem Finger zu markieren; alles übrige wie den optimalen Abstand von einer Photoaufnahme zur nächsten, den optimalen Flugpfad und ähnliches steuert das Programm selbstständig, das auch die Drohne fliegt. So entsteht zunächst eine orthophotogrammetrische Karte, die die realen Abstände mit vorhandenen GIS-Daten, aber auch den 3D-Geländedaten von Google Maps abgleicht und so grobe Meßfehler vermeiden hilft.

In einem nächsten Schritt kann der Nutzer dann diejenigen Objekte, von denen 3D-Modelle notwendig sind, also alle archäologischen Spuren, ebenfalls wieder auf seinem Smartphone mit einem Fingerzeig auswählen. Das Programm schlägt dann von sich aus die am besten geeigneten Flugpfade vor und die Drohne startet. Ebenso automatisiert kann dann die Verarbeitung der Daten nach dem Upload entweder mit einem der gängigen Programme zur Erstellung von 3D Structure from Motion oder durch eine Eigenentwicklung des Lehrstuhls der Informatik 9 (graphische Datenverarbeitung) der FAU erfolgen. Die Ergebnisse zeigen wir – metrisch richtig und mit korrekter GPS-Verortung – derzeit sowohl in Blender auf dem Bildschirm, oder mit VR-Brille begehbar zur weiteren Auswertung an (Abb. 2 und 3). Es hat sich gezeigt, daß sich auf diese Weise recht einfach die Befunde zuordnen und zur weiteren Verarbeitung wie Steinplänen, Karten und ähnlichem vorbereiten lassen.

Das Verfahren ist so konzipiert, daß auch künftig immer weitere Daten zusätzlich dazu geladen werden können, die das 3D Modell der gesamten Hochebene zunehmend verbessern. Dies müssen nicht unbedingt Luftaufnahmen sein, auch normale Photographien, die aus der Hand am Boden gemacht worden sind, können automatisiert verortet werden und tragen so zur

Verbesserung der Geländeaufnahme bei (Abb. 4). Vor allem können bei einem sich immer weiter verbessernden Geländemodell auch einzelne Funde eingetragen werden.



**Abb. 2:** Fundsituation und Bestand des Nuraghen Miale Graba auf Pranu Mannu in 3D Darstellung.



**Abb. 3:** Ungefähr derselbe Blickwinkel auf den Nuraghen Miale Graba in der Luftaufnahme.



**Abb. 4:** Pozzo, im Boden eingetiefte Steinstruktur zur Wassergewinnung; 3D Modell, gewonnen aus Photoaufnahmen mit Spiegelreflexkamera aus der Hand.

## DAS ZIEL:

Gleichzeitig bildet die Geländeaufnahme die Grundlage für die Bereitstellung aller bereits gewonnenen Forschungsergebnisse, verknüpft mit der WissKI-Datenbank [2] der FAU als wissenschaftliche Kommunikationsinfrastruktur (VRE), online vor Ort. Als Endprodukt soll ein wissenschaftlich nutzbares Geoinformationssystem zu Pranu Mannu im Kontext der Siedlungskammer des Golfes von Oristano stehen, das „on site“ online zu benutzen ist. Die Idee dahinter ist, die Forschungsergebnisse in einer Art „augmented reality“ auch der allgemeinen Öffentlichkeit als virtuelles Museum dieses Geländedenkmals im WWW zur Verfügung zu stellen. Es ist geplant, daß sich Besucher vor Ort schon während des laufenden Projektes, aber auch künftig über das Projektende hinaus mit eigenen Photographien, die zum Beispiel mit dem Smartphone aufgenommen worden sind, an den Untersuchungen mit beteiligen können.

Bis zur genauen Auswertung, Bestimmung und Einordnung aller Strukturen wird natürlich noch einige Zeit vergehen, aber schon jetzt zeigen sich neue Befunde. So sind in der Gegend von Prannu Picciu, dem erhöhten Plateau am Ostrand von Pranu Mannu, kreisförmige Steinsetzungen auszumachen, die in demselben Gebiet liegen, in dem bei einer Begehung auch zahlreiche Reste aus der Verarbeitung von Obsidian zu beobachten sind. Über die gesamte Hochebene verteilt sind neben den massiven Steinbauten der Nuraghen die unterschiedlichsten Feldsteinstrukturen und Wegesysteme als dichtes Gespinnst aneinander gelagert (Abb. 1 und 4). Am Boden sind diese Steinsetzungen allerdings zwischen den natürlich anstehenden zerklüfteten Basaltflächen, die gerade an der Hügelkante zutage treten, und dem dichten mediterranen Bewuchs kaum auszumachen [3].

[1] [https://www.google.com/intx/de\\_de/work/mapearth/resources/](https://www.google.com/intx/de_de/work/mapearth/resources/)  
<https://www.google.de/earth/outreach/index.html>

[2] <http://wiss-ki.eu/>

[3] <http://www.klassischearchaeologie.phil.fau.de/prannu-mannu/>