

# **Königreichalm**

Dachsteingebirge

3500 Jahre Almwirtschaft zwischen Gröbming und Hallstatt

Herausgegeben von:

Bernhard Hebert

Gerhard Kienast

Franz Mandl

Forschungsberichte der ANISA, Band 1

© ANISA, Verein für alpine Forschung  
Haus i. E. Austria, 2007

Gedruckt mit Förderungen des

**Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung in Wien**

und gefördert von



**Marktgemeinde Gröbming**

**Marktgemeinde Haus im Ennstal**

**Alpenverein Haus im Ennstal**

Die Deutsche Bibliothek - CIP - Einheitsaufnahme  
**Königreichalm. Dachsteingebirge**  
**3500 Jahre Almwirtschaft zwischen Gröbming und Hallstatt**  
Hrsg. v. Bernhard Hebert/Gerhard Kienast/Franz Mandl  
Forschungsberichte der ANISA, Band 1  
© ANISA, Verein für alpine Forschung  
Haus i. E. Austria, 2007  
ISBN 978-3-901071-19-5

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren verantwortlich

Lektoren: Dr. Herta Mandl Neumann und Dr. Günter Graf  
Übersetzung: Mag. Gottfried Bischof  
Layout: Franz Mandl

Umschlag vorne: Vermessung der alten Hüttstatt in der Königreichalm  
Umschlag hinten: Feuergrube der bronzezeitlichen Hütte und Ausgrabung der bronzezeitlichen Hütte im Tiefkar, Vermessung der alten Hüttstatt, Blick auf Hallstatt

Eigentümer und Verleger:  
ANISA, Verein für alpine Forschung  
A 8967 Haus i. E., Raiffeisenstraße 92  
anisa@anisa.at  
www.anisa.at

***Alle Rechte vorbehalten!***

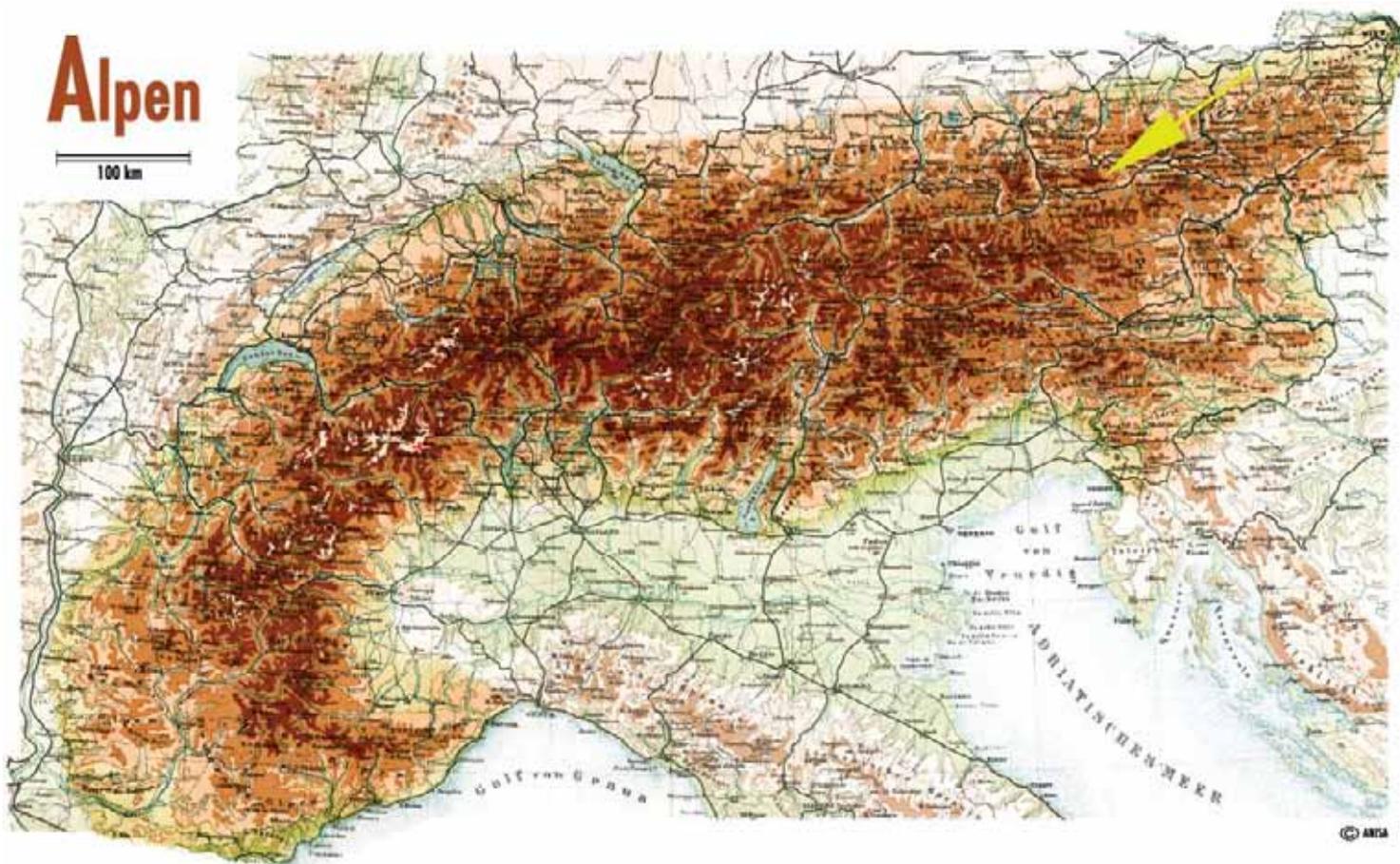
Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Druck: Wallig Gröbming  
© ANISA, Verein für alpine Forschung, Haus i. E., Austria, 2007

ISBN 978-3-901071-19-5

# Inhaltsverzeichnis:

Vorwort der Herausgeber: .....	6
MANDL, Franz: Die Königreichalm. Heimhöfe und Alm in historischer Sicht .....	7
MANDL, Franz: Das „Königreich“ auf dem Dachsteingebirge. Dokumentationen .....	23
TIEFENGRABER, Susanne: Archäologische Untersuchungen in einer prähistorischen Almhütte im Königreich - Tiefkar.....	97
KIENAST, Gerhard: Vermessungsarbeiten im archäologischen Fundgebiet Königreichalm (Dachsteinplateaugebirge).....	109
DRESCHER-SCHNEIDER, Ruth: Pollenanalytische Untersuchungen im Königreich, Dachstein- Ostplateau (Österreich).....	119
MACHATSCHKEK, Michael: Überlegungen zum Futterangebot für Schweine auf Almweiden von der Vorzeit bis heute .....	131



## Vorwort der Herausgeber

Ich hatte als Archäologe des Bundesdenkmalamtes mehrfach die Gelegenheit, mich an den hochalpinen Forschungen des Vereins ANISA zu beteiligen, Forschungen, die in ihrer Konsequenz und Interdisziplinarität nach wie vor einzigartig in den Ostalpen sind. Besonders die rasche und umfassende Publikation der Ergebnisse dieser Forschungen durch den Verein ANISA – wie im vorliegenden Band – kann als vorbildlich gelten. Erst damit wird auch anderen ForscherInnen ermöglicht, diese Ergebnisse weiterzuverarbeiten und zu ihnen Stellung zu nehmen; dies ist zuletzt durchaus kritisch hinsichtlich der von uns nach wie vor bevorzugten Interpretation bronze- und römischer Fundstellen des Dachsteinplateaus als „Almhütten“ geschehen.<sup>1</sup> Darauf kann und soll hier nicht weiter eingegangen werden, da auch der vorliegende Band weiteres Material zur diesbezüglichen Diskussion beisteuern wird. Vielleicht wird sich unser Bild von der Nutzung hochalpiner Regionen in frühen Zeiten in einer Zusammenschau von Gelände, Natur, Ressourcen, Besiedelung im Umfeld und archäologischen Funden und Befunden, wie dies der Verein ANISA mit Franz Mandl seit vielen Jahren versucht, weiter klären, vielleicht werden aber auch einige Fragen weiterhin offen bleiben. Das ist einer ehrlichen Forschung gemäß, die nur so lang lebendig ist, als sie sowohl Zu- als auch Widerspruch erlebt.

Bernhard Hebert

Im Rahmen der archäologischen Forschungen über bronzezeitliche bis mittelalterliche Hüttenreste auf dem östlichen Dachsteinplateau ist es wichtig, die Fundstellen zu dokumentieren. Dies sollte dadurch erfolgen, dass die Hüttenreste vermessen und in einem Lage- und Höhenplan im österreichischen Landessystem dargestellt werden. Da in unmittelbarer Umgebung des interessierenden Gebietes keine koordinatenmäßig bekannten Ausgangspunkte vorhanden sind, mussten diese erst geschaffen werden. Infolge des abgelegenen und unwegsamen Gebietes konnte dies nur mittels GPS erfolgen. Von diesen Punkten ausgehend, wurde dann die Detailaufnahme durchgeführt. Diese Vermessungen erfolgten im Rahmen von zwei Baccalaureatsarbeiten am Institut für Navigation und Satellitengeodäsie der TU Graz.

Gerhard Kienast

Dank der jahrzehntelangen Forschungen der ANISA, Verein für alpine Forschung, kann das Dachsteingebirge in Hinblick auf frühe Besiedlung und Begehung als eines der am besten erforschten Gebirge der Alpen bezeichnet werden. Mit jedem Projekt wurden neue Erkenntnisse gewonnen. Aber auch immer neue Fragen beschäftigen die Mitarbeiter.

Der nun vorliegende Sammelband präsentiert die Beiträge des interdisziplinären Projektes „Königreich“. Der Band beinhaltet die Ergebnisse der Ausgrabung einer bronzezeitlichen „Almhütte“, die Dokumentation weiterer bronzezeitlicher Hüttenreste, die Vermessungs- und Dokumentationsarbeiten der mittelalter- und neuzeitlichen Wüstung „Königreichalm“, die Dokumentation der aufgesammelten Keramik und die Ergebnisse der Pollenanalyse. Ein Beitrag stellt Überlegungen zur Schweinehaltung auf Almen an. Außerdem wird versucht, die frühe Begehung des Plateaus im Sinne einer experimentellen Archäologie zu „erfahren“. Somit wird nun nach der Lackenmoos- sowie der Planken- und Schildenwangalm eine weitere Alm auf der Dachsteinhochfläche im Rahmen einer interdisziplinären Sammelpublikation vorgestellt. Die begleitenden, kostspieligen Feldforschungen, die Analysen in Labors und die Druckkosten des vorliegenden Bandes, sind mit Förderungen aus öffentlicher Hand und Spenden finanziert worden.

Dass die vor- und frühgeschichtliche Almwirtschaft neben den Almleuten auch Säumer, Jäger, Holzarbeiter und vor allem die Talbewohner mit Lebensmitteln unterstützte, ist sehr wahrscheinlich. Genaueres zur urgeschichtlichen Besiedlung werden wir aber erst nach weiteren archäologischen Untersuchungen wissen. Die Almenforschungen sind auch zur Klärung der mittelalterlichen Hüttenbauweise notwendig, da wir nur wenig über die Viehhaltung, die Sennhütten und die Stallbauten aus dieser Zeit wissen.

Die „Mitteilungen der ANISA“ erschienen in den letzten Jahren meist in repräsentativen, reich illustrierten Sammelbänden. Diesem Umstand tragen wir nun Rechnung. Künftig werden wissenschaftliche Ergebnisse in einer Schriftenreihe, den „Forschungsberichten der ANISA“, erscheinen. Weitere Informationen über die ANISA und aktuelle Forschungsberichte können im Internet unter [www.anisa.at](http://www.anisa.at) abgerufen werden.

Franz Mandl (Obmann der ANISA)

---

<sup>1</sup> GLEIRSCHER, Paul: Zum Nachweis römischer Almhütten am Dachsteinplateau und den Steiner Alpen (Kamniške Alpe), Mitteilungen der ANISA 25/26, 2004/2005, 23-29. – Vgl. dazu B. Hebert, Archäologie im Salzkammergut – Bilanz und Resümee, Schild von Steier 19, 2006, 150 mit Anm. 44.

Gerhard Kienast

## Vermessungsarbeiten im archäologischen Fundgebiet Königreichalm (Dachsteingebirge)

### Zusammenfassung

In den letzten 20 Jahren wurden im Gebiet des östlichen Dachsteinplateaus mehrere bronzezeitliche Hüttenreste auf heute noch verwendeten Almen entdeckt. Das Fundgebiet „Königreichalm – Tiefkar“ im Gebiet nördlich von Gröbming (Steiermark) wurde 2005 archäologisch näher untersucht durch eine Ausgrabung der Fundamente einer bronzezeitlichen Almhütte und eine Pollenanalyse und Holzartenbestimmung eines verlandeten Teiches. Die Dokumentation erfolgte damals durch eine Lage- und Höhenaufnahme des Gebietes, wobei der Anschluss an das österreichische Landessystem durch eine GPS-Messung mittels eines handelsüblichen GPS-Navigationsgerätes erfolgte und daher nur eine Genauigkeit von ca. 10 m besitzt. Im Rahmen von zwei Bakkalaureatsarbeiten am Institut für Navigation und Satellitengeodäsie der TU Graz sollte dieser Anschluss 2006 mit geodätischer Genauigkeit durchgeführt werden und weitere Detailaufnahmen erfolgen.

Da im unmittelbaren Interessensgebiet keine amtlichen Vermessungspunkte als Ausgangspunkte vorhanden sind, musste zuerst eine Bestimmung von solchen Ausgangspunkten direkt im Aufnahmegebiet erfolgen. Dazu wurde ebenfalls das Verfahren der Koordinatenbestimmung mittels GPS angewendet, jedoch im Unterschied zu der Bestimmung von 2005 nicht mit einem einfachen Navigationsgerät mit 10 m Genauigkeit, sondern mittels geodätischer Verfahren, die eine Genauigkeit im Zentimeter-Bereich geben. Da diese Verfahren außerhalb geodätischer Fachkreise kaum bekannt sind, werden sie im ersten Teil dieses Aufsatzes beschrieben.

Im zweiten Teil wird dann auf die durchgeführten Arbeiten eingegangen. Diese bestanden in der oben erwähnten Schaffung von Ausgangspunkten im un-

mittelbaren Bereich der Königreichalm. Von diesen aus wurden dann Messungen durchgeführt, die es ermöglichen, den Plan von 2005 von seiner „Näherungslage“ in die exakte Lage im System der österreichischen Landesvermessung zu überführen. Weiters wurden noch die Fundamentreste von 22 Hütten aus dem Mittelalter und der Neuzeit im Bereich „Königreichalm – Alte Hüttstatt“ sowie die Lage der derzeitigen Almhütte in der „Neuen Hüttstatt“ koordinatenmäßig bestimmt.

Als Ergebnis liegt jetzt der Lage- und Höhenplan des Tiefkars von 2005 sowie ein neuer Lage- und Höhenplan der Alten Hüttstatt im Landessystem vor.

### Abstract

In the last 20 years several remains of Bronze Age dwellings have been discovered on the eastern Dachstein plateau, in areas that are used as pastures even today. The location „Königreichalm-Tiefkar“ north of Gröbming (Styria) was the site of closer archaeological studies in 2005. The foundations of a Bronze-Age cabin were excavated, a pollen analysis was carried out and the types of wood found in a dried-up pond were determined. At the time documentation was based on a determination of position and elevation, the connection to the Austrian survey system being established by a commercial GPS navigation instrument. Therefore the accuracy was only about 10 metres.

Two bachelor diplomas submitted to the Institute for Navigation and Satellite Survey at the Graz Technical University in 2006 were to reveal results of greater accuracy and further detailed surveys.

As the area doesn't have any official survey points from which to start, such fixed points had first to be determined. This was

accomplished by fixing coordinates by GPS, but this time not with instruments of the 10 m range, but by applying geodetic methods which guarantee an accuracy within a centimetre range. As these methods are only known to experts, they are explained in the first part of this paper.

In part two the work details of the project are discussed. They included the setup of fixed survey point in close vicinity to the „Königreich Alm“, mentioned above. They were used for taking measurements that enabled the 2005 map to be placed in its exact position within the Austrian land survey System.

Also the coordinates of the foundation remains of 22 cabins in the „Königreich-Alte Hüttstatt“ area, dating back to before and after 1500 AD, could be determined, as well as the exact position of the existing hut in the „Neue Hüttstatt“. The result is that the Austrian survey system now includes the 2005 map of the „Tiefkar“ as well as a new map containing topographical and elevation details.

## 1. Kurze Einführung in das Global Positioning System (GPS)

Die Anwendung des GPS zur **Navigation** (Bestimmung von Koordinaten eines Anwenders, z.B. eines Wanderers oder Fahrzeuges, mit einer Genauigkeit von etwa 10 Metern) ist mittlerweile allgemeiner Wissensstand. Dass es auch die Möglichkeit der Koordinatenbestimmung mit Zentimeter-Genauigkeit (**geodätische Punktbestimmung**) gibt, ist jedoch außerhalb geodätischer Fachkreise kaum bekannt. Daher soll hier ein kurzer Überblick über das System und die beiden Methoden gegeben werden.

### 1.1 Koordinatensysteme

Zur Festlegung eines Punktes auf der Erde werden üblicherweise geografische Breite und geografische Länge benützt. Sie beruhen darauf, dass man sich der tatsächlichen Gestalt der Erde in der Geografie durch eine Kugel bzw. in der Vermessung durch ein Rotationsellipsoid (eine gering-

fällig flach gedrückte Kugel) annähert. Der Mittelpunkt der Kugel bzw. des Ellipsoids soll mit dem Erdmittelpunkt (Erdschwerpunkt) übereinstimmen und die Achse mit der Rotationsachse der tatsächlichen Erde.

Die geographische Breite ist der Winkel zwischen der Lotlinie im Punkt (entspricht der Verbindungslinie Kugelmittelpunkt – Punkt) und der Äquatorebene, die geographische Länge ist der Winkel zwischen der Meridianebene des Punktes und der Meridianebene von Greenwich. Alle Punkte mit gleicher geographischer Breite liegen auf einem Breitenkreis (Parallelkreis), alle Punkte mit gleicher geographischer Länge auf einem Meridian. Die beiden Größen können auch als Bogenstücke dargestellt werden: Die geografische Breite ist der Bogen entlang des Meridians vom Äquator bis zum Punkt, die geographische Länge ist der Bogen entlang des Äquators vom Meridian von Greenwich zum Meridian des Punktes (siehe Abb. 1).

Als dritte Koordinate wird noch die Höhe des Punktes über dem Meer angegeben.

Die Kugel bzw. das Ellipsoid wird üblicherweise in eine Ebene „abgebildet“, da die Darstellung in einer ebenen Karte gewünscht wird und auch Berechnungen (z.B. die Entfernung zwischen zwei Punkten) in der Ebene leichter durchgeführt werden können als auf einer gekrümmten Fläche. Die Karten eines Landes beruhen auf dem Vermessungs-System des betreffenden Landes. Diese entstanden meist in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Damals konnte man die Forderung „Kugel-(bzw. Ellipsoid-) Mittelpunkt = Erdmittelpunkt“ nur näherungsweise (auf einige 100 m) erfüllen. Auch die Parallelität der Achsen konnte nur auf ca. 5 Winkel-Sekunden erreicht werden.

Das System der österreichischen Landeskoordinaten, auf dem die Koordinatenangaben in den älteren österreichischen Karten beruhen, wurde vom „Militärgeografischen Institut“ der österreichisch-ungarischen Monarchie, das damals für die staatliche Vermessung zuständig war, festgelegt und heisst daher **MGI**. Als Abbildungsverfahren in die Ebene wurde die Gauss-Krüger-Abbildung verwendet. In den neueren Karten wird bereits das weltweit übliche Abbildungsverfahren **UTM**

## Vermessungsarbeiten im archäologischen Fundgebiet Königreichalm (Dachsteingebirge)

(Universal Transverse Mercator) verwendet, das aber der Gauss-Krüger-Abbildung sehr ähnlich ist.

Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung von dreidimensionalen kartesischen Koordinaten (3D-System): Es werden drei rechtwinklig aufeinander stehende Achsen angenommen und als Koordinaten die Abstände von den jeweils aus zwei

oder ebenen Koordinaten im System des jeweiligen Landes, z.B. in MGI, gewünscht. Daher beinhaltet jede GPS-Messung bzw. deren Auswertung auch Übergänge zwischen ebenen, geographischen und 3D-Koordinaten sowie eine Transformation zwischen den Systemen WGS-84 und MGI (s. Abschnitt 1.3).

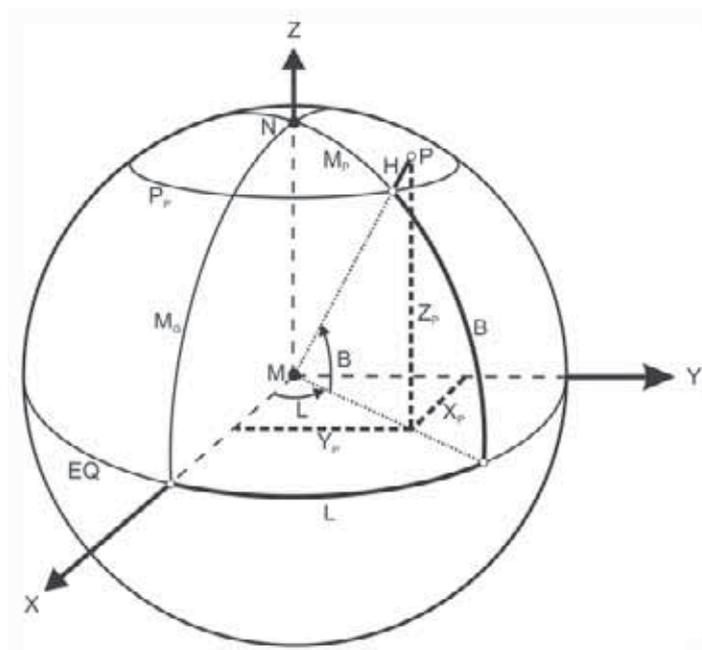


Abb. 1

M	Mittelpunkt der Erde
N	Nordpol
EQ	Äquator
$M_G$	Meridian von Greenwich
P	betrachteter Punkt
$M_p$	Meridian durch P
$P_p$	Parallelkreis durch P
B	Geografische Breite von P
L	Geografische Länge von P
H	Höhe von P
X Y Z	Achsen des 3D-Systems
$X_p Y_p Z_p$	3D-Koordinaten von P

Achsen gebildete Ebenen definiert (s. Abb. 1). Als Achsen werden die Rotationsachse der Erde (Z-Achse), die Schnittlinie zwischen Äquatorebene und Meridianebene von Greenwich (X-Achse) und als dritte Achse die Gerade senkrecht auf die beiden vorigen Achsen (Y-Achse) definiert. Solche Systeme bieten rechentechnische Vorteile und werden daher bei Berechnungen verwendet, allerdings meist im Hintergrund und für den Anwender nicht bemerkbar.

Das System, in dem die GPS-Satelliten gegeben sind und in dem die Ergebnisse eigentlich erhalten werden, ist ein solches 3D-System und wird World Geodetic System 1984 (WGS-84) genannt.

Bei jeder Koordinatenbestimmung mit GPS treten daher immer drei Arten von Koordinaten und zwei Bezugssysteme auf: die Messung und Berechnung erfolgt dreidimensional im System WGS-84, die Ergebnisse werden aber in geographischen

### 1.2 Aufbau und Messprinzip von GPS

Das GPS-System wird vom Verteidigungsministerium der USA betrieben und wurde eigentlich für militärische Zwecke entwickelt, aber sehr bald auch zivil genutzt. Es besteht nominell aus 24 Satelliten, die die Erde in 20.200 km Höhe in sechs fast kreisförmigen Bahnen umkreisen. Meist sind auch schon zusätzliche Reserve-Satelliten in den Umlaufbahnen, womit es 27 und mehr Satelliten sein können. Die Bahnen dieser Satelliten sind genau bekannt, d.h. man kann die Koordinaten der Satelliten zu jedem Zeitpunkt berechnen. Sie können somit als Ausgangspunkte zur Bestimmung weiterer (irdischer) Punkte dienen.

Als verbindende Messgröße zwischen den Satelliten und den Bodenpunkten dient die Messung der Entfernung zwischen Satellit und Bodenpunkt. Diese Entfernungsmessung erfolgt über die Messung der Laufzeit eines vom Satelliten ausgesendeten

Signals bis zur Bodenstation: Entfernung = Laufzeit x Lichtgeschwindigkeit, analog der Beziehung für eine Autofahrt: ein Auto, das mit konstant 120 km/h eine Viertelstunde lang fährt, legt den Weg  $\frac{1}{4} \text{ h} \times 120 \text{ km/h} = 30 \text{ km}$  zurück.

**Navigationsverfahren:** Zur Bestimmung eines Punktes mit seinen drei Koordinaten (geografische Breite, geografische Länge und Höhe) benötigt man drei Strecken zu drei verschiedenen Satelliten. Problematisch ist dabei jedoch, dass für die Laufzeitmessung zwei Uhren verwendet werden müssen: die Uhr im Satelliten, die die Zeit der Aussendung des Signals festlegt, und die Uhr im Messgerät am Boden (GPS-Empfänger), die die Zeit des Eintreffens misst. Die Satellitenuhren sind hochgenaue Atomuhren mit einer Genauigkeit von etwa einer Milliardstel Sekunde pro Tag (1 Milliardstel Sekunde = 1 Nano-Sekunde =  $1 \text{ ns} = 10^{-9}$  Sekunden). Sie werden von bestimmten Bodenstationen aus ständig überwacht und laufen stets bei allen Satelliten synchron. Die Empfänger-Uhr ist etwa 1000 Mal ungenauer mit 1 Millionstel Sekunde pro Tag (1 Millionstel Sekunde = 1 Mikro-Sekunde =  $1 \mu\text{s} = 10^{-6}$  Sekunden). Dieser scheinbar geringe Betrag macht aber durch die Multiplikation mit der Lichtgeschwindigkeit von 300 000 km/sec doch merkbare Beträge in der Entfernung aus:  $1 \mu\text{s}$  entspricht in der Entfernung 300 m! Dies würde bedeuten, dass die Ergebnisse von Messungen an zwei aufeinander folgenden Tagen um mehrere hundert Meter voneinander abweichen können. Daher kann man diese Größe nicht vernachlässigen.

Man spricht deshalb nicht von Strecken, sondern von „Pseudo-Strecken“, die durch den Uhrfehler verfälscht sind. Man muss daher bei jeder Messung den Uhrfehler als quasi „vierte Koordinate“ mitberechnen. Deswegen sind zur Bestimmung eines Standortes immer vier Satelliten nötig.

Für die Navigation wird nur ein einfacher Empfänger um ca. 150 – 600 € benötigt. Die Ungenauigkeit dieser Art der Punktbestimmung beträgt nach Angaben des Systembetreibers in 95 % der Fälle im weltweiten Durchschnitt 13 m in der Lage und 22 m in der Höhe, in Extremfällen 36 m bzw. 77 m. In der Praxis werden jedoch meist Werte von 5 – 10 m erreicht. Es handelt sich dabei stets um eine sogenannte

„Einzelpunktbestimmung“, d.h. es wird jeder Punkt für sich allein betrachtet.

**Geodätisches Verfahren:** Da die obige Genauigkeit für die Vermessung natürlich bei weitem nicht ausreicht, wurden entsprechende geodätische Messverfahren entwickelt: „Relatives GPS“. Dazu werden (mindestens) zwei Empfängern benötigt (je ca. 3000 – 7000 €!). Aus simultanen Messungen von beiden Empfängern kann die Verbindungslinie („Basislinie“) zwischen den beiden mit hoher Genauigkeit (1 cm und besser) bestimmt werden.

Macht man dies zwischen mehreren Punktpaaren, entsteht ein ganzes Netz von hoch genauen Basislinien. Die hohe Genauigkeit ist aber nur relativ (zwischen den Punkten), die absolute Genauigkeit der Koordinaten ist jedoch nicht besser als bei der Navigationslösung. Man kann sich das Netz als Fachwerk von starren Stäben vorstellen, deren Knoten als gegeneinander unbeweglich anzusehen sind, das Fachwerk als Ganzes kann jedoch herumgeschoben werden. Um auch eine hohe absolute Koordinatengenauigkeit zu erhalten, muss das GPS-Netz mit dem Landessystem verknüpft und in dieses transformiert werden (s. Abschnitt 1.3).

Bei den geodätischen Verfahren handelt es sich um eine relative Punktbestimmung, d.h. es sind im Gegensatz zur Einzelpunktbestimmung immer mindestens zwei Punkte miteinander verknüpft.

Weitergehende Informationen zum System und zu den Messverfahren können der einschlägigen Literatur, z.B. [Hofmann-Wellenhof et al. 2001] entnommen werden.

### 1.3 Transformation vom GPS-System in ein Landessystem

Den Übergang zwischen zwei Systemen bezeichnet man als Koordinatentransformation. Für eine solche Transformation benötigt man Transformationsparameter. Diese geben die Lage der Koordinaten-Nullpunkte der beiden Systeme gegeneinander und die Winkel zwischen den Achsen beider Systeme an. Weiters können auch die Achsen in beiden Systemen verschiedene Skalierungen („Maßstab“) haben. In der

Praxis bestehen oft aus verschiedensten Gründen solche Maßstabsunterschiede.

Die Transformationsparameter erhält man aus „Passpunkten“, das sind Punkte, die in beiden Systemen bekannt sind. Mindestens drei Passpunkte sind nötig. Es müssen daher ausser den gesuchten einzumessenden Punkten („Neupunkte“) auch mindestens drei Punkte, deren Koordinaten im Landessystem bekannt sind, z.B. KTs (Kataster - Triangolierungspunkte) oder EPs (Einschaltpunkte), in die GPS-Messung einbezogen werden.

Eine Transformation kann man sich geometrisch folgendermaßen vorstellen: Man zeichnet die Punkte und das zugehörige Koordinatengitter des Ziel-Systems (z.B. Landessystem MGI) auf ein Blatt weißes Papier und die Punkte des Ausgangs-Systems (z.B. GPS-System) auf eine transparente Folie. Dann wird die Folie über das Papier gelegt und so verschoben, dass sich die Passpunkte, die ja in beiden Systemen bekannt sind (im Landessystem vorgegeben, im GPS-System aus der Messung), möglichst gut decken. Dabei werden die Neupunkte, die nur im GPS-System vorhanden sind, mitgezogen und man erhält deren Koordinaten im Landessystem.

Für die rechnerische Durchführung der Transformation von einem System in ein anderes werden die Transformationsparameter aus den Passpunkten berechnet. Außerdem werden in verschiedenen Landes-Systemen auch verschiedene Ellipsoide zur Annäherung an die tatsächlichen Erde und verschiedene Verfahren der Abbildung des Ellipsoids in die Ebene verwendet. Sind alle diese Größen bekannt, können die Koordinaten eines Punktes von einem System in das andere umgerechnet werden.

Bei **Navigationsgeräten** sind näherungsweise Transformationsparameter für verschiedene Länder im Gerät gespeichert (meist nur das Ellipsoid und die Mittelpunktverschiebungen, aber keine Verdrehungen), z.B. für Österreich wurden solche Transformationsparameter aus ca. 80 über ganz Österreich verteilten Punkten berechnet. Die Transformation erfolgt damit gleich im Gerät. Es werden also direkt Landeskoordinaten (geografische oder als ebene Abbildung) angezeigt. Die Verwendung von Näherungs-Parametern ist hier zuläs-

sig, da der dadurch entstehende Fehler nur wenige Meter beträgt und daher unter der Genauigkeit der Messung liegt. Handelsübliche Navigationsgeräte haben etwa 200 verschiedene Landessysteme gespeichert.

Für **geodätische Vermessungen** genügt dies nicht. Hier müssen die jeweils lokal am besten passenden Transformationsparameter aus den vorhandenen Passpunkten berechnet werden.

Beim „Übereinanderlegen“ der beiden Netze kann meist keine völlige Übereinstimmung in den Passpunkten erreicht werden, da das Netz des BEV aus seiner Entstehungsgeschichte heraus nicht völlig fehlerfrei ist. Die Fehler betragen österreichweit, z.B. von Bregenz bis Wien, 2 – 3 m, liegen aber lokal je nach Ausdehnung des Gebietes im Bereich von einigen Zentimetern bis maximal ein bis zwei Dezimeter. Auch die GPS-Punkte haben eine (allerdings geringere) Ungenauigkeit. Daher bleiben in den Passpunkten „Restklaffungen“, die als Genauigkeitsmaß für die erhaltenen Landeskoordinaten der Neupunkte herangezogen werden können. Man erhält üblicherweise Genauigkeiten von einigen Zentimetern.

Weitergehende Informationen zur Transformation und den verwendeten Abbildungen können der einschlägigen Literatur, z.B. [Hofmann-Wellenhof et al. 1994] entnommen werden.

## 2. Durchgeführte geodätische Arbeiten

Die zur Lösung der gestellten Aufgabe nötigen Vermessungsarbeiten wurden vom 10. bis 13. Juli 2006 im Rahmen von zwei Bakkalaureatsarbeiten [Eder 2006] und [Draxler 2006] durchgeführt. In diesen Arbeiten wurden auch weiterführende theoretische Untersuchungen gemacht, die aber hier nicht behandelt werden.

### 2.1 Vorbereitende Arbeiten

Um eine geodätische Lage- und Höhen-Aufnahme durchführen zu können, sind bekannte Ausgangspunkte direkt im Messgebiet nötig. Da die Koordinatenbestimmung im System der österreichischen

Landesvermessung erfolgen sollte, wurden zuerst die im Messgebiet vorhandenen amtlichen Punkte des BEV erhoben. Leider befindet sich kein Punkt im unmittelbaren Messgebiet, aber fünf Punkte in einem Abstand von 2 bis 6 km vom Messgebiet [BEV].

Daher mussten in einem ersten Schritt Ausgangspunkte im Messgebiet selbst geschaffen werden. Eine Ableitung aus den vorhandenen Punkten mittels klassischer Methoden (Theodolit) kam nicht in Frage, da aus dem Kartenstudium ersichtlich war, dass das Gelände äußerst unübersichtlich und fast weglos ist. Dies bestätigten auch Gespräche mit dem Projekt-Initiator. Die Bestimmung dieser Ausgangspunkte konnte daher nur mittels GPS erfolgen. Deswegen wurde die Arbeit zweigeteilt und zwar in die Schaffung der Ausgangspunkte mittels GPS und in die eigentliche Einmessung der Fundgebiete mittels klassischer Methoden (Theodolit).



Abb 2: Bohren eines Punktes

## 2.2 Schaffung der Ausgangspunkte mittels GPS [Eder 2006]

Die Festlegung der Punkte in der Natur erfolgte durch Einbohren von Messnägeln in Felsen.

Um einen Ausgangspunkt für die vorgesehenen Detailaufnahmen in der Alten Hüttstatt zu erhalten, wurde dort ein Punkt gesetzt. Im Tiefkar wurde der schon 2005 von F. Mandl für die Aufnahme des Geländes und der Grabung 2005 verwendete Punkt [Mandl 2006] ebenfalls mit einem Messnagel vermarktet. Weiters wurde noch ein dritter Punkt so gesetzt, dass er von beiden Aufnahmepunkten aus sichtbar war und als Orientierungspunkt für die Detailaufnahmen dienen konnte.

Der Anschluss an das Landesnetz erfolgte über die oben erwähnten fünf Punkte des BEV in Entfernungen von 2 – 6 km (siehe Abb. 3). Eine solche Entfernung ist unter normalen Verhältnissen kein Problem. Wegen der Weglosigkeit und des teilweise starken Latschenbewuchses des Gebietes waren jedoch die Anmarschzeiten zu den Punkten mit bis zu 4 Stunden extrem hoch. Daher konnten die GPS-Messungen nicht an einem Tag durchgeführt werden, sondern benötigten zwei Tage.

In der Abbildung 3 ist auch die Viehbergalm eingezeichnet. Bis dorthin konnten die Geräte mittels PKW auf einer Forststrasse transportiert werden, ab dort mussten die Geräte in einem ca. dreistündigen Fußmarsch zur Königreichalm getragen werden.

Bei den Messungen wurden insgesamt 7 GPS-Empfänger eingesetzt. Damit ergeben sich 21 Basislinien (mögliche Kombinationen von zwei Geräten aus sieben) pro Messung.

Am ersten Tag wurden die drei Neupunkte Königreich-Tiefkar, Königreich-Hüttstatt und Königreich-Zwischenpunkt mit den drei BEV-Punkten Speikberg, Napfenkogel und Hirzberg verbunden. Zusätzlich wurde auch noch das Gipfelkreuz auf dem Hirzberg eingemessen.

Am zweiten Tag wurden die drei Neupunkte mit den BEV-Punkten Hochunters und Hochmühleck verbunden. Gleichzei-

## Vermessungsarbeiten im archäologischen Fundgebiet Königreichalm (Dachsteingebirge)



Abb. 3: Übersicht über die Anschlusspunkte, © BEV 2007, EB 2007/02018

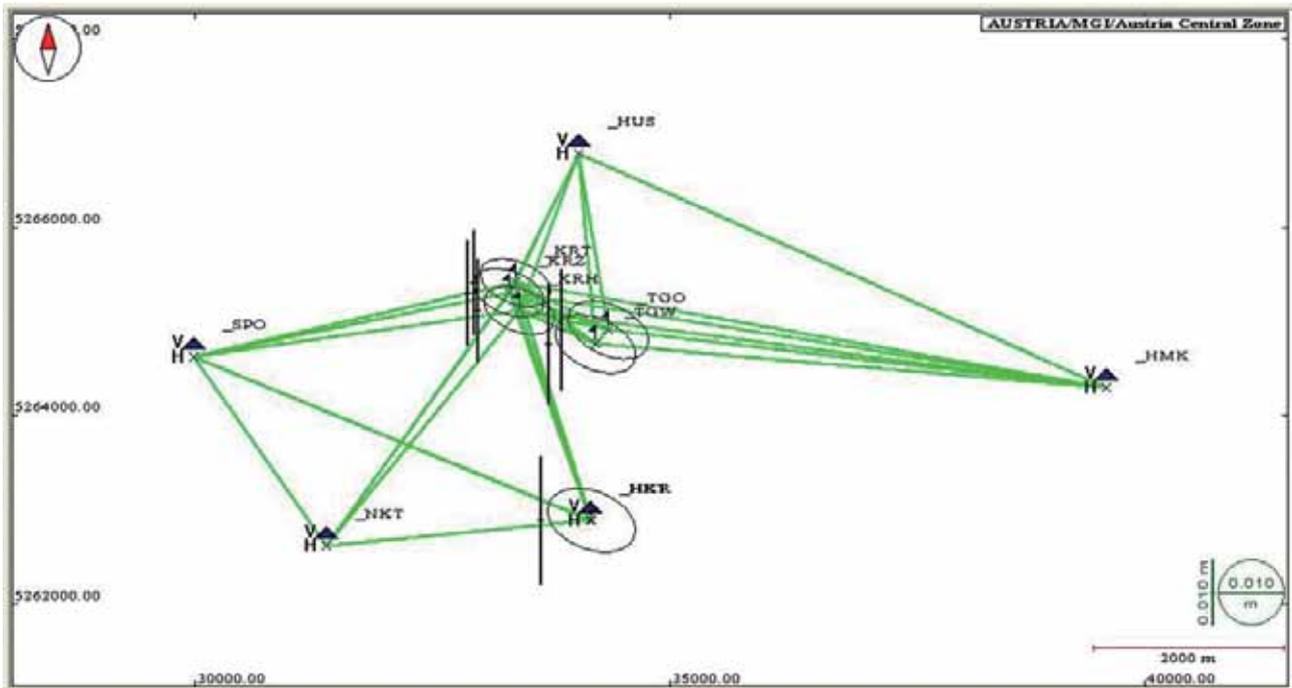


Abb. 4: Netzkonfiguration

tig wurden zwei weitere Neupunkte in der Törlgrube geschaffen und in die Messung einbezogen, um etwaige spätere Dokumentationen der dort ebenfalls vorhandenen Hüttenreste zu ermöglichen.

Aus den Messungen ergab sich das Netzbild der Abbildung 4.

Die Punkte wurden nicht wie üblich mit Vermessungs-Stationen besetzt, da der Transport der Stative die Kapazität der Teilnehmer und Träger überschritten hätte. Es wurden einfache Metallstäbe von 1 m Länge verwendet, die mit drei Schnüren abgespannt und mit einer Wasserwaage lotrecht gestellt wurden (siehe Abb. 5). Auf



Abb. 5: Aufstellung mittels Lotstab

dem Gipfelkreuz Hirzberg wurde der GPS-Empfänger direkt auf die Spitze des Kreuzes aufgesetzt (siehe Abb. 6).

Die Auswertung ergab die Koordinaten der drei Punkte im Königreich und zweier Punkte in der Törlgrube. Die relative Genauigkeit der Punkte untereinander beträgt unter 1 cm, die absolute Genauigkeit der Koordinaten im Landessystem ergab sich aus der anschließenden Transformation. Dabei wurden Restklaffungen von 0 bis 11 cm (Mittel 5.6 cm) in der Lage und 1 – 17 cm (Mittel 9.6 cm) in der Höhe erhalten. Dies ist eine Genauigkeit, die unter Berücksichtigung der Hochgebirgslage und der Entstehung des Landessystems zu erwarten war.

Als Ergebnis liegen die Koordinaten von drei Punkten im Königreich und zwei Punkten in der Törlgrube vor. Die berechneten Koordinaten des Punktes im Tiefkar stimmen mit den von F. Mandl 2005 gemessenen auf 5 m in der Lage überein, was besser ist, als für das von Mandl verwendete Navigationsgerät zu erwarten war. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Ergebnis von Mandl nicht aus einer einzigen Messung, sondern aus einer Mittelbildung von jeweils 2 bis 3 Messungen über 5 Tage entstanden ist. Überraschend ist die gute Übereinstimmung in der Höhe von 0.5 m, die aber nur Zufall ist, da die Höhen-Ge-



Abb. 6: Aufstellung auf dem Gipfelkreuz Hirzberg

nauigkeit von GPS-Messungen i.A. um den Faktor zwei schlechter ist als die Lage-Genauigkeit. Eine Abweichung von 20 m wäre durchaus möglich gewesen.

### 2.3 Detailaufnahmen der archäologischen Fundgebiete [Draxler 2006]

Ausgehend von den mittels GPS geschaffenen Grundlagenpunkten wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

#### Netzerweiterung

Da vom GPS-Punkt „Alte Hüttstatt“ nicht das gesamte aufzunehmende Gebiet einsehbar war und außerdem auch die jetzt bestehende Almhütte in der „Neuen Hüttstatt“ einbezogen werden sollte, mussten noch weitere Punkte mittels Theodolit bestimmt werden. Außerdem wurden die GPS-Punkte „Alte Hüttstatt“, „Zwischenpunkt“ und „Tiefkar“ auch mittels Theodolitmessungen verbunden.

#### Detailaufnahme der Alten Hüttstatt

In der Alten Hüttstatt wurden insgesamt 22 Hüttenfundamente, 4 historische



Abb. 7: Detailaufnahme der Alten Hüttstatt im Königreich

Misthaufen und 36 Geländepunkte eingemessen und in einem Lage- und Höhenplan dargestellt. Dieser ist im Beitrag von [Mandl 2007] in dieser Publikation enthalten.

### Aufnahmen im Tiefkar

Im Tiefkar wurde ausgehend vom GPS-Punkt, der auch schon 2005 als Ausgangspunkt diente, das historische Hüttenfundament und der Ausgrabungsbereich von 2005 aufgenommen. Außerdem wurden zwei Punkte des Weges von der alten Hüttstatt über das Tiefkar zur „Sonntagsgrube“ (ein weiterer Fundort von historischen Hüttenfundamenten im Gebiet der Königreichalm) aufgenommen. Dieser Weg ist im Plan von [Mandl 2006] eingezeichnet. Damit wurde es möglich, den Plan von [Mandl 2006] in das Landesystem einzubinden bzw. den Plan mit dem Koordinatengitter der Landesvermessung zu versehen.

Im Plan von 2005 sind auch Höhenschichtenlinien enthalten. Es war zu be-

fürchten, dass die Höhenschichtenlinien durch eine Änderung der Ausgangshöhe neu berechnet und gezeichnet werden müssen. Da sich jedoch die Ausgangshöhe aus der Messung [Eder 2006] von der aus der Messung [Mandl 2006] nur um 0,5 m unterscheiden und der Höhenlinien-Abstand 5 m beträgt, konnte darauf verzichtet werden.

## Literatur

[BEV]: Internetportal des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen [www.bev.gv.at](http://www.bev.gv.at)

[Draxler 2006]: Draxler D.: Vermessungen im archäologischen Fundgebiet Königreichalm am Dachsteinplateau. Teil 2: Tachymetrische Aufnahme. Bakkalaureatsarbeit am Institut für Navigation und Satellitengeodäsie der TU Graz 2006

[Eder 2006]: Eder R.: Vermessungen im archäologischen Fundgebiet Königreichalm am Dachsteinplateau. Teil 1: Schaffung eines geodätischen Grundlagennetzes mittels relativer GPS-Messung. Bakkalaureatsarbeit am Institut für Navigation und Satellitengeodäsie der TU Graz 2006

[Hofmann-Wellenhof et al. 1994]: Hofmann-Wellenhof B., Kienast G., Lichtenegger H.: GPS in der Praxis. Springer Wien – New York 1994

[Hofmann-Wellenhof et al. 2001]: Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Collins J.: GPS – Theory and Practice, 5. Auflage. Springer Wien – New York 2001

[Mandl 2006]: Mandl F.: Königreich, spätbronzezeitliche Siedlung. Dachsteingebirge, Gem. Gröbming, Steiermark (Vorbericht). In: Alpen. Festschrift 25 Jahre ANISA, Hrsg. F. Mandl. Eigenverlag ANISA Gröbming 2006

[Mandl 2007]: Mandl F., Das Königreich auf dem Dachsteingebirge. Dokumentationen. In: Königreichalm. Dachsteingebirge. 3500 Jahre Almwirtschaft zwischen Gröbming und Hallstatt. Hrsg. v. B. Hebert/G. Kienast/F. Mandl. Forschungsberichte der ANISA, Band 1. Gröbming 2007, S. 23ff.

### **Anschrift:**

DI Gerhard Kienast  
Institut für Navigation/Satellitengeodäsie  
Steyrergasse 30  
A 8010 Graz

[gerhard.kienast@tugraz.at](mailto:gerhard.kienast@tugraz.at)