

THE NASCA PROJECT
-
A GERMAN-CZECH COOPERATION
(22 YEARS OF RESEARCH IN PERU)

Christiane Richter
Bernd Teichert
Karel Pavelka
Alex Cervený

2017

PREFACE

Alex Cervený/São Paulo, Brazil

Being an artist, I like to think of the Nasca geoglyphs as a work of art of enormous proportions. An intricate and delicate mesh of superimposed drawings made through the work of many generations. Similar to a palimpsest, this work has, as its physical support, the sensitive surface, already rich in geological scriptures of one of the driest deserts on our planet. To appreciate it better, it is not enough to climb the small observation tower next to the Panamericana highway or the top of Hill X. For such a spectacular scenario, the viewer should fly. As is the case with the most intriguing works of art, the geoglyphs are interpreted in many ways, according to the viewer's points of views and projections. Nothing can compare to them, in greatness and delicacy. However, we can draw a parallel with a monument equally valuable to mankind and that stands out because of its scale and fragility, and this will give us an idea of how challenging it is to guarantee the preservation of the geoglyphs. I am referring to the preparatory cardboard made by Raffaello Sanzio for the School of Athens in the Vatican, currently at the Ambrosiana Library, in Milan. It is a huge sheet of paper, 8 meters long by 2.85 meters high, covered by soft textures of charcoal and chalk. It is stored in a place with a rigid control of light and humidity, so that time does not accelerate the inevitable deterioration of the drawing, which is more than 500 years old. If everything goes well, many future generations will be able to appreciate, up close, the gesture of the great artist. But when compared to the vast desert area with which we are dealing here, it is only a simple and portable object, more recently made and with a well-documented and well-recorded history.

Therefore, it makes sense to spare no effort to protect, record and study the cultural heritage that Nasca represents. And we are late, since it is not only wind that threatens to erase the lines. The area has suffered, especially in the last century all kinds of attacks – intentional or unintentional depredations, real estate exploration, mining and even well-intentioned but disastrous actions, which have left vociferous scars in the desert, forever interfering with the reading of the lines. But thanks to the efforts of Maria Reiche and of her supporters throughout her heroic journey, the area is now included in the list of cultural properties protected by UNESCO and is also supported by the Peruvian government and by many international groups. Among them, we must highlight the generous results of the cooperation between the University of Applied Sciences (HTW) Dresden and Czech Technical University (CVUT). Their objective, meticulous and unbiased work has produced a database with clear and accurate information about each line, shape and area. The information is available through NascaWebGIS, a platform that is easy to use and open to anyone interested in the subject. Thanks to this partnership, today it is possible to “fly” over the lines using what is probably the most accurate and organized system of visualization and interpretation of this vast stretch of land in southern Peru.

For those who are interested in a great adventure, sooner or later Peru will be your destination. My childhood best friend gave me a book about Machu Pichu, by Simone Waisbard, and this book awakened in me the desire to become an archaeologist and to visit the country. At the age of 28, the backpacking artist was only one more tourist witnessing the fascinating sites. A new and surprising opportunity came in 2005, when I visited Peru again for an artists' residency with the members of the fifth expedition. I will forever carry with me the precious memories of a spectacular helicopter ride during that trip and the establishment of fruitful friendships. A few years after that, when I was already irreversibly captivated, I had the pleasure of participating in the sixth and seventh expeditions, which made me even closer to the project and added new places and characters to my narrative.

The stories I lived in Nasca are among the most interesting stories of my life. Therefore, I hope this exhibition awakens in the audience a much deserved interest, stimulating new travelers to come, fostering new research, and integrating people and places beyond borders and hierarchies – all this in defense of the preservation of this fabulous work of art that can still reveal us so much.

THE MYSTERY OF NASCA

Christiane Richter / HTW Dresden, Faculty of Spatial Information, Germany

INTRODUCTION

Talking about Peru normally means talking about the Incas and Machu Picchu. The Inca civilization arose from the highlands of Peru in the early 13th century. The administrative, political and military center was the famous ancient city Cusco. The Inca Empire was the largest empire in pre-Columbian America and possibly one of the largest empires in the world in the early 16th century. And the history of the Spanish

conquest in 1572 is well documented and known. But Peru is much more than that. Long before the Inca Empire, there were highly developed cultures on the territory of today's Peru, like the Chavín, Tiwanaku, Paracas, Mochica, Nasca, Huari and Chimú (compare Fig. 1).

Most of these ancient cultures did not settle in the Andes, but in the desert near the coast. The dry climate in this region is due to the fact that many cultural sites of these early civilizations are still preserved. It is impossible to present all the Peruvian archaeological sites in detail, so only a selection of the most important sites is mentioned below.

One of these pre-Columbian cultures, the **Casma/Sechin** culture (about 3500 - 200 BC), refers to a large concentration of archaeological sites in the north coast of Peru, about 350 kilometers north of the present-day capital Lima.



Fig. 1: Overview of ancient cultures in Peru

Most of these sites are found in the valleys of the Casma and the Sechín river about 20 kilometers away from the Pacific Ocean. A frieze located at Sechín Bajo (Fig. 2a and b) dated at 3500 BC is the oldest example of monumental architecture discovered thus far in the Americas. It means that the Casma/Sechin culture now considered the oldest civilization of the Americas.



Fig. 2a: Archaeological site of Sechín Bajo overlooking the Sechín River Valley



Fig. 2b: A frieze located in Sechín Bajo

Chanquillo, another very important site dating from 350 to 100 BC, incorporates a fortress (Fig. 3a), a solar observatory, called the Thirteen Towers of Chanquillo (Fig. 3b), and ceremonial areas. The Thirteen Towers have been interpreted as an astronomical observatory, which permitted an observer to determine a precise date of the year by observing the position of the sun at sunrise and sunset on the towers from the two observing points. (GHEZZI 2011)



Fig. 3a: The fortress of Chanquillo (Foto: SAN)



Fig. 3b: The Thirteen Towers of Chanquillo

Another interesting civilization, named **Norte Chico or Caral**, emerged around 2600 BC and persisted until around 1800 BC on the north-central coast of Peru. It is one of the oldest civilizations in the Americas too. Only the archaeological site of Sechín Bajo is now, after a new Radiocarbon dating, considered to be older. Norte Chico had a cluster of about 18 urban settlements of which the Sacred City of Caral, in the Supe valley, about 200 kilometers north of Lima, is one of the largest and best studied sites. Therefrom the alternative name Caral is derived. The Sacred City of Caral (Fig. 4) was declared a UNESCO World Heritage Site in 2009. The site is impressive in terms of its complex and monumental architecture, including six large pyramidal structures, an extensive residential complex and five plazas. (Caral-Supe Special Archaeological Project /I.N.C. 2008)



Fig. 4: The pyramids of the Sacred City of Caral surrounding the large plaza

The **Chavín** culture is a pre-Incan civilization, named for Chavín de Huantar, the principal archaeological site in the Ancash region in the northern Anden highlands. The culture developed approximately between 1500 and 200 BC in the Anden highlands and extended its influence to other civilizations along the coast. The Chavín civilization was centered on the site of Chavin de Huantar, the religious center and the capital of the Chavín culture (Fig. 5).

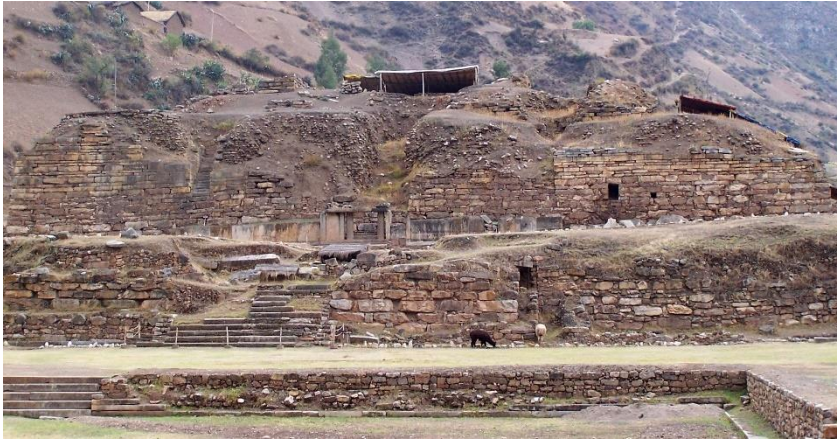


Fig. 5: Chavín de Huántar tempel

At the same time the **Tiahuanaco or Tiwanaku** culture (1500 BC – 1000 AC) developed in the southern Anden highlands close to the Titicaca Lake. The ancient city of Tiwanaku, today situated in Bolivia, was built almost 4,000 meters above sea level, making it one of the highest urban centers ever constructed. Between 300 BC and 300 AC, Tiwanaku is thought to have been the cosmological center for the Tiwanaku empire (see Fig. 6a and b).



Fig. 6a: The „Gate of the Sun“ in Tiwanaku



Fig. 6b: The ancient city of Tiwanaku

From about 200 BC until 750 AC the **Moche or Mochica** civilization flourished on the northern coast of Peru. The Moche capital was situated at the Moche valley south of the modern town Trujillo.



Fig. 7a: Temple of the Sun



Fig. 7b: Temple of the Moon

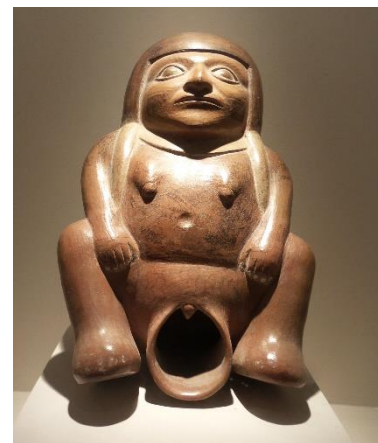


Fig. 7c: Moche pottery

Here was found one of the largest pre-Columbian structures in Peru, an adobe brick temple named the “Temple of the Sun” (Fig. 7a), which was partly destroyed by the Spanish conquistadores. The nearby Temple of the Moon, with its colorful murals and complex iconography (Fig. 7b), is better preserved. The temples appear to have been used as royal residence but also for ceremonial activities.

Another very important archaeological Moche site is Sipán in the Lambayeque Valley that is famous for the royal tomb of the “Lord of Sipán”. The site was excavated at the end of the eighties and it is one of the most important archaeological excavations of the present. Also very famous all over the world is the Moche pottery, which varies in shape and theme. Especially the presentation of sexual themes in pottery is unique (see Fig. 7c).

While the Moche (or Mochica) culture developed in the oases on the north coast of Peru, the Nasca culture settled on the southern coast of the country. The **Nasca** culture took over the traditions and techniques of the previous **Paracas** culture (800 – 200 BC), especially in the production of textiles and ceramics. The Paracas culture mainly developed on the Paracas Peninsula and in the nearby Ica Valley. Their embroideries are the primary works of art by which Paracas is known.

The **Wari** or Huari culture were a civilization that flourished in the south-central Andes and the coastal area of Peru from about 600 to 1200 AC. Wari is also the name of the capital of this culture, which is situated near the modern town Ayacucho in the Andes at an altitude of 2770 m above sea-level. The site covers about 16 square kilometers. It was a highly organized city with residential, administrative, and religious areas (Fig. 8). The Wari culture is also referred to as the first empire on the territory of today's Peru. Very early the Wari expanded their territory and became dominant in much of the territory of the earlier Moche and Nasca cultures.



Fig. 8a and b: The excavations of the former Wari capital are still at the very beginning

THE MYSTERY OF NASCA

The name of the Nasca culture is derived from the little town Nasca, which is the capital of the correspondent province located in the Ica District in the south of Peru. The culture flourished in the south-coastal region between 200 BC and 650 AC. This culture is very famous for its pottery and textiles, but it was also responsible for the ceremonial city of Cahuachi, the impressive system of aqueducts, that still function today and not to forget the geoglyphs at the Pampa of Nasca and Palpa.

ARCHAEOLOGICAL SITES OF THE NASCA CULTURE

Cahuachi is one of the largest adobe ceremonial centers in the world. The main core of the ceremonial (Fig. 9) center has an extension of 4 square kilometers, while the total complex reaches about 24 square

kilometers. During its time Cahuachi played a crucial role. The presence of Cahuachi generated an extensive zone of ideological influence, not only on the coastal areas but also in the upper valleys and in the Andean vicinity. (OREFICI, et al. 2009)



Fig. 9: Cahuachi – the rebuilt ceremonial center of the Nasca culture

Approximately 4 km away from the core zone of Cahuachi the archaeological site Estaquería (see Fig. 10) is situated. According to A. Sánchez Borjas (OREFICI, et al. 2009) Estaquería was an administrative center and the successor of Cahuachi.



Fig. 10: Estaquería



Fig. 11: Cemetery of Chauchilla

About 30 kilometres south of the city of Nasca the **Chauchilla Cemetery** (Fig. 11) is located that contains mummified human remains and archeological artifacts. The cemetery has been extensively plundered by grave robber, the so-called huaqueros. In 1997 the site has been restored and protected by Peruvian law. Similar ancient cemeteries, which can be found everywhere in this region, have been severely damaged to a greater extent. But the Nasca culture was also a society with an extensive knowledge of irrigation and water management. In the Nasca region about 40 aqueducts were built, which were used all year round. Most of these aqueducts still exist and some of them are still being used today (see e.g. Fig. 12).



Fig. 12: San Carlos aqueduct in the Taruga valley

LINES AND FIGURES AT THE PAMPA

In the north of the little town Nasca extends a desert plateau called the “Pampa of Nasca”, scene of a peculiar art gallery. Here in the middle of the desert the people of the Nasca culture created one of the most important monuments of the Pre-Inca period which is unique in the world. An area of several hundred square kilometers is covered with thousands of lines, huge areas, large biomorph figures and various geometric shapes drawn in the rock strewn desert.

Fig. 13: Line center at the Pampa of Nasca



The drawings vary in complexity. Hundreds of them are simple straight lines, running up to twelve kilometers straight through the desert. But there are also meandering and zigzag lines (Fig. 14a). The huge areas – mostly triangles and trapezoids – look like landing strips (Fig. 14b). Lines and areas often meet in so-called line centers (compare Fig. 13), often situated on slightly elevated places.



Fig. 14a: Trapezoids and meandering Lines



Fig. 14b: Trapezoid

Last but not least the very impressive figures should be mentioned as well (see e.g. Fig. 15). There are anthropomorphic designs, zoomorphic representations (such as birds, fishes, llamas, a spider or a monkey), plants (like trees or flowers) and geometric shapes, e.g. different kinds of spirals (Fig. 15b).

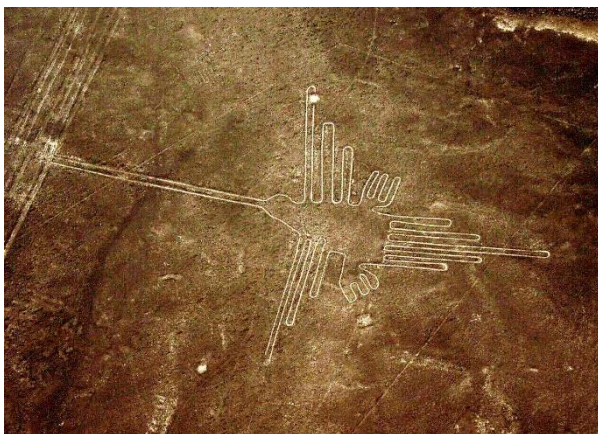


Fig. 15a: The Humming-bird



Fig. 15b: Spirals with destructions

Some of the figures measure more than 300 meters in length. That's why the beauty and magnitude of the giant figures can be recognized only from the air. That seems to be the reason why the Nasca Lines were discovered first at the beginning of the 20th century with the beginning of the aviation.

Today the Lines and Figures of Nasca and Palpa are one of the most fascinating and mysterious archaeological sites in South America, indeed the world. They are enduring monuments to the ingenuity of the ancient Peruvians. Basing on a study of pottery found at the Pampa and results of the C-14-method, scientists attribute most of the lines and figures to the Nasca culture.



Fig. 16: The Humming-bird seen from the ground

The drawings represent an artistry of a special kind, neither carved nor painted. They were caused by removing the darker (oxidized) gravel of the desert's surface to expose the lighter (unoxidized) sub-soil below (compare Fig. 16).

It is remarkable how these mysterious tracings have remained intact for so many centuries. This is due to a special geographic and climatic situation, which is unique to the Peruvian coast. The Pampa of Nasca is situated in the Atacama Desert, one of the driest areas in the world. Nearly no precipitation reaches the desert, so pluvial erosion is rare for centuries. Because of that dry and stable climate, the light-

colored traces have remained nearly unaltered during the last 2000 years. That's why we still can admire the enigmatic "Nasca lines". The unanswered question that has historically aroused the most attention is: "Why were these drawings created and what purpose could they have served?" What was the reason to create a monument that could only be appreciated from the air in an era when there were no airplanes? The mysteries surrounding the Nasca lines are almost as fascinating as the spectacular drawings themselves. Were the images part of religious rituals aimed at asking the gods for help with the fertility of crops? Were they used for running races? Are the lines indicators for underground water, or was it an irrigation system?

About 40 theories are current amongst scientists and pseudo-scientists but even today nobody is able to provide a comprehensive and scientifically provable answer to these questions. Of course, the lines and figures can be interpreted in many different ways. But it's possible to divide all the explanations into the following distinct classes:

- Calendar and astronomy
- Geometry and artistic expression
- Agriculture and irrigation (indicator for underground water)
- Movement and/or communication (including Walking, Running and Dancing)
- Religious significance and ceremonial practices
- Extraterrestrials (landing strips)

In 1926 the Peruvian archaeologist Toribio Mejia Xesspe was the first to mention the lines in the desert as ceremonial paths. However, since the lines are impossible to identify from ground, they were brought to public awareness with the beginning of aviation. Dr. Paul Kosok from the Long Island University in Brooklyn/ New York was the first to investigate the mysterious ground-drawings in 1939. At the beginning he studied the lines in connection with field work on ancient irrigation systems, but he quickly concluded they had another purpose. Kosok called the desert "the largest astronomy book in the world". The German Maria Reiche followed his ideas. She became known as the Lady of the Lines.

MARIA REICHE - THE LADY OF THE LINES

Maria Reiche-Grosse was born on May 15th, 1903 in Dresden/Germany, where she spent her childhood with her younger sister Renate and brother Franz. Here began her early interest for natural scientific observations. After finishing the high school in 1924, Maria Reiche enrolled at the Dresden University of Technology. In 1928 she graduated as a high-school teacher for the subject's mathematics, physics, philosophy, pedagogy and geography. In 1932 she went full of expectation to Peru to work as a nanny and teacher for the children of the German consul in Cusco. Maria Reiche stayed two years in Cusco, before she moved to the capital Lima. There she earned her living costs with German and English lessons, gymnastics and massages. Later she obtained contracts for the translations of scientific articles and in the Museum of Archaeology she preserved shrouds of mummies. In Lima she met Paul Kosok, who was looking for a translator.

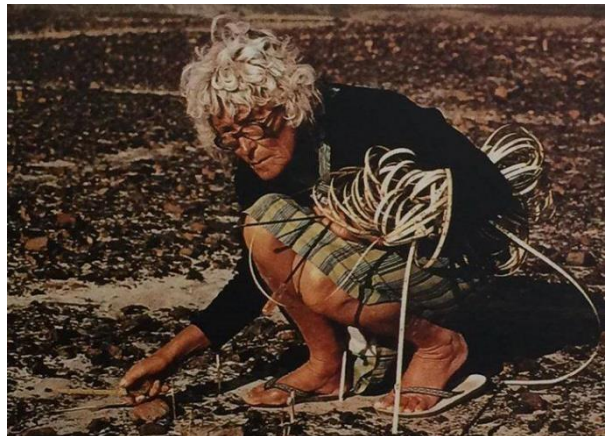


In December 1941 Maria travelled the first time to Nasca together with Dr. Kosok. In 1946 he suggested Maria going to Nasca to investigate the lines. So she began to study the ground-drawings (Fig. 17). In 1949 she published her theories in the book "The Mystery on the Desert", which was reprinted in German, English and Spanish in 1968 (REICHE 1989).

Fig. 17: Maria Reiche at the Pampa

Maria Reiche studied the lines for about 40 years. To save the time-consuming journey from Nasca to the desert she moved into a primitive hut without water and electricity at the edge of the desert. At the beginning the inhabitants of Nasca laughed at the "woman who swept the desert", because Maria removed carefully the dust from the drawings with a broom. But soon the Doctora Reiche was admired like a saint.

Fig. 18: Maria working alone at the desert



Maria Reiche fought unyieldingly for the protection of the susceptible drawings. In 1955 it was her effort, which prevented the construction of an irrigation system in the middle of the Pampa of Nasca. With the help of her sister Renate she paid not only a watchman for the drawings in the desert, but also the construction of a lookout tower near the Panamerican highway, so visitors could have an overview of some lines and figures and appreciate it without damaging them. In December 1994 the UNESCO added the Lines and Figures of Nasca to the World Heritage List (Fig. 19).



Fig. 19: Renate and Maria Reiche attending the UNESCO festivities in Nasca in 1995

At the end of her creative period Maria Reiche was decorated with the honorary doctorate of five universities. She got the highest decorations of the Peruvian government as well as the first class order of Merit of the Federal Republic of Germany. The Peruvian nationality was awarded her as an honour, because she never gave up her German ones. Maria Reiche - the "Lady of the Lines" - died in 1998 at the age of 95 in Lima.

BIBLIOGRAPHY

Caral-Supe Special Archaeological Project /I.N.C. (2008): The Sacred City of Caral. Nomination of properties for inscriptions on the World Heritage List. Available online at <http://whc.unesco.org/uploads/nominations/1269.pdf>, checked on 8/14/2017.

GHEZZI, Iván (2011): Portal of the Heritage of Astronomy. Chankillo, Peru. Edited by UNESCO and I. A.U. Available online at <http://www2.astronomicalheritage.net/index.php/show-entity?identity=000051&idsubentity=001>, checked on 8/15/2017.

OREFICI, Guiseppe; et al. (2009): Nasca: el desierto de los dioses de Cahuachi. The desert of the Cahuachi divinities. 1st edition. Lima/Perú: Graph Ediciones.

REICHE, Maria (1989): Geheimnis der Wüste/Mystery on the desert/Secreto de la Pampa. 7. Aufl. Nasca/Peru: Selbstverlag Maria Reiche.

THE NASCA RESEARCH PROJECT AT THE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES DRESDEN

Christiane Richter and Bernd Teichert / HTW Dresden, Faculty of Spatial Information, Germany

BACKGROUND

The light-colored traces of the lines and figures at the Pampa of Nasca and Palpa remained nearly unchanged during the last 2000 years, because of the dry and stable climate. But today this world cultural heritage is threatened with destruction. The preservation of this ancient monument is a costly undertaking and seems hardly feasible. Even though under the protection of the UNESCO, it seems to be impossible to stem the on-going destruction. The reasons for these damages are multifaceted. Besides the effects of environmental pollution and mass tourism (Fig. 1a), one of the reasons is caused by the poverty of the rural population and the fact that the sale of artifacts is a worthwhile business until today (Fig. 1b and c).



Fig. 1a: Destruction due to cars



Fig. 1b: Private sales of artifacts



Fig. 1c: Looting in the middle of the Pampa

The Dresden born researcher Maria Reiche was the first one who fought against the destruction of the Nasca Lines. It's not possible to enumerate all her efforts and activities. In 1955 she prevented the construction of an irrigation plant in the middle of the Pampa of Nasca. She employed two guards to protect the lines and financed the construction of a tower (el Mirador) near the Panamericana, to prevent the tourists from entering the lines. Not least because of her engagement the lines were added to the UNESCO World Heritage List in December 1994.

In memoriam of Maria Reiche and in order to help to protect and preserve the cultural heritage of Nasca and Palpa a scientific project was originated at the University of Applied Sciences in Dresden/Germany in 1995. One of the main objectives of this project is the digital conservation of the lines and figures of Nasca and Palpa.

One of the possibilities to preserve cultural heritage in digital form is the use of **Geographic Information Systems (GIS)**. But what does that mean? The U. S. Geological Survey defines a GIS as follows: „In the strictest sense, a GIS is a computer system capable of assembling, storing, manipulating, and displaying geographically referenced information (that is data identified according to their locations).” (U. S. Geological Survey 2007)

In our case it means the assembling of all existing data about the Nasca Lines (geometric and attributive data, pictures, animations etc.), the permanent storage of all these data in a data base, the analysis of the data (e.g. for the purpose of astronomical investigations) and last but not least the presentation of the results, which comprises computer simulations and animations as well as topographic and thematic maps. Last but of capital importance is the presentation via Internet as a user friendly WebGIS-Application for everybody. (RICHTER 2008)

DATA CAPTURE AS BASIS FOR THE NASCAGIS

As mentioned before the basis of this Nasca project is a Geographical Information System (NascaGIS), which shall preserve this cultural heritage at least in digital form and provide an easy digital access to the public at large. The primary requirements of any GIS application are the data, which can be obtained in different ways. To capture the geometric data various techniques are applicable. Maps can be digitized or existing digital information can be converted into a readable data format. The geometry can be obtained by field measurements, photogrammetric techniques or from satellite data. Some attributive data (e.g. name, type and percentage of destruction, width and length of lines) might be captured together with the geometry, others have to be added separately. To verify special attributive values (age, cultural phase, era etc.) the help of an interdisciplinary team of experts is needed.

In the case of the NascaGIS a mixture of methods had to be used for the data capture. In July and August 1996 nine of the most famous geoglyphs and 19 line centers had been captured by GPS and tacheometric field measurements (Fig. 2a and b). These geoglyphs as well as the line centers were transformed into the official Peruvian coordinate system.



Fig. 2a: Tacheometric measurements in 1996



Fig. 2b: GPS measurements in a line center

The most practical solution to capture the geometrical information of this huge area (approx. 45 km x 35 km) to an adequate accuracy is the photogrammetric approach. As a precondition photogrammetric aerial photos of the entire area are necessary.

For research purposes 179 black and white aerial photos (scale 1:10.000) of the two photo flight missions in May 1997 and May 1998 covering the main area of the Pampa of Nasca were provided by the University ETH Zurich/Switzerland. These images were scanned with a resolution of 20 microns.

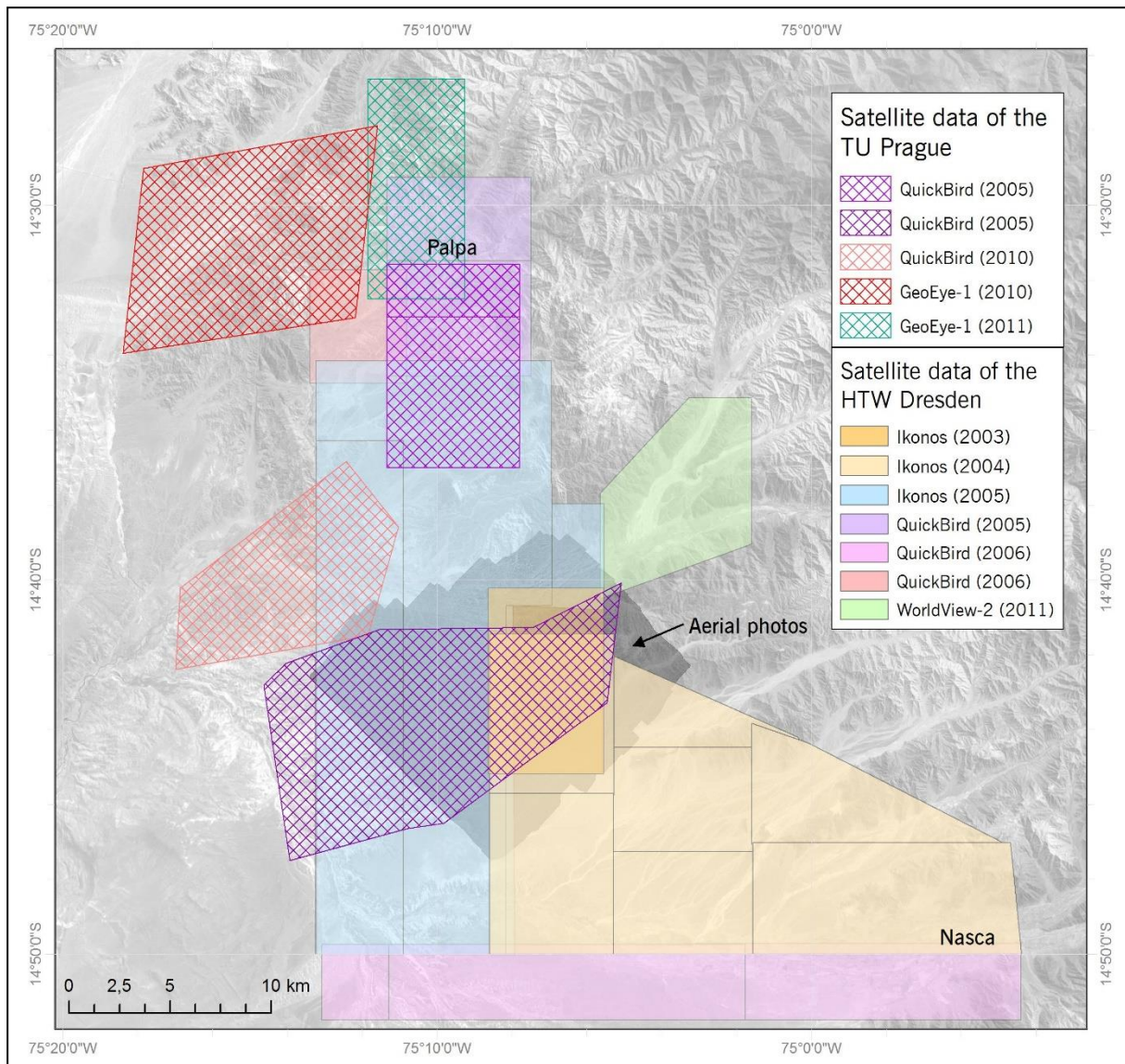


Fig. 3: Aerial photos and VHR satellite images covering the Pampa of Nasca and Palpa

While the aerial photos are not available for entire area (Fig. 3), the use of satellite images is an alternative to capture data in the remaining region. The very first very high-resolution (VHR) satellite image used in the Nasca project, courtesy by the GAF AG in 2003, was an IKONOS scene (1 m resolution) from the main area of Pampa of Nasca.

At the beginning in 2003 and 2004 there were only IKONOS data of parts of the main region available. Since 2005 there are also Quickbird data with a resolution of 0.6 m especially in the northern part (near Palpa) and in the south (between Cahuachi and Nasca) available. In the meantime, the data availability has improved significantly. Between 2004 and 2011 nineteen VHR satellite scenes consisting of twenty-six tiles were bought by the Technical University (CVUT) Prague and the University of Applied Sciences (HTW) Dresden (Fig. 3). These satellite data are covering the main investigation area. All the scenes were bought with the so-called Rational Polynomial Coefficient (RPC) files, which provide the sensor geometry. For the transformation of all aerial photos and satellite data into the same coordinate system with an appropriate accuracy ground control points (GCP's) evenly spread over the entire area are necessary.

The GCP's are locations that can be identified within the images. By recording the precise coordinates of these locations, the image can be georeferenced and remapped into an accurate, usable image map.

THE DETERMINATION OF GROUND CONTROL POINTS

The most practical and efficient solution to determine these GCP's in this huge area is the method of GPS (Global Positioning System). GPS measurements need an open view of the sky in order to receive the satellite signals of at least four satellites. The desert provides therefore the best preconditions. When a GPS receiver receives signals from four or more satellites, it will calculate and display its navigation position with an

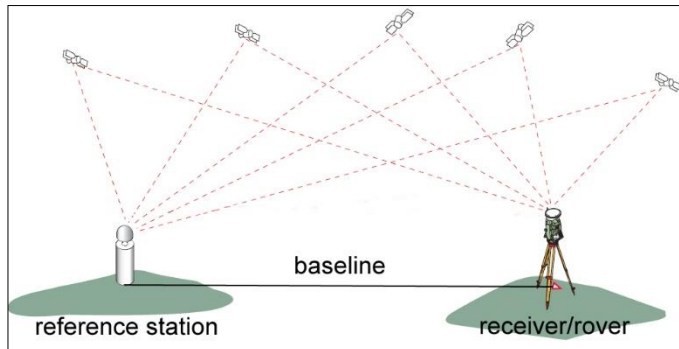


Fig. 4: GPS principle (Leica Geosystems AG 2005)

accuracy of about 5 meters. To improve the accuracy, two stations have to observe simultaneously over a period of time. One of the receivers is set up at a point with known coordinates, called reference station, the other one is set up at an unknown point and is termed the rover (Fig. 4). The position of the rover is obtained relative to the position of the reference station, based on the determination of the baseline, the distance between reference and rover. This method is termed DGPS (Differential GPS). Differential GPS measurements can be computed in real

time, the so-called Real Time Kinematic (RTK), or in post-processing. Using RTK, the rover can determine its position within a few seconds to centimeter-level accuracy. The RTK method uses one reference station (Fig. 5a), and a number of mobile rovers (Fig. 5b), within a ten to twenty kilometer range of the reference station. The reference station transmits corrections via radio signals to the rovers in the field. The received data from the reference station allows the rovers to calculate their relative position to centimeters, although their absolute position has the same accuracy as the position of the reference station.



Fig. 5a: Reference station



Fig. 5b: Rover

During the GPS field campaign in 2004 the RTK method was used. DGPS normally uses the existing worldwide network of continuously operating reference stations, also termed permanent stations. But the only permanent stations in Peru are in Lima and Arequipa (both more than 400 km away from Nasca). Because of the range of the radio signals it was essential to establish a network of six reference stations

spread over the whole area along the Panamericana road to ensure a total RTK coverage and a stable radio communication between the reference stations and the rovers.

So first of all the new reference stations had to be determined by the so called Static GPS method, a technique that requires roughly one hour or even several days of observation depending on the distance between the new reference station and the permanent reference station. An International GPS Service puts the high-quality GPS data and data products of all permanent stations in near real time on the Internet. The permanent stations which were considered during the GPS campaign 2004 were in Lima, Arequipa, Bogota/Colombia and Santiago de Chile. (RICHTER 2008)

After the determination of the reference stations the required ground control points (GCP's) were measured with RTK. For the triangulation of the aerial photos and the rectification of the first satellite data about 80 GCP's were measured. Besides this most important task the measurement of selected geoglyphs, very long straight lines and areas for astronomical investigations had the highest priority. Leica Geosystems supported the GPS field campaign in 2004 with six GPS System 1200 receivers. Since GCP's are necessary for every satellite image it was essential to organize new GPS field campaigns in 2008, 2010 and 2011. All together about 2500 points were determined with GPS during the different field campaigns. Fig. 6 gives an overview of the position of the reference stations network and all the measuring points.

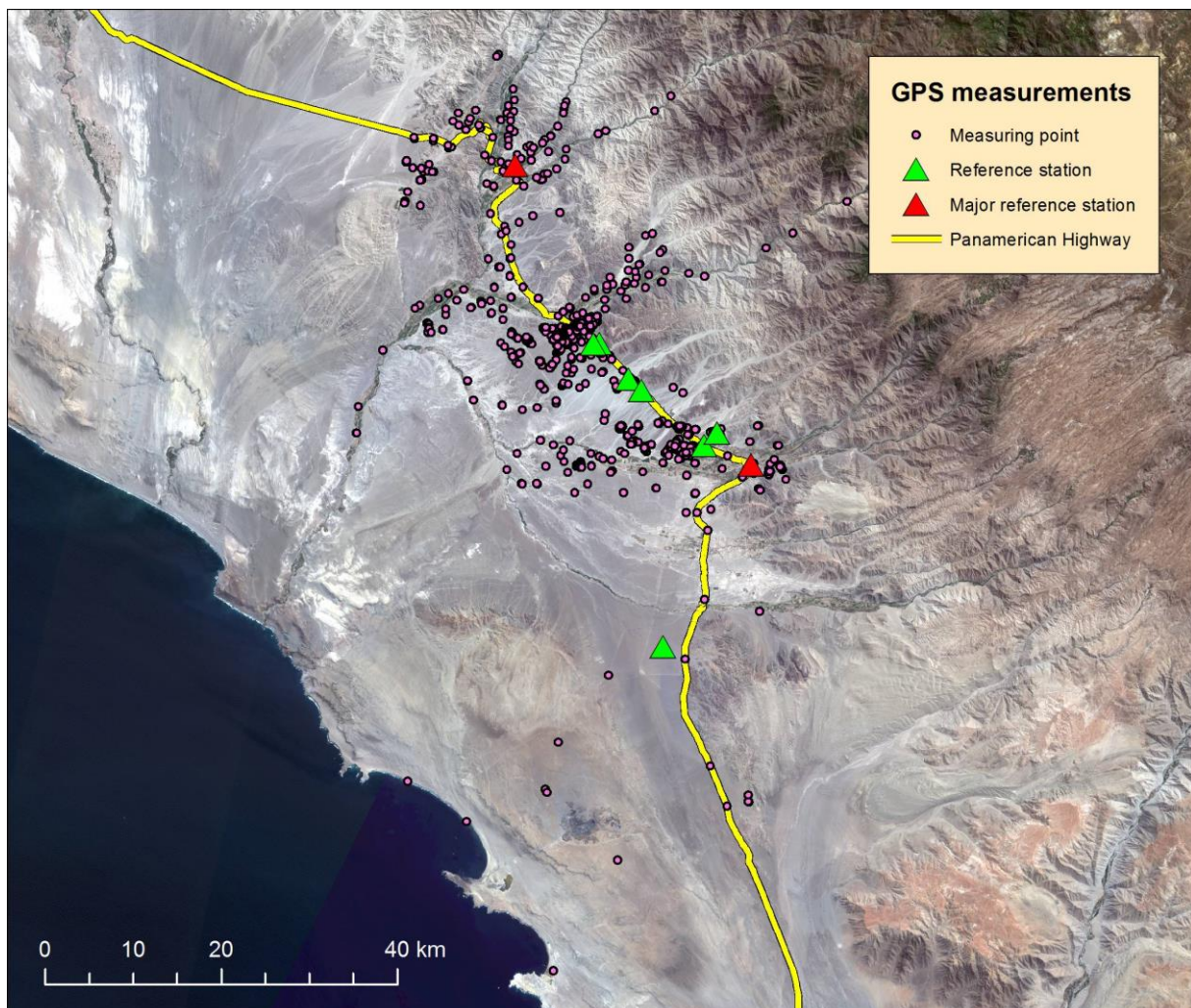


Fig. 6: Overview of the GPS measurements in 2004, 2008, 2010 and 2011

PHOTOGRAMMETRIC APPROACH

After the fieldwork the aerotriangulation of the 179 aerial photos was computed by using the software ERDAS Imagine. An aerial triangulation is a photogrammetric method to orient and place aerial photos in proper relationship to each other and to transform the images into an appropriate coordinate system. The triangulation process involves the identification of the ground control points as well as the tie points and the measurement of their image coordinates. A tie point is a point that is visually recognizable in the overlap area between two or more images, but their ground coordinates are not known. Finally the transformation from the image space to the object space has to be performed by a bundle block adjustment.

Fig. 7 shows the Nasca aerial image block including the GCP's and CP's (Check Points). Many problems occurred whilst using the automated tie point extraction. Since about 80% of the images are covered with low textured areas (desert) the digital image correlation algorithm did not fit very well. Therefore, most of the tie points had to be measured manually.

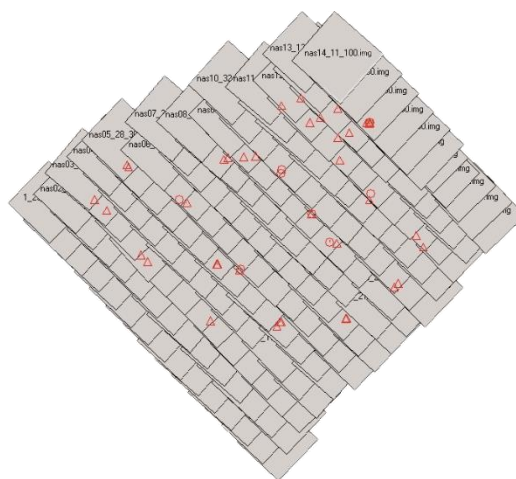


Fig. 7: Aerial image block with GCP's and CP's

Tab. 1: Accuracy of Ground Control Points (GCP) and Check Points (CP) (RICHTER 2007)

	Ground [Meter]			Image [Pixel]	
	RMSE (x)	RMSE (y)	RMSE (z)	RMSE (x)	RMSE (y)
GCP	0.103 (39)	0.091 (39)	0.131 (38)	0.658 (186)	0.662 (186)
CP	0.302 (9)	0.155 (9)	0.267 (8)	0.463 (52)	0.520 (52)

Upon completion the aerotriangulation a Digital Terrain Model (DTM) was generated. It's easy to recognize that the aerial image block (Fig. 7) consists of overlapping images. Two overlapping images are called a stereo pair, because the overlapping part of each image pair can be viewed in stereo (3D). Due to this fact the 3D-coordinates of any desired object-point can be measured with high accuracy.

DIGITAL TERRAIN MODELS (DTM)

The generation of a Digital Terrain Model (DTM) is a very important task. First of all, it is necessary to orthorectify the aerial photos as well as the satellite images. Every aerial photo or satellite image shows radial distortions caused by the central perspective and the terrain height variations. With the help of the DTM it is possible to correct these distortions. In photogrammetric practice this is termed ortho-rectification or DTM-based rectification because the terrain heights are represented by a DTM. The resultant image is called an orthophoto.

There are different possibilities to produce a DTM. A high-precision DTM can be extracted out of the aerial photos. Special algorithms of digital photogrammetry facilitate an automatic or semi-automatic terrain extraction out of stereo images. But all experiments of (semi-) automatic DTM extraction failed because the surface of the desert is very homogeneous in texture and the contrasts are too insignificant. The results were poor and full of errors, especially in the mountainous regions. That means the photogrammetric DTM generation had to be done manually, which was a very time-consuming work. The result is visible in Fig. 8a. Based on the aerotriangulation of the Nasca image block and the manually measured DTM an orthophoto mosaic (see Fig. 8b) with a resolution of 25 cm (4.4 GB) was generated. (RICHTER, TEICHERT 2011)

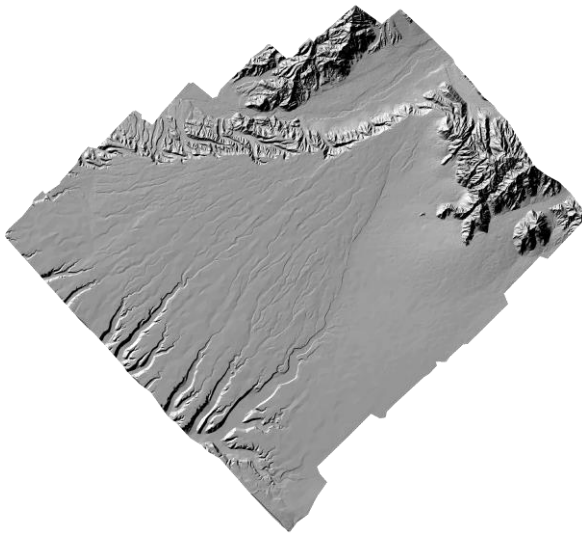


Fig. 8a: DTM out of the aerial images

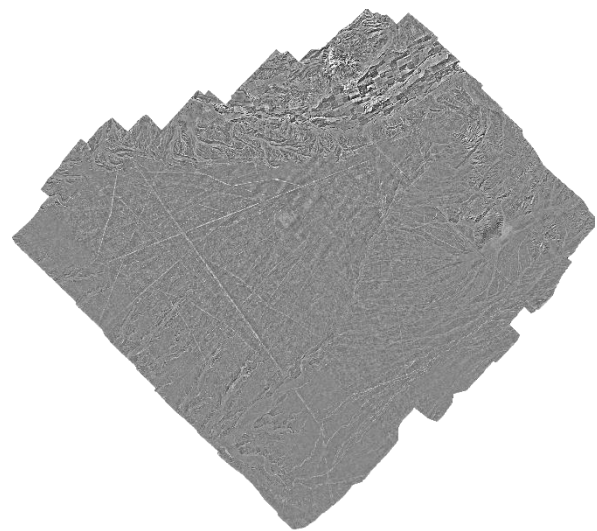


Fig. 8b: Orthophoto mosaic of 179 aerial images

Unfortunately this DTM covers only a small part of the Pampa of Nasca. Therefore, at the end of the 90th a regional DTM was worked out by digitizing contour lines and single points from existing topographical maps in the scales 1:50.000 (DTM50) and 1:100.000 (DTM100). Later there were also cadastral maps of the main part of the Pampa in the scale 1:25.000 (DTM25) available. Fig. 9a shows the DTM100 and the DTM25 with different accuracy and extension.

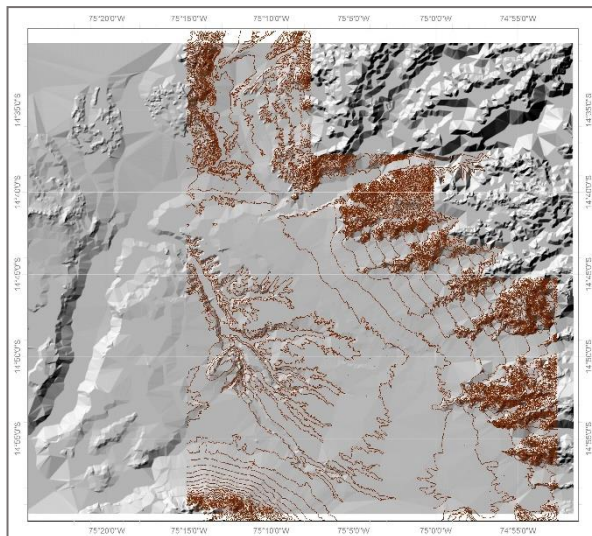


Fig. 9a: Contour lines of the DTM25 overlapping the shaded relief of the DTM100

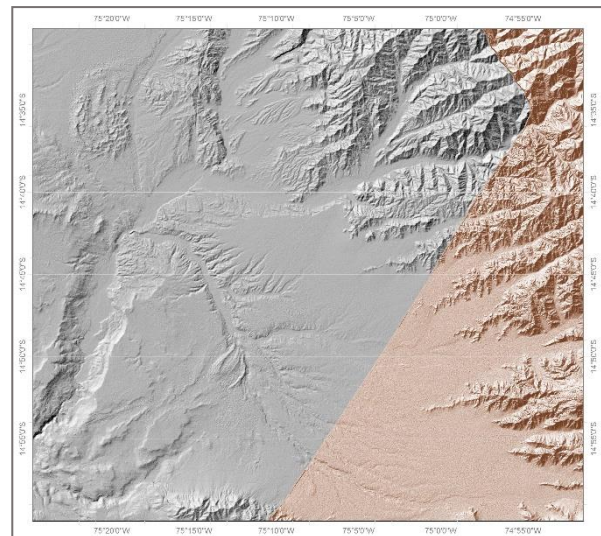


Fig. 9b: The shaded reliefs of SRTM-C-Band (grey) compared to SRTM-X-Band (brown)

Today there are other interesting sources of elevation data available. In the year 2000 the National Aeronautics and Space Administration (NASA) in collaboration with the National Imagery and Mapping Agency (NIMA) started an international project, called Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), to

measure the earth surface with radar interferometry. The Mission obtained elevation data on a near-global scale to generate the most complete high-resolution digital topographic database of the Earth. SRTM consisted of a specially modified radar system that flew on-board the Space Shuttle Endeavour. Approximately 80% of the earth surface (all land areas between 60° north and 56° south latitude) were measured with data points spaced every 1 arc second (approximately 30 meters) of latitude and longitude (SRTM-1). The absolute horizontal and vertical accuracy is 20 meters and 16 meters, respectively. (U. S. Geological Survey 2015)

During the mission two antenna pairs operating in C-band and X-band were used (see Tab. 2). The C-band interferometer, with its swath width of 225 km, covers 119 million km² of the entire landmass between 60°N and 54°S. The X-band provides only half of this area due to its swath width of 50 km. The C-band data are available through NASA JPL. These data were sampled at 3 arc-seconds (SRTM-3). The German and Italian space agencies operated the X-band Data and processed them into a separate elevation data set. The data may be obtained through the German Aerospace Center (DLR).

Tab. 2: Product specification of SRTM C-band and X-band data

Product Specifications	C-band SRTM	X-band SRTM
Horizontal Datum	WGS84	WGS84
Vertical Datum	EGM96 (Earth Gravitational Model 1996)	WGS84
Spatial Resolution	1 arc-second (~30 meters) 3 arc-seconds (~90 meters)	1 arc-second (~30 meters)
Wavelength	5.6 cm	3.1 cm
Swath width	225 km	50 km

Due to the swath width the C-band data covers the entire investigation area, whereas the X-band data are available only for the south-eastern part of the Nasca area (see Fig. 9b). Another important DTM data set is the ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) Global Digital Elevation Model (GDEM). It was developed out of the ASTER stereo satellite images by the U.S. National Aeronautics and Space Administration (NASA) and Japan's Ministry of Economy, Trade, and Industry (METI). The ASTER GDEM covers land surfaces between 83°N and 83°S. The data are posted on a 1 arc-second (~ 30 meters at the equator) grid and referenced to the WGS84/EGM96 geoid, like the C-band SRTM data. (LP DAAC 2014)

The comparison of the different DTM's has shown differences especially in the mountainous regions. To analyze the accuracy, 2114 common points, measured with GPS, had been used. Main results are given in Tab. 3.

Tab. 3: Differences between the heights of the GPS points and the DTM's

DTM	Minimum [m]	Maximum [m]	Mean [m]	Standard deviation [m]	No. of GPS points
SRTM-1 X-band	-6.85	16.60	-0.47	2.44	1116
SRTM-3 C-band	-12.26	32.34	0.79	3.21	2114
ASTER	-24.09	26.60	0.38	6.62	2114

The accuracy of the DTM25 and DTM100 was considerably lower and after extensive investigation rough errors were detected. Hence these DTM's were not recommendable for further use. (RICHTER 2007)

The accuracy of the DTM influences the accuracy of the rectification of the satellite data. Since the comparison of the GPS points with the SRTM-3 data has yield very good results, this DTM was appropriate for further research.

In addition to those results two other comparisons had been evaluated, the differences of SRTM-1 (X-band) and SRTM-3 (C-band) and the comparison of SRTM-3 with the photogrammetric DTM. The differences between SRTM-1 and SRTM-3 are less than 5 m in flat terrain and between ± 60 m in mountainous regions with maximum differences of ± 350 m. The comparison of SRTM-3 with the photogrammetric DTM has brought very good results with differences less than ± 3 m in the flat terrain of the Pampa of Nasca. At the edge of the Ingenio valley in the north of the Pampa the differences between the two DTM's are in the range of ± 40 m. It results from the precipitous area with slopes of 62° and the spatial resolution of the SRTM-3 data (see Fig. 10). In the nearly flat terrain of the Pampa of Nasca the SRTM-3 data is very much appropriate for the orthorectification. (RICHTER 2007; RICHTER, TEICHERT 2008)

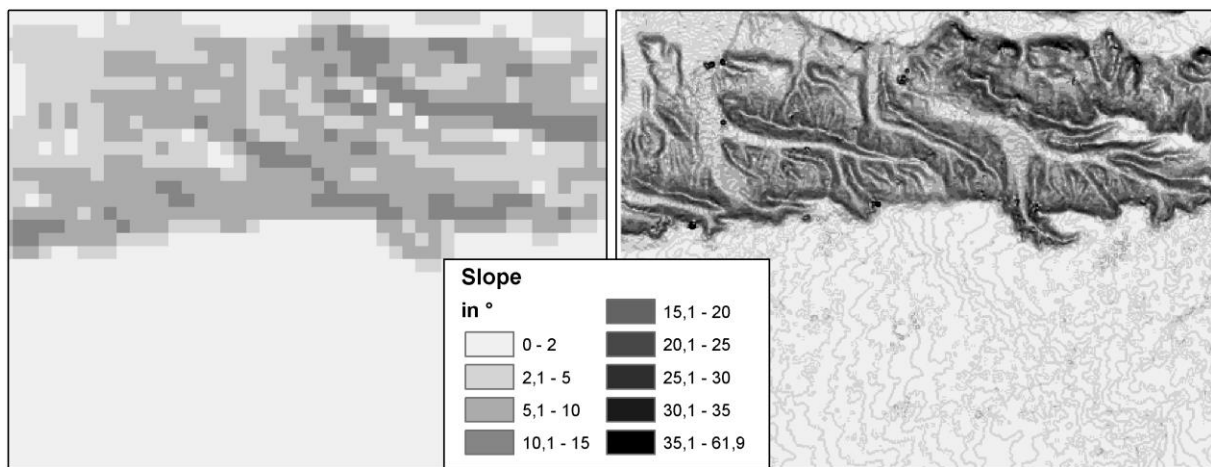


Fig. 10: Comparison of the slopes between SRTM-3 (left) and the photogrammetric DTM (right)

The DTM allows not only the rectification of aerial and satellite images, it is also absolutely essential for the astronomical investigations, 3D-analyses or virtual flights and animations.

In the meantime, the results of the TanDEM-X mission are available. It is a satellite mission flying the two satellites TanDEM-X and TerraSAR-X in a closely controlled formation with typical distances between 250 and 500 m. This unique twin satellite constellation allows the generation of the WorldDEM with a vertical accuracy of 2 m (relative) and 4 m (absolute), within a horizontal raster of approximately 12x12 square meters (Airbus Defence and Space 2017).

ORTHORECTIFICATION AND MOSAICING OF THE SATELLITE IMAGES

The topographical variations in the earth surface and the tilt of the satellite sensor affect the distance with which features on the satellite image are displayed. The more diverse the landscape, the more distortion inherent in the image. Satellite images are affected by systematic sensor and platform-induced geometry errors, which introduce terrain distortions when the sensor is not pointing directly at the nadir location. The terrain displacement can be hundreds of meters.

Very high resolution (VHR) satellite images are mostly delivered with rational polynomial coefficients (RPC). An RPC model has about 80 coefficients and it is a kind of generic sensor model that can be used to model the relationship between object space and image space and transform image data to a map projection.

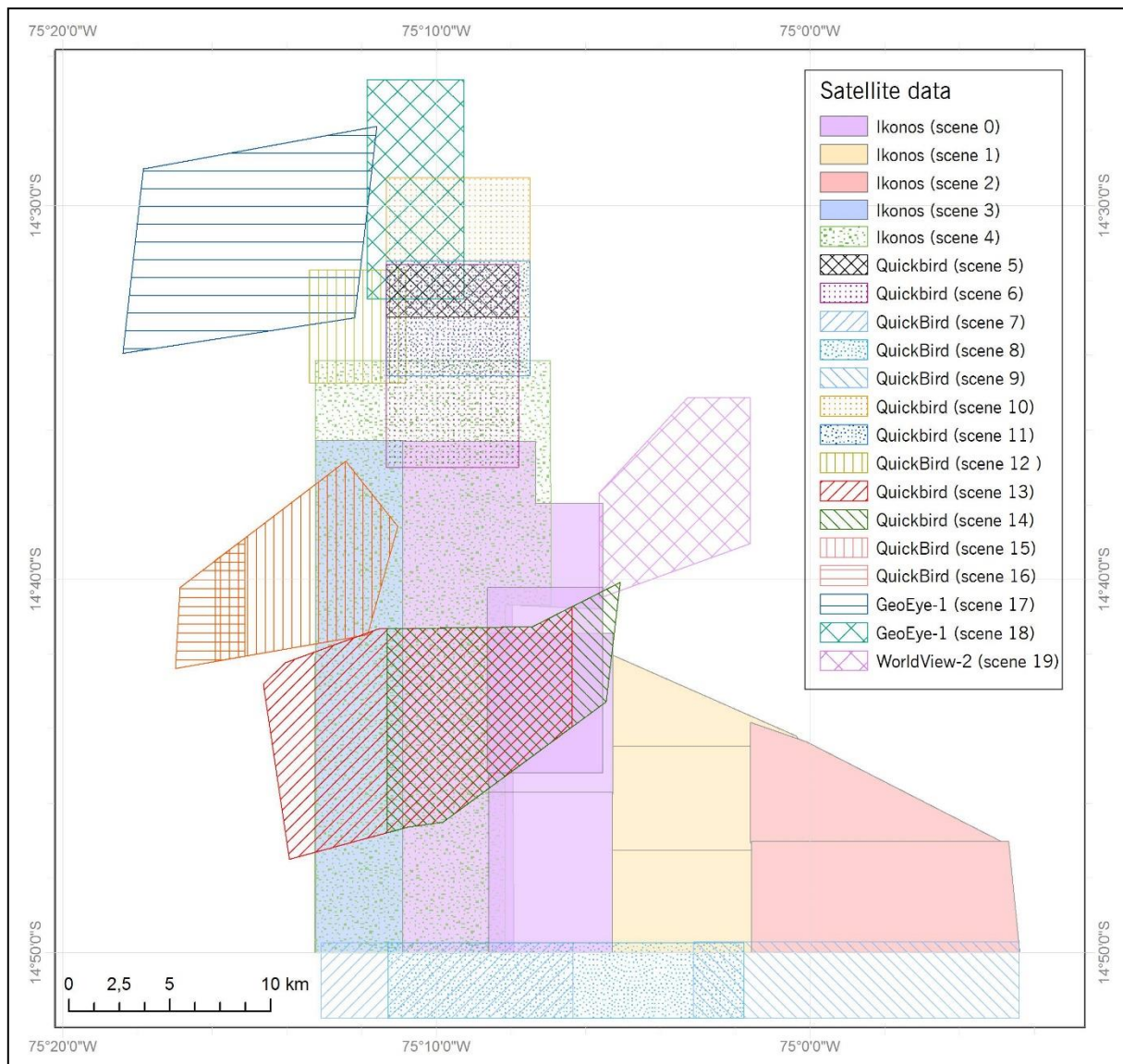


Fig. 11: Satellite image scenes

Therefore one or two GCP's are really sufficient especially for IKONOS images when RPC-data are available; more GCP's will not improve the result (JACOBSEN 2005; RICHTER 2007). Since the RPC-file expresses the complete and accurate sensor geometry, the accuracy of the orthorectification of the VHR satellite data is defined by the accuracy of the Ground Control Points (GCP) and the Digital Terrain Model (DTM). Of minor importance is the number of GCP's, because the DTM accuracy has much more influence on the result of the orthorectification of satellite images (see e.g. TOUTIN, CHENG 2001). The main investigation area is covered with five IKONOS scenes in eleven tiles (see Fig. 11). The scenes 0, 1 and 2 were provided as pansharpened data with 1-meter resolution and scenes 3 and 4 as panchromatic (1 meter) plus multispectral data (4 meters). All the scenes were delivered as Carterra Geo Ortho Kit Product consisting of the high-resolution Geo images and RPC files. The acquisition parameters are summarized in Tab. 4.

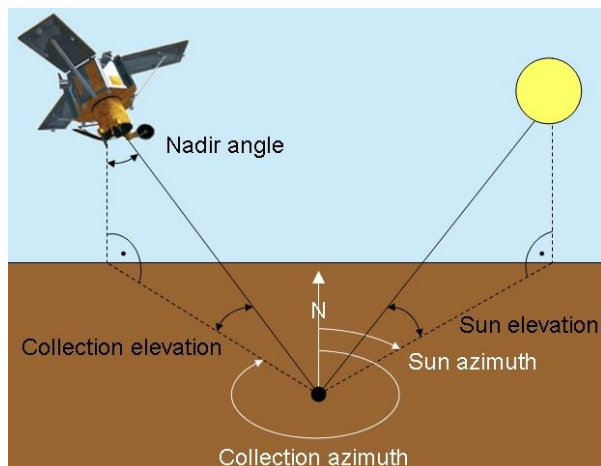


Fig. 12: Acquisition parameters (RICHTER 2007)

Tab. 4: Acquisition Parameters of the IKONOS scenes (Fig. 11)

Parameter	Scene 0	Scene 1	Scene 2	Scene 3	Scene 4
collection azimuth	19.8731°	46.4443°	264.0727°	295.8129°	170.4125°
collection elevation	72.04422°	87.24905°	56.06464°	58.20786°	72.89145°
sun azimuth	34.7991°	34.6010°	40.0705°	40.4531°	106.9303°
sun elevation	43.91391°	44.02104°	48.11153°	47.88911°	60.83793°
nadir angle	17.95578°	2.75095°	33.93536°	31.79214°	17.10855°

Approximately 80 points measured during the field campaign in 2004 are appropriate as GCP's for the orthorectification of the IKONOS data. The measuring accuracy of the GCP's is better than 5 cm, while the identifiability inside the Pampa is about 10 – 30 cm.

As mentioned before the DTM accuracy has much more influence on the result of the orthorectification than the number of GCP's. Therefore, the accuracy of the orthorectified image becomes worse in mountainous regions, because the partially large height discrepancies of the DTM affect significantly the result of the orthorectification, especially if the images were acquired with off-nadir viewing angles. The tangent of the nadir angle determines the influence of the height difference in the DTM. That means, e.g. in scene 2 ($\tan 34^\circ = 0.67$) the horizontal displacement equates approx. 2/3 of the height error. Very detailed investigations confirmed this dependency (RICHTER 2007).

For the triangulation of all IKONOS tiles 49 GCP's in the flat area, several tie points, SRTM-3 and RPC-data were used. In the mainly flat terrain of the Pampa a sub-meter accuracy within the scenes 0, 1 and 4 (nadir angle $< 18^\circ$) and a maximum horizontal displacement of 3 m within the scenes 2 and 3 (nadir angle $> 31^\circ$) were achieved. (RICHTER 2007; RICHTER, TEICHERT 2008)

Tab. 5: Acquisition parameters of Quickbird, GeoEye and WorldView scenes (see also Fig. 11)

Satellite	Quickbird scene 15	Quickbird scene 16	GeoEye-1 scene 17	GeoEye-1 scene 18	WorldView-1 scene 19
collection azimuth	192,00°	176,20°	150,6194°	2,27990°	21,90°
collection elevation	79,00°	79,60°	66,63139°	67,40135°	77,30°
sun azimuth	32,10°	57,50°	84,2143°	68,52770°	50,10°
sun elevation	49,80°	60,70°	67,74122°	60,35082°	61,40°
nadir angle	11,00°	10,40°	23,36861°	22,59865°	12,70°
acquisition date	18.05.2005	25.03.2005	22.10.2009	14.03.2010	11.09.2010

Very good triangulation results (sub-pixel accuracy) were achieved for the Quickbird and WorldView-1 data. The nadir angles of all the thirteen scenes (see Fig. 11) were between 7.6 and 12.7 degrees and most of the images are covering the flat area of the desert of Nasca and Palpa. The Quickbird satellite collected image data to 0.65-meter pixel resolution in the panchromatic (B&W) band and 2.62 meters in the four the multispectral bands. The WorldView-2 sensor provides a high resolution (0.46 meter) panchromatic band and eight multispectral bands with a resolution of 1.84 meter.

More problematic are the results for the orthorectification of the GeoEye-1 images. GeoEye-1 acquires image data at 0.46 meter panchromatic and 1.84-meter multispectral resolution with four multispectral bands (the same like IKONOS and Quickbird). The nadir angles of both scenes are about 23 degrees (see Tab. 5). Both scenes are covering mountainous areas with elevation differences up to 1500 meters. Especially in the north-eastern part of scene 18, in the Andes, no ground control points could be identified. Even though the total RMSE of the orthorectification was less than 1 meter, the position accuracy especially in the north-eastern part of the image will be worse. After the rectification and the radiometric adjustment of all the satellite image tiles a mosaic was generated (see Fig. 13).



Fig. 13: Satellite image mosaic



In spite of radiometric adjustment there are obvious differences between the satellite scenes resulting from the different acquisition date. Fig. 14 shows a detail of the image mosaic. On the left hand side there is the Quickbird scene No. 16 and on the right hand side the Quickbird scene No. 15 is visible. One image was taken in March, at the beginning of autumn, the other one in May after the harvest. Therefore, the fields look totally different.

Fig. 14: Detail of the image mosaic

DATA CAPTURE

Basis for the data capture are the triangulated aerial images and the satellite image mosaic. Additionally, there were photo-mosaics out of pictures made from the airplane used to get more detailed information. Because of the special astronomical investigations in the Nasca Project, sub-meter accuracy is needed for the vector data. To achieve this high accuracy two points of interest had to be considered; on the one hand the accuracy of the orthorectification and on the other hand the accuracy of the vector data capture. Thereby the recognisability of points in the images is a crucial factor. The following results are related to points which could be very good identified. Independent and multiple measurements within the orthorectified image resulted in a relative horizontal accuracy between 10 cm and 30 cm. The comparison of these measurements with the available GPS-coordinates has shown an absolute accuracy of less than one meter for points inside the flat Pampa, where most of the lines and figures of Nasca are situated (compare Fig. 15). In the scenes with a nadir-angle of about 33° a horizontal shift of 3 m could possibly occur based on the accuracy of the SRTM data. (RICHTER 2007)

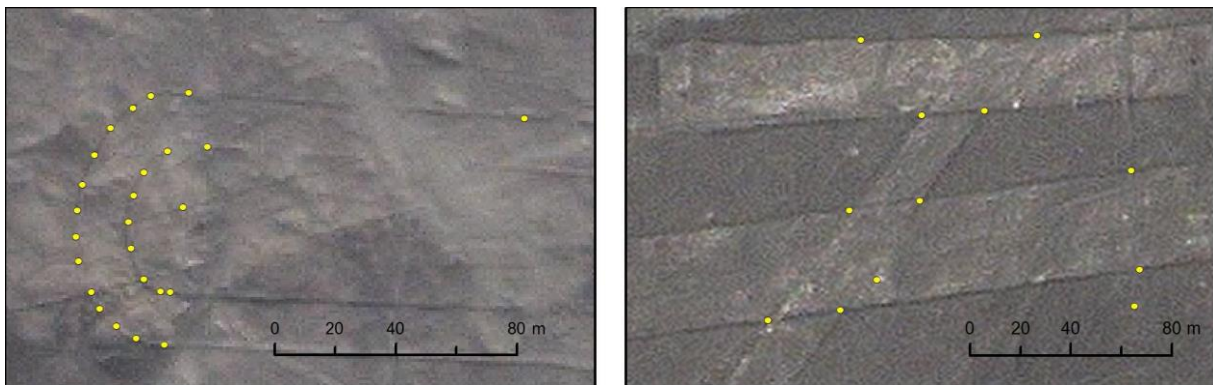


Fig. 15: Comparison of GPS measured points with the orthorectified IKONOS image

But there are a lot of other multifaceted problems. Sometimes it's difficult to distinguish between lines and dirt tracks, in other cases destructions makes it impossible to verify objects. Very often objects cover each other, that means parts of the older drawings are not visible anymore. Fig. 16a and b delivers an insight into these problems.



Fig. 16a: Detail of an aerial image

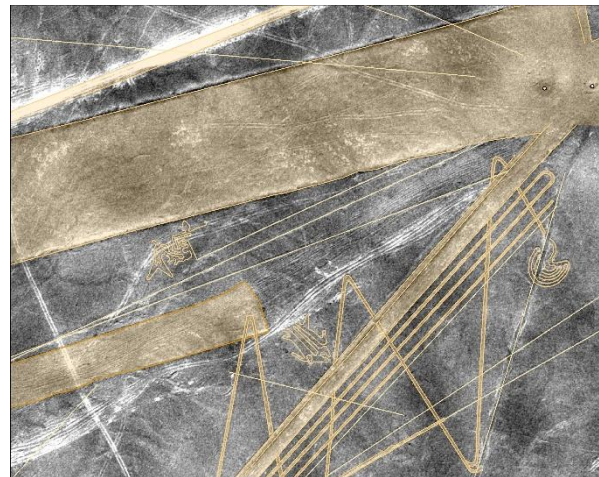


Fig. 16b: Vector data derived from the aerial image

In the meantime, the vector data capture is finished. More than ten thousand lines, thousands of areas and hundreds of figures were digitized manually. Roads, settlements, rivers and other topographic elements complete the map (see Fig. 17). The next step is the storage of the data in the database of the NascaGIS.

The Lines and Figures of Nasca and Palpa

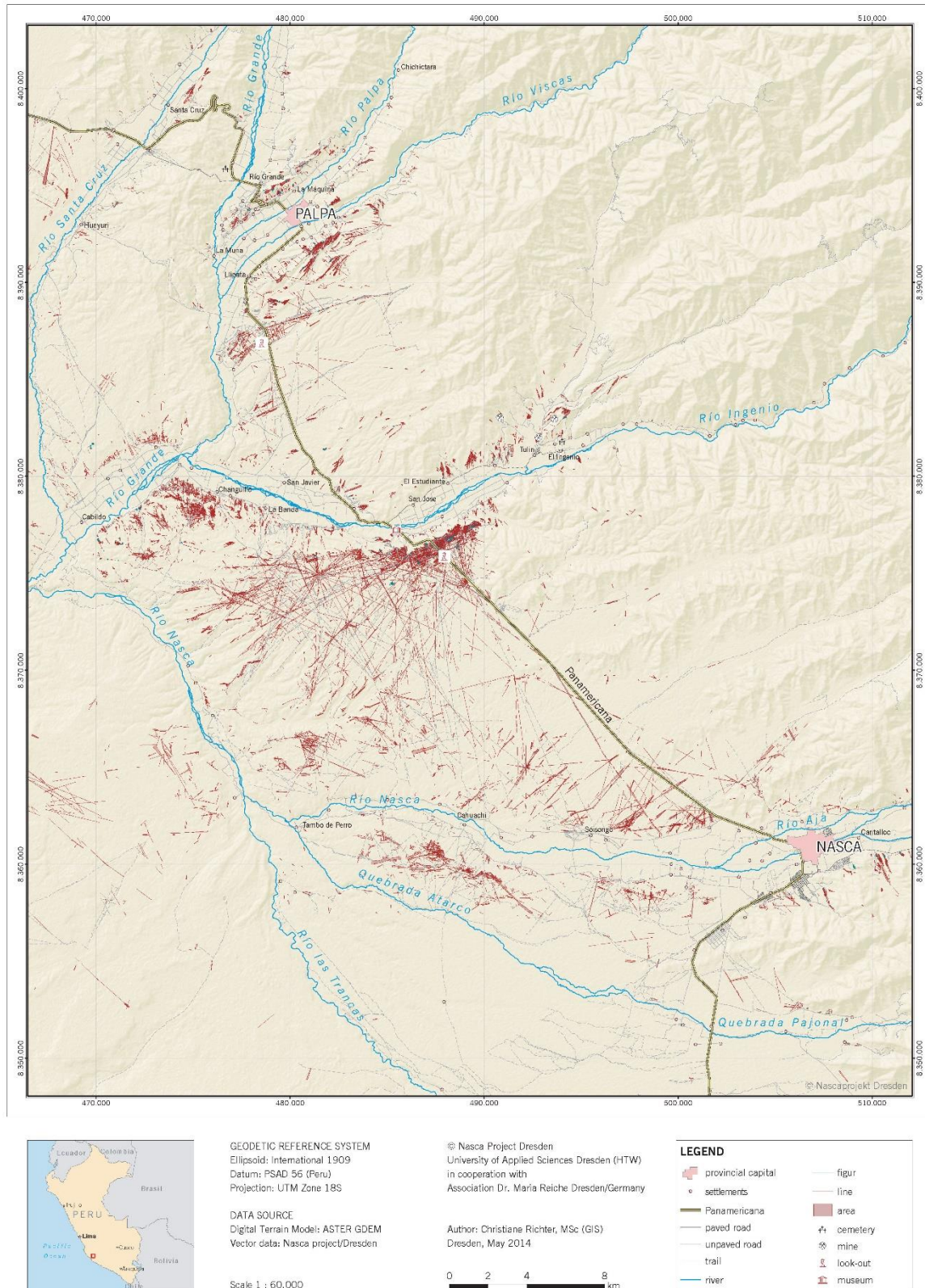


Fig. 17: Topographic map as result of the vector data capture

THE NASCAGIS

The very first step to develop the NascaGIS application was the creation of a special data model. A data model is an abstraction of the real world which incorporates the properties thought to be relevant to the application at hand. The data model defines specific groups of entities (objects that cannot be further subdivided into similar objects, for example a road), and their attributes (facts describing the entities, for example the name, kind of road etc.) and the relationships between the entities. (RICHTER 2008)

There are two different kinds of real-world phenomena in Nasca, archaeological and administrative ones. Archaeological phenomena originate from the ancient civilizations (Paracas, Nasca, Inka etc.) and these objects are figures, lines, areas, historic settlement and so on. Administrative phenomena are topographic features like rivers and mountains (height information) as well as streets, towns and villages (new settlements). The archaeological object 'figure', as an example, consists of one or more geometric parts. Stone objects or other figures can be included. Existing pictures and animations are stored as well as information about the data capture (kind of data capture, accuracy, reliability, etc.), activities (e.g. excavations, destructions, conservation) or reference objects (ceramics, textiles etc.) In terms of the characteristics of lines and figures the project deals especially with astronomy, other fields like geology, ethnology, archeology etc. (in cursive letters) are not yet implemented in the data model. To incorporate these specific fields a cooperation with an interdisciplinary team of experts is indispensable. An oversimplified schematic representation of the Nasca data model is shown in Fig. 18. (RICHTER 2008)

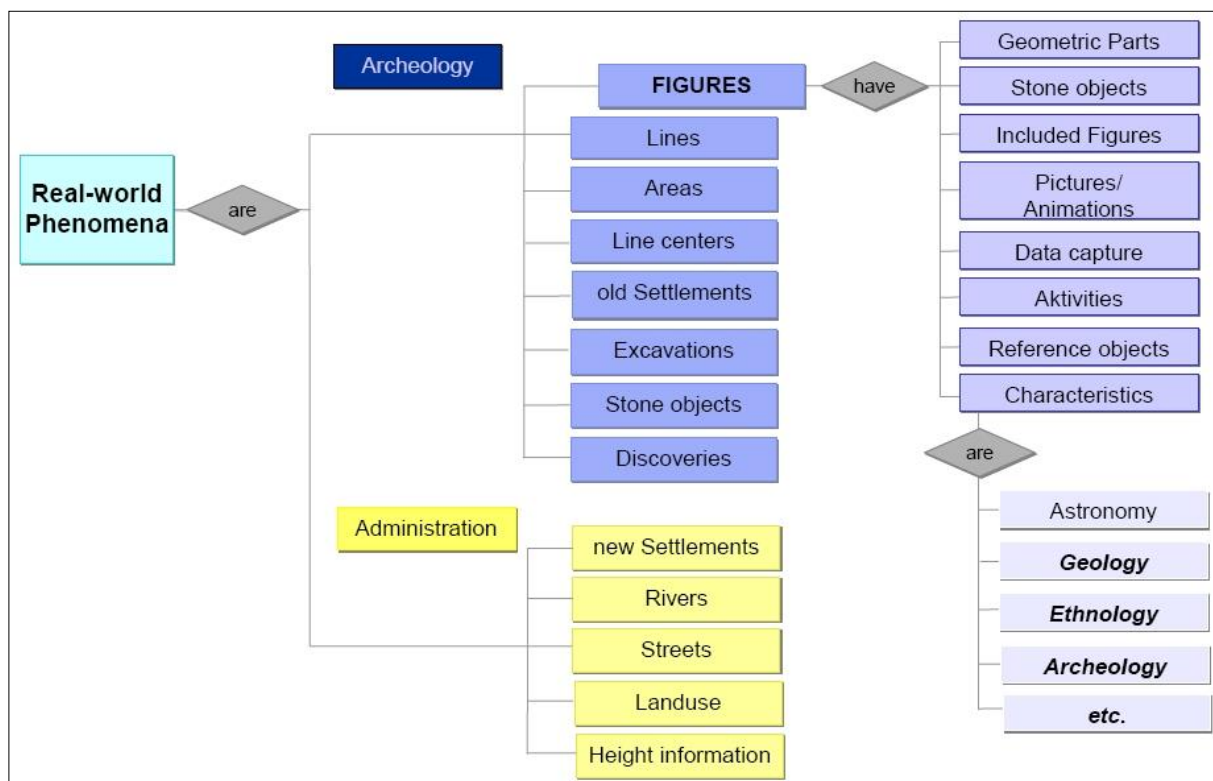


Fig. 18: Entities of the Nasca data model

The conceptual data model was implemented on the commercial GIS Topobase™ (today: Autodesk), which includes AutoCAD Map 3D to visualize and work on the geometric data and an Oracle 10g database to store all the data.

Exemplified by the figure of the Gannet, the realization of the data model is indicated in Fig. 19. The main (alphanumeric) window contains all the relevant entities of the data model shown in Fig. 18 and the respective attributes. Attributes of the figures are for example the name, the design features (length,

construction method, etc.), the temporal classification and information about the actual destruction. In the lower part the table of the reference objects is shown. A similar representation of this figure can be found in the Nasca pottery. One of the reference objects, a ceramic vase with a gannet, appears as a scanned photo in the lower right tiny window. (RICHTER 2008)

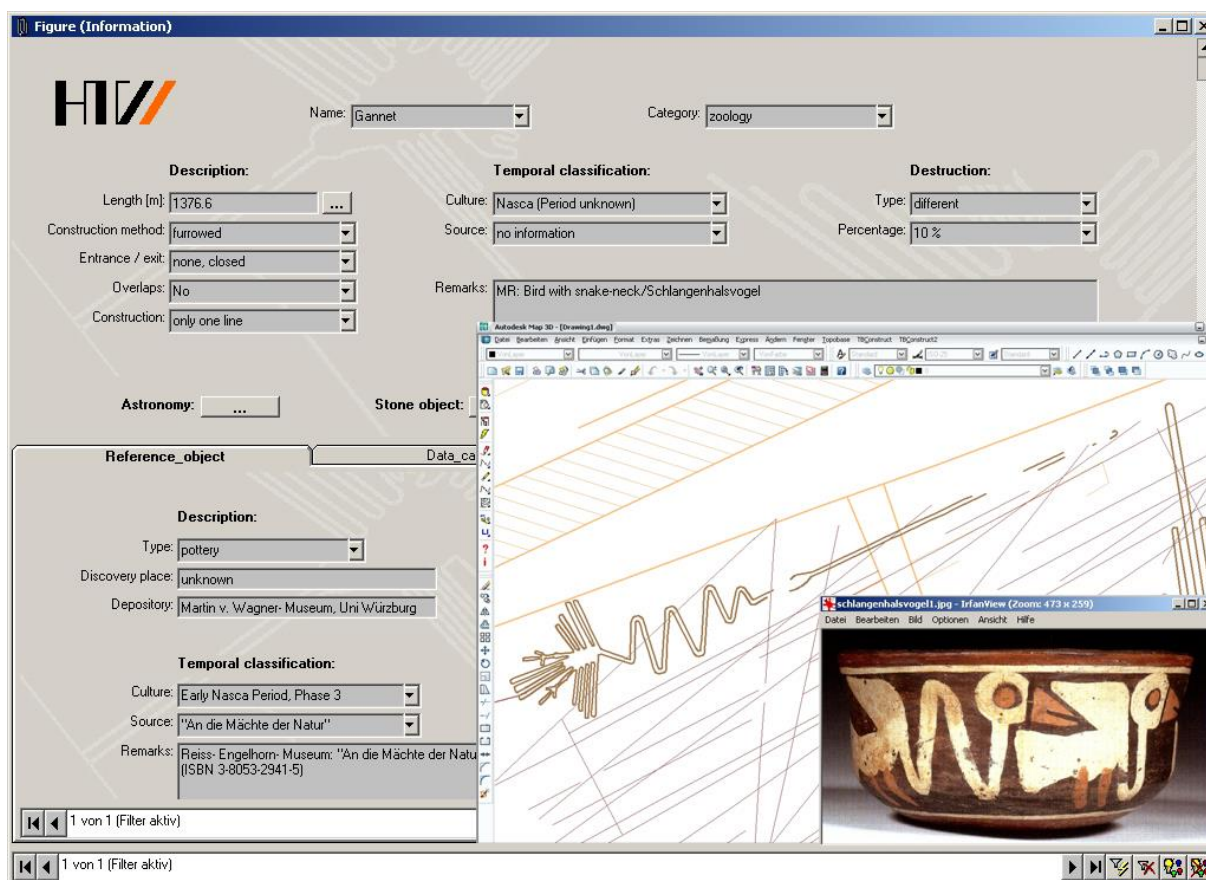


Fig. 19: Representation of the NascaGIS

The attributive data are linked to the geometric (vector) data. The graphical window gives the geometric information of the figure in AutoCAD Map. Both, the attributive and the geometric data, are stored in the Oracle database.

One of the main objectives is to store all the data and information about the lines and figures of the Pampa of Nasca and Palpa in the NascaGIS, incorporating all the different aspects of the various disciplines like geodesy, archeology, astronomy, irrigation, ethnography, iconography and so on. And, not to forget, in order to provide an easy digital access to this famous cultural heritage, the NascaGIS has to be presented as a user friendly Internet (WebGIS) application for everybody.

The first prototype of a WebGIS application was finished in 2004 as a result of a diploma thesis. For the implementation of the WebGIS Autodesk Inc. Germany supported us with the provision of the software MapGuide and TB-WebGIS. In the meantime, several applications with different Open Source software products were tested and implemented.

The actual application, developed in 2008, was realized with the Open Source MapServer and the Map-Client Mapbender. The heart of the UMN MapServer is a CGI-based application for delivering dynamic GIS content via the World-Wide Web. Mapbender is a web based geoportal framework to publish, register, view, navigate, monitor and grant secure access to spatial data infrastructure services. (OSGeo; KLEMM 2008)

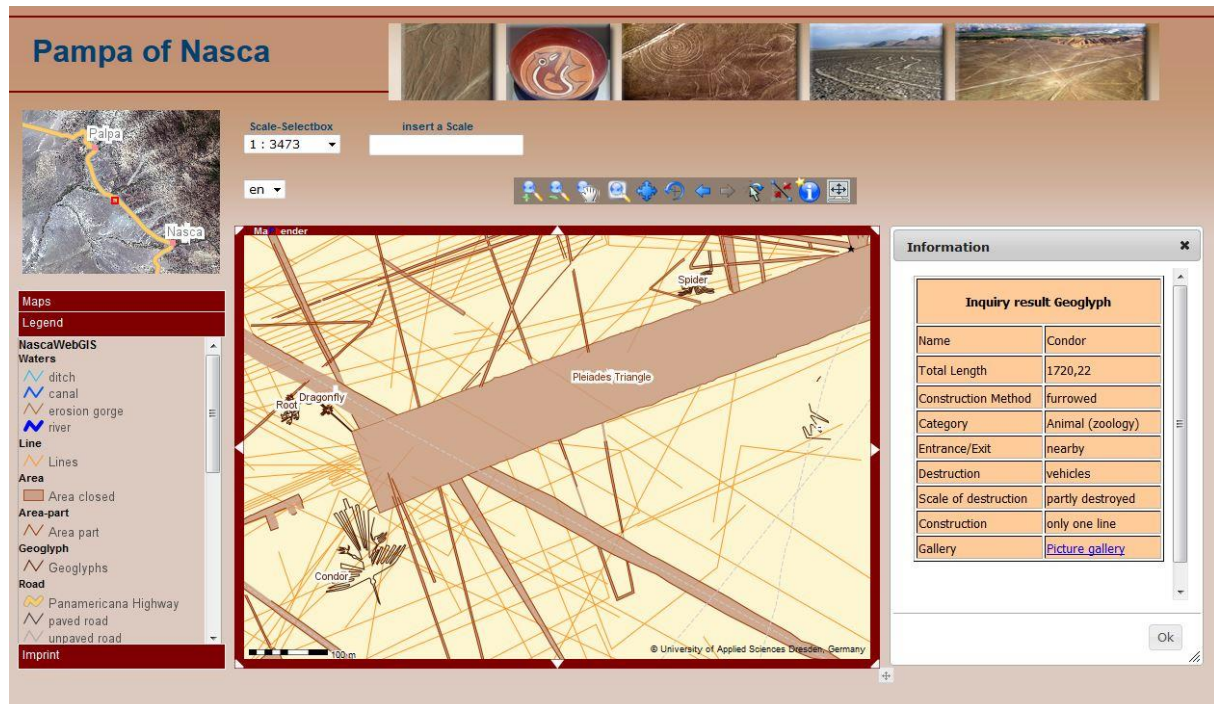


Fig. 20: Internet application of the NascaGIS

The application is available via the Nasca-Homepage: <https://www.htw-dresden.de/~nazca/>. Fig. 20 shows, as an example, a screenshot of the NascaWebGIS application with all the information about the Condor. The graphical window gives the geometric data and the feature information window displays the result of the database query.

CONCLUSION

The major task of the Nasca project is the implementation and ongoing updating of the NascaGIS which is a permanent and dynamic process. So far, there are many data and attributive information of the lines and figures stored in the database. The first ideas of the Nasca project, the digital conservation and the preservation of the cultural heritage of Nasca and Palpa are fulfilled. Any time it would be possible to rebuild the whole system again exactly on the same place in the Pampa of Nasca and Palpa.



A nice example is the original construction of the hummingbird in Dresden. At the centenary of Maria Reiche in May 2003 students of the University of Applied Sciences Dresden, Faculty of Surveying rebuilt the figure of the hummingbird in the scale 1:1 near the river Elbe in Dresden (Fig. 21). It could very well be seen from the bridge over the Elbe nearby.

With all these activities we try to make a contribution to the conservation of the world cultural heritage of Nasca and Palpa.

Fig. 21: Hummingbird flying over the Elbe meadows

Another important task of GIS applications is the analysis of the stored data and information. With the NascaGIS any question can be asked and the system gives the answer automatically, e. g.: "select all lines

which are longer than 500 meter". This kind of selections is necessary especially for the purpose of astronomical investigations. The presentation of such results, which comprises computer simulations and animations as well as topographic, thematic maps and satellite images, can be produced easily as well.

Last but not least the presentation via Internet as a user friendly WebGIS-Application for everybody is of great importance and also realized.

VERIFICATION OF THE ASTRONOMICAL THEORY

INTRODUCTION

Up to now the unsolved question respecting the Nasca Lines is why ancient people created these designs.



Today it seems to be established, that the Lines once served as ritual places for religious ceremonies maybe celebrated to secure a good harvest. But in most of the ancient cultures, the astronomical knowledge of the shamans played an important role in ritual ceremonies. So it's not astonishing that there are correlations between some lines and celestial bodies. When Paul Kosok, Professor of history at the Long Island University, saw the sun setting exactly over a narrow line on December 21st, the day of summer solstice, in 1941 (Fig. 22) he concluded that the Pampa of Nasca is "The Largest Astronomy Book in the World". Maria Reiche followed his ideas and she found many lines and also figures that give evidence for astronomical orientation.

Fig. 22: Sun setting on December 21st in 1941 (REICHE 1989)

The first seemingly systematic approach was done by Gerald Hawkins in 1969. He investigated only a few lines within a very small area compared to the relevant Pampa and concluded that the Nasca lines as a whole cannot be explained as astronomical nor are they calendric. But because of his special way of investigation these negative results cannot be regarded as the final word on any astronomical hypothesis for the origin of the lines. A much better study was done by Anthony Aveni, who concluded: "In sum, then, were we to reformulate a hypothesis most consistent with the data, it would be a hybrid of the walking, the agricultural, and the astronomical hypotheses." (AVENI 1991)

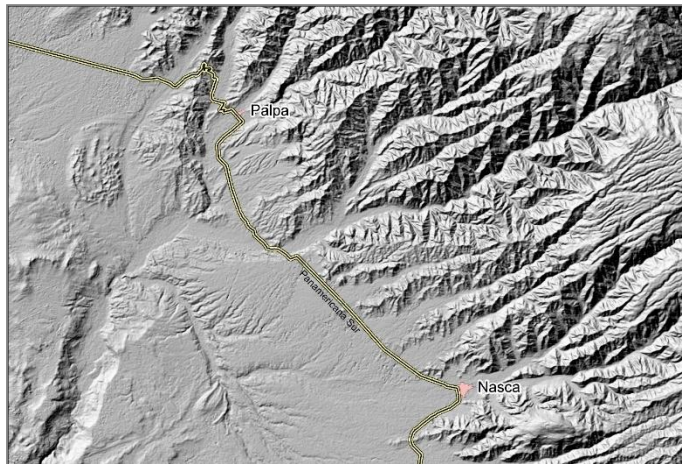
Although the astronomical theory seems to be somehow doubtful it's indisputable that there are correlations between some lines and celestial bodies. Therefore, the verification of this theory is one special task of the Nasca project at the University of Applied Sciences in Dresden.

ASTRONOMICAL APPROACH

Based on the astronomical idea of Maria Reiche there are two objectives for the astronomical approach. The first and major task is the examination of the correlation between the lines and the rising or setting of celestial bodies.

In order to prove whether the ancient lines in the desert near Nasca show a preference for the directions to the sun, the moon, planets or brighter stars a fully automatic procedure is necessary. The very first step for this research was, and still is, the geodetic data acquisition of all the lines, line centers, areas, figures and remarkable point objects (e.g. stone heaps) in a reliable accuracy. The data itself is always captured with

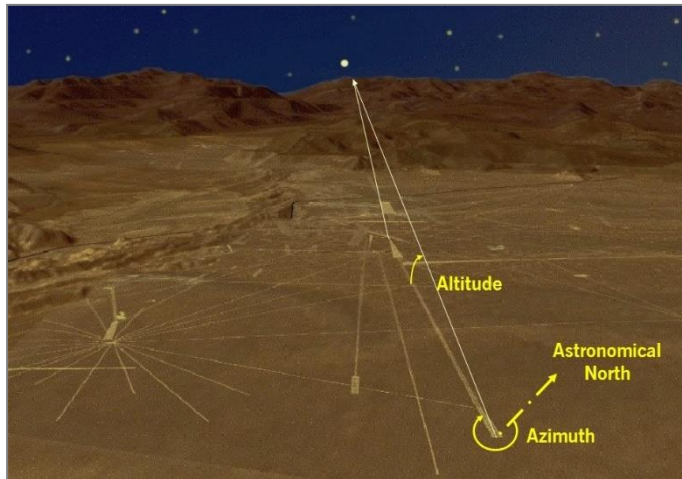
highly accurate measurement methods, e.g. with GPS, but also by using aerial photos and Satellite images. All these data are stored in the Oracle database which is the basis of the NascaGIS (see page 27).



Another important prerequisite for the astronomical approach is the Digital Terrain Model, because the astronomical altitude of the rising or setting of celestial bodies depends on the surrounding landscape. Therefore the results of the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) as well as the GDEM generated from ASTER satellite data (Fig. 23) are used.

Fig. 23: ASTER Global Digital Elevation Model (ASTER GDEM)

Once the accurate geometry of the lines and the DTM are stored in the database, the astronomical azimuth and the altitude can be computed. The azimuth is the angle between astronomical north and the perpendicular projection of the celestial body down onto the horizon.



The altitude, sometimes referred to as elevation, is the angle between the celestial body and the observer's local horizon. (Fig. 24)

The position of the stars can be derived from special star catalogues (e.g. FK6...Sixth Catalogue of Fundamental Stars) and the Ephemeris of the Sun, the Moon and the planets are distributed by several astronomical institutes, e.g. the NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL).

Fig. 24: Azimuth and Altitude of the Nasca Lines

With special self-developed software, it is possible to examine the correlation between the azimuth and altitude of the lines with the computed positions of the celestial bodies during the Nasca time.

For the verification of such correlations the results of Maria Reiche are very helpful. She has found a lot of lines which are correlated with the Moon, the summer or winter solstices of the Sun or bright stars during the Nasca period. Out of these results a few lines with correlations to the Sun and brighter stars where successfully verified by the Nasca project Dresden so far and some results are presented here.

CORRELATIONS WITH THE SUN

The books (e.g. REICHE 1993) as well as the personal notes of Maria Reiche shows a lot of lines which are correlated with the summer or winter solstices of the Sun. Three examples out of many, which had been verified already, are shown in Fig. 25, Fig. 26 and Fig. 27.

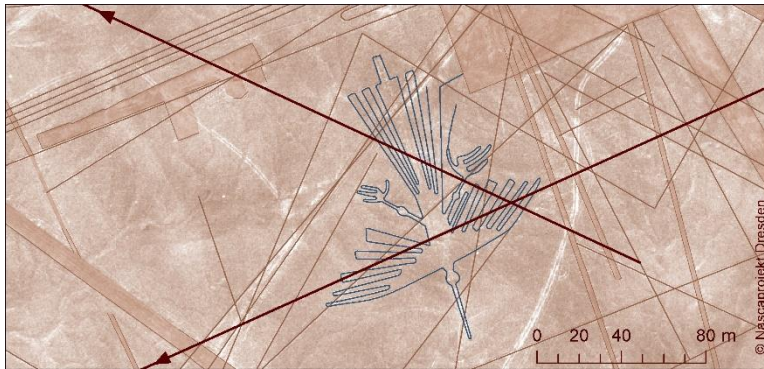
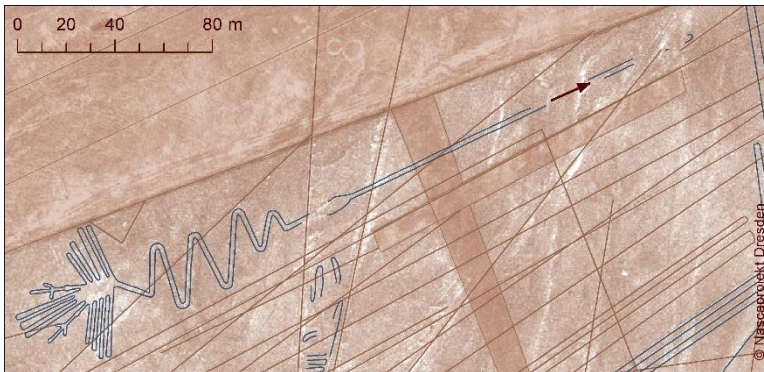


Fig. 25 shows two lines crossing the bird called “Condor” or “Chaucato”. The upper arrow points to the sunset winter solstice (June 21st) and the lower one to the summer solstice (December 21st).

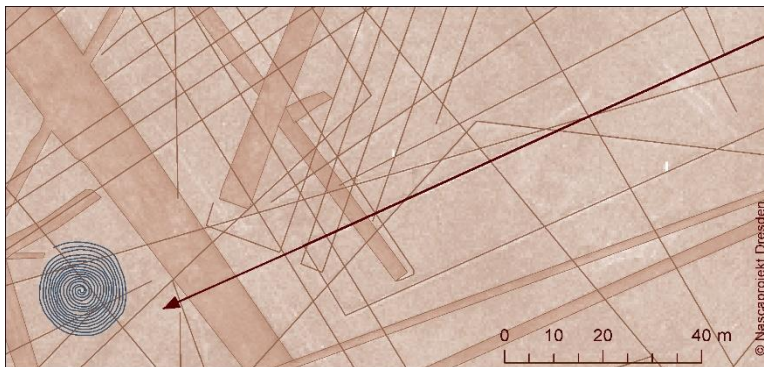
Fig. 25: Sunset lines at summer and winter solstices



The bird, shown in Fig. 26, is called “Heron”; Maria Reiche named it “bird with serpentine neck”. The beak, which is approx. 185 m long, turns toward the sunrise at the winter solstice.

Fig. 26: Extension of the beak points to winter solstice at Sunrise

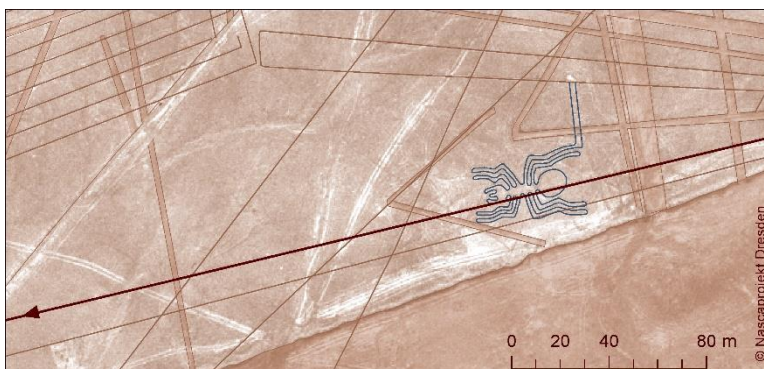
The famous Kosok line, shown in Fig. 22, could finally be identified with the help of the description in the



book of Maria Reiche (REICHE 1989): “A smaller double spiral was found among a maze of lines. The line pointing to its border ... could have been constructed for solstice observations.” Indeed, it points exactly to the Sunset at the summer solstice in December.

Fig. 27: Sunset at summer solstice of the famous Kosok line in Fig. 22

CORRELATION WITH VERY BRIGHT STARS



One of the first results about the correlation of lines with stars was a long line crossing the famous figure “Spider”. This line is exactly directed to the setting of the star Rigel (see Fig. 28), the brightest one in the constellation Orion around 100 B.C. (compare Fig. 32a).

Fig. 28: Line to the setting star Rigel in the constellation Orion

Another remarkable result was detected in a huge rectangle. The rectangle besides the Spider itself is about 850 m long and 90 m wide and contains one stone-heap at the western side and three at the eastern part (see Fig. 29). Maria Reiche called this huge rectangle “Plaza de las Pleiades”. The three lines, connecting the stone heaps, are directed to the rising Pleiades around 630 A.C. In the archaeo-astronomy the Pleiades played an important role in almost every civilization all over the world.

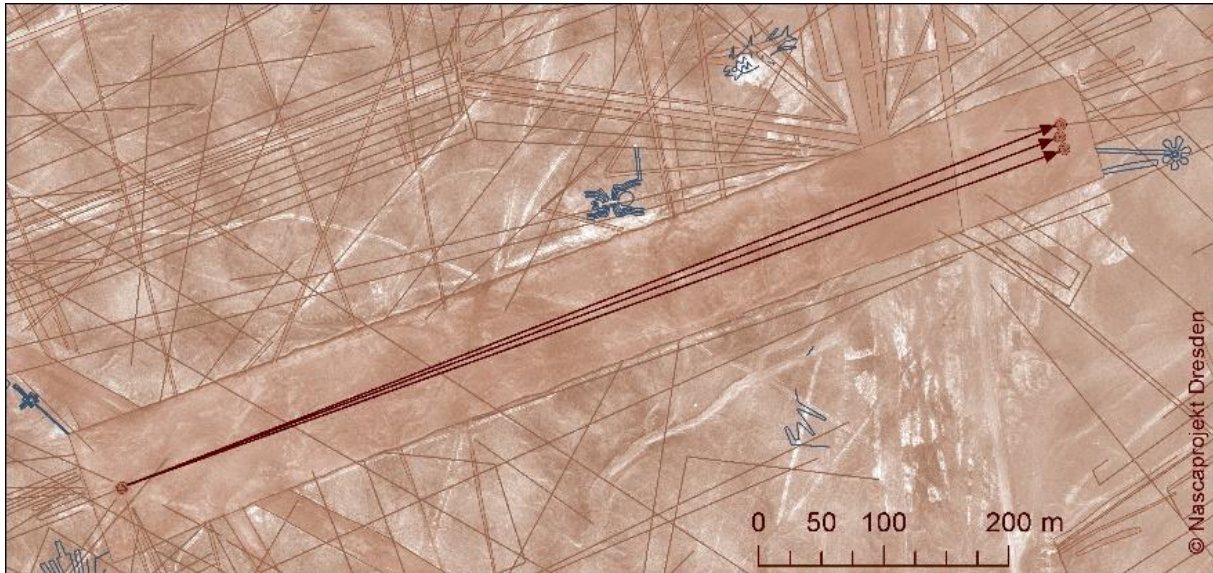


Fig. 29: “Plaza de las Pleiades”

South of Palpa there is a very long line (approx. 3 km long and 8 m wide) crossing the “Panamericana” (Fig. 30). The western end of the line was destroyed by a chicken farm. Most probably this line ended in a triangle. The line is exactly directed to the brightest star Sirius during the Nasca time. Therefore Maria Reiche called this line the “Sirius line”.



Fig. 30: Line to the setting “Sirius”

During the fieldwork in the year 2004 in Nasca, the start and end points of 18 lines were measured with very high accuracy using GPS; all these lines are longer than 3 km and the longest one run up to 12 km. The azimuth and altitude of all these 18 lines were computed and checked with stars of magnitude brighter than 2. Out of those 18 lines there are 12 lines pointing to the rise or set of very bright stars during the Nasca period. Such correlation is statistically significant and cannot be called random.

CORRELATIONS WITH THE MOON

According to the investigations of Maria Reiche there are a lot of lines which correlate to significant positions of the moon on its motion around the earth. One example is shown in Fig. 31, where all lines marked in red have been made for moon observations.

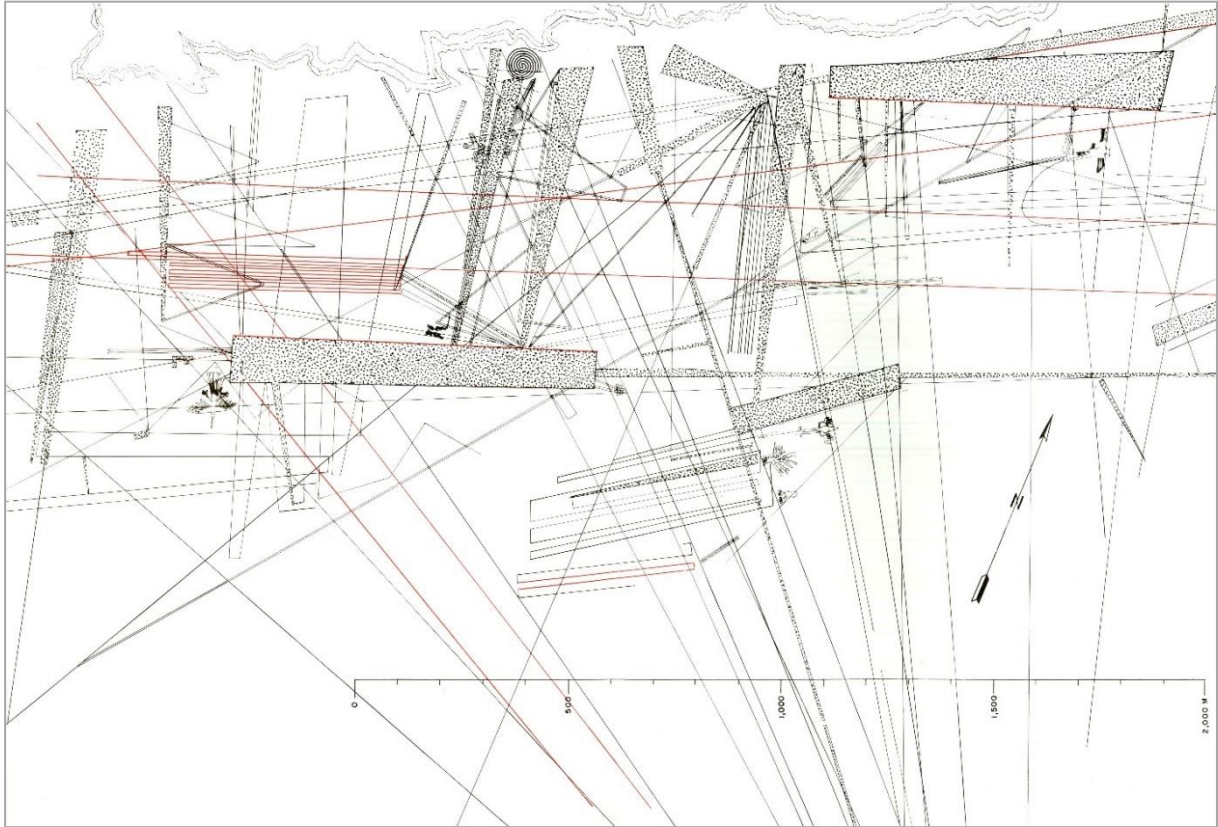


Fig. 31: Moon lines (in red) according to Maria Reiche (REICHE 1974)

The investigation of the correlations with the moon will be one of the future tasks in the Nasca project.

CORRELATION BETWEEN DRAWN FIGURES AND CONSTELLATIONS OF STARS

Another long-term objective of the astronomical approach is the examination of the conformity of the celestial constellations of stars with some figures. Two contrary examples shall illustrate the difficulty to solve this problem. Fig. 32a shows the overlay of the constellation “Orion” and the Nasca Spider. The real Orion in yellow, taken from the Internet, does not really fit to the geometrically Spider. The red-lined Orion (mathematical transformed) seems to coincide somehow better. This interpretation is according to Maria Reiche.

Fig. 32b shows a quite different interpretation. Jorge A. Neyra Mendoza defines a relation between Spider and the constellation “Virgin” (NEYRA MENDOZA). Another example is shown in Fig. 32c and Fig. 32d. According to Maria Reiche the Monkey corresponds to the constellation of the “Big Dipper”. Because the Big Dipper is visible on the southern sky during the harvest time only, the hands of the Monkey are symbolizing the harvest of the crop (Fig. 32c). The interpretation of Jorge A. Neyra Mendoza is again completely different; he interprets the Monkey as the constellation of the scorio.

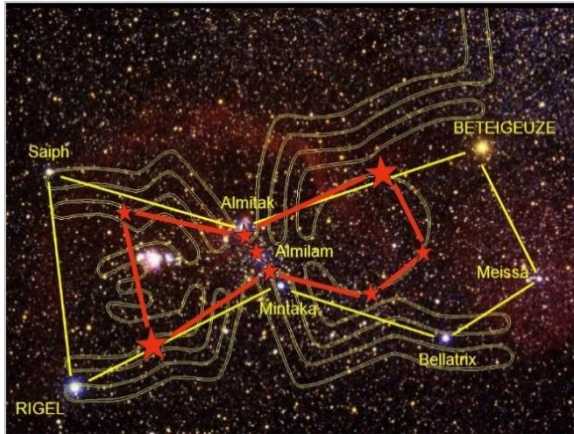


Fig. 32a: Correlation between Spider and Orion

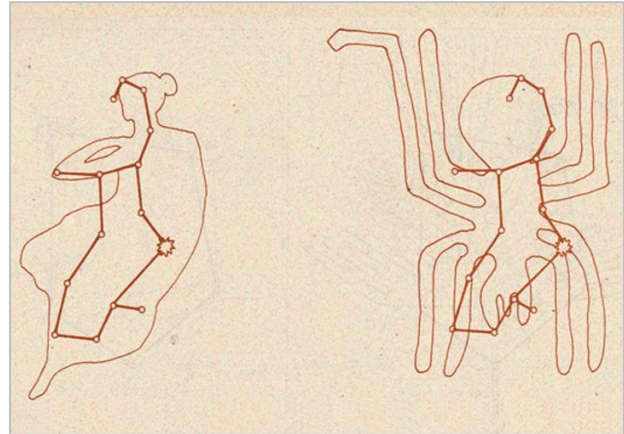


Fig. 32b: Correlation between Spider and Virgin (NEYRA MENDOZA)

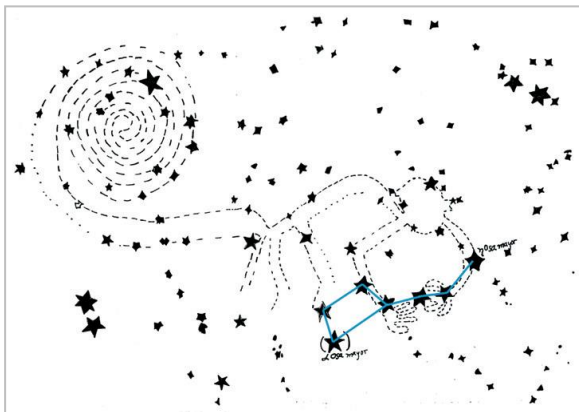


Fig. 32c: Correlation between Monkey and Big Dipper (sketch of Maria Reiche)

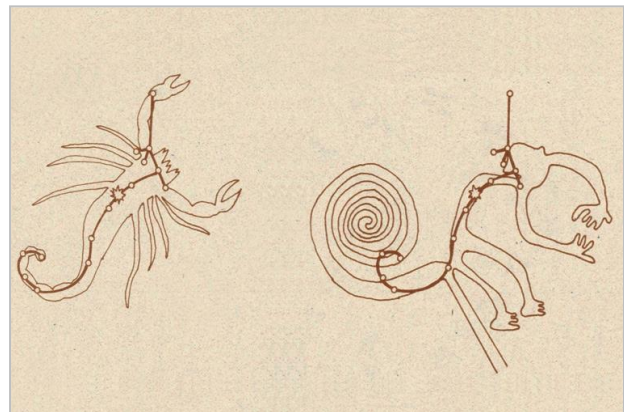


Fig. 32d: Correlation between Monkey and Scorpio (NEYRA MENDOZA)

Because of such contrary interpretations a serious investigation is very difficult and has to be undertaken in the future.

CONCLUSION

It seems to be impossible to give a perfect solution to the mystery of Nasca, but most probably it is not possible to explain it with only one of the theories. We definitely agree with Anthony F. Aveni who concluded that it would be a hybrid of the walking, the agricultural, and the astronomical hypotheses. Furthermore, there is quite a lot of evidence about the religious utilization.

Anyhow, the major objective of the Nasca project at the University of Applied Sciences Dresden is to continue the work of the Dresden-born scientist Dr. Maria Reiche and to proof her two astronomical ideas:

1. Correlations of lines, areas etc. with distinguished positions of the sun, moon, planets or very bright stars
2. Correlations of figures with constellations of stars

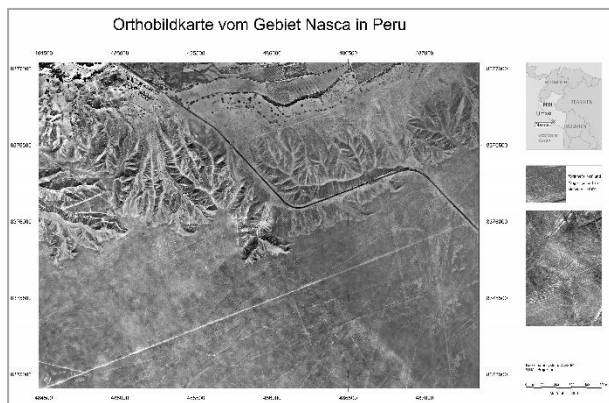
At the moment and in the near future the investigations about the sun and the stars are the primary tasks. All the other objectives will be done later. For all the tasks, the NascaGIS is the essential part to work with.

MAPS AND ANIMATIONS

Within the scope of approximately 60 diploma, bachelor and master theses a lot of tasks were performed. Besides the major task of the Nasca project, the digital conservation of the lines and figures of Nasca and Palpa in the GIS application, another important component are maps and computer animations.

TOPOGRAPHIC AND IMAGE MAPS

In 2003 the very first satellite map of the Nasca lines was produced. The map was presented at the Peruvian Congress in Lima in March 2003.



Until now different kinds of satellite and aerial image maps, as well as topographic maps (compare Fig. 17) were generated. The maps are covering the whole area of the Pampa of Nasca and Palpa. The Fig. 33 shows an example of an orthophoto map covering the main region of the Pampa of Nasca. Another example representing a satellite image map from the same region is shown in Fig. 34.

Fig. 33: Orthophoto map of the Nasca desert



Fig. 34: Satellite image map of the northern part of the Pampa of Nasca up to the Ingenio valley (ZAHN 2005)

THE NASCA-PROJECT IN 3D

Animations allows virtual flights over the Pampa of Nasca and Palpa. Several examples had already been developed on the basis of the DTM and the vector data of the lines and figures, as indicated in Fig. 35a. Most of the examples are results of diploma and bachelor theses and some of them are available on the Internet, like e.g. Fig. 35b (BEYER, HEISE 2002).

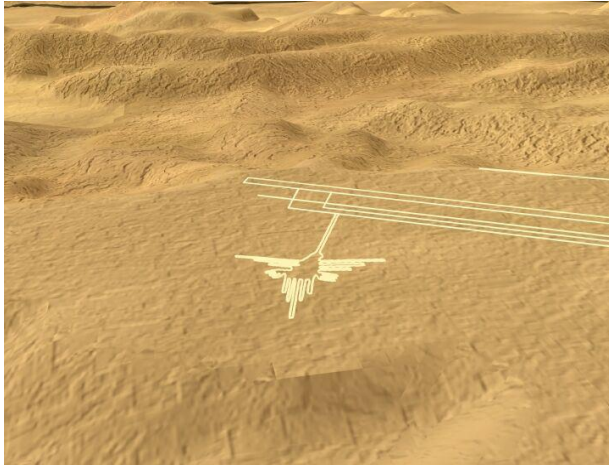


Fig. 35a: Computer animation of the Hummingbird

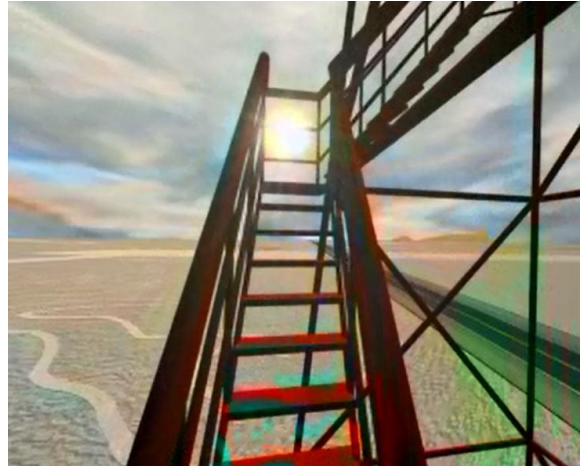


Fig. 35b: Animation of the Maria Reiche Look-out

In 2016 data of the Nasca project were published online in 3D using Autodesk InfraWorks 360, a planning and design platform that enables engineers to quickly and easily convey preliminary design intent in a real-world environment. In order to publish the Nasca lines in 3D a three dimensional basic model of the Pampa was created and all thematic data of the NascaGIS were included. Raster and vector data as well as 3D-objects are fully integrated by using the InfraWorks 360 presentation tools (compare Fig. 36).

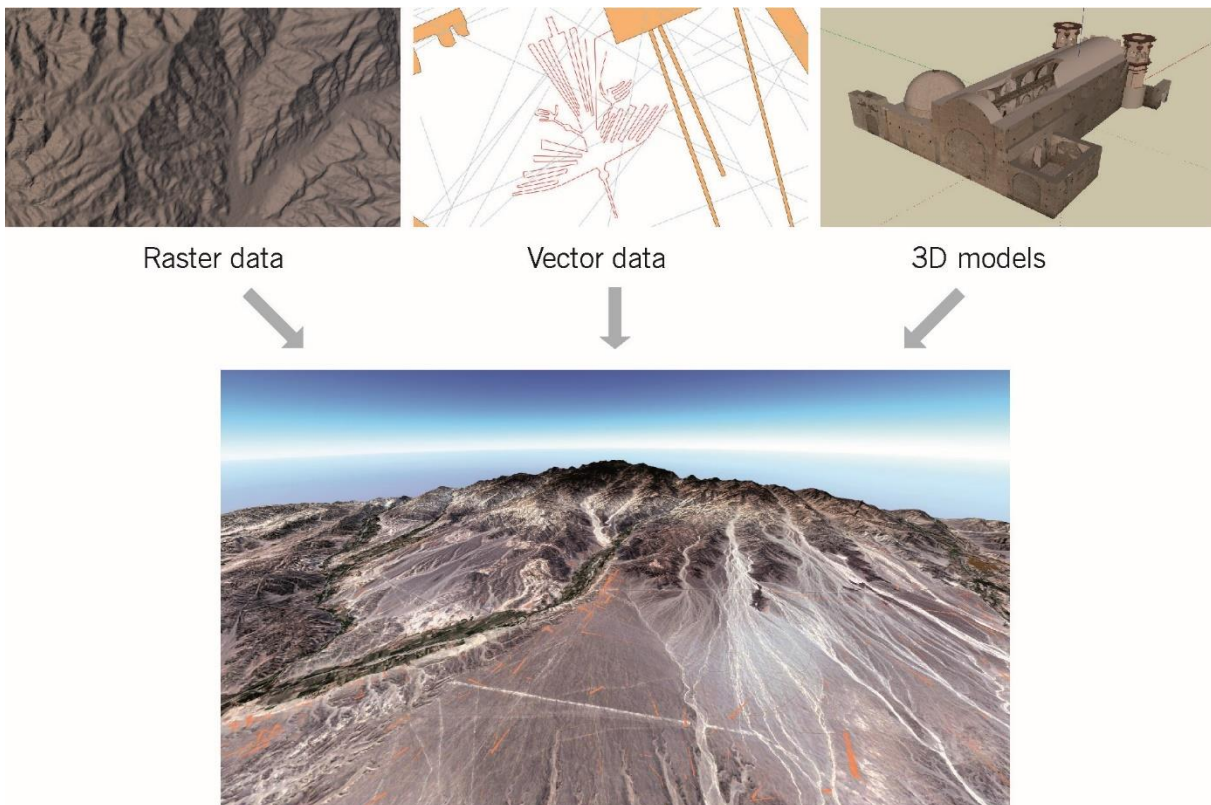


Fig. 36: The Autodesk InfraWorks model of the Nasca Lines (Hornung 2016)



Fig. 37: InfraWorks internet application of the Nasca Lines

Fig. 37 shows a screenshot of the InfraWorks internet application (HORNUNG 2016). It is also possible to create video animations. An example of a flight over the pampa can be found in YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=BMsXLrL1vvY>.

THE PETROGLYPHS

Very close to the geoglyphs in the Pampa of Palpa there are also very old petroglyphs. According to the archaeologist Marcus Reindel there shall be a relation between the petroglyphs and the geoglyphs in the Pampa. He identified the petroglyphs as the sketchbook of the Nasca people (compare Fig. 38a and b).



Fig. 38a: Spiral inside the Pampa (Geoglyph)



Fig. 38b: Spiral in Palpa (Petroglyph)

Within the project one special task was the documentation of all these petroglyphs. In 2004 all the petroglyphs were recorded with photogrammetric methods, as shown in Fig. 39a and 39b. Later the images had to be rectified with a special photogrammetric software (PhoToPlan) and then all the petroglyphs were digitized by students (Fig. 39c). Finally, a catalogue of all the petroglyphs was printed and all the results were provided as an internet web application. Another task was to compare the Petroglyphs in Palpa with similar Geoglyphs inside the Pampa (compare e.g. Fig. 38). With digital photogrammetric measurements the conformity was proofed exactly by mathematical methods. But there was no conformity detectable. The drawings only bear a resemblance.



Fig. 39a: Petroglyph



Fig. 39b: Petroglyph with a sheet of paper as scale

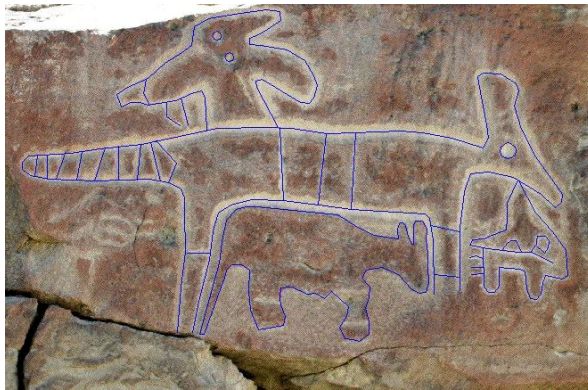


Fig. 39c: Rectified image with the digitized petroglyph

THE AQUEDUCTS OF NASCA



Fig. 40: The aqueduct of Cantalloc

The aqueducts of Nasca (see e.g. Fig. 40) are one of the most advanced examples of pre-Columbian hydraulic technology, but they are in great need of conservation. Therefore, the Peruvian association “Asociación Maria Reiche - Internacional Arte & Ciencia” in Lima started a very new project in 2016. The project aims to identify, document and protect these archaeological remains, as well as encourage greater community awareness and appreciation for these sites. The main objective is the inscription into the UNESCO World Heritage List.

The lack of water is without doubt the most serious problem facing human communities in the Nasca valley. The water of the river Nasca flows for only a few month during a good year and mostly there is no water at all in the riverbed. Especially the farmers need water all year around, they therefore have to find moisture underground. For that reason, the Nasca people built an impressive system of subterranean water to flow; this system is named aqueducts or filtration galleries, the residents of Nasca call them puquios. These aqueducts are to bring fresh water into the arid desert.

They have never been measured accurately, nor have any been fully mapped. According to (SCHREIBER, LANCHO 2003) there are about 43 currently known aqueducts which can be found in the valley of the Nasca river, in the Taruga valley and in the Las Trancas valley (see Fig. 41). Many of them have been destroyed or altered; some of them are even used as garbage holes. The most complete description of the

existing aqueducts was made by Schreiber and Lancho (2003) who provide measurements of the galleries and trenches along with other valuable information on their construction and use.

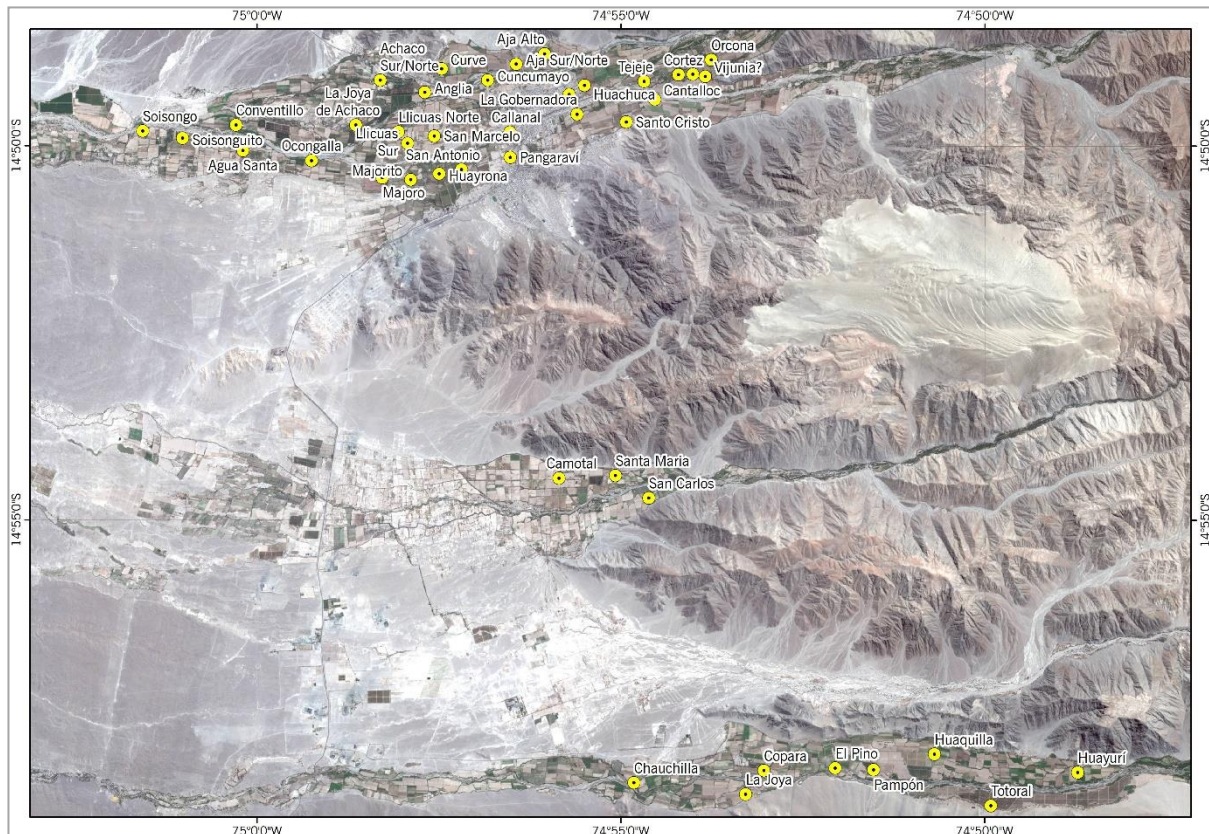


Fig. 41: Overview of the aqueducts in the Nasca valley (northern part), Taruga (middle) and Las Trancas valley (south)

In order to get more and also much better information about the exact location and the three-dimensional expansion of the aqueducts specific measurements were undertaken during a field campaign in September 2016. All together 34 aqueducts were captured with Garmin GPS (accuracy: 3 to 5 m), see Fig. 42. Five of them had been chosen for the photogrammetric flights using RPAS (remote piloted aircraft system) also known as „drones“.

Fig. 42: Determination of the aqueducts with Garmin GPS



The used eBee RPAS (sensFly SA/Switzerland), owned by the TU Prague, is made of EPP (Expanded polypropylene) foam with a weight (incl. supplied camera) of approx. 0.9 kg and a wingspan of 96 cm (see Fig. 43a). Two different cameras were used for the photogrammetric flights, a RGB Canon IXUS with 16 Mpix and a NIR Canon ELPH110HS with 16.1 Mpix.

The determination of the necessary Ground Control Points (GCP) had been done by DGPS measurements. Therefore, two Leica Viva Uno receivers were provided by Leica Geosystems/Germany. For each aqueduct at least 4 GCP's along the canals or trenches were determined. Usually a little cross or a circle with some stones lying around was formed (see Fig. 43b).



Fig. 43a: Karel Pavelka with the RPAS (drone)



Fig. 43b: GCP with Leica GPS receiver



It is remarkable that for the very first time the work had been supported by officials of the city of Nasca. The mayor of Nasca made two cars including drivers and policeman for the security available. The water and irrigation department and some private landlords had been helping in finding and showing the aqueducts in the Nasca and Taruga valleys (see Fig. 44).

Fig. 44: The surveying team accompanied by the policemen and a private landlord

The evaluation of the GPS measurements of the GCP's was done on-site in Nasca using the software Leica Geo Office 8.4. The photogrammetric processing of the UAV images was carried out in both Universities (Prague and Dresden), but with different software products. At the HTW Dresden the software Agisoft Photoplan in combination with ERDAS Imagine Photogrammetry was used. One of the results, an orthophoto mosaic and the digital elevation model of the aqueduct San Carlos in the Taruga valley is visible in Fig. 45. The vector data of all the aqueducts including their attributive data like the condition of the aqueducts will be stored in the database of the NascaGIS.

Another important task is the production of a topographic map. The first map which gives an overview of the surveyed aqueducts in the Nasca valley was the result of a Bachelor thesis (PREÜBLER 2017). The map itself was produced in ArcMap (product of ESRI) in a scale of 1:15 000. Besides the aqueducts there are all the available vector data of the NascaGIS, like the lines and figures, roads and waterbodies, relief, land use, today's and antique settlements etc. enclosed. The geodetic reference system is WGS84, UTM Zone 18S. The revised map is shown in Fig. 46.

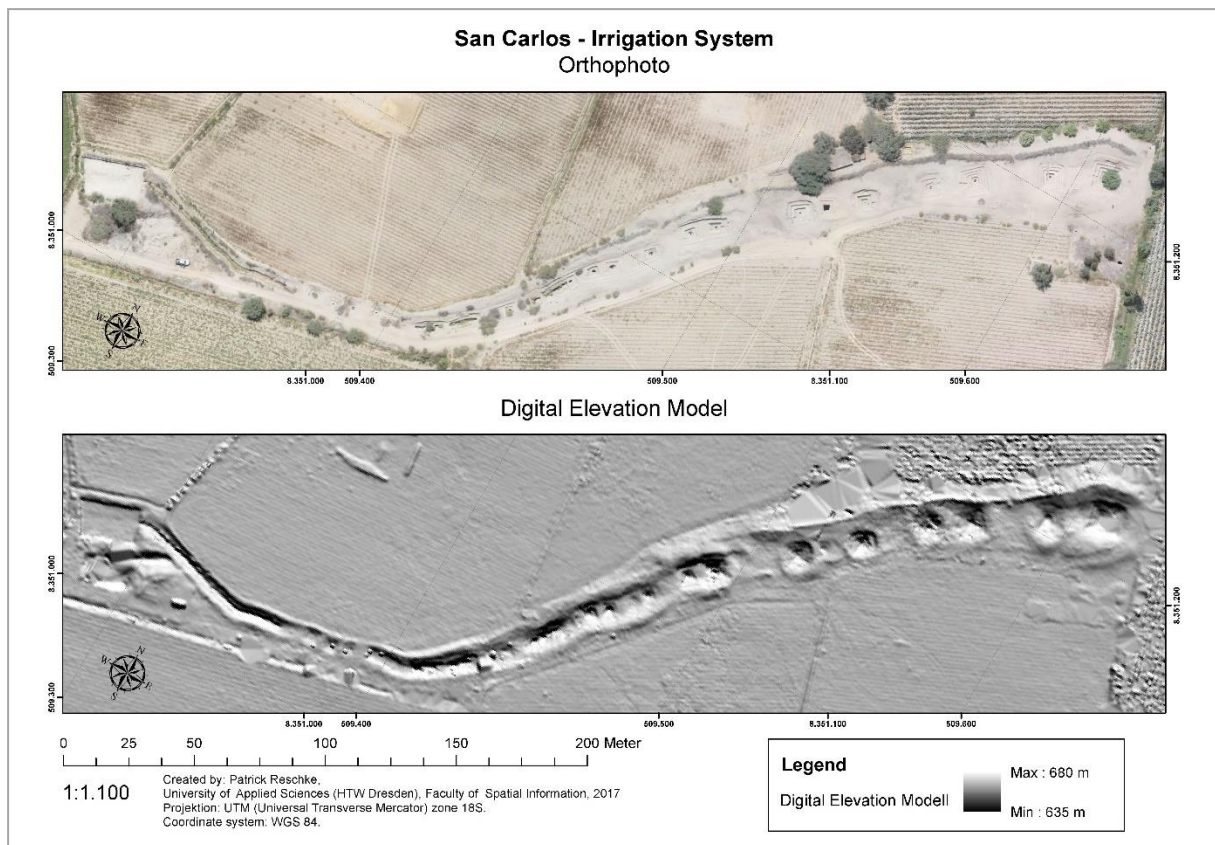


Fig. 45: Photomosaic and Digital Elevation Model of the San Carlos based on RPAS EBe photogrammetric data

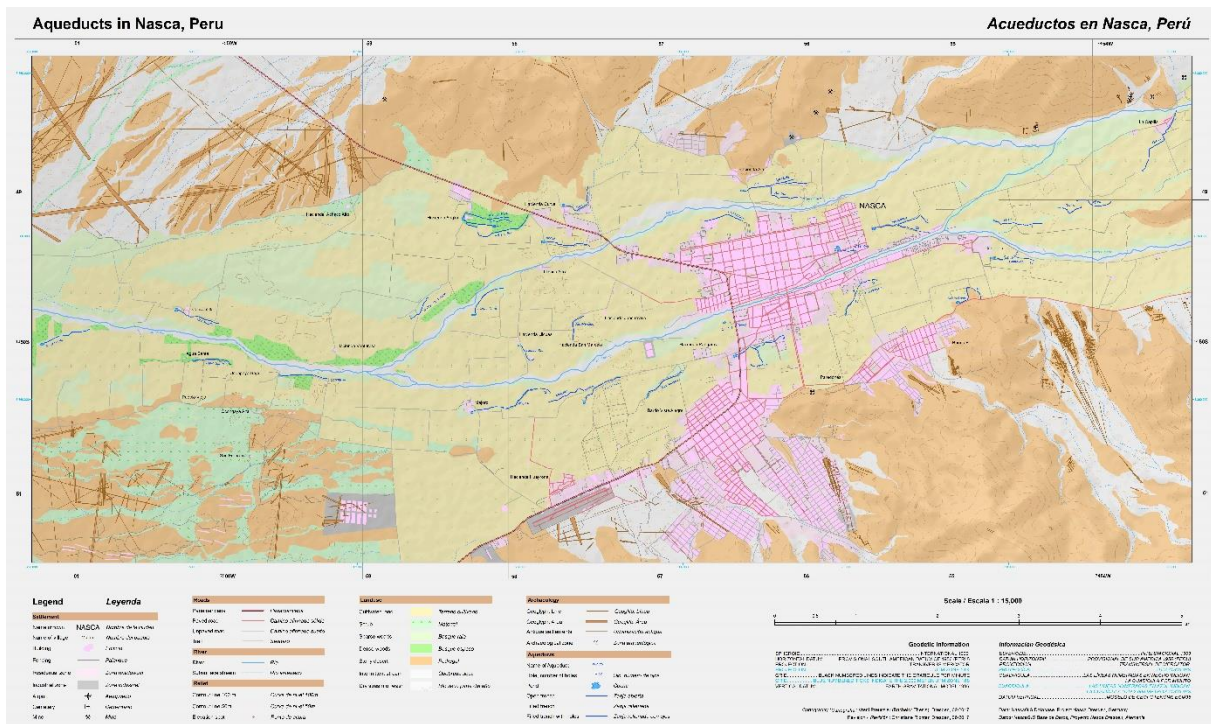


Fig. 46: Topographic map of the aqueducts in the Nasca valley

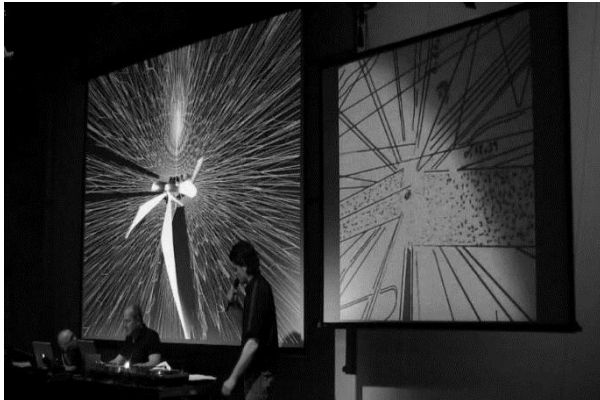
All these results will be sent to the Peruvian association “Asociación Maria Reiche - Internacional Arte & Ciencia” in Lima as a part of the project proposal for the inscription into the UNESCO World Heritage List. The mayor of Nasca and the Department of Water and Irrigation in Nasca will also get a copy of these results.

ART MEETS SCIENCE

In general, the Nasca project is a purely scientific task, like the technical performance and the precision of the drawings inside the desert. No less impressive, however, is the artistic aspect of the lines and figures. It is not surprising that one of the theories that revolve around the riddle of Nasca describe the drawings as a pure artwork.

In the year 2004 the painter Christoph Rust from Hannover/Germany and the Austrian performance artist Wolfgang Dorninger had been very interested in an interdisciplinary cooperation in the Nasca project. One year later the first joint expedition to Nasca took place. The Brazilian artist Alex Cervený from São Paulo also

joined this project. As a result, the multimedia performance "Nasca - About the Perspective" by Wolfgang Dorninger was premiered in Linz/Austria (Fig. 47) and Madrid/Spain in February 2006.



In June the exhibition "Nasca Correspondences", a joint project by Christoph Rust, Alex Cervený and the Nasca project Dresden started at the University of Bielefeld/Germany. Later this touring exhibition was shown in many other German cities as well.

Fig. 47: Performance "Nasca - About the Perspective"

One of the highlights was an Interdisciplinary Symposium about the Nasca Culture at the Center for Interdisciplinary Research (ZiF) at the University of Bielefeld in June 2006. The symposium was organized by the Managing Director at the ZiF Bielefeld Prof. Ipke Wachsmuth, Prof. Cristoph Rust (Bielefeld) and Prof. Dr.-Ing. Bernd Teichert (Dresden). About 20 scientists and artists from Germany, from the Czech Republic, Peru, Brazil and the USA participated the Nasca Symposium.

The presentations are published in (RUST, TEICHERT 2008).



Fig. 48: Participants of the Nasca Symposium in Bielefeld

In August 2008, the joint exhibition entitled "Correspondências Nasca" was opened in the Galeria Marta Traba at the "Memorial da America Latina" in São Paulo, Brazil (Fig. 49). Within the scope of this exhibition, which could be seen until the beginning of September 2008, artistic workshops and presentations of the research project Nasca took place.



Fig. 49: Opening of the exhibition "Nasca Correspondences" in São Paulo/Brasília

ACKNOWLEDGMENTS

For sponsoring and supporting the Nasca project we are very grateful to the international companies Autodesk, GAF AG, Leica Geosystems, Quimica Suiza, the representative of Leica in Lima/Peru and to the Faculty of Spatial Information at the University of Applied Sciences (HTW) Dresden. We would like to thank especially the many students who have made a significant contribution to the Nasca project through their Diploma-, Bachelor- and Master Theses and their internships. Without their cooperation a realization of this project would not have been possible.

BIBLIOGRAPHY

Airbus Defence and Space (Ed.) (2017): WorldDEM™ - The New Standard of Global Elevation Models. Available online at <http://www.intelligence-airbusds.com/worldDEM/>, updated on 2017, checked on 9/22/2017.

AVENI, Anthony F. (Ed.) (1991): The Lines of Nazca. Memoirs No. 183. Philadelphia: American Philosophical Society.

BEYER, Uwe; HEISE, Daniel (2002): Digitale Visualisierung und Präsentation der Pampa von Nasca. Diploma thesis. HTW Dresden, Dresden. Fakultät Geoinformation. Available online at https://www.htw-dresden.de/~nazca/diplomarbeiten/Beyer_Heise/html/videos_ie.html, checked on 9/23/2017.

HORNUNG, Matthias (2016): Das Nasca-Projekt in 3D mit Autodesk InfraWorks. Bachelor thesis. HTW Dresden, Dresden. Fakultät Geoinformation. Available online at <https://www.htw-dresden.de/~nazca/diplomarbeiten/hornung/hornung.htm>, checked on 9/23/2017.

JACOBSEN, Karsten (2005): Vergleich der Orientierungsverfahren für Weltraumaufnahmen. In Eckhardt Seyfert (Ed.): GEO-GOVERNMENT. Wirtschaftliche Innovation durch Geodaten, vol. 14. Rostock (Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung), pp. 467–474.

KLEMM, Stefan (2008): Erstellung einer WebGIS- Applikation des NazcaGIS unter Verwendung eines Open Source Produktes. Diplomarbeit. HTW Dresden, Fakultät Geoinformation, Dresden.

LP DAAC (2014): Routine ASTER Global Digital Elevation Model. Available online at https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/aster/aster_products_table/astgtm, updated on 4/14/2014, checked on 9/12/2017.

NEYRA MENDOZA, J. A.: The Sacred Book – El libro sagrado. Lima: self-published.

OSGeo: Mapbender InfoSheet. Available online at <http://www.osgeo.org/mapbender>, checked on 9/14/2017.

PREUßLER, Vreni (2017): Erstellung einer Topographischen Karte der Region Nasca/Peru. Bachelor thesis. HTW Dresden, Dresden. Fakultät Geoinformation. Available online at <https://www.htw-dresden.de/~nazca/diplomarbeiten/Preussler/poster.jpg>, checked on 9/23/2017.

REICHE, Maria (1974): Peruanische Erdzeichen. Peruvian Ground Drawings. 2. verbesserte Auflage 1975. München: Kunstraum München e. V. (Hg.) (Photoausstellung der Peruanischen Erdzeichen).

REICHE, Maria (1989): Geheimnis der Wüste/Mystery on the desert/Secreto de la Pampa. 7. Aufl. Nasca/Peru: Selbstverlag Maria Reiche.

REICHE, Maria (1993): Contribuciones a la Geometria y Astronomia en el Antiguo Peru. Lima: Epígrafe S.A.

RICHTER, Christiane (2007): Orthorektifizierung von IKONOS-Szenen als Grundlage für die GIS-Datenerfassung im Gebiet der Pampa von Nasca/Peru. Master Thesis am Zentrum für GeoInformatik. Salzburg, Universität.

RICHTER, Christiane (2008): NascaGIS - An Application for Cultural Heritage Conservation. In Christoph RUST, Bernd TEICHERT (Eds.): Nasca Symposium 2006, vol. 7. Dresden: HTW Dresden (FH), Fachbereich Vermessungswesen/Kartographie (Dresdener Kartographische Schriften, 7), pp. 115–126.

RICHTER, Christiane; TEICHERT, Bernd (2008): Usability of IKONOS images as a basis of data capture for the NascaGIS. In R. Lasaponara, N. Masini (Eds.). 1st International Workshop on Advances in Remote Sensing for Archaeology and Cultural Heritage Management. Rome/Italy. 1st Edition: Aracne.

RICHTER, Christiane; TEICHERT, Bernd (2011): 3D Mapping of the Nasca Lines. In : XXIIIrd Symposium CIPA. September, 12th - 16th, 2011, Prague, Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University in Prague. Prague.

RUST, Christoph; TEICHERT, Bernd (Eds.) (2008): Nasca Symposium 2006. Dresden: HTW Dresden (FH), Fachbereich Vermessungswesen/Kartographie (Dresdener Kartographische Schriften, 7).

SCHREIBER, Katharina; LANCHO, Josué Rojas (2003): Irrigation and Society in the Peruvian Desert: The Puquios of Nasca. New York: Lexington Books.

TOUTIN, Thierry; CHENG, Philip (2001): Orthorectification and DEM Generation from high resolution satellite data. In Centre of Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP) (Ed.). 22nd Asian Conference on Remote Sensing. Singapore.

U. S. Geological Survey (2007): Global Geographic Information Systems. Available online at https://webgis.wr.usgs.gov/globalgis/tutorials/what_is_gis.htm, updated on 2/13/2007, checked on 9/7/2017.

U. S. Geological Survey (2015): Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Available online at <https://lta.cr.usgs.gov/SRTM>, updated on Jan. 2015, checked on 9/12/2017.

ZAHN, Maria (2005): Erstellung einer Übersichtskarte der Nazca-Geoglyphen auf Grundlage vorhandener Satellitendaten. HTW Dresden, Fakultät Geoinformation, Dresden.

HYPOTHESES ABOUT GEOGLYPHS AT NASCA, PERU: NEW DISCOVERIES

J. Klokočník¹, J. Sonnek², K. Hanzalová³, K. Pavelka³, Czech Republic

¹Astronomical Institute of the Academy of Sciences of the Czech Republic, Ondřejov Observatory

jklokocn@asu.cas.cz; www.asu.cas.cz/~jklokocn,

²Koroze, Hlučín, Czech Republic, koroze@volny.cz; www.jiri-sonnek.cz

³Faculty of Civil Engineering, Dept. of Geomatics, CTU Prague, Czech Republic

hanzalova@fsv.cvut.cz, pavelka@fsv.cvut.cz

INTRODUCTION

The geoglyphs (figures and geometrical shapes) on the pampa (desert) near the town of Nasca and nearby town of Palpa in Peru have been long known for our civilization (since research of Toribio Mejia Xesspe (see references ^{2,3,6} below) and since beginning of commercial flights from Lima to southern parts of Peru) and attracted attention of both scientists and ‘independent researches’. The geoglyphs were mostly made by the Nascanian people by removing dark surface layer of the desert varnish (weathered and oxidized thin top layer) to reveal the pale, ‘sandy’ subsoil.

The figures and geometrical shapes could be preserved because the area receives very little rainfall (excluding episodes of El Niño). There are also other geoglyphs in sundry places in South America, mostly near the Pacific coast of Ecuador, Peru and Chile. A number of hypotheses about the reasons for construction of the glyphs have been suggested. We will comment only on the main hypotheses. None of them has generally been accepted so far. We present here a new, very unusual and ‘technical’ (Sonnek’s) hypothesis.¹ It does not contradict most of the preceding hypotheses, but brings practical perspective for the reasons why the geoglyphs were made. We provide supporting arguments for validity of the new and surprising hypothesis.

NOTE ON PREVIOUS HYPOTHESES

Here we cannot (due to space reasons) explain all existing and widely acknowledged work done by Xesspe, Kosok, Reiche, Silverman, Schreiber, Browne, Clarkson, Aveni, Urton, Lambers, Ruggles, Teichert, Richter and others, discussing the geoglyphs in an Andean and landscape context. For example, Kosok¹ studied irrigation systems in Peru. He took a famous photograph of sunset at solstice from a single ray centre (small local hill), running along one of the ray lines. Kosok was inspired and formulated an astronomical hypothesis, adopted soon after that by Ms. Reiche²; in due course, her followers from Dresden (such as ^{3,4}, etc.) also supported the hypothesis.

¹ Kosok P., 1965: *Life, Land and Water in Ancient Perú*, Long Island Univ. Press, New York

² Reiche M., 1949: *Mystery on the Desert Nasca, Peru*, Association Maria Reiche for the Lines of Nasca, re-issued October 1996, Lima, Perú (in English, German and Spanish)

³ Teichert B, 2007: *Astronomical investigations of the Nasca Line*: Teichert B and Rust Ch (eds) Proceedings (2006) of the Nasca Symp, HTW, Dresden, Germany, pp. 87-101

⁴ Richter Ch., 2007: *Nasca GIS – An Application for Cultural Heritage Conservation.*, In: Teichert B and Rust Ch (eds.), Proceedings (2006) of the Nasca Symp, HTW, Dresden, Germany, pp. 115-126

Kosok², Hadingham⁵ and others also recognized importance of ritual/ceremonial meaning of the geoglyphs, including pleas to gods for water. The geoglyphs may have a relation to groundwater - it was investigated by several authors, for example.^{6,7,8} The geological faults in the mountains supply drinking water to aquifers, from which it can be directed to user. Johnson shows a correlation of aquifers, geoglyphs and former human settlements (now cemeteries).⁹ The hypothesis formulated by Stierlin¹⁰ explains the geoglyphs as the remnants of giant open-air workshops where weavers produced fabrics in a manner similar to use of a loom.

OUTLINE OF THE NEW HYPOTHESIS

The geometrical geoglyphs on the Nasca plateau are traces left behind by manufacturing plants of ropemakers, who produced here the required range of ropes and probably also nets for fishermen, raft makers, buildings and bridges, claims Sonnek¹. Before launching production, the ropemakers tidied the area as needed. They laid ropes defining the working area on the ground, and removed rocks and gravel from it to prevent the ropes and nets from damage during production. They then installed poles for hanging the ropes produced in the working areas. The narrow triangular sectors (trapezoids) are remnants of the landscaping for the ropemaking; the rectangular areas were used for net production. The trapezoids and the long lines crossing them in a zigzag fashion are the places where long ropes were made in as small area as possible. The geoglyphs were produced in the course of centuries and they indicate new working areas frequently overlapping older ones. The working areas run in all directions. The orientation of the work areas was dictated by available land and sometimes they were actually set up to make use of ground undulations or hills. Landscaping for some of the giant geoglyphs might be laborious, so it is not out of the question that they may have performed additional functions as well (for example for ceremonial purposes). Today a multifunctionality of geoglyphs is generally accepted. Sonnek considers the geoglyphs in the shape of animals and various symbols running out of the work areas to be logos ('totems') and advertisements of the different ropemaking workshops¹. The fish, the fisherman with a fish in his net the dolphin, shark, sperm whale, killer whale and coiled rope are all very apt for rope and net manufacturers. The spirals and the monkey with its tail coiled in an identical spiral may be representations of coiled rope, excellent logos for the makers of strong ropes. We note that this is a speculative item in the Sonnek hypothesis.¹ Zoomorphic and other shaped features may be older than the geometric shapes and may belong to category of geoglyphs created primarily for rituals ⁶ (also A. Rodriguez, Lima, priv. commun. 2001) or for another use. Making the geoglyphs was not a technical problem; the ropemakers used what they always had at hand: rope. Small-scale drawings on a template were intentionally stylized into simple forms made of a single continuous line, so that they could be rendered to the chosen scale using rope laid on the ground. The rounded edges of the figures make this clear and quite logical. An easy-to-see rope could have been overseen off a portable tripod

⁵ Hadingham E., 1988: *Linesto the Mountain Gods, Nazca and the Mysteries of Peru*, Norman, Univ. of Oklahoma Press., Oklahoma, USA

⁶ Schreiber K., 2007: *The Water System of the Nasca Culture*. In: Teichert B and Rust Ch (eds.), *Proceedings (2006) of the Nasca Symp*, HTW, Dresden, Germany, pp. 43-54

⁷ Aveni A., 2000: *Between the Lines: The Mystery of the Giant Ground Drawings of Ancient Nasca, Perú*, Univ. of Texas Press, Austin, TX, USA

⁸ Johnson D., 2010: *Beneath the Nasca Lines and Other Coastal Geoglyphs of Peru & Chille*, CD book, Poughkeepsie, NY, USA

⁹ Johnson D., Proulx D.A., Mabee S.B., 2002: *The Correlation between Geoglyphs and Subterranean Water Resources in the Rio Grande de Nazca Drainage*. In *Andean Archaeology II*, eds. H. Silverman and W. H. Isbell, Kluwer Academic Press/Plenum Publ., New York, NY, USA, pp. 307-332

¹⁰ Stierlin H., 1983: *Nazca, la Clé du mystère*, Albin Michel publ., Paris (in French)

several metres high, each section aligned to position as instructed by the overseer, and then only the dark surface layer of ground was removed on one side of the rope. This simple technology accounts for some of the inaccuracies in the figures. Tightening the rope on the ground was enough to define the working triangles and rectangles. Why Nasca and Palpa were selected for the ropemaking? There are many areas suitable for this purpose along Peruvian coast, and probably were used too, but the Nasca/Palpa area had very appropriate meteorological conditions (very dry). The geoglyphs may suffer from El Niño or human activities, but many of huge number of them survived till now. The place to produce them must have been a sufficiently large flat area without vegetation, at a higher altitude where it is not dramatically hot and is without rain but with underground potable water nearby: not too far from the sea, near the fertile valleys where henequen (maguey, species of agave) and similar material for ropemaking and food for the ropemakers could be grown. Nobody would have allowed ropemakers in the fertile areas, where food for all could be grown. The important fact is that the new hypothesis is **not in conflict** with the older ones – this is not typical for previous hypotheses. It is well possible that certain lines have been created with intentional astronomical meaning as well as practical utility, nor is a combination of the practical use with a ritual/ceremonial one ruled out. As for the existence of drinking groundwater, its proximity was certainly welcome by the ropemakers and influenced their choice of the appropriate places to set up work areas. It is not a problem for the newly presented hypothesis to explain the diverse directions of the geoglyphs, their overlapping in all directions or their presence in areas with (under)ground water.

PROOF-OF-CONCEPT TESTS

Sonnek performed various experiments to support the new hypothesis. The geoglyph of a very special shape was discovered in pampa, see Figure 1a; it may represent a technical object; let us call it a *rope twister*. Following the pattern shown in Figure 1a, Sonnek made a steel technical device and tested it in practice; see Figure 1b (also video cited above is available). This does not mean that this is only one possible technical solution for the ropemaking. Due to course variants with other fittings were discovered and tested (see the video, reference in the abstract). Four spun threads, connecting the pole at the tip of the triangular sector and the rope twister installed in the wooden skid frame, twisted to the right. The twisting reduces the thread length, so that the skid is pulled towards the pole at the end of the line and keeps the twisted threads tight. This first twisted strand had to be attached to a prepared pole; otherwise, it would untwist and produce kinks. Three more strands were twisted in an identical fashion and then all the four, right-twisted strands were again fastened to the twister lugs. By now twisting to the left, we produced rope that no longer came untwisted. The left twisting reduced the length of the rope, meaning the final rope is 8-30% shorter (depending on the rope diameter) than the threads before twisting. Our experimental twisting of ropes of various thickness, using the twister, not only confirmed the perfect functionality of the device, but also made several interesting findings.

Figure 1b shows the twisting of the third strand (as an example). The pole on the right already has two twisted strands on it, and the pole on the left has threads ready for twisting of the fourth strand. The lengths of string lying on the ground are representations of the definition of a work area, rid of gravel and stone on the pampa. The threads are pulled on the ground when being extended, meaning the work area has to be swept perfectly clean; otherwise, the threads might get damaged or torn. The runners of the travel devices also require a smooth surface. The length of the crank arm, whence the proportion of the rotation speed and the required force, is easily adjusted by tapping out and rotating the wooden pad with the crank. The right-hand side pole, for fastening the twisted threads, is where the first travel of the twisting device ends. It has to be by the edge in order to stand clear of the further travel of the skid. An inspection of the narrow work areas using the satellite has confirmed, in many cases, traces of an identically situated pole and a pole at the narrow end of the work area.



Figs. 1a, b: *Left*: a technical object – one geoglyph on the pampa. © Google Earth: geographic latitude $\phi = 14^{\circ}33'22''\text{S}$, longitude $\lambda = 75^{\circ}10'40''\text{W}$. *Right*: a functional model of a rope twister made from metal (in a convenient size) after the geoglyph on pampa (figure a), for experimental rope making. Original material might be hard wood. © J. Sonnek, 2013.

Moreover, the areas bear visible traces of another pole, near the start of the work line (the left-hand side pole). What was it good for? Already while one person was twisting the rope, another was extending new threads for twisting additional strands between this pole and the end-of-line pole. After the skid was pulled back to the start, the prepared threads were simply transferred from this pole to the twister hooks, with no time delay and loss of productivity. The robust twister lugs have a purpose: they serve as a flywheel, which allows the operator to rest for a while after getting it spinning. The string threads may lie on simple racks, which keep the threads apart.

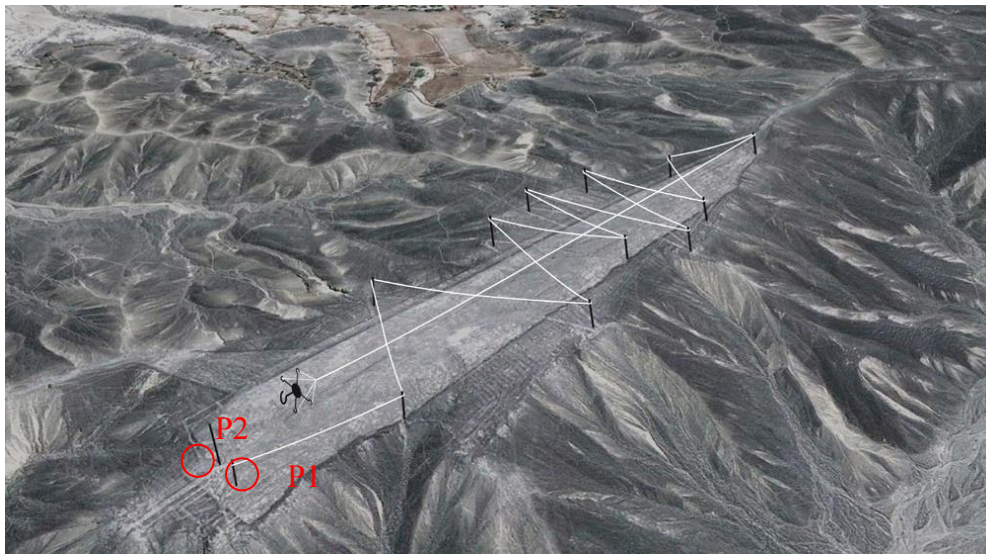


Fig. 2a: Work area near the ropemakers' homes (here near town now known as Palpa). Large trapezoid at $\phi = 14^{\circ}33'54''\text{S}$, $\lambda = 75^{\circ}11'33''\text{W}$, one of the places where pieces of wood for the ^{14}C test were collected in 2012. Snapshot by © Google Earth. Drawn by © J. Sonnek. The circles P1 and P2 show locations of two of wood remnants tested (see table below). More than one instrument may work simultaneously there.

No landscaping at all is required for this production procedure. The string being produced will be a little saggy between distant racks, but that does not prevent it from continuing through the rolling terrain in a straight line. This explains the longest straight lines found on the plateau. The ropemakers many times repeated "ambles along the stretched strings" resulted in pale lines on the ground: the numerous traces across the plateau. They are more prominent along the edges, because the makers would walk on either side of the strings being made, and they are not as accurately straight as those created artificially. Let us take a look at a work area for ropemaking with a higher productivity (Figure 2a). The broad area at the centre was used as the work area for the twisting devices. The rope threads did not continue in a straight

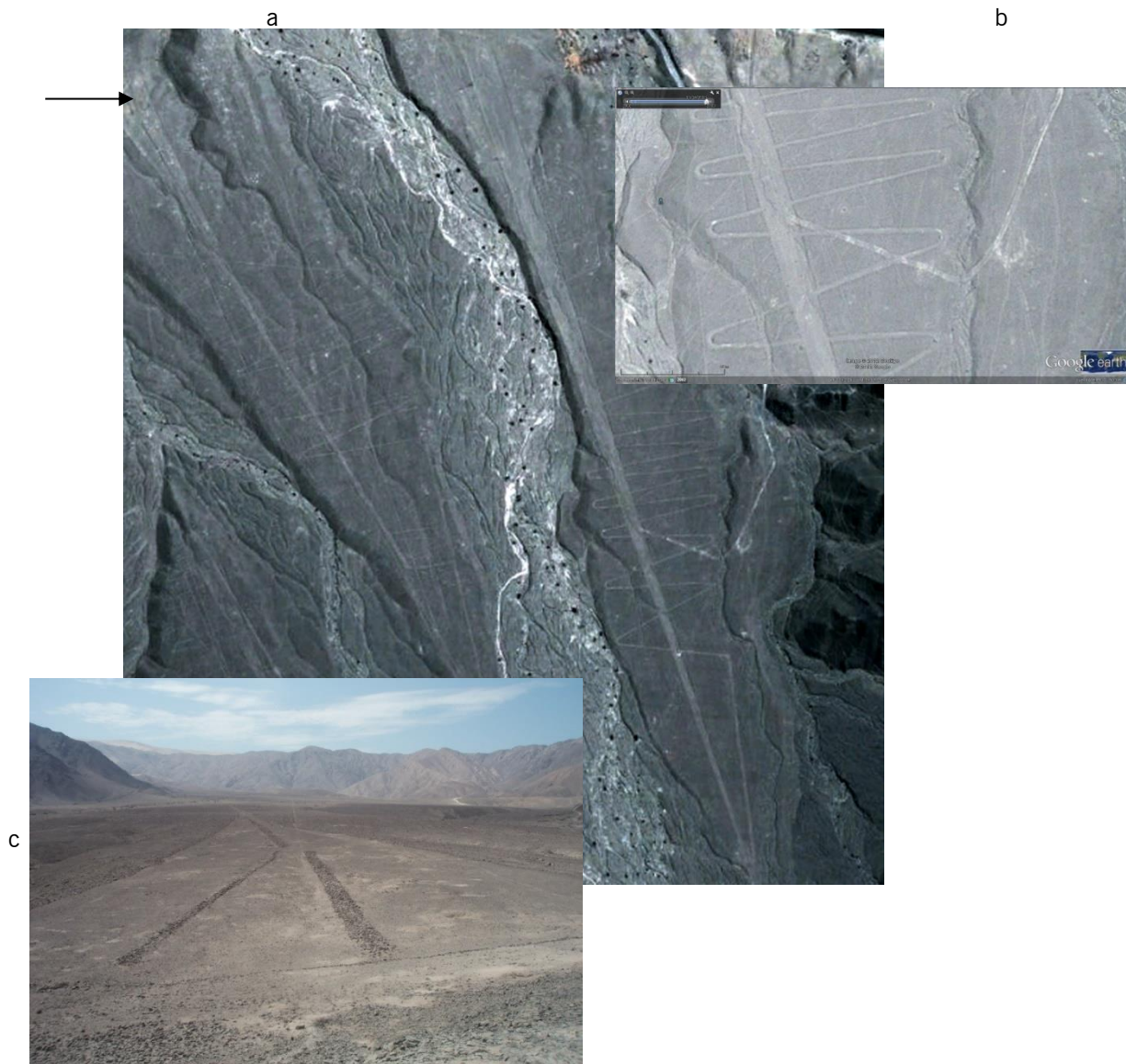
line as usual, but were turned left twice by $\sim 90^\circ$ around poles into the opposite direction, and then once again. The start and end of the threads were side-by-side before the twisting operation. A small flat area thus could be used for both short and long pieces of rope, as required, and the movements of the persons extending the threads became more efficient: they did not have to return long distances, everything being at hand. They are numerous complex figures (trapezoids with zigzags) in the Nasca-Palpa area. Figure 2a shows a trapezoid with a zigzag near the Palpa town (sometimes called 'Pista'). Figures 3 a,b,c (below) show a part of series of such geoglyphs in Cantalloc near the Nasca town (the name "cantalloc" meaning 'place of weavers'). Such glyphs contain many technical details. Based on the traces left, Sonnek set up a similar work area for string production and tested its functionality. The functioning device (our model) had to leave traces (Figure 2b) identical to those left on the pampa (see Figure 2a). The installed device makes it possible to produce very long ropes in a small area. This is because the rope does not continue forward in a straight line but rather returns to the start of the work line, hung on poles where the long zigzags turn. This technology allows the production of rope lengths several times longer than the flat area available. Over time, paths similar to those at Nasca-Palpa were trodden in the grass around the poles in the experimental work area. The Nasca people were more foresighted: they tidied up their paths before they started twisting, by removing stones and gravel. The more laborious rope production (assistants had to turn the rope around the poles in the zigzag turnings with their palms, Figure 2c) was compensated for by easy access and other advantages. Traces left in the terrain indicate how the work areas improved over time. The flat area is optimally utilized and the work area is designed to allow the production of the longest string possible. The narrow work triangle for the travel of work devices is 800 m long and makes use of the entire length of the appropriate work area. The rope may be reduced in length by the length of the work triangle; the twisting device would hit the pole at the end of the line if any longer rope was made. The spiral logo connects to the geometric lines where the completed ropes end. Due to insufficient flat area, it is situated so that it partly interferes with the triangular work area in a place where it presents no obstacle. The zigzag spanning the entire flat area is the tidy path around the forked poles on which the rope threads were hung. It was traversed by the ropemakers while extending the threads and turning the rope. All the poles were installed on the inside of the path turnings.



Figs. 2b, c: (b) One of Sonnek's experiments to make a long string, using a device inspired by the geoglyph discovered on pampa (shown in Fig. 1a); (c) the rope at the turning point; © J. Sonnek, 2013.

FURTHER SUPPORT OF THE NEW HYPOTHESIS

1. One of huge geoglyphs on pampa near the Nasca town is the well-known as „El Astronauta” (his right hand should be directed to the sky). It was demonstrated, that this glyph shows most probably a fisherman^{11,12,13} His right hand is not directed to the sky, but holds a fishnet. The fisherman fits to that area with fish and agricultural product exchange between sea shore and mountains much better than an astronaut (but it is not so attractive for the local ‘tourist industry’).



Figs. 3 a,b,c: (a) Work areas near the ropemakers' homes (Cantalloc near the Nasca town) were advantageous for their easy accessibility. © Google Earth: $\phi = 14^{\circ}50'09''\text{S}$, $\lambda = 74^{\circ}54'08''\text{W}$. Inserted small figures: (b) a detail of one of zigzags, (c) ground photo from the place indicated by the arrow in a (photo © J. Klokočník, 2011).

¹¹ Klokočník J., Vítek F., Klokočnicková Z., Rodrigues R. A., 2002: Los Geoglifos de Nazca, Perú, *Boll. Inst. Riva-Aguero* # 29.2002 (BIRA), Pontif. Univ. Católica del Perú, Lima, pp. 13-29 (in Spanish)

¹² Klokočník J., Pavelka K., 2010: Nasca, Peru: Der Astronaut ist ein Fischer, *AmerIndian Research* 5/2, Nr. 16, pp. 112-114 (in German)

¹³ Sonnek J., Klokočník J., 2014: Der Fischer auf der Pampa von Nasca in Peru: neue Ergebnisse, *AmerIndian Research* 9/1, Nr. 31, pp. 31-33 (in German)

Sonnek & Klokočník¹⁴ interpret this geoglyph as a fisherman on a raft on open sea having his head covered with large hollow calabash (gourd, calabaza), winter squash (*Cucurbita moschata*) that resembles a pumpkin and is typically grown in the West Indies and tropical America. It has various usage at home. Here dried calabaza serves as practical weather helmet (like styrofoam/polystyrene). When experimenting with the temperature inside wet calabash, Sonnek registered a cooling of the interior by up to 6°C due to water evaporation, for half an hour. Other components on the scene^{13,14} are a fish, a net, rope/net folded, and a cormorant, useful for fishing.¹⁴

2. A small Czech expedition team visited Nasca (Cantalloc) and Palpa area (Pista, Mandala) in November 2012 and collected wooden pieces, including possible remnants of poles at the zigzags. Radiocarbon dating of these woods shows the age in a wide range from early Nasca to 17th century, thus supporting the new hypothesis. For more about these new results see text and table below.

3. The Nasca people mostly cultivated maize, beans and pumpkins. Their farms product travelled towards the sea; the fish went from sea to the mountains. This is known as the local 'vertical trade exchange'. A need for large quantities of rope and nets is connected with the intensive fishery in the Pacific Ocean, which had to compensate for insufficient farm production. The Nasca people would set out on their rafts for voyages of maybe several months, heading for distant fisheries and islands. The intensive fishing at large distances from the coast required entire fleets of balsa-wood rafts and huge amounts of various ropes and nets. It follows from the experimentally tested time for producing rope that it would take four working days to produce a 400 m length of rope; making the string for a suspension net 350 m by 10 m, with a mesh of 5x5cm could have taken 140,000 hours, i.e., approximately 600 days of 12-hour work per day. Thus, there must have been a great many string suppliers for each manufacturer of such nets.

4. We still need to make the rope for tying up the balsa-wood raft and the deck (500 m), to fasten the mast (100 m), the anchor rope (100 m), the hooked dip line (300 m), thus totalling about 1000 m per raft, excluding the nets. With an average crew of 30 per raft, this would require ropes and nets for about 670 rafts to be produced in a short time. But the rope made from natural materials is subject to rot, so it had to be renewed. The construction industry, as well, consumed some quantity of strong rope. The aforesaid indicates that the number of manufactories on the Nazca plateau corresponds to the period's needs and requirements.

5. The finished ropes were moved, probably dragged out on pampa, by human power or with the aid of lama (?), we can only speculate, from the field manufactures to rivers or sea shore; traces after these displacements, footprints, lines, grooves, are traceable on pampa, e.g., by means of Google Earth. Reader can watch one of such paths, perhaps ancient, starting from $\phi = 14^{\circ}42'12''\text{S}$, $\lambda = 75^{\circ}10'32''\text{W}$ in the vicinity of geometric geoglyphs, via $\phi = 14^{\circ}42'55''\text{S}$, $\lambda = 75^{\circ}11'57''\text{W}$ to $\phi = 14^{\circ}43'25''\text{S}$, $\lambda = 75^{\circ}13'09''\text{W}$ near a river valley; other traces are approaching from north Baha San Nicolas near Puerto San Juan (Pacific Ocean), $\phi = 15^{\circ}18''\text{S}$, $\lambda = 75^{\circ}10'\text{W}$, partly following a present-day road.

6. In old language quechua (or family of languages, perhaps since 900 BC), the word *huasca*, *wasca*, *waskha* [read: uasca] means a *rope* or *cord* (or place where these are produced). This word is very similar to word "nasca". See: LAURA LADRON DE GUEVARA, LIMA 1998, *DICCIONARIO QUECHUA*, EDITORIAL BRASA S.A., P. 100. Another view is by Teofilo Laime Acajopa in *Diccionario Bilingüe Iskay simipi yuyayk'ancha*, La Paz, 2007 (Quechua Spanish dictionary) that "nasca" derives from "anti".

SOME DETAILS ABOUT RADIOCARBON AGE OF WOOD FRAGMENTS COLLECTED FROM NASCA-PALPA AREA

The samples have been collected near the Nasca and Palpa towns mostly on places related to Sonnek's hypothesis (see the circles in Figs. 2a, 4a,b), in one case from one of new fakes, falsified geoglyphs (Mandala) – the fact that this is a fake is known thanks to a comparison of old and new photos. Old photos

are from archive of Maria Reiche (from around WW II). Few samples are shown in Figs. 4 c,d and their list is in the table below.

Dating was performed independently by two methods and two institutions¹⁴⁻¹⁷: the standard ¹⁴C method in the Institute of Nuclear Physic, Czech Academy of Science in Prague, the Czech Republic, and the AMS method (Accelerator Mass Spectroscopy) in HEKAL ATOMKI HAS, Debrecen, Hungary. RADIOCARBON CALIBRATION PROGRAM (Stuiver, Reimer, © 1986-2015) was used; the dating is presented always within two sigma ranges (2σ). All samples were checked and mechanically cleaned after taking in the specialised laboratory. The samples were pre-prepared in solutions of 4% HCl, repeatedly in 4% NaOH and then again in 4% HCl (known as pre-treatment procedure Acid / Alkali / Acid (A / A / A, or. ABA)). All samples processed by the conventional procedure were combusted in a stream of pure oxygen (purity 5.0) in a quartz device. Acquired CO₂ was prepared by wet purification using AgNO₃ solution and dried. Synthesized benzene was measured in a liquid scintillation spectrometer Quantulus 1220. As blind (fossil) sample commercially available benzene (from Sigma-Aldrich, Spectrophometric grade) was used. The ¹⁴C measured activity was expressed in years BP (Before Present) as conventional radiocarbon age according to Stuiver-Polach convention. Combined uncertainty of the conventional radiocarbon age includes partial contributions of the measurement blind sample, calibration on the quenching effect and determining values of δ¹³C. Uncertainty values reported for conventional radiocarbon age of samples correspond to the probability of approximately 68%. After assigning uncertainties given adequate radiocarbon calibration curve, conventional radiocarbon age and its combined uncertainty were converted to the intervals of calibrated age (see Table below; uncertainty interval 2σ of ¹⁴C activity corresponds to 95% probability). The overall rate of absolute probability *P* of that calibrated age interval is based on the expanded uncertainty of the determination of ¹⁴C (2σ) and was calculated from the rate of relative probabilities main sub-set calibration program multiplied by a coefficient of 0.95.

¹⁴ Světlík, I.: 2015. The results of radio-carbon dating findings from the expedition Perú2012 by AMS method (Výsledky radiouhlíkového datování nálezů z expedice Perú 2012 metodou AMS Institute of Nuclear Physic, Czech Academy of Science, 6.12.2013 (in Czech), Technical report, pp.13

¹⁶ Pavelka, K.: 2014. The dating of organic findings from the expedition in Peru in 2012 (Datování organických nálezů z expedice Peru 2012), Telč 2014, Pavelka, K. (ed.): Proceedings of conference. Sborník studentské vědecké konference, CTU, Faculty of Civil Engineering, 200 p. ISBN 978-80-01-05647-9

¹⁷ Hanzalová, K., Pavelka, K.: 2013. Documentation and virtual reconstruction),

of historical objects in Peru damaged by an earthquake and climatic events. *Advances in Geosciences* [online]. 2013, vol. 2013, no. 35, 67-71. Internet: <http://www.adv-geosci.net/35/67/2013/adgeo-35-67-2013.pdf>. ISSN 1680-7340

a



b



P2



P1



c

d

Figs. 4 a,b,c,d. Places *P1* and *P2* (Fig. 2a) where two of wooden splinters were found on pampa (one example, with an opening is in Fig. 4c). Photos © K. Pavelka, 2012.

The analyses can be interpreted as follows:

a) the sample 13-097 comes from the post-Hispanic period. The dating is relatively broad, but started in 17th century. It is probably part of a larger object (wooden splinter containing an artificial opening).

b) the samples from Pista geoglyph and geoglyphs near today's Palpa cemetery (13_098 and 13_099) are from huarango (guarango) wood and are old (pre-Hispanic period). They were collected near small pits residues on the beginning of geoglyphs. Both samples are from the same period. Dated wood thus grew up most probably in the late 14th century. Found and dated remains are probably splits from an original equipment, tools or structures. How else would got wood remnants (and why) on barren plains, away from dwelling?

c) the samples from s/c Mandala geoglyph (13_101 and 13_102) are from cane or thin wood bars and they are dated to seventies of 20th century (bars were used for possible stakeout of geoglyph and are still a part of it – the evidence that it is a fake). The origin of these samples is clearly from the period after the initiation of nuclear weapon testing and for the dating was therefore necessary to use a 'bomb' calibration curve for the corresponding region of the southern hemisphere (but it is a standard now).

sample	description	conventional radiocarbon age (BP)	calibrated age (AD)	P (%) probability
13_097	Nasca Palpa, 1, geoglyph Pista	76 ± 88	1666 - 1783 1796 - 1949 1666 - 1949	39(2 σ) 61(2 σ) 96(2 σ)
13_098	Nasca Palpa, 2, geoglyph Pista	434 ± 74	1440 - 1511 1572 - 1622 1415 - 1643 [1420 - 1499]	58 (σ) 35(σ) 95 (2 σ)
13_099	Nasca Palpa, 3, geoglyph at a cemetery	426 ± 80	1444 - 1512 1566 - 1623 1409 - 1652 [1475 - 1633]	58(σ) 38(σ) 95(2 σ)
13_101	Nasca Palpa, 5a, Mandala (fake)	-2086 ± 77	1962,7 - 1963,5 1977,7 - 1982,2 [1978 - 1980]	8(2 σ) 87(2 σ)
13_102	Nasca Palpa, 5b, Mandala (fake)	-2557 ± 77	1963.5 - 1963.9 1974.1 - 1978.1 [1973 - 1976]	10(2 σ) 85(2 σ)
13_103	Nasca Palpa, Cantalloc 6, ash (Nasca period)	1829 ± 82	131 - 185 196 - 343 47 - 419 [204 - 369]	25(σ) 75(σ) 95(2 σ)

Table: ^{14}C age derived for samples gathered on pampa near Nasca and Palpa towns, Peru, in 2012. In „calibrated age “we have results from the first method (the standard dating) and in the brackets there is the age estimate (with 2 σ) from the AMS (if available).

d) the sample 13_103 from destroyed settlement near Cantalloc is very old (it corresponds to a catastrophic flooding accompanied to El Niño in the fourth century AD). It is appropriate to note here that Cantalloc with its huge geoglyph known as “Needle and Thread” was investigated already by M. Reiche and that the Quechua place name Cantalloc means “place of weaving” (Hadingham, p. 82)⁶.

e) the sample 13-104 (not listed in the table) was too small for the standard ^{14}C analysis, only the AMS method was used. This sample contained small light ears of corn. AMS analysis has proven that this is a very old sample – it comes from 330-480 AD.

CONCLUSIONS

At least a part of the geoglyphs (geometric features and figures) on the Nasca plateau near the towns Nasca and Palpa (and possibly many others) are traces of ropemaking manufactories, producing the required range of rope and net products for fishermen and raft makers through the long ages. The narrow triangular sectors are tidied areas for ropemaking, the rectangular areas being used possibly for making nets. The trapezoids with long zigzag lines across them are where long ropes were produced in relatively small areas. The longest straight lines might be traces of the manufacture of very long strings, connecting paths for pedestrians or delineated boundaries of claimed areas. The images of animals and various symbols running out of the work areas can be logos (totems) of the different ropemaking workshops on pampa, made to be seen from above, the place of the presumed afterlife. This is the content of Sonnek hypothesis¹, in some aspects very technical, in others speculative; the hypothesis has been tested here. We support it. The important fact is that the new hypothesis is not in conflict with the older ones. It is well possible that certain lines have been created with intentional astronomical meaning as well as practical utility, nor is a combination of the practical use with a ritual/ceremonial one ruled out. As for the existence of drinking groundwater, its proximity was certainly welcome by the ropemakers. It is not a problem for the newly presented hypothesis to explain the diverse directions of the geoglyphs, their overlapping, and presence in the areas with possible groundwater and long lines and rays. Radiocarbon age estimates of pieces of wood and other material at the geoglyphs near Nasca (Cantalloc) and Palpa (Pista, Mandala...) indicate ¹⁵⁻¹⁷ the age in a wide range from early Nasca to 17th century (excluding one present-day fake glyph – Mandala), see the table. This supports, but not proves, the new hypothesis; these wooden samples may be as old as the rope factories. One of huge geoglyphs on pampa near the Nasca town, well known as El Astronauta, has been studied with a conclusion that this glyph shows probably a fisherman (fitting to that area with fish and agricultural product exchange much better than an astronaut). ^{12, 13, 14} Moreover, in Quechua language the word *huasca* (*wasca*, *waskha*) means a rope; sounds similar to *nasca*. It becomes very interesting now in the context to the new Sonnek's hypothesis. Also the name Cantalloc (archaeological site near the Nasca town) should be mentioned, because it means „place of weaving”⁶.

PRE-HISPANIC ARCHAEOLOGICAL SITES DESTROYED BY CLIMATIC EVENTS

K.Pavelka, K.Hanzalová, M.Faltýnová

ABSTRACT

The Abandoned town near Huayuri (La Ciudad Perdida de Huayuri in Spain) is situated in Peru near Nasca plateau in the Ica region of Santa Cruz district in Palpa province. The valley is oriented northeast aslant from the Santa Cruz River, at Huayuri village. The Abandoned town is a pre-Columbian town in Peru in the late medieval period. Its period is dated sometimes between years 1000 and 1450 but it is very hard to say its exact beginning and the end. It is assumed that it starts at the Huari culture decline and finish with the Inca culture coming.



Fig. 1: Peru - region Ica, provincia Palpa

LA CIUDAD PERDIDA DE HUAYURI

The town remains spread in the valley at about 15 hectares area. There are remains of building walls in the bottom of the valley and the slopes around. Buildings are close to each other with a very small space between them that is typical for this architecture. The building structure is only for living in them; there were found no building and objects remains which should have other purposes - such as religious or economical for example. At present there is a very few information about the Abandoned town its inhabitants and their customs. The most information come from natives and partly from the previous research made in the years 1975 and 1984. There had been also the project PAHUAY - proyecto archeologico de Huayuri since 2002 to 2005. The project was done in cooperation with University of Pittsburgh and Peruvian universities.



Fig. 2: The „Abandoned town“ near Palpa, excavated small part

PHOTOGRAMMETRIC MEASUREMENT AND SATELLITE DATA

Working with the photographs and the satellite images of the area creates the map of the abandoned town. The photos were taken during the sixth expedition Nasca/Peru 2008. The expedition was organized with cooperation between HTW Dresden and CTU in Prague. The GPS measurement in the area of the Nasca plateau for the following satellite images corrections was the main purpose of the expedition. During the expedition were also taken photographs in the area of the abandoned town near Huayuri. The photographs were made by a calibrated digital camera Canon EOS 20D. Satellite data were made on demand (new data especially for this project) by the GeoEye-1 satellite with spatial resolution 0,5 m in panchromatic and 1,64m resolution in multispectral imagery. Special procedure for image sharpening and other filtering was used.



Fig. 3: GeoEye-1 satellite data and application of filtering

OUTPUTS

The Photomodeler software made the model of a part of the abandoned town uncovered by a previous archaeological research. This model was placed into the area with the help of the GPS points measured during the expedition. An important part of the area was evaluated from adjusted and processed satellite data transformed by using of measured GPS points. The final model of the abandoned town near Huayuri is placed into Peruvian coordinate system PSAD56. A new own prepared DEM from Terra/Aster stereo satellite images was used for satellite data processing with resolution of about 15m, based on GPS measurement of necessary control points.

The results of the work:

- the map the Abandoned town near Huayuri in Peru
- the 3d area view in vrml format
- video demonstration of flying over the 3D model
- the kml file for GoogleEarth

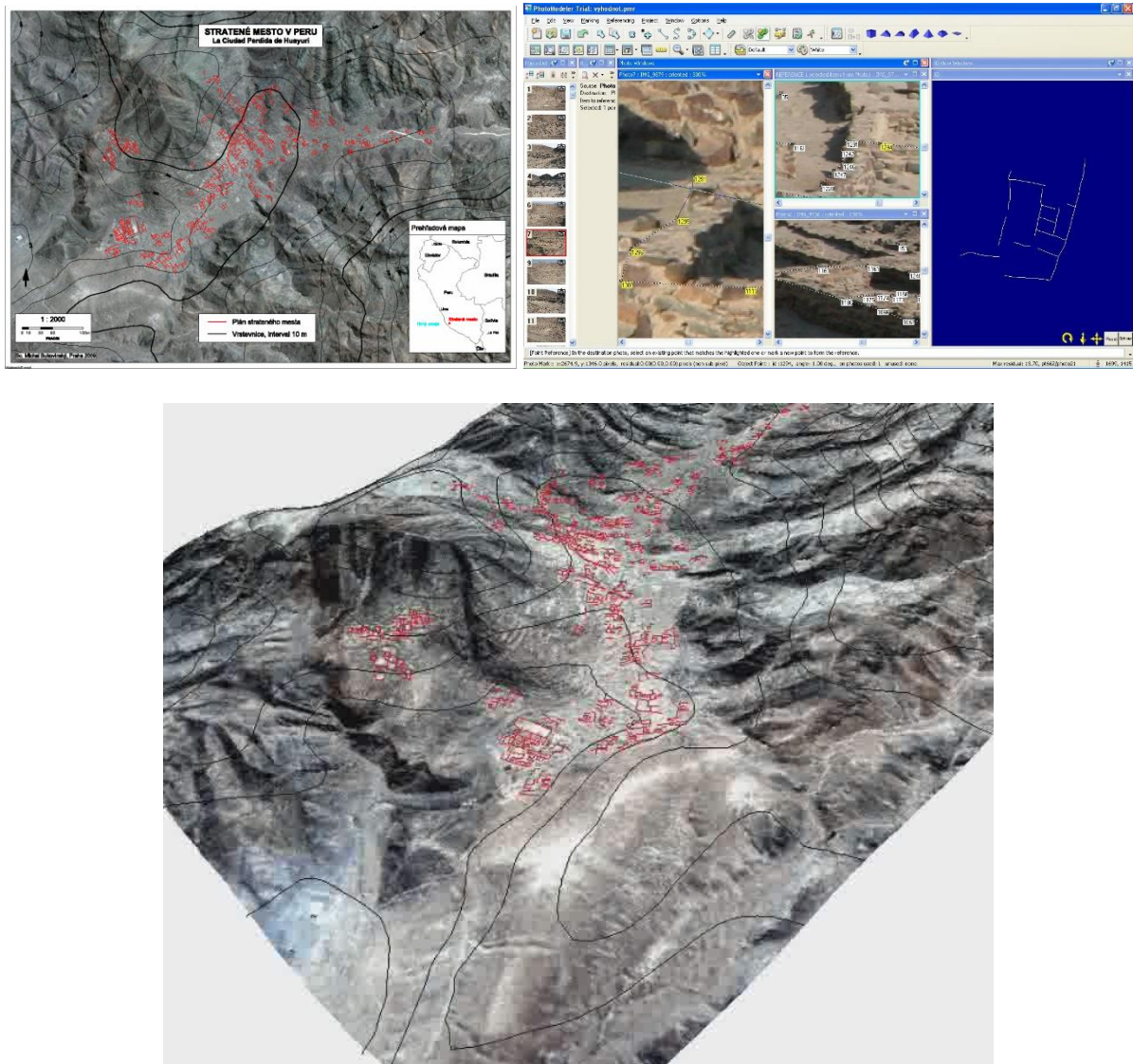


Fig. 4: Processing of photogrammetric data in Photomodeler sw and creatingg of thematic satellite map with help of DEM and vectors

CONCLUSIONS

The aim of our study was to show the possibility of easy and non-expensive geometric object documentation and visualisation, which can be used for popularisation and basic reconstruction planning. The 3D models of the three objects of interest were created through photogrammetric and satellite images. No special instruments were used, only calibrated camera, laser distance meter, tape, software and GNSS instrument. The visualization of the objects of interest can be either a basis for a reconstruction or for simple advertising of the historical objects in areas, where a financial level is not at the accurate targeting geodetic methods or laser scanning. We can conclude that the usage of image data can create outputs of high quality. In some countries documentation and subsequent reconstruction of historical buildings are neglected activities, which

can lead to the irreversible loss of such monuments. In addition to the age and a little care taken of historical monuments, there are also threats of war conflicts, nature disasters or vandalism. Recent events in Syria or other countries indicate that this is a real problem. Many foreign projects are focused on these areas, and the *Nasca/Peru* project is one example of this.

REFERENCES

Bukovinsky, M., Pavelka, K. Using of terrestrial and satellite images for archaeological area modelling. Master Thesis (in Czech), CTU in Prague, Faculty of Civil Engineering, 2010.

Eisenbeis, H., Lambers, K., Sauerbier, M., Li, Z. Photogrammetric documentation of an archaeological site (Palpa, Peru) using an autonomous model helicopter. CIPA XX. International Symposium, 2005, Torino, Italy.

Guidi, G., Remondino, F., Russo, M., Menna, F., Rizzi, A., Ercoli, S. A multi-resolution methodology for the 3D modeling of large and complex archaeological areas. International Journal of Architectural Computing, 2009, Vol. 7(1), pp. 39-55.

Hanzalová, K., Čumpelík, Z. Using of simple photogrammetry for historical object visualization. Master Thesis (in Czech), CTU in Prague, Faculty of Civil Engineering, 2011.

Chiabrando, F., Piatti, D., Rinaudo, F. New sensor for cultural heritage metric survey: The ToF cameras. Geoinformatics CTU FCE, 2011, Vol.6, ISSN 1802-2669. p.300-307. Internet: <http://geoinformatics.fsv.cvut.cz>.

Kostka, R., Pavelka, K. Using of photogrammetry for historical object documentation and visualization. Master Thesis (in Czech), CTU in Prague, Faculty of Civil Engineering, 2011.

Musílek, L., Čechák, T., Kubelík, M., Pavelka, K., Pavlík, M. The Laboratory of Quantitative Methods in Historic Monument Research at the CTU Prague. Radiation Physics and Chemistry. 2001, Vol. 61, no. 3-6, p. 725-727. ISSN 0969-806X.

Pavelka, K., Bukovinský, M., Svatušková, J., Hanzalová, K. Documentation of the Abandoned Town La Ciudad Perdida In Peru Combining of VHR Satellite and Terrestrial Measurement. Proceedings of the 30th EARSel Symposium. Paris: Earsel, 2010, p. 126-137. ISBN 978-3-00-033435-1.

Pavelka, K., Kostecký, J., Klokočník, J. Google Earth: Inspiration and Instrument for the Study of Ancient Civilizations. Geoinformatics FCE CTU, 2011, Vol. 6, no. 6, p. 193-210. Internet: <http://geoinformatics.fsv.cvut.cz>. ISSN 1802-2669.

Pomaska, G. Proceedings of 23rd CIPA Symposium, Prague, Compiling Stereoscopic 3D Animations from 2D Video Sequences and Virtual Computer Models Exploiting Open Source Software, 2011, ISBN 978-80-01-04885-6.

Richter, Ch., Teichert, B. Usability of IKONOS images as a basis of data capture for the NascaGIS. 1st International Workshop on Advances in Remote Sensing for Archaeology and Cultural Heritage Management. 2008. Rome/Italy: Aracne. ISBN 978-88-548-2030-2.

Richter, Ch.: NascaGIS - An Application for Cultural Heritage Conservation, Dresdner Kartographische Schriften: Nasca Symposium 2006. 2007, p.115-126. ISSN: 1436-0004.

Světlík, I. Radiocarbon dating, Technical report, 2012, Nuclear Physics Institute, Prague.

AUSSTELLUNG ZUM NASCAPROJEKT - VÝSTAVA K PROJEKTU NASCA

POSTER - POSTERY

AUSSTELLUNG ZUM NASCAPROJEKT

Das Forschungsprojekt Nasca: eine deutsch-tschechische Kooperation

Im Jahre 1995 wurde unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Bernd Teichert das Forschungsprojekt Nasca am Fachbereich Vermessungswesen/Kartographie (heute: Fakultät Geoinformation) der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Dresden ins Leben gerufen. Hauptaufgabe des Projektes ist die Speicherung aller Geometrie- und Sachdaten zu den berühmten Linien und Figuren von Nasca in einem sogenannten Geographischen Informationssystem (NascaGIS), um so, angesichts der drohenden Zerstörung der etwa 2000 Jahre alten Bodenzeichnungen, dieses Weltkulturerbe zumindest in digitaler Form der Nachwelt zu erhalten. Gleichzeitig soll damit die Arbeit der Dresdnerin Dr. Maria Reiche bewahrt und fortgeführt werden. Seit 2003 beteiligen sich Studierende und Mitarbeiter des photogrammetrischen Instituts der Technischen Universität (ČVUT) Prag unter der Leitung von Prof. Dr. Ing. Karel Pavelka am Forschungsprojekt Nasca und im Laufe der Jahre entwickelte sich eine sehr erfolgreiche Kooperation. Die Ausstellung soll einen kurzen Einblick in die Kultur der Nasca und Peru, sowie Leben und Wirken von Maria Reiche geben, außerdem einen Überblick über das Nascaprojekt vermitteln, sowie bisherige Ergebnisse des Projektes vorstellen. Unser Dank gilt den vielen Student(inn)en der HTW Dresden, der TU Prag und der Beuth Hochschule Berlin, die mit ihren Projekt- und Abschlussarbeiten und bei Vermessungsarbeiten vor Ort wesentlich mit zum Erfolg des Projektes beigetragen haben. Für die technische Unterstützung der Messkampagnen gilt unser besonderer Dank den Firmen Leica Geosystems in der Schweiz und in Deutschland sowie Química Suiza, der Leica Vertretung in Lima/Peru.

Außerdem danken wir allen Kooperationspartnern für die gute Zusammenarbeit. Das Gestaltungskonzept für die Ausstellung basiert auf der Diplomarbeit von Susanne Schober und Hendrik Sichler, 2002. Fakultät Gestaltung der HTW Dresden. Die Ausstellung wurde erstellt von Christiane Richter MSc (GIS), HTW Dresden, Fakultät Geoinformation.

Dresden / Prag, Sommer 2017

Bernd Teichert, Karel Pavelka und Christiane Richter

VÝSTAVA K PROJEKTU NASCA

Výzkumný projekt Nasca: německo-česká spolupráce

V roce 1995 byl zahájen výzkumný projekt Nasca pod vedením prof. Dr. Ing. Bernda Teicherta na Ústavu geodézie a kartografie (dnes Geoinformační fakulta) na Vysoké škole technologické a hospodářské (Hochschule für Technik und Wirtschaft, HTW) v Drážďanech (Německo). Hlavním úkolem projektu je moderní elektronická digitální archivace a vizualizace veškeré známé geometrie a dalších dat z oblastí proslulých linií a geoglyfů v okolí města Nasky v Peru pomocí technologie GIS (NascaGIS). Důvodem je obava z rychlé destrukce přibližně až 2000 let starých geoglyfů, které jsou součástí světového kulturního dědictví. Současně s tím je uchována práce drážďanské rodačky Dr. Marie Reiche, která oblast Nasky dlouhodobě zkoumala a zasloužila se o její zařazení do seznamu památek UNESCO. Od roku 2003 jsou v projektu NascaGIS zapojeni a úspěšně spolupracují studenti a zaměstnanci fakulty stavební, katedry mapování a kartografie (dnes katedry geomatiky) ČVUT v Praze pod vedením prof. Dr. Ing. Karla Pavelky. Výstava poskytuje stručný pohled na kulturu Nazka a další kultury v Peru, na život a dílo Dr. Marie Reiche, a dále přehled dřívějších i současných výsledků projektu NascaGIS. Děkujeme mnoha studentům i zaměstnancům HTW Dresden, ČVUT v Praze a Beuth Hochschule Berlin, kteří významně přispěli k

dosavadnímu úspěchu projektu studentskými závěrečnými pracemi, jakožto i s geodetickými pracemi na místě. Děkujeme společnostem Leica Geosystems ve Švýcarsku a Německu, firmě Química Suiza a zástupci společnosti Leica v Limě / Peru za technickou podporu měření.

Chtěli bychom také poděkovat všem spolupracujícím partnerům, za designový koncept výstavy (design výstavy HTW Dresden, založeno na diplomových pracích Susanne Schoberové a Hendrika Sichlera z roku 2002). Vlastní německé provedení vytvořila Christiane Richter MSc (GIS), HTW Dresden, české provedení a katalog prof. Dr. Ing. Karel Pavelka (FSv, ČVUT v Praze).

Dresden / Praha, léto 2017

Bernd Teichert, Karel Pavelka a Christiane Richter

MARIA REICHE

MARIA REICHE (1903 - 1998)

Maria Reiche wird am 15. Mai 1903 in Dresden geboren. Sie wächst gemeinsam mit den jüngeren Geschwistern Renate und Franz in der Zittauer Straße auf. Nach dem Abitur studiert sie an der Technischen Hochschule Dresden, wo sie 1928 die höhere Lehramtsprüfung in den Fächern Mathematik, Physik, Philosophie, Geografie und Pädagogik ablegt.

1931 bewirbt sich Maria auf eine Stelle als Hauslehrerin beim deutschen Konsul in Cusco/Peru. Unter 80 Bewerberinnen wird sie ausgewählt und reist so im Dezember desselben Jahres voller Erwartungen nach Peru, wo sie im Februar 1932 eintrifft. Als ihr Vertrag nach zwei Jahren endet, verlässt sie Cusco und geht nach Lima, wo sie sich mit Massagen, Sprach- und Gymnastikunterricht über Wasser hält.

Bei Übersetzungsarbeiten lernt sie den US-amerikanischen Professor Dr. Paul Kosok kennen, der sich mit der Erforschung präkolumbischer Bewässerungsanlagen beschäftigt. Ende 1941 bietet Kosok Maria Reiche an, mit ihm gemeinsam nach Nasca zu reisen, um sich die Bodenzeichnungen in der Wüste anzusehen. Maria ist fasziniert und beschließt, sich intensiver mit diesen Zeichnungen zu beschäftigen. Aber da es ihr als Deutsche während des Krieges verboten ist, Lima zu verlassen, kann sie erst 1946 mit ihren Forschungsarbeiten in der Wüste von Nasca beginnen. In einer einfachen Hütte am Rande der Pampa, ohne Strom und Wasser, in der die Lebensqualität auf ein Minimum reduziert ist, lebt Maria Reiche. Ein Bach hinter der Hütte genügt ihr für die hygienischen Bedürfnisse. Täglich vor Sonnenaufgang klettert sie hinauf auf die Pampa, vermisst die Zeichnungen in der Wüste und bestimmt deren astronomische Ausrichtung. Am Abend entstehen daraus Zeichnungen oder Karten. Weit über tausend Linien und mehr als vierzig Figuren vermisst sie im Laufe der Jahre, dreiundfünfzig Notizbücher und eine Reihe von Karten entstehen. Bereits 1949 veröffentlicht sie ihr Buch „Mystery on the Desert“ und füllt damit eine der größten Lücken in der Geschichte der Linien und Geoglyphen von Nasca.

Anfangs lachten die Bewohner von Nasca über die Gringa, die die Wüste fegt, denn behutsam reinigt Maria mit einem Besen die Zeichnungen vom Staub. Als aber der touristische Aufschwung kommt, wird die Doctora Reiche bald wie eine Heilige verehrt. Mitte der achtziger Jahre muss Maria ihre Arbeit in der Pampa aufgeben, da sie inzwischen nahezu völlig erblindet ist und zudem an Parkinson leidet.

Gegen Ende ihres Schaffens erhält Maria Reiche die Ehrendoktorwürde von fünf Universitäten, das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse der Bundesrepublik Deutschland sowie die höchsten Auszeichnungen Perus, wie das Großkreuz des Sonnenordnens. Die peruanische Staatsbürgerschaft wird ihr ehrenhalber verliehen, da sie die deutsche nie abgelegt hat.



Abb. 1 / obr. 1: Maria Reiche

MARIA REICHE (1903 - 1998)

Maria Reiche se narodila 15. května 1903 v Drážďanech. Spolu s mladšími sourozenci (Renate a Franz) vyrostla na Zittauer Straße, Dresden. Po maturitě studovala na Technické univerzitě v Drážďanech, kde v roce 1928 úspěšně složila zkoušky v oblasti učitelství pro vyšší vyšší matematiku, fyziku, filozofii, geografii a pedagogiku.

V roce 1931 Maria žádá o pozici domácího učitele u německého konzula v Cuscu v Peru. Vybrána byla z 80 uchazečů; plna očekávání odcestuje v r. 1932 do Peru. Po dvou letech ukončí smlouvu, opouští Cusco a odchází do Limy, kde mimo jiné provádí masáže a gymnastické lekce a hojně překládá. Při překladatelské práci poznává amerického profesora Dr. Paula Kosoka, který se zabývá výzkumem zavlažovacích systémů předkolumbovských kultur. Na konci roku 1941 nabízí P. Kosok Marii Reiche, aby s ním cestovala do Nasky, aby viděla téměř neznámé pozemní kresby v poušti - pampě (geoglyfy). Maria je geoglyfy natolik fascinována, že se okamžitě rozhoduje se jimi zabývat intenzivněji. Ale protože jako Němce je jí zakázáno opustit během války Limu, zahajuje výzkum v poušti Nasca až v roce 1946. V jednoduché chatě na okraji pampy Naska, bez elektřiny a vody, za minimálních požadavků na život, Maria Reiche žije. Hygienické potřeby obstarává pouze říčka za chatkou. Každý den před východem Slunce vystupuje na Pampu, proměřuje kresby v poušti a určuje jejich astronomickou orientaci. Večer kreslí geoglyfy nebo mapy. Zaměřuje v průběhu let více než tisíc linií a přes čtyřicet geoglyfů, poznámkami doplňuje 53 zápisníků a vytváří množství map. Již v roce 1949 vydává knihu „Mystery on the Desert“, která zaplnila jednu z největších mezer v historii linií a geoglyfů Nasky.

Zprvu se obyvatelé Nasky „gringo“ Maria smáli, jelikož obrazce v poušti čistila koštětem, v pozdější době, po počátku turistického boomu a po uvedení geoglyfů a linií na seznam kulturního dědictví UNESCO se stala „Doctora Reiche“ téměř svatou. V polovině osmdesátých let se Maria bohužel musela vzdát své práce v pampě ze zdravotních důvodů (byla téměř slepá a také trpěla Parkinsonovou chorobou).

Ke konci své kariéry získala Maria Reiche čestný doktorát na pěti univerzitách, Řád za zásluhy první třídy (Bundesverdienstkreuz) Spolkové republiky Německo a nejvyšší ocenění Peru, jako je například Velký kříž Slunečního řádu. Obdržela čestné peruánské občanství, jelikož se německého nikdy nevzdala.

Abbildungen / obrázky:



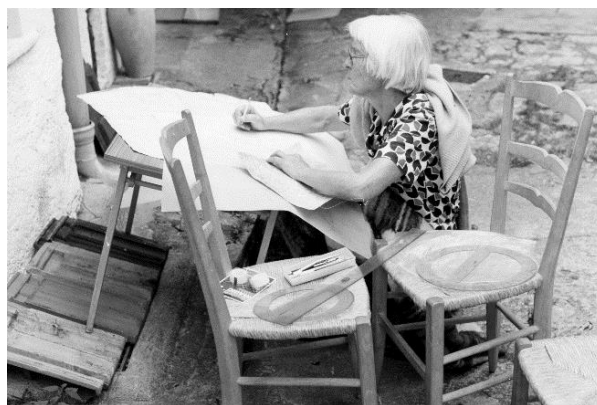
1. Zu Beginn ihrer Arbeit in der Pampa wird Maria Reiche als die "Gringa, die die Wüste kehrt" belächelt. Am Ende ihres Lebens verehrt man sie in Nasca wie eine Heilige. / Obyvatelé se zprvu Marii Reiche posmívali, když čistila košťetem geoglyfy



2. Maria's Reiche Hütte / Interiér chaty Marie Reiche



3. Fast 40 Jahre ihres Lebens widmet Maria Reiche der Vermessung und Erforschung der Bodenzeichnungen. / Téměř 40 let svého života se Maria Reiche věnovala zaměřování a výzkumu geoglyfů a linií na pampě



4. Nach der Arbeit in der Pampa werden die Messungen in Tagebüchern, Karten und Zeichnungen festgehalten. / Po práci v pampě všechna měření M. Reiche zaznamenávala do deníků a náčrtů a také map



5. Die peruanische Luftwaffe unterstützt Maria Reiche bei ihrer Arbeit. / Práci M. Reiche podporovalo i peruánské letectvo



6. Im In- und Ausland versucht sie, auf die von Zerstörung bedrohten Bodenzeichnungen aufmerksam zu machen. / Doma a v zahraničí se M. Reiche snaží upozornit na geoglyfy a linie ohrožené ničením

DAS FORSCHUNGSPROJEKT NASCA - VÝZKUMNÝ PROJEKT NASCA

CHRONOLOGIE

1993: Anlässlich des 90. Geburtstages von Maria Reiche wird am Dresdner Romain-Rolland-Gymnasium eine Maria-Reiche-Büste feierlich enthüllt. Ihre Schwester Renate wohnt den Feierlichkeiten in Dresden bei.

1994: Im Februar 1994 begibt sich eine Gruppe Dresdner zur 1. Expedition nach Nasca, wo sie auch Maria und Renate Reiche einen Besuch abstatten. Im Juli wird in Dresden der Verein „Dr. Maria Reiche - Linien und Figuren der Nasca-Kultur in Peru“ e. V. gegründet. Im Dezember 1994 werden die Linien und Figuren von Nasca als Weltkulturerbe unter den Schutz der UNESCO gestellt.

1995: Prof. Dr. Bernd Teichert, Mitglied des Vereins, ruft das Forschungsprojekt Nasca an der HTW Dresden, Fachbereich Vermessungswesen/Kartographie ins Leben. Ziel des Projektes ist es, das Lebenswerk von Maria Reiche fortzuführen.

1996: Im Sommer startet die 2. Nascaexpedition. Die Expeditionsteilnehmer haben Gelegenheit Maria Reiche im Hotel in Nasca zu besuchen. Mit GPS werden neunzehn Linienzentren in der Pampa von Nasca bestimmt. Außerdem erfolgt die tachymetrische Aufnahme von neun Figuren und einigen Linien. Die Messungen werden im Rahmen einer Diplomarbeit an der HTW Dresden ausgewertet.

1997: Im Lichthof des Dresdner Rathauses wird die 1. Ausstellung des Vereins „Von Dresden nach Peru - Das Lebenswerk von Dr. Maria Reiche und die Linien von Nasca“ eröffnet.

1998: Am 8. Juni 1998 stirbt Dr. Maria Reiche im Alter von 95 Jahren in Lima/Peru. Sie wird neben ihrer Schwester Renate, im Garten ihres einstigen Wohnhauses am Rande der Pampa (heute: Maria-Reiche-Museum), beigesetzt.

CHRONOLOGIE

1993: při příležitosti 90. narozenin Marie Reiche je slavnostně odhalena busta Marie-Reiche v gymnáziu Romaina Rollanda v Drážďanech. Její sestra Renate navštěvuje oslavy v Drážďanech.

1994: v únoru 1994 první expedice do Nasky, účastníci navštěvují Marii a Renate Reiche. V červenci je následně založeno sdružení „Dr. Maria Reiche - linie a geoglyfy kultury Nazca v Peru“. V prosinci 1994 byly linie a geoglyfy Nasca zařazeny pod ochranu UNESCO a zapsány na seznam světového kulturního dědictví.

1995: prof. Dr. Bernd Teichert, člen sdružení, zakládá výzkumný projekt Nasca na HTW Dresden, na ústavu geodézie a kartografie. Cílem projektu je pokračovat v životním díle Marie Reiche.

1996: v létě probíhá 2. expedice Nasca. Účastníci expedice mají možnost navštívit Maria Reiche v hotelu v Nasca. S pomocí GPS je zaměřeno devatenáct liniových center v pampě u Nasky. Navíc se zaměřuje tachymetricky celkem 9 geoglyfů a několik linií. Měření jsou vyhodnocena na HTW v Drážďanech.

1997: první výstava sdružení se koná v Lichthofu, na nádvoří radnice v Drážďanech: „Od Drážďan do Peru - životopis Dr. Maria Reiche a linie Nasca“.

1998: dne 8. června 1998 umírá Dr. Maria Reiche ve věku 95 let v Limě / Peru. Je pohřbena společně se svou sestrou Renate v zahradě svého bývalého obytného domu na okraji pampy (nyní Maria-Reiche-Museum). První datový model NascaGIS - geografický informační systém pro ukládání geometrie a dat linií a geoglyfů z okolí Nasky je vyvíjen v rámci diplomové práce na HTW.

Abbildungen / obrázky:



1. Die Maria-Reiche-Büste wird im Romain-Rolland-Gymnasium Dresden feierlich enthüllt. / Odhalení busty Marie Reiche na gymnáziu v Drážďanech



2. Die Bodenzeichnungen von Nasca werden 1994 UNESCO-Weltkulturerbe. Maria Reiche (rechts) erlebt die Feierlichkeiten in Nasca an der Seite ihrer Schwester Renate (links). / Línie a geoglyfy Naska se staly světovým kulturním dědictvím UNESCO v roce 1994. Maria Reiche (vpravo) na slavnosti v Nasce po boku své sestry Renate (vlevo).



3. Mit Tachymeter (links) werden die ersten neun Figuren in der Pampa von Nasca vermessen. Die Bestimmung von neunzehn Linienzentren und den Tachymeterstandpunkten erfolgt mittels GPS (rechts). / Elektronické tachymetry (vlevo) se používaly k přesnému zaměření prvních devíti geoglyfů v pampě Naska. Určení devíti liniových center i pozic elektronických tachymetrů v poušti se provádělo pomocí GPS (vpravo).



4. Maria Reiche wird in einem Staatsbegräbnis an der Seite ihrer Schwester Renate (1995 verstorben) in San Pablo bei Nasca beigesetzt. / Maria Reiche měla státní pohřeb (1998) a je pochována po boku sestry Renate (zemřela v roce 1995) ve vesničce San Pablo u Nasky.

2001: im Juni 2001 übergeben Mitglieder des Dresdner Vereins eine Gedenktafel im Maria-Reiche-Museum in San Pablo/Peru. Die Firma c-plan/Schweiz stellt die GIS- Software TopobaseTM für das Nascaprojekt kostenfrei zur Verfügung. In einer Diplomarbeit an der HTW wird das NascaGIS in TopobaseTM implementiert und daraufhin wird das Projekt zum Referenzprojekt der Firma C-plan. Im Rahmen von zwei Diplomarbeiten an der HTW Dresden entstehen die ersten Berechnungsprogramme zur Überprüfung der astronomischen Theorie.

2003: Bei der 3. Nascaexpedition im Februar 2003 stehen die digitale Erfassung einiger ausgewählter, Geoglyphen, die Bestimmung von Passpunkten und der Feldvergleich auf dem Programm. Anfang März werden das Nascaprojekt und die erste Satellitenbildkarte vor dem peruanischen Kongress in Lima vorgestellt. Im Mai finden Feierlichkeiten anlässlich des 100. Geburtstages von Maria Reiche in Dresden und Nasca statt. Neben einer Ausstellung im Lichthof des Dresdner Rathauses wird auf den Elbwiesen die Figur des Kolibris in Originalgröße nachgebildet.

2004: Ein Kooperationsvertrag mit der TU Prag zur Zusammenarbeit im Nascaprojekt wird abgeschlossen. Im August startet die vierte und bislang größte Nascaexpedition zum ersten mal mit der TU Prag. In der 6-wöchigen Messkampagne entsteht ein Grundlagen- netz, es werden ca. einhundert Passpunkte, die sich über ein Gebiet von etwa 500 km² erstrecken, mittels GPS bestimmt und ausgewählte Linien und Figuren aufgenommen, sowie photogrammetrische Aufnahmen der Petroglyphen (Felszeichnungen) rund um Palpa vorgenommen. Die Firma Leica Geosystems stellt alle Messinstrumente zur Verfügung.

2005: Die 5. Nascaexpedition im September 2005 trägt das Motto „Kunst trifft Wissenschaft“. Neben Vertretern der HTW Dresden nehmen Künstler aus Deutschland, Österreich und Brasilien teil.

2001: červen - umístění pamětní desky v muzeu Maria Reiche v San Pablo / Peru členy sdružení Maria Reiche, Dresden. Společnost C-plan / Švýcarsko poskytuje zdarma GIS software TopobaseTM pro sdružení Nascaprojekt. V diplomové práci na HTW je NascaGIS implementován v TopobaseTM a projekt se stává referenčním projektem společnosti C-plan. V rámci dvou diplomových prací na HTW v Drážďanech jsou vyvíjeny první výpočetní programy pro ověření astronomické teorie.

2003: 3. expedice Nasca v únoru; digitální záznam zvolených geoglyfů, vřícovacích bodů a terénní porovnání s vytvořeným softwarem pro astronomickou teorii. Na začátku března je před peruánským kongresem v Limě představen projekt NascaGIS a první vytvořená družicová mapa. V květnu se uskutečnily oslavy při příležitosti 100. narozenin Marie Reiche v Drážďanech i Nasce. Kromě výstavy v radnici „Lichthof“ v Drážďanech je geoglyf „Kolibrík“ reprodukován v původní velikosti na louce u Labe.

2004: uzavření dohody o spolupráci na projektu Nasca s ČVUT v Praze, FSv.

V srpnu začíná čtvrtá a dosud největší expedice Nasca s účastí ČVUT, FSv. Během 6týdenní měřicí kampaně je zřízena základní geodetická síť, cca sto bodů pokrývajících plochu přibližně 500 km² je určeno GPS. Jsou dokumentovány vybrané linie a geoglyfy, dále jsou fotogrammetricky dokumentovány petroglyfy (skalní kresby) kolem Palpy. Leica Geosystems poskytuje všechny měřicí přístroje.

2005: 5. Expedice Nasca v září; motto "Umění se setká s vědou". Kromě zástupců HTW Dresden se účastní umělci z Německa, Rakouska a Brazílie.

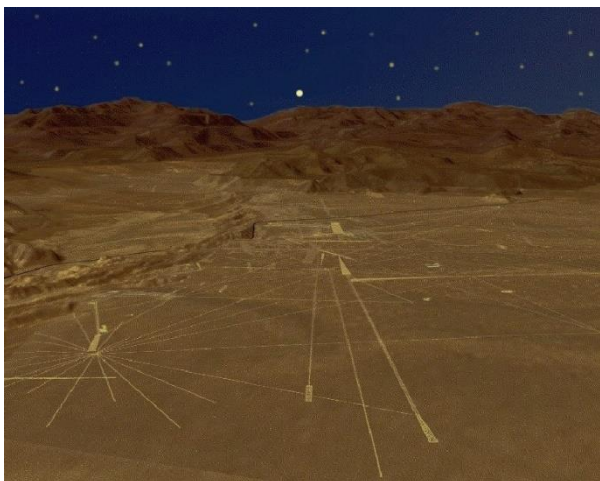
Abbildungen / obrázky:



1. Der Partnerverein in Nasca übernimmt die Gedenktafel im Garten des Maria-Reiche-Museums. / Zástupce Asociace M. Reiche Perú v Nasce přebírá pamětní desku v zahradě muzea Maria-Reiche.



3. Christiane Richter (ganz links), Anna Maria Cogorno und Bernd Teichert (rechts) stellen das Nascaprojekt vor dem Kongress in Lima vor. / Christiane Richter (vlevo vlevo), Anna Maria Cogorno a Bernd Teichert (vpravo) představují Nasca projekt před kongresem v Limě.



2. Diplomanden entwickeln erste Berechnungsprogramme zur Überprüfung der Ausrichtung von Linien in der Pampa auf markante Sterne, die Sonne oder Planeten zur Nasca-Zeit. / Diplomanté vyvíjejí první výpočetní programy pro kontrolu orientace linií v pampě k výrazným hvězdám, Slunci nebo planetám v době kultury Nazca.



4. Zum 100. Geburtstag von Maria Reiche lassen Studierende der HTW Dresden den Kolibri über den Elbwiesen schweben. / Při příležitosti 100. narozenin Marie Reiche studenti HTW Dresden vytyčili geoglyf Kolibřík u Labe.



5. Ein Höhepunkt der Expedition ist ein Helikopterflug über die Pampa von Nasca und Palpa. / Vyvrcholením expedice byl let vrtulníku nad pampou Nasca a Palpa.



6. Von der GPS-Referenzstation (links) werden die Korrekturdaten an den Rover (rechts) übertragen. / Korekce k měření se přenáší z referenční stanice GPS (vlevo) na rover (vpravo).

2006: Im Juni 2006 organisieren Bernd Teichert und Christoph Rust am ZiF (Zentrum für interdisziplinäre Forschung) der Universität Bielefeld das Nasca-Symposium, an dem Teilnehmer aus 5 Ländern ihre Forschungen präsentieren. Im Dezember stellt Christiane Richter, auf Einladung der Firma Autodesk Inc., das NascaGIS auf der Geoexpo in Lima vor und erhält dafür den Preis als „beste Arbeit im Bereich angewandte Geotechnologien“.

2008: Das Nascaprojekt wird Referenzprojekt der Firma Autodesk Inc. Im April '08 wird die Ausstellung „Nasca - Korrespondenzen“ in Hannover eröffnet. Im August geht die Ausstellung nach São Paulo/Brasilien, wo sie unter dem Titel "Correspondências Nasca" in der Galeria Marta Traba im "Memorial da America Latina" gezeigt wird. Zur feierlichen Eröffnung wird auch das Nascaprojekt der Presse und Öffentlichkeit präsentiert. Im Anschluss findet die 6. Expedition nach Nasca statt. In drei Wochen werden mehr als achtzig Passpunkte mittels GPS bestimmt, die über ein Gebiet von fast 3600 km² verteilt sind. Daneben entstehen photogrammetrische Aufnahmen mehrerer historischer Bauwerke.

2010: Zwei Studenten der CVUT Prag schreiben ihre Masterarbeit im Nascaprojekt an der HTW Dresden. Auch die 7. Nascaexpedition im August/ September 2010 dient in erster Linie der Bestimmung von Passpunkten. Mit zwei Messtrupps werden in drei Wochen fast zweihundert Punkte mit GPS gemessen. Außerdem erfolgt die photogrammetrische Aufnahme der Kirchenruine in San Jose.

2011: Im Januar 2011 eröffnet in der Bibliothek der HTW Dresden die Ausstellung „Maria Reiche und das Nascaprojekt Dresden“. Mehr als fünfhundert Besucher nutzen allein im Rahmen der Langen Nacht der Wissenschaften im Juli die Möglichkeit, die Ausstellung und Vorträge zum Nascaprojekt zu besuchen. Im September brechen Bernd Teichert und Christiane Richter erneut zu einer Messkampagne nach Nasca auf. Neben der Bestimmung von Passpunkten besteht eine Aufgabe der Expedition in der Analyse der Wassertheorie von David Johnson (USA).

2006: Bernd Teichert a Christoph Rust v ZiF (Centrum pro interdisciplinární výzkum) Univerzity v Bielefeldu organizují v červnu 2006 symposium Nasca, ve kterém účastníci z pěti zemí prezentují svůj výzkum. V prosinci Christiane Richter na pozvání společnosti Autodesk Inc. představuje NascaGIS na Geoexpo v Limě a obdrží ocenění za „nejlepší práci v oblasti aplikovaných geotechnologií“.

2008: Nascaprojekt se stává referenčním projektem společnosti Autodesk Inc. V dubnu '08 je v Hannoveru otevřena výstava „Nasca - Korrespondenzen“. V srpnu se výstava uskuteční v Sao Paulu v Brazílii, kde se v Galerii Marta Traba v "Memorial da America Latina" objeví pod názvem „Correspondências Nasca“. Nascaprojekt je také prezentován tisku a veřejnosti. Dále je uskutečněna již 6. expedice Nasca, opět s účastí ČVUT v Praze. Ve třech týdnech je pomocí GPS určeno více než osmdesát vřícovacích bodů na ploše téměř 3600 km². Kromě toho jsou fotogrametricky dokumentovány vybrané historické stavby (poškozený kostel v San Xavier, ruiny haciendy ze španělského období a kostelík v Kolka kaňonu).

2010: Dva studenti ČVUT v Praze obhájili svou diplomovou práci na téma projektu Nasca, kterou psali na HTW Dresden. 7. expedice Nasca v srpnu – září 2010, opět s účastí ČVUT v Praze; sloužila k určení dalších vřícovacích bodů. Dvě výzkumné skupiny za tři týdny změřily pomocí GPS téměř dvě stě nových vřícovacích bodů. Fotogrammetricky byl dokumentován další objekt - zřícenina kostela v San José.

2011: V lednu 2011 byla v knihovně HTW Dresden otevřena výstava „Maria Reiche a Nascaprojekt Dresden“. Více než pět set návštěvníků navštívilo výstavu; přednášky o projektu v rámci „Dlouhé noci věd“ v červenci. V září Bernd Teichert a Christiane Richter opět expedičně provádí další kampaň v rámci projektu Nasca. Vedle určení dalších bodů pomocí GPS je cílem nové expedice též analyzovat teorii užití linií a geoglyfů pro označení vodních zdrojů Davida Johnsona (USA).

Abbildungen / obrázky:



1. Teilnehmer am internationalen Nasca-Symposium während eines Besuchs der Nasca-Ausstellung, die zeitgleich am ZiF Bielefeld läuft. / Účastníci mezinárodního sympozia o Nasca během návštěvy výstavy, která probíhala na ZiF Bielefeld



2. Gemeinsam mit den Künstlern Alex Cerveny (links) und Christoph Rust (Mitte) eröffnen Christiane Richter (2. v.l.) und Bernd Teichert (rechts) die Ausstellung in São Paulo. / Společně s umělci: Alex Cerveny (vlevo), Christoph Rust (střed) otvírají s Christiane Richter (2. zleva) a Berndem Teichertem (vpravo) výstavu v São Paulu



3. Petr Dobeš a Karolína Hanzalová z ČVUT v Praze absolvovali část studia na HTW Dresden a později úspěšně obhájili své závěrečné diplomové práce na téma projektu Nasca.



4. Zu den meisten Passpunkten gelangt man nur zu Fuß, da das Befahren der Pampa verboten und selbst das Betreten streng reglementiert ist. / Většinu vřícovacích bodů lze dosáhnout pouze pěšky, dopravní prostředky na chráněné pampě Nasca jsou zakázány a dokonce i vstupy jsou přísně regulovány.



5. Die Ausstellung „Maria Reiche und das Nascaprojekt Dresden“ eröffnet in der HTW-Bibliothek. / Výstava „Maria Reiche a Nasca projekt Dresden“ byla otevřena v knihovně HTW Dresden.



6. Der Vortrag auf der Geoexpo in Lima wird mit dem Preis für die „beste Arbeit im Bereich angewandte Geotechnologien“ ausgezeichnet. / Přednáška na Geoexpo v Limě o projektu Nasca byla oceněna cenou „nejlepší práce v oblasti geotechnologií“.



7. Karel Pavelka, Bernd Teichert und Christiane Richter bei der Passpunktbestimmung mittels GPS. / Karel Pavelka, Bernd Teichert a Christiane Richter při měření vlčcovacích bodů pomocí GPS.



8. Bernd Teichert, Christiane Richter, Alex Cerveny und Karolina Hanzalova bei GPS-Messungen in der Pampa. / Bernd Teichert, Christiane Richter, Alex Cerveny a Karolína Hanzalová při měření s GPS v pampě



9. David Johnson, Christiane Richter und Bernd Teichert zu Fuß unterwegs in der Pampa auf der Suche nach Wasser. / David Johnson, Christiane Richter a Bernd Teichert pěšky v pampě hledají potvrzení teorie Davida Johnsona ohledně vody.

2012: Karel Pavelka und zwei seiner Doktorandinnen nehmen an einer internationalen Tagung in Cusco teil. Tschechische expedition Nasca 2012 und der Besuch der anderen Gebieten in Peru; archäo-astronomische Messungen. Im September startet in Dresden das schulartübergreifende Projekt „Maria Reiche - eine Dresdnerin in Peru“, beschäftigen sich die Schüler(innen) u.a. mit der Vermessung und Astronomie.

2013: Während der 9. Nascaexpedition im August 2013 steht die Astronomie im Vordergrund. Bernd Teichert und Christiane Richter führen astronomische Beobachtungen, und Messungen zur Kontrolle des Digitalen Geländemodells durch. Zudem erfolgt die photogrammetrische Aufnahme der Petroglyphen von Toro Muerto.

2014: Im September 2014 startet die 10. Nasca- expedition, an der mehrere Vereinsmitglieder teilnehmen. Die Expedition steht unter dem Motto „Auf den Spuren von Maria Reiche“. In Trujillo, im Norden Perus, wird ihr zu Ehren eine Ausstellung eröffnet.

2016: Die 11. Expedition gilt der Vermessung der Aquädukte in der Region Nasca. Mit GPS werden insgesamt 34 Aquädukte erfasst und fünf ausgewählte Anlagen mittels UAV photogrammetrisch aufgenommen. Im Rahmen der Expedition werden die Mitglieder des Projektes vom Bürgermeister von

Nasca für ihre langjährige Forschungs- arbeit in Nasca ausgezeichnet. Zum Abschluss findet eine Präsentation des Projektes im Ministerium für Kultur und bei der UNESCO in Lima statt.

2017: Im Herbst wird das Forschungsprojekt Nasca im Rahmen einer Ausstellung an der TU Prag und der HTW Dresden vorgestellt. Bis dato sind etwa 70 Publikationen – darunter 2 Bücher - und 90 Vorträge aus dem Nascaprojekt heraus entstanden. Viele Studentinnen und Studenten haben im Laufe der Jahre im Projekt mitgearbeitet. An der HTW Dresden wurden ca. 60, an der TU Prag 11 Abschlussarbeiten verteidigt.

2012: Karel Pavelka a dva z jeho doktorských studentů se účastní mezinárodní konference v Cuscu. Česká expedice Nasca 2012 a návštěva dalších oblastí v Peru; archeo-astronomické měř ení. V zář í je zahájen v Drážďanech školní projekt "Maria Reiche – drážďanská žena v Peru", zabývající se geodézií a astronomií.

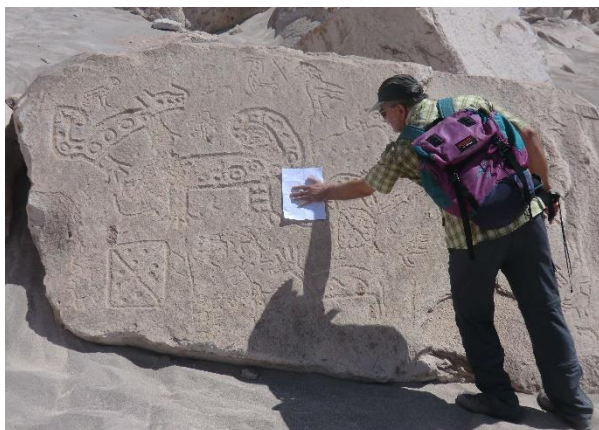
2013: Cílem 9. expedice Nasca v srpnu 2013 byla astronomie. Bernd Teichert a Christiane Richter prováděli astronomická pozorování a měř ení pro využití digitálního modelu terénu. Navíc jsou dokumentovány petroglyfy v Toro Muerto.

2014: Desátá expedice Nasca začíná v zář í 2014, kdy se jí účastní několik členů sdružení M. Reiche. Expedice má motto "Po stopách Maria Reiche". V Trujillu, na severu Peru, je otevř ena výstava na její počest.

2016: 11. expedice se týká výzkumu akvaduktů (puquíos) v oblasti Nasca. Pomocí GPS je zaznamenáno celkem 34 akvaduktů a pět jich vybraných je fotogrammetricky zaznamenáno pomocí RPAS (UAV). V rámci expedice jsou členům projektu uděleny starostou města Nasca pamětní listy za dlouhodobou výzkumnou práci v Nasce. Na závěr expedice byla provedena prezentace projektu na ministerstvu kultury a na úř adu UNESCO v Limě.

2017: Výzkumný projekt Nasca je prezentován na podzim v průběhu výstavy na ČVUT v Praze a následně na HTW Dresden. K letošnímu roku bylo publikováno cca 70 publikací – včetně 2 knih – a 90 př ednášek o projektu Nasca. Mnoho studentů se zapojilo do projektu v průběhu minulých let v rámci svých závě rečných prací; na HTW Drážďanech bylo obhájeno cca 60 prací, na ČVUT v Praze 11. Do projektu se zapojila na ČVUT v Praze ř ada doktorandů.

Abbildungen / obrázky:



1. Die photogrammetrische Aufnahme der Petroglyphen von Toro Muerto im Tal des Río Majes ist eine weitere Aufgabe. / Dalším úkolem byla fotogrammetrická dokumentace petroglyfů Toro Muerta v údolí ř eky Majes.

2. 2012 - archäo-astronomische Messungen, TU Prag / 2012 - archeo-astronomická měř ení, ČVUT v Praze



3. Karolína Hanzalová bei archäo-astronomischen Messungen in Sechin Alto – die Sonnenwende-Orientierung 66°, TU Prag / Karolína Hanzalová - archeo-astronomická měření, Sechin Alto - slunovratová orientace 66°, ČVUT v Praze



4. In Trujillo wird die Ausstellung "Maria Reiche - El secreto de la Pampa" eröffnet. / V Trujillu byla otevřena výstava "Maria Reiche - El secreto de la Pampa".



5. Dokumentation der Petroglyphen im Gebiet um Palpa: Einige Felszeichnungen sind in den letzten 10 Jahren infolge der Witterung beschädigt worden oder ganz verschwunden. / Dokumentace petroglyfů v oblasti kolem Palpy: některé skalní kresby byly poškozeny nebo zcela zmizely v posledních deseti letech v důsledku povětrnostních vlivů.



6. Der Bürgermeister von Nasca stellt für die Vermessungen ein Geländefahrzeug und Begleitschutz zur Verfügung. / Starosta města Nasky podpořil výzkumy v r. 2016 doprovodným vozidlem s městskou policií a obecnou podporou projektu



7. RPAS (Drohne) beim Start / RPAS (dron) při startu



8. Der Bürgermeister von Nasca (Mitte) verleiht den Projektmitarbeitern die Auszeichnung „Visitantes ilustres“. / Starosta města Nasky (uprostřed) dává projektovým pracovníkům ocenění "Visitantes ilustres".



9. Die Vizeministerin für Kultur (Mitte) empfängt die Mitarbeiter des Nascaprojektes Dresden und zwei Vertreter des Maria-Reiche-Vereins/Peru in Lima. Náměstkyně ministra kultury (uprostřed) přijímá členy projektu Nasca Dresden a dva zástupce Maria-Reiche-Verein / Peru v Limě.



10. Das Projektteam (v.l.n.r.: Christiane Richter, Karel Pavelka und Bernd Teichert) organisiert 2017 die Ausstellung zum Nascaprojekt. / Projektový tým (zleva Christiane Richter, Karel Pavelka a Bernd Teichert) uspořádali výstavu projektu Nasca v roce 2017 (foto z expedice v r. 2016).

PERU - LAND UND LEUTE - ZEMĚ A LIDÉ

PERU

Peru, ein Land im westlichen Südamerika, ist mit einer Gesamtfläche von 1.285.220 Quadratkilometern nach Brasilien und Argentinien das drittgrößte Land dieses Kontinents. Es grenzt im Norden an Ecuador und Kolumbien, im Osten an Brasilien, im Südosten an Bolivien, im Süden an Chile und im Westen an den Pazifik. Hauptstadt des Landes ist Lima. Die offizielle Landessprache ist Spanisch (in Südamerika „castellano“ genannt). Daneben gehören Quechua und Aymara zu den Amtssprachen. Quechua, die ursprüngliche Sprache der Inkas, ist dabei die am meisten gesprochene indigene Sprache.

Geographie

Peru ist sehr vielfältig, hat trockene Wüstengebiete, Hochland und tropische Waldgebiete.

Klima

Peru liegt in den inneren Tropen, dicht unterhalb des Äquators. Es gliedert sich in drei große Landschaftsräume: die Costa (Küste), die Sierra (Gebirge) und die Selva (Amazonas-Urwald). Das Klima ist regional sehr unterschiedlich und wird im Wesentlichen von der Höhenlage bestimmt. Man findet hier alles von der Tierra caliente („heißes Land“) die in Höhen bis 1000 Meter reicht, bis hin zur Tierra nevada („Schneeland“), einer Eiszone über 5000 Meter Höhe. Die Jahreszeiten werden weniger durch Temperaturschwankungen als vielmehr durch den Wechsel von Regen- und Trockenzeit bestimmt. Die Küstenebene, in der sich auch die Wüste von Nasca befindet, steht unter dem Einfluss des kalten, nordwärts fließenden Humboldtstromes. Über dem kalten Humboldtstrom kühlt sich auch die Luft ab und kann damit nur wenig Feuchtigkeit aufnehmen, was Nebelbildung zur Folge hat.

Treffen diese Luftmassen auf die Küste, so erwärmen sie sich und Wolken und Nebel lösen sich auf. Dadurch wird das Entstehen von Niederschlägen verhindert. Die Jahresniederschläge sind somit gering und betragen oft weniger als 4 Liter pro Quadratmeter. Die mittlere Jahres- temperatur liegt bei etwa 20°C.

Bevölkerung

Von den rund 31 Millionen Einwohnern lebt etwa ein Drittel im Ballungsgroßraum der Hauptstadt Lima. Mehr als die Hälfte der Einwohner Perus sind Indios, einige Gruppen von ihnen sind Nachfahren der berühmten Inka, die vom 13. bis zum beginnenden 16. Jahrhundert das Gebiet des heutigen Peru beherrschten. Ein Großteil der Peruaner lebt unterhalb der Armutsgrenze, was dazu führt, dass laut UNICEF ca. 50 % der Kinder (etwa 1,65 Millionen) arbeiten müssen. Die Analphabetismusrate liegt offiziellen Angaben zufolge im urbanen Raum bei ca. 3,7 %, in ländlichen Regionen erreicht sie fast 20 %. Trotz allgemeiner Schulpflicht geht etwa ein Viertel der Kinder nicht zur Schule, viele erreichen nicht einmal die fünfte Klasse. Mehr als 80 % der Peruaner bekennen sich zum Katholizismus, der mit traditionellen Bräuchen vermischt wird. Seit 1973 herrscht Glaubensfreiheit und seit 1980 ist die Trennung von Kirche und Staat in der Verfassung verankert.

.....

Peru, oficiálně španělsky República del Perú, je země v severozápadní části Jižní Americe, je třetí největší zemí na tomto kontinentu s celkovou rozlohou 1 285 220 km² (po Brazílii a Argentině). Na severu hraničí s Ekvádorem a Kolumbií, na východě s Brazílií, na jihovýchodě s Bolívií, na jihu s Chile a na západě se rozkládá Tichý oceán. Hlavním městem země je Lima. Úředním jazykem země je španělština (zvaná castellano v Jižní Americe). Úředními jazyky jsou i původní jazyky Quechua a Aymara. Quechua, originální jazyk Inků, je nejrozšířenějším původním jazykem.

Peru je velmi rozmanitou zemí, má suché pouště, velehory i tropické lesní oblasti.

Peru leží ve vnitřních tropech, těsně pod rovníkem. To je rozděleno do tří velkých oblastí: Costa (pobřeží), Sierra (hory) a Selva (Amazonská džungle). Podnebí se značně liší od regionu k regionu a je dáno především nadmořskou výškou. Najdete zde téměř vše od Tierra caliente („horká země“), kde výšky dosahují až 1000 metrů, po Tierra nevada („země sněhu“), ledovou zónu o výšce nad 5000 metrů. Roční období jsou určovány více změnou deštivého počasí na sucho, méně teplotními výkyvy. Pobřežní pouštní rovina, která také obsahuje poušť Naska, je pod vlivem chladného na sever tekoucího Humboldtova proudu. Nad chladným Humboldtovým proudem se vzduch ochlazuje a absorbuje tak jen málo vlhkosti, což vede k častým mlhám, které jsou významné například v okolí Limy. Pokud se chladné vzdušné hmoty setkají s pobřežím, zahřívají se, čímž se mraky a mlha se rozpouští a snižují možnost srážek na minimum. Roční srážky jsou velmi nízké a jsou často méně než 4 l/m². Průměrná roční teplota je asi 20 °C. Kordillery (Andy) mají charakter velehor a táhnou se za pobřežní pouštní oblastí po celé délce území Peru. Na severu se rozkládá v povodí řeky Amazonky s jejími přítoky tropická deštná oblast, zcela odlišná od vysušené pobřežní oblasti.

Přibližně jedna třetina z přibližně 31 milionů obyvatel obyvatel žije v hlavním městě Limě, které je megapolí s velkými sociálními rozdíly. Více než polovina obyvatel Peru je domorodá, z nichž někteří jsou potomci slavných Inků, kteří ovládali oblast dnešního Peru od 15. do počátku 16. století. Většina Peruánců žije pod úrovní chudoby; podle UNICEF musí pracovat asi 50 % dětí (asi 1,65 milionů). Míra negramotnosti se oficiálně odhaduje na 3,7% v městských oblastech a téměř na 20 % ve venkovských oblastech. Navzdory povinné školní docházce asi čtvrtina dětí nechodí do školy, mnoho z nich nedosáhne ani pátého ročníku. Více než 80 % Peruánců jsou věřící katolíci; křesťanské náboženství se často míchá s tradičními zvyky. Od roku 1973 je ustanovena svoboda náboženství a od roku 1980 je v ústavě zakotveno oddělení církve a státu.



Abbildungen / obrázky:



1. Geographie / Geografie



2. Obwohl die Armut in den letzten Jahren um etwa 20 % gesunken ist, leben noch immer fast 35 % der Peruaner unterhalb der Armutsgrenze. / Přestože v posledních letech klesla míra chudoby zhruba o 20 %, téměř 35 % peruánských obyvatel žije pod úrovní chudoby.



3. Etwa 25 % der Kinder gehen, trotz allgemeiner Schulpflicht, nicht zur Schule. / Přibližně 25 % dětí zejména na odlehlém venkově nenavštěvuje školu, a to i přes obecnou školní povinnost.

HOCHKULTUREN IN PERU - VYSPĚLÉ KULTURY V PERU

KULTUREN VOR DEN INKAS

Peru wird für gewöhnlich nur mit den Inkas in Verbindung gebracht. Tatsächlich gab es in Peru aber bereits lange vor den Inkas hochentwickelte Kulturen. Die ältesten bisher bekannten Steinbauten Amerikas stammen z. B. aus der Zeit um 3500 v. Chr. und wurden in Sechín Bajo im Casmatal, rund 350 km nördlich von Lima gefunden. Caral, die älteste bekannte Stadt der Neuen Welt (zwischen 2600 und 1800 v. Chr. besiedelt), ist im Tal des Rio Supe etwa 200 km nördlich von Lima gelegen und wird seit Anfang der 90er Jahre ausgegraben. Auch die Kultur der Chavín hat im Norden Perus ihre Spuren hinterlassen. Sie galt bis vor wenigen Jahren als die früheste bekannte Hochkultur. Etwa zeitgleich entwickelte sich in den südlichen Anden die Tiahuanaco-Kultur (auch Tiwanaku).

PŘEDINCKÉ KULTURY

Peru je obvykle spojeno pouze s Inky. Ti však velkou část dnešního Peru ovládli těsně před příchodem Španělů a tak si nadvládu užili jen krátce. V Peru však existovaly vysoce rozvinuté kultury daleko před Inky, trvající tisíce let. Nejstarší známé kamenné stavby v Americe jsou např. z doby okolo 3500 př. n.l. a nacházeli se v lokalitě Sechín Bajo v údolí Casma, asi 350 km severně od Limy. Caral, donedávna nejstarší známé město Nového světa (osídlené mezi lety 2600 a 1800 př. n.l.), se nachází v údolí Rio Supe asi 200 km severně od Limy a bylo odkrýváno od počátku devadesátých let min. století. Kultura Chavín zanechala výrazné stopy na severu Peru. Až před několika lety byla považována za nejstarší známou vyspělou kulturu v Americe. Ve stejnou dobu se v však jižních Andách rozvíjela též kultura Tiahuanaco (též Tiwanaku).

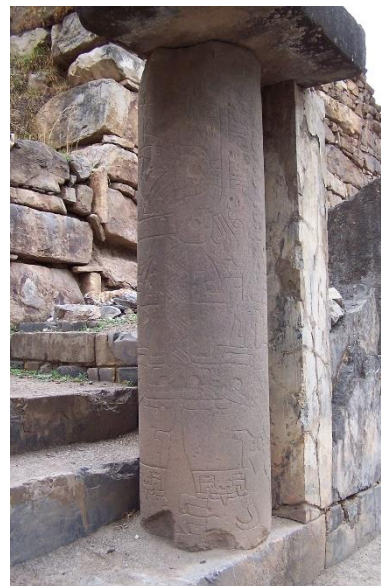
Abbildungen / obrázky:



1. Sechín Bajo im Casmatal ist etwa 5500 Jahre alt und damit vermutlich die älteste Steinpyramide. Die kreisförmige Anlage weist einen Durchmesser von etwa 14 Metern auf und ist mit Reliefs verziert. / Naleziště Sechín Bajo v údolí Casma je staré možná až 5500 let a je pravděpodobně nejstarší kamennou pyramidou. Kruhová konstrukce má průměr asi 14 metrů a je zdobena reliéfy.



2. Caral ist die älteste bekannte Stadtsiedlung auf dem amerikanischen Kontinent. Die ca. 60 ha große Siedlung wird durch sechs flache, pyramidenförmige Bauten begrenzt, von denen die größte 160 m lang, 150 m breit und 18 m hoch ist. / Caral je zřejmě nejstarší známá městská osada na americkém kontinentu. Okolo 60 hektarů je ohraničeno šesti plochými, pyramidálními budovami, z nichž největší je 160 m dlouhá, 150 m široká a 18 m vysoká.



3. Die Tempelanlage Chavín de Huántar, in den nördlichen Anden auf ca. 3200 m gelegen, ist ein Zeugnis der Chavín-Kultur. Sie wird auf etwa 1200 v. Chr. datiert. Die Anlage umfasst mehrere Gebäude mit diversen Plattformen und Innenhöfen, die zum Teil durch unterirdische Gänge miteinander verbunden sind. Die Mauern waren mit steinernen Köpfen verziert. / Chrám Chavín de Huántar, který se nachází v severních Andách ve výšce asi 3200 m, je svědectvím chavínské kultury. Odhaduje se, že je přibližně z let 1200 př. n. l. Komplex zahrnuje několik budov s různými nástupišti a nádvořími, které jsou částečně propojeny podzemními chodbami. Stěny byly zdobeny kamennými hlavami.



4. Die Tempelanlage Tiahuanaco liegt knapp 4000 Meter über dem Meeresspiegel in der Hochebene des Altiplano, 70 Kilometer westlich von La Paz. Es war das religiöse und administrative Zentrum der Tiahuanaco-Kultur rund um den Titicacasee in der Zeit von 1500 v. Chr. bis 1200 n. Chr. Wie bei den Chavín finden sich auch hier mit steinernen Köpfen verzierte Mauern. / Chránový komplex Tiahuanaco se nachází v nadmořské výšce 4000 metrů na Altiplanu 70 km západně od La Paz. Bylo to náboženské a správní centrum kultury Tiahuanaco, která vzkvétala kolem jezera Titicaca v období 1500 př. n. l. do 1200 n. l. Stejně jako v místě zvaném Chavín de Huántar, i zde existují zde zdobené kamennými hlavami.

NASCA UND MOCHE

Die Nasca-Kultur

In den Oasen der Flusstäler an der Südküste Perus erlebte zwischen 200 v. Chr. und 650 n. Chr. die Nasca-Kultur ihre Blütezeit. Ihre Zentren waren die Täler des Río Grande und Río Nasca. Letzteres gab der Kultur auch ihren Namen. Die Nasca-Kultur ging aus der Paracas-Kultur hervor, die seit etwa 800 v. Chr. in dieser Region existiert hatte und sie wurde daher stark von ihr beeinflusst. Dies zeigt sich u. a. darin, dass zahlreiche Bräuche und Riten übernommen wurden, wie z. B. die Praxis der Schädeldeformation. Zentralheiligtum und spirituelles Zentrum der Nascas bildete die etwa 25 km² große Tempelanlage von Cahuachi im Tal des Río Nasca. Wie viele alte Kulturen bestatteten auch die Nascas ihre Toten in prachtvolle Tücher gewickelt im trockenen Wüstenboden. Die extreme Trockenheit mumifizierte die Toten, so dass eine Einbalsamierung nicht erforderlich war. Die wertvollen Grabbeigaben locken bis heute Huaqueros (Grabräuber) an. Eine technische Meisterleistung der Nasca stellen die zum Teil noch erhaltenen und bis heute genutzten Bewässerungsanlagen dar. Das von den Anden kommende Wasser wurde meist durch unterirdische Kanäle in die Täler geleitet. Mehrere Meter tiefe Einstiege, sogenannte Puquios, ermöglichen den Zugang zum Wasserkanal. So verfügten die Bewohner trotz extremer Trockenheit immer über ausreichend Wasser.

Die Moche-Kultur

Während sich an der Südküste Perus die Nasca-Kultur ausbreitete, herrschte an der Nordküste die Kultur der Moche. Die Moche errichteten mit den Pyramiden Huaca del Sol und Huaca de la Luna, in der Nähe von Trujillo, die größten Bauten des alten Südamerika. Einer der bedeutendsten archäologischen Funde des 20. Jahrhunderts war das ungestörte Fürstengrab des Señor de Sipán. Bekannt sind die Moche auch durch ihre Keramiken, deren lebendige Darstellungen vor allem Menschen, Tiere, Pflanzen und Dämonen zeigen. Berühmt sind insbesondere die vielfältigen erotischen Darstellungen.

KULTURY NAZCA A MOCHE

Kultura Nazca

V oázách údolí řek na jižním pobřeží Peru vzkvétala od r. 650 př. n. l. kultura Nazka. Její střediska byla údolí Río Grande a Río Nasca. Ta také dala svůj název kultuře. Kultura Nazka se vynořila pravděpodobně z kultury Paracas, která vznikla kolem roku 800 př. n. l. přibližně v této oblasti a kulturu Nazca silně ovlivnila. Z kultury Paracas byly přijaty četné zvyky a obřady, např. praxe lebeční deformace. Centrální středisko a duchovní centrum kultury Nazca tvořil chrámový komplex Cahuachi o rozloze přibližně 25 km² v údolí řeky Nasca, dnes cca 30 km od města Nasky. Stejně jako mnoho starověkých kultur, Naskánci pochovali své mrtvé zabalené ve zdobených plátech s drobnými dary v suché pouštní půdě. Extrémní sucho mumifikovalo mrtvé, takže balzamování nebylo nutné. Cenné hrobové předměty lákají Huaqueros (vykradače hrobů) dodnes. Technickým mistrovským dílem Naskánců jsou stále ještě používané zavlažovací systémy. Voda z And byla většinou vedena podzemními kanály do údolí. Několik metrů hluboké závrtky nazývané puquios umožňují přístup k vodnímu kanálu. Přes extrémní sucha obyvatelé měli zřejmě vždy dostatek vody. Kulturu několikrát ohrozila sucha a epizody El-Niño.

Kultura Moche

Zatímco kultura Nazca se rozšířila na jižním pobřeží Peru, na severním pobřeží převládala kultura Moche. Tato kultura postavila ohromné pyramidy Huaca del Sol a Huaca de la Luna nedaleko města Trujillo, největší

stavby staré Jižní Ameriky. Jedním z nejvýznamnějších archeologických objevů 20. století byl neporušený hrob knížete, zvaného Señor de Sipán. Močikové jsou také dobře známí svou keramikou, představuje především lidi, zvířata, rostliny a démony. Nejvíce jsou ovšem známy zejména různorodé erotické motivy, velmi expresivně pojeté.

Abbildungen / obrázky:



1. Cahuachi gilt als das spirituelle Zentrum der Nascas. Etwa 30 km westlich der heutigen Stadt Nasca im Tal des Rio Nasca gelegen, erstreckt sich die einstige Tempelanlage. In den letzten Jahren wurden unter Leitung des Italiensers Giuseppe Orefici umfangreiche Ausgrabungen durchgeführt und Teile der mehrstufigen Pyramiden rekonstruiert. / Cahuachi je považován za duchovní centrum Naskánců. Asi 30 km západně od současného města Nasca, v údolí Rio Nasca, se nachází bývalý chrámový komplex. V posledních letech byly prováděny rozsáhlé výkopy pod vedením italského archeologa Giuseppe Oreficiho a části pyramid byly rekonstruovány.



2. Wenige Kilometer westlich von Cahuachi befindet sich die einstige Siedlung Estaquería. Die Häuser waren aus Adobe-Lehmziegeln und dem steinharten Algarrobo-Holz erbaut. / Několik kilometrů západně od Cahuachi je bývalá osada Naskánců zvaná la Estaquería. Domy byly postaveny z nepálených cihel a tvrdého dřeva Algarrobo a jsou dobře zachované dodnes.



3. Wie die meisten alten Kulturen ließen auch die Nascas ihre Toten mumifizieren. Sie wurden in sitzender oder fetaler Position in prachtvolle Tücher gewickelt und in unterirdischen Grabkammern im Wüstensand beigesetzt. Viele Gräber sind geplündert und die Mumien zerstört. / Jako většina starověkých kultur, Naskánci také mumifikovali své mrtvé. Mrtví byli zabaleni ve zdobených látkách v sedě nebo prenatální podobě a pohřbeni byli v podzemních pohřebních komorách v poušti, často v proutěných koších vystlaných bavlnou. Mnoho hrobů je dnes vypleněno a mumie jsou zničeny.



4. Die Pampa von Nasca und Palpa - inmitten der Atacama-Wüste - gehört zu den trockensten Gebieten in ganz Peru. Regen fällt hier so gut wie nie. Dennoch gibt es in einigen Metern Tiefe ausreichend Wasser, das von den Nascas über unterirdische Kanäle in die Täler geleitet und über sogenannte Puquios zugänglich gemacht wurde. Diese werden zum Teil bis heute genutzt. / Pampa Nasca a Palpa - uprostřed pouště Atacama - jsou jednou z nejsušších oblastí v Peru. Téměř nikdy zde neprší. Přesto je zde v určitých místech dostatek vody již v hloubce několika metrů, která byla vedena do údolí Nasca prostřednictvím podzemních kanálů a zpřístupněna prostřednictvím tzv. puquios. Některé se využívají dodnes.



5. Die Huacas del Sol (Tempel der Sonne) und de la Luna (Tempel des Mondes) sind Adobe-Pyramiden. Der Sonnentempel war ursprünglich 340 m x 220 m groß und 41 m hoch und befindet sich auf einer 18 m hohen Stufenterrasse. Die kleinere Huaca de la Luna misst 290 m x 210 m. Sie ist vor allem durch ihre farbigen Wandmalereien und Frieze bekannt. / Huacas del Sol (chrám Slunce) a de la Luna (chrám Měsíce) jsou pyramidy vystavěné z cihel adobe. Sluneční chrám byl původně 340 m x 220 m a 41 m vysoký a nachází se na 18 m vysoké terase. Menší Huaca de la Luna měří 290 m x 210 m. Je známá především barevnými nástěnnými malbami a vlasy. Poničeny byly epizodami El Niño a Španěly, kteří v nich hledali zlato.



6. Ob es sich bei den erotischen Keramiken der Moche einfach um lebensbejahende Äußerungen oder eher um rituelle Darstellungen handelt, ist unbekannt. / Zda erotická keramika Moche je prostý životní projev lidí nebo spíše rituální reprezentace, není známo. Všude je středem pozornosti turistů.

Kunsth Handwerk der Nascas

Besonders berühmt sind die Keramiken und Textilien der Nascas, die sich durch Farb-reichtum, Feinheit und Mannigfaltigkeit auszeichnen. Charakteristisch für den Nasca-Stil, der viele Formen des vorangegangenen Paracas-Stils aufnahm, sind naturalistische Motive, wie die Darstellungen von Fischen, Vögeln und Pflanzen. Unter den vielfältigen Formen sind insbesondere die markanten Gefäße mit Doppelausguss zu erwähnen. Hohe Kunstfertigkeit erreichten die Nascas auch in der Textilherstellung. Ihre mit regelmäßigen Mustern versehenen Stoffe säumten filigrane Menschen- und Tierfiguren. Die Menschen verstanden es, mehr als einhundert Farbtöne aus Mineralien sowie Pigmenten von Pflanzen und Insekten für die Keramikherstellung und die Stofffärbung zu gewinnen. Außerdem beherrschten die Nascas die Fähigkeit, Schmuck und Verzierungen aus dünn gehämmertem Blattgold herzustellen.

Untergang der Nasca-Kultur

Ab etwa 650 n. Chr. begann das Reich der Nasca nach und nach an Bedeutung zu verlieren. Zwei andere mächtige Reiche, das der Tiahuanaco rund um den Titicacasee und das der Huari im zentralen Hochland, breiteten sich aus. Die Huari- (oder Wari) Kultur entwickelte sich zum ersten Imperium auf dem Gebiet des heutigen Peru. Sie unterwarfen nicht nur die Nascas, sondern viele andere Völker. Um 1200 n. Chr. wurden sie von den Inkas abgelöst.

Umělecká řemesla Naskánců

Obzvláště známé jsou keramika a textilie Naskánců, které se vyznačují barevnou bohatostí, jemností a rozmanitostí. Charakteristické pro styl Nazka, který obsahuje mnoho forem přechodného stylu Paracas, jsou naturalistické motivy jako jsou reprezentace ryb, ptáků a rostlin a typické barvy i geometrické zdobení. Mezi různými formami jsou prominentní nádoby s dvojítm naléváním.

Naskánci také dosáhli vysoké řemeslné v textilní výrobě. Jejich tkaniny s pravidelným geometrickým vzorem lemovaly filigránské lidské a zvířecí postavy. Naskánci užívali více než sto odstínů barev pro zdobení keramiky a barvení tkaniny, které získávali z minerálů, z pigmentů rostlin a hmyzu. Naskánci navíc zvládli i zpracování kovu - vyráběli šperky a ozdoby z tenkého plátkového zlata.

Zánik kultury Nazca

Od roku 650 n.l. postupně začala ztrácet kultura Nazca na důležitosti. Vyrůstaly dvě další mocné říše, Tiahuanaco kolem jezera Titicaca a Huari v centrální vysočině. Huari – (také Wari) kultura se vyvinula jako nejmocnější ve své době v oblasti dnešního Peru. Ovládla nejen Naskánce, ale i mnoho jiných národů. Okolo roku 1200 n.l. byla postupně vytlačována Inký.

Abbildungen / obrázky:



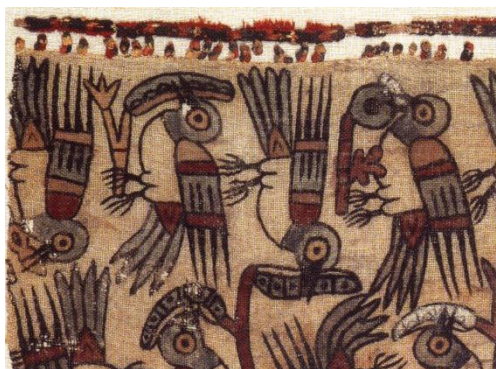
1. Doppelausgusskanne in Form eines Hummers (Quelle: Walters Art Museum/Baltimore). / Nádoba s dvěma vyústěními v podobě humra (zdroj: Walters Art Museum / Baltimore).



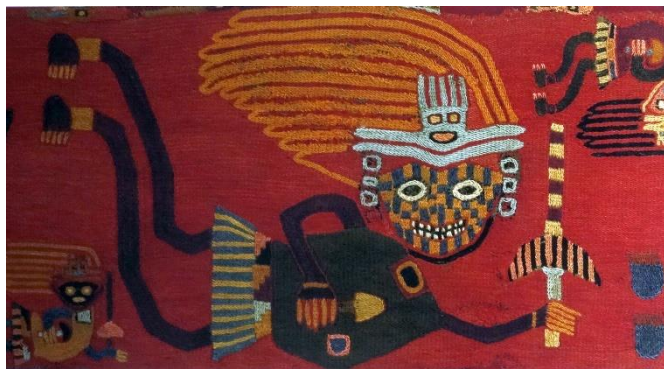
2. Doppelausgusskanne mit Kolibri- Motiv. / Nádoba s dvěma vyústěními s motivem kolibříka



3. Kanne in Form eines Orcas/ Killerwal (Quelle: Museo Larco /Lima). / Konvička – nádobka na vodu ve formě velryby či vorvaně (zdroj: Museo Larco/Lima).



4. Tuch mit Sammelspechten (Quelle: Reiss-Engelhorn-Museum/ Mannheim). / Tkanina se datly (Zdroj: Reiss-Engelhorn-Museum / Mannheim).



5. Farbenfrohes Tuch mit menschlichen Darstellungen (Quelle: Julio C. Tello Site Museum/Paracas). / Barevné tkaniny s lidskými vzýjevy (Zdroj: Julio C. Tellosite Museum / Paracas).



6. Goldschmuck (Quelle: Reiss-Engelhorn-Museum/Mannheim). / Zlatý šperk (zdroj: Reiss-Engelhorn-Museum/Mannheim) on Wari bis Inka.

VON WARI BIS INKA

Das Imperium der Wari (Huari)

Etwa ab 600 n. Chr. bildete sich im Anden-Hochland eine Kultur heraus, welche die bestehenden Reiche der Nasca, der Moche und weitere kleinere kulturelle Zentren unterwarf: die Huari- (auch Wari-) Kultur. Der Name der Kultur leitet sich aus dem gleichnamigen Ort ab, dem politischen und städtebaulichen Zentrum des Reiches, etwa 25 km nordöstlich der heutigen Stadt Ayacucho in den südlichen Anden. Das Reich bedeckte zu seiner Blütezeit eine Fläche von rund 300.000 km² von den Anden bis zur Küste, vom Norden bis in den Süden des heutigen Peru. In der Hauptstadt lebten damals auf etwa 20 km² bis zu 100.000 Einwohner. Die verwaltungstechnische Infrastruktur der Wari kann als Muster für die spätere Inka-Kultur angesehen werden.

Die Nebelkrieger in den Anden

Zur gleichen Zeit hielt sich ein Volk in den nördlichen Anden, die Chachapoyas. Der Name wurde ihnen von den Inka gegeben und bedeutet auf Quechua „Nebelkrieger“ oder „Wolkenmenschen“. Ein Zentrum der Chachapoyas war Kuelap. Diese auf einem Bergrücken in ca. 3000 m Höhe liegende Festung wurde zwischen 400 und 1300 n. Chr. erreicht und konnte bis zu 2000 Menschen beherbergen. Vermutlich waren die Chachapoya in einem losen Staatenverbund organisiert. Erst die Inka unterwarfen die Chachapoya um 1475, kurz vor Eintreffen der Spanier.

Das Reich der Chimú

Die Chimú-Kultur setzte sich in der Zeit von 1250 bis 1470 im Norden von Peru in der Gegend um die Stadt Trujillo durch. Zur Zeit der größten Ausdehnung reichte ihr Einfluss im Norden bis zur Grenze von Ecuador und im Süden bis Lima. Ihre Hauptstadt Chan Chan soll mehr als 100.000 Einwohner beherbergt haben und war eine der größten Städte auf dem südamerikanischen Kontinent. Um 1470 wurde der letzte Chimú-König durch den Inka Túpac Yupanqui besiegt und das Chimúreich in den Inkastaat eingegliedert.

Das Imperium der Inka

Mit Beginn des 13. Jahrhunderts eroberten die Inka weite Teile des Landes. Ihr Reich umfasste um 1530 ein Gebiet von rund 950.000 km². Der Einfluss erstreckte sich vom heutigen Ecuador bis nach Chile und Argentinien. Das rituelle, administrative und kulturelle Zentrum war die Hauptstadt Cusco in den südlichen Anden. Die vielen großartigen Bauwerke, das gigantische Straßennetz und das vollendete Kunsthandwerk sind besonders bemerkenswert, da diese Kulturleistungen überwiegend mit menschlicher Muskelkraft, ohne Rad oder Wagen, ohne Zugtiere wie Ochse und Pferd und ohne Schrift vollbracht wurden.

OD KULTURY WARI K INKŮM

Kultura Wari (Huari)

Asi kolem r. 600 n.l. se na Andské vysočině objevila kultura Huari - (také Wari), která si podmanila existující kulturu Nazca, Moche a další menší kulturní centra. Název kultury pochází z stejného jména, z politického a městského centra říše, asi 25 km severovýchodně od současného města Ayacucho v jižních Andách. V době své vlády říše měla rozlohu přibližně 300 000 km² od And až po pobřeží, od severu k jihu dnešního Peru. V hlavním městě v té době žilo přibližně na ploše 20 km² kolem 100 000 obyvatel. Administrativní infrastruktura Wari může být považována za model pro pozdější kulturu Inků.

Chachapoyas - mlžní válečníci z And

Současně s Wari žil v severních Andách lid Chachapoya. Jméno jim dali Inkové a znamená v jazyce quechua „mlžní válečníci“ nebo „válečníci z oblak“, což bylo dáno geografickou polohou oblasti jimi obývanou. Středem Chachapoyas byl Kuelap. Tato pevnost, která se nachází na hřebetě ve výšce přibližně 3000 metrů, byla vybudována mezi léty 400 n.l.-1300 n.l. a mohlo v ní žít až 2 000 osob. Pravděpodobně lid Chachapoya byl organizován jako volná federace malých států. Inkové si podmanili Chachapoyas kolem roku 1475, krátce před příchodem Španělska.

Říše Chimú (Chimor)

Chimú kultura existovala v letech 1250 až 1470 na severu Peru v oblasti kolem města Trujillo. V době největší expanze říše se rozkládala v Peru na severu k hranici Ekvádoru a na jih k Limě. Úchvatné „hliněné“ hlavní město Chan Chan mělo možná až 100 000 obyvatel a bylo jedním z největších měst na jihoamerickém kontinentu. R. 1370 se kultura změnila na říši Chimor. Kolem roku 1470 posledního vládce Chimú porazil Inka Túpac Yupanqui a celá říše byla integrována do Inké říše, která od ní převzala mnohé rysy a znalosti.

Inké impérium

Inkové byli původně malým národem od břehů jezera Titicaca. Na začátku 13. století Inkové dobyli velké části dnešního Peru. V roce 1530 měla jejich říše rozlohu přibližně 950 000 km² a rozkládala se od dnešního Ekvádoru do Chile a Argentiny. Rituální, administrativní a kulturní centrum bylo hlavním městem Cusco v jižních Andách. Množství velkých budov, obrovská silniční síť, zemědělství a vyspělá řemesla jsou zvláště pozoruhodné, neboť všechny tyto kulturní úspěchy byly založeny především na lidské síle, bez kola nebo povozu, bez pracovních zvířat, jako jsou voly, koně či osli. Inkové ani předěšlé kultury neznali železo a písmo, vazbu trámů a stavební oblouk!

Abbildungen / obrázky:



1. Karajía ist eine der Begräbnisstätten der Chachapoyas. An einer Felswand, die sich etwa 300 m unterhalb des Dorfes befindet, sind auf halber Höhe mehrere Sarkophage zu sehen. In diesen wurden vermutlich Fürsten der Chachapoya bestattet. / Karajía je jedním z pohřebních míst Chachapoyas. Na skalní stěně, která se nachází asi 300 m pod vesnicí, je v polovině výšky několik sarkofágů. V nich byly pravděpodobně pohřbeny významné osoby Chachapoyas.



2. Kuelap, die Festung der Nebelkrieger, ist etwa 580 m lang und die größte Breite beträgt 110 Meter. Sie ist mit einer bis zu 21 Meter hohen Mauer gesichert und konnte bis zu 2000 Menschen beherbergen. / Kuelap, pevnost „mlžných válečníků“, má délku asi 580 m a největší šířku 110 metrů. Je opevněna hradbami o výšce až 21 metrů a mohla pojímat až 2000 osob.



3. Die Hauptstadt Wari, bestehend aus Tempeln, Palästen und Wohnbezirken, beherbergte bis zu 100.000 Menschen. Sie besaß zudem ein kompliziertes System von Kanälen und Aquädukten. Die Ausgrabungen stehen noch am Anfang. / Hlavní město kultury Wari, skládající se z chrámů, paláců a obytných čtvrtí, pojmullo až 100 000 osob. Mělo komplikovaný systém kanálů a akvaduktů. Archeologické výzkumy a výkopové práce jsou teprve na počátku.

4. In Toro Muerto im Tal des Río Majes haben die Wari tausende von Petroglyphen (Felszeichnungen) hinterlassen. / V Toro Muerto v údolí Río Majes kultura Wari zanechala tisíce petroglyfů na skalách a balvanech.

5. Chan Chan, die einstige Hauptstadt des Chimú-Reiches (ca. 1000 bis 1450 n. Chr.), war vermutlich die größte Stadt ihrer Zeit. Die Reste der aus Adobeziegeln erbauten Stadt erstrecken sich noch heute über eine Fläche von ca. 20 km². Chan Chan gehört seit 1986 zum UNESCO-Weltkulturerbe. / Chan Chan, bývalé hlavní město říše Chimú (asi 1200n.l. až 1450 n.l.), bylo pravděpodobně největším městem své doby. Pozůstatky města vybudovaného z nepálených cihel adobe stále pokrývají plochu asi 20 km². Chan Chan je od roku 1986 na seznamu světového kulturního dědictví UNESCO.



6. Písaq, eine Stadt mit großer kultureller Vergangenheit, liegt im "Valle Sagrado de los Incas", dem heiligen Tal der Inkas. Der sakrale Bezirk, das einstige Zentrum der alten Stadt mit Resten von Tempeln und Palästen, erhebt sich auf den Bergen etwa 300 m oberhalb der heutigen Wohnsiedlung am Río Urubamba. / Písaq, město s velkou kulturní minulostí, je rozloženo v "Valle Sagrado de los Incas", posvátném údolí Inků. Posvátná oblast je bývalým centrem starobylého města s pozůstatky chrámů a paláců a nachází se v horách asi 300 metrů nad dnešním sídelním útvarem na Río Urubamba.

7. Die berühmte Inkastadt Machu Picchu befindet sich in etwa 2360 m Höhe auf einem Bergrücken zwischen den Gipfeln des Huayna Picchu und des Machu Picchu in den Anden. Offiziell wurde die Ruinenstadt 1911 durch Hiram Bingham wiederentdeckt. Seit 1983 zählt Machu Picchu zum Weltkulturerbe der UNESCO. / Slavné a světově proslulé město Inků Machu Picchu se nachází v Andách v nadmořské výšce 2360 metrů, mezi vrcholy Huayna Picchu a Machu Picchu. Město, které bylo již v ruinách, bylo oficiálně znovuoobjeveno v roce 1911 Hiramem Binghamem. Machu Picchu Španělé nikdy neobjevili, nebylo poničeno, pouze opuštěno z neznámých důvodů. Od roku 1983 je na seznamu světového kulturního dědictví UNESCO.

8. Der Tempel des Wiracocha in Raqchi, etwa 110 km südöstlich von Cusco, liegt auf einer Höhe von 3480 m in den Anden. Es war einer von vielen Kontrollpunkten, die über das gesamte Inkareich verteilt waren. / Chrám Wiracocha v Raqchi, asi 110 km jihovýchodně od Cusca, leží v nadmořské výšce 3480 m v Andách. Místo bylo jedním z mnoha kontrolních bodů rozmístěných po celé oblasti Inké říše.

BODENZEICHNUNGEN IN DER WÜSTE - KRESBY V POUŠTI (GEOGLYFY)

DAS RÄTSEL VON NASCA

Inmitten der Steinwüste von Nasca findet sich auf einem etwa 500 km² großen Areal eines der faszinierendsten Rätsel der Menschheitsgeschichte. Wie auf einem überdimensionalen Zeichentisch bedecken unzählige Linien, riesige Flächen, sowie zum Teil gigantische Figuren (sogenannte Geoglyphen) das Wüstenplateau. Vom Boden aus gesehen sind sie nahezu unsichtbar, erst aus der Luft erschließen sich Konstruktion, Vielfalt, Größe und künstlerische Darstellung der Figuren dem Auge des Betrachters. Dies scheint auch der Grund dafür zu sein, dass sich die Bodenzeichnungen der Aufmerksamkeit vergangener Generationen entzogen und somit über Jahrhunderte hinweg verborgen blieben. Erst die Entwicklung der Luftfahrt machte es möglich, die Bodenzeichnungen von Nasca aus ihrem Dornröschenschlaf zu erwecken. Als man sie zu Beginn des 20. Jahrhunderts wiederentdeckte, hielt man die Linien in der Pampa zunächst für Reste von Bewässerungskanälen. Aber schon bald wurde klar, dass dieses Kunstwerk keineswegs so einfach zu erklären ist. Es stellt sich die Frage, welcher Gestalt diese Zeichnungen sind, die uns so viel Respekt abverlangen und unsere Phantasie beflügeln. Da gibt es zunächst mehrere tausend Linien, deren längste ca. 12 km lang ist. Mit erstaunlicher Geradlinigkeit ziehen sie sich durch die Pampa, überqueren Hügel und trockene Wasserrinnen. Aber es gibt auch Linien in Zick-Zack- und Meanderform. Die Anordnung ist scheinbar chaotisch und dennoch bilden die Linien offenbar ein geordnetes Netzwerk mit Knotenpunkten, den sogenannten Linienzentren. Nicht weniger beeindruckend sind die riesigen steinfreien Flächen in Trapez- und Dreiecksform. Vom Flugzeug aus gesehen, erscheinen sie wie Landebahnen. Häufig findet man Steinhaufen an den Schmalseiten der Flächen, in deren Mitte teilweise Holzpfähle standen. Vermutlich dienten sie als Hilfsmittel zur Ausrichtung der Linien und Flächen.

TAJEMSTVÍ NASKY

Uprostřed donedávna bezvýznamné kamenité pouště (pampy) u města Nasky na ploše asi 500 km² se nachází jedna z nejvíce fascinujících hádanek historie lidstva. Jako na gigantickém kreslicím stole je poušť pokryta nespočítelným množstvím linií, velkým množstvím plošných útvarů a různých kreseb (známé jako linie a geoglyfy Nasca a Palpa). Při pohledu ze země jsou téměř neviditelné, konstrukce, rozmanitost, velikost a umělecké znázornění postav jsou znatelné pouze z výšky, ze vzduchu. To je také důvodem, proč byly tyto výtvary minulým generacím neznámé a zůstaly tak skryty po staletí. Teprve rozvoj letectví umožnil objevit tyto pozemní kresby u Nasky, probudit je z jejich staletého spánku a ukázat světu jejich krásu i mystičnost. Po objevu linií a geoglyfů v první třetině dvacátého století byly linie v pampě považovány za pozůstatky zavlažovacích kanálů. Zanedlouho však bylo jasné, že toto dílo v žádném případě nelze snadno vysvětlit. Vzhledem ke svému rozsahu, geoglyfy a linie vyžadují respekt a inspirují naši představivost. Vystává základní otázka: jaké tvary mají tyto kresby a k jakému účelu byly vytvořeny. Linií je několik tisíc a nejdelší je asi 12 km dlouhá. S úžasnou přesností vedou přes pampy, přecházejí kopce a vyschlá řeky. Ale existují i linie ve formě tzv. „cikcak“ nebo „meandru“. Uspořádání je zdánlivě chaotické, ale zdá se, že některé linie se sbíhají do sítě uzlů, tzv. liniových center. Neméně fascinující jsou obrovské plochy bez kamenů v lichoběžníkové a trojúhelníkové formě. Při pohledu z letadla některé z nich vypadají jako skutečné přistávací dráhy. Na ohraničujících stranách ploch jsou často hromady kamenů, uprostřed kterých byly asi dřevěné kůly. Pravděpodobně sloužily jako pomůcka pro vytyčování linií a ploch, ale existují i jiné teorie. Posledním typem jsou skutečné kresby, které vyobrazují většinou živočichy či rostliny, možná i některé předměty.

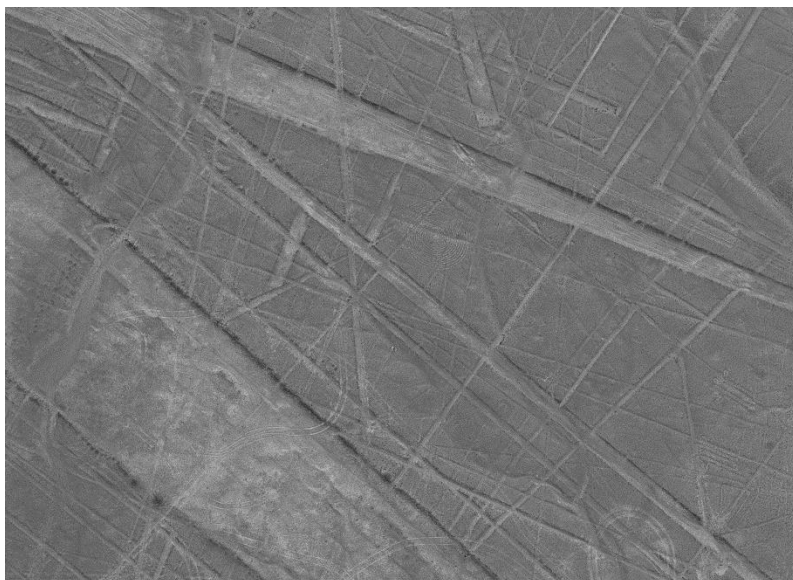
Abbildungen / obrázky:



1. Linien und Flächen in der Pampa; in der Mitte ist schwach eine Spirale erkennbar und am rechten unteren Rand sieht man die Beine einer Figur. Hierbei handelt es sich um den teilweise zerstörten Leguan. / Línie a plochy na pampě; ve středu je slabě viditelná spirála; na pravém spodním okraji jsou vidět nohy postavy, která pokračuje dále vpravo a je přerušena dálnicí. Jedná se o částečně zničený geoglyf leguana.



2. Häufig treffen sich Linien und Flächen in sogenannten Linienzentren, wie hier z.B. auf einem Hügel. Am rechten Rand ist die Figur des Wales schwach erkennbar. / Často se línie a plochy setkávají v tzv. líniových centrech, jako například zde, na malém návrší. Na pravém okraji je slabě rozpoznatelný geoglyf velryby.



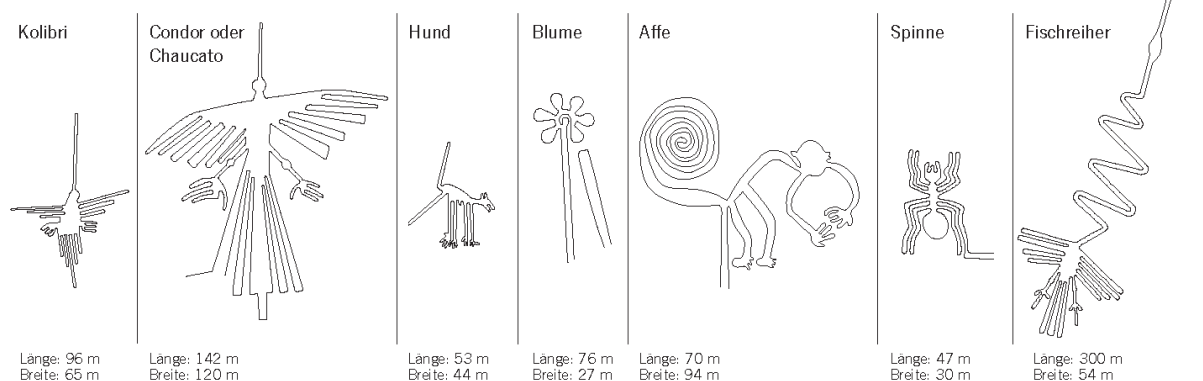
3. Die Dreiecksfläche sieht aus wie eine Landebahn. / Trojúhelníkový útvar vypadá jako přistávací dráha.

DIE FIGUREN

Eingestreut zwischen Linien und Flächen befindet sich eine Vielzahl von Geoglyphen. Es gibt Darstellungen von Vögeln, wie z.B. dem Kolibri als Symbol der Fruchtbarkeit, Bilder von Meerestieren, wie dem Killerwal, Symbol der Kraft und Macht, aber auch Abbildungen von Pflanzen, wie Blumen, Bäume, Wurzeln oder Algen. Daneben gibt es eine Vielzahl geometrischer Formen, wie Labyrinth oder Spiralen in den vielfältigsten Ausprägungen. Einige ältere Zeichnungen sind nur noch schwach zu erkennen, andere sehen unvollendet aus, manche Darstellungen überlagern sich, viele weisen Zerstörungen (insbesondere durch Fahrzeugspuren) auf. Das besondere Merkmal der meisten Figuren besteht darin, dass sie aus einer durchgehenden Linie bestehen. Innerhalb der Figuren überschneiden sich die Linien im Allgemeinen nicht. Die Breite der Linien beträgt dabei meist nur etwa 10-20 cm, wohingegen die Größe der Figuren bis zu einigen hundert Metern und damit die Länge der Linie, aus der eine Figur gebildet wird, mehrere Kilometer betragen kann. Die hier gezeigte Auswahl an Figuren stellt nur einen kleinen Teil dessen dar, was man an Motiven in der Pampa von Nasca vorfindet. Viele der Motive findet man auch auf Textilien und Keramiken der Nasca-Zeit.

Größenvergleich

Menschen sind im Verhältnis zu den Figuren winzig. Die Figur des Affen ist annähernd 55-mal so groß wie ein durchschnittlicher Mensch und entspricht etwa der Ausdehnung eines Fußballfeldes. Das erklärt auch, weshalb ein komplettes Überblicken der Figuren vom Boden aus unmöglich ist.



KRESBY

Mezi liniemi a plochami se nachází řada skutečných kreseb - geoglyfů. Existují vyobrazení ptáků, např. kolibřík jako symbol plodnosti, obrazy mořského života (kosatka, symbol síly a moci), ale také obrazy rostlin, květů, stromů, kořenů nebo řas. Kromě toho existují různé geometrické tvary, jako jsou labyrinty nebo spirály v nejrůznějších formách. Názvy geoglyfů jsou novodobé, mohou původně označovat něco jiného. Některé starší kresby jsou jen slabě rozpoznatelné, jiné vypadají nedokončené, mnoho jich je vytvořeno přes jiné původní; řada z nich je poničena z minulosti zejména prostřednictvím vozidel. Zvláštností většiny kreseb je, že se skládají z kontinuální linie. Na kresbách se další linie obecně nepřekrývají. Šířka čar je obecně pouze asi 10-20 cm, velikost kreseb je až několik set metrů a délka čáry, z níž je vytvořena kresba, může být i několik kilometrů. Výběr kreseb, které jsou zde uvedeny, je jen malou částí geoglyfů (i když tou nejznámější) v pampě Nasca. Mnoho podobných motivů lze nalézt na textilích a keramice období kultury Nazca.

Porovnání velikosti

Lidé jsou ve vztahu ke kresbám v poušti malí. Kresba opice je přibližně 55x větší než průměrná osoba a přibližně odpovídá rozsahu fotbalového hřiště. To také vysvětluje, proč nelze zcela kresby pozorovat ze země.

Abbildungen / obrázky:



1. Die Figur des Kolibri erkennt man erst aus der Luft. / Postava kolibříka je vidět pouze ze vzduchu.



2. Vom Boden aus ist der Kolibri, wie fast alle Figuren in der Pampa von Nasca, nicht erkennbar. / Ze země není kolibřík není rozpoznatelný, stejně jako téměř všechny kresby v pampě Nasca.



3. Die Figur des Affen hat die Ausdehnung eines Fußballfeldes. Die Linie, aus der die Figur gebildet wird, ist mehr als 1 km lang und mündet in eine Zick-Zack- bzw. eine meanderförmige Linie. Die Gesamtlänge dieser Linie beträgt damit mehr als 4 km. / Postava opice má rozlohu fotbalového hřiště. Čára, z níž je tvarována, je dlouhá více než 1 km a obsahuje „cik-cak“ části i tzv. „meandrující“ čáry. Celková konstrukční délka této kresby je více než 4 km.



4. Im Schwanz des Affen stehend kann man die Figur lediglich erraten. / Pokud stojíte v ocasu opice, můžete odhadnout velikost celé kresby.

DER WÜSTENBODEN

Klima und Bodenbeschaffenheit

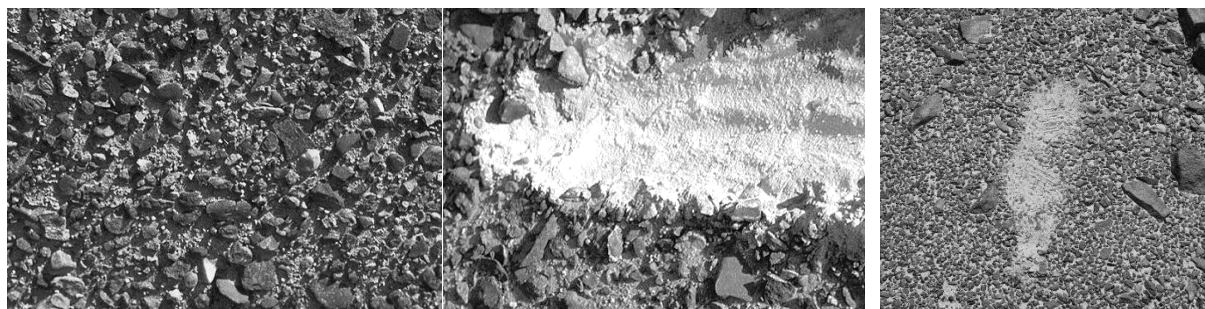
An der Westküste Südamerikas zwischen dem Pazifik und dem Hochland der Anden erstreckt sich ein schmaler Wüstenstreifen, die sogenannte Atacama-Wüste, von Chile bis in den Norden Perus. Die Atacama gilt als eine der trockensten Regionen der Erde. Im Osten halten die Gipfel der Anden die warmen, feuchten Luftmassen aus dem tropischen Amazonasbecken ab, im Westen verhindert die kalte Meeresströmung des Humboldt- Stromes die Entwicklung von Regenwolken. Der Humboldt-Strom bedingt jedoch, dass die Atacama kühl ist und insbesondere in Küstennähe oft Nebel vorherrscht. Inmitten dieses Wüstengebietes befindet sich die „Pampa von Nasca und Palpa“ mit den berühmten Linien und Figuren der Nasca-Kultur. Der Wüstenboden in der Pampa ist mit erzhaltigem Geröll bedeckt, welches im Laufe der Jahrtausende von einer dunklen Oxidschicht, dem sogenannten „Wüstenlack“, überzogen wurde. Wird diese obere oxidierte Schicht abgetragen, so kommt die darunterliegende helle Sedimentschicht des einstigen Meeresbodens kontrastreich zum Vorschein. Diese Farbunterschiede nutzten die Nascas zur Herstellung der Bodenzeichnungen.

POUŠTNÍ KRYT – PRINCIP VZNIKU LÍNIÍ A GEOGLYFŮ

Klima a půdní kryt

Na západním pobřeží jižní Ameriky, mezi Tichým oceánem a Andami, je úzký pouštní pás, který se nazývá obecně poušť i Atacama. Rozprostírá se od Chile až na sever Peru. Atacama je považován za jedno z nejsušších oblastí na světě. Na východě vrcholky And zadržují teplé a vlhké masy vzduchu z tropické Amazonie, na západě studené mořské proudy Humboldtova proudu zabráňují vzniku dešťových mraků. Humboldtův proud způsobuje relativně chladné podnebí Atacamě a zejména v blízkosti pobřeží se často vytváří mlha. „Pampa Nasca a Palpa“ se známými liniemi a geoglyfy nejspíše kultury Nazca leží v této pouštní oblasti. Povrch pampy je pokryt na rudu bohatým drobným štěrkem, který se během tisíciletí potáhl vrstvou tmavého oxidu, tzv. „pouštním lakem“. Je-li tato horní zoxidovaná vrstva odstraněna, objeví se spodní světlá hornina. Právě tyto barevné rozdíly používali tvůrci pro tvorbu geoglyfů. Části pampy byly několikrát devastovány při epizodách El-Niño příchovými dešti a nánosy bahna. Díky mimořádně mírně vyvýšené poloze pampy Nasca byly existující linie a geoglyfy uchráněny po dlouhá století; příchovými dešti její stědy vždy těsně obtekly a poničily zřejmě jen části; původní rozsah není znám.

Abbildungen / obrázky:



1. Die unveränderte Oberfläche der Pampa. / Nezměněný povrch Pampy.

2. Nach Entfernen des Gerölls kommt der helle Untergrund deutlich zum Vorschein. / Po odstranění horní vrstvy štěrku je světlé podloží dobře viditelné.

3. Jeder Fußabdruck hinterlässt Spuren, die noch über Jahrzehnte hinweg sichtbar sind. / Každá lidská stopa je viditelná po desetiletí; proto je na pampu vstup zakázán.

SCHUTZ DER PAMPA

Umgang mit dem Erbe

Von natürlicher Zerstörung blieben die Bodenzeichnungen über die Jahrhunderte hinweg nahezu verschont. Erst in der jüngeren Vergangenheit sind sie durch Massentourismus, Umweltverschmutzung und archäologischen Raubbau bedroht. Das Bewusstsein dafür, ein einzigartiges und unwiederbringliches Erbe schützen zu müssen, ist aufgrund extremer Armut bei den Bewohnern der Region um Nasca nicht oder nur in Anfängen vorhanden. Grabräuberei gilt als lukratives Geschäft und geplünderte Gräber und Knochenfelder gehören ins Alltagsbild. Jahrzehntlang durchquerten Besucher die Wüste zu Fuß oder mit Fahrzeugen, das Militär nutzte das Gelände für Manöver und die Panamericana, als Hauptverkehrsader, verläuft auf einer Nascalinie quer durch die Pampa. Auf diese Art und Weise wurden ganze Linien und Teile von Figuren und Flächen für immer zerstört.

Heutzutage ist das Betreten der Pampa bei Strafe verboten, denn jedes Fahrzeug, jeder Fußabdruck hinterlässt Spuren, die über Jahrzehnte hinweg sichtbar bleiben oder überhaupt niemals mehr vollständig verschwinden. Maria Reiche, die ihr Leben und Wirken der Erforschung der Linien und Figuren von Nasca widmete, setzte sich ihr Leben lang für den Erhalt und die Bewahrung dieses wertvollen Kulturerbes ein. Ihrem Engagement ist es zu verdanken, dass die Pampa von Nasca und Palpa im Dezember 1994 als Weltkulturerbe unter den Schutz der UNESCO gestellt wurde.

OCHRANA PAMPY

Zacházení s kulturním dědictvím

Geoglyfy a linie byly během staletí téměř ušetřeny přirodních katastrof a zničení. Až v nedávné minulosti a nyní jsou ohroženy masovou turistikou, vandalismem, znečištěním životního prostředí a archeologickým drancováním. Uvědomení si potřeb y ochrany jedinečného a nenahraditelného kulturního dědictví je zásadní pro jejich zachování, ničení je způsobeno extrémní chudobou mezi obyvateli regionu Nasca a neznalostí. Vykrádání archeologických lokalit je považováno za lukrativní obchod a vypleněné hroby a poházené zbytky z hrobů jsou součástí každodenního života. Desetiletí se cestovalo pouští pěšky nebo vozidly, armáda využívala terén pro manévry a dálnice Panamericana vede jako hlavní dopravní tepna přímo přes pampy. Tímto způsobem byly celé linie a části geoglyfů navždy zničeny.

V současné době je vstup na pampy pod trestem zakázán. Každé vozidlo, každý vstup osob zanechává stopy, které zůstávají viditelné po celá desetiletí. Maria Reiche, která věnovala svůj život a práci při zkoumání linií a kreseb v okolí Nasky, se zabývala též zachranou a zachováním tohoto vzácného kulturního dědictví. Díky jejímu odhodlání byla pampa Nasca a Palpa v prosinci 1994 zařazena na seznam světového kulturního dědictví UNESCO. I přesto pokračuje destrukce oblasti vlivem turistiky a vandalství, které je doprovázeno též znečištěním životního prostředí.

„Mit meinen Vorträgen möchte ich den Touristen etwas bieten, vor allem ihre Neugier stillen. Damit hoffe ich, die Wüstenzeichen vor weiterer Zerstörung zu schützen, denn die Pampa ist eben ein Touristenziel geworden.“

„S mými přednáškami bych ráda něco nabídla turistům, obzvláště bych ráda utišila jejich zvědavost. Tím doufám, že chráním poušť před dalším zničením, jelikož se pampa stala turistickou destinací.“

Maria Reiche

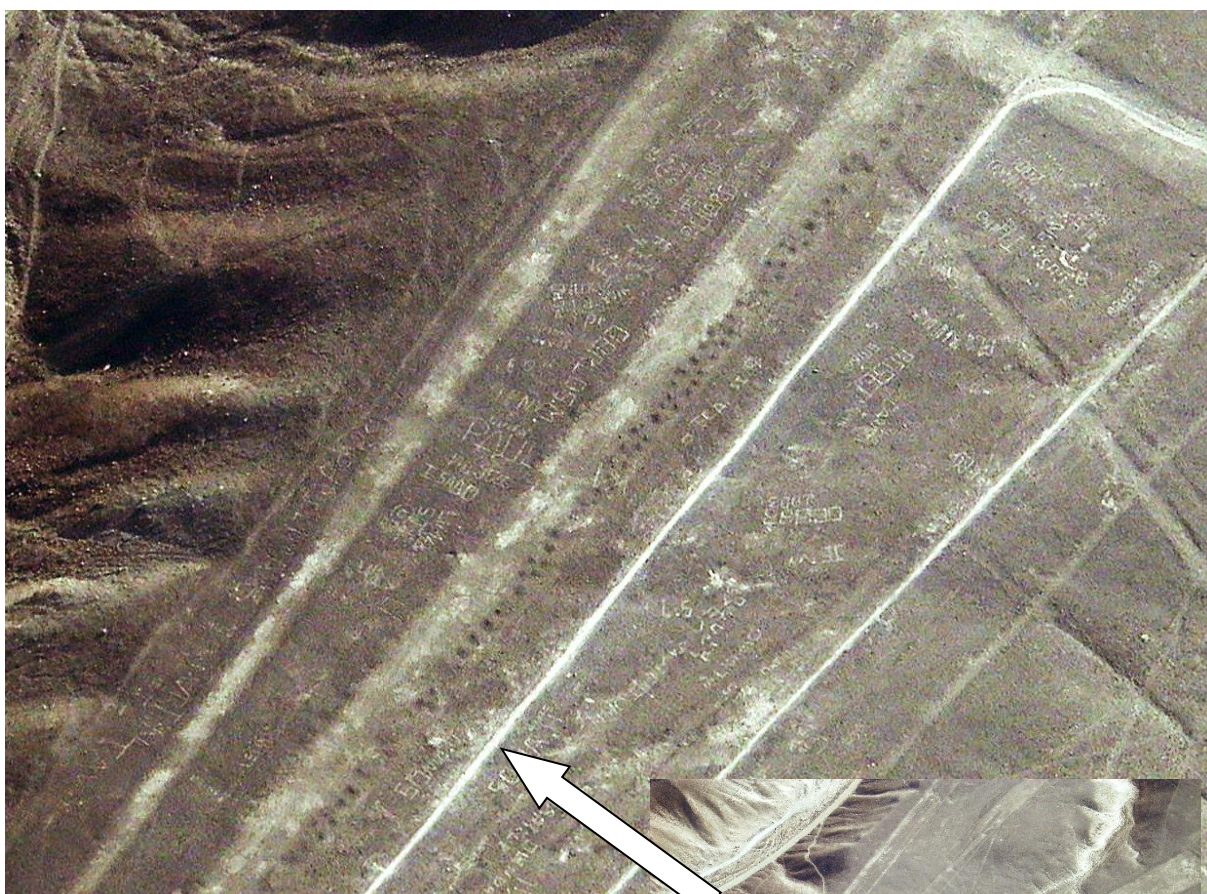
Abbildungen / obrázky:



1. Maria Reiche (rechts) an der Seite ihrer Schwester Renate (links) bei der Festveranstaltung in Nasca anlässlich der Weltkulturerbe-Anerkennung. / Maria Reiche (vpravo) se sestrou Renate (vlevo) na oslavě v Nasce při příležitosti uznání oblasti za světové kulturního dědictví.



2. Durch den Bau der Panamericana wurde die Figur des Leguans fast völlig zerstört, Linien und Flächen sind unterbrochen und beschädigt. / Při stavbě dálnice Panamericana byl geoglyf leguána téměř úplně zničen, linie a plochy byly přerušeny a poškozeny. V současné době byl geoglyf leguán restaurován.



3. Pampa-Zerstörung durch Touristen und Vandalen. / Ničení pampy turisty i vandaly.



4. Der Verkauf von Artefakten und Grabbeigaben ist für die oft am Existenzminimum lebende Bevölkerung ein lukratives Geschäft. / Prodej artefaktů a pohřebních předmětů je lukrativní činností pro obyvatelstvo, které často žije na hranici životního minima.



5. Fahrzeugspuren richten in der Pampa extremen Schaden an und vernichteten bereits große Teile der Linien und Figuren für immer. / . Vozidla v Pampě způsobují extrémní škody a již navždy zničily velké části linií a kreseb.

DER MYTHOS NASCA - THEORIEN

Das Rätsel in der Wüste

Der Mythos, der die Linien und Figuren von Nasca umgibt, ist ebenso faszinierend wie die Zeichnungen selbst. Schriftliche Dokumente oder mündliche Überlieferungen, die Licht in das Dunkel bringen könnten, existieren nicht. Bis heute ist es ein Rätsel, weshalb und wie die Menschen der Nasca-Kultur ein Monument schaffen konnten, das in seiner Gesamtheit nur aus der Luft zu betrachten ist. Dies ist wohl auch der Grund, weshalb sich bis heute so zahlreiche Theorien um den Mythos von Nasca ranken.

Ausgewählte Theorien:

Mejia Xesspe (Peru), der die Linien 1926 entdeckte, hielt sie für ‚ceques‘, religiös-zeremonielle Straßen.

Paul Kosok (USA) stellte 1941 die Theorie auf, dass die Linien und Geoglyphen von Nasca das größte Astronomiebuch der Welt seien.

Maria Reiche (Deutschland) folgte dieser Theorie.

Alexander von Breunig (Deutschland) sah in den Linien eine riesige Sportanlage für Wettkämpfe.

William H. Isbell (USA) interpretierte die Anlage der Geoglyphen als Beschäftigungs- bzw. Arbeitstherapie.

Henri Stierlein (Schweiz) sieht in den Linien die verbliebenen Spuren gigantischer Webketten.

Jim Woodman (USA) stellte die Hypothese auf, dass die Nascas mit einem Heißluftballon über die Scharrbilder geflogen sein könnten.

Anthony Aveni (USA) kam zu dem Schluss, dass die Zeichnungen nicht mit nur einer Theorie zu erklären seien, sondern mehrere Aspekte, wie Religion, Kulthandlungen, Astronomie und Wasser eine Rolle gespielt haben könnten.

David Johnson (USA) vermutet, dass die Zeichnungen unterirdische Wasseradern markieren.

Markus Reindl (Deutschland) misst den Zeichnungen vordergründig eine religiös-zeremonielle Bedeutung bei.

Erich von Däniken (Schweiz) behauptet, die Linien und Flächen seien eindeutig in Verbindung mit Außerirdischen zu sehen.

Jiří Sonnek (Tschechien) Die Linien und Flächen dienten als Arbeitsplätze zur Herstellung langer Seile. Die Figuren stellen die "Logos" von Firmen dar, die diese Seile produzierten.

MÝTUS NASCA - TEORIE

Hádanka v poušti

Mýtus, který obklopuje linie a kresby v Nasce je stejně fascinující jako samotné geoglyfy. Neexistují písemné dokumenty nebo ústní tradice, které by mohly přinést důležité informace o jejich využívání. V současnosti je stále tajemstvím, proč a jak mohli lidé z kultury Nazca (ani to není jisté) vytvořit objekty, které lze v plném rozsahu pozorovat pouze ze vzduchu. To je pravděpodobně důvod, proč existuje ohledně geoglyfů v Nasce tolik teorií. K žádné však nemáme důkazy.

Vybrané teorie:

Mejia Xesspe (Peru), který objevil linie v roce 1926, je považoval za "ceques", náboženské slavnostní ulice.

Paul Kosok (USA) v roce 1941 přednesl teorii, že linie a geoglyfy Nasky byly největší astronomickou „knihou“ na světě.

Maria Reiche (Německo) následovala teorii o astronomii.

Alexander von Breunig (Německo) vidí v liniích obrovské sportovní zařízení pro soutěže.

William H. Isbell (USA) interpretoval geoglyfy a linie jako pracovní terapii.

Henri Stierlein (Švýcarsko) vidí v liniích zbývající stopy osnů gigantických tkacovských stavů.

Jim Woodman (USA) předpokládal, že nazkánci by mohli létat nad obrazci pomocí horkovzdušného balónu či draků.

Anthony Aveni (USA) dospěl k závěru, že kresby nemohou být vysvětleny pouze jednou teorií, ale některé aspekty, jako jsou náboženství, kult, astronomie a voda by mohly být věrohodné.

David Johnson (USA) předpokládá, že kresby označují podzemní vodní zdroje.

Markus Reindl (Německo) přikládá geoglyfům nábožensko-ceremoniální význam.

Erich von Däniken (Švýcarsko) tvrdí, že linie a kresby jsou jasně spjaté s mimozemšťany.

Jiří Sonnek (Česká republika) Linie a plochy označovaly pracovní místa, kde se vyráběly dlouhé provazy. Ostatní obrazce lidí a zvířat považuje za „loga“ firem, jež provazy zhotovovaly.

Abbildungen / obrázky:



1. Paul Kosok nannte die Pampa von Nasca „das größte Astronomiebuch der Welt“, als er zur Wintersonnenwende am 21. Juni 1941 zufällig die Beobachtung machte, dass eine der langen Linien fast exakt in Richtung des Sonnenuntergangs zeigte. / Paul Kosok nazval Pampu Nasky „největší astronomickou knihou na světě“, když náhodou učinil pozorování, že jedna z dlouhých linií téměř přesně ukázala na západ Slunce v době slunovratu.



2. Maria Reiche bei einem Besuch des Schamanen in der Pampa. Vermutlich haben auch die Menschen der Nasca-Kultur die Pampa für derartige Riten oder Zeremonien genutzt. / Maria Reiche během návštěvy šamanů v pampě. Lidé z kultury Nazka pravděpodobně používali pampu k rituálům nebo ceremoniím.

DIE ASTRONOMISCHE THEORIE VON M. REICHE UND P. KOSOK

Die astronomische Theorie

Eine der Haupttheorien zu den Linien und Figuren in der Pampa von Nasca wurde durch den amerikanischen Historiker und Archäologen Dr. Paul Kosok begründet. Als er zur Wintersonnenwende am 21. Juni 1941 zufällig die Beobachtung machte, dass eine der langen Linien nahezu exakt in Richtung des Sonnenuntergangs zeigte, kam er zu dem Schluss, dass die Pampa von Nasca das „größte Astronomiebuch der Welt“ sein könnte. Zweifelsohne spielte die Astronomie in vielen Kulturen des alten Peru eine zentrale Rolle. Möglicherweise reichte also das astronomische Wissen der Schamanen zur Nasca-Zeit aus, um aus der Beobachtung der Gestirne den jahreszeitlichen Wechsel, den Beginn von Aussaat und Ernte ableiten zu können oder sogar um Finsternisse vorherzusagen.

Maria Reiche setzte sich als erste mit der astronomischen Theorie auseinander und bezeichnete die Linien und Figuren als eine Kalenderanlage der Nascas. Sie stellte auch die Vermutung auf, dass die Figuren in der Pampa möglicherweise die Sternbilder der Nascas symbolisieren. So könnte nach ihrer Meinung z.B. der Affe dem Sternbild des Großen Wagens entsprochen haben, denn dieser erschien nur zur Zeit der Ernte am Horizont über der Pampa. Die nach unten geöffneten Hände des Affen symbolisieren somit das Einbringen der Ernte. Durch jahrzehntelange Vermessungen und Berechnungen versuchte Maria Reiche ihre Theorie zu untermauern und fand dabei eine Reihe von Linien, Flächen und Figuren mit astronomischem Bezug. Sie stellte auch fest, dass die Konstruktion der Figuren auf eine mögliche zeremonielle Begehung schließen lässt, was die vielen Keramikscherben, die sich überall in den Linien und Figuren finden, erklären würde.

Auf den Spuren Maria Reiches

Ein Ziel des Nasca-Projektes ist die Überprüfung der astronomischen Theorie Maria Reiches. Das heißt, es werden Zusammenhänge zwischen Linien bzw. Flächen in der Pampa und den Positionen von Sternen, Planeten, Sonne und Mond zur Nasca-Zeit untersucht. Dafür sind zwischen 2001 und 2016 im Rahmen von 10 studentischen Abschlussarbeiten mehrere Computerprogramme entwickelt worden, die es erlauben, die Azimute zu relevanten Sternen (mit einer Helligkeit < 2.0), sowie zu Sonne, Mond und Planeten in den

Zeitraum der Nasca- Kultur zurück zu rechnen. Als Programmiersprachen kamen hierbei C, C++ und Java zum Einsatz.

Erste Berechnungen mit diesen Programmen, basierend auf den Unterlagen und Beobachtungen von Maria Reiche sowie eigener GPS-Messungen ausgewählter langer Linien, ergaben eine sehr gute Übereinstimmung mit markanten Sternen (z. B. Sirius und Rigel) zur Nasca-Zeit. Eine Vielzahl von Linien weist in Richtung des Sonnenauf- oder Sonnenuntergangs zum Zeitpunkt der Winter- bzw. Sommersonnenwende. Eine endgültige Aussage zur Relevanz der astronomischen Theorie kann aber erst erfolgen, wenn alle Nascalinien digital erfasst, im NascaGIS gespeichert und mit den astronomischen Programmen getestet wurden.

ASTRONOMICKÁ TEORIE M. REICHE A P. KOSOKA

Astronomická teorie

Jedna z hlavních teorií o liniích a obrazcích na pampě Nasca byla vytvořena americkým historikem a archeologem Dr. Paul Kosokem. U příležitosti zimního slunovratu 21. června 1941 náhodně pozoroval, že jedna z dlouhých linií směřovala téměř přesně směrem k západu Slunce. Dospěl tak k závěru, že pampa Nasca může být „největší astronomickou knihou na světě“. Astronomie bezesporu hrála ústřední roli v mnoha kulturách starověkého Peru. Možná astronomická pozorování hvězd a Slunce či Měsíce šamany či kněžími v době kultury Nazca stačila na stanovení začátku agrotechnických lhůt (začátek výsevu a sklizně nebo dokonce předpověď zatmění, jako například Mayové či Egypťané).

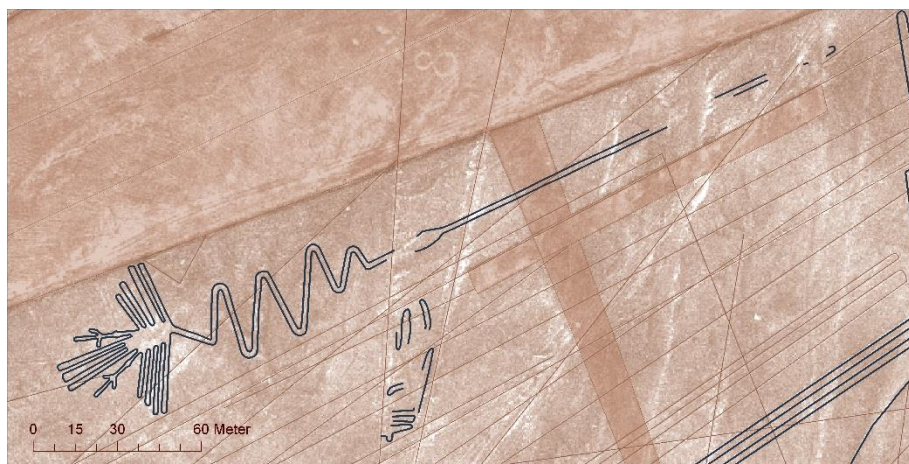
Maria Reiche se jako první do hloubky zabývala astronomickou teorií a popsala linie a obrazce jako kalendářní systém pro Naskance. Také navrhla, že některé obrazce v pampě symbolizují obrazy souhvězdí. Podle jejího názoru například opice byla souhvězdí Velkého vozu (to se objevuje nad pampou jen v době sklizně na obzoru). Otěvřené ruce opice symbolizují začátek sklizně. Během desetiletí výzkumů a výpočtů se Maria Reiche pokusila podpořit svou teorii a našla řadu linií, ploch a obrazců s astronomickým odkazem. Byla přesvědčena, že konstrukce linií naznačuje možné ceremoniální využití, které by vysvětlilo nálezy mnoha keramických střepů v liniích a obrazcích.

Po stopách Marie Reiche

Jedním z cílů projektu Naska je prozkoumání astronomické teorie Marie Reiche. To znamená prozkoumat spojení mezi liniemi v pampě a polohami hvězd, planet, Slunce a Měsíce v době kultury Nazca. Za tímto účelem bylo mezi lety 2001 a 2016 vytvořeno několik počítačových programů v rozsahu 10 studijních prací, které umožňují zpětné výpočty azimutů pro období kultury Nazca k relevantním hvězdám (s jasem <2,0m) a dále ke Slunci, Měsíci a planetám. Pro tvorbu programů byly použity programovací jazyky C, C++ a Java.

První výpočty s těmito programy založené na dokumentaci a pozorováních Marie Reiche, doplněné o vlastní GPS měření vybraných dlouhých linií ukázaly velmi dobrou shodu s vybranými výraznými hvězdami (například Sirius a Rigel) v době kultury Nazca. Velké množství linií směřuje k východu Slunce nebo západu Slunce v době zimního nebo letního slunovratu. Konečné tvrzení o správnosti astronomické teorie však nelze předeem učinit, dokud nebudou všechny linie digitálně zaznamenány, uloženy v NascaGIS a testovány astronomickými programy. Je jisté, že ne všechny linie mají významnou astronomickou orientaci, prozatím je astronomicky potvrzeno asi 10% linií.

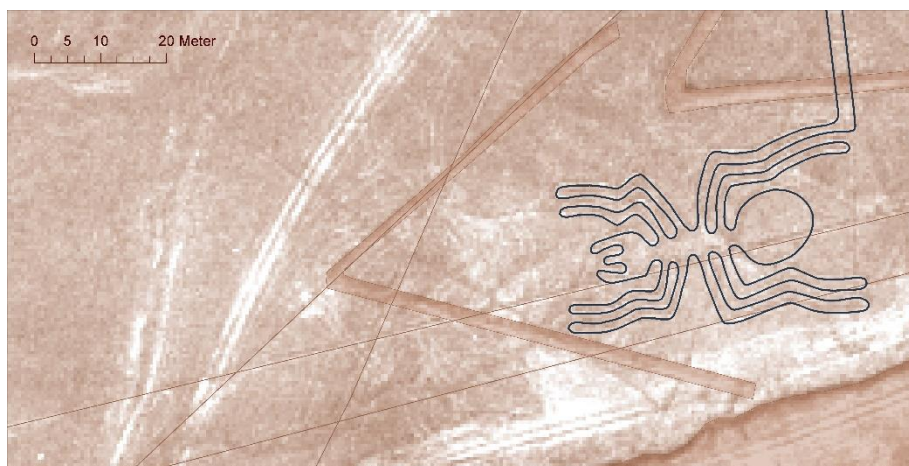
Abbildungen / obrázky:



1. Der Schnabel des Fischreihers (oft auch als Flamingo oder Schlangenhalsvogel bezeichnet) zeigt exakt in Richtung des Sonnenaufgangs zur Wintersonnenwende während der Nasca-Zeit. / Zobák geoglyfu volavka (často označovaný jako také jako plameňák) ukazuje přesně směr východu Slunce v době zimního slunovratu během období kultury Nazka.



2. Zwei der Linien, die durch den Condor (eigentlich Chaucato) verlaufen, zeigen exakt auch den Sonnenuntergang zur Winter- bzw. Sommersonnenwende. / Dvě linie, které procházejí geoglyfem kondor (též Chaucato, což je malý ptáček, ale s obdobným ocasem, nepodobným kondorovi), také ukazují přesně západ Slunce za zimního nebo letního slunovratu.



3. Die Linie durch die Spinne zeigt ungefähr um 100 v. Chr. auf den Untergang des Sterns Rigel im Sternbild Orion. / Línie jdoucí přes geoglyf pavouka ukazujev období asi 100 n.l. na západ hvězdy Rigel v souhvězdí Orion.

DIE PAMPA VON PALPA - PAMPA PALPA

REICH DER GÖTTER UND DÄMONEN

Etwa 40 Kilometer nördlich von Nasca liegt das kleine Städtchen Palpa, in dessen unmittelbarer Umgebung sich die Pampa von Palpa befindet. Diese weist gegenüber der Pampa von Nasca eine etwas andere geomorphologische Beschaffenheit auf. Erosionsrinnen haben das Land tief zerklüftet. Die Hänge des Palpa-Tales sind sehr viel steiler und bieten kaum Möglichkeiten für die Anlage von Geoglyphen. Dennoch befinden sich auf den mitunter sehr schmalen Hügelkuppen einzelne Figuren sowie Linien, Dreiecke und Trapeze aus der Mittleren Nasca-Periode.

Bemerkenswert sind die älteren, aus der Späten Paracas- (400 – 200 v. Chr.) und Frühen Nasca-Periode (200 v. Chr. – 0) stammenden Figuren an den Bergflanken. Sie stellen hauptsächlich menschen- oder tiergestaltige mythische Wesen dar, die Vermutlich Gottheiten symbolisieren. Man findet vergleichbare Darstellungen auch auf Textilien und Keramiken sowie als Petroglyphen (Felszeichnungen). Typisch für diese menschengestaltigen Figuren sind hutartige Kopfbedeckungen, bzw. "Strahlenkronen" oder schlangenartige Haarsträhnen, an deren Enden mitunter Trophäenköpfe hängen. In den Händen halten sie teilweise „Stöcke“, vergleichbar den Zeremonienstäben der Priester. Es könnte sich dabei aber auch um Schäfte des San-Pedro-Kaktus handeln, der hier überall in der Wüste zu finden ist und der wegen seiner stark halluzinogenen Wirkung von Priestern und Schamanen für kultische Handlungen verwendet wurde.

ŘÍŠE BOHŮ A DÉMONŮ

Asi 40 kilometrů severně od Nasky je malé městečko Palpa, u kterého je v bezprostřední blízkosti pampa Palpa. To má poněkud jiný geomorfologický charakter ve srovnání s pampou Nasca. Eroze způsobila, že země byla hluboce rozryta, svahy údolí Palpy jsou mnohem strmější a nenabízejí téměř žádné možnosti plošné tvorby geoglyfů. Přesto zde na někdy velmi úzkých kopcích či na plochých, jakoby upravených temenech pahorků existují jednotlivé postavy, linie, trojúhelníky a lichoběžníky z období zejména střední kultury Nazca.

Pozoruhodné jsou výrazně historicky starší postavy z pozdní kultury Paracas (400-200 př. n. l.) a raného období Nazca (200 př. n. l.-0) na horských úbočích. Představují převážně lidské nebo zvířecí mytické bytosti, které symbolizují pravděpodobně bohy. Podobné reprezentace lze nalézt také na textiliích a keramice, stejně jako na petroglyfech (skalních kresbách a rytinách), původem z kultury Paracas. Z toho vyplývá, že geoglyfy tvořili pouze nazkánci. Typické pro tyto lidské postavy jsou kloboučkovité kryty hlavy nebo "korunky paprsků" či hadovité prameny vlasů, na jejichž konci někdy visí trofejní hlavy. Ve svých rukou částečně drží „hole“, srovnatelné s ceremoniální výbavou kněží. Mohly by to být také části kaktusu San Pedro, které se nacházejí všude v poušti a používaly se pro kultovní účely kvůli silnému halucinogennímu účinku kněžími a šamany.

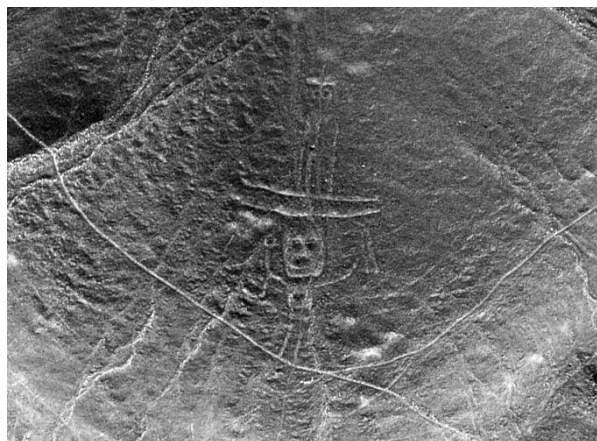
Abbildungen / obrázky:



1. Auf den Bergplateaus in der Palpa-Region befinden sich oft Trapeze und Dreiecke, sowie mitunter kleinere Figuren. / Na horských plošinách v regionu Palpa jsou často trapézové a trojúhelníkové plochy, na úbočích někdy menší postavy.



2. Der San Pedro Kaktus ist häufig in der Pampa anzutreffen. / Kaktus San Pedro se často nachází na pampě



3. Götterfigur oder menschliches Wesen in der Pampa? Meist sind solche Darstellungen an Berghängen zu finden. / Božská postava nebo lidská bytost na pampě? Taková kresby se obvykle nacházejí na horských svazích.



4. Die sogenannte Paracas-Familie zeigt eine ganze Gruppe von Darstellungen menschlicher Wesen. / Takzvaná rodina Paracas ukazuje celou skupinu zastoupenou asi lidmi.

PALPA – PETROGLYPHEN

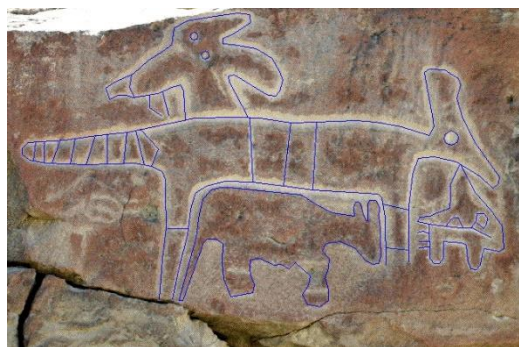
Eine weitere Besonderheit der Region rund um Palpa ist die auffällige Häufung von Petroglyphen (Felszeichnungen). Auch hier handelt es sich bei den Motiven vorrangig um menschen- und tiergestaltige mythische Wesen bzw. abstrakte Darstellungen. Dem Stil nach zu urteilen, entstanden sie hauptsächlich in der Späten Paracas- und in der Frühen Nascazeit. Während der Messkampagne 2004 wurden rund 60 verschiedene Petroglyphen im Gebiet der Pampa von Palpa (in Chichictara und Santa Cruz) photogrammetrisch aufgenommen und anschließend sowohl an der TU Prag, als auch an der HTW Dresden entzerrt und digitalisiert. Im Ergebnis entstanden eine Internet- und eine WebGIS-Applikation sowie ein Katalog aller Petroglyphen.



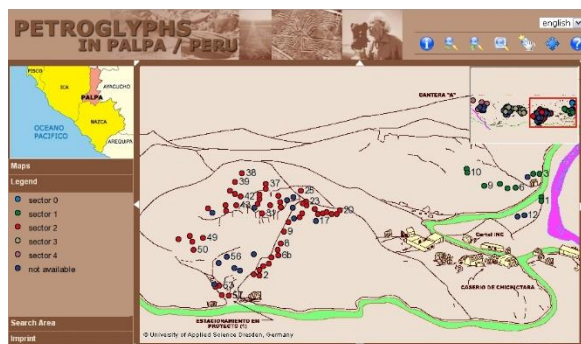
PALPA - PETROGLYFY

Dalším zvláštním rysem regionu kolem Palpy je nápadná akumulace petroglýfů. I zde jsou motivy předešlých lidské a zvířecí mytické bytosti a abstraktní reprezentace. Podle stylu vznikaly předešlé v době pozdní kultury Paracas a rané kultury Nazca. Během kampaně v roce 2004 bylo fotogrammetricky dokumentováno přibližně 60 různých petroglýfů v oblasti pampa Palpa (v Chichictara a Santa Cruz). Data byla následně rektifikována a digitalizována na ČVUT v Praze, FSv a HTW Dresden. Na základě měření byla vytvořena internetová aplikace a aplikace WebGIS a dále katalog všech petroglýfů.

Abbildungen / obrázky:

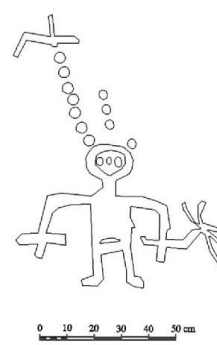


1. Die photogrammetrische Aufnahme der Felszeichnungen erfolgte jeweils zwei Mal vom selben Standpunkt aus; einmal ohne und einmal mit Maßstab zur Entzerrung. / Fotogrammetrická dokumentace skalních kreseb se uskutečnila dvakrát ze stejného pohledu; jednou bez a jednou s měřítkem pro překreslení do podoby plánu.
2. Entzerrung und Digitalisierung der Darstellung. / Pekreslení a digitalizace kresby.



3. WebGIS-Applikation zu den Petroglyphen von Chichictara (HTW Dresden). / WebGIS aplikace a vyhodnocení petroglýfů z Chichictary (HTW Dresden).

4. Die menschenähnlichen Wesen auf diesem Felsbrocken in der Pampa sollen die „Etappen des Lebens“ symbolisieren. / Lidské bytosti na tomto balvanu v Pampě symbolizují snad „etapy života“.



5. Die photogrammetrische Aufnahme, das Orthophoto und die Vektorauswertung (FSv: <http://fgm.fsv.cvut.cz/>) / Fotogrammetrický snímek, ortofoto a vektorové vyhodnocení (FSv: <http://fgm.fsv.cvut.cz/>)

DAS FORSCHUNGSPROJEKT NASCA - VÝZKUMNÝ PROJEKT NASCA

DIE VERMESSUNGSARBEITEN

Um die Bodenzeichnungen in digitaler Form erhalten zu können, müssen sie zunächst geometrisch erfasst werden. Angesichts der Größe und eingeschränkten Zugänglichkeit des Gebietes sind Messverfahren, wie Tachymetrie oder GPS-Messungen, für die Vektordatenerfassung nicht sinnvoll.

Zu Beginn des Projektes standen andere Möglichkeiten allerdings noch nicht zur Verfügung, so dass die ersten Figuren 1996 tachymetrisch erfasst wurden. Eine effektivere Methode zur Vektordatenerfassung ist die photogrammetrische Auswertung von Luft- und Satellitenbildern. Dies setzt jedoch eine Georeferenzierung der Bilder voraus. Hierfür sind Passpunkte erforderlich, die vor Ort bestimmt werden mussten. Insgesamt fünf GPS-Messkampagnen widmeten sich bislang diesem Ziel, wovon drei gemeinsam mit der TU Prag realisiert wurden. Die Kampagnen wurden gerätetechnisch von der Firma Leica Geosystems (in Peru: Química Suiza) unterstützt (HTW Dresden), die TU Prag benutzte Trimble Geräte.

Die gesamte Passpunktmessung basiert auf einem 2004 angelegten Festpunktfeld, welches aus zwei Basisreferenzstationen (in Nasca und Palpa) sowie sieben Festpunkten entlang der Panamericana besteht. Die Referenzstationen wurden an die GPS-Permanentstationen in Lima und Arequipa/Peru, Bogota/Kolumbien sowie Santiago de Chile angehängt. Aufbauend auf diesem Festpunktfeld konnten im Laufe der Jahre etwa 2500 Punkte mittels DGPS (Differential Global Positioning System) bestimmt werden.

MĚŘICKÉ PRÁCE

Aby bylo možné získat půdorysné plány geoglyfů v digitální podobě, musí být nejprve geodeticky zaměřeny. Vzhledem k velikosti a omezené dostupnosti oblasti pampy nejsou vždy klasické měřicí metody (tachymetrické nebo GPS) použitelné pro získávání vektorových dat.

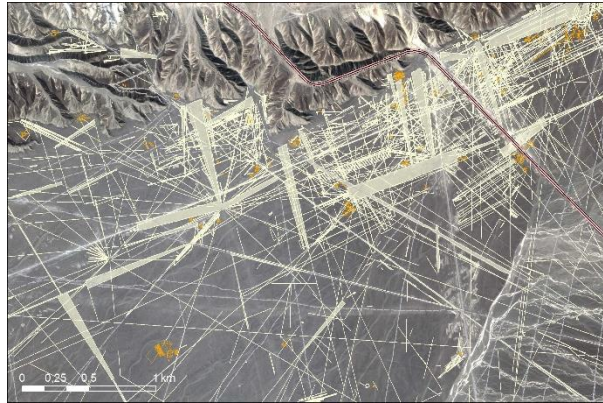
Na začátku projektu však ještě nebyly k dispozici další možnosti a data, takže první údaje byly v roce 1996 získávány klasicky tachymetrií. Účinnější metodou pro plošné a rozsáhlé získávání vektorových dat je fotogrammetrické vyhodnocení leteckých a družicových snímků. To však vyžaduje georeferencování obrazových dat. K tomu se užívají vlíčovací body – geodeticky změřené jednoznačně na snímcích definovatelné body. Na jejich určení bylo věnováno celkem pět GPS měřických kampaní, z nichž tři byly realizovány společně s ČVUT v Praze. Kampaně byly podpořeny společností Leica Geosystems (v Peru: Química Suiza) a přístroji Trimble z ČVUT.

Celé měření nových vlíčovacích bodů vychází z pole pevných bodů, zaměřených v roce 2004, skládajících se ze dvou základních referenčních stanic (v Nasce a Palpě) a sedmi pevných bodů podél dálnice Panamericana. Referenční stanice byly napojeny na trvalé stanice GPS v Limě a Arequipě (Peru), Bogotě (v Kolumbii) a v Santiagu de Chile. Na základě tohoto účelového základního bodového pole s bylo možné v průběhu let určit přibližně 2500 bodů pomocí DGPS (Differential Global Positioning System).

Abbildungen / obrázky:



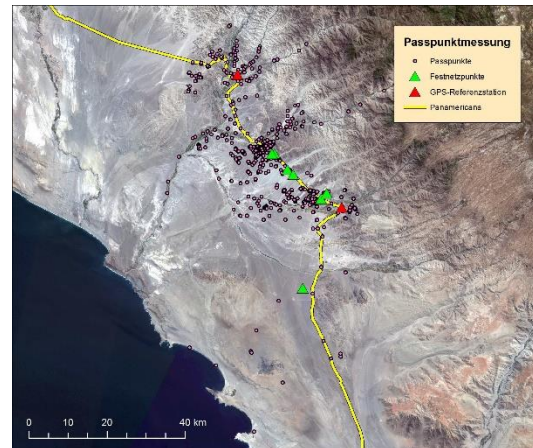
1. Während der Messkampagne 1996 wurden neun Figuren tachymetrisch aufgenommen. / Během měřicí kampaně v roce 1996 bylo zaměřeno tachymetricky devět geoglyfů.



2. In Anbetracht der Größe des Gebietes und der Fülle an Bodenzeichnungen ist diese Methode nicht praktikabel. / Vzhledem k velikosti plochy a množství geoglyfů není tato metoda praktická.



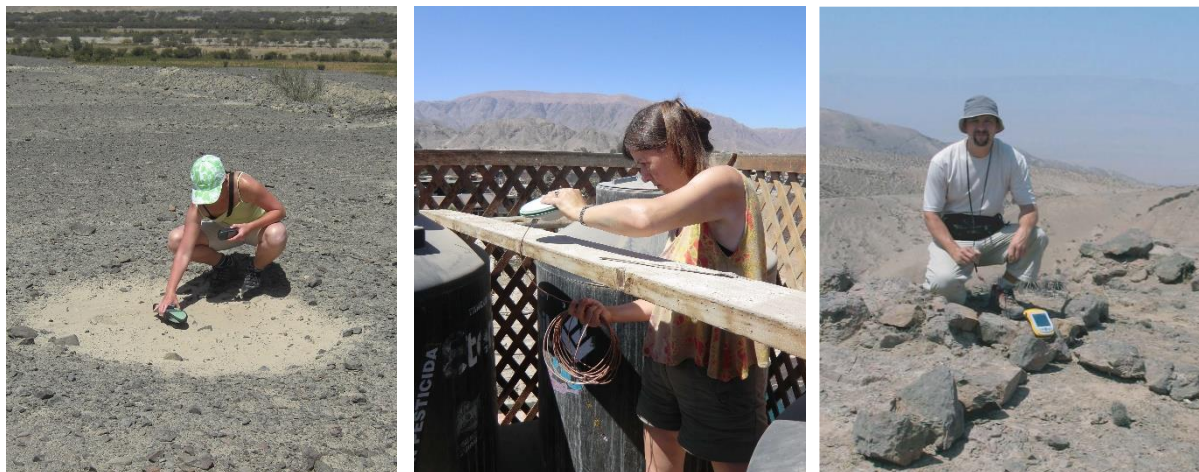
3. GPS-Messung am Rande der Pampa in der Figur des Webstuhls. / GPS měření na okraji pampy na geoglyfu s názvem tkalcovský stav.



4. Basierend auf dem Festpunktfeld wurden in mehreren GPS-Messkampagnen insgesamt ca. 2500 Passpunkte für die Aerotriangulation der Luftbilder, die Georeferenzierung der Satellitenbilder und die Entzerrung von Fotos aus dem Flugzeug bestimmt. / Na základě pole vlícovacích bodů bylo v několika měřících kampaních GPS určeno přibližně 2500 vlícovacích bodů, které byly následně využity pro aerotriangulaci leteckých snímků, georeferencování družicových dat a překreslení fotografií z letadla.



5. Mittels DGPS (Differential Global Positioning System) wurden allein im Jahr 2004 rund 2000 Punkte vermessen. Dabei diente jeweils ein Punkt des Festpunktfeldes als Referenzstation (Abb. rechts), während vier bis fünf Messtrupps mit Rover (Abb. links) die Punkte im Gelände aufnahmen. Über Funk empfingen die Rover Korrekturdaten von der Referenzstation. / Pomocí DGPS (Differential Global Positioning System) se v roce 2004 zaměřilo přibližně 2000 bodů. Jeden bod základního pole sloužil vždy jako referenční staniční bod (obrázek vpravo), zatímco čtyři až pět měřických skupin s přístroji typu rover (obrázek vlevo) měřily body v terénu. Přes radiomodem dostává přístroj typu rover korekční údaje z referenční stanice pro zpřesnění měření.



6. In den Folgejahren dienten die Festpunkte in Nasca (Abb. Mitte) bzw. Palpa als Referenzstation und 1-2 Messtrupps waren mit Rover im Gelände im Einsatz (Abb. links und rechts). Die Berechnung der endgültigen Koordinaten erfolgte jeweils im Anschluss an die Messung (sogenanntes Postprocessing). Insgesamt wurden auf diese Weise rund 500 Punkte auf einem Territorium von ca. 45 km x 45 km bestimmt. / . V následujících letech byly jako referenční použity body z referenčních stanic Nasca (centrum) a Palpa; v terénu (vlevo a vpravo) se pohybovaly 1-2 měřické skupiny s přístroji typu rover. Výpočet konečných souřadnic se uskutečnil po měření (tzv. postprocessingem). Celkově bylo zaměřeno přibližně 500 bodů na území cca 45 km x 45 km.

PHOTOGRAMMETRISCHE AUSWERTUNG

Luftbildauswertung

Vom Zentralgebiet der Pampa von Nasca liegen 179 s/w-Luftbilder 1:10.000 mit einer Längs- und Querüberdeckung von je 60% vor. Die Bilder stammen von einer Befliegung aus dem Jahre 1998, durchgeführt von der Firma Horizon unter Verwendung der Kamera RMK A15/23 der Firma Zeiss. Die analogen Bilder, welche an der ETH Zürich liegen und dem Projekt leihweise zur Verfügung standen, wurden mit einer Auflösung von 20 μm gescannt. Unter Verwendung der im Jahre 2004 gemessenen Konturenpasspunkte konnte zunächst eine sogenannte Aerotriangulation der Luftbilder durchgeführt werden. Anschließend erfolgte die Generierung eines Digitalen Geländemodells (DGM) und darauf basierend konnte ein Orthophotomosaik mit einer Auflösung von 25 cm berechnet werden, welches als Grundlage für die Digitalisierung der Linien und Figuren in der Pampa von Nasca diente.

FOTOGRAMMETRICKÉ VYHODNOCENÍ

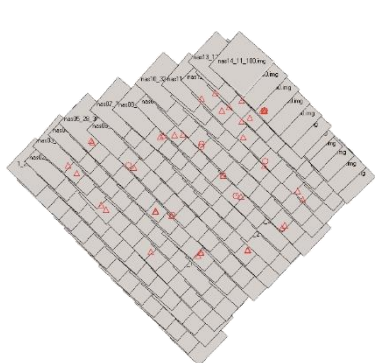
Vyhodnocení leteckých snímků

Z centrální oblasti pampy Nasca je 179 černobílých leteckých snímků v měřítku cca 1: 10 000 s podélným a příčným překrytem 60%. Snímky byly pořízeny v roce 1998 společností Horizons pomocí kamery RMK A15 / 23 firmy Zeiss. Analogové snímky, uložené na ETH Zürich, byly použity v rámci projektu NaskaGIS. Pro další zpracování byly napřed naskenovány s rozlišením 20 μm . Pomocí vlčicových bodů zaměřených v roce 2004 bylo možné provést takzvanou aerotriangulaci leteckých snímků, při které se mj. vypočtou přesné orientační prvky všech snímků, důležité pro další zpracování. Dále byl vytvořen digitální model terénu (DMT) a ortofoto s rozlišením 25 cm, které sloužilo jako základ pro digitalizaci linií a obrazců na pampě Nasca.

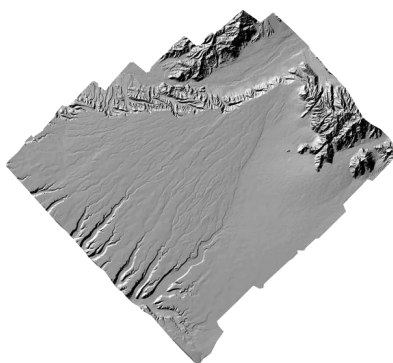
Abbildungen / obrázky:



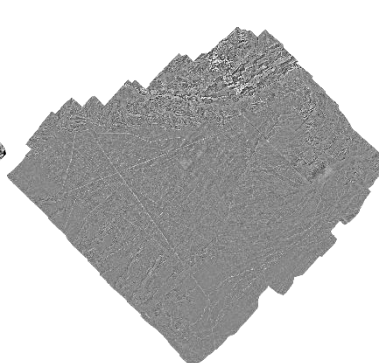
1. Luftbild aus dem Jahre 1998 aus einer Befliegung der Firma Horizons (© SLSA/Schweiz). / Letecký snímek z r. 1998 pořizený firmou Horizons (© SLSA/Švýcarsko).



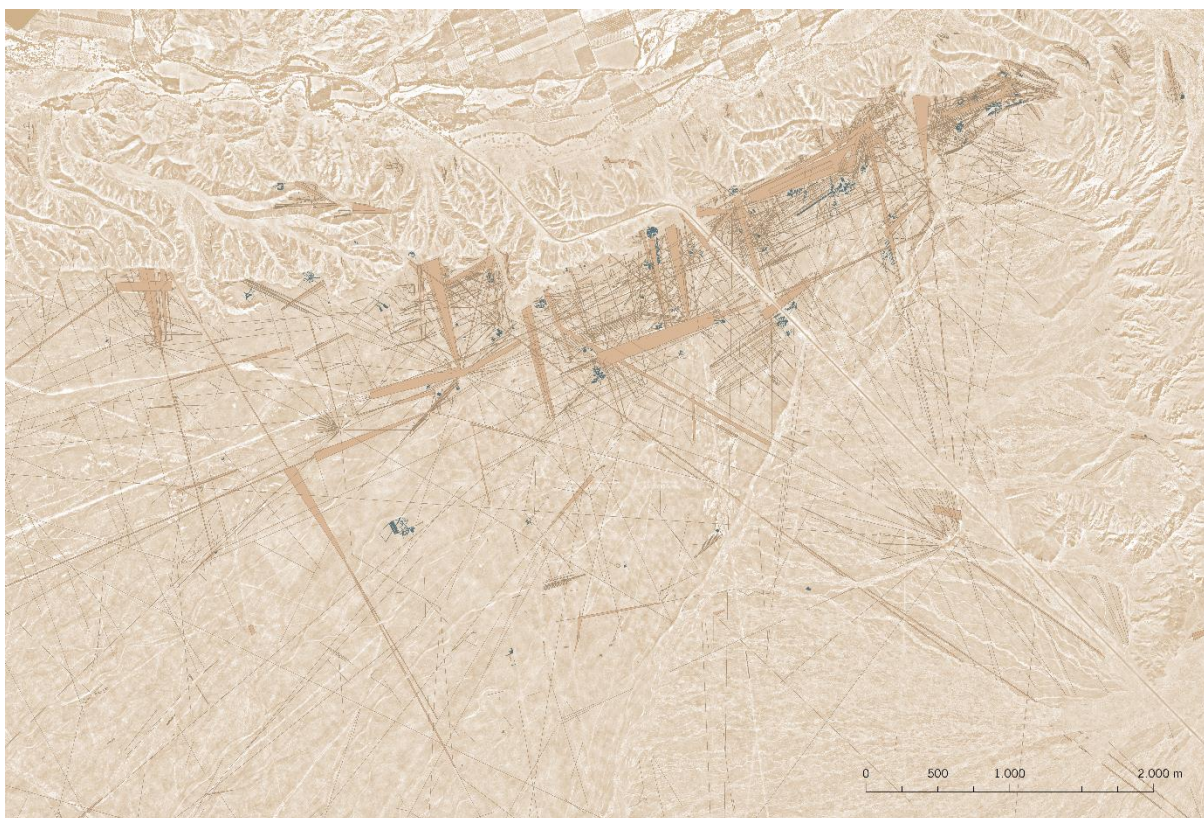
2. Aerotriangulation des Nasca-Blocks bestehend aus 179 Luftbildern inklusive der Passpunkte (in rot). / Aerotriangulace bloku Nasca ze 179 leteckých snímků včetně vlíčovacích bodů (červeně).



3. Digitales Geländemodell (DGM) aus den Luftbildern. / Digitální model terénu (DMT), vytvořený z leteckých snímků.



4. Orthophotomosaik als Grundlage für die Vektordatenerfassung im Zentralgebiet der Pampa von Nasca. / Ortofotomosaika jako předloha pro definování vektorových dat linií a obrázků pro centrální část pampy Nasca.



5. Orthophotomosaik mit digitalisierten Linien und Figuren. / Ortofoto s digitalizovanými liniemi a obrázky.

SATELLITENBILDAUSWERTUNG

Satellitenbilddaten

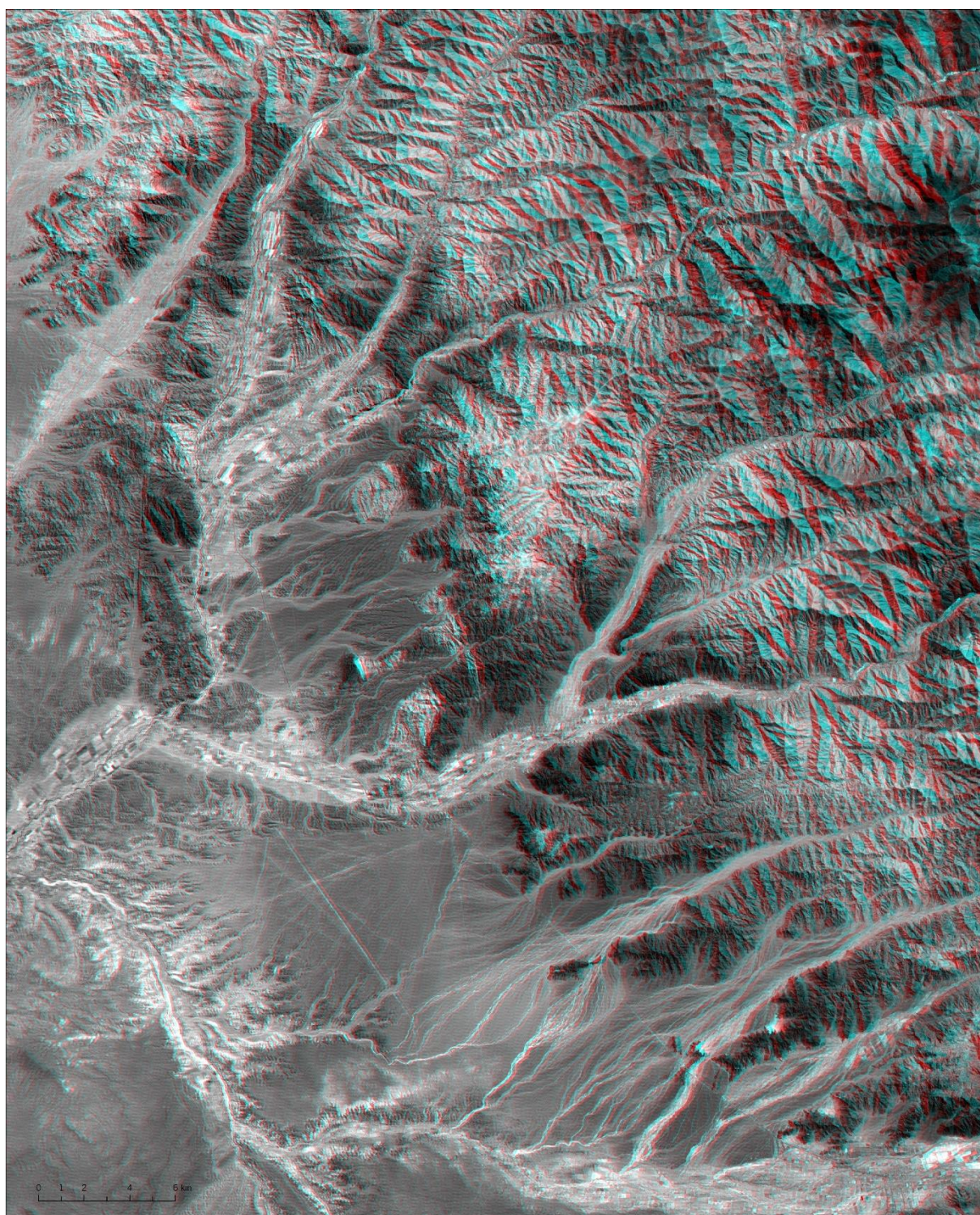
Mit der Verfügbarkeit von VHR- (very high resolution) Satellitenbildern ergaben sich völlig neue Möglichkeiten. 2003 stellte die GAF AG dem Projekt ein erstes Bild des Satelliten IKONOS kostenfrei zur Verfügung. IKONOS war der erste kommerzielle VHR- Satellit mit einer Bodenauf- lösung von rund 1m. Zwischen 2004 und 2011 konnten 18 weitere Szenen, bestehend aus 26 Kacheln, der VHR-Satelliten IKONOS, QuickBird, WorldView-2 und GeoEye-1 gekauft werden, so dass sich das Messgebiet sukzessive erweiterte. Die inzwischen im Nascaprojekt vorhandenen Satellitenbilddaten decken die gesamte Pampa von Nasca und Palpa ab, was einer Fläche von rund 45 km x 45 km entspricht. Mit Hilfe der gemessenen Passpunkte konnten alle Satellitenbilder georeferenziert, anschließend radiometrisch angepasst und mosaikiert werden. Das Satellitenbildmosaik diente anschließend als Grundlage für die Erfassung der Linien und Geoglyphen sowie aller anderen topographischen Objekte (Wege und Straßen, Siedlungen, etc.). Außerdem entstanden eine Reihe von Satellitenbildkarten in unterschiedlichen Maßstäben. Im Jahre 2007 kaufte die TU Prag zusätzlich ASTER-Stereodaten, mit einer Bodenauflösung von 15 m, zur Ableitung eines Digitalen Geländemodells (DGM) des gesamten Untersuchungsgebietes.

VYHODNOCENÍ DRUŽICOVÝCH DAT

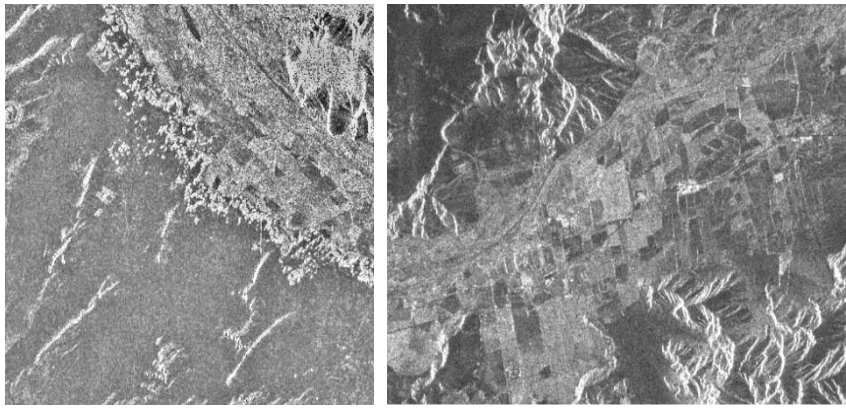
Družicová data

S dostupností družicových VHR dat (very high resolution - velmi vysoké rozlišení) se objevily zcela nové možnosti výzkumu. V roce 2003 společnost GAF AG (Německo) pro projekt bezplatně poskytla první snímek z družice IKONOS z oblasti Nasca. IKONOS byl první komerční družicí VHR s geometrickým rozlišením na zemském povrchu 1 m. Mezi léty 2004 a 2011 byla zakoupena další družicová data (18 dalších snímků sestávajících se z 26 dlaždic). Využity mimo IKONOS byly další družice VHR QuickBird, WorldView-2 a GeoEye-1, takže oblast měř ení se postupně rozšíř ila. Družicová data, které jsou v současnosti k dispozici v projektu Nasca, pokrývají celou oblast pampy Nasca a Palpa, což odpovídá ploše př ibližně 45 km x 45 km. Experimentálně byla využ ita i radarová data z družic Palsar a TerraSAR X. Data byla poř ízena postupně ve spolupráci HTW Dresden a ČVUT v Praze, FSV. S pomocí zaměř ených vlícovacích bodů byly všechny družicové snímky georeferencovány, ortorektifikovány, radiometricky upraveny a byly z nich vytvoř eny obrazové mozaiky. Ty následně sloužily jako podklad pro vyhodnocení linií a geoglyfů, ale i pro další dů ležité topografické objekty (cesty a silnice, osady atd.). Kromě toho bylo v různých variantách vytvoř eno několik družicových map se speciálním obsahem. V roce 2007 zakoupila ČVUT v Praze, FSV dodatečně družicová stereodata ze skeneru ASTER družice Terra s rozlišením na zemském povrchu 15 m pro odvození digitálního modelu terénu (DTM) celé oblasti zájmu.

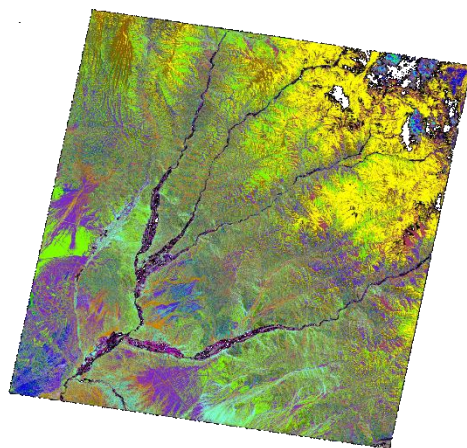
Abbildungen / obrázky:



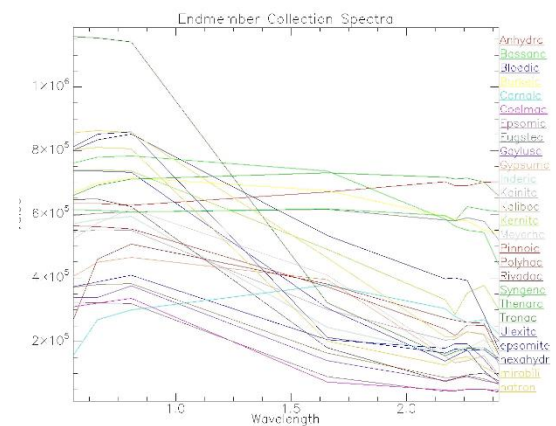
1. Anaglyphenbild der Pampa von Nasca und Palpa (Datenquelle: ASTER-Stereodaten). / Anaglyfický obraz pampy Nasca a Palpa (zdroj: ASTER-stereodata)



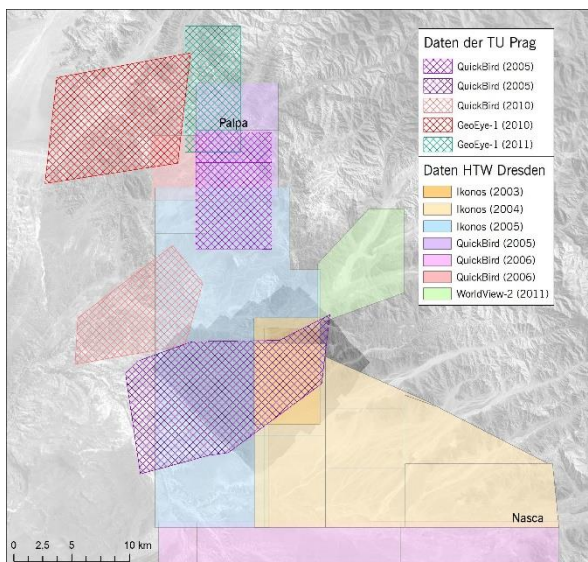
2. SAR Palsar – Chanquillo und Umgebung (links) und Sechin Alto (rechts). / SAR Palsar Chankillo a okolí, Sechin Alto (vpravo).



Legend:
Alkali Basalt,
Volcanic Tuff,
Basalt,
Basanite,
Dacite,
Rhyolite



3. ASTER - hyperspektrale Klassifizierung, Nasca und die Umgebung (Legende: Alkali Basalt, Volcanic Tuff, Basalt, Basanite, Dacite, Rhyolite). / ASTER hyperspektrální klasifikace, Nasca a okolí. (legenda: Alkali Basalt, Volcanic Tuff, Basalt, Basanite, Dacite, Rhyolite)



4. Übersicht aller im Nascaprojekt vorhandenen 18 Satellitenbildszenen (26 Kacheln). Die unterschiedlichen Farben entsprechen den einzelnen Bestellungen. / Zobrazení všech 18 družicových snímků (celkem 26 dlaždic) užitých v projektu Nasca. Různé barvy odpovídají jednotlivým snímkům.



5. Mosaik der Satellitenbilder (im Hintergrund: Sentinel-2 Satellitendaten) / Mozaika družicových dat (pozadí: družicová data z družice Sentinel-2).

DATENERFASSUNG

Geoglyphen von Nasca und Palpa BEZUGSSYSTEM

Ellipsoid: Internacional 1909

Datum: PSAD 56 (Peru)

Projektion: UTM Zone 18S

DATENQUELLE

Digitales Geländemodell: ASTER GDEM

Vektordaten: Nascaprojekt / Dresden

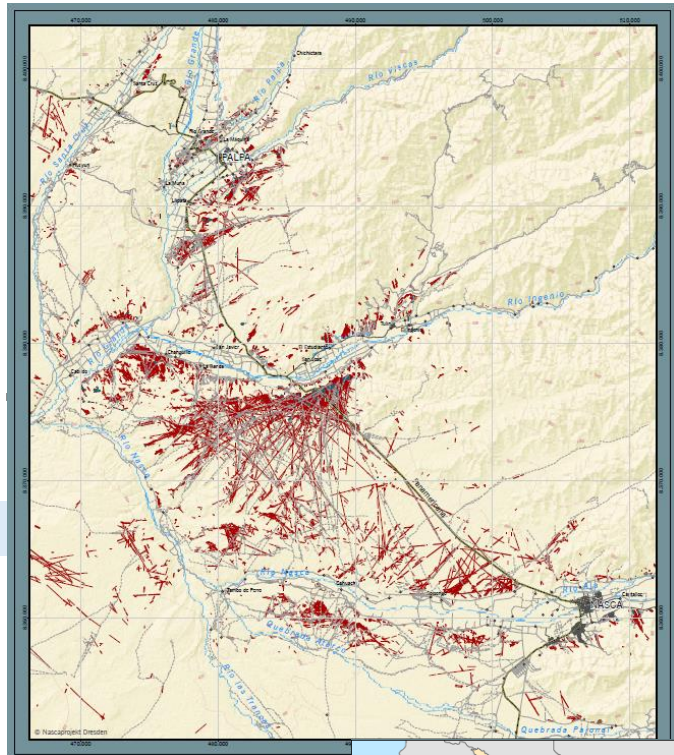
© Nascaprojekt Dresden

HTW Dresden, Fakultät für Geoinformation

Erstellt von: Christiane Richter, MSc (GIS)

Dresden, 05/2014

Maßstab 1: 60.000



SBĚR DAT

Mapa geoglyfů z oblasti Nasky a Palpy Geodetické údaje

Elipsoid: Internacional 1909

Datum: PSAD 56 (Peru)

Projekce: UTM Zone 18S

ZDROJ DAT

Digitální model: ASTER GDEM

Vektorová data: Nascaprojekt/Dresden

© Nascaprojekt Dresden

HTW Dresden, Fakultät für Geoinformation

Vytvořila: Christiane Richter, MSc (GIS)

Dresden, 05/2014

Meřítko 1: 60.000



1. Karte der Geoglyphen von Nasca und Palpa. / Mapa geoglyfů z oblasti Nasky a Palpy.

DATENERFASSUNG DER LINIEN UND FIGUREN DURCH DIGITALISIERUNG

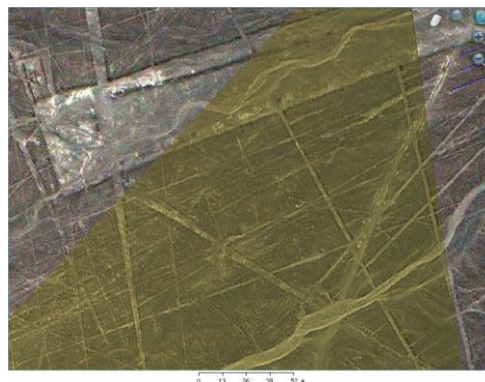
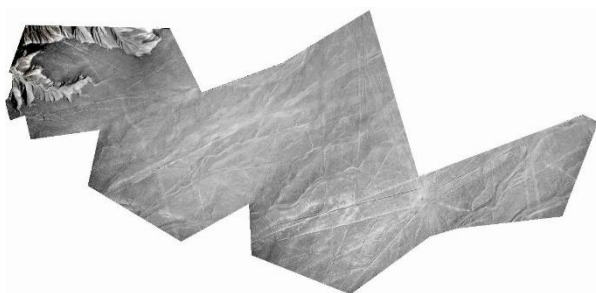
Nach der Fertigstellung der Bildmosaike konnte mit der Datenerfassung der Linien und Figuren begonnen werden. Da die ersten Bodenzeichnungen bereits vor über 2000 Jahren entstanden und sich die Zeichentätigkeit der Nascas über einen sehr langen Zeitraum erstreckte, sind viele Darstellungen nur noch schwach sichtbar, Bilder überlagern sich oder sind von Zerstörungen durch Erosionen, Grabräuber, Trampelpfade oder Fahrspuren betroffen. Das führt dazu, dass die Identifizierbarkeit der Zeichnungen oft schwierig ist, was eine automatisierte Erfassung unmöglich macht. Die Datenerfassung erfolgte daher durch manuelle Digitalisierung. Zur Ergänzung fehlender Daten und Informationen, die in den Orthophoto- und Satellitenbildmosaikern schwer zu erkennen sind, dienen Foto-Mosaiken aus Fotos, die bei Rundflügen über die Pampa entstanden sind.

Zusätzlich wurden alte Aufnahmen aus dem Archiv von Maria Reiche zur Auswertung hinzugezogen, insbesondere in Gebieten, die im Laufe der Jahre zerstört worden sind. Inzwischen ist die Vektordatenerfassung nahezu abgeschlossen. Neben den Linien und Figuren wurden auch alle vorhandenen topographischen Objekte, wie Straßen, Flüsse, Gebäude etc. digitalisiert. Die Daten werden nun sukzessive im NascaGIS gespeichert und mit Attributdaten versehen.

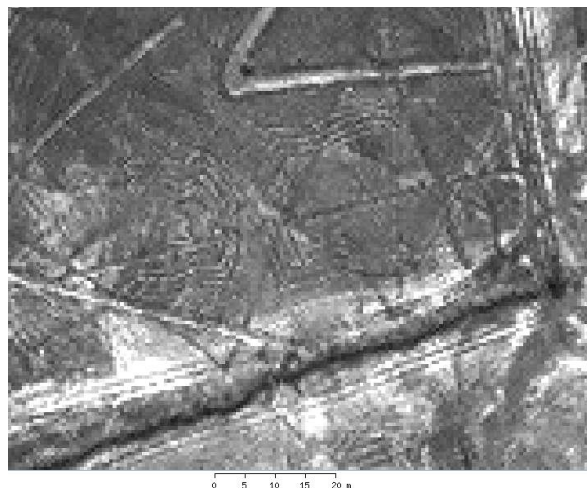
SBĚR DAT LINIÍ A OBRAZCŮ

Po dokončení georeferencované obrazové mozaiky lze přistoupit ke sběru informací na nich obsažených (digitalizace a vektorizace obsahu). Vzhledem k tomu, že první geoglyfy byly vytvořeny již před více než dvěma tisíci lety a tvorba Naskanců trvala velmi dlouhou dobu, mnohé výtvořiny jsou jen velmi slabě viditelné, obrazy jsou překrývány, nebo jsou ovlivněny erozí, hřbitovy, zbytky staveb, stezkami nebo stopami po vozidlech. Výsledkem je, že identifikovatelnost geoglyfů je často obtížná, což znemožňuje jejich automatickou detekci. Vyhodnocování obsahu obrazových dat proto probíhalo ruční digitalizací. Chybějící data a informace, které lze jen těžko v ortofotomozaice a družicových snímcích najít, je možné doplnit z historických snímků a vyhlídkových letů nad pampou. Nepokrývají ale systematicky celou zájmovou plochu. Takto byla provedena celá řada speciálních letů nad pampou a pořizeno bylo mnoho cenných snímků (snímkovalo HTW Dresden i ČVUT v Praze, FSv; snímky prof. Pavelky mají dosud nejlepší geometrické rozlišení a kvalitu). Z podobného důvodu byly do projektu zařazeny též staré fotografie z archivu Maria Reiche, zejména v oblastech, které byly v průběhu let zničeny. Vektorový sběr dat je téměř kompletní. Vedle linií a obrazců byly digitalizovány též všechny existující topografické objekty jako jsou ulice, řeky, budovy atd. Veškerá data jsou uložena v NascaGIS a jsou opatřena atributy.

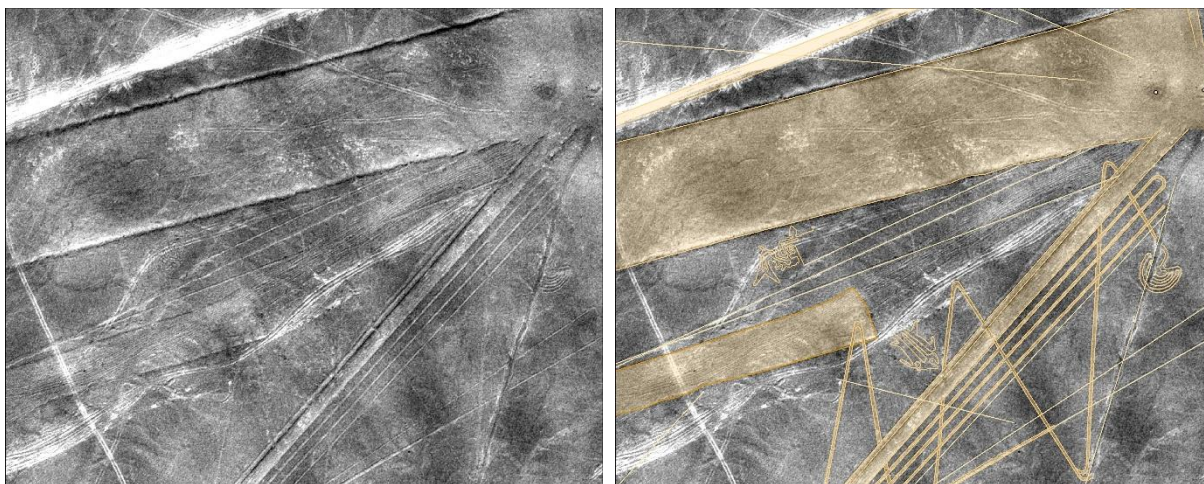
Abbildungen / obrázky:



1. Fotos von Rundflügen über die Pampa wurden georeferenziert und mosaikiert. So lassen sich, aufgrund der höheren Auflösung zusätzliche Informationen ableiten. / Fotografie z vyhlídkových letů nad pampou byly georeferencovány a složeny do mozaiky. Z důvodu vyššího rozlišení (až několik cm) lze z těchto dat proto získat další informace.



2. Die Figur der Spinne – Vergleich des Fotos vom Rundflug über die Pampa mit der Satellitenaufnahme (QB – Pan, 2009). / Snímek z přeletu nad pampou (geoglyf „pavouk“) a data z družice QB-pan, 2009).



3. Die Digitalisierung der Bodenzeichnungen erfordert eine gewisse Erfahrung und Kenntnis der Situation vor Ort, da Fahrzeugspuren, Trampelpfade, Erosionen und sonstige Zerstörungen eine Interpretation oftmals sehr schwierig machen. Das Beispiel zeigt einen Ausschnitt aus dem Orthophotomosaik vor und nach der Digitalisierung. / Digitalizace obrazců vyžaduje určitou zkušenost a znalost situace v terénu, neboť stopy vozidel v pampě, stezky, eroze a další jevy často ztěžují interpretaci. Příklad ukazuje část ortofotomosaiky před a po zpracování a digitalizování obsahu.

NASCAGIS

Aufbau eines Geographischen Informationssystems (GIS)

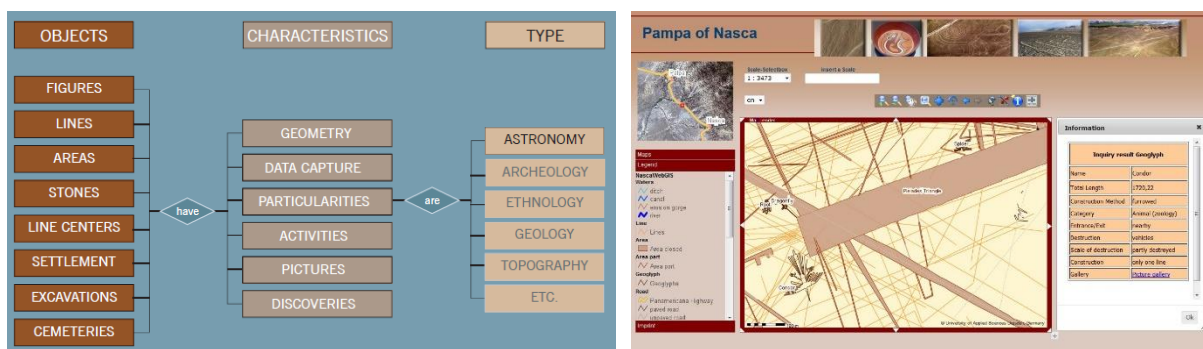
Der erste Schritt zum Aufbau des NascaGIS war die Erstellung eines objektorientierten relationalen Datenmodells, welches alle geometrischen und beschreibenden Daten abbildet. Im Falle des NascaGIS waren also alle in der Pampa vorkommenden Objekte (Linien, Flächen, Figuren, etc.) mit ihren spezifischen Eigenschaften (z.B. Geometrie) in ein logisches Modell abzubilden. Anschließend erfolgte die Umsetzung des Datenmodells in der Software Autodesk Topobase, welches eine Oracle Spatial Datenbank zur Speicherung der Daten nutzt. Neben den Geometriedaten, die primär aus den photogrammetrischen Luftbildern bzw. den Satellitenbildmosaiken erfasst wurden, sind hier auch alle verfügbaren Sachdaten, sowie Fotos und Animationen zu den Bodenzeichnungen gespeichert. Das NascaGIS ist auch als WebGIS-Applikation im Internet verfügbar.

NASCAGIS A DALŠÍ VÝSTUPY

Tvorba geografického informačního systému (GIS)

Prvním krokem k vytvoření NascaGIS bylo vytvoření objektově orientovaného relačního datového modelu, který zobrazuje všechna geometrická a popisná data. V případě NascaGIS byly všechny objekty (linie, plochy, obrazce a kresby atd.) vyskytující se v pampě zobrazeny do logického modelu s jejich specifickými vlastnostmi (například geometrie). Následně byl datový model implementován v softwaru Autodesk Topobase, který pro ukládání dat používá databázi Oracle Spatial. Kromě geometrických dat, shromážděných především z fotogrammetrických leteckých snímků nebo z mozaik družicových snímků jsou zde uložena všechna dostupná data, stejně jako fotografie či animace vybraných geoglyfů na povrchu zájmové oblasti. NascaGIS je také k dispozici jako aplikace WebGIS na Internetu.

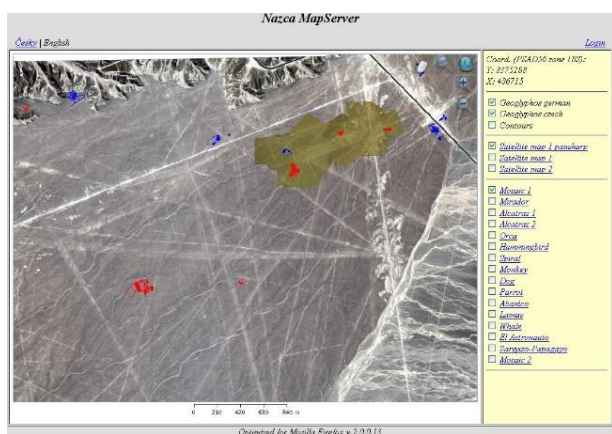
Abbildungen / obrázky:



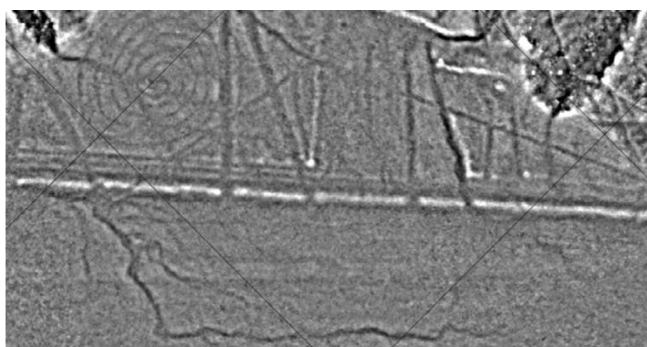
1. Das Datenmodell des NascaGIS (hier stark vereinfacht) und die Implementierung in der Software Autodesk Topobase entstand im Rahmen mehrerer Diplomarbeiten an der HTW Dresden. / Datový model NascaGIS (zde značně zjednodušený) a implementace softwaru Autodesk Topobase vznikly v rámci několika diplomových prací na HTW Dresden.

2. In der WebGIS-Applikation des NascaGIS können neben der Geometrie auch ausgewählte Sachdaten aus der OracleDatenbank abgefragt werden; hier am Beispiel des Condors. / V aplikaci WebGIS NascaGIS mohou být mimo geometrických dat zobrazena také doprovodná data z databáze Oracle; zde je příklad geoglyfu kondora.

Zugriff über / přístup: www.htw-dresden.de/~nazca



3. WebServer basierend auf dem NascaGIS (Diplomarbeit an der TU Prag) mit den Bodenzzeichnungen, Satellitenbildern und Fotomosaiken von Rundflügen. / WebServer – GIS Nasca (diplomová práce ČVUT v Praze, FSv) s geoglyfy, družicovými snímky a při ekreslenými fotografiemi z vyhlídkových letů. (<http://lfgm.fsv.cvut.cz>)



4. Daten aus RPAS (remotely piloted aircraft system) von Bodenzzeichnungen in Palpa: Orthophoto und Differenz-DGM; GSD 5 cm. / Data z RPAS (remotely piloted aircraft system), geoglyf „Pista“ (Palpa), ortohoto a diferenční DMT ukazuje erozi a další detaily. Velikost pixelu (GSD) 5cm.

DIGITALE GELÄNDEMDELLE

DGM-Generierung

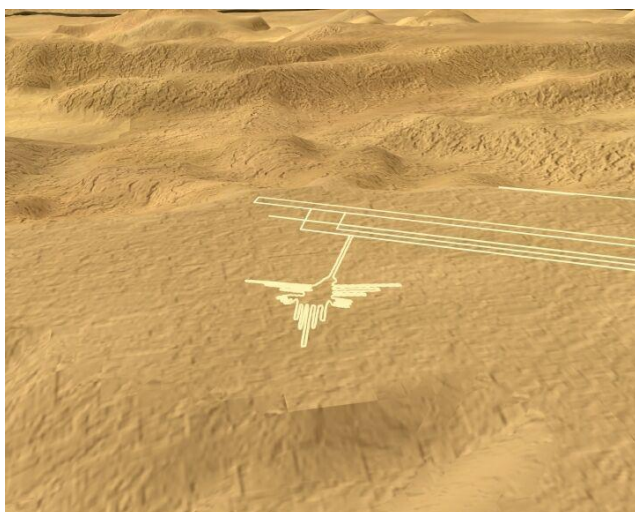
Digitale Geländemodelle werden nicht nur zur Georeferenzierung der Satellitendaten und zur Überprüfung der astronomischen Theorie benötigt, sondern auch zur 3D-Darstellung, für Computeranimationen bzw. zur Generierung von virtuellen Flügen über die Pampa. Das erste DGM entstand 1996-98 durch die Digitalisierung von Höhenlinien aus topographischen und Katasterkarten der Maßstäbe 1:25.000 bis 1:100.000. Inzwischen stehen verschiedene kostenfreie Geländemodelle, wie z.B. aus der Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) oder aus Stereo-Satellitendaten (ASTER GDEM) zur Verfügung. Die Höhengenaugkeit dieser DGM's liegt im ebenen Gelände der Pampa bei durchschnittlich ≤ 3 m, im Gebirge der Anden ist die Genauigkeit allerdings deutlich geringer. Somit eignen sich die Daten zwar sehr gut für die Orthorektifizierung der Satellitendaten oder 3D-Darstellungen, für die Überprüfung der astronomischen Theorie sind sie allerdings nur bedingt geeignet. Daher wurden im Jahre 2008 ASTER-Stereodaten (Bodenauflösung 15 m) von der TU Prag gekauft und im Rahmen einer Bachelorarbeit ausgewertet. Ein weiteres DGM entstand im Zuge der Stereoauswertung der vorhandenen Luftbilder. Dieses DGM deckt allerdings nur das Hauptgebiet der Pampa von Nasca ab.

DIGITÁLNÍ MODEL TERÉNU

Generování DMT

Digitální modely terénu (DMT) jsou potřebné nejen pro georeferencování družicových dat a pro ověření astronomické teorie, ale také pro 3D prezentaci, počítačové animace a generování virtuálních letů nad pampou. První DMT bylo vytvořeno v letech 1996-98 digitalizací vrstevnic z topografických a katastrálních map měřítka 1: 25 000 až 1: 100 000. Později byly vytvořeny a uvolněny různé globální terénní modely, např. z topografické mise raketoplánu (SRTM) nebo ze stereoskopických družicových dat (ASTER GDEM). Nejnovější a nejpreciznější model je z radarových měření (Terra SAR X - Tandem X), který ale ještě není hotov a není zdarma. U SRTM a ASTER GDEM je velikost rastru 30m, přesnost výšek těchto DMT je na plochem terénu pampy v průměru do 3 m, ale přesnost v hornatém terénu v okolí či v blízkých Andách je výrazně nižší a je zde i mnoho hrubých chyb. Data jsou ale vhodná pro orthorektifikaci družicových dat nebo pro 3D vizualizace; mají ale omezené použití pro ověření astronomické teorie. Z tohoto důvodu v roce 2008 zakoupila ČVUT v Praze, FSv družicová stereodata ze skeneru ASTER (geometrické rozlišení 15 m), která byla vyhodnocena jako součást diplomové práce. Další DMT bylo vytvořeno v průběhu stereofotogrammetrického vyhodnocení stávajících leteckých snímků. Toto DMT pokrývá ovšem pouze centrální oblast pampa Nasca. Vyzkoušena byla i data z radarového měření z družice TerraSAR X, jejich zpracování je ale značně složitě.

Abbildungen / obrázky:



1. DGM überlagert mit Vektordaten des Kolibris. / DMT překrývající se s vektorovými daty z geoglyfu kolibríka.



2. Schummerung des ASTER GDEM (Global Digital Elevation Model). / Stínovaný DTM: ASTER GDEM (Global Digital Elevation Model).

AQUÄDUKTE

Antike Bewässerungsanlagen

Die Aquädukte in der Region um Nasca gehören zu den ältesten Bewässerungsanlagen in der andinen Welt. Ihren Ursprung haben sie bereits in der Paracas- (ca. 800 – 200 v. Chr.) und der darauffolgenden Nasca-Kultur (ca. 200 v. Chr. – 650 n. Chr.). Dieses ausgeklügelte Bewässerungssystem bringt bis heute Wasser aus unterirdischen Quellen in eines der trockensten Gebiete der Welt und ist damit die Lebensgrundlage für viele Menschen dieser Region. Die Wasseranlagen bestehen im Allgemeinen aus teilweise offenen und teils verschlossenen, unterirdischen Kanälen. Letztere sind häufig über sogenannte Puquios (meist spiralförmige Einstiege) zugänglich. Einige der Aquädukte werden bis heute für die Landwirtschaft genutzt, wenige sind restauriert und touristisch erschlossen. Viele der insgesamt rund 40 Anlagen verkommen zunehmend infolge des Städtewachstums vor allem im Großraum Nasca. Im Rahmen eines interdisziplinären Projektes soll das Potenzial der Aquädukte für eine Anerkennung als Weltkulturerbe evaluiert werden. Als Grundlage dafür wurden 2016 insgesamt 34 Aquädukte mittels GPS erfasst, bezüglich ihres aktuellen Zustandes analysiert und kartographisch dokumentiert. Die Auswertung der GPS-Messungen erfolgte direkt vor Ort. Fünf ausgewählte Anlagen konnten zudem mit UAV photogrammetrisch aufgenommen werden. Im Ergebnis der Messungen entstand im Rahmen einer Bachelorarbeit an der HTW Dresden eine Topographische Karte der Aquädukte im Gebiet um Nasca. Erste Auswertungen der Befliegungen mit RPAS (remote piloted aircraft system or UAV) konnten inzwischen sowohl an der TU Prag, als auch an der HTW Dresden fertiggestellt werden.

.....

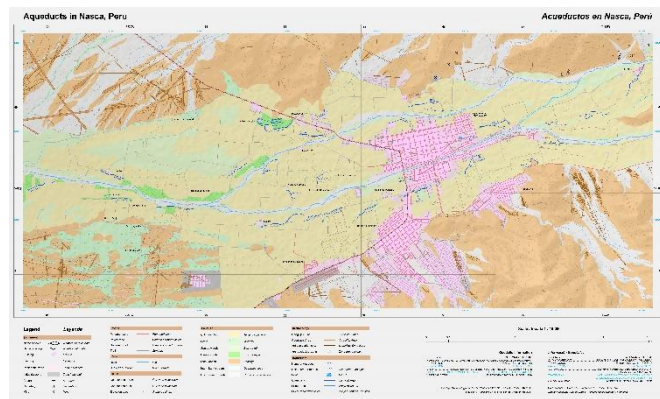
AKVADUKTY

Starobylé zavlažovací systémy

Akvadukty v oblasti Nasca patří mezi nejstarší zavlažovací systémy v oblasti And. Byly budovány již za kultury Paracas (asi 800 př. n. l. - 200 př. n. l.) dále za následující kultury Nazca kultury (asi 200 př. n. l. - 650 n. l.). Tento sofistikovaný zavlažovací systém přiváděl vodu z podzemních zdrojů do jedné z nejsušších oblastí na světě, což umožňovalo přežití pro mnoho lidí v tomto regionu. Vodní systémy se obecně skládají

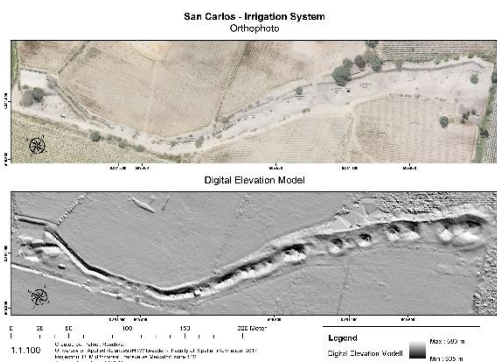
z částečně otevřených a částečně uzavřených podzemních kanálů. Ty jsou často přístupné přes tzv. puquios (jakési studny, často spirálovitě vystavěné). Některé z akvaduktů se stále používají pro zemědělství, jen málo jich bylo obnoveno a staly se atrakcí pro turisty. Stav mnoha z cca 40 historických vodohospodářských zařízení se stále zhoršuje kvůli růstu civilizace, zejména v oblasti Nazky. V rámci interdisciplinárního projektu bude potenciál akvaduktů hodnocen za účelem uznání staveb jako světového kulturního dědictví. Za tímto účelem byly v roce 2016 pomocí GPS shromážděny údaje o poloze celkem 34 akvaduktů, byla provedena analýza jejich stavu a u některých bylo vytvořena podrobná mapová dokumentace jejich současného stavu. Vyhodnocení GPS měření probíhalo přímo na místě. Pět vybraných vodohospodářských staveb bylo přesně zaměřeno fotogrammetricky pozemní fotogrammetrií a dále pomocí RPAS (remotely piloted aircraft system; UAV či též dron). Na základě měření byla v rámci bakalářské práce na HTW Drážďanech vytvořena topografická mapa akvaduktů v okolí Nazky. Vyhodnocení leteckých snímků z dronu bylo provedeno jak na HTW Dresden, tak i na ČVUT v Praze, FSV do podoby tematických map.

Abbildungen / obrázky:



1. Neben der Vermessung erfolgte auch die Dokumentation des Zustandes der Aquädukte (hier z. B. in San Carlos). / Kromě základního průzkumu byla rovněž provedena dokumentace stavu akvaduktů (zde například v San Carlos).

2. Im Ergebnis der Messungen entstand im Rahmen einer Bachelorarbeit an der HTW Dresden eine Topographische Karte der Aquädukte in der Region Nasca. / Na základě měření v terénu byla v rámci bakalářské práce na HTW Drážďanech vytvořena topografická mapa akvaduktů v regionu Nasca.



3. Die Erstellung eines Orthophotomosaiks und eines DGM aus den UAV-Aufnahmen der Aquädukte von San Carlos erfolgte mit der Software Agisoft PhotoScan ebenfalls im Rahmen einer Bachelorarbeit an der HTW Dresden. / Tvorba ortofota a DMT z fotografických dat z dronu (RPAS) pro oblast akvaduktu San Carlos byla provedena pomocí software Agisoft PhotoScan v rámci bakalářské práce na HTW Dresden a v rámci ročníkové práce doktoranda na ČVUT v Praze, FSV pomocí software Pix4D a Agisoft PhotoScan.





5. RPAS Flugplan und Infrarotbild. / RPAS letový plán a infračervený snímek z letu.

KARTEN

Herstellung von topographischen und Bildkarten

Etwa zwanzig Projekt- und Abschlussarbeiten widmeten sich im Laufe der Jahre der Erstellung von Karten. Neben topographischen Karten entstanden dabei vor allem Orthophoto- und Satellitenbildkarten in den verschiedensten Maßstäben. Die erste Satellitenbildkarte der Pampa von Nasca konnte bereits im Sommer 2004 in Peru präsentiert werden und erweckte ein großes Medieninteresse.

MAPY

Tvorba topografických a obrazových map

V průběhu let bylo věnováno značně času též mapovým výstupům; celkem bylo asi dvacet závěrečných studentských prací a projektů z oblasti tvorby map. Kromě topografických map byly v různých měřítcích vytvořeny ortofotomapy a družicové mapy. První družicová mapa pampy Nasca byla představena v létě roku 2004 v Peru a vzbudila velký mediální zájem.

Abbildungen / obrázky:

PARA LA POSTERIDAD

Elaboran plano digital por satélite de las Líneas de Nasca

■ Permitirá restaurar geoglifos afectados por la erosión y la depredación

El matemático alemán de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Economía de HWT de Dresden, doctor Bernd Teichert, está convencido que con las fotografías obtenidas a través del satélite de las líneas y geoglifos de Nasca se podrá reconstruir aquellas que se han perdido por la erosión o la mano del hombre.

El investigador, jefe de la misión encargada desde 1995 de elaborar un registro de almacenamiento digital de este patrimonio pretendiendo no solo confirmar la teoría astronómica de la investigadora alemana María Reiche, sino descubrir el sistema matemático que utilizaron los antiguos pobladores para elaborar los gigantes dibujos en el desierto.

Bernd precisó que con la elaboración del primer plano digital de las Líneas de Nasca, el cual forma parte del proyecto científico, se podrá visualizar en toda su dimensión los detalles de las figuras que ayudarán a descubrir sus técnicas de construcción y, con el apoyo de otras disciplinas, el motivo por el cual las trazaron en la arena.

El estudioso alemán reveló que al analizar las imágenes captadas por el satélite de la zona comprendida entre Nasca, El Ingenio y Ca huachi, se ha descubierto al sur de esta última localidad, varias líneas que se extienden hasta el océano, lo que permitirá evaluar un patrón matemático integral en la elaboración de las figuras, tal como era la teoría de María Reiche.

Sostuvo que el próximo año se tiene previsto elaborar un segundo plano digital de la zona comprendida entre Palpa, Ica y Pisco, además de otras investigaciones que forman parte del proyecto integral que se realiza en colaboración con la Asociación de María Reiche en Dresden.

El almacenamiento digitalizado de esta información permitirá que en caso de producirse daños en este patrimonio se pueda restaurar el área arqueológica con exactitud, además de exponer la importancia de estos impresionantes geoglifos al mundo a través de Internet.

Parte de las fotografías obtenidas, además de importantes documentos de investigación sobre las Líneas de Nasca, pueden apreciarse en: www.htw-dresden.de/nasca/, que está en alemán, inglés y español.

QUÉ SE VIENE

Plan Pachacámac

Ana María Cogorno, representante del legado de María Reiche, informó que a través de un convenio del Instituto Nacional de Cultura con la Universidad de Ciencias Aplicadas y Economía de HWT de Dresden (Alemania) se proyecta elaborar el próximo año un plano digital del complejo arqueológico de Pachacámac.

También el matemático Bernd Teichert afirmó que a través del proyecto que se desarrolla en Nasca se están elaborando unas cuarenta tesis de estudiantes universitarios extranjeros que tratan de explicar los misterios que encierran las enigmáticas figuras.

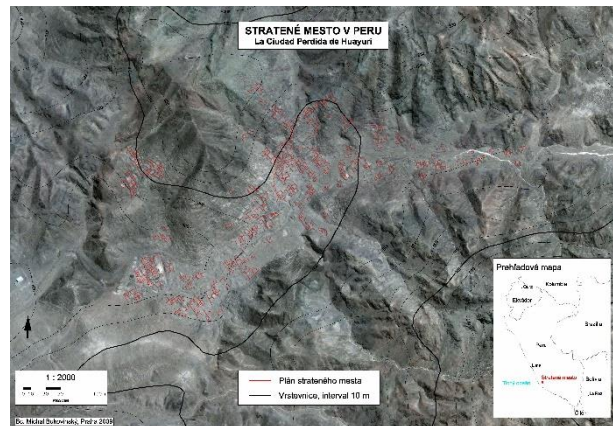
El almacenamiento digitalizado de la información requiere ahora un nuevo servidor.

DESDE EL ESPACIO... El satélite ofrece otra perspectiva de las líneas.

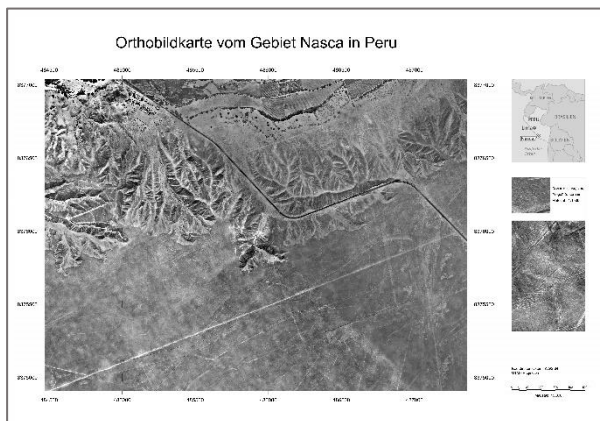
1. Im September 2004 berichtet die Zeitung El Comercio/Peru von der ersten Satellitenbildkarte der Linien von Nasca. / V září 2004 noviny El Comercio / Peru přinesly zprávu o první družicové mapě linií a geoglifů na Nasce.



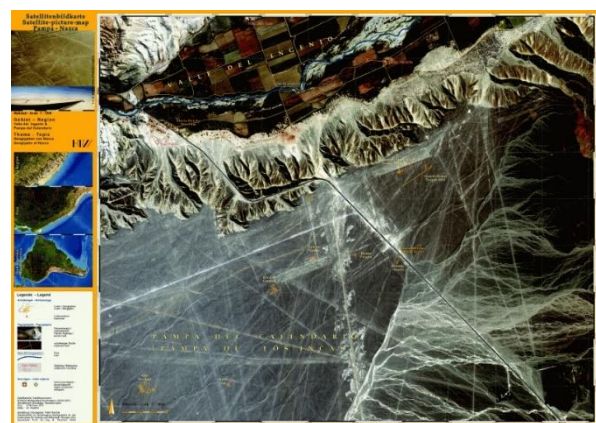
2. In Abschlussarbeiten entstanden Satellitenbildkarten in unterschiedlichen Ausprägungen und Maßstäben; zum Teil mit Vektordaten überlagert oder, wie hier mit Detailbildern der Figuren. / V průběhu projektu byly vytvořeny družicové mapy v různých verzích a měřítcích; např. částečně překryté vektorovými daty nebo jako zde s detailními snímky nejznámějších geoglyfů.



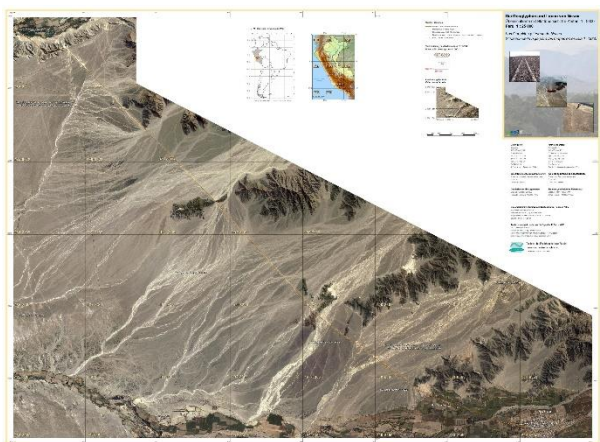
3. Neben den Karten der Pampa von Nasca und Palpa entstanden auch Karten zu anderen archäologisch relevanten Objekten, wie z. B. der Ciudad perdida de Huayurí, einer präkolumbischen Siedlung nordöstlich von Palpa. / Kromě map pampy Nasca a Palpa byly vytvořeny mapy pro další archeologicky významné objekty, například Ciudad Perdida de Huayurí (předkolumbijská osada severovýchodně od Palpy).



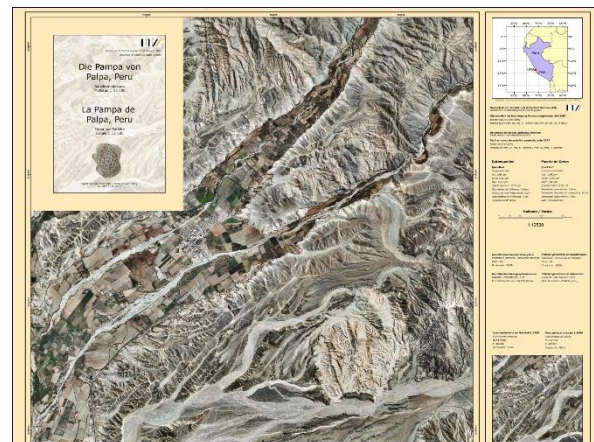
4. Orthobildkarte aus photogrammetrischen Luftbildern als Ergebnis einer Diplomarbeit von 2002. / Ortofotomapa z fotogrammetrických leteckých snímků na základě diplomové práce z roku 2002.



5. Erste Satellitenbildkarte der Pampa von Nasca - Ergebnis einer Diplomarbeit aus dem Jahre 2004. / První družicová mapa pampy Nasky – výsledek diplomové práce z r.2004.



6. Übersichtskarte als Bestandteil eines Kartenwerkes, entstanden im Rahmen einer Diplomarbeit im Jahre 2005. / Přehledná mapa jako součást většího mapového díla, vypracováno v rámci diplomové práce v roce 2005



7. Erste Detailkarte der Pampa von Palpa - Diplomarbeit aus dem Jahre 2007. / První detailní mapa pampy Palpa – diplomová práce z r. 2007

3D-GEBÄUDE

3D-Modellierung historischer Gebäude

Eine Aufgabe, der sich insbesondere Prof. Dr.-Ing. Karel Pavelka von der TU Prag gewidmet hat, ist die 3D-Modellierung historischer Bauwerke in der Region um Nasca. Hierzu gehören, neben einer alten Hazienda aus Kolonialzeiten und den Resten einer präkolumbischen Siedlung, der sogenannten Ciudad Perdida de Huayurí (die „verlorene Stadt Huayuri“), auch die Ruine der Kolonialkirche in San Javier aus dem 17. Jahrhundert und die Kirchenruine in San Jose, beide im Tal des Río Ingenio gelegen. Als Grundlage für die 3D-Modellierung dienen photogrammetrische Aufnahmen. Zusätzlich wurden Kontrollmaße mit Messband bestimmt. Die Georeferenzierung erfolgte über die vorhandenen Satellitenbilder. Alle 3D-Bauwerke wurden mit Google Sketchup aufbereitet und stehen als 3D- Gebäude in Google Earth zur Verfügung.

3D-MODELY BUDOV A OBJEKTŮ

3D modelování historických budov

Modelováním historických budov v okolí Nasky se zabýval zejména prof. Karel Pavelka (ČVUT v Praze, FSv) s diplomanty a doktorandy. Patří mezi ně kromě historické haciendy z koloniálních časů a zbytků předkolumbijského osídlení (tzv. Ciudad Perdida de Huayuri, „ztracené město Huayuri“) zejména zříceniny koloniálních kostelů ze 17. století v San Javier a zříceniny kostela v San José, které se nacházejí v údolí řeky Ingenio. Základem 3D modelování jsou fotogrammetrické práce – snímání objektů doplněné o základní zaměření (oměrná měření pomocí pásma). Georeferencování probíhalo prostřednictvím stávajících družicových snímků a GPS. Všechny 3D modely byly upraveny pomocí Google Sketchup a jsou k dispozici jako 3D budovy v aplikaci Google Earth.

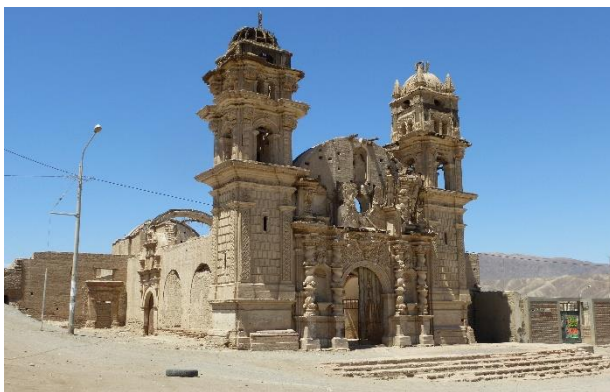
Abbildungen / obrázky:



1. Die terrestrischen Aufnahmen erfolgten mit einer Canon EOS 20D. Zusätzlich wurden auch Kontrollmaße mittels Messband bestimmt. / Fotogrammetrická dokumentace byla provedena kalibrovanou digitální zrcadlovkou Canon EOS 20D. Dále byly definovány rozměry objektu a oměrné pomocí pásma. Zpracování bylo vytvořeno pomocí software Photomodeler a Sketchup.



2. Die Kolonialkirche in San Javier gehörte zu einer Klosteranlage aus dem 17. Jahrhundert. Die vom Einsturz bedrohte Kirche ist als 3D-Gebäude in Google Earth zu sehen (Breite: -14.660988°; Länge: -75.189663°). / Koloniální kostel v San Javier patřil k klášternímu komplexu ze 17. století. Stavba ohrožená kolapsem je jako model 3D budovy vizualizována v Google Earth (zeměpisná šířka: -14.660988 °, délka: -75.189663 °).



3. Auch die Kirche in San Jose ist durch Erdbeben stark beschädigt und vom Einsturz bedroht. Sie ist ebenfalls als 3D-Gebäude in Google Earth zu sehen (Breite: -14.670777°; Länge: -75.128660°). / Kostel v San Jose je těžce poškozen zemětřesením a je též ohrožen zřícením; lze ho ve 3D modelu najít v aplikaci Google Earth (šířka: -14.670777 °, délka: -75.128660 °).



NASCAPROJEKT IN 3D

3D-Darstellung der Pampa von Nasca und Palpa

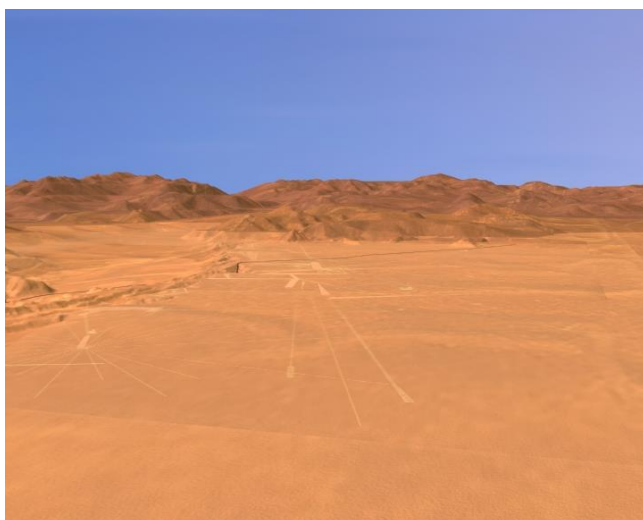
Neben der Präsentation der Ergebnisse im WebGIS bzw. in Karten spielt auch die 3D- Darstellung eine wichtige Rolle. Mehrere Abschlussarbeiten widmeten sich diesem Thema. So entstanden z. B. VRML-Darstellungen und Animationen zu virtuellen Überflügen über die Pampa. Mit der Software Autodesk InfraWorks 360 wird ein 3D-Modell der Pampa von Nasca über den InfraWorks Webviewer im Internet präsentiert.

PROJEKT NASCA VE 3D

3D-znázornění pampy Nasca a Palpa

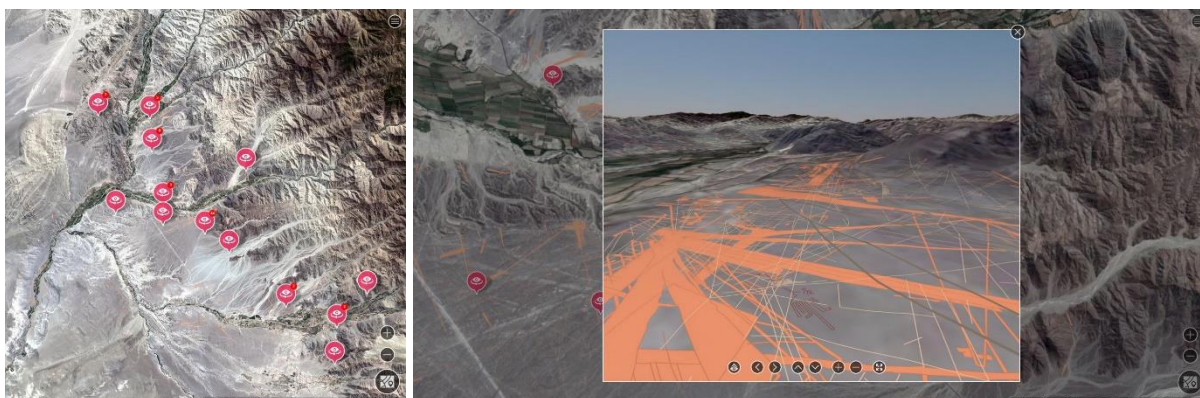
Vedle prezentace výsledků v WebGIS a v mapách hraje důležitou roli také 3D vizualizace. Několik závěrečných prací se věnovalo tomuto tématu. Příklady: prezentace VRML a animace virtuálního přeletu nad pampou; software Autodesk InfraWorks 360 prostřednictvím webového prohlížeče InfraWorks na Internetu umožňuje prezentovat 3D model pampy Nasca.

Abbildungen / obrázky:



1. Virtuelle Überflüge über die Pampa sind eine Möglichkeit der Projektpräsentation. / Virtuální přelety nad pampou jsou jednou z možností prezentace projektu.

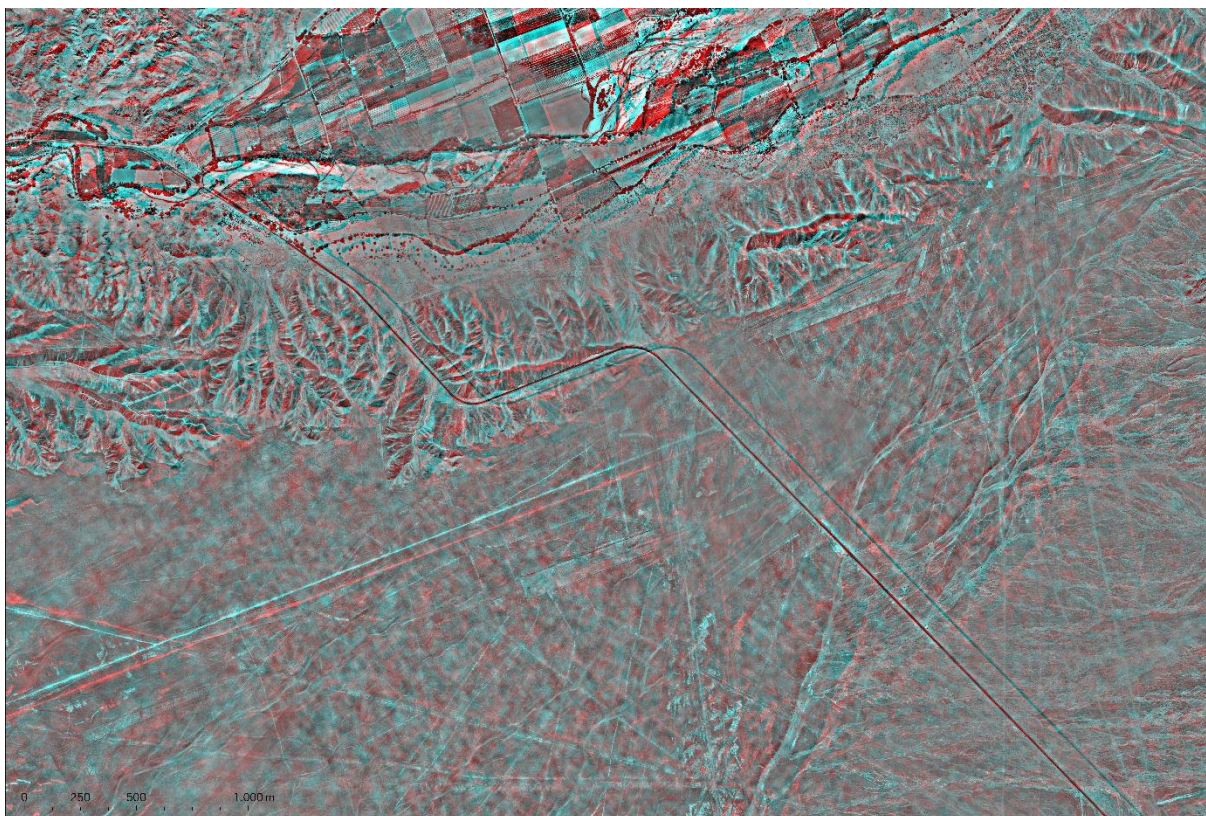
2. Der Aussichtsturm am Rande der Panamericana kann, dank Autodesk 3DS Max, auch virtuell erklommen werden. / Výhledová věž na okraji dálnice Panamericana byla do formy 3D zpracována pomocí software Autodesk 3DS Max.



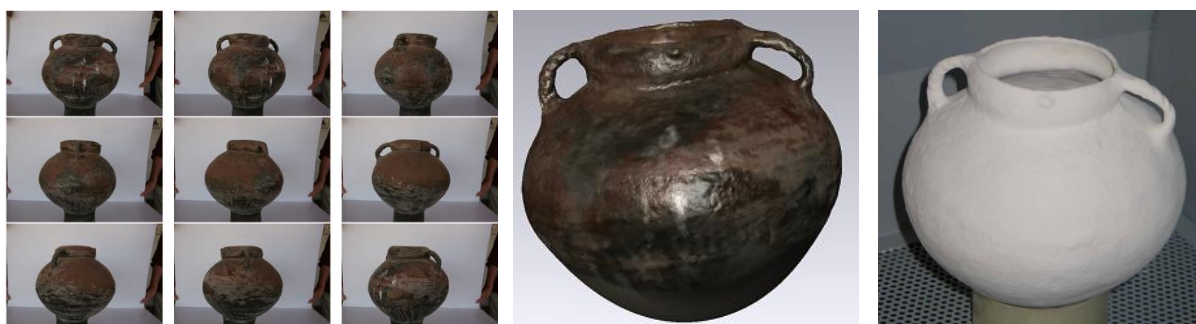
3. Im Rahmen einer Bachelorarbeit entstand das 3D-Modell der Pampa von Nasca und Palpa mit der Software Autodesk InfraWorks 360. Im InfraWorks Webviewer können sich Benutzer interaktiv durch die Pampa bewegen. Zudem wurde ein virtueller Überflug über die Pampa erstellt, der auch in YouTube verfügbar ist. / 3D model pampy Nasca a Palpa pomocí software Autodesk InfraWorks 360 byl vytvořen v rámci bakalářské práce. Ve web prohlížeči InfraWorks WebViewer se mohou uživatelé interaktivně pohybovat pampou. Kromě toho byl vytvořen virtuální let nad pampou, který je k dispozici také na YouTube.

Zugriff über / přístup přes:

www.htw-dresden.de/~nazca/diplomarbeiten/hornung/hornung.htm



4. Anaglyphenbild der Pampa von Nasca aus photogrammetrischen Luftbildern. / Anaglyfický obraz pampy Nasca z fotogrammetrických leteckých dat.



5. Vom Foto zur Kopie (virtuelles 3D Modell und Rapide-prototyping). Palpa. / Od fotografie ke 3D modelu (virtuální 3D model a technologie rapide prototyping). Palpa. / 3D printer Zprinter 450.

.....

Editor:

Karel Pavelka

Authors / Autoři:

Christiane Richter, Bernd Teichert, Karel Pavelka, Alex Cervený

THE NASCA PROJECT - A GERMAN-CZECH COOPERATION

(22 YEARS OF RESEARCH IN PERU)

Supported by / podpořeno:

SVK- Czech students contribution in international project on cultural
heritage documentation SVK 14/17/F1

First edition / První vydání.

Vydalo: ČVUT v Praze v s podporou projektu SVK 14/17/F1 roku 2017 v nákladu 200 výtisků

Published: Czech Technical University in Prague with the support of the project SVK 14/17 / F1 2017 in an edition of 200 copies

Number of pages / Počet stran: 120

Processed / Zpracovala: ČVUT v Praze, fakulta stavební, katedra geomatiky, Thákurova 7, 166 29, Praha 6.

Lector / Lektoroval: Ing. Martina Hůlková

Print / Tisk: PowerPrint, Žitná 19, Praha 6

ISBN **978-80-01-06324-8**



ISBN 978-80-01-063248