Universität Hamburg

Dissertation

Eurasische Hügelgrabsysteme

Landschaftsarchäologische Untersuchungen des prähistorischen Südaltais

Vorgelegt von:

Gino R. Caspari

Erstbetreuer:

Prof. Dr. M. Friedrich

Zweitbetreuerin:

Prof. Dr. M. Seifert

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades an der Fakultät für Geistswissenschaften, Fachbereich Sinologie der Universität Hamburg

Eingereicht am:

27. Januar 2016

Disputation:

24. Oktober 2016

Gutachter:

Prof.Dr. M. Friedrich
Prof.Dr. M. Seifert
Prof.Dr. F. Nikulka

Lebenslauf entfällt aus datenschutzrechtlichen Gründen

Eigenständigkeitserklärung

Ich, Gino R. Caspari, versichere hiermit die Dissertation mit dem Titel, 'Eurasische Hügelgrabsysteme' selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt zu haben. Die Stellen, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen wurden, habe ich in jedem einzelnen Fall durch die Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht.

Datum und Unterschrift:

Borders?

I have never seen one.

But I've heard they exist in the minds of some people.

Thor Heyerdahl

Abstract

For thousands of years, Northern Xinjiang and the southern flank of the Altai Mountains have been an important transitional region between major ecological zones of Eurasia. As a result of this specific setting and particular preservation conditions, the region is known as one of Central Asia's richest and most varied archaeological zones. From the Late Neolithic period onwards, different groups left their permanent marks on the landscape by means of an extraordinary number of monuments. A joint German-Chinese project was set up in 2014 as the basis of this dissertation. After long and careful preparation, establishing of the necessary relationships, and an endless number of administrative hurdles, in July 2015, an intensive survey was conducted in the Hailiutan basin near the Chinese-Russian-Kazakh border. Through the application of a Hough Forest based automatic detection algorithm on high-resolution satellite imagery, an area with a rich and varied archaeological heritage was predefined. More than a year of working with remote sensing data helped immensely with the planning and execution of the field project. The outcome was a detailed database linked with a Geographic Information System. In total, close to 1,000 structures ranging from Early Bronze Age burials to Turkic ritual monuments were mapped. As suggested by the results of the remote sensing survey, this intermontane basin seems to be one of the very few loci in the region, which enable us to understand the diachronic development of the Southern Altai over more than 4,000 years of cultural history. The analysis of the data shows that the occupation of the basin started during the Bronze Age. Funerary construction activity peaked during the Iron Age. The Late Iron Age marks an abrupt change in the cultural development, possibly related to climatic change, whereas with the beginning of the Turkic period, a return of structures onto the alluvial terraces in connection with earlier monuments can be traced. The variety of monuments suggests influences at different times from the Russian and Kazakh Altai, the Mongolian regions of the mountain range, as well as the Semirechye.

Danksagung

Diese Dissertation hätte ohne die Mithilfe und Unterstützung einer Vielzahl von Personen nicht ihre endgültige Form annehmen können. Während der knappen drei Jahre, in denen die Forschung durchgeführt wurden, habe ich viel Zeit in China, Russland und den USA verbracht: Die Freiheit an unterschiedlichsten akademischen Institutionen - von der Columbia University in New York über das Hermitage Museum und die Staatliche Universität St. Petersburg hin zur Universität Wuhan und der Chinesischen Akademie der Wissenschaften in Peking - zu lernen und zu forschen hat mir ein weites Netz von Kontakten beschert und zu zahlreichen Einfällen und Verbesserungen der vorliegenden Arbeit geführt. Dies war nur möglich Dank des Vertrauens, das Prof. Dr. Martina Seifert während der letzten Jahre in mich setzte. Aufgrund dieser Voraussetzungen konnte eine Arbeit entstehen, welche sich erfolgreich aus den Verschulungstendenzen, welche sich schleichend auf die Doktoratsstufe ausweiten, heraushalten konnte. Grosser Dank gebührt auch Prof. Dr. Michael Friedrich, der mir in der letzten Phase des Doktorats überhaupt ermöglichte, die Arbeiten abzuschliessen und meine Dissertation zu verteidigen.

Besonderer Dank gilt Ralph Rosenbauer, den ich während meiner Zeit als Bachelorstudent an der Universität Bern kennenlernte. Er hat mich zu Beginn meines Dissertationsvorhabens wesentlich bei der Ausarbeitung des Themas unterstützt und mir Kontakte vermittelt, die essentiell für den Erfolg des Forschungsvorhaben waren. Ohne diese Erleichterung wäre ich in den drei Jahren niemals so weit gekommen.

Prof. Dr. Jean Bourgeois von der Universität Ghent hat mir, nachdem ich ihn in Belgien besucht hatte, grosszügig Zugang zu seinen Forschungen im russischen Altai gewährt und mir durch unsere Diskussionen in Xinjiang Perspektiven bezüglich Forschungsfragen im überregionalen Kontext eröffnet. Besten Dank dafür.

Grösster Dank gebührt Prof. Dr. Timo Balz von der Universität Wuhan, der mich mehrfach als Gastforscher an das Laboratory for Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing eingeladen hat. Nur wegen seiner intensiven Kontaktpflege während meiner Abwesenheit gelang es, enge Verbindungen zur Chinesischen Akademie der Wissenschaften zu knüpfen, die letztendlich zu den Feldforschungen führten. Damit nicht genug, wurde auch ein Teil der Kosten für den Survey im chinesischen Altai über seine Projekte gedeckt.

Prof. Dr. Bihong Fu von der Chinesischen Akademie der Wissenschaften hat es auf sich genommen, für ein internationales Team eine Surveylizenz für den chinesischen Altai zu beantragen. Für dies und auch für die Finanzierung der chinesischen Projektteilnehmer durch das Institute of Remote Sensing and Digital Earth der Chinesischen Akademie der Wissenschaften sei ihm herzlichst gedankt.

Dr. Gertjan Plets danke ich für seine Teilnahme am Survey und für seine Bemühungen, mir all das subtile Wissen zu vermitteln, welches nie aus archäologischen Publikationen hervorgeht, sondern letztendlich nur im Feld erfahren werden kann. Ich hoffe, ihn für weitere Feldkampagnen in Nordwestchina an Bord zu haben.

Ich danke Michael Jendryke, Liu Gang und Simone Surace, die mich, was die komplexeren statistischen und code-basierten Verfahren der Dissertation angeht, beraten haben, recht herzlich. Bedanken möchte ich mich auch bei all jenen, die während meiner Reisen dazu beigetragen haben, mich mit der nicht immer leicht zugänglichen Literatur zu versorgen, Daten besorgt oder Teile meiner Dissertation gelesen und mit kritischen Anmerkungen versehen haben.

Meiner Freundin Martina, die sich während der Reisen mit meinen langen Abwesenheiten abfinden musste und trotz ihrer arbeitsintensiven Ausbildung zur Anwältin immer wieder Zeit fand, Vorschläge zu machen und Textpassagen Korrektur zu lesen, danke ich von ganzem Herzen für ihren grossen Beitrag zum Gelingen des Projektes. Meinem Bruder Gian und meinen Eltern Thea und Manuel, danke ich für die Gespräche und die Anregungen zur Selbstreflexion. Ohne diese vier mir sehr nahestehenden Menschen würde ich heute nicht mit solcher Gelassenheit in eine spannende Zukunft blicken.

Obwohl zu Beginn des Doktorats kein Geld für die Untersuchungen zur Verfügung stand, gelang es mir, schrittweise grössere und kleinere Unterstützungsbeiträge für das Vorhaben selbst, aber auch für meine persönliche Weiterbildung und meine Lebenshaltungskosten zu generieren. Zu Beginn sprang die Digital Globe Foundation ein und gewährte mir Zugang zu hochauflösenden Satellitenbilddaten. Die Universität Wuhan hat mir mehrfach ein Zimmer auf dem Campus und einen Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt, was die Arbeit in China sehr erleichterte. Während meiner Zeit an der Columbia University in New York wurde ich von einem Fulbright-Stipendium, einem Stipendium für den Teilerlass der Studiengebühren und einem zusätzlichen Grant der Universität selbst unterstützt. Die

Janggen-Pöhn Stiftung finanzierte einen Teil der Lebenshaltungskosten in Manhattan. Während des letzten Jahres der Dissertation erhielt ich ein Doc-Mobility Stipendium des Schweizerischen Nationalfonds, das mir ein weitgehend sorgloses Arbeiten und einen zügigen Abschluss der Schreibphase ermöglichte. Das Feldprojekt wurde mit einem beachtlichen Betrag von der ArchaeoCare Foundation gesponsert. All diesen Institutionen sei herzlich für ihre Unterstützung gedankt.

Inhaltsverzeichnis

Eigenständigkeitserklärung ii

Abstract iv

Danksagung v

Inhaltsverzeichnis viii

Abbildungsverzeichnis xii

Tabellenverzeichnis xviii

1 Landschaftsarchäologie im chinesischen Altaigebirge 1
- 1.1 Ziele der Arbeit . . . 3
- 1.2 Methoden . . . 5
- 1.3 Daten und Datenerhebung . . . 6
- 1.4 Erwartungen . . . 7
- 1.5 Aufbau der Dissertation . . . 9

2 Methoden zur automatischen Detektion 11
- 2.1 Grundlagen . . . 14
  - 2.1.1 Darstellung eines Bildes als Matrix . . . 14
  - 2.1.2 Konvolution . . . 15
- 2.2 Template Matching . . . 17
  - 2.2.1 Kantendetektion . . . 17
  - 2.2.2 Konvolution mit Ringtemplates . . . 17
  - 2.2.3 Bewertung . . . 19
- 2.3 SIFT-Features . . . 20
  - 2.3.1 Generierung der Oktaven . . . 20
  - 2.3.2 Bildung der Differenz konsekutiver Bilder . . . 21
  - 2.3.3 Lokalisierung von Maxima und Minima . . . 22
  - 2.3.4 Selektion der Keypoints . . . 22

2.3.5 Zuweisung der Punktorientierung . . . 23
2.3.6 Generierung des Vektors . . . 23
2.3.7 Bewertung . . . 25
2.4 Hough Forests . . . 27
2.4.1 Training des Algorithmus . . . 27
2.4.2 Anwendung des Entscheidungswaldes . . . 30
2.4.3 Konfiguration . . . 30
2.4.4 Bewertung . . . 33
2.5 Zwischenfazit . . . 37

3 Fernerkundung **38**
3.1 Wahl des Untersuchungsgebietes . . . 39
3.2 Höhenmodelle . . . 44
3.2.1 SRTM-C . . . 44
3.2.2 SRTM-X . . . 45
3.2.3 TanDEM-X . . . 46
3.3 Optische Daten . . . 48
3.3.1 Corona . . . 48
3.3.2 Quickbird . . . 49
3.3.3 IKONOS . . . 50
3.3.4 WorldView-2 . . . 50
3.4 Methode der visuellen Interpretation . . . 52
3.5 Resultate der visuellen Interpretation . . . 55
3.5.1 Sichtbarkeit archäologischer Anomalien . . . 55
3.5.2 Hügelstrukturen . . . 68
3.5.3 Architektur . . . 69
3.5.4 Lokalisierung der Grabhügel . . . 72
3.6 Resultate der automatisierten Datenauswertung . . . 75
3.7 Implikationen für die Feldarbeit . . . 77
3.8 Zwischenfazit . . . 79

4 Intensiver Survey **80**
4.1 Hürden für die Etablierung eines Feldprojektes in Xinjiang . . . 81
4.2 Surveymethodik . . . 84
4.2.1 Anpassung der geplanten Methodik . . . 84
4.2.2 Neubestimmung des Untersuchungsgebietes durch das Militär 86
4.2.3 Dokumentation der Sites . . . 88
4.3 Resultate . . . 93
4.3.1 Skythische Kurgane . . . 97
4.3.2 Keregsur und keregsurähnliche Strukturen . . . 108
4.3.3 Sakische Kurgane . . . 113
4.3.4 Alttürkenzeitliche Memorialkomplexe . . . 124
4.3.5 Pseudoarchitektur . . . 128
4.3.6 Tumuli . . . 131

4.3.7 Ovale Hügelstrukturen . . . 138
4.3.8 Steinkreise . . . 149
4.3.9 Steinplattformen . . . 154
4.3.10 Steinkisten . . . 156
4.3.11 Stelen und stehende Steine . . . 158
4.3.12 Steinkonzentrationen, Zonen, Vertiefungen . . . 161
4.3.13 Architektur . . . 162
4.4 Implikationen für künftige Fernerkundungsprojekte . . . 165
4.4.1 Vergleich der Punktwolken . . . 165
4.4.2 Fehlerquellen . . . 168
4.5 Zwischenfazit . . . 170

5 Räumlich-zeitliche Analyse der Daten 172
5.1 Entwicklung der Fundstellenanzahl . . . 173
5.2 Kerndichteschätzung . . . 177
5.3 Nächste Nachbarn . . . 179
5.4 Ripley's K . . . 182
5.5 Clusterdetektion . . . 186
5.6 Räumliche Präferenzen . . . 193
5.6.1 Bodenfeuchte . . . 193
5.6.2 Verkehrstechnische Mikrolage . . . 196
5.6.3 Konkurrenz unterschiedlicher Bauwerke . . . 199
5.6.4 Orientierung . . . 201
5.6.5 Sichtbarkeitsanalyse . . . 203
5.7 Diachrone Landschaftsentwicklung . . . 207
5.8 Zwischenfazit . . . 213

6 Die Kulturlandschaft des südlichen Altaigebirges 214
6.1 Was ist eine Cultural Landscape? . . . 214
6.2 Beschreibung der naturräumlichen Gegebenheiten . . . 218
6.2.1 Klimatische Umgebung . . . 218
6.2.2 Topographie . . . 222
6.2.3 Geologisches Umfeld . . . 224
6.2.4 Hydrologisches Umfeld . . . 224
6.2.5 Flora . . . 225
6.2.6 Fauna . . . 226
6.3 Die Kulturlandschaft der Hochebene im Laufe der Zeit (ca. 2400 v. Chr. - 900 n. Chr.) . . . 227
6.3.1 Äneolithikum . . . 228
6.3.2 Frühe und mittlere Bronzezeit . . . 228
6.3.3 Spätbronzezeit . . . 229
6.3.4 Ältere Eisenzeit . . . 231
6.3.5 Jüngere Eisenzeit . . . 234
6.3.6 Alttürkenzeit . . . 235

7 Fazit und Ausblick **237**

A Rechtliche Grundlagen **240**

B Auflistung aller Strukturen **247**

C Dokumentation der Feldarbeit **277**

D Kurzzusammenfassung der Resultate **280**

E Brief Summary of the Results **284**

F Liste der Vorveröffentlichungen **288**

Bibliographie **290**

Abbildungsverzeichnis

2.1 Binäres Bild . . . 14
2.2 Graustufenbild . . . 15
2.3 RGB-Bild . . . 15
2.4 Konvolution (Darstellung nach Amberg 2015) . . . 16
2.5 Kantendetektion (*canny edge detector)* . . . 18
2.6 Detektion durch Konvolution . . . 18
2.7 Oktaven . . . 21
2.8 Difference of Gaussians . . . 21
2.9 Selektion der Keypoints . . . 22
2.10 Generierung des Feature-Vektors . . . 24
2.11 SIFT-Features auf eisenzeitlichem Grabhügel . . . 25
2.12 Aufbau eines Entscheidungsbaumes . . . 29
2.13 Dichtebedingte Detektionshypothesen . . . 30
2.14 Kontrolle der falsch-positiven Detektionen mittels *thresholding* . . . 31
2.15 Monumentkategorien zur Algorithmusevaluierung: v.l.n.r. I, II, III . 34

3.1 Das Altaigebirge und angrenzende orographische Einheiten . . . 41
3.2 Abgrenzung des Untersuchungsgebiets . . . 42
3.3 Dreidimensionales Höhenmodell des Untersuchungsgebiets mit leicht skalierten Höhen (Blick nach Nordwesten) . . . 42
3.4 SRTM-C-Band-Daten des südöstlichen Teils des Untersuchungsgebietes . . . 46
3.5 TanDEM-X-Daten des südöstlichen Teils des Untersuchungsgebietes 47
3.6 Beispiel für die Auswertung eine Planquadrats durch visuelle Interpretation der IKONOS-Daten in ArcGIS . . . 53
3.7 Räumliche Verteilung der potenziellen Grabhügel als Resultat der visuellen Interpretation der Satellitenbilder (IKONOS-2, Quickbird, Worldview-2) . . . 56
3.8 Sichtbarkeit von Grabhügeln mit Durchmesser > 20 m in Corona-Daten . . . 57
3.9 Sichtbarkeit von Grabhügeln in panchromatischen Daten (v.o.n.u.): IKONOS-2-Daten Standard Deviation 2.5; WorldView-2-Daten Percent Clip min. 0.25 max. 0.25; WorldView-2-Daten Histogram Equalize . . . 58
3.10 Sichtbarkeit von Grabhügeln in RGB-Renderings aus Quickbird-Daten (v.o.n.u.): Kein Stretch; Esri Stretch . . . 61

3.11 Sichtbarkeit von Grabhügeln in Falschfarben-Kompositbildern (v.o.n.u.): Einzelkanal Red Edge; Red/Green/Blue; pansharpened Coastal/Blue/Green 64
3.12 Sichtbarkeit von Grabhügeln in Falschfarben-Kompositbildern (v.o.n.u.): pansharpened NIR-1/Red/Green; pansharpened NIR-1/Green/Red; pansharpened Green/Yellow/NIR-2 65
3.13 Sichtbarkeit von Grabhügeln in Falschfarben-Kompositbildern (v.o.n.u.): NIR-1/NIR-2/Green; Blue/NIR-1/NIR-2; NDVI 66
3.14 Typologie grossräumiger Einfriedungen: a) einräumig b) zweiräumig mit Anbauten c) und d) mehrräumig-komplex mit Anbauten und möglicherweise angrenzender Wohnarchitektur 70
3.15 Typologie der Wohnarchitektur: a) einräumig b) einräumig verschachtelt c) zweiräumig d) dreiräumig e) mehrräumig-komplex . . 71
3.16 Scatterplot der Hangneigungswinkel 73
3.17 Korrelation der räumlichen Verteilung potenzieller Grabhügel mit der Neigung des Geländes (basierend auf TanDEM-X Höhenmodell) 74
3.18 Automatische Auswertung der IKONOS-2-Daten 76

4.1 Die Vegetationsdecke auf der Hochebene mit dem Einfluss steter Beweidung (links) und durch Umzäunung vor Tieren geschützt (rechts) 85
4.2 Surveyplanung und administrative Einschränkungen: Geplante Surveyzonen (rote Rechtecke); Bezirksgrenze zwischen Habahe und Bu'erjin (gezackte Linie); durch die militärische Administration neu definierte Grenze des Untersuchungsgebietes (gerade Linie) 87
4.3 Kürzlich beraubtes und wieder mit Steinen verfülltes Grab, vermutlich aus der hunno-sarmatischen Periode 90
4.4 Mit Agisoft Photoscan erstelltes 3D-Modell einer vermutlich bronzezeitlich datierenden Stele 91
4.5 Verteilung der während der Feldkampagne eingemessenen archäologischen Strukturen 94
4.6 Prozentuale Verteilung der einzelnen morphologischen Kategorien . 96
4.7 Verteilung der maximalen Kurgandurchmesser in m 97
4.8 Kurgankette mit nord-südlicher Ausrichtung, vier Grabhügel HT001070-HT001073 sind relativ gut erhalten, HT001067-HT001069 sind beinahe vollständig zerpflügt. 98
4.9 Kurgan HT010007: NS-Durchmesser 6.9 m, OW-Durchmesser 7.0, hervorragender Erhaltungszustand, unberaubt, mit leichter mittiger Eindellung, Blick nach Nordosten 100
4.10 Kurgan HT001020: NS-Durchmesser 28.0 m, OW-Durchmesser 29.5 m, guter Erhaltungszustand, versuchte Beraubung, Grabkammer wahrscheinlich noch intakt, grosse mittige Eindellung, Blick nach Nordosten 102
4.11 Kurgan HT001020 und die unmittelbar auf das Monument Bezug nehmenden Strukturen 103
4.12 Kurgan HT001110: NS-Durchmesser 28.6 m, OW-Durchmesser 26.1 m, beraubt, schlechte Erhaltung, Blick nach Norden 104

4.13 Kurgan HT001110 mit aus kleineren Steinkreisen bestehendem Halbkreis im Westen . . . 104
4.14 Kurgan HT010013 als Zentrum einer Kurganakkumulation . . . 105
4.15 Kurgan HT002001 mit Stelen und einer Kette kleinerer Kurgane im Osten . . . 106
4.16 Kurgan HT046005 als Teil einer Kurgankette . . . 107
4.17 Verteilung der maximalen Keregsurdurchmesser runder und potenzieller Keregsurmonumente in m . . . 108
4.18 Schematische Darstellung von Keregsurmonumenten a) und b) und keregsurähnlichen Strukturen c) . . . 109
4.19 Keregsur HT030003 mit Steinhügel und Steinring . . . 111
4.20 Keregsur HT030001 mit Steinhügel und quadratischer Einfriedung . 112
4.21 Verteilung der maximalen Hügeldurchmesser sakischer Kurgane in m 114
4.22 Verteilung der Höhen sakischer Kurgane in m . . . 114
4.23 Schematische Darstellung von sakischen Kurganen . . . 115
4.24 Kurgan HT036002 mit Erdhügel und Steinring . . . 116
4.25 Kurgan HT007001 mit Erdhügel und doppeltem Steinring („Prozessionsweg“?) . . . 116
4.26 Kurgan HT013026 mit Erdhügel und Kreisgraben . . . 117
4.27 Kurgan HT043002 mit Erdhügel ohne Kreisgraben, Profil nach Süden hin sanft abfallend . . . 117
4.28 Cluster aus hauptsächlich sakischen Kurganen mit Ringgraben im Zentrum der Hochebene . . . 120
4.29 Südteil der in Abb. 4.28 dargestellten Site mit sakischen Grosskurganen (HT013042 rechts im Bild mit Steinstele), Blick nach Süden . 121
4.30 Cluster aus vier sakischen Kurganen im Norden der Hochebene . . . 121
4.31 Kette aus sieben sakischen Kurganen im Nordenwesten der Hochebene 122
4.32 Ogradka HT018024 mit einer kleinen Stele, Einfriedung 4.5 m x 4.6 m, Blick nach Osten . . . 125
4.33 Verteilung der maximalen Seitenlängen alttürkenzeitlicher Memorialkomplexe . . . 126
4.34 Schematische Darstellung alttürkischer Memorialkomplexe Oben: Isoliertes Monument (bspw. HT018029); Unten: Akkumulation von Einfriedungen mit nord-südlicher Ausrichtung (bspw. HT010029-HT010038) . . . 126
4.35 Pseudoarchitektonische Steinsetzung HT008030, nordsüdliche Ausdehnung 7.7 m, ostwestlich Ausdehnung 7.0 m, Blick nach Süden . . 129
4.36 Pseudoarchitektonische Steinsetzungen HT008030 und HT008001 im Kontext eines späteisenzeitlichen Gräberfeldes . . . 130
4.37 HT012007 mit drei gut sichtbaren Ecksteinen und dem zentralen Tumulus aus groben flechtenüberzogenen Blöcken, Ost-West-Durchmesser 4.8 m, Nord-Süd-Durchmesser 4.2 m, Blick nach Norden, im Hintergrund HT012008 mit Ecksteinen und aufrecht eingegrabener Steinplatte . . . 132

4.38 HT012007 *four-cornered mound* und der unmittelbare Kontext bestehend aus weiteren kleinen Tumuli 134
4.39 HT016001 in WorldView-2 Daten 135
4.40 HT016001, Blick nach Nordosten 135
4.41 HT016001 und die kleineren Strukturen auf und unmittelbar neben dem Tumulus 136
4.42 Verteilung der maximalen Durchmesser von ovalen Hügelstrukturen 138
4.43 Site HT017 mit ovalen Hügelstrukturen entlang der Spitze eines aus der Ebene hervortretenden Hügels 141
4.44 Ovales Grab HT017016, 3.5 m Länge, 2.7 m Breite, Blick nach Süden 142
4.45 Ovales Grab HT016035, 2.5 m Länge, 2.0 m Breite 142
4.46 Ovales Grab HT008002, Hügel: 4.5 m Länge, 4.6 m Breite, Oval: 1.9 m Läng, 1.1 m Breite 143
4.47 Site HT045 144
4.48 Ovales Grab HT045017, 3.6 m Länge, 2.2 m Breite 145
4.49 Site HT054 146
4.50 Site HT048 147
4.51 Ansammlung von ovalen Gräbern im Kontext sakischer Grosskurgane 148
4.52 Ovales Grab HT013057, 2.3 m Länge, 2.0 m Breite, Blick nach Westen 148
4.53 Verteilung der maximalen Durchmesser von Steinkreisen 149
4.54 Steinkreis HT038005, 2.5 m Durchmesser 150
4.55 Steinkreis HT030002 des quadratischen Keregsurmonuments HT030001, 4.4 m Durchmesser, Blick nach Westen 151
4.56 Steinkreis HT050008, 6.2 m Durchmesser, Blick nach Nordosten . . 153
4.57 Plattform HT045020 154
4.58 Der sakische Grosskurgan HT013036 und die angrenzenden Steinplattformen im Gebiet zwischen Kreisgraben und Aufschüttung . . 155
4.59 Steinkiste HT016017 157
4.60 Steinreihe von Kurgan HT055004, Blick nach Westen 160
4.61 Ruine aus den 80er-Jahren des letzten Jahrhunderts 163
4.62 Beispiel für den Vergleich von Corona und QuickBird Daten bezüglich der kartierten Ruinenfelder 164
4.63 Site HT013 mit beinahe perfekter Übereinstimmung von im Feld kartierten Monumenten und Detektionen aus dem Fernerkundungssurvey 166
4.64 Gebiet mit moderater Übereinstimmung von im Feld kartierten Monumenten und Detektionen aus dem Fernerkundungssurvey 167
4.65 Kreisförmige Bodenmerkmale in WorldView-2 Daten 169
4.66 Kreisförmige Bodenmerkmale: links der Abdruck einer Yurte mit den Steinen, welche zur Beschwerung der Aussenhülle verwendet werden; rechts der Abdruck eines ehemals kreisförmig umzäunten Gebietes, in dem Tiere über Nacht gehalten wurden 169

5.1 Anthropogene Aktivität auf der Hochebene von der Alttürkenzeit zurück bis ins ausgehende Neolithikum 176

5.2 Kerndichteschätzung aller kartierten früheisenzeitlichen Monumente (v.o.n.u.) mit einem Suchkreisradius von 100 m, 250 m und 500 m zur Identifikation der von Strukturclustern 178
5.3 Punktmuster v.l.n.r. Dispersion, Zufallsverteilung, Clusterung . . . 179
5.4 Vorgehensweise von *Ripley's K* (Darstellung nach O'Sullivan - Unwin 2003) 183
5.5 Darstellung von *Ripley's K* für ältereisenzeitliche Monumente als Graph mit signifikanten, die Konfidenzgraphen überschreitenden Maxima bei 150-300 m und bei 6450-6600 m. 184
5.6 Arbeitsweise des DBSCAN Algorithmus (Darstellung nach Ester u. a. 1996) 188
5.7 Auswertung der zentralen Punktwolke des Untersuchungsgebietes mittels DBSCAN Algorithmus mit einem Suchradius von 50 m. Die roten Punkte markieren isolierte Monumente. 190
5.8 Auswertung der zentralen Punktwolke des Untersuchungsgebietes mittels DBSCAN Algorithmus mit einem Suchradius von 100 m. Die roten Punkte markieren isolierte Monumente. 191
5.9 Auswertung der zentralen Punktwolke des Untersuchungsgebietes mittels DBSCAN Algorithmus mit einem Suchradius von 150 m. Die roten Punkte markieren isolierte Monumente. 192
5.10 Fundstellen und Gebiete mit erhöhter Bodenfeuchte (visuelle Interpretation von WorldView-2 Daten) 195
5.11 Verteilung der Monumente in Bezug auf die heute bestehenden Strassen und Feldwege 196
5.12 Verteilung sakischer und skythischer Kurgane 200
5.13 Ausrichtung sakischer und skythischer Kurganeketten 202
5.14 Sichtbarkeitsanalyse für die vier identifizierten späteisenzeitlichen Nekropolen im Untersuchungsgebiet 204
5.15 Sichtbarkeitsanalyse mittels Sichtlinien 205
5.16 Die Verteilung bronzezeitlicher Strukturen im Untersuchungsgebiet 209
5.17 Die Verteilung ältereisenzeitlicher Strukturen im Untersuchungsgebiet 210
5.18 Die Verteilung jüngereisenzeitlicher Strukturen im Untersuchungsgebiet 211
5.19 Die Verteilung alttürkenzeitlicher Strukturen im Untersuchungsgebiet 212

6.1 Traditionelles Denkmodell (links) landschaftsarchäologischer Ansatz von J. Korr (rechts) 215
6.2 Die landschaftsarchäologische Trinität als theoretisches Rahmenwerk 216
6.3 Steppenlandschaft der Hochebene 219
6.4 Alpine Landschaft in einem Seitental der Ebene 219
6.5 Nadelwald auf den Berghängen südlich des Kanassee 220
6.6 Trockenes Hügelvorland des südlichen Altais 222
6.7 Sandwüste 223

C.1 Dokumentation einer Stele auf einem sakischen Grosskurgan 277

C.2 GPS-Messungen zur Lokalisierung einzelner Gräber einer späteisenzeitlichen Nekropole 278
C.3 Im Morast feststeckendes Fahrzeug und längere Unterbrechung der Surveyaktivitäten 278
C.4 Erkundungen bei Regenwetter 279
C.5 Übernachtungsgelegenheit in einem Seitental der Hochebene 279

Tabellenverzeichnis

2.1 Testdaten Karakoltal, Trainingsgebiet L: Resultate unter Anpassung des Schwellenwertes . . . 35
2.2 Testdaten Karakoltal, Trainingsgebiet J: Resultate unter Anpassung des Schwellenwertes . . . 35
2.3 Testdaten Karakoltal, Trainingsgebiet H: Resultate unter Anpassung des Schwellenwertes . . . 35

3.1 Bänder der WorldView-2-Daten mit zugehörigen Wellenlängen (Tabelle nach Landinfo 2015) . . . 51
3.2 Resultate der Auswertung panchromatischer IKONOS-Daten in unterschiedlichen Stretch-Modi . . . 57
3.3 Resultate der Auswertung panchromatischer WorldView-2-Daten in unterschiedlichen Stretch-Modi . . . 57
3.4 Resultate der Auswertung RGB-Renderings aus Quickbird-Daten in unterschiedlichen Stretch-Modi . . . 60
3.5 Resultate der Auswertung von Kanälen und Bandkombinationen von WorldView-2-Daten . . . 67
3.6 Resultate der visuellen Interpretation von IKONOS-2-, Quickbird- und WorldView-2-Daten . . . 68
3.7 Resultate der automatischen Auswertung . . . 76

4.1 Morphologische Klassifikation der aufgefundenen Strukturen und ihre jeweilige Anzahl . . . 93
4.2 Kurgane mit einem Durchmesser von mehr als 20 m . . . 101
4.3 Keregsurähnliche Monumente mit Kreisgraben und Durchmesser > 40 m . . . 118
4.4 Anzahl der mit Ogradka assoziierten Stelen . . . 125
4.5 Pseudoarchitektonische Strukturen . . . 129
4.6 Eine mögliche Aufteilung der Kategorie der nicht klassifizierten Tumuli anhand von Baumaterialien und Grösse . . . 131
4.7 Cluster von ≥ 10 ovalen Hügelstrukturen und die jeweilige Anzahl einzelner ovaler Gräber . . . 139
4.8 Steinkreise und ihre Assoziierung mit datierbaren Monumenten . . . 151
4.9 Stelen, stehende Steine und ihre Assoziierung mit datierbaren Monumenten . . . 159
4.10 Stelen mit Höhe ≥ 1.8 m . . . 159

5.1 Periodeneinteilung 174
5.2 Fundstellen pro Zeiteinheit 176
5.3 Resultate der *average nearest neighbor analysis* für alle datierbaren Monumente 180
5.4 Nächste-Nachbarn-Analyse für die einzelnen Zeitperioden 180
5.5 Prozentuale Anteile von Strukturen in der Nähe von Regionen mit erhöhter Bodenfeuchte 194

D.1 Morphologische Klassifikation der aufgefundenen Strukturen und ihre jeweilige Anzahl 282

E.1 Morphological classification and quantities of mapped structures . . 285

für Martina

Kapitel 1

Landschaftsarchäologie im chinesischen Altaigebirge

Das zentralasiatische Altaigebirge ist eine der wenigen Lokalitäten auf dem eurasischen Kontinent, in welchen sich aufgrund der Abgelegenheit, der dünnen Besiedelung und günstiger geologischer und biologischer Prozesse ein Reichtum an archäologischen Hinterlassenschaften erhalten hat, der seinesgleichen sucht.[1] Das Wissen über die Archäologie dieser Region ist jedoch relativ fragmentarisch.

Wenige aus der Altairegion stammende Funde wurden zwar bereits Anfang des 18. Jahrhunderts gemacht, mit dem vorläufigen Schwerpunkt auf der nördlichen Schwarzmeerregion blieb jedoch der sibirische Zweig der Steppenkultur bis zum Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts weitgehend unbekannt.[2] Erst V. Radlov führte Mitte des 19. Jahrhunderts eine Expedition in die Region.[3] Mit den aussergewöhnlichen Funden von S. Rudenko[4] und M. Grjaznov[5] im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts gerieten die skythenzeitlichen Grabhügel der Altairegion ins Blickfeld der Weltöffentlichkeit. Die Entdeckungen, welche in den Fürstengräbern der Nekropolen von Pazyryk, Karakol, Tuekta und Bashadar gemacht wurden führten zu zahlreichen Expeditionen, die jedoch vielfach nur unzureichend oder gar nicht veröffentlicht wurden.[6]

[1] Gheyle 2009, 31
[2] Parzinger 2004
[3] Parzinger 2006
[4] Rudenko 1970
[5] Grjaznov 1969
[6] Parzinger 2006, 586

Obwohl seit vielen Jahrzehnten insbesondere im russischen Teil des Gebirges Ausgrabungen durchgeführt und teilweise spektakuläre Funde gemacht werden,[7] fehlen länderübergreifende Studien beinahe vollständig. Die Lage des Gebirges im Grenzgebiet der vier Nationalstaaten Russland, Kasachstan, Mongolei und China macht die Durchführung von grenzüberschreitenden archäologischen Projekten beinahe zu einem Ding der Unmöglichkeit. Aber auch die administrative Zersplitterung innerhalb der Länder, welche in einem komplexen Gefüge aus Zuständigkeiten und einer Verstrickung unterschiedlicher nationaler Institutionen resultiert, trägt das Ihre zur Unübersichtlichkeit der Situation bei. Für den westlichen Archäologen erschwerend hinzu kommen die für den Einbezug der lokalen Quellen notwendigen Sprachkenntnisse des Russischen und Chinesischen.

Es ist eigentlich unnötig zu erwähnen, dass die nationalen und regionalen Grenzen für die Erforschung antiker Zusammenhänge bedeutungslos sein sollten. Den Eindruck, den die nationalen Kulturen und die geographische Ausdehnung dieser *imagined communities*[8] in der archäologischen Forschung hinterlassen, ist jedoch enorm. Die lange Forschungstradition[9] zur skythischen Sachkultur auf russischem und später sowjetischem Gebiet reicht bis ins 17. Jahrhundert zurück. Erst mit den Entdeckungen Rudenkos in Pazyryk zu Beginn des 20. Jahrhunderts geriet jedoch das Altaigebirge in den Fokus.[10,11] Während die internationale Forschungszusammenarbeit in den Gebieten der ehemaligen Sowjetunion auf eine lange Tradition zurückblicken kann, haben archäologische Untersuchungen im vergleichsweise jungen Staat Mongolei[12] erst vor relativ kurzer Zeit das Interesse einer grösseren internationalen Forschungsgemeinschaft geweckt.[13] Dort werden nun auch grossräumige landschaftsarchäologische Surveys durchgeführt, welche die Erstellung eines umfangreichen Inventars zum Ziel haben.[14] Im chinesischen Verständnis war die autonome Region Xinjiang als nordwestlichstes Randgebiet der Volksrepublik stets barbarisch und bezüglich der archäologischen Erforschung keinesfalls ein Fokus. Umso mehr galt und gilt dies immer noch für die südlichen Ausläufer des Altaigebirges im nördlichsten Teil Xinjiangs. Auch die eingehendere Beschäftigung mit

[7] beispielsweise Polosmak - Seifert 1996

[8] Anderson - O'Gorman, 1983

[9] Ein beginnendes Interesse an skythischer Kunst kann mit der Regierungszeit Peters des Grossen 1689–1725 verknüpft werden, blieb jedoch vorerst auf den Nordschwarzmeerraum beschränkt.

[10] Rudenko 1970

[11] Gryaznov 1969

[12] Die Gründung der Mongolischen Volksrepublik erfolgte im Jahr 1924.

[13] beispielsweise Bemmann u. a. 2009

[14] Jacobson-Tepfer u. a. 2009

und das Interesse vieler Forscher an dem von Ferdinand von Richthofen geprägten Konzept der Seidenstrasse[15] betont stets die südlichen Routen um das Tarimbecken und lässt die Dschungarei und die südlichen Ausläufer des Altaigebirges aussen vor.

Trotz des langsam aufkeimenden Interesses von chinesischer Seite und dem Versuch internationaler Forschender, sich entgegen der administrativen und linguistischen Herausforderungen mit dem nördlichen Xinjiang zu beschäftigen, bleibt der chinesische Teil des Altaigebirges über weite Strecken „die grosse Unbekannte.“[16] Die fehlende Einzeichnung auf den meisten archäologischen Übersichtskarten, welche sich mit dem Altaigebirge und Südsibirien beschäftigen, macht aus der Region des nördlichen Xinjiangs in sichtbarer Manier einen weissen Fleck auf der archäologischen Landkarte.

1.1 Ziele der Arbeit

Die mangelnde Kenntnis der Archäologie dieser abgelegenen Region ist an und für sich bereits Motivation genug, sich im Rahmen dieser Dissertation einmal eingehender mit den dortigen Altertümern zu befassen. Wenn die Auffindung eines jeden zusätzlichen Grabhügels eine Entdeckung im eigentlichen Sinne darstellt, so hat die archäologische Forschung kaum etwas von dem aufregenden Glanz der Pionierzeit eingebüsst. Die Ziele dieses Forschungsvorhabens haben sich während der Forschungen, insbesondere aufgrund sich unverhofft bietender Gelegenheiten, mehrfach verändert und sind nur im Nachhinein als kohärente, logische Abfolge begreifbar. Es war zu Beginn der Arbeiten aufgrund der mangelnden Kenntnis des Gebietes und der vielen Unbekannten kaum möglich, festgesetzte Ziele zu verfolgen. Hier werden die sich im Nachhinein herauskristallisierenden Ziele der einzelnen Abschnitte der Arbeit kurz vorgestellt, da sich daraus der Aufbau der Arbeit ergibt.

Als erstes Ziel wurde die Schaffung einer Methode zur automatischen Detektion von Grabhügeln angestrebt. Diese soll eine Möglichkeit aufzeigen, wie grenzübergreifend gearbeitet werden kann und gleichzeitig die Einschränkungen

[15] Chinesisch 丝绸之路 wortwörtlich „Strasse der Seide“

[16] E-mail vom 27.04.2015 von Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Hermann Parzinger an den Verfasser

nationaler und regionaler Administrationen durch die Forschung überwunden werden können. Der Ansatz verlangte eine eingehende Beschäftigung mit dem Verfasser der Arbeit bis dahin kaum vertrauten Programmiersprachen, Softwarepaketen und wissenschaftlichen Methoden aus dem Bereich der Informatik und der Fernerkundung. Das erste Ziel kann wie folgt untergliedert werden:

- Die Etablierung einer Methode zur automatischen Detektion von Grabhügeln basierend auf Algorithmen der *computer vision*
- Die Akquisition von hochauflösenden Satellitenbildern eines weiträumigen Gebietes im chinesischen Altaigebirge
- Die Durchführung eines algorithmusgestützten Surveys in der Region und der Vergleich der Daten mit der visuellen Interpretation der Satellitenbilder

Als zweites Ziel wurde die Durchführung eines Fernerkundungssurveys festgelegt, mit dem ein Teil des chinesischen Altaigebirges detailliert hinsichtlich der archäologischen Landschaft untersucht werden sollte. Die Wahl der Methode erfolgte insbesondere eingedenk der zum damaligen Zeitpunkt unüberwindbar erscheinenden Hindernisse für die effektive Etablierung eines Feldprojektes im chinesischen Altai.

- Die Bestimmung eines Untersuchungsgebietes
- Die visuelle Auswertung von hochauflösenden Satellitendaten hinsichtlich archäologischer Strukturen, insbesondere Grabhügel
- Der Vergleich verschiedener Daten (CORONA, IKONOS, Quickbird, WorldView-2) hinsichtlich der Sichtbarkeit archäologischer Strukturen
- Die Analyse der Verteilung von Fundstellen als Planungswerkzeug für die Etablierung künftiger Feldprojekte

Als drittes Ziel wurde die Organisation, Planung, Durchführung und Auswertung eines intensiven archäologischen Surveys in der chinesischen Altairegion angestrebt, welche nach zeitaufwendigen Vorbereitungen und mehrfachen Rückschlägen schliesslich im Sommer 2015 durchgeführt werden konnte. Untergeordnete Ziele waren:

- Die Erlangung einer Surveylizenz
- Die Kooperation mit chinesischen Partnern
- Die Generierung detaillierter Daten zu den archäologischen Fundstellen des unter Ziel 2 definierten Untersuchungsgebietes
- Die Durchführung einer ausführlichen Analyse bezüglich der Datierung einzelner Monumente mittels Vergleichen aus benachbarten Regionen
- Die Untersuchung der archäologischen Landschaftsentwicklung von der Bronzezeit bis in die Alttürkenzeit (2400 v. Chr. - 900 n. Chr.)

1.2 Methoden

Die Archäologie zeichnet sich als Disziplin insbesondere durch ihr enormes Methodenspektrum aus. Als Vertreter eines Fachs auf der Grenze zwischen Geistes-, Sozial- und Naturwissenschaften stehen „dem Archäologen“ so ziemlich alle methodischen Hilfsmittel zur Verfügung, derer er sich bedienen will. Problematisch ist, dass es aufgrund der enormen Breite schwierig werden kann, die nötige Tiefe einer Methodik zu erreichen. So sind auch in dieser Arbeit unvermeidlich Mängel und Schwächen bezüglich der Methodik zu entdecken, die bei der Diversität der Thematik kaum vermieden werden können; schon gar nicht von einem Forscher, der am Beginn seiner Karriere steht und dem es entsprechend an Erfahrung mangelt.

Die Diskussion der theoretischen Archäologie zwischen den Strömungen der *processual* und *post-processual archaeology* wird hier bewusst ausgeklammert. Landschaftsarchäologie verlangt meines Erachtens die Anwendung eines Methodenspektrums, welches sowohl geisteswissenschaftliche als auch natur- und sozialwissenschaftliche Methoden vereint. Damit verfügt gerade die Landschaftsarchäologie als Teildisziplin des Fachs eigentlich über hervorragende Voraussetzungen, zu leisten, was auch in grösserem Rahmen für die Archäologie von Vorteil wäre: Letzten Endes ist die Grenze zwischen Natur- und Geisteswissenschaften artifizieller Natur,[17] und eine konstruktive zukünftige Entwicklung ist in der kritischen Wiedervereinigung des nur scheinbar dichotomen Methodenspektrums zu suchen.[18]

[17] Das Fach Archäologie an sich ist hierfür das beste Beispiel.

[18] beispielsweise K. Millican beschäftigt sich eingehender mit der Wiedervereinigung der methodischen Ansätze und kommt zu dem Schluss, dass „richer, more holistic, interpretations of landscape can be achieved by drawing from both sides of this divide.“

Die oftmals kritisierte mangelnde Nachvollziehbarkeit und Überinterpretation bei der Anwendung geisteswissenschaftlicher Methoden wird durch den Entwurf eines lebendigen Bildes der Vergangenheit mehr als ausgeglichen. Diese kreative Qualität besitzen quantitative Methoden nur in sehr begrenztem Masse. Gerade in der Landschaftsarchäologie können aber quantitative Parameter keinesfalls ausser Acht gelassen werden, denn sie bilden das Fundament einer jeden aussagekräftigen Untersuchung.[19]

Die Methoden des Kapitels 2 sind der Computer Vision, das heisst im weiteren Sinne der Informatik entlehnt. Angewendet werden unterschiedliche Algorithmen aus dem Bereich der digitalen Bildverarbeitung, wie beispielsweise klassenspezifische Entscheidungswälder. Kapitel 3 wendet Methoden der Fernerkundung an. Diese umfassen sowohl quantitative wie auch qualitative Vorgehensweisen, beispielsweise die visuelle Interpretation der Satellitenbilddaten oder die rechnerische Auswertung der Hangneigungswinkel basierend auf einem Höhenmodell. In Kapitel 4 kommen als Schwerpunkt komparative Methoden bei der Klassifizierung und Datierung verschiedener Strukturen im sepulkralen Kontext zum Einsatz. Kapitel 5 beschäftigt sich in erster Linie mit räumlicher Statistik, der Analyse von Punktmustern und der Bildung von Clustern. Allerdings werden auch in diesem Teil wieder interpretative Ansätze eingearbeitet. Kapitel 6 schliesslich widmet sich ganz der interpretativen Erschliessung der Landschaft des chinesischen Altaigebirges und der Erweiterung des durch die quantitativen Methoden gebildeten Grundgerüsts.

1.3 Daten und Datenerhebung

Jegliche Daten müssen, wie es auch bei den anzuwendenden Methoden notwendig ist, einer eingehenden Untersuchung unterzogen werden, bevor sie in irgendwelcher Art in weiterführende Analysen einbezogen werden. Die Archäologie zeichnet sich wohl wie kein anderes Fach durch die Unvollständigkeit der verwendeten

[19] Ansätze der Phänomenologie in der Landschaftsarchäologie, wie sie beispielsweise von Ch. Tilley vertreten werden, haben bestenfalls die Qualität von ergänzenden Individualmeinungen und können nicht ernsthaft das Fundament einer nachvollziehbaren Analyse bilden. Die Gravitas, mit welcher die Aussagen gemacht werden, ändert wenig an deren geringem Informationsgehalt. Nichtsdestotrotz ist die Phänomenologie jedoch eine interpretative Methode von hohem Wert für die, auf einer detaillierten, quantitativen Analyse einer Landschaft aufbauende, pitoreske Ausgestaltung der Befunde.

Datensätze aus. Die blinde Anwendung quantitativer Methoden ohne ausreichende Kritik der Datenbasis ist deshalb ebenso zu vermeiden, wie eine willkürlich-selektive interpretative Auswertung. Die Daten, auf denen diese Arbeit basiert, können grob in zwei Kategorien eingeteilt werden, von denen jede ihre eigenen Schwierigkeiten bei der Einarbeitung in quantitative und qualitative Modelle aufweist. Einerseits handelt es sich um Satellitenbilder, welche für den Fernerkundungssurvey akquiriert wurden, andererseits um die Daten, welche während des Feldprojektes gesammelt wurden.

Erstere stammen aus einer Vielzahl von Quellen, da beinahe mit dem gesamten Spektrum der verfügbaren Satellitendaten gearbeitet wurde. Frei oder günstig verfügbare Daten wie SRTM oder CORONA wurden direkt über die entsprechende Organisation bezogen. Ikonos-2 und WorldView-2 Daten wurden durch einen grosszügigen Imagery Grant der Digital Globe Foundation bereitgestellt. Zu Beginn der Arbeiten konnten Bilddaten der Universität Dresden für die Adaptierung des Algorithmus genutzt werden, welche den Start wesentlich erleichterten. TanDEM-X Daten konnten über ein Projekt der Universität Wuhan und der Universität Göttingen angefordert werden, während hochauflösende QuickBird Daten über opensource Software aus Google Maps geladen wurden.

Zweitere wurden während des intensiven Surveys im Sommer 2015 während vier Wochen im Feld generiert. Es handelt sich hierbei insbesondere um die Dokumentation von archäologischen Strukturen mittels traditioneller Vermessungsmethoden, Photographien, Zeichnungen, digitalen 3D-Modellen, sowie deren Kartierung mittels GPS.

1.4 Erwartungen

Diese Dissertation ist Stückwerk und wie bei den meisten Arbeiten ihrer Art gäbe es viele Erweiterungsmöglichkeiten. Wie es sich für Dissertationen gehört, welche bisher kaum begangenes Terrain betreten, bleiben am Ende mehr Fragen als Antworten.

Was diese Seiten zu leisten vermögen ist eine erste archäologische Stichprobe eines spezifischen Gebietes genauer zu untersuchen. Es ist das erste Mal, dass landschaftsarchäologische Methoden gepaart mit Fernerkundung und einem intensiven Survey im chinesischen Altai durchgeführt werden. Die chinesische Archäologie

stützt sich immer noch stark auf die Methoden der Stratigraphie und Typologie und verfügt so nur über ein relativ begrenztes Spektrum. Erste Ansätze zur Erweiterung der angewandten Methoden sind zwar zu erkennen, aber immer noch nur sehr vereinzelt anzutreffen.

Die gesetzlichen Regelungen für Feldprojekte in der Volksrepublik sind so ausgelegt, dass der Erhalt einer Grabungslizenz für chinesisch-ausländische Forscherteams klar ausserhalb der Möglichkeiten liegt. Die in Appendix A aufgeführten Regulierungen machen klar, dass eine internationale Kooperation sowohl von der nationalen Kulturgüteradministration wie auch vom Militär, dem Amt für Auswärtige Angelegenheiten, dem Polizeidepartement, dem Departement für staatliche Sicherheit und schliesslich vom Staatsrat der Volksrepublik genehmigt werden muss. Aus diesem Grund wird es wohl auch in nächster Zukunft keine grösseren Ausgrabungen im chinesischen Altai unter ausländischer Beteiligung geben.

Die vorliegende Dissertation kann, wenn schon keine handfesten Datierungen, so doch zumindest einen gut fundierten Überblick über die im Untersuchungsgebiet auftretenden Monumente gewähren. Mittels Quervergleichen mit publizierten Grabungen aus dem südlichen Altai, aber auch aus den mongolischen, russischen und kasachischen Regionen des Gebirges lassen sich den verschiedenen Monumenten zumindest Datierungshypothesen zuweisen. Diese sind zwar klar mit Unsicherheiten behaftet, stellen jedoch momentan die einzige Möglichkeit dar, sich einer diachronen Entwicklung der antiken Kulturlandschaft des Altais anzunähern.

Bereits ein Blick auf die Variabilität der aufgefundenen archäologischen Strukturen zeigt, dass der südliche Altai durch die Jahrhunderte eine Zone hoher Konnektivität war, die immer wieder von anderen Sachkulturen dominiert wurde. So lassen sich während der Bronzezeit (24 Jh. - 9./8. Jh. v. Chr.) Einflüsse aus dem mongolischen Gebiet feststellen. Während der älteren Eisenzeit (9./8. Jh. - 3./2. Jh. v. Chr.) scheint sich die Region in ein weites Netz kultureller Verbindungen einzufügen, welches gleichzeitig Parallelen zu den nördlichen Ausläufern des Altai und zum Siebenstromland aufweist. Im Zuge der Umwälzungen, die den Beginn der jüngeren Eisenzeit (3./2. Jh. v. Chr. - 4./5. Jh. n. Chr) markieren, treten prominent hunno-sarmatische Gräberfelder in isolierten, erhöhten Lagen auf. Später folgen alttürkenzeitliche (5. Jh. - 9. Jh. n. Chr.) Memorialkomplexe und Grabhügel in der Nähe älterer skythenzeitlicher Komplexe. Bis in die Neuzeit werden danach

vielfältige Grabbauten und rituelle Konstruktionen errichtet, welche das Gesicht der Landschaft bis heute prägen.

Es ist klar, dass viele der in dieser Dissertation gemachten Aussagen mit der Durchführung von Ausgrabungen hinfällig werden und durch besser basierte Hypothesen ersetzt werden müssen. Es ist zu hoffen, dass dies bald der Fall sein wird, damit das Bild, welches die archäologische Forschungsgemeinschaft von den nördlichsten Gebieten der Autonomen Region Xinjiang hat, an Form gewinnt.

1.5 Aufbau der Dissertation

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in sieben Kapitel, welche mit Ausnahme von Kapitel 2 schrittweise auf die Erarbeitung einer landschaftsarchäologischen Analyse eines Untersuchungsgebietes im chinesischen Altaigebirge abzielen.

Die obige Einleitung umreisst das Forschungsthema grob. Verwendete Methoden und Daten werden in aller Kürze vorgestellt. Ausserdem werden die zu beantwortenden Forschungsfragen in einen weiteren Kontext der Forschungsgeschichte eingereiht.[20]

Im zweiten Kapitel werden die Grundlagen der Computer Vision und der Erstellung eines Algorithmus zur automatischen Detektion von Grabhügeln aus optisch-hochauflösenden Satellitenbildern erarbeitet, um ein Werkzeug für die grossräumige Analyse archäologischer Landschaften anhand von Fernerkundungsdaten zu schaffen.

In Kapitel 3 werden Verlauf, Methodik und Resultate des Fernerkundungssurveys beschrieben. Sowohl die visuelle Interpretation von archäologischen Strukturen als auch deren kurze Analyse werden, soweit dies mit den limitierten Informationen aus der Fernerkundung möglich ist, durchgeführt.

[20] Auf eine detaillierte Ausarbeitung der Forschungsgeschichte wird in dieser Dissertation deshalb verzichtet, weil neuere Publikationen dieses Thema umfassend aufarbeiten. H. Parzingers 2006 erschienenes Werk *Die frühen Völker Eurasiens - Vom Neolithikum zum Mittelalter* leistet eine umfassende Diskussion der Forschungsgeschichte des Altai unter Einbezug einer Vielzahl russischer Quellen. Eine weitere, konzisere Ausführung kann in der 2009 publizierten Dissertation von W. Gheyle *Highlands and Steppes* nachgelesen werden. Aufgrund der begrenzten Anzahl von Forscherteams, welche sich Zugang zum Altai zu verschaffen vermögen, bleibt die Anzahl der Publikationen relativ gering. Nach 2009 erschienene Literatur wird an gebotener Stelle ausgiebig zitiert. Die spärliche chinesische Literatur zu den nördlichen Regionen Xinjiangs ist ebenfalls an geeigneter Stelle zu finden und bedarf aufgrund ihrer Begrenztheit keiner gesonderten Aufführung.

Kapitel 4 beschreibt die Feldforschungskampagne im chinesischen Altai, einschliesslich der extensiven Vorbereitungsphase und der zahlreichen zu überwindenden Hindernisse, welche zum Erhalt einer Surveylizenz führten. Alle während des Surveys aufgefunden Strukturen werden kategorisiert und nach Möglichkeit über Quervergleiche aus bekannten Ausgrabungen aus der Region auch datiert.

Im fünften Kapitel erfolgt die Auswertung der Daten der Forschungkampagne mittels geographischem Informationssystem und deren landschaftsarchäologische Interpretation im engeren Sinne durch die Analyse der direkt aus den Daten ableitbaren Korrelationen und Implikationen.

In Kapitel 6 wird schliesslich eine landschaftsarchäologische Interpretation im weiteren Sinne durchgeführt, welche sich auf die zuvor erarbeiteten Datengrundlage aber auch auf einer erweiterten Basis aus einem weiten Feld wissenschaftlicher Literatur abstützt.

Kapitel 7 fasst die Resultate der Forschungsarbeiten zusammen, versucht eine übergreifende Diskussion der vorgängigen Kapitel zu führen, präsentiert eine Synthese und wagt einen Ausblick auf künftige Forschungsfragen.

Kapitel 2

Methoden zur automatischen Detektion

Grundlage jeder landschaftsarchäologischen Analyse sind Informationen zu den Eigenschaften des Untersuchungsgebietes: Diese umfassen in erster Linie Daten zur geografischen Lage der zu untersuchenden Gruppe materieller Hinterlassenschaften sowie kontextualisierende Informationen zu den geografischen Charakteristika der Paläolandschaft. Die Datengewinnung ist oftmals der zeitaufwändigste und teuerste Schritt eines archäologischen Projektes, insbesondere wenn es sich um grossräumige Untersuchungen in der Landschaftsarchäologie handelt.[1] Abgesehen von der hier nicht weiter zu diskutierenden Akquisition von Daten zur Kontextualisierung der im Fokus stehenden Stätten sind es vor allem die räumlichen und zeitlichen Daten des primären Untersuchungsgegenstands selbst, welche zunächst generiert werden müssen, um eine landschaftsarchäologische Analyse zu ermöglichen. Grundsätzlich erfolgt eine Abwägung zwischen der Grösse des Untersuchungsgebietes, des Massstabes der Datensammlung und den zur Verfügung stehenden Ressourcen.

In diesem Kapitel wird ein solcher Trade-off für eine überregionale landschaftsarchäologische Analyse angestrebt, respektive versucht, Mittel und Wege zu finden, durch effiziente Detektionverfahren ein Datensample zu generieren, das eine Annäherung an das Optimum aus der Verbindung der obigen drei Faktoren darstellt. Bei Untersuchungsgebieten bis zu einer Grösse von mehreren hundert Quadratkilomentern ist die Datensammlung mit zwar beachtlichem, aber noch

[1] Ducke 2012, 188

vertretbarem Aufwand mittels traditioneller Surveymethoden möglich. Wird eine überregionale Analyse landschaftlicher Zusammenhänge angestrebt, dann stellt sich aber aufgrund der Limitationen temporaler und monetärer Ressourcen sehr schnell die Frage nach effizienten Detektionsverfahren, welche den Ansprüchen der landschaftsarchäologischen Analyse genügen. Gerade die Fernerkundung mittels hochauflösender, optischer Satellitenbilder hat hier in den letzten Jahren bemerkenswerte Erfolge erzielt.[2,3,4]

Nachfolgend soll eine Methode entwickelt werden, welche durch die automatische Auswertung optischer Satellitenbilder eine potenzielle grenzübergreifende Auswertung des gesamten Altaigebirges ermöglicht. Das Hauptaugenmerk wird auf bronze- und eisenzeitliche Hügelmonumente gerichtet, da diese sich im Vergleich zu kleineren Strukturen durch eine relativ gute Sichtbarkeit in den Daten auszeichnen. Auf diesem überregionalen Massstab erscheint es zudem sinnvoll, nicht einzelne Monumente analysieren zu wollen, sondern sich zunächst der Identifikation von Nekropolen und - innerhalb dieser - zusammenhängenden, architektonischen Akkumulationen zu widmen. Die Qualität eines Detektionsalgorithmus zeigt sich insbesondere in der hohen Anzahl korrekter Detektionen respektive weniger falschpositiver Markierungen. Zu glauben, ein simpler Algorithmus könne erreichen, was unser Auge zu leisten im Stande ist, ist eine Illusion. Es geht bei der Anwendung des entwickelten Verfahrens um das Erreichen einer repräsentativen Anzahl richtiger Detektionen, mit welchen eine aussagekräftige landschaftsarchäologische Analyse auf überregionaler Ebene durchgeführt werden kann.

Nach eingehender Beschäftigung mit dem Thema automatischer computerbasierter Detektion in hochauflösenden optischen Satellitenbildern wurden drei unterschiedliche Ansätze identifiziert, welche einer näheren Prüfung unterzogen werden. *template matching* ist der einfachste und gleichsam unspezifischste Ansatz zur Detektion ring- respektive kreisförmiger Strukturen in Bildern, der ohne grösseren Aufwand umgesetzt werden konnte. Die Implementierung des *scale invariant feature transform (SIFT)* Algorithmus benötigte erweiterte Grundlagen der Computer Vision, da damit eine komplexe objektspezifische Detektion ermöglicht werden soll. Schliesslich wurde mit der Anwendung von *object class specific Hough forests* ein entscheidungswaldbasiertes Detektionsverfahren adaptiert, welches die besten Resultate lieferte. Die implementierten Detektionsalgorithmen sind kein

[2]Beispielsweise Harrower u. a. 2013 a
[3]Lasaponara - Masini 2007
[4]Figorito - Tarantino 2014

mathematisches Hexenwerk, können jedoch aufgrund ihrer Verschachtelung schnell unübersichtlich werden. Aus diesem Grund werden die angewandten Verfahren nachfolgend in anschaulicher Form erläutert. Eine Darstellung mittels mathematischer Notation wäre wesentlich konziser, da jedoch viele Leser einen geisteswissenschaftlichen Hintergrund haben und mit derlei Art kondensierter Angaben wenig vertraut sind, halte ich es für verständnisfördernd, eine ausführlichere, intuitive Beschreibung der Verfahren zu geben. Interessierte finden die exakte Notation in den Artikeln von Brown und Lowe (2002), Trier u. a.(2009) und Gall u. a. (2011).

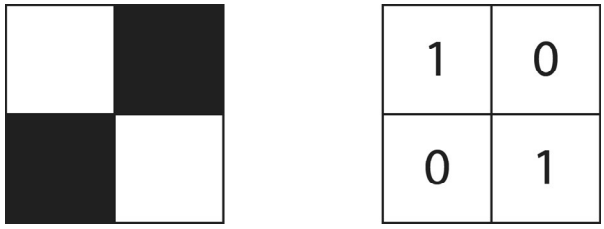

Abbildung 2.1: Binäres Bild

2.1 Grundlagen

Es kann nicht Ziel einer archäologischen Dissertation sein, sich in endlosen Ausführungen über Computer Vision und digitale Bildverarbeitung zu ergehen, jedoch sind einige basale Konzepte auch für ein intuitives Verständnis der angewandten Methoden unabdingbar. Deshalb soll in aller Kürze auf die digitale Verarbeitung von Bildern und auf das in der Mathematik als Faltung oder Konvolution bekannte Verfahren eingegangen werden. Alle nachfolgend vorgestellten Algorithmen beruhen teilweise oder vollständig auf den hier erläuterten Grundlagen.

2.1.1 Darstellung eines Bildes als Matrix

Um ein Bild digital bearbeiten zu können, muss es in eine computergerechte Form überführt werden: Der einfachste Weg, dies zu erreichen, ist, die Bildfläche in kleine, rechteckige Zellen zu unterteilen, die sogenannten Pixel (picture elements). Dabei ist jeder Zelle lediglich ein Wert zugewiesen. Jedes Bild kann somit als Matrix dargestellt werden.[5] Im einfachsten Fall arbeiten wir mit binären Bildern, also Bildern, welche für jede Zelle einzig zwei mögliche Werte besitzen, welche zumeist als schwarze und weisse Pixel dargestellt werden. Jedes Feld in diesem Bild kann entweder den Wert 0 (schwarz) oder 1 (weiss) annehmen (s. Abb. 2.1). Für ein Graustufenbild kann jede Zelle im Bild einen Wert zwischen 0 (schwarz) und 255 (weiss) annehmen, dazwischen befinden sich 254 Graustufen (s. Abb. 2.2). Ein RGB-Bild besteht aus drei verschiedenen Matrizen (einer roten, grünen und blauen Ebene) welche zu einem einzigen Bild verschmolzen werden. Jedes Pixel des RGB-Bildes ist nun nicht mehr ein einzelner Wert, sondern ein Vektor mit den drei Werten für den blauen, grünen und roten Anteil des Rechtecks (s. Abb. 2.3).

[5] Jähne 2012, 110

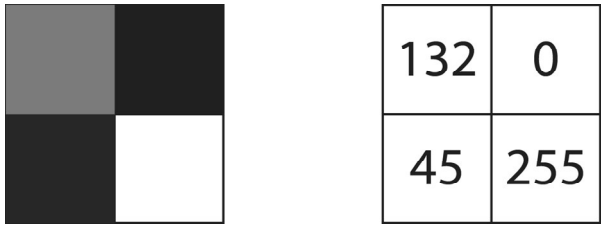

Abbildung 2.2: Graustufenbild



Abbildung 2.3: RGB-Bild

2.1.2 Konvolution

Die Konvolution oder Faltung ist eine Verknüpfung zweier Funktionen, welche in einer dritten Funktion resultiert. Hierbei wird eine Funktion $g(t)$ umgedreht und entlang der X-Achse über die Funktion $f(t)$ geschoben; die resultierende Funktion zeigt die Überlappung der beiden Ausgangsfunktionen. Die Faltung wird definiert als:

$$(f * g)(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)g(t-\tau)d\tau$$

Was zunächst kompliziert aussieht, wird intuitiv verständlich, wenn man den Prozess der Faltung bildlich darstellt (s. Abb. 2.4). Diese Operation lässt sich nun nicht nur mit Funktionen durchführen, sondern stellt eine Möglichkeit dar, digitale Bilder (also Matrizen) miteinander zu verrechnen. Es wird also eine kleinere Matrize (auch Filterkern genannt) über ein Bild geschoben, dabei werden an jedem Punkt die entsprechenden Operationen durchgeführt. Durch dieses Verfahren können je nach Beschaffenheit des Filterkerns unterschiedliche Effekte wie Schärfung, Hervorhebung von Kanten oder Verwischung herbeigeführt werden. Es kommt eine zweidimensionale, diskrete Version der Faltung, eine sogenannte Korrelation, zur Anwendung:

$$I^*(x,y) = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} I(x+i-a+1, y+j-a+1)k(i,j)$$

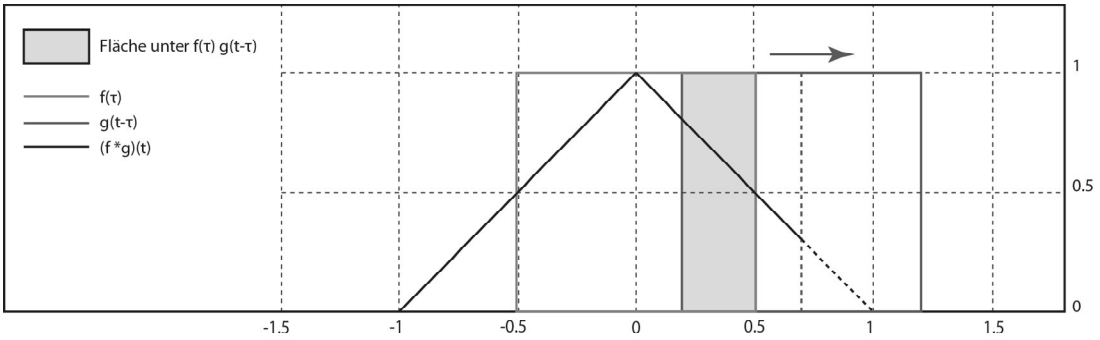

Abbildung 2.4: Konvolution (Darstellung nach Amberg 2015)

Das resultierende Pixel wird als $I^*(x, y)$ bezeichnet, $k(i, j)$ ist ein Element der Faltungsmatrix. Grundsätzlich treten bei dieser Art von Bildverarbeitung Randprobleme auf, da Pixel ausserhalb des Bildes in die Berechnungen einbezogen werden müssen. Die Lösung muss je nach Problemstellung unterschiedlich gewählt werden. Möglichkeiten bieten die Spiegelung eines Bildteiles am Rand, die Erweiterung durch gleichwertige Pixel, das Wegschneiden von Randpixeln (resultiert in einem kleineren Bild) oder das Rollen des Bildes, wodurch die gegenüberliegenden Kanten aneinander zu liegen kommen.[6]

[6] Jähne 2012, 127

2.2 Template Matching

Dieser Ansatz wurde bereits mehrfach in unterschiedlichen Anwendungen erprobt, zuletzt für die unspezifische Detektion von Kreisstrukturen in agrarisch genutzten Gebieten durch Trier u. a. 2009.[7] Die von den norwegischen Forschern implementierte Lösung verfolgt einen generellen Ansatz und versucht positive und negative Bewuchsmerkmale in hochauflösenden Satellitenbildern auf deren Kreisförmigkeit hin zu testen. Der hier verfolgte Ansatz orientiert sich stärker an den Charakteristiken bronze- und eisenzeitlicher Grabhügel und nimmt - wo möglich - Einschränkungen und Anpassungen vor, welche die Detektion der gesuchten archäologischen Strukturen erleichtern respektive effizienter gestalten. Template matching besteht aus zwei Schritten: Erstens der Detektion von Kanten in einem gewählten Bild, zweitens der Konvolution dieses Bildes mit Ringtemplates.

2.2.1 Kantendetektion

Zunächst werden Kanten innerhalb des Bildes detektiert. Hierfür stehen verschiedene Algorithmen zur Kantendetektion zur Verfügung. In unserem Beispiel wurde der *canny edge detector* verwendet, welcher in der vorbereitenden Verarbeitung vieler Computer Vision Algorithmen zur Anwendung kommt.[8,9] Um ein besseres Resultat zu erhalten, werden durch die Anwendung von Filtern (insbesondere Anpassungen von Helligkeit und Kontrast der zu untersuchenden Daten) die wichtigen Kanten herausgearbeitet, danach wird der Kantendetektionsalgorithmus appliziert (s. Abb. 2.5).[10]

2.2.2 Konvolution mit Ringtemplates

Die Ringtemplates, welche kreisförmige Strukturen innerhalb des Bildes detektieren, sind nichts anderes als aus 0 und 1 bestehende Matrizen: Die Kreisringe werden aus 1 gebildet, alle anderen Felder enthalten eine 0. Dabei werden die Durchmesser der Kreisringe so gewählt, dass sie das Grössenintervall der gesuchten Kreisstrukturen wiedergeben; dadurch wird eine Grössenunabhängigkeit erzielt, respektive

[7] Trier u. a. 2009
[8] Luo - Duraiswami 2008
[9] Trier u. a. 2008
[10] Shapiro - Stockman, 326-329

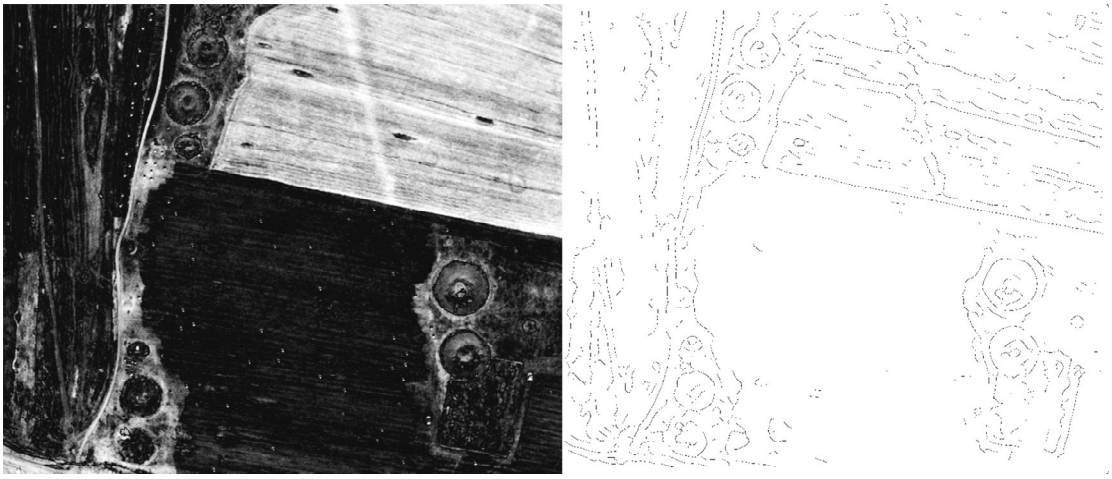

Abbildung 2.5: Kantendetektion (*canny edge detector)*



Abbildung 2.6: Detektion durch Konvolution

eine Eingrenzung auf die auftretenden Durchmesser von Grabhügeln vorgenommen. Auf diese Weise können viele falsch-positive Detektionen zum vornherein vermieden werden. Schliesslich wird das so entstandene binäre Bild mit dem ebenfalls binären Output des Kantendetektionsprozesses gefaltet (s. Abb. 2.6). Das heisst, die Ringtemplates werden mittels Konvolution über das Bild geschoben und an jedem Punkt wird die Ähnlichkeit zwischen durchsuchtem Bild und Template berechnet. Die Regionen mit der höchsten Ähnlichkeit dienen als Detektionshypothesen.[11]

[11] Trier u. a. 2009

2.2.3 Bewertung

Problematisch bei diesem Vorgehen ist insbesondere die sehr hohe Anzahl an falsch-positiven Detektionen, die das Verfahren mit sich bringt. Für die Kurgane können zwar aufgrund des bekannten Grössenintervalls sinnvolle Einschränkungen vorgenommen werden, die das Resultat der Suche verbessern, es werden jedoch immer noch alle kreisförmigen Strukturen innerhalb des Intervalls angezeigt. Insbesondere anthropogene Strukturen sind ein Problem (beispielsweise Yurten, ringförmige Koppeln und Kiesplätze, Kreisbewässerung von Feldern, Lesehaufen) aber auch natürliche Strukturen wie Felsformationen, Weiher und Bäume können potenziell eine Kreisform annehmen. Wasserflächen und Vegetationsphänomene können durch zusätzliche Filter als Fehlerquellen beseitigt werden (beispielsweise durch Einschränkungen über das Nahinfrarot-Band der Satellitenbilddaten) Felsformationen hingegen sind der oftmals steindurchsetzten Oberfläche von Kurganen zu ähnlich, um durch einfache Filter verlässlich aussortiert werden zu können. Insgesamt eignet sich der implementierte Algorithmus lediglich zur Detektion von Regionen mit einer hohen Dichte kreisförmiger, archäologischer Strukturen, welche danach einer genaueren Prüfung unterzogen werden müssen. Die hohe Anzahl von Fehldetektionen macht aufwendige Nachkontrollen notwendig. Zweifellos könnte unter Einbezug zusätzlicher Parameter eine höhere Trefferquote erzielt werden; aber dieser simple Ansatz wurde aufgrund der besseren Resultate, welche mittels nachfolgend beschriebener, sofistizierterer Methoden erreicht wurden, nicht weiterverfolgt.

2.3 SIFT-Features

Der Scale Invariant Feature Transform Algorithmus (SIFT-Algorithmus) ist, wie die Bezeichnung schon sagt, grösseninvariant, besitzt zudem die Vorteile ebenfalls rotationsinvariant zu sein, sehr gut mit Beleuchtungsänderungen fertig zu werden und sogar in gewissem Ausmass Standpunktänderungen zuzulassen.[12,13] Für die Erkennung von Grabhügeln in optischen Satellitendaten sind die ersten drei Punkte von Bedeutung. Da der ursprüngliche Algorithmus urheberrechtlich geschützt ist, kam bei den Tests eine Abwandlung, die vom VLfeat Team als Open Source Code zur Verfügung gestellt wird, zum Einsatz.[14] Da SIFT ein relativ komplexes Verfahren darstellt, welches sich nicht ohne Weiteres intuitiv erschliesst, werden im Folgenden die Schritte für die Konstruktion der SIFT-Features erläutert; auch um weitere mögliche Anwendungen von Computer Vision in der Archäologie anzuregen. Grundsätzlich besteht das Rechenverfahren aus folgenden sechs Teilschritten:

1. Generierung der Oktaven
2. Bildung der Differenz konsekutiver Bilder
3. Lokalisierung von Maxima und Minima
4. Selektion der Keypoints
5. Zuweisung der Punktorientierung
6. Generierung des Vektors

2.3.1 Generierung der Oktaven

Die Aussagefähigkeit einer Analyse im Bezug auf eine bestimmte Fragestellung steht in direkter Beziehung zum Maßstab der betrachteten Daten[15]; der SIFT-Algorithmus trägt diesem Umstand Rechnung, indem er sogenannte Oktaven konstruiert. Eine Oktave ist eine Reihe von Bildern, deren Detailgrad schrittweise reduziert wird, ohne dabei aber neue Details und Strukturen zu erschaffen (s. Abb.

[12] Lowe 1999
[13] Lowe 2001
[14] VLFeat 2013
[15] Ducke 2012, 83

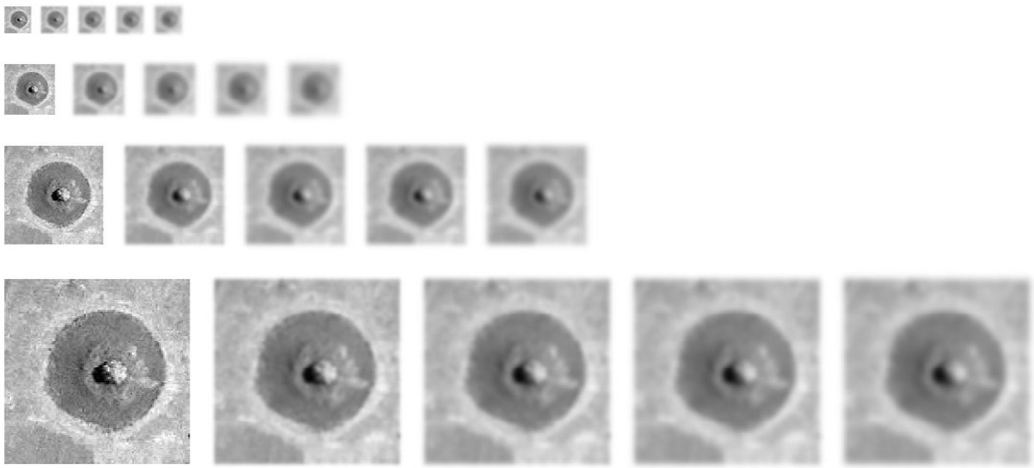

Abbildung 2.7: Oktaven

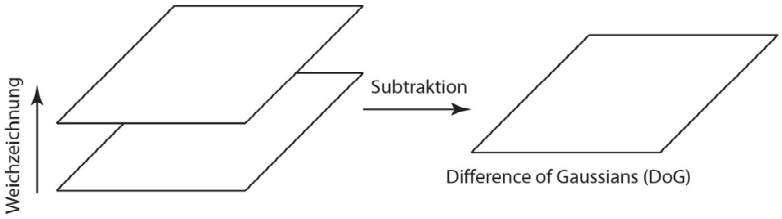

Abbildung 2.8: Difference of Gaussians

2.7). Dies gelingt mittels Anwendung eines Gauss'schen Weichzeichners (Konvolution des Bildes mit einem Gauss-Filterkern). Um Grössenunabhängigkeit zu erreichen, wird ein Raum von 4 Oktaven aus jeweils 5 Bildern erstellt.[16,17]

2.3.2 Bildung der Differenz konsekutiver Bilder

Die Bildung der Differenz zweier konsekutiver Bilder einer Oktave, die sogenannte Difference of Gaussians (DoG), führt zu einer weiteren Reihe von Bildern, aus welchen bildbestimmende Punkte extrahiert werden können (s. Abb. 2.8). Eine Oktave aus fünf Bildern führt somit zu vier DoGs.[18]

[16] Lowe 1999
[17] Lowe 2004
[18] Brown - Lowe 2002

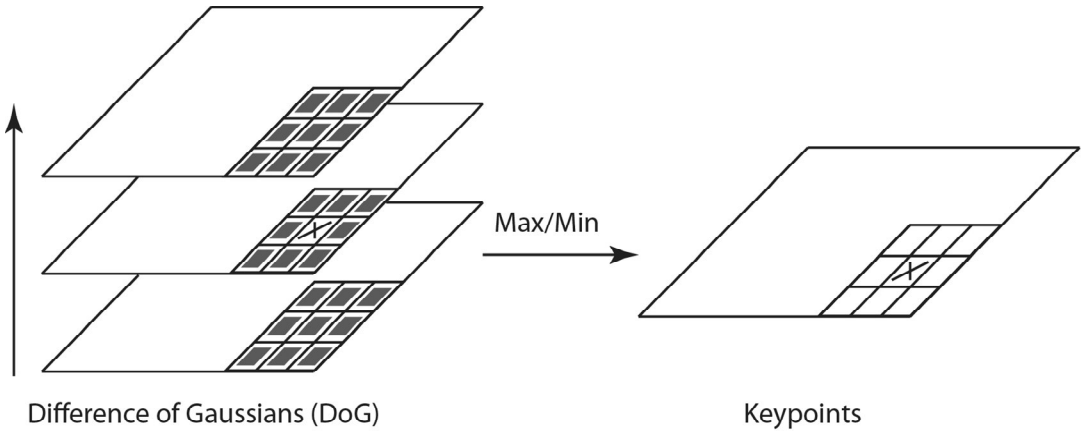

Abbildung 2.9: Selektion der Keypoints

2.3.3 Lokalisierung von Maxima und Minima

Nun müssen die bildbestimmenden Punkte lokalisiert werden, die zum weiteren Aufbau der SIFT-Features dienen. Hierzu eignen sich aus den DoGs ausgelesene Minima und Maxima. Innerhalb dreier konsekutiver DoGs verfügt jedes Pixel im mittleren DoG über 26 Nachbarpixel. Weist ein Pixel nun den kleinsten oder grössten Wert aller Nachbarn auf, wird es als *keypoint* markiert (s. Abb. 2.9). Im obersten und untersten DoG werden keine Werte ausgelesen, da nicht genügend Vergleiche vorhanden sind. Da die effektiven Maxima und Minima praktisch nie direkt mit einem Pixel zusammentreffen, wird mittels Taylor-Entwicklung ein Subpixel-Minimum/Maximum bestimmt. Diese Subpixelgenauigkeit erhöht die Robustheit des Algorithmus.[19]

2.3.4 Selektion der Keypoints

In Schritt 3 wurden viele Punkte generiert, nicht alle sind aber auch wirklich als Feature sinnvoll nutzbar. Kontrastreiche Ecken innerhalb eines Bildes sind grundsätzlich hervorragende Features; also werden durch einen Test Punkte in kontrastarmen Gegend ausgeschieden und durch ein weiteres Verfahren Punkte an Kanten ausgeschlossen (über die sogenannte Hesse-Matrix). Übrig bleiben Punkte, die zur Definition der Features genutzt werden.[20]

[19] Lowe 2004
[20] Lowe 2004

2.3.5 Zuweisung der Punktorientierung

Durch die Generierung der Oktaven wurde bereits die Grössenunabhängigkeit erreicht, im folgenden Schritt geht es darum, Rotationsunabhängigkeit zu etablieren. Um die definierten Keypoints herum werden Stärke und Richtung der Gradienten errechnet, welche mittels *binning* in ein Histogramm überführt und dem entsprechenden Punkt zugewiesen werden. Das Histogramm besteht aus 36 jeweils 10° umfassenden bins. Wenn die Richtung eines Gradienten an einer bestimmten Stelle 23.621° beträgt, dann wird er dem $20-29°$-Klasse zugeordnet, und zwar gewichtet nach seiner Stärke: Auf diese Weise werden nach und nach alle Pixel um den Keypoint herum durchgegangen. Der höchste Histogrammbalken definiert danach die Ausrichtung des Keypoints. Zusätzlich werden alle Histogrammbalken, welche mindestens 80% des höchsten Balkens betragen, einem neuen Keypoint an derselben Stelle, aber mit anderer Ausrichtung, zugeordnet. Die Richtungszuweisung kann also zu einer Aufsplittung eines Keypoints in mehrere an derselben Stelle führen.[21]

2.3.6 Generierung des Vektors

Um die Keypoints schliesslich zu nutzen, benötigen wir eine Möglichkeit, sie zu identifizieren: Dies geschieht mittels eines $16*16$ grossen Rahmens um den Keypoint herum, welcher wiederum in sechzehn $4*4$ Felder aufgeteilt wird. Dabei werden zunächst die Richtungen der Gradienten, wie im vorhergehenden Fall berechnet, danach wie zuvor mit der Stärke und zusätzlich mit einer gauss'schen Verteilung gewichtet: Somit hängt der Einfluss eines Pixels auf das Histogramm nicht nur von der Stärke des Gradienten sondern zusätzlich von der Distanz des Pixels vom Keypoint ab. Für das *binning* wird diesmal ein achtbalkiges Histogramm genutzt. D.h. die bins umfassen nun nicht mehr 10° sondern neu 45° (s. Abb. 2.10). Indem diese Berechnungen für jedes der sechzehn $4*4$ Felder durchgeführt werden, erhält man einen 128-dimensionalen Vektor zur eindeutigen Beschreibung eines aussagekräftigen Bildpunktes (s. Abb. 2.11). [22]

[21] Lowe 2004
[22] Lowe 2004

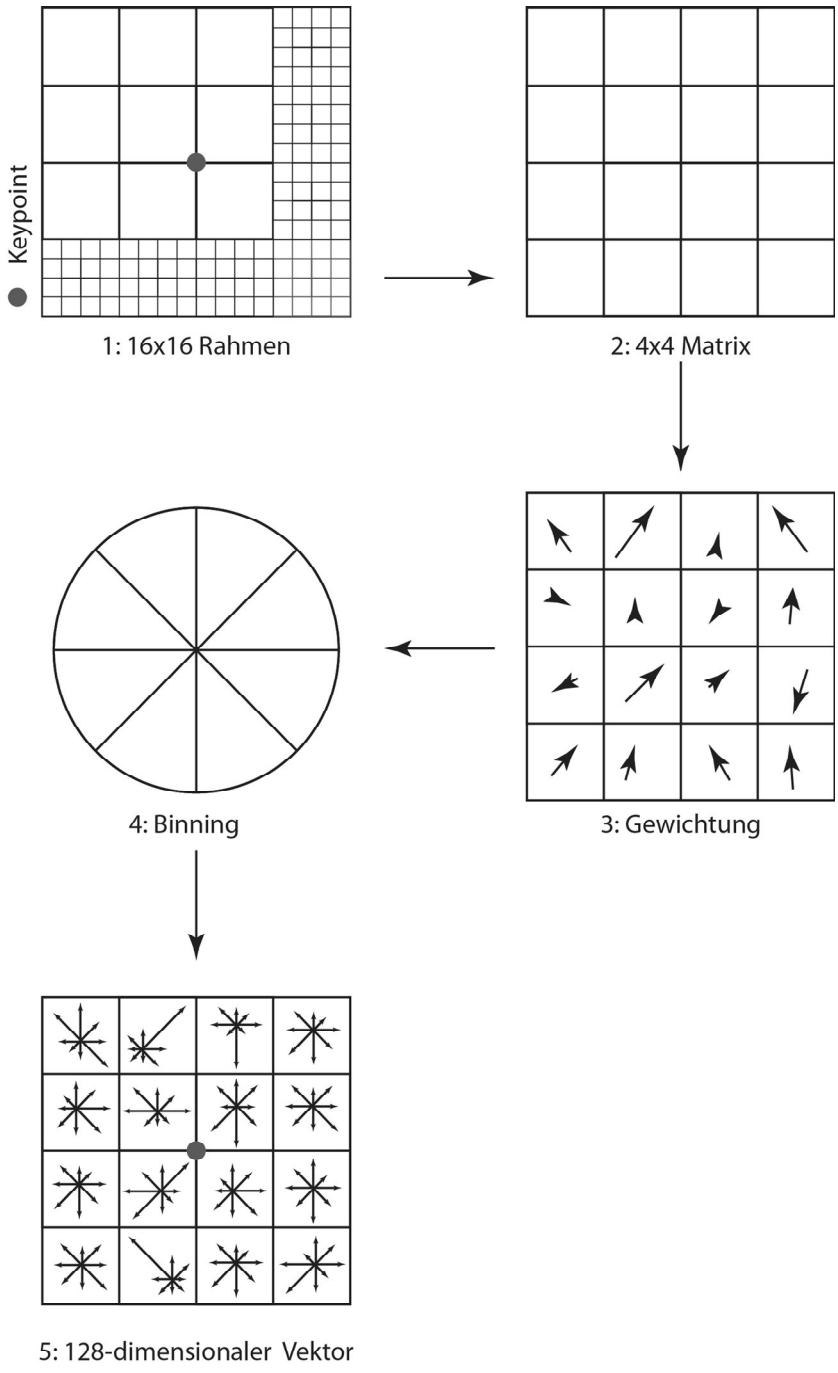

Abbildung 2.10: Generierung des Feature-Vektors

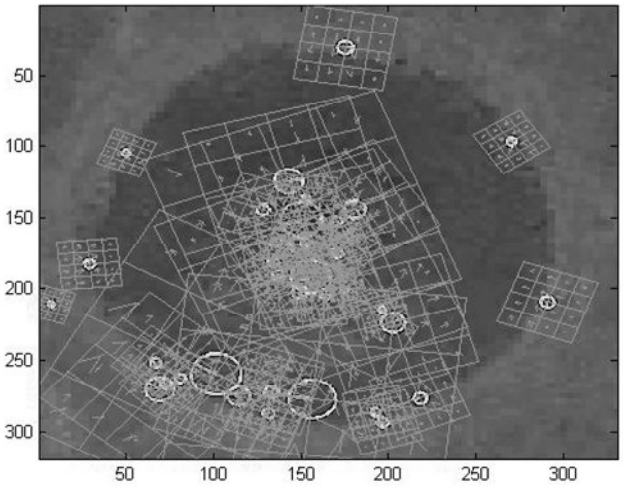

Abbildung 2.11: SIFT-Features auf eisenzeitlichem Grabhügel

2.3.7 Bewertung

Der von D. Lowe entwickelte Algorithmus eignet sich hervorragend für das Matching von Bildpunkten desselben Objektes in unterschiedlichen Positionen, bei wechselnden Lichtverhältnissen und Aufnahmestandpunkten, ist also ideal für viele Anwendungsbereiche in der Computer Vision wie beispielsweise dem Tracking von Objekten in Videomaterial, dem Auffinden von teilweise verdeckten Objekten in Bildern oder beim Stitching von Bildern zu Panoramas.[23,24] Für Objektklassen ist dieses Rechenverfahren in vielen Fällen zu spezifisch. Da die Objektklasse eisen- und bronzezeitlicher Grabhügel doch über eine relativ grosse Varianz verfügt, hat sich der SIFT-Algorithmus als zu objektgebunden herausgestellt. Ein enormer Vorteil dieses Ansatzes besteht jedoch darin, dass durch die gegebene Unabhängigkeit von Grösse und Beleuchtung parallele Untersuchungen in verschiedenen Datensätzen möglich werden. So ist es denkbar, ein Untersuchungsgebiet, für welches nur teilweise hochauflösende Satellitenbilder wie IKONOS oder Worldview zur Verfügung stehen, mit Bildern der Keyhole Missionen oder aus Google Earth zu ergänzen und die Suche lückenlos fortzusetzen, ohne das Trainingssample anpassen zu müssen.

Aufgrund der hohen Spezifität der SIFT-Features funktioniert die Detektion je besser, je ähnlicher sich die Bilder zweier Objekte sind. Damit wird aber eine sehr hohe Anzahl von Trainingsbildern benötigt, um eine gute Detektionsrate zu

[23] Lowe 2004
[24] Brown - Lowe 2003

erreichen, da möglichst viele verschiedene Erscheinungsformen von Grabhügeln (beispielsweise mit verschiedenem Bewuchs, in unterschiedlichen Stadien der Erhaltung ect.) erfasst werden müssen: Dies macht sowohl die Erstellung der Trainingsamples sehr aufwändig, als auch die Prozessierung rechenintensiv. Der SIFT-Algorithmus entspricht somit nicht den Forderungen nach einer effizienten Detektion von Grabhügeln respektive der Optimierung des eingangs erwähnten Trade-offs.

2.4 Hough Forests

Die gesuchten bronze- und eisenzeitlichen Grabhügel variieren deutlich in Grösse, Bewuchs und Zustand (zu nennen sind hier beispielsweise Veränderungen durch Zerpflügung, natürliche Erosionsprozesse oder anthropogene Abtragung), hinzu kommen Veränderungen in Beleuchtung (beispielsweise der Atmosphäreneinfluss zum Zeitpunkt der Aufnahme). Trotzdem bilden sie eine relativ uniforme Objektklasse. Ihre Detektion ist somit vergleichbar mit Aufgaben, die die Computer Vision in anderen Bereichen bereits seit längerer Zeit beschäftigt, so etwa das Zählen von Fahrzeugen oder die Erkennung von Fussgängern in Videomaterial. Die Arbeitsweise des von J. Gall entwickelten Algorithmus erschien auf die Fragestellung applizierbar, und so wurden die objektklassenspezifischen Hough-Entscheidungswälder so angepasst und trainiert, dass sie eine robuste Detektion der Grabhügel ermöglichen. Die Durchführung des Detektionsverfahrens erfolgt in drei Schritten:

1. Konfiguration
2. Training des Algorithmus
3. Anwendung des Entscheidungswaldes

Die Rechenschleife benutzt eine Anzahl von trainierten Entscheidungsbäumen, welche an jeder Gabelung eine binäre Entscheidung treffen, ob ein Teilbild zu einem gesuchten Objekt gehört oder nicht. Die Gesamtheit der Entscheidungen wird danach als Grundlage für die Detektion verwendet.[25] Die Konfiguration der Parameter schliesst sich an die Erklärungen zum Training und der Anwendung der Entscheidungswälder an, da die Erläuterungen zu den technischen Parametern erst durch Kenntnis des Verfahrens verständlich werden.

2.4.1 Training des Algorithmus

Hough Entscheidungswälder sind randomisierte Entscheidungswälder für die Anwendung eines Hough-Abstimmungsschemas.[26] Zur Erstellung der Entscheidungsbäume, aus denen sich die Hough Wälder zusammensetzen, müssen zunächst

[25] Gall u. a. 2011
[26] Gall u. a. 2011

Trainingssamples zusammengestellt werden. Dies geschieht, indem eine Anzahl von Grabhügeln aus den verwendeten Rasterdaten ausgeschnitten und als Bilder abgespeichert werden. Die positiven Trainingssamples werden auf eine einheitliche Grösse skaliert. Negative Trainingssamples werden vom Hintergrund erstellt, hierbei ist es sinnvoll, darauf zu achten, dass möglichst alle vorhandenen Hintergrundstrukturen abgedeckt werden (also beispielsweise Wald, Felsen, Grasland, Acker etc.), da dies die Anzahl der falsch-positiven Detektionen vermindert. Mittels dieser Trainingssamples werden die Entscheidungsbäume T konstruiert. Dies geschieht folgendermassen: Aus den Trainingsbildern werden kleine Teilbilder - sogenannte *patches*(P_i)- ausgeschnitten. Für jeden Patch wird ein *HOG-Feature* F_i (Histogram of oriented gradients) berechnet. [27] Zusätzlich wird mit dem Patch ein Klassenbezeichnung c_i zugewiesen (negative Patches erhalten die Klassenbezeichnung '0' positive Patches erhalten die Klassenbezeichnung '1'). Schliesslich beschreibt ein Vektor d_i den Abstand des Patchs vom Mittelpunkt des gesuchten Objekts im Trainingsbild. Für negative Trainingsbilder ist dieser Vektor nicht definiert. Zur eindeutigen Bezeichnung des Patchs wird den Parametern jeweils ein Index i beigestellt.[28] Ein Patch wird also folgendermassen beschrieben:

$$P_i = (F_i, c_i, d_i)$$

Nun können die erstellten Patches zur Konstruktion der Entscheidungsbäume verwendet werden. Während des Trainings werden aus jedem HOG-Feature zufällig zwei Punkte mit den Koordinaten (x, y) und (r, q) ausgesucht. Zusammen mit einem zufällig ausgewählten Kanal a (bei vielen Rasterdaten stehen die Kanäle R, G, B und NIR zur Auswahl) und einer zufälligen Konstante t wird der folgende simple, binäre Test durchgeführt:

$$T_{a,t,x,y,r,q} = \begin{cases} wenn\ F(x,y) < F(r,q) + t, dann\ 0 \\ sonst\ 1 \end{cases}$$

Da bekannt ist, welche Patches aus positiven und welche aus negativen Trainingssamples stammen, können die zufällig generierten Tests bewertet werden. Jeder binäre Test teilt das Trainingssample in zwei Hälften auf (negativ '0' und positiv

[27] Dalal - Triggs 2005
[28] Caspari u. a. 2014

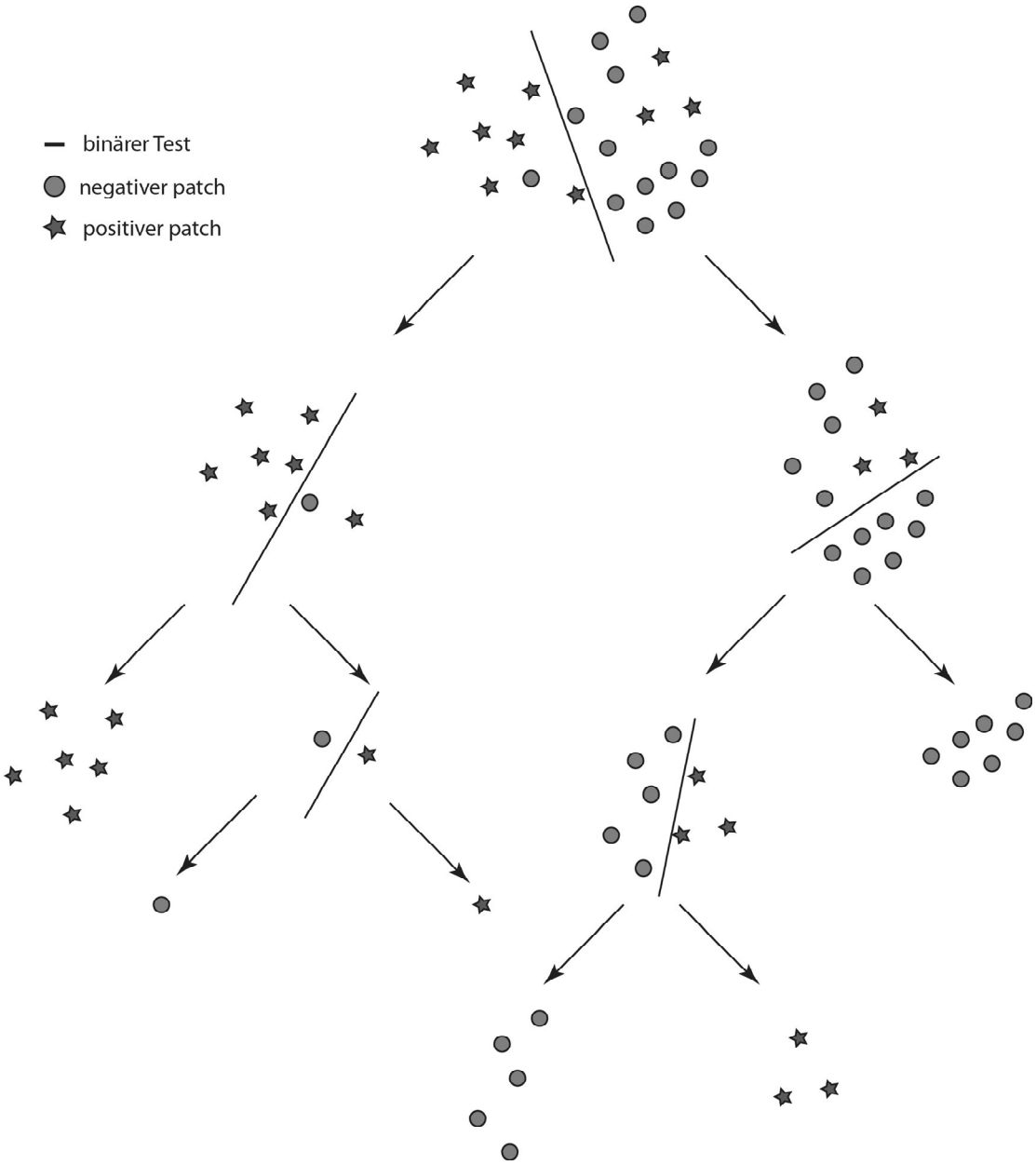

Abbildung 2.12: Aufbau eines Entscheidungsbaumes

'1'). Damit ist die erste Verzweigung des Entscheidungsbaumes gebildet. Es entstehen zwei neue Ausgangspunkte, an denen wieder binäre Test durchgeführt und neue Äste des Baumes konstruiert werden. So wird fortgefahren, bis jeder Patch korrekt zugeordnet ist (s. Abb. 2.12). In den Blättern des Baumes werden die Patches gespeichert. Auf diese Weise wird eine beliebige Anzahl Entscheidungsbäume geschaffen, welche zusammen den Entscheidungswald bilden.

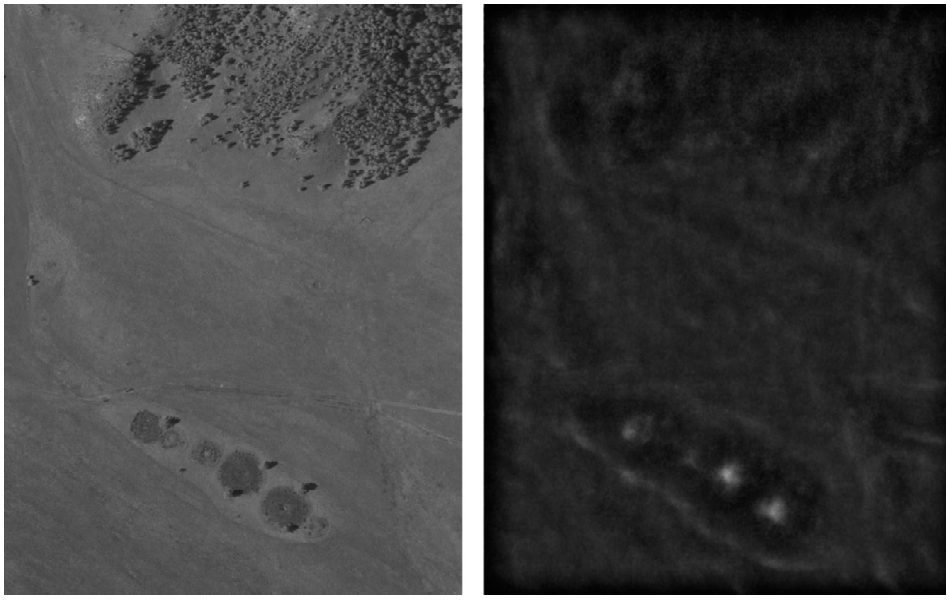

Abbildung 2.13: Dichtebedingte Detektionshypothesen

2.4.2 Anwendung des Entscheidungswaldes

Bei der Anwendung des Algorithmus wird ein Rahmen über das Bild, in welchem die Grabhügel detektiert werden sollen, geschoben. Aus dem Rahmen werden Patches extrahiert und durch die Entscheidungsbäume geschickt, um sie zu klassifizieren. Wenn ein Patch ein Blatt erreicht, wird eine Stimme über den dort gespeicherten Vektor auf den vermuteten Mittelpunkt des entdeckten Objektes abgegeben (s. Abb. 2.13). Die Gebiete mit den höchsten Dichten von Stimmen bilden Detektionshypothesen, deren Anzahl mittels *thresholding* kontrolliert wird, dabei wird ein Schwellenwert festgelegt, der erreicht werden muss, damit ein Punkt als erfolgreiche Detektion gewertet wird. Dies hilft dem Anwender vor allem, falsch-positive Detektionen zu kontrollieren (s. Abb. 2.14).

2.4.3 Konfiguration

Es gibt eine Anzahl von Parametern, welche massgeblichen Einfluss auf die Detektion der Grabhügel und die Anzahl der falsch-positiven Detektionen haben und bei denen manchmal schwer abzuschätzen ist, welchen Einfluss sie auf das Resultat haben. In den Konfigurationsdateien des Algorithmus werden genauere technische Parameter spezifiziert, die mit der Grösse der Patches, der Anzahl Bäume, der Anzahl negativer und positiver Trainigsbilder und den Skalierfaktoren in Verbindung stehen. Im Code selbst wird der Schwellenwert für die Detektionshypothesen,

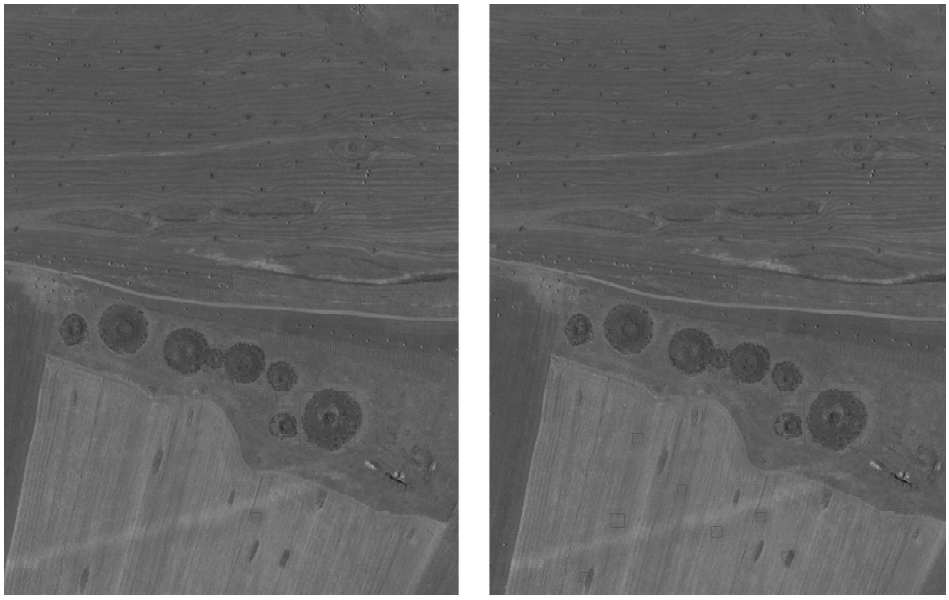

Abbildung 2.14: Kontrolle der falsch-positiven Detektionen mittels *thresholding*

die Grösse des Scanfensters und das Drawband angepasst. Die hier empfohlenen Grössen sind reine Richtwerte, die eine mehr als dreimonatige Test- und Experimentierphase unter anderem am State Key Laboratory for Information Engineering in Survey, Mapping and Remote Sensing (LIESMARS) der Universität Wuhan ergeben hat. Bei veränderten Objektklassen und Trainingssamples werden sich andere Einstellungen als die angegebenen als ideal erweisen. Es wird aber davon ausgegangen, dass die vorgeschlagenen Werte einen guten Ausgangspunkt für eine Optimierung darstellen.

Anzahl der Entscheidungsbäume

Unter *number of trees* wir die Anzahl der zu verwendenden Entscheidungsbäume definiert. Durch diesen Parameter werden Detektionsrate und Rechenzeit massgeblich beeinflusst. Eine Erhöhung der Anzahl Entscheidungsbäume führt tendenziell zu einer Verbesserung des Resultates und zu einer Verlängerung der Rechenzeit.[29] Die Verwendung von 5 bis 11 Entscheidungsbäumen scheint erfahrungsgemäss sinnvoll zu sein.

[29] Sipa-Anan - Hartley 2008

Patchgrösse

Unter *patch width* und *patch height* werden Länge und Breite der zu extrahierenden Patches angegeben. Die Wahl der Grösse der Patches hängt unter anderem mit der Detailiertheit der zu detektierenden Objekte zusammen. Grundsätzlich wird mit $8 * 8$-, $16 * 16$- und $32 * 32$-Patches operiert. Im vorliegenden Fall wurden mit $32 * 32$-Patches die besten Resultate erzielt. Dieser Parameter hat keinen grossen Einfluss auf die Rechenzeit.

Skalierung der Testbilder

Um eine gewisse Unabhängigkeit vom Massstab der zu detektierenden Objekte zu erreichen, werden unter *scale* die gewünschte Anzahl an Skalierungsparametern angegeben und deren Grösse spezifiziert. Es werden hier nicht die Trainingsdaten, sondern das nach Objekten zu scannende Bild skaliert. Die sinnvollen Skalierungsgrössen können einfach aus dem existierenden Grössenintervall der Grabhügel abgelesen werden. Wurden beispielsweise die Trainingsdaten auf Grabhügel mit 100 Pixel Durchmesser skaliert, und es bestehen des Weiteren Grabhügel mit einem Durchmesser von 120, 50 und 25 Pixel, so wird das Testbild jeweils einmal durch die Faktoren 0.83, 2 und 4 skaliert, um eine Detektion mit den aus $100 * 100$ Pixel grossen Trainingsbildern möglichst effizient zu gestalten. Es gilt zu beachten, dass insbesondere die Suche nach kleineren Objekten, respektive die Vergrösserung des Testbildes, in einer merklich verlängerten Berechnungszeit resultiert. In diesem Fall wurden mit acht Skaliergrössen $0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8$ gute Resultate erzielt.

Anzahl der Trainingsbilder

Die Anzahl der positiven Trainingsbilder kann frei gewählt werden, ergibt sich aber zumeist aus dem zum Vornherein definierten Trainingsgebiet. Die Wahl der Trainingsbilder hat einen massiven Einfluss auf die Qualität der Detektion, wobei der intuitive Zusammenhang - je mehr Bilder, desto akkurater die Detektion - nicht zwingenderweise zutrifft. Bei der Wahl der Anzahl negativer Trainingsbilder werden bei einer besseren Abdeckung die falsch-positiven Detektionen merklich eingeschränkt.

Schwellenwert

Wie bereits besprochen, wird durch den Parameter *threshold* im Code des Algorithmus die für eine Detektionshypothese nötige Stimmendichte festgelegt (s. Abb. 2.14). Hierüber werden ganz entscheidend die falsch-positiven Detektionen kontrolliert. Die Wahl des Schwellenwerts ist eine Abwägung zwischen einer möglichst vollständigen Detektion aller in den Daten sichtbaren Grabhügel und einer partiellen, dafür weniger durch Fehldetektionen beeinflussten Lösung. Für kleinere Gebiete mag eine höhere Anzahl an Fehldetektionen sinnvoll sein, da hierdurch auch potenziell mehr korrekte Funde gemacht werden. Für grossräumige Untersuchungen ist insbesondere die Kontrolle der Anzahl falsch-positiver Detektionen für ein effizientes Arbeiten entscheidend.

Scanfenstergrösse

Die im Code festzulegende Scanfenstergrösse (Länge und Breite des *sliding window*) wird sinnvollerweise so gewählt, dass sie in etwa der Grösse der Objekte in den Trainingsdaten entspricht.

Drawband

Das um die Detektionshypothesen gezogene Quadrat wird über den Parameter *drawband* im Code bestimmt. Hierbei geht es nicht allein um die Markierung der Detektion, sondern auch darum, in welchem Abstand zum markierten Objekt sich andere Objekte befinden können. Da Grabhügel - insbesondere die sich linear aufreihenden eisenzeitlichen Kurgane - sehr nahe beieinander liegen können, wird dieser Wert etwas kleiner als der Durchmesser der Objekte in den Trainingdaten gewählt.

2.4.4 Bewertung

Aufbau und Test des Algorithmus erfolgten auf IKONOS-2-Daten des Karakol Tales im russischen Teil des Altaigebirges. Die Bilder wurden 2011 durch die GeoEye Foundation für das Kooperationsprojekt der Technischen Universität Dresden und

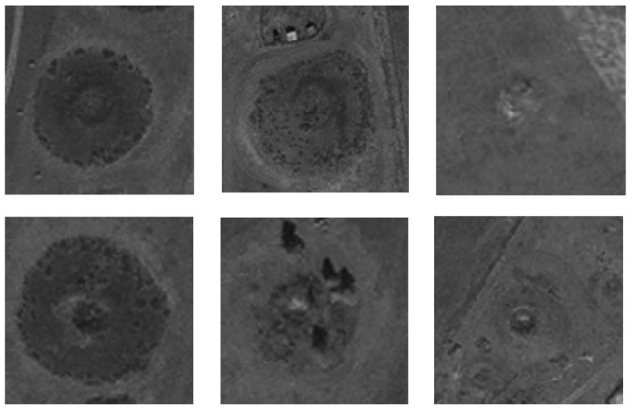

Abbildung 2.15: Monumentkategorien zur Algorithmusevaluierung: v.l.n.r. I, II, III

der Universität Gent „A Virtual Archeological Park in the Context of an Information System for the Skythian Heritage Sites in the Altayan Karakol Valley (Russia)" Dr. Nikolas Prechtel zur Verfügung gestellt. Ein im Jahr 2007 durchgeführter Survey der Universität Gent ergab, dass die dort vorhandenen Monumente mit über 70% grösstenteils Strukturen sind, welche in die skythische Periode datieren. Kurgane machen hiervon etwas mehr als 53% aus.[30] Aufgrund ihrer steindurchsetzten Oberfläche heben sich die Grabhügel teilweise hervorragend von der umgebenden Landschaft ab und stellen somit klar umrissene Objekte dar: Damit ist eine Situation gegeben, die für eine objektklassenspezifische Detektion mittels Hough Entscheidungswäldern spricht.

Für die Auswertung und Anpassung des Algorithmus wurden zwölf Testgebiete definiert, von denen jeweils eines für das Training des Algorithmus genutzt wurde und die anderen zur Evaluierung dienten. Für die Evaluierung wurden drei Kategorien von skythischen Kurganen anhand ihrer Erkennbarkeit definiert. Mit *Kategorie I* wurden solche Monumente taxiert, welche sich sowohl durch den starken Kontrast zum Hintergrund als auch durch ihre kreisrunde und wenig durch äussere Einflüsse - wie Bebauung, Vegetation und landwirtschaftliche Aktivitäten - veränderte Form auszeichnen. In *Kategorie II* befinden sich alle Grabhügel, welche von Auge einwandfrei als solche erkannt werden können, jedoch durch viel Bewuchs und anthropogene Einflüsse gegenüber ihrer ursprünglichen Form Veränderungen aufweisen. *Kategorie III* besteht aus Monumenten, welche von Auge zwar noch erkennbar sind, sich aber nur aufgrund ihres Kontextes (beispielsweise Einreihung

[30] Bourgeois u. a. 2007 b, 12

Schwellenwert	Kat. I	Kat. II	Kat. III	Fehldetektionen
visuell	22	26	103	0
1.75	21	15	14	94
1.85	18	13	5	56
1.95	18	11	2	30
2.05	17	9	1	18

TABELLE 2.1: Testdaten Karakoltal, Trainingsgebiet L: Resultate unter Anpassung des Schwellenwertes

Schwellenwert	Kat. I	Kat. II	Kat. III	Fehldetektionen
visuell	28	27	83	0
1.55	19	13	35	132
1.65	14	10	26	43
1.75	8	8	18	12
1.85	4	2	11	5

TABELLE 2.2: Testdaten Karakoltal, Trainingsgebiet J: Resultate unter Anpassung des Schwellenwertes

Schwellenwert	Kat. I	Kat. II	Kat. III	Fehldetektionen
visuell	26	23	101	0
1.45	25	11	1	81
1.55	23	11	0	34
1.65	23	9	0	11
1.75	23	5	0	4

TABELLE 2.3: Testdaten Karakoltal, Trainingsgebiet H: Resultate unter Anpassung des Schwellenwertes

in ein lineare Folge anderer Kurgane) als skythische Strukturen einordnen lassen. Zudem werden alle Strukturen, die sich lediglich über die zentrale Absenkung als eisenzeitliche Grabhügel identifizieren lassen, sich sonst aber kaum von der Umgebung unterscheiden, respektive stark durch äussere Einflüsse in ihrer Form verändert wurden, dieser letzten Kategorie zugeordnet. Beispiele für die den Kategorien zugeordneten Monumenten finden sich in Abbildung 2.15.

Wie aus Tabelle 2.1 ersichtlich wird, funktioniert die Detektion von Monumenten der Kategorie I sehr gut. Selbst bei erhöhtem Schwellenwert von 2.05 werden noch knappe 80% der Grabhügel detektiert. Die optisch einfach zu detektierenden Grabhügel werden von den objektklassenspezifischen Hough-Entscheidungswäldern so aufgespürt und gekennzeichnet, dass ein repräsentatives Bild entsteht. Die Grabhügel der Kategorie II werden erheblich schlechter aufgefunden. Bereits bei einem Schwellenwert von 1.75 werden nur noch knapp 60%

erkannt; dieser Wert sinkt beim Anstieg des Schwellenwertes um 0.3 auf ein tiefes Niveau von knapp 35%. Die Detektion von stark gestörten oder überwachsenen Grabhügeln ist als nicht erfolgreich zu werten. Von den über hundert vorhandenen Strukturen wurden bei einem Schwellenwert von 1.75 lediglich 13.5% gefunden.

Die Tests mit Trainingsset J (siehe Tab. 2.2) zeigen eine vergleichsweise gute Leistung bei Grabhügeln der Kategorie III. Während weder Monumente der Kategorie I noch der Kategorie II sinnvoll detektiert werden (beide weisen bei einem niedrigen Schwellenwert von 1.65 relativ tiefe Detektionsraten von 50% respektive 37% auf), werden von der Kategorie III immerhin 31% erfolgreich detektiert, im Gegensatz zu 13.5% mit Trainingsset L.

Mittels Trainingsset H (siehe Tab. 2.3) wurden die besten Resultate bei der Detektion von Monumenten der Kategorie I erreicht: Bei einem tiefen Schwellenwert von 1.45 konnten über 96% der Grabhügel aufgefunden werden. Für die Grabhügel der Kategorie II bleiben die Detektionsraten relativ konstant, Monumente der Kategorie III werden de facto nicht detektiert.

Ceteris paribus zeigt sich sehr deutlich der Einfluss des Schwellenwertes auf die Anzahl der falsch-positiven Detektionen. Die Einschränkung der Anzahl falsch-positiver Detektionen ist zunächst eine Abwägung zwischen gewünschtem Arbeitsaufwand (dem Aussortieren der Fehldetektionen) und der Vollständigkeit der Untersuchung. Auffällig ist, dass die Festlegung des Schwellenwertes stark von der Art und Anzahl der positiven Trainingsbilder abhängig ist. So werden mit Trainingssample H bei Schwellenwert 1.55 ähnliche Werte erzielt wie mit Trainingssample L bei Schwellenwert 1.85.

Werden ausschliesslich Monumente der Kategorie I und II als Trainingssample verwendet, dann ist der Schwellenwert relativ robust. Werden Monumente der Kategorie III ins Trainingssample eingeschlossen, erhöht sich in erster Linie die Anzahl der Fehldetektionen. Es scheint daher ratsam zu sein, in erster Linie Grabhügel mit hohem Kontrast zum Hintergrund, wenig Bewuchs und geringer Formveränderung in die Trainingsdaten einzubeziehen. Teilweise zerstörte oder von Bewuchs überzogene Monumente entsprechen in etwa der Problematik von verdeckten Personen bei einer Zählung von Fussgängern in Videomaterial und können ähnlich behandelt werden (dass heisst, unklare Repräsentationen der Objektklasse werden aus den Trainingsdaten ausgeschlossen, die Detektion von verdeckten Objekten erfolgt mittels tieferen Schwellenwerten).

2.5 Zwischenfazit

Für kleinräumige Untersuchungen, die eine möglichst vollständige Abdeckung des Untersuchungsgebietes zum Ziel haben, ist der Algorithmus wenig geeignet. In diesem Fall könnte die Rechenschleife lediglich für das Aufspüren von Umgebungen mit einer hohen Dichte von Monumenten genutzt werden. Würde allerdings ein Survey eines Gebietes von mehreren tausend Quadratkilometern durchgeführt und das Hauptaugenmerk nicht auf die einzelnen Grabhügel sondern auf Sites (beispielsweise Nekropolen) gelegt, dann ergibt sich eine starke Verringerung des Arbeitsaufwandes durch die automatische Detektion. Da sich die eisenzeitlichen Kurgane im Altai grösstenteils zu Linien mit ungefährer nord-südlicher Ausrichtung formieren und zudem nur in flachem Gelände (das heisst auf Flussterassen) zu finden sind, bestehen weitere Ansatzpunkte für eine effizientere Gestaltung des Verfahrens. Durch Einbezug eines digitalen Höhenmodells können alle Gebiete mit einer Steigung von mehr als 10% ausgeschlossen werden; dies verringert die zu bearbeitende Fläche, sowie die Anzahl der Fehldetektionen stark, ohne dabei das Resultat zu verschlechtern. Mittels eines Suchsektors nach Süden und nach Norden könnten zudem Grabhügelnekropolen mit nord-südlicher Ausrichtung einwandfrei identifiziert werden. Der Einbezug dieser beiden Parameter würde zu einer weitgehend verlässlichen Detektion von eisenzeitlichen (skythischen) Sites im Altai führen. Die so generierten Daten könnten in einem weiteren Schritt sowohl für Kulturgüterschutzmassnahmen als auch für eine grossräumige landschaftsarchäologische Analyse von beispielsweise Wegesystemen, Passübergängen, Wanderrouten und Territorien genutzt werden.[31] Auf eine Programmierung von Schnittstellen zu gängigen Geographischen Informationssystemen wurde verzichtet, da aufgrund der fehlenden Abdeckung mit hochauflösenden optischen Satellitenbildern kein grossräumiger, automatisierter Survey durchgeführt werden konnte.

[31] Caspari u. a. 2014

Kapitel 3

Fernerkundung

In den folgenden Kapiteln wird eine Fallstudie durchgeführt, die zum Ziel hat, ein Gebiet im südlichen, chinesischen Altaigebirge mittels landschaftsarchäologischer Methoden zu untersuchen.[1] Im ersten Teil (Kapitel 3) werden zunächst die unterschiedlichen Datenerfassungsmethoden und die daraus resultierenden Datensammlungen aus dem Bereich der Fernerkundung diskutiert. Kapitel 4 beschäftigt sich mit der Datenerfassung im Feld. In Kapitel 5 erfolgt die Analyse der generierten Daten in räumlich-zeitlicher Hinsicht mittels Geografischer Informationssysteme. Kapitel 6 interpretiert die Daten anhand theoretischer landschaftsarchäologischer Konzepte und stellt sie in einen weiteren Zusammenhang.

Ziel dieses Kapitels ist es, nach der Begründung der Wahl des Untersuchungsgebiets zunächst die visuelle Interpretation und die algorithmusbasierte Auswertung der Satellitendaten durchzuführen. Es erfolgt der Aufbau eines geographischen Informationssystems, welches durch die primären Analyse von Radardaten und optischen Daten die grundlegende Vorbereitung für den Survey bildet.

[1] Vorarbeiten zu diesen Kapiteln wurden von September 2014 bis August 2015 an der Columbia University in New York geleistet. Ein einleitender Bericht zu den Möglichkeiten der Fernerkundung im chinesischen Altai wurde im September 2015 als Masterarbeit an selbiger Institution eingereicht. Teile des deutschen Textes basieren auf der englischen Vorversion, wurden jedoch wesentlich erweitert und verbessert.

3.1 Wahl des Untersuchungsgebietes

Das Altaigebirge erstreckt sich über vier Staaten (Russland, Mongolei, Kasachstan und China) und verfügt über eine Gesamtfläche von mehr als 150'000 Quadratkilometern: Ein gigantisches orographisches Gebilde also, welches nicht nur aufgrund seiner Vielzahl archäologischer Monumente und der exzellenten Erhaltungszustände interessant für die Anwendung interdisziplinärer Untersuchungsmethoden ist, sonder auch wegen seiner Position als Bindeglied zwischen den grossen Steppenzonen Eurasiens.[2] Als wichtige Einheit im zentralasiatischen Klimagefüge und als Konglomerat unterschiedlicher Klimazonen und Vegetationsmuster[3] - von der Waldsteppe in den nördlichen Randregionen über das alpine Klima des Zentralmassivs und der Hochtäler, hin zu den Steppen und semi-ariden Zonen im Süden - bildet das Gebirge eine unerschöpfliche Quelle landschaftsarchäologischer Fragestellungen. Die Suche nach einem Gebiet, welches sich für die Bearbeitung dieser Fragestellungen eignet, ist aufgrund der Vielseitigkeit dieses geographischen, topographischen und klimatischen Komplexes keine einfach Aufgabe (s. Abb. 3.1).

Anhaltspunkte bietet ein Überblick über die jüngere Forschungsliteratur. Internationale Zusammenarbeit hat in der Region durchaus Tradition; so kooperieren lokale Institutionen in Russland, Kasachstan und der Mongolei regelmässig mit Forschungseinrichtungen in Europa und den USA, aber auch untereinander. Der Fokus grösserer Surveys internationaler Forschungsteams lag bisher auf dem russischen und kasachischen Teil des Gebirges[4] oder der mongolischen Region des Altaigebirges.[5] Dies ist insofern verständlich, als dass der flächenmässig grösste Teil der Gebirgskette auf dem Territorium der ehemaligen Sowjetunion liegt und auch forschungsgeschichtlich seit Anbeginn der archäologischen Forschung in dieser Region eng mit russischen Exponenten verknüpft ist. Insbesondere seit die spektakulären Funde aus den gefrorenen Gräbern Pazyryks die Region in den Jahren 1929–1949 ins Licht der Weltöffentlichkeit rückten,[6] war das Altaigebirge eine Domäne der russischen Forschung. Der östliche Teil des Gebirges liegt auf mongolischem Territorium und damit in einem Land, welches bis heute über einen grossen Bevölkerungsanteil verfügt, dessen ökonomische Basis auf unterschiedlichen Formen der Wanderweidewirtschaft basiert. Seit der Staatsgründung wird

[2] Plets 2013, 18
[3] Rudaya u. a. 2009, 542
[4] Zum Beispiel Bourgeois u. a. 2005 oder Bourgeois u. a. 2006a
[5] Zum Beispiel Jacobson-Tepfer - Meacham 2009
[6] Rudenko 1970 und Gryaznov 1969

das nationale Selbstverständnis eng mit nomadischen Traditionen verknüpft und es besteht grosses Interesse am Ausbau und der Fundamentierung dieser Identität wozu archäologische Forschung durchaus dienen kann. Für China hingegen war der ferne Westen stets Peripherie; ein wilder, unkultivierter, barbarischer Landstrich. Obwohl namentlich das Xinjiang Institut für Archäologie damit begonnen hat, kleinräumige Surveys und Ausgrabungen durchzuführen, bleibt der Norden Xinjiangs weitgehend ein weisser Fleck auf der archäologischen Landkarte und selbst die Publikation der Resultate dieser wenigen Untersuchungen kann noch Jahre in Anspruch nehmen. Der chinesische Teil des Altaigebirges ist von der archäologischen Forschung klar am schlechtesten abgedeckt und somit sind die Chancen, hier wirklich etwas zur Erweiterung unserer Kenntnisse dieses antiken Kulturraumes beizutragen, hervorragend. Besonders der südliche Teil des Altaigebirges wäre durch seine Nähe zur Seidenstrasse und zu kulturellen Zentren in China äusserst interessant für Untersuchungen bezüglich Kulturtransfer oder beispielsweise die Entwicklung von Diffusionsmodellen. Seit langer Zeit besteht Einigkeit darüber, dass die wesentliche Entwicklung des skytho-sibirischen Tierstils stark aus dem Süden beeinflusst wurde.[7,8] Umso mehr erstaunt es, dass der chinesische Altai von der internationalen Forschungsgemeinschaft bisher weitgehend unbeachtet blieb.[9] Bereits die Kartierung zuvor unbekannter Monumente stellt einen ersten Schritt zur archäologischen Erschliessung dieses Raumes dar und fördert unser Verständnis der antiken Kulturlandschaft des Altaigebirges. Schliesslich wird erst durch die Grundlagenforschung in diesem Bereich ein überregionaler Vergleich der materiellen Hinterlassenschaften möglich, der Muster und Tendenzen in der kulturellen Entwicklung des antiken Zentralasiens zu enthüllen vermag.

Um sinnvolle Aussagen über die kulturelle Entwicklung eines Teilgebiets einer solch gigantischen geographischen Einheit wie des Altaigebirges treffen zu können, muss zwingend eine geographische Beschränkung erfolgen. Ein Untersuchungsgebiet kann nicht zufällig gewählt werden, und existierende topographische Hindernisse, welche potenziell kulturelle Einheiten voneinander zu trennen vermögen, missachten. Zudem kann im Zuge einer Dissertation nur vergleichsweise wenig Material verarbeitet werden und somit hat die erhebliche geografische Einschränkung

[7] Hancar 1952

[8] Jettmar 1962

[9] Auch grosse internationale Ausstellungen fanden bisher zumeist ohne chinesische Beteiligung statt (zum Beispiel Menghin u. a. 2007, 12-17) und viel genutzte Standardwerke wie Hermann Parzingers Opus Magnum "Die frühen Völker Eurasiens: vom Neolithikum bis zum Mittelalter"(Parzinger 2006) enden sowohl in den Beschreibungen der materiellen Hinterlassenschaften als auch bezüglich des Kartenmaterials an der chinesisch-russischen Grenze.

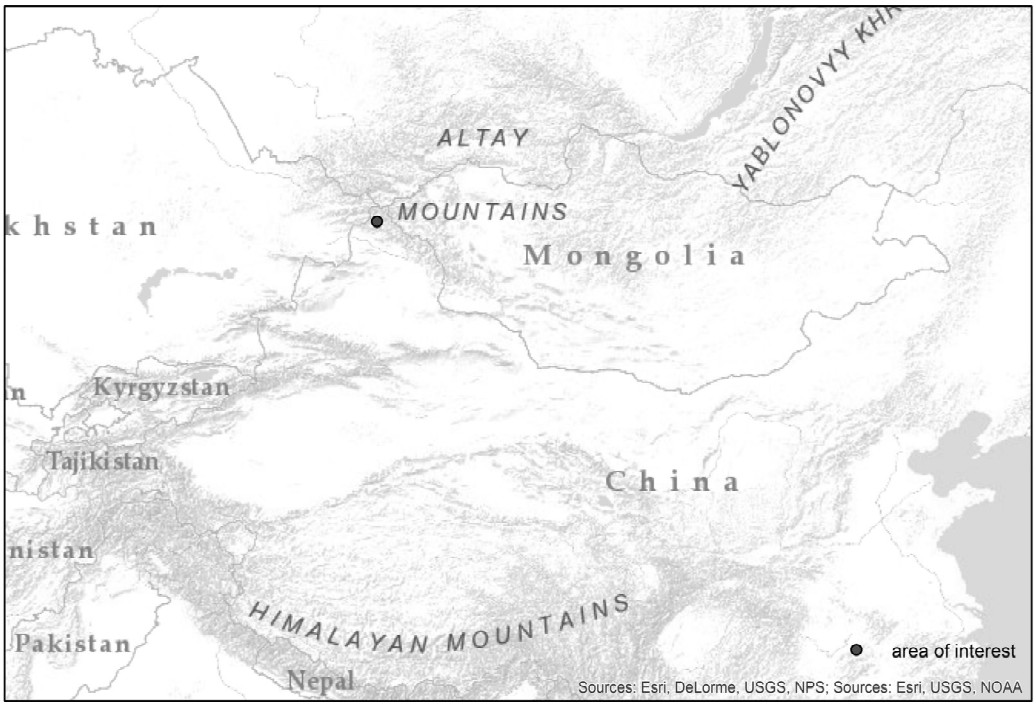

Abbildung 3.1: Das Altaigebirge und angrenzende orographische Einheiten

einfache praktische Gründe. Auch ist die während einer Feldkampagne begehbare Fläche durch zeitliche Faktoren stark begrenzt; deshalb muss das Untersuchungsgebiet entsprechend den verfügbaren Ressourcen gewählt werden. Ein Untersuchungsgebiet sollte idealerweise entlang natürlicher topographischer Grenzen wie beispielsweise Bergen, Flüssen oder Uferlinien von Seen und Meeren definiert werden, welche den Zugang menschlicher Akteure natürlicherweise behindern. Solchermassen wird die Hypothese, dass das Untersuchungsgebiet in der Vergangenheit eine kulturell kohärente Einheit bildete, wahrscheinlicher.

Eine gute Möglichkeit zur Etablierung eines Untersuchungsgebietes bot sich durch die Auswahl einer topographisch stark abgegrenzten Region im südlichen chinesischen Altai, in der Hochebene rund um Hailiutan (海流滩)(s. Abb. 3.2). Auf zwischen 1150 und 1300 m.ü.M. gelegen, wird das Gebiet gegen Norden und Süden von hohen Bergen eingegrenzt. Im Osten erschwert eine Hügelkette den Durchgang in das Zentralmassiv des Altai. Im Südosten gewährt ein steiler Pass Zugang zur Ebene des Irtyš (额尔齐斯河), im Nordwesten kann über einen auf etwa 1400 m.ü.M. gelegenen Einschnitt der abgelegene Teil des Hochtales erreicht werden. Eine dreidimensionale Darstellung des Höhenmodells vermittelt einen guten Eindruck der

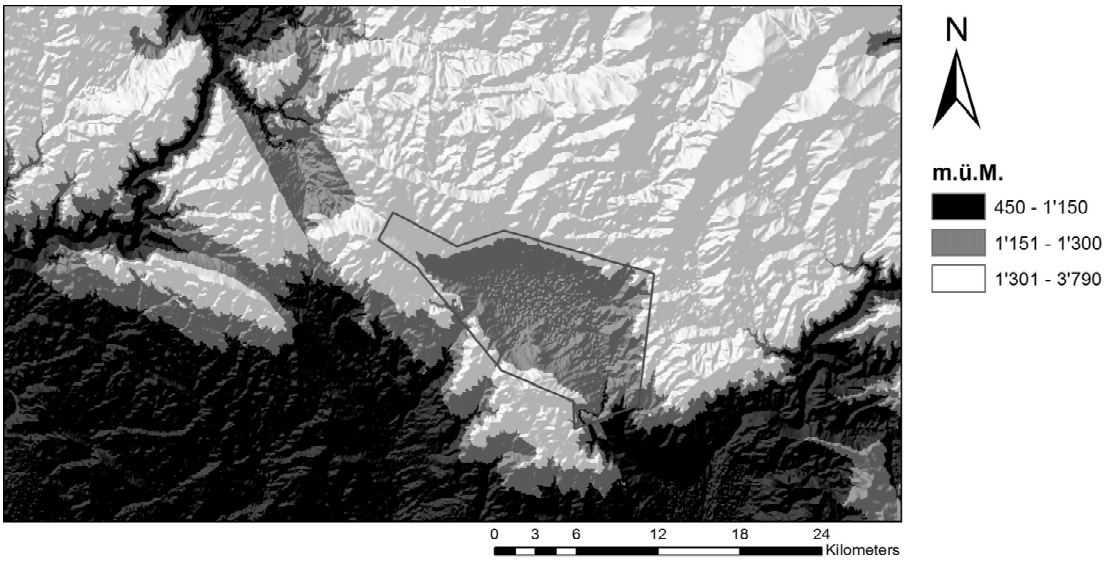

Abbildung 3.2: Abgrenzung des Untersuchungsgebiets

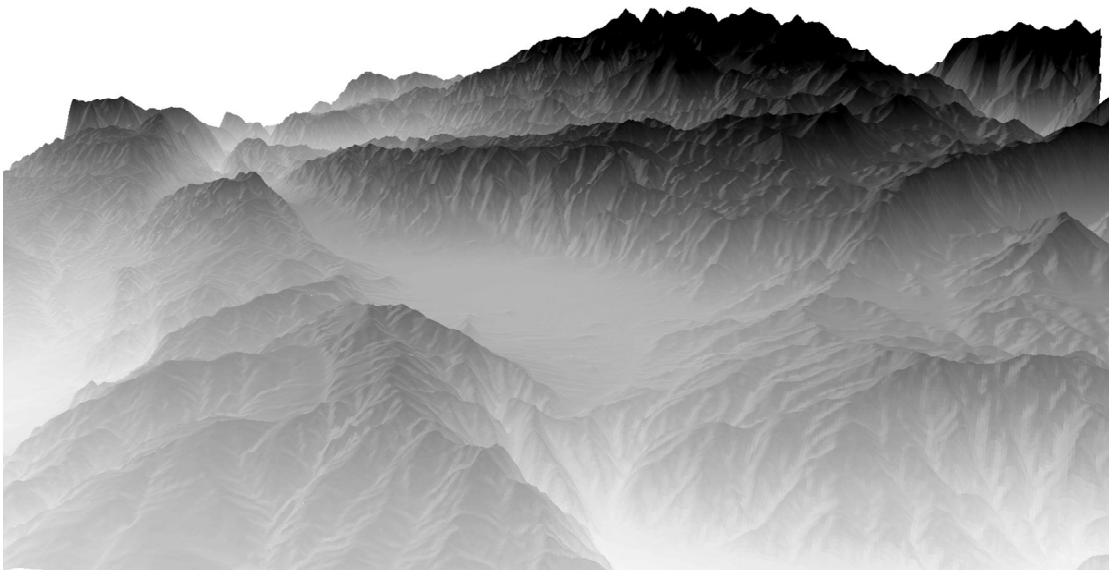

Abbildung 3.3: Dreidimensionales Höhenmodell des Untersuchungsgebiets mit leicht skalierten Höhen (Blick nach Nordwesten)

Abgeschlossenheit der Hochebene (s. Abb. 3.3). Eine genauere Ausführung und Analyse der topographischen Gegebenheiten erfolgt in Kapitel 5.

Da zu dieser sehr abgelegenen und wenig erforschten Region naturgemäss wenig direkt relevante Literatur vorhanden ist, wird im Folgenden mittels Fernerkundung und der Applikation geographischer Informationssysteme eine schrittweise Annäherung an die Grundgegebenheiten dieser Landschaft versucht. Einerseits

dient dies der Vorbereitung und Planung des Surveys und andererseits der Kontextualisierung der durch Fernerkundung und intensiven Survey generierten Datensets.

3.2 Höhenmodelle

Um eine grundlegende Übersicht über eine Landschaftskammer zu erhalten und sich mit den geographischen Gegebenheiten auseinanderzusetzen, ist ein Verständnis der lokalen Topographie nicht nur hilfreich, sondern unabdingbar. Der landschaftsdefinierende Faktor Topographie wird über digitale Höhenmodelle (englisch: digital elevation model, kurz DEM) in das geographische Informationssystem eingebunden. Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, Höhenmodelle zu generieren. Im Feld können mittels geodätischer Methoden sehr genaue Höhendaten erhoben werden, welche danach zu einem digitalen Oberflächenmodell verknüpft werden. Diese Möglichkeit ist im vorliegenden Fall aus Gründen des Zugangs zum Untersuchungsgebiet in rechtlicher und administrativer Hinsicht nur von beschränktem Nutzen (vergleiche hierzu auch Kapitel 4, Hürden für die Etablierung eines Feldprojektes in Xinjiang). Zudem kann die beschränkte Zeit im Feld nicht auf die Erstellung eines Höhenmodells verwendet werden, weshalb bestehende Daten genutzt werden müssen. Bestehende Daten liegen meist in der Form von Rasterdaten vor; es handelt sich also um Daten, welche als Matrizen verfügbar sind. Für eine erste Begutachtung des Untersuchungsgebietes in seinem Makrokontext sind grob auflösende frei verfügbare Geo-Daten ausreichend (beispielsweise SRTM-C-Daten). Für Untersuchungen der lokalen Topographie im Zusammenhang mit archäologischen Fundstellen werden dann jedoch schnell feinere Repräsentationen nötig, um sinnvolle Aussagen treffen zu können. Nachfolgend werden zwei Typen von Radardaten diskutiert, die während der Untersuchungen verwendet wurden. Obwohl andere Methoden zur Generierung von Höhenmodellen zur Verfügung stehen (beispielsweise die Ableitung aus optischen Daten mittels photogrammetrischer Techniken) stellen die hier genutzten Daten die unkomplizierteste Möglichkeit dar, ein Höhenmodell zur Vorbereitung eines Surveys in das geographische Informationssystem einzubinden. Jeder Typ hat seine eigenen Vorteile und Nachteile und sollte angepasst auf die verfolgte Fragestellung eingesetzt werden.

3.2.1 SRTM-C

Die C-Band Radardaten der Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) sind ein guter Ausgangspunkt, um sich einen Überblick über das Terrain zu verschaffen.

Diese Rasterdaten sind über den *Earth Explorer* des United States Geological Survey (USGS) frei zugänglich und eignen sich gut zur Verwendung als Grundkarte für landschaftsarchäologische Untersuchungen.[10] Dieser Datentyp verfügt über eine komplette Abdeckung der Erdoberfläche zwischen 60° nördlicher und 56° südlicher Breite und ist damit für alle Projekte, welche sich nicht in der Nähe von Polarregionen abspielen, eine valable Option.[11] Die Daten wurden im Jahr 2000 aufgenommen und fortlaufend publiziert. Die Auflösung der Rohdaten betrug eine Bogensekunde (etwa 30 m) und wurden dann interpoliert mit einer Auflösung von etwa 3 Bogensekunden veröffentlicht. Trotz der relativ geringen Auflösung von etwa 90 m verfügt dieser Datentyp nur über sehr geringe Fehler bezüglich der absoluten Höhe und der absoluten Geolokation. Der Abweichungen betragen für Eurasien im Schnitt 8.8 m für die Geolokation und 6.2 m für die absolute Höhe bei einer hervorragenden Abdeckung.[12] Gerade wenn mit Untersuchungsgebieten im regionalen Massstab gearbeitet wird und zum Beispiel Fragen zur grossräumigen verkehrstechnische Lage einer archäologischen Fundstelle gestellt werden, sind SRTM-Daten eine gute Wahl. Während des *United Nations Heads of State Climate Summit* im September 2014 in New York wurde angekündigt, dass im Laufe des folgenden Jahres schrittweise SRTM-Daten mit einer Auflösung von 30 m frei zugänglich gemacht werden sollen. Ein knappes Jahr später ist der Prozess der Veröffentlichung beinahe abgeschlossen (es fehlen lediglich noch Teile des Nahen Ostens und Nordostafrikas).[13]

3.2.2 SRTM-X

Die X-Band Radardaten wurden während der selben Shuttlemission aufgenommen, verfügen jedoch aufgrund der kleineren Wellenlänge über eine schlechtere Abdeckung als die SRTM-C-Daten. Die Daten können seit 2010 kostenfrei über das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)bezogen werden. SRTM-X-Daten verfügen über eine ähnliche Genauigkeit wie die SRTM-C-Daten. SRTM-X-Daten schneiden in dicht bewachsenen Gebieten punkto Genauigkeit etwas besser ab, werden dafür aber stärker von Exposition und Steigung des Geländes beeinflusst.[14]

[10] USGS 2015
[11] NASA 2015
[12] Farr et al. 2007: 21
[13] Schmidt 2015
[14] Buchbach 2014, 40

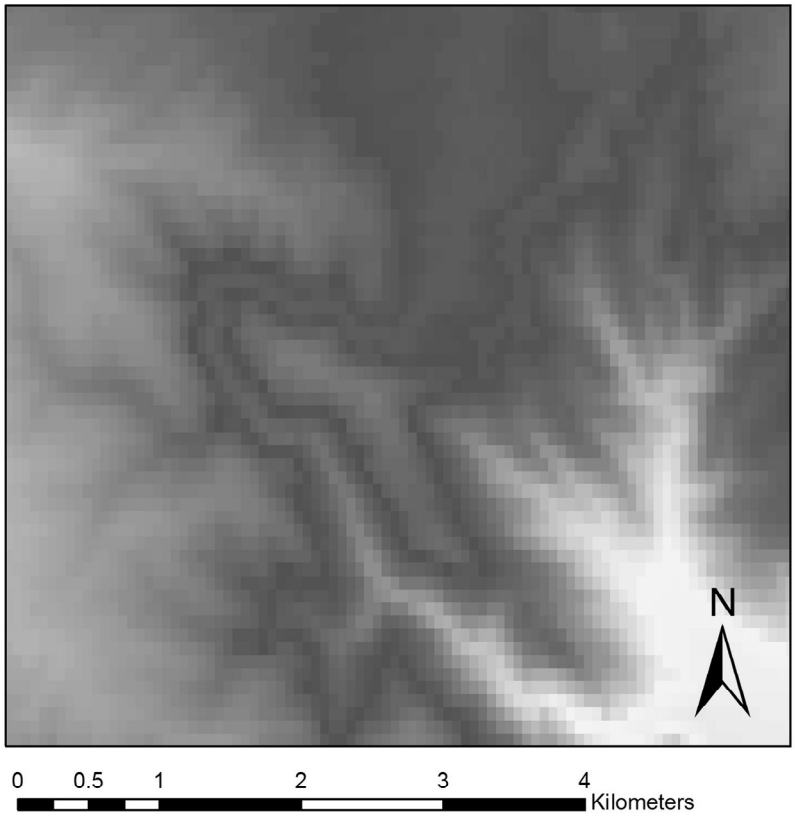

Abbildung 3.4: SRTM-C-Band-Daten des südöstlichen Teils des Untersuchungsgebietes

3.2.3 TanDEM-X

Als Erweiterung der TerraSAR-X Mission des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt hat TanDEM-X (TerraSAR-X Add-On for Digital Elevation Measurement) zum Ziel, ein digitales Höhenmodell der gesamten Erdoberfläche zu generieren.[15] Als finales Produkt wird ein „global deckendes DEM mit einer räumlichen Auflösung von 12 m und einer Genauigkeit von 10 m “ [16] angestrebt. Für die Anwendung in der archäologischen Forschung wird dieser Datentyp in Zukunft die SRTM-C-Daten vollständig ersetzen, da sowohl eine hohe Abdeckung besteht als auch eine bisher ungesehen hohe Auflösung erreicht wird.[17] Bei der direkten Akquisition von Daten können zudem Aufnahmeparameter beeinflusst werden und es wird zusätzlich Zugriff auf eine umfangreiche Qualitätsabschätzung

[15] Zink 2013
[16] Buchbach 2014, 43
[17] Erasmi u. a. 2014

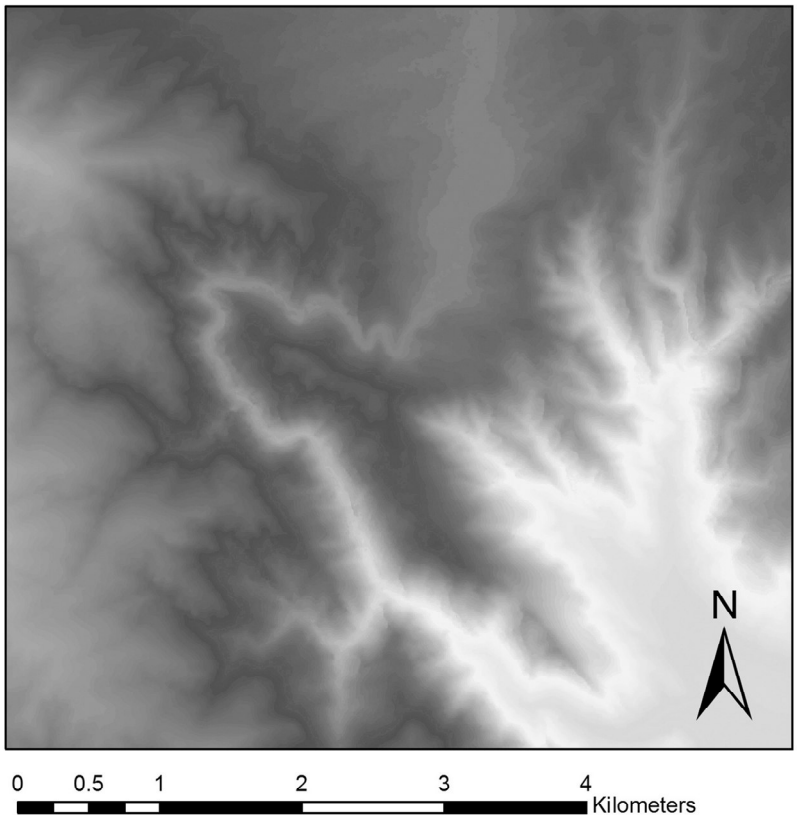

Abbildung 3.5: TanDEM-X-Daten des südöstlichen Teils des Untersuchungsgebietes

der Höhenmodelle gewährt.[18] Abbildung 3.5 und 3.4 zeigen den frappierenden Unterschied zwischen den beiden Datentypen. Das Höhenmodell, welches aus den TanDEM-X-Daten abgeleitet wurde, vermittelt einen wesentlich detaillierteren Eindruck der lokalen Topographie der Hochebene. Die TanDEM-X-Daten wurden im Zuge eines TerraSAR-X Proposals der Universität Wuhan, der Universität Bern und der Universität Göttingen akquiriert.[19]

[18] Buchbach 2014, 43-44

[19] Ralf Buchbach hat sich neben dem Abschluss seiner umfangreichen Masterarbeit an der Georg-August-Universität Göttingen Zeit für die Prozessierung, insbesondere für die Fusion der Radardaten genommen und dem Autor die Nutzung eines aus TanDEM-X-Daten generierten hochauflösenden Höhenmodells ermöglicht. Es handelt sich um eines der ersten Male, dass diese Daten für die archäologische Forschung verwendet werden. Herrn Buchbach sei herzlich für seine Arbeit und die daraus resultierenden Möglichkeiten gedankt.

3.3 Optische Daten

Die Suche nach archäologisch interessanten Objekten erfolgt basierend auf optischen Daten. Optisch bedeutet in diesem Fall, dass für die Aufnahmen der Satelliten Licht im sichtbaren Spektrum verwendet wird. Alle Daten, welche für die Kartierung der Monumente verwendet werden, sind Rasterdaten. Die Verfügbarkeit von hochauflösenden Satellitendaten wurde in den letzten Jahren immer besser. Die Daten wurden günstiger und die Auflösung höher. Doch gerade für Doktoranden in der Archäologie, welche von ihren Institutionen im Normalfall nicht mit umfangreichen monetären Mitteln ausgestattet werden, kann die Beschaffung mit Schwierigkeiten verbunden sein. Als Beispiel: 1 km^2 WorldView-2-Daten kostet, abhängig von der Region, etwa 20 US$. Die minimale Bestellmenge beträgt 25 km^2.[20] Damit fallen bereits Aufwendungen von 500 US$ für ein relativ kleines Untersuchungsgebiet an, um überhaupt mit den Arbeiten beginnen zu können. Glücklicherweise wächst die Anzahl der frei verfügbaren Geo-Daten kontinuierlich. Zusätzlich besteht die Chance, durch die Bewerbung auf Imagery Grants proprietäre Satellitenbilder kostenlos zu beziehen.

3.3.1 Corona

Die Corona Spionagesatelliten der amerikanischen Keyhole (KH) Mission waren von 1959 bis 1972 aktiv.[21] Mehr als 800'000 hochauflösende Bilder wurden während dieser Zeit von Gebieten der ehemaligen UdSSR und Chinas gemacht.[22] Die Auflösung der Aufnahmen variiert je nach Mission, da die Satelliten mit unterschiedlichen Sensoren ausgestattet waren.[23,24] Von den seit Februar 1995 öffentlich zugänglichen Daten wurde die höchste Auflösung mit 1.83 m (6 Fuss) von der KH-6 Mission erreicht, die gröbste Auflösung betrug gut 140.2 m (460 Fuss, KH-5 Mission) und wurde für grossräumige Kartierungen genutzt.[25] Es existieren noch grosse Datenbestände jüngerer Missionen, welche jedoch bisher nicht freigegeben wurden und deren Auflösung teilweise wohl im Bereich von 0.1 m liegt.[26] Corona-Daten sind insbesondere deswegen für archäologische Anwendungen interessant,

[20] E-geos 2015, 11
[21] Casana - Cothren 2008, 732
[22] Gossens u. a. 2006, 747
[23] MacDonald 1995, 695
[24] Galiatsatos 2004
[25] USGS 2014a
[26] NRO 2011, 154

weil die in den 1960er- und 1970er-Jahren aufgenommenen Bilder Landschaften zeigen, welche zu weiten Teilen noch nicht intensiv landwirtschaftlich bewirtschaftet wurden.[27] Damit haben sich in diesen Bildern Informationen zu archäologischen Stätten erhalten, welche heute bereits nicht mehr existieren oder nur noch schwer aufzufinden sind.[28] Ein weiterer Vorteil dieses Datentyps besteht in seiner guten Abdeckung der ehemaligen UdSSR, Chinas und des Nahen Ostens sowie des für kleine Projekte erschwinglichen Preises der Daten. Die originalen Filmstreifen werden vom USGS digitalisiert und können für 30 US$ pro Negativ plus einer kleinen Bearbeitungsgebühr direkt über deren Website bezogen werden.[29] Für das vorliegende Projekt wurde mit vier Negativen eine Gesamtabdeckung des Untersuchungsgebietes erreicht. Die Kosten dafür betrugen 125 US$. Sind keine anderen topographischen Informationen für das Untersuchungsgebiet erhältlich, kann aus Corona-Daten ein auch ein Höhenmodell abgeleitet werden,[30,31] was aber im vorliegende Fall durch die Verfügbarkeit von TanDEM-X-Daten nicht nötig war.

3.3.2 Quickbird

QuickBird ist ein Satellit der Firma DigitalGlobe, welcher 2001 in den Orbit geschickt wurde. Im Januar 2015 wurde der Satellit nach dreizehn Jahren ausser Betrieb genommen. Bilder aus dem Archiv sind weiterhin erhältlich, es werden aber keine neuen Aufnahmen mehr gemacht. Das System nahm Bilddaten mit einer Auflösung von 0.61 m panchromatisch (d.h. Graustufen) und 2.44 m multispektral (d.h. Farbe) auf.[32] Die Onlinedienste Google Earth und Google Maps sind zu grossen Teilen aus Quickbird-Daten aufgebaut, was den Zugang zu dieser Datenquelle wesentlich vereinfacht. Allerdings arbeiten viele Archäologen direkt in den von Google zur Verfügung gestellten Plattformen, was selbst mit den professionellen Versionen dieser Programme gelinde gesagt suboptimal ist. Die Arbeit mit *placemarks*, ohne die Möglichkeit, einen Vergleich mit anderen Datensets durchzuführen, ohne direkt räumliche Verteilungen analysieren oder die Tonwerte oder den Kontrast des Satellitenbildes adjustieren zu können, ist bestenfalls dazu geeignet, sich eine Übersicht zu verschaffen. Es gibt jedoch einen einfachen

[27] Gossens u. a. 2006, 747
[28] beispielsweise Bourgeois u. a. 2003
[29] USGS 2014b
[30] Altmaier - Kany 2002
[31] Casana - Cothren 2008
[32] Geoimage 2015a

Weg, der es erlaubt Quickbird-Daten aus Google Maps zu exportieren. Ein frei zugängliches Tool mit dem Namen TerraIncognita[33] gewährt Zugang zur höchsten verfügbaren Auflösung der QuickBird-Daten aus Google Maps.[34] Damit können kostenlos hochauflösende Daten ins eigene geographische Informationssystem importiert und professionell bearbeitet werden. Allerdings verwendet Google Maps komprimierte digitale Formate und die Daten liegen somit nicht mehr in der ursprünglichen Qualität vor.

3.3.3 IKONOS

Der IKONOS-Satellit wurde 1999 in den Orbit gebracht und wird ebenfalls von der Firma DigitalGlobe betrieben.[35] Der Betrieb soll 2015 nach fünfzehn Jahren Laufzeit eingestellt werden. Das System sammelt simultan Daten mit einer Auflösung von 0.82 m panchromatisch und 3.28 m multispektral und verfügt somit über eine leicht geringere Auflösung als Quickbird und Worldview-2.[36] Im November 2013, am Beginn des Projektes, wurde bei der Digital Globe Foundation ein Antrag auf IKONOS-Daten gestellt.[37] Diesem Ersuchen wurde bereits Mitte Januar 2014 stattgegeben und ca. 370 km^2, welche das Untersuchungsgebiet vollständig abdeckten, wurden transferiert. Die Kosten für dieses Datenpaket hätten sich beim kommerziellen Erwerb auf etwa 6500 US$ belaufen.[38]

3.3.4 WorldView-2

Im Oktober 2009 wurde der Satellit WorldView-2 ins All geschickt. Dieser vermag bis zu 975'000 km^2 pro Tag abzudecken und verfügt über eine bisher unerreichte Genauigkeit bezüglich der Geolokation.[39] Es ist der erste kommerzielle Satellit, der Daten auf acht Bänder statt der üblichen vier multispektralen Kanäle generiert (s. Tab. 3.1). Die Auflösung ist mit 0.46 m panchromatisch und 1.85 m multispektral

[33] TerraIncognita 2015
[34] Eine Anleitung zur Nutzung des Tools findet sich im Anhang dieser Dissertation
[35] DigitalGlobe 2015b
[36] Geoimage 2015b
[37] http://www.digitalglobefoundation.org/
[38] E-geos 2015, 11
[39] Geoimage 2015c

Band	Wellenlänge
Band 1	400-450 nm (coastal)
Band 2	450-510 nm (blue)
Band 3	510-580 nm (green)
Band 4	585-625 nm (yellow)
Band 5	630-690 nm (red)
Band 6	705–745 nm (red edge)
Band 7	770–895 nm (near infrared 1)
Band 8	860-900 nm (near infrared 2)

TABELLE 3.1: Bänder der WorldView-2-Daten mit zugehörigen Wellenlängen (Tabelle nach Landinfo 2015)

beinahe doppelt so hoch wie die des IKONOS-Satelliten.[40] Nach der Publikation eines ersten Artikels zur automatischen Detektion von Grabhügeln in hochauflösenden Satellitenbildern,[41] wurde auf erneute Anfrage der Imagery Grant der Digital Globe Foundation massiv ausgebaut, um die weitere Forschungstätigkeit in diesem Gebiet zu unterstützen. Ende Oktober 2014, gut ein Jahr nach der ersten Bewerbung, erhielt der Autor ein Datenpaket mit mehr als 3'600 km^2 WorldView-2-Daten. Dieses Datenpaket hat einen ungefähren Gegenwert von ca. 63'000 US$ und geht damit weit über das hinaus, was selbst mit grosszügiger finanzieller Hilfe einer universitären Institution hätte akquiriert werden können.

[40] DigitalGlobe 2015a
[41] Caspari u. a. 2014

3.4 Methode der visuellen Interpretation

Der erste Schritt der archäologischen Fernerkundung ist die Erstellung eines Datensatzes basierend auf optischen Daten. Hierbei werden archäologische Strukturen durch eine visuelle Interpretation identifiziert und kartiert. Die visuelle Interpretation beschreibt das „Auffinden, Erkennen und Deuten der Inhalte eines Bildes.“[42] Die Erkennung der archäologisch interessanten Stellen des Bildes läuft über eine schwer zu differenzierende Kombination von Größe und Höhe, Form und Umriss, Lage im Gelände, abweichende Grau-/Farbtöne, Muster und Textur sowie Schattenwurf.[43] Dieser Vorgang ist schwer replizierbar, da er sehr stark mit der Erfahrung des Forschenden zusammenhängt. Im Verlauf des Projektes wurde die Suche mehrfach neu durchgeführt und die bestehenden Karten ergänzt. Es wurden IKONOS-, Quickbird- und WorldView-2-Daten visuell interpretiert. Für den Fernerkundungssurvey wurde durchgängig das Softwarepaket ArcMap genutzt, die hier erwähnten Operationen sind jedoch auch mit anderen geographischen Informationssystemen nutzbar.

Um die zu untersuchende Fläche überblickbarer zu gestalten, wurde die Hochebene von Hailiutan in Planquadrate aufgeteilt.[44] Diese Planquadrate werden sodann Schritt für Schritt nach anthropogenen Anomalien durchsucht. Bei Auffindung eines potenziellen archäologischen Merkmals wird die Stelle mit einem Kreis oder Polygon markiert. Dies geschieht über die Erstellung eines *shapefiles*, in dem die Vektordaten gespeichert werden. Da es sich bei den Gräbern in erster Linie um leicht ovale respektive kreisförmige Strukturen handelt, werden diese sogleich als Kreise kartiert. Dadurch können später Parameter wie der Durchmesser und die Fläche einfach abgeleitet werden. Sollten für eine Analyse Punkte anstelle von Kreisen benötigt werden, so lässt sich von diesen Kreisen einfach auf ihren Mittelpunkt schliessen und die Daten können somit in eine Punktwolke konvertiert werden. Abbildung 3.6 zeigt beispielhaft eine Auswertung eines solchen Planquadrats mit den markierten Monumenten der nachfolgend erläuterten Kategorien.

Es wurde ein Shapefile mit drei Vorlagen wurde verwendet:

[42] Baldenhofer 2015
[43] Baldenhofer 2015
[44] Mittels ArcGIS *fishnet tool* lässt sich ein gewähltes Gebiet anhand der Koordinaten in regelmässige Rechtecke aufteilen, welche als Einheiten des Surveys dienen.

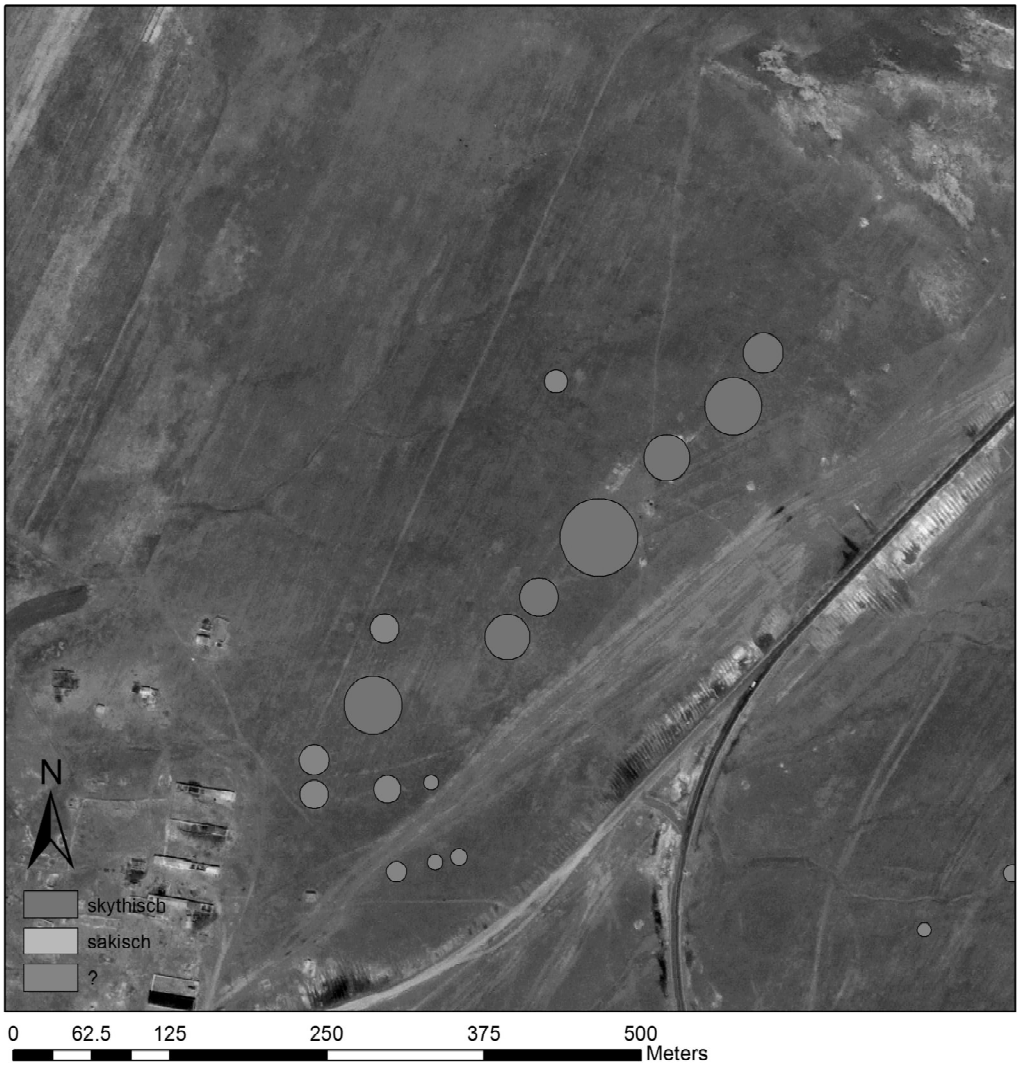

Abbildung 3.6: Beispiel für die Auswertung eine Planquadrats durch visuelle Interpretation der IKONOS-Daten in ArcGIS

1. Klar erkennbare Hügelstruktur, aus grösseren Steinen und Schotter gebaut, in nord-südlichem Verbund mit anderen ähnlichen Strukturen („skythisch“)
2. Klar erkennbare Hügelstruktur, mit zentraler Erhebung und Kreisgraben („sakisch“)
3. Unklare Struktur, vermutlich Grabhügel, nicht klar den vorgängigen Kategorien zuzuordnen.

Es ist enorm schwierig, Monumente lediglich über ihre Morphologie zu datieren. Selbst im Feld, direkt neben einem Grabhügel stehend, ist es oftmals unmöglich, eine Datierung zu finden. Datierungen müssen in diesem Sinne immer als vorgängige

Hypothesen angesehen werden. Die beiden in Anführungszeichen aufgeführten ethnischen Begriffe sind forschungsgeschichtlich vorbelastet. „Skythisch“soll hier vorerst für die ältereisenzeitliche Begräbnistradition, wie sie aus den russischen und kasachischen Altairegionen - beispielsweise aus Pazyryk, Karakol, Bashadar oder Tuekta - bekannt sind, verwendet werden. „Sakisch“ hingegen soll Bestattungen bezeichnen, welche Ähnlichkeiten zu denen des jüngeren Abschnitts der älteren Eisenzeit im Siebenstromland aufweisen. Weitere Ausführungen zu diesen Definitionen folgen in Kapitel 4.

3.5 Resultate der visuellen Interpretation

Durch die oben beschriebene Vorgehensweise zeigte sich sehr bald, dass die Hochebene einen äusserst reichen Bestand an archäologischen Stätten aufweist. Trotzdem grosse Teile des Gebietes offensichtlich in der Vergangenheit landwirtschaftlich bearbeitet worden waren, und man deshalb erwarten würde, dass die vorhandenen Strukturen stark gestört wären, liessen sich weit über 500 potenzielle Gräber identifizieren. Bereits ein Blick auf die Übersichtskarte 3.7 zeigt die enorme Dichte archäologischer Stätten im Untersuchungsgebiet, welche vor dem Einsetzen grossflächig destruktiver anthropogener Einflüsse noch eindrucksvoller gewesen sein muss. Zusätzlich ist die Landschaft mit hunderten architektonischer Hinterlassenschaften übersät, welche insbesondere Wohngebäude und Einrichtungen zur Viehzucht umfassen.

3.5.1 Sichtbarkeit archäologischer Anomalien

Für künftige Fernerkundungssurveys im Altai ist es wichtig, zu wissen welche Datentypen sich besonders zur Auffindung von Grabhügeln eignen. Es ist nicht davon auszugehen, dass jedes Projekt über die Mittel verfügt, grössere Datenmengen zu beschaffen, deshalb sollte vorgängig bekannt sein, mit welchen Datentypen sich die besten Ergebnisse erzielen lassen, um eine sinnvolle Auswahl treffen zu können. Im Folgenden wurde ein Teilbereich des Untersuchungsgebietes mit einer hohen Dichte archäologischer Monumente definiert und die Auswertung sowohl für verschiedene Datentypen mit unterschiedlichen Streckungen als auch für mehrere Falschfarbenkombinationen der multispektralen Bänder der WorldView-2-Daten durchgeführt (s. Tab. 3.1).

Einzig die Corona-Daten werden hier kurz separat aufgeführt, da in diesem Datentyp lediglich Monumente von einem Durchmesser von mehr als 20 m mit einiger Sicherheit erkannt werden können (s. Abb. 3.8). Abbildung 3.8 zeigt eine Kurgankette sakischer Grabhügel im Nordosten des Untersuchungsgebietes. Manche Monumente weisen in den Corona-Daten noch klar erkennbare Kreisgräben auf, die in den neueren Daten nur noch erahnt werden können.

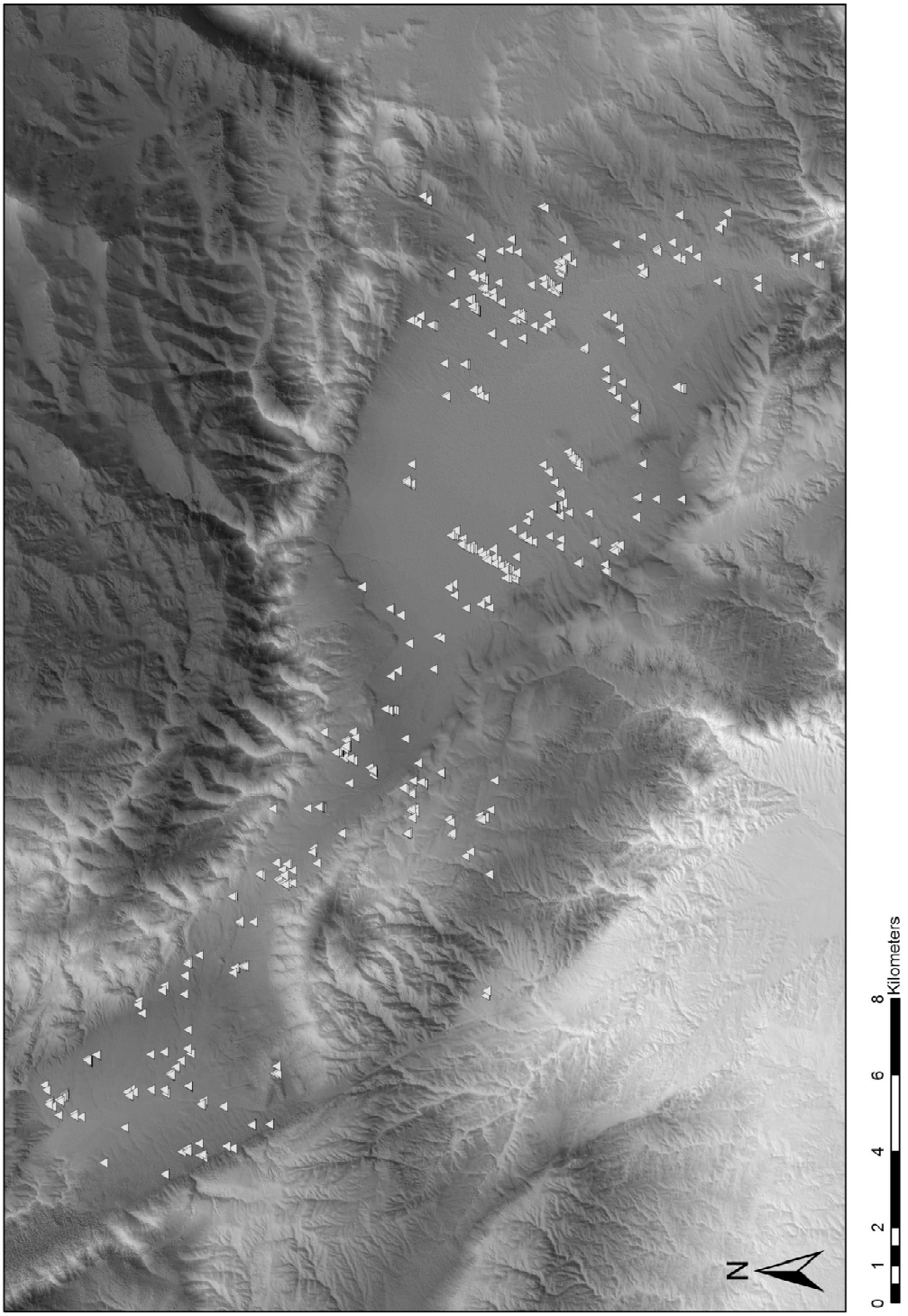

Abbildung 3.7: Räumliche Verteilung der potenziellen Grabhügel als Resultat der visuellen Interpretation der Satellitenbilder (IKONOS-2, Quickbird, Worldview-2)



Abbildung 3.8: Sichtbarkeit von Grabhügeln mit Durchmesser > 20 m in Corona-Daten

Stretch-Modus	> 20	< 20	Total
Percent Clip min. 0.25 max. 0.25	7	7	14
Minimum-Maximum	7	6	13
Standard Deviations 2.5	7	8	15
Esri	7	4	11
Kein Stretch	7	4	11

Tabelle 3.2: Resultate der Auswertung panchromatischer IKONOS-Daten in unterschiedlichen Stretch-Modi

Stretch-Modus	> 20	< 20	Total
Percent Clip min. 0.25 max. 0.25	7	14	21
Minimum-Maximum	7	12	19
Standard Deviation 2.5	7	13	20
Esri	7	13	20
Histogram Equalize	7	9	16
Kein Stretch	7	12	19

Tabelle 3.3: Resultate der Auswertung panchromatischer WorldView-2-Daten in unterschiedlichen Stretch-Modi

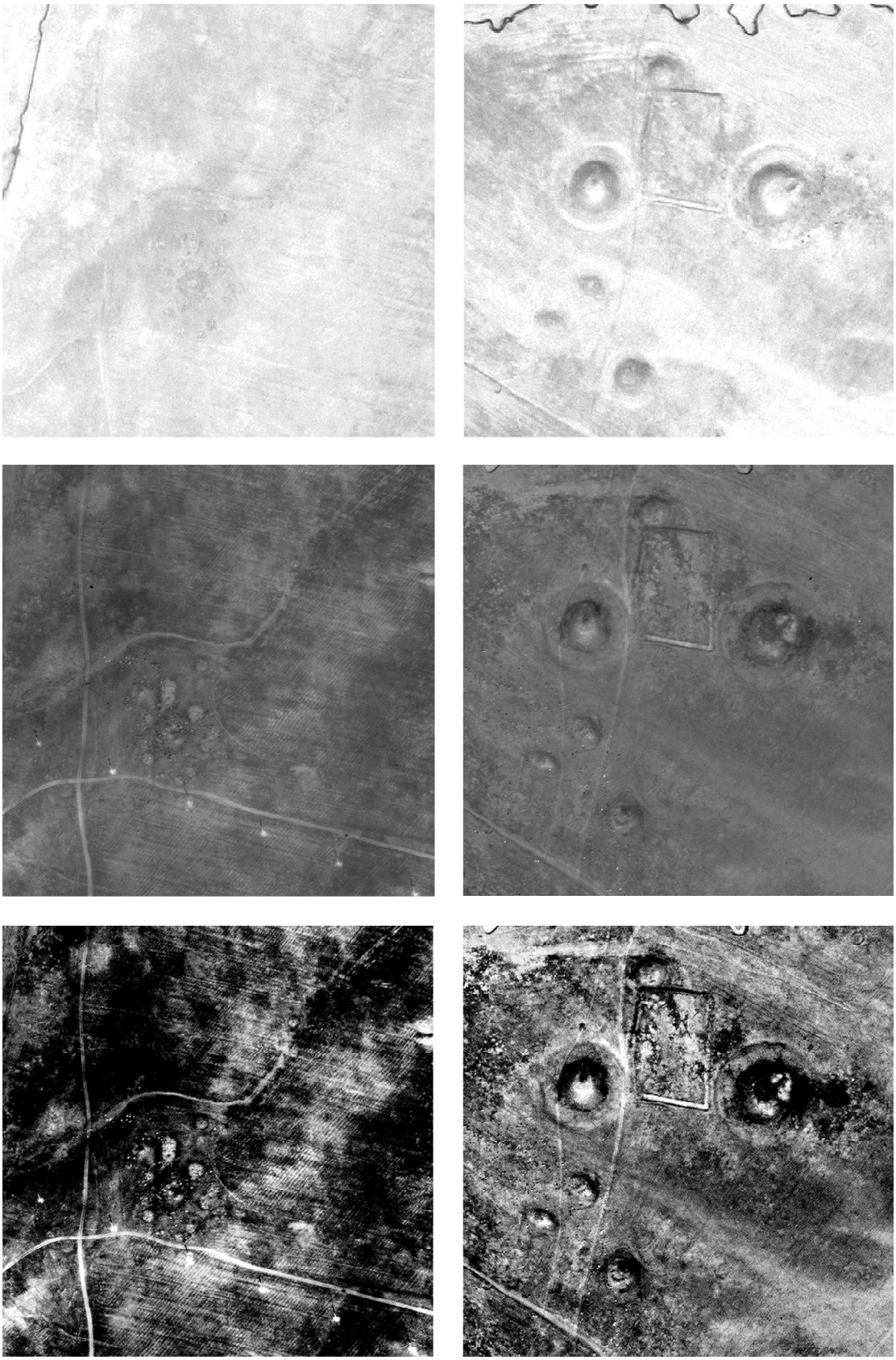

Abbildung 3.9: Sichtbarkeit von Grabhügeln in panchromatischen Daten (v.o.n.u.): IKONOS-2-Daten Standard Deviation 2.5; WorldView-2-Daten Percent Clip min. 0.25 max. 0.25; WorldView-2-Daten Histogram Equalize

Streckung von Rasterdaten zur Erhöhung des optischen Kontrastes

Um die Sichtbarkeit von archäologischen Monumenten in Rasterdaten zu verbessern, können verschiedene Streckfunktionen (sogenannte *stretchs*) auf die Daten angewendet werden. Standardmässig stehen in ArcGIS die Funktionen *Percent Clip*, *Minimum-Maximum*, *Standard Deviations*, *Esri* und *Histogram Equalize* zur Auswahl. Alle diese Funktionen arbeiten mit dem Histogramm eines Rasters, welches durch Streckung und Umverteilung von Werten angepasst wird, um den optischen Kontrast des Bildes zu erhöhen. Bei der Funktion *Percent Clip* wird jeweils ein gewählter Prozentsatz am oberen und unteren Ende der Verteilung abgeschnitten und die verbleibenden Werte werden über den gesamten Umfang der verfügbaren Werte gedehnt. Alle Extremwerte werden an den Rand des neuen Histogramms gedrängt. [45] Die Anwendung der Funktion *Minimum-Maximum* bestimmt die Minima und Maxima des Histogramms und dehnt die Werteverteilung über den gesamten Werteumfang. D.h. wenn die Werte des Histogramms von 13 bis 227 reichen, der Werteumfang des Rasters jedoch 0 bis 255 beträgt, werden alle Werte neu so verteilt, dass der vormalige Wert 13 dem Wert 0 entspricht und der Wert 227 dem Wert 255 entspricht.[46] Durch die Funktion *Standard Deviations* werden, ähnlich wie bei der Funktion *Percent Clip*, Extremwerte definiert, welche an den Rand des neuen Histogramms geschoben werden, dies geschieht jedoch anstatt über einen festen Prozentsatz über die Standardabweichung.[47] Die Funktion *Histogram Equalize* schliesslich verteilt die Werte des Histogramms solchermassen neu, dass jede Werteklasse in etwa die gleiche Anzahl Pixel enthält. Die Streckfunktion *Esri* ist unglücklicherweise nicht ausreichend dokumentiert. Die mangelnde Dokumentation und Veröffentlichung des Codes ist eines der Probleme bei der Anwendung proprietärer Software und sollte bei der Auswahl einer GIS-Software mit berücksichtigt werden. Gerade weil die *Esri* Streckfunktion gute Ergebnisse zeigt, wäre es sinnvoll, nachvollziehen zu können, was genau an den Daten verändert wird. Dies ist aber momentan aufgrund der mangelnden Transparenz nicht möglich.

Da in erster Linie der Durchmesser der Monumente einen Einfluss auf ihre Sichtbarkeit hat, wurden die Grabhügel im Testgebiet in zwei Kategorien aufgeteilt. Die erste umfasst Hügelstrukturen mit einem Durchmesser von mehr als 20 m, die

[45] Esri 2013
[46] Esri 2013
[47] Esri 2013

Stretch-Modus	> 20	< 20	Total
Percent Clip min. 0.25 max. 0.25	7	15	22
Minimum-Maximum	7	15	22
Standard Deviations 2.5	7	15	22
Esri	7	16	23
Histogram Equalize	7	16	23
Kein Stretch	7	14	21

TABELLE 3.4: Resultate der Auswertung RGB-Renderings aus Quickbird-Daten in unterschiedlichen Stretch-Modi

zweite Strukturen mit einem Durchmesser von weniger als 20 m. Für die panchromatischen IKONOS-2-Daten wurden die besten Resultate für eine Streckung des Histogramms mittels der Funktion *Standard Deviations* mit einem Wert von 2.5 erreicht. Durch den besseren Kontrast konnten circa 36% mehr Monumente mit einem Durchmesser von unter 20 m gefunden werden (s. Tab. 3.2). Bei der Durchsuchung desselben Testgebietes wurden in den panchromatischen WorldView-2-Daten die gleiche Anzahl von Monumenten über 20 m Durchmesser festgestellt: Hier hat also auch der Typ der Daten keinen Einfluss auf das Resultat des Surveys. Bei den Hügelstrukturen unter 20 m Durchmesser konnte die Anzahl aufgefundener Strukturen jedoch mehr als verdoppelt werden. Mit Ausnahme der Streckfunktion *Histogram Equalize* liegen alle Resultate nahe beieinander. Der beste Wert wurde mit einem *Percent Clip* (min. 0.25, max. 0.25) erreicht, dieser weicht jedoch nur unwesentlich von dem Resultat ab, welches bei der Durchsuchung der ursprünglichen Daten erzielt wird (s. Tab. 3.3). Abbildung 3.9 zeigt jeweils zwei Ausschnitte des Testgebietes für einen Cluster von Monumenten über 20 m Durchmesser (rechte Spalte) und einen Cluster kleinerer Monumente mit einem Durchmesser unter 20 m (linke Spalte).

Die Streckung des Histogramms eines Rasterdatensets kann selbstverständlich auch auf Daten mit mehreren Matrizenlayern angewendet werden. Bei der Anwendung von Histogrammstreckungen auf die gerenderten Quickbird-Daten wurden jedoch nur minimale Veränderungen der Anzahl kartierter Hügelstrukturen erreicht (s. Tab. 3.4). Auch in diesem Datentyp hat die Streckung des Histogramms keinen Einfluss auf die Erkennung von Strukturen mit einem Durchmesser von mehr als 20 m. Bei der Erkennung kleinerer Monumente werden nur schwache Unterschiede beobachtet, trotzdem scheinen auch in diesem Fall unterschiedliche Erhöhungen des Kontrastes zusätzliche Kartierungen von Monumenten zu ermöglichen. Abbildung 3.10 zeigt die unveränderten Daten, wie sie aus Google Maps geladen wurden

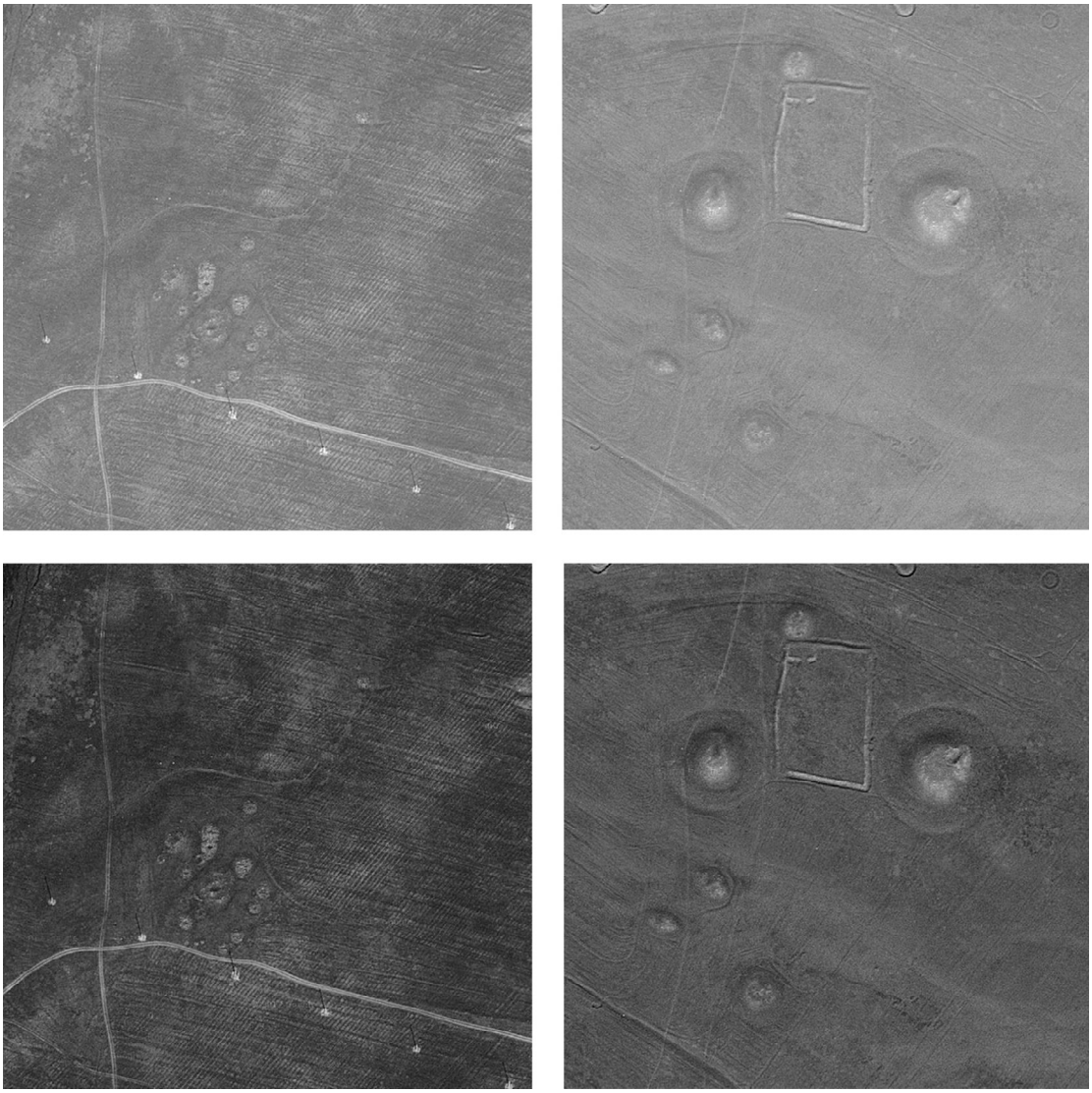

Abbildung 3.10: Sichtbarkeit von Grabhügeln in RGB-Renderings aus Quickbird-Daten (v.o.n.u.): Kein Stretch; Esri Stretch

und der optische Eindruck, welcher durch die Anwendung der *Esri* Streckfunktion entsteht. Insgesamt scheinen die gerenderten Quickbird-Daten den panchromatischen WorldView-2-Daten überlegen. Sie ermöglichen tendenziell mehr Detektionen und verfügen über einen besseren Kontrast. Es ist aber auch zu beachten, dass erstere keine panchromatischen Daten sind, sondern ein Verbund von panchromatischen und multispektralen Daten, welcher vor der Bereitstellung auf Google Maps professionell verarbeitet wurde. Die IKONOS-2-Daten schneiden mit teilweise gut 40% weniger Detektionen weitaus am schlechtesten ab.

Falschfarben-Kompositbilder und multispektrale Bänder zur Verbesserung der Sichtbarkeit von Hügelstrukturen

Die WorldView-2-Daten verfügen mit acht multispektralen Bändern über eine hohe spektrale Diversität[48]. Die Band-Konfiguration dieser Satellitendaten kann Tabelle 3.1 entnommen werden. Ein Bild wie wir es in etwa wahrnehmen würden kann aus den Bändern Red/Green/Blue im sichtbaren optischen Spektrum zusammengesetzt werden. Für WorldView-2-Daten entsteht dieses Bild aus den Bändern 5, 3 und 2.[49] Durch Rekombination der multispektralen Bänder der WorldView-2-Daten können aber auch optische Eindrücke hervorgerufen werden, welche uns relativ unvertraut sind. Die Verwendung anderer Bandkombinationen führt zur Hervorhebung von Merkmalen, welche im optischen Spektrum in dieser Form nicht oder nur schwach wahrgenommen werden. Allerdings ergeben sich mit 8 Bändern, von denen jeweils drei ausgewählt werden, ohne Bänder in einer Kombination mehrfach zu verwenden bereits 336 verschiedene Rekombinationen. Die meisten davon werden jedoch nur wenig Verbesserungen bringen. Da aber erwartet werden kann, dass sich die Grabhügel aufgrund ihrer anderen materiellen Zusammensetzung hinsichtlich der auf ihnen gedeihenden Vegetation von der umliegenden Landschaft unterscheiden, ergeben sich einige Ansatzpunkte, um direkt vielversprechende Bandkombinationen zu untersuchen.

Einige der gebräuchlichsten Kombinationen sind NIR-1/Green/Red (7/3/5 in WorldView-2-Daten)[50], NIR-1/Red/Green (7/5/3)[51] und Blue/NIR-1/NIR-2 (2/7/8).[52] Da Pflanzen Nahinfrarot sowie grünes Licht reflektieren und rotes Licht absorbieren,[53] sind besonders die ersten beiden Kombinationen dazu geeignet, Unterschiede im Bewuchs aufzuzeigen. Das Band Red Edge, welches durch WorldView-2 erstmals mit beinah weltweiter Abdeckung in hoher Auflösung zur Verfügung steht, ist für Vegetationsanalysen besonders hilfreich, da es auf der Grenze zwischen dem absorbierten roten Licht und dem reflektierten Nahinfrarot liegt.[54] Es scheint jedoch als Einzelband über keine überlegenen Charakteristiken hinsichtlich der Erkennung von archäologischen Hügelstrukturen zu verfügen (s.

[48] DigitalGlobe 2015a
[49] Gisgeography 2015
[50] Earth Observatory 2015a
[51] CRISP 2001
[52] Earth Observatory 2015a
[53] CRISP 2001
[54] DigitalGlobe 2010, 10-11

Tab. 3.5). In Abbildung 3.11 wird neben dem Red-Edge-Band auch eine multispektrale Kombination von Red/Green/Blue (5/3/2) gezeigt, welche selbst ohne Pansharpening auch kleine Hügelstrukturen deutlich hervortreten lässt. Diese Kombination steht erstaunlicherweise anderen sophistizierteren Rekombinationen kaum nach. Die restlichen Falschfarben-Kompositbilder in Tabelle 3.5 sind alle durch sogenanntes Pansharpening erzeugt. Pansharpening bezeichnet die Fusion eines panchromatischen Rasters mit hoher geometrischer Auflösung mit einem multispektralen Raster mit hoher spektraler Auflösung.[55] Das Resultat verfügt über die Vorteile beider Ausgangsraster, das heisst über eine hohe räumliche Auflösung und eine „Erhaltung der multispektralen Charakteristiken.“[56] Es existiert eine Vielzahl von Pansharpening-Algorithmen, allerdings ist ArcGIS nicht spezifisch auf diese Aufgabe ausgerichtet.[57]

Die vorgängig erwähnte Standardkombination NIR-1/Green/Red zeigt gute Ergebnisse (s. Tab. 3.5 und Abb. 3.12) und ist gleich geeignet wie die NIR-1/NIR-2/Green Kombination (s. Tab. 3.5 und Abb. 3.13). Am besten schneidet die Kombination Blue/NIR-1/NIR-2 ab, bei der die grösste Anzahl von Strukturen mit einem Durchmesser von weniger als 20 m kartiert werden konnte (s. Abb. 3.13). Auch die Rekombination von Bändern hat kaum einen Einfluss auf die Kartierung von Monumenten mit einem Durchmesser von mehr als 20 m.

Eine weitere Möglichkeit, Bewuchsmerkmale zu analysieren, besteht in der Verschneidung verschiedener Bänder. Ein normalisierter differenzierter Vegetationsindex (normalized differenced vegetation index oder NDVI) kann aus den Kanälen Red und NIR-1 folgendermassen berechnet werden:[58]

$$\mathrm{NDVI} = \frac{\mathrm{NIR} - \mathrm{Red}}{\mathrm{NIR} + \mathrm{Red}}$$

Das Resultat dieser Berechnung zeigt die unterste Zeile von Abbildung 3.13. Die Hügel treten im NDVI in starkem Kontrast zu ihrer Umgebung hervor. Selbst kleinere Strukturen sind in tiefem Rot einfach zu erkennen. Allerdings treten viele Artefakte auf, welche potenziell zu falschen Kartierungen führen können und es zudem verunmöglichen, die kleinsten erkennbaren Monumente eindeutig zu identifizieren (s. Tab. 3.5).

[55] Hanrieder 2011, 2
[56] Hanrieder 2011, 9
[57] Andere Programme, wie beispielsweise ERDAS Imagine, sind für diese Aufgabe geschaffen und führen potenziell zu besseren Resultaten.
[58] Earth Observatory 2015b

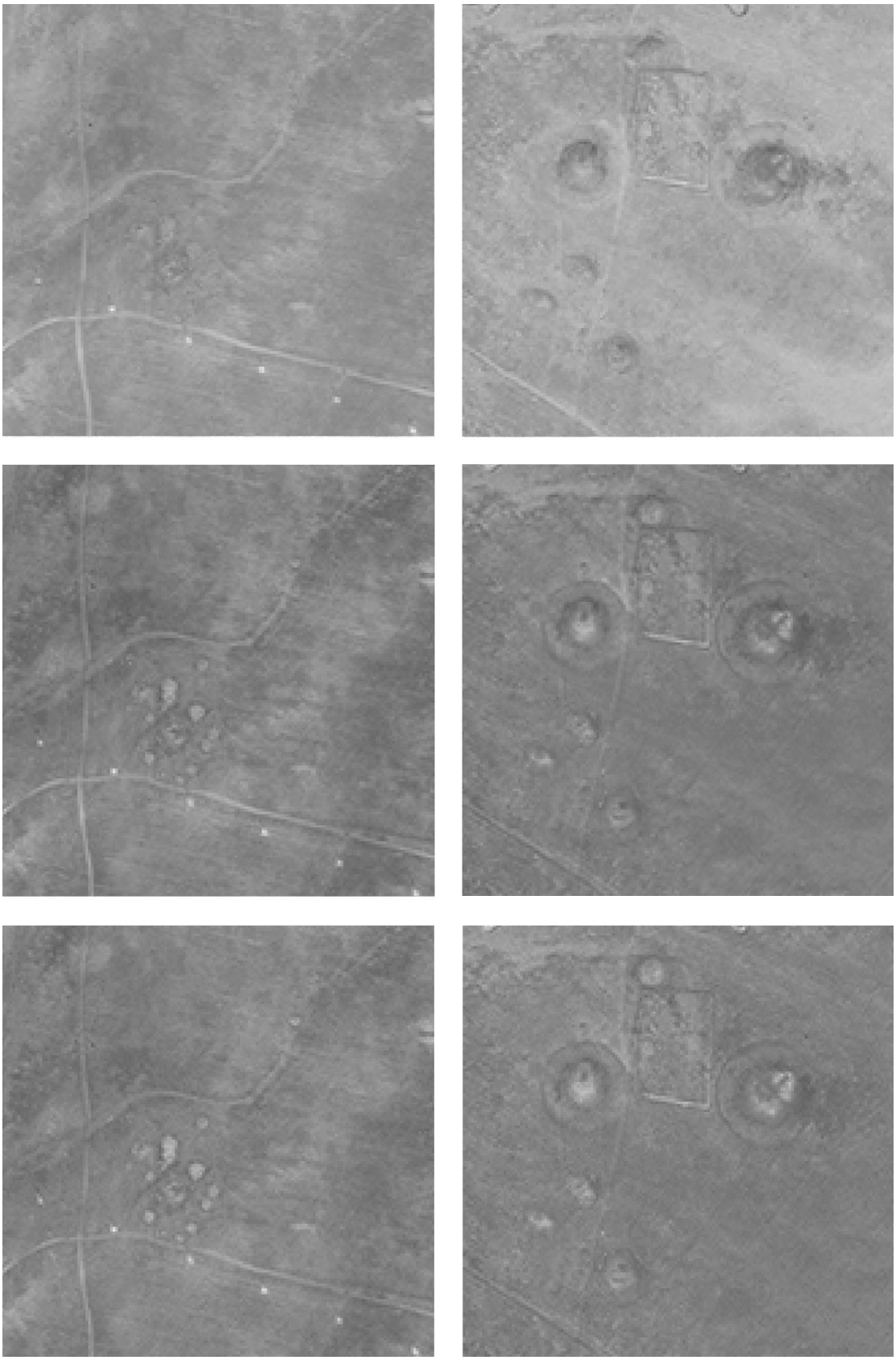

Abbildung 3.11: Sichtbarkeit von Grabhügeln in Falschfarben-Kompositbildern (v.o.n.u.): Einzelkanal Red Edge; Red/Green/Blue; pansharpened Coastal/Blue/Green

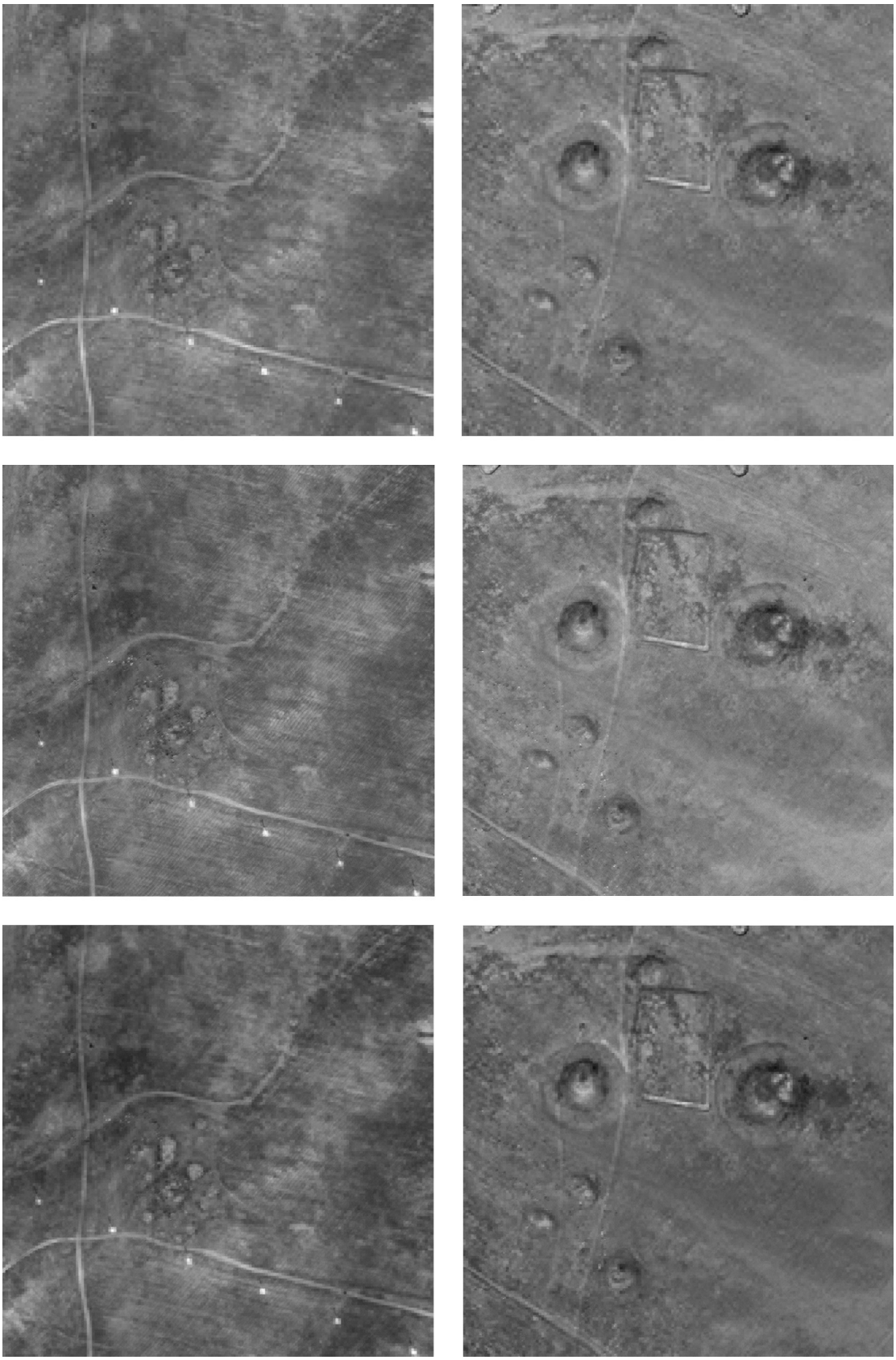

Abbildung 3.12: Sichtbarkeit von Grabhügeln in Falschfarben-Kompositbildern (v.o.n.u.): pansharpened NIR-1/Red/Green; pansharpened NIR-1/Green/Red; pansharpened Green/Yellow/NIR-2

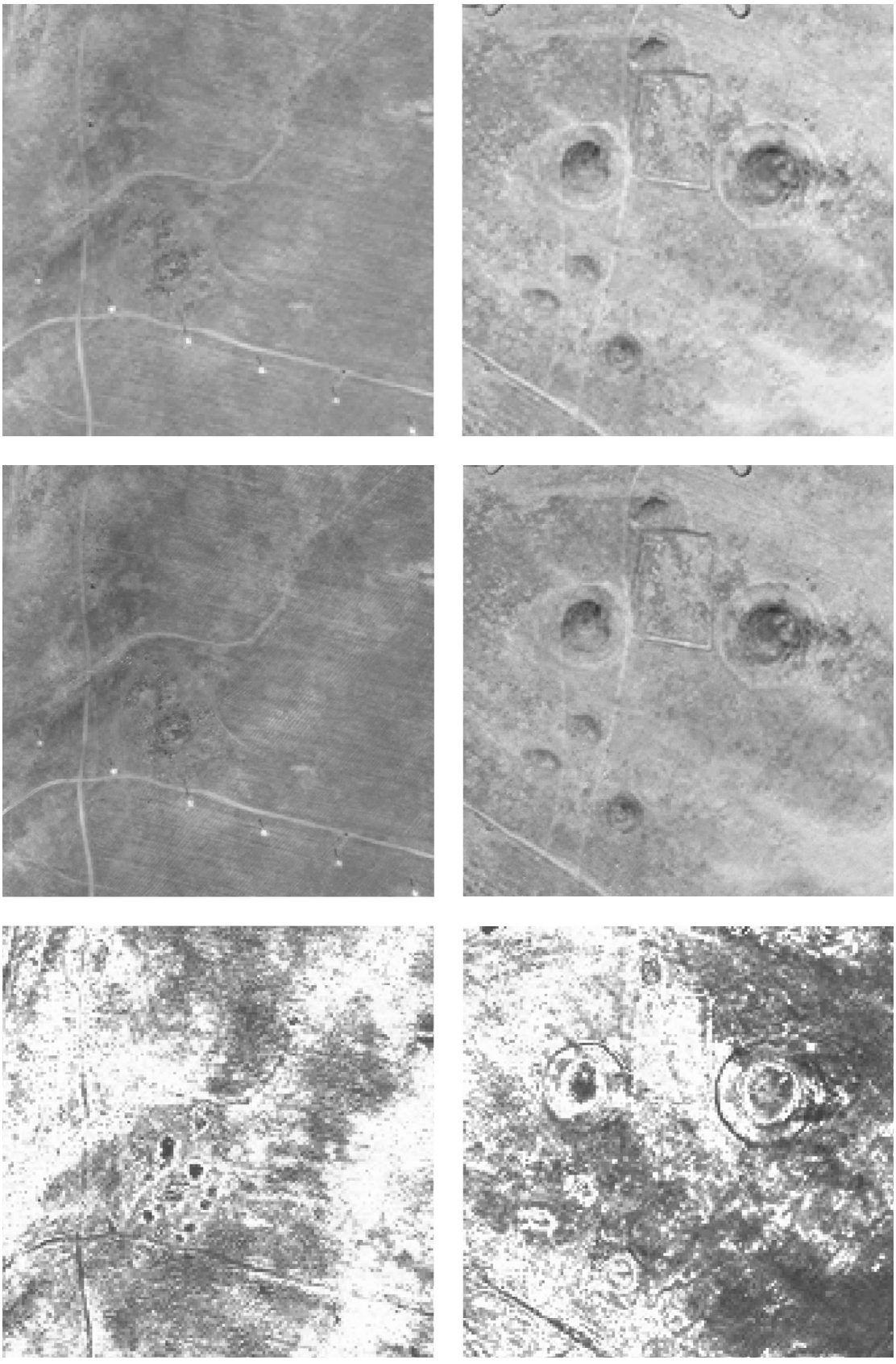

Abbildung 3.13: Sichtbarkeit von Grabhügeln in Falschfarben-Kompositbildern (v.o.n.u.): NIR-1/NIR-2/Green; Blue/NIR-1/NIR-2; NDVI

Band/Kombination	> 20	< 20	Total
Red Edge	7	4	11
Red/Green/Blue	7	13	20
pansharpened Coastal/Blue/Green	7	12	19
pansharpened NIR-1/Red/Green	7	11	18
pansharpened NIR-1/Green/Red	7	13	20
pansharpened Green/Yellow/NIR-2	7	13	20
pansharpened NIR-1/NIR-2/Green	7	13	20
pansharpened Blue/NIR-1/NIR-2	7	14	21
NDVI	7	7	14

TABELLE 3.5: Resultate der Auswertung von Kanälen und Bandkombinationen von WorldView-2-Daten

Summa summarum zeigt sich, dass das Strecken von Histogrammen der Rasterdaten und das Arbeiten mit Falschfarben-Kompositbildern keinen Einfluss auf die Anzahl kartierter Monumente mit einem Durchmesser von mehr als 20 m hat. Die Erhöhung des Kontrastes und die Rekombination verschiedener multispektraler Bänder weist bei der Erkennung kleiner Hügelstrukturen jedoch teilweise deutliche Vorteile auf. Die besten Resultate wurden überraschend mit den RGB-Renderings aus QuickBird-Daten von Google Maps erreicht. Da diese Daten frei verfügbar sind und sich über opensource Applikationen in professionelle GIS-Software einbinden lassen, sollte dies den ersten Schritt darstellen, bevor zusätzliche Daten akquiriert werden. Leider ist die Abdeckung nicht in allen Regionen der Welt so gut wie im definierten Untersuchungsgebiet des chinesischen Altaigebirges. Wenige Kilometer nördlich der Hochebene nimmt die Klarheit und Auflösung der Daten, welche aus Google Maps extrahiert werden können, ab, bis hin zu einem Mass, in dem sie als Basis für die Detektion von Hügelstrukturen völlig unbrauchbar werden. Als Alternative bieten sich momentan WorldView-2-Daten, welche es durch ihre spektrale Diversität erlauben, in unterschiedlichsten klimatischen Zonen Vegetationsmerkmale hervorragend herauszuarbeiten. Es empfiehlt sich die Kombinationen Red/-Green/Blue, pansharpened NIR-1/Green/Red, pansharpened Green/Yellow/NIR-2, pansharpened NIR-1/NIR-2/Green sowie pansharpened Blue/NIR-1/NIR-2 zur Erhöhung der Sichtbarkeit archäologischer Strukturen zu verwenden.

Kategorie	Anzahl
„Skythisch“	98
„Sakisch“	31
Unbestimmt	412
Total	**541**

TABELLE 3.6: Resultate der visuellen Interpretation von IKONOS-2-, Quickbird- und WorldView-2-Daten

3.5.2 Hügelstrukturen

Der Fernerkundungssurvey basierend auf IKONOS-2-, Quickbird- und WorldView-2-Daten führte zu der Katierung von 541 potenziellen Grabhügeln. Von dieser Gesamtzahl können 129 mit einer groben Datierungshypothese versehen werden, d.h. sie wurden entweder der „skythischen“ oder der „sakischen“ Periode zugewiesen. 412 Kreisstrukturen wurden dagegen nicht mit einer Grobdatierung versehen, da entweder ihr Kontext keinerlei Anhaltspunkte dafür zur Verfügung stellte, oder jedoch unsicher war, ob es sich bei der kartierten Struktur überhaupt um einen Grabhügel handelte. 98 (18%) wurden aufgrund ihrer Morphologie der „skythischen“ Periode zugewiesen, bei 31 (6%) Kreisstrukturen war klar ein äusserer Ringgraben sichtbar und sie wurden somit der „sakischen“ Periode zugewiesen. Der grösste Teil d.h. 412 (76%) wurden aus obengenannten Gründen nicht datiert (s. Tab. 3.6).

Über die Kartierung der Anomalien als Kreise lässt sich nun für jede der Strukturen der Durchmesser ableiten. Als „skythisch“ interpretierte Strukturen weisen einen durchschnittlichen Durchmesser von 22.11 m (Median 18.70 m) auf. Als „sakisch“ interpretierte Strukturen haben einen deutlich höheren durchschnittlichen Durchmesser von 47.45 m (Median 47.57 m). Undatierte Kreisstrukturen haben mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 14.52 m (Median 12.38 m) deutlich tiefere Werte, was damit zusammenhängt, dass kleinere Anomalien durchaus als Grabhügel identifiziert werden können, jedoch praktisch nie in einen Kontext gesetzt werden können, in denen man ihnen gerechtfertigtermassen eine Grobdatierung zuweisen könnte. Diese Durchschnittswerte sind wenig geeignet, um verlässliche Aussagen über morphologische Kategorien von Monumenten zu machen, da sowohl der Detektionsprozess wie auch die Zuweisung von Datierungen stark fehlerbehaftet sind. Maximal könnten die Daten zur Identifizierung grober Trends ausreichen (d.h. in diesem Falle: „Sakische“ Monumente scheinen tendenziell über einen grösseren Durchmesser als „skythische“ Monumente zu verfügen).

3.5.3 Architektur

Die architektonischen Strukturen des Untersuchungsgebietes lassen sich grob in drei Kategorien einteilen:

1. Ruinen von Wohnarchitektur, einräumige wie mehrräumige Grundrisse
2. Einfriedungen respektive Einhegungen im Zusammenhang mit der Viehhaltung
3. Brunnen, Kanäle und Becken zur Nutzung der Wasserresourcen

Insgesamt wurden 278 Ruinenfelder von teils beachtlicher Ausdehnung kartiert. Die durchschnittlich Fläche beträgt 9760 m^2. Diese Ruinenfelder sind willkürlich definiert und nicht in diesem Sinne archäologische Einheiten. Da durch Fernerkundung keinerlei Möglichkeit zu einer auch nur annähernden Datierung besteht, beschränkt sich die Auswertung bezüglich der Architektur auf eine kurze Beschreibung der Formenvielfalt und auf eine grobe Kategorisierung.

Abbildung 3.14 zeigt vier Beispiele von Einfriedungen, welche möglicherweise zum Schutz des Viehs dienten. Es können diverse Stufen der Komplexität unterschieden werden, welche von einfachen Ummauerungen über mehrfach Untergliederung hin zu komplexen grossräumigen Strukturen mit möglicherweise angrenzenden Wohngebäuden und Ställen reichen. Es ist allerdings unmöglich, diese Einfriedungen durch reine Fernerkundung, respektive ohne Ausgrabungen zu datieren.[59] Während der Feldkampagne im Sommer 2015 konnten einige Hinweise gefunden werden, die darauf hindeuten, dass die meisten dieser Strukturen jüngeren Datums sind (s. Kapitel 4).

Ähnliches gilt für die Wohnarchitektur; sie ist ohne invasive Untersuchungen praktisch undatierbar. Abbildung 3.15 zeigt auch hier unterschiedliche Niveaus der Komplexität von Raumanordnungen, -anzahl und -abfolgen. Die Möglichkeiten reichen von bescheidenen einräumigen Bauten bis hin zu elaborierten Gehöften, welche bei sorgfältiger Ausgrabung und Datierung wahrscheinlich Schlüsse auf die jeweilige Raumnutzung zuliessen. Allein durch reine Fernerkundung und ohne Datierungshypothese bleibt die Analyse auf der Ebene der Typologie, ohne konkrete

[59] Eine Auswahl der Einfriedungen wurden Dr. U. Brosseder von der Universität Bonn vorgelegt, die aber leider auch keine weiteren Hinweise liefern konnte (E-mail an den Autor vom 14.02.2015)

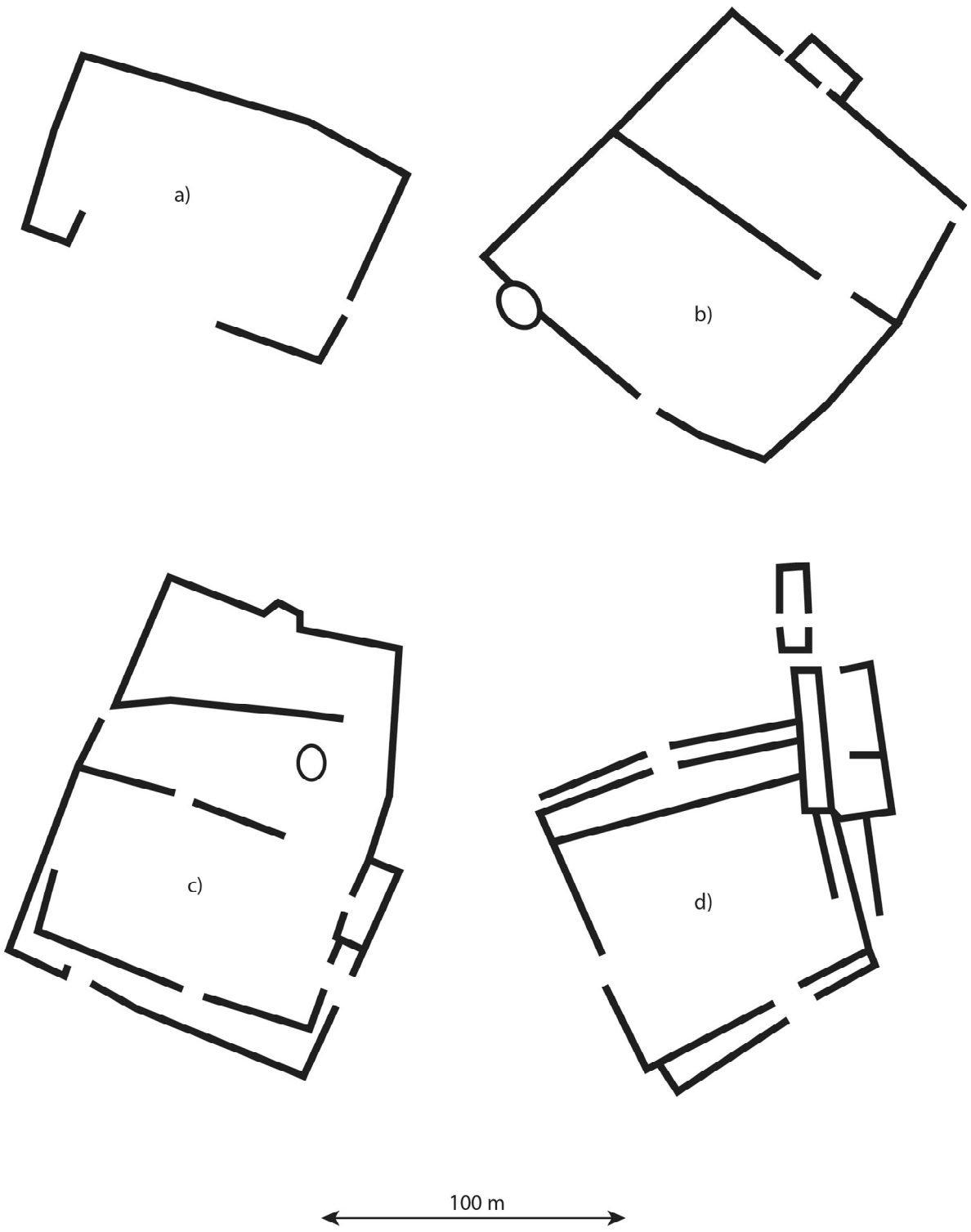

Abbildung 3.14: Typologie grossräumiger Einfriedungen: a) einräumig b) zweiräumig mit Anbauten c) und d) mehrräumig-komplex mit Anbauten und möglicherweise angrenzender Wohnarchitektur

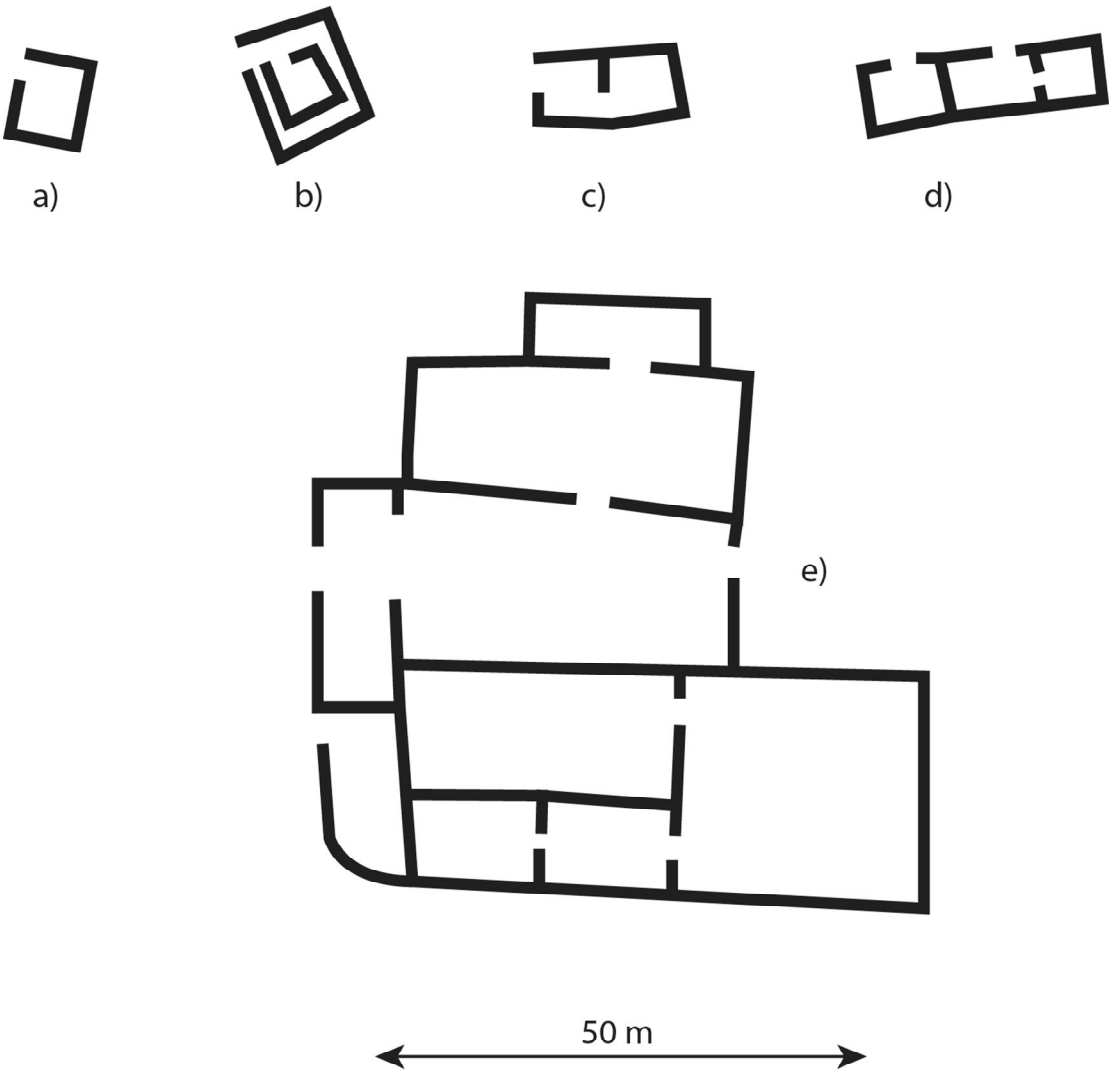

Abbildung 3.15: Typologie der Wohnarchitektur: a) einräumig b) einräumig verschachtelt c) zweiräumig d) dreiräumig e) mehrräumig-komplex

Ergebnisse liefern zu können, welche unser Verständnis dieser Kulturlandschaft erweitern.

Die Architektur zur Wassernutzung beschränkt sich im Wesentlichen auf Zuleitungen zu Gebäuden zwecks Wasserversorgung sowie Kanälen zur Umleitung von Wasser respektive zur Entwässerung von sumpfigem Gebiet. Die Strukturen sind wahrscheinlich allesamt jüngeren Datums (20. Jahrhundert), da sie unmittelbar mit der landwirtschaftlichen Nutzung der Hochebene verbunden sind. Brunnen, Fassungen und Becken finden sich insbesondere in den höheren Lagen, in Seitentälern und entlang von Gebirgsbächen. Es scheint offensichtlich, dass solche Einrichtungen auch in antiker Zeit existierten (beispielsweise als Tränken für Vieh),

jedoch ist auch hier eine Datierung unmöglich und der Wissensgewinn ohne Untersuchungen vor Ort marginal.

3.5.4 Lokalisierung der Grabhügel

Zu wissen in, welchen Teilen einer Landschaft potenziell Grabhügel aufzufinden sind, beeinflusst die Planung und Durchführung des intensiven Surveys. Was sich während der visuellen Interpretation der Satellitenbilder bereits herauskristallisierte, wird durch die genauere Betrachtung der Datenpunkte bestätigt: Hügelstrukturen finden sich beinahe ausschliesslich in Gebieten mit geringer Hangneigung (s. Abb. 3.16). 89.83% der kartieren Hügelstrukturen liegen in Gebieten mit einer Hangneigung von unter 10°. Die durchschnittliche Hangneigung liegt bei 5.38° der Median bei 4.63° . Die Ausreisser nach oben sind auf zwei verschiedene Fehlerquellen zurückzuführen: Erstens kann es sein, dass die Auflösung des Höhenmodells schmale Terrassen im Gelände ignoriert, welche sich zur Errichtung von Grabhügeln eignen und de facto kaum Steigung aufweisen. Gerade wenn mit einem relativ groben Höhenmodell (beispielsweise SRTM-C-Daten) gearbeitet wird, werden Feinheiten der Topographie unterschlagen. Mit dem hochauflösenden TanDEM-X basierten Höhenmodell ist die Ableitung des Hangneigungswinkels zwar wesentlich akkurater, aber ebenfalls nicht in jedem Fall korrekt. Zweitens ist die visuelle Interpretation der Satellitenbilder bei weitem nicht fehlerlos. Bei genauerem Hinsehen konnten einige der in Gelände mit Hangneigung von über 10° liegenden Punkte als Fehldetektionen identifiziert werden. Insbesondere kreisförmige Aufschlüsse des Grundgesteins können eisenzeitlichen Grabhügeln sehr ähnlich sehen.

Grundsätzlich ist auch nach einer intuitiven Logik davon auszugehen, dass für die Konstruktion von Grabhügeln flaches Gelände bevorzugt wurde.[60] In steilem Gelände würden die relativ losen Aufschüttungen schnell erodieren, was nicht das Ziel der Erbauer gewesen sein kann. Zusätzlich tritt in ebenem Gelände ein weiterer Faktor hinzu, der den Bau von Gräbern erleichtert: Der Boden wurde zumeist durch Akkumulation von Schwemmmaterial nivelliert und damit steht an solchen Stellen eine genügend mächtige Schicht von Erde zur Verfügung, die den Aushub von Grabkammern ermöglicht.

[60] Blättermann u. a. 2012, 50: Untersuchungen im Siebenstromland zeigen ähnliche topographische Präferenzen für sakische Grosskurgane, welche bevorzugt in Flussebenen erbaut wurden.

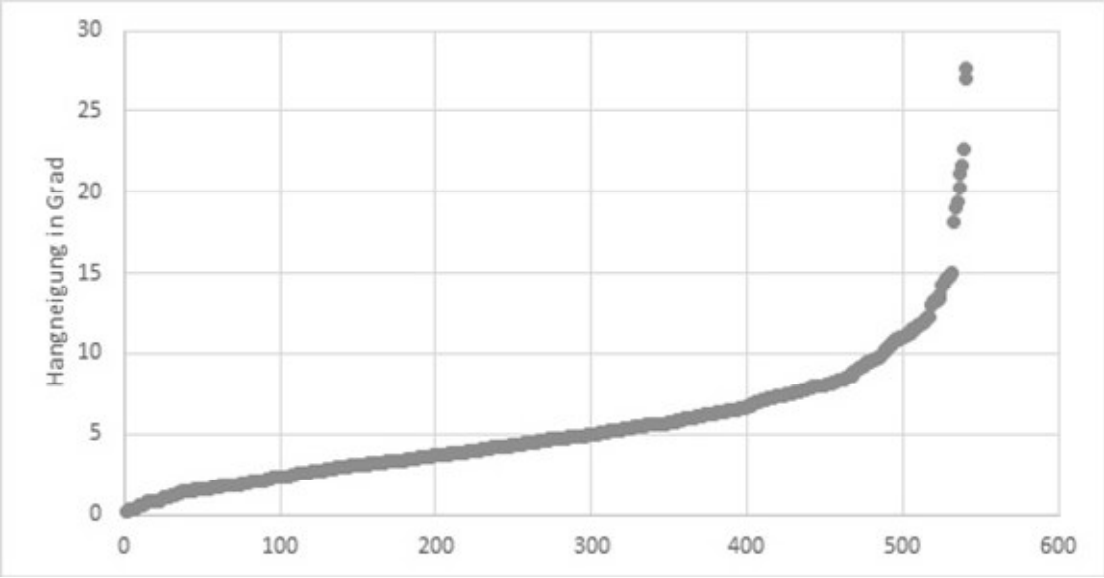

Abbildung 3.16: Scatterplot der Hangneigungswinkel

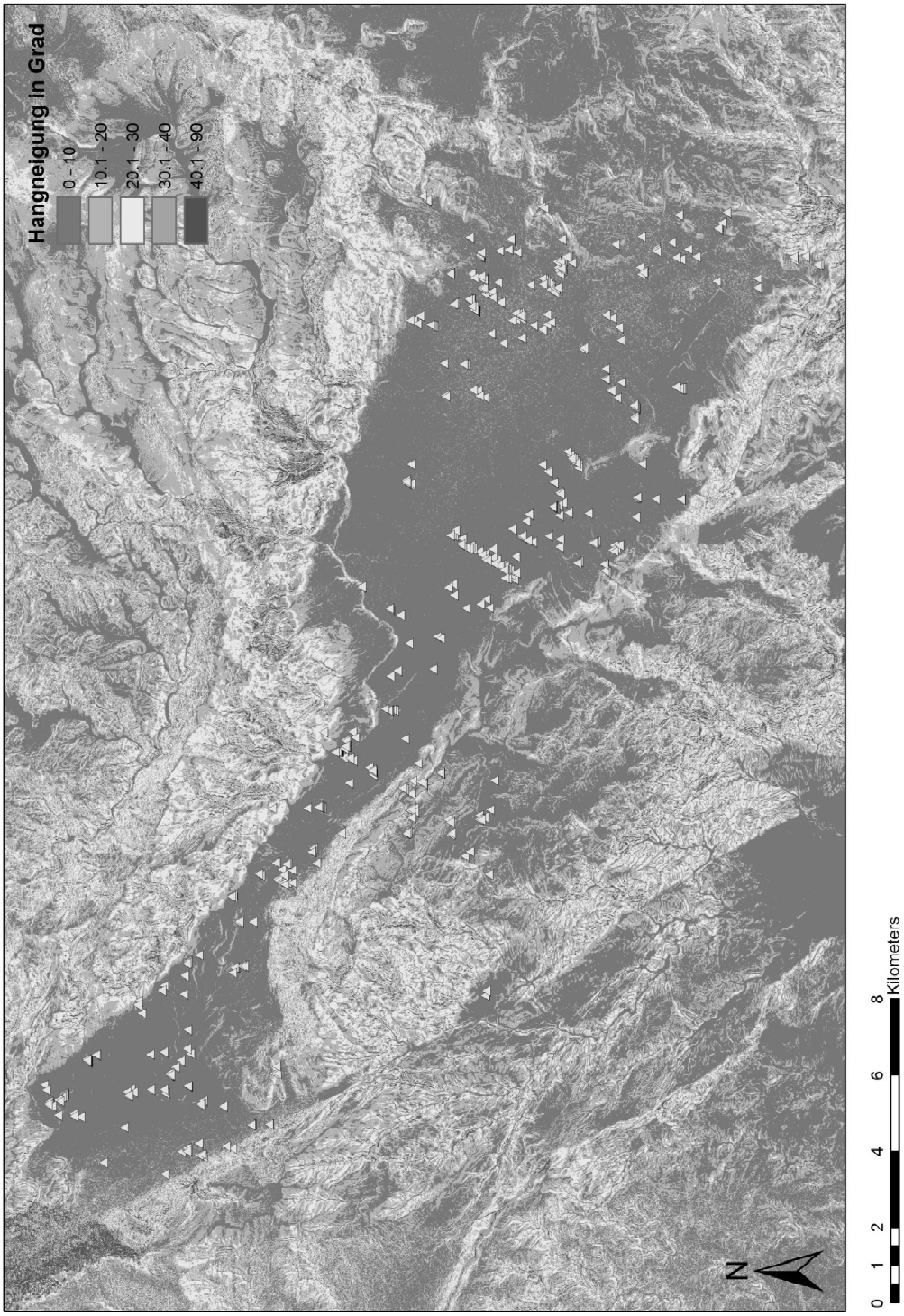

Abbildung 3.17: Korrelation der räumlichen Verteilung potenzieller Grabhügel mit der Neigung des Geländes (basierend auf TanDEM-X Höhenmodell)

3.6 Resultate der automatisierten Datenauswertung

Die automatisierte Auswertung wurde mittels des in Kapitel 2 vorgestellten, objektklassenspezifischen Hough Forest Algorithmus' auf panchromatischen IKONOS-2-Daten durchgeführt. Wie anfangs beschrieben, ist die Gebietsfläche nicht gross genug, um sinnvolle Zeiteinsparungen bei der Analyse zu erzielen, denn der automatisierte Ansatz eignet sich in erster Linie für den Überblick über weiträumige Untersuchungsgebiete von mehreren tausend Quadratkilometern. Trotzdem zeigt die Anwendung des trainierten Algorithmus erneut gute Näherungswerte bezüglich der Identifikation archäologischer Hotspots der Region. Zwar eignet sich die automatische Detektion von Gräbern nicht für eine detaillierte Analyse eines Untersuchungsgebiets, aber es kann damit ein Überblick über die dichtesten Cluster der Hochebene gewonnen werden.

Die automatische Detektion gestaltet sich allerdings aus mehreren Gründen als schwierig. Hauptproblem ist die Zusammensetzung der Konstruktionsmaterialien für die grössten Hügel der Region, denn diese bestehen mehrheitlich aus einer Mischung von Flusskieseln und Erde (s. Kapitel 4), weshalb sie oftmals überwachsen sind. Dieser Umstand resultiert in einem wesentlich schwächeren Kontrast zur umliegenden Graslandschaft als dies bei Grabhügeln, welche einheitlich aus Steinen aufgebaut sind, der Fall ist. Die oftmals nur subjektiv zu definierende Abgrenzung der Objekte vom Hintergrund trägt zur Verschlechterung des Resultates bei. Zusätzlich liegen die Grabhügel im Untersuchungsgebiet grösstenteils in ursprünglich landwirtschaftlich genutzten Flächen und sind deshalb teilweise stark beschädigt, manchmal gar vollständig zerpflügt.

Ein Beispiel für die automatisierte Auswertung der Satellitenbilder mittels Algorithmus findet sich in Abbildung 3.18. Dies ist der zentrale und vermutlich wichtigste Cluster der Landschaftskammer mit „sakischen" Monumenten. Eine weitere auffällige Konzentration von Detektionen, welche sich mit der optischen Interpretation der Satellitenbilder deckt, findet sich im Nordwesten des Untersuchungsgebietes: Dieser Cluster entspricht der dichtesten Akkumulation von archäologischen Monumenten in der Region und wurde somit ebenfalls korrekt als Hotspot identifiziert. Insgesamt wurden durch den Algorithmus 106 Hügelstrukturen mit klarer Bestätigung durch die visuelle Interpretation detektiert (s. Tab. 3.7). Die 132

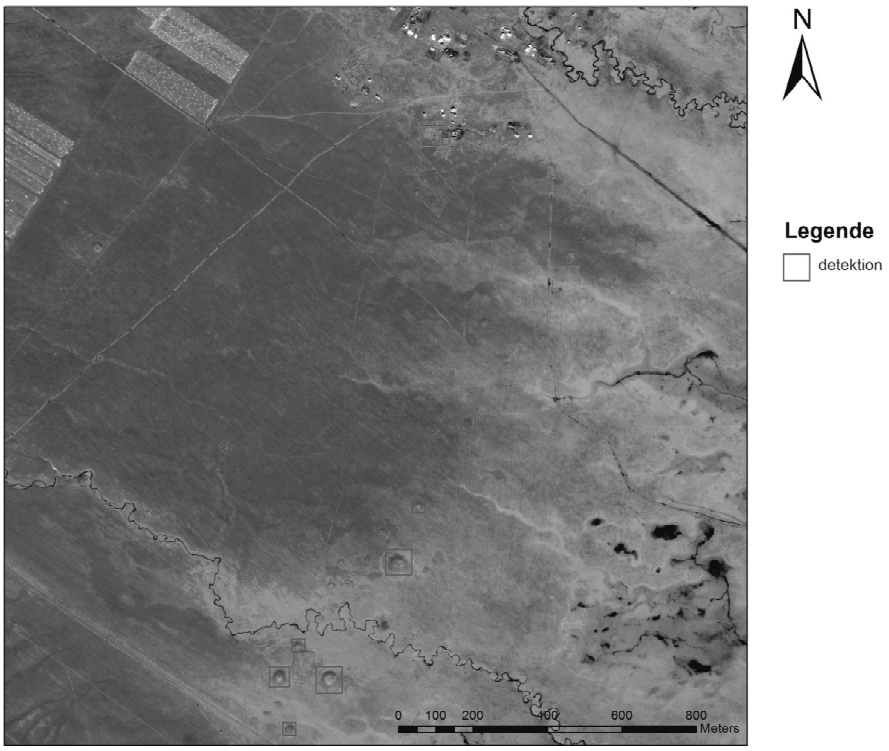

Abbildung 3.18: Automatische Auswertung der IKONOS-2-Daten

Kategorie	Anzahl
richtig-positiv	106
falsch-positiv	132

Tabelle 3.7: Resultate der automatischen Auswertung

falsch-positiven Detektionen sind unregelmässig gestreut und bilden keine offensichtlichen Cluster. Somit treten die beiden wichtigsten Sites des Untersuchungsgebietes relativ klar als Punktkonzentrationen hervor. Der Algorithmus würde also im Falle eines überregionalen Surveys gute Anhaltspunkte für die Kartierung von Zonen mit einer hohen Dichte archäologischer Strukturen bieten.

3.7 Implikationen für die Feldarbeit

Die Anwendung von Fernerkundungsmethoden in dieser Landschaft mit einer hohen Dichte archäologischer Denkmäler hat gezeigt, dass eine starke Korrelation zwischen der Steigung des Geländes und der Anzahl archäologischer Stätten besteht. In Gebieten mit über 10° Hangneigung finden sich praktisch keine Sites mehr. Ca. 90% der kartierten Grabhügel liegen in relativ ebenem Gelände. Zudem liegen viele der Hügel, welchen ein höherer Hangneigungswinkel zugewiesen werden, trotzdem auf schmalen Terrassen, welche wegen der Auflösung des Höhenmodells bei der Auswertung ignoriert werden. Es ist keine leichte Aufgabe, einen Überblick über die schroffe und mit Felsen durchzogene Landschaft, welche hie und da schmale Talgründe und kleinräumige, hochgelegene Ebenen aufweist, zu gewinnen. Zu wissen, dass archäologische Monumente mehrheitlich in diesen Räumen zu finden sind, erleichtert die Suche erheblich. Bereits über ein Höhenmodell mit grober Auflösung (beispielsweise SRTM-C-Daten) können daher, durch die Ableitung der Hangneigungswinkel, grosse Teile der Landschaft als potenzielle Untersuchungsgebiete ausgeschlossen werden. Zusätzlich hat die Korrelation von Hangneigung und Dichte archäologischer Monumente Implikationen für die Planung von Feldprojekten. Die Definition des Untersuchungsgebietes kann vorgängig relativ genau erfolgen. Welche Zonen mittels intensivem Survey abgedeckt werden müssen und wie viele Personen für das Begehen der Flächen ungefähr benötigt werden, kann somit früh in der Planungsphase des Projektes berechnet werden; dies hilft enorm beim Management der notorisch knappen Zeit im Feld und führt zu einer effizienteren Durchführung des Surveys. Da intensive Surveys zu Fuss durchgeführt werden, ist die physische Anstrengung von acht bis zehn Stunden Gehen pro Tag nicht zu unterschätzen. Selbst in flachem Terrain, beispielsweise in einer Flussebene, kann ein Arbeitstag sehr anstrengend sein. Gebirgiges Terrain erfordert klar mehr körperliche Leistung und stellt Anforderungen an die körperliche Verfassung der Feldforscher. Die obigen Analysen zeigen, dass die Abdeckung von steilem Gelände während eines Surveys nur wenig Ergebnisse bringen wird und man sich in der Kulturlandschaft des Altaigebirges vorerst primär auf Talgründe und Ebenen fokussieren sollte. Dies hilft, auch mit weniger körperlicher Anstrengung grössere Flächen zu untersuchen. Die gewichtigsten Vorteile der Fernerkundung in Bezug auf ein später folgendes Feldprojekt liegen jedoch weniger in messbaren Ergebnissen als vielmehr in der intensiven Beschäftigung mit

dem Untersuchungsgebiet begründet. Die Analyse von Höhenmodellen führt beinahe unmerklich zu einem guten Verständnis der lokalen Topographie, was die Orientierung im Gelände während der Feldarbeit wesentlich erleichtert. Selbst offene Landschaften wie beispielsweise eine Hochebene können, durch kleinere topographische Einheiten unterteilt, schnell unübersichtlich werden. Es ist äusserst hilfreich, eine intuitive Orientierung und ein Verständnis der Landschaft zu entwickeln, bevor man das Untersuchungsgebiet zum ersten Mal besucht, insbesondere weil dadurch die Phase der Erkundung der Landschaft beinahe vollständig wegfällt und direkt mit den Arbeiten begonnen werden kann.

3.8 Zwischenfazit

Die Fernerkundungsanwendungen für archäologische Fragestellungen entwickeln sich immer noch in hohem Tempo und es ist dies wohl das Teilgebiet unserer akademischen Disziplin, in dem am klarsten von methodologischer Innovation gesprochen werden kann. Getrieben wird diese Entwicklung von immer günstiger verfügbaren Geo-Daten in immer besserer Auflösung. Auch die Entwicklung benutzerfreundlicher GIS-Anwendungen trägt das ihre zu einer weiteren Verbreitung der Methodik bei. Für eine grundlegende Auswertung einer Kulturlandschaft in archäologischer Hinsicht sind keine Programmierkenntnisse mehr von Nöten. Eine Auswahl von Softwarepaketen bietet alle entsprechende Funktionen in Form von Tools und Skripten an, um die wesentlichen Analysen durchführen zu können. Der Hauptvorteil der Fernerkundung liegt in der intensiven Beschäftigung mit dem Untersuchungsgebiet begründet. Die Betrachtung einer Landschaftskammer in einem anderen Massstab und aus einer anderen Perspektive führt zu einer schnelleren Einarbeitung im Feld und zu einer besseren Erfassung der Kulturlandschaft als solche. Die in dieser Dissertation angewendeten Methoden sind in archäologischer Hinsicht immer noch relativ rudimentär. In den kommenden Jahren werden sich diese Anwendungen massiv weiterentwickeln und mit ihnen die Sicherheit, mit der archäologische Monumente detektiert werden, der Grad der Vollständigkeit, mit der eine der Kulturlandschaft erfasst werden kann, die Genauigkeit der Kartierung und die Verlässlichkeit von Modellvorhersagen. Es wäre zudem wünschenswert, Anstrengungen in Richtung Datierung archäologischer Strukturen basierend auf Fernerkundungsdaten zu unternehmen. Dies könnte uns, wenn auch auf vorläufigen Hypothesen beruhend, einen grossräumigen diachronen Überblick über antike Kulturlandschaften in Eurasien gewähren.

Kapitel 4

Intensiver Survey

In diesem Kapitel werden die angewandten Methoden des im Juli 2015 durchgeführten Feldprojektes beschrieben und hernach die Resultate und unmittelbaren Erkenntnisse aufgelistet und erörtert.[1] Zunächst soll aber ein kurzer Einblick in die Planungsphase des Projektes gewährt werden. Es ist nicht einfach in China archäologische Feldforschungen durchzuführen.[2] Vieles hängt von der Fähigkeit ab sich in heiklen Situationen korrekt zu verhalten, informelle Kontakte zu wichtigen Entscheidungsträgern zu knüpfen und schliesslich gehört auch immer eine gewisse Portion Glück dazu. In der Autonomen Region Xinjiang, wo teilweise instabile politische Zustände, ethnische Konflikte und sporadische Unruhen auf einen äusserst vorsichtigen Sicherheitsapparat treffen, wird die Situation nicht einfacher. In militarisierten Grenzgebieten wie dem Altaigebirge ist selbst der Erhalt einer Surveylizenz kein Garant dafür, dass auch vor Ort gearbeitet werden kann. Es ist somit nicht verwunderlich, dass momentan kaum internationale Forschungsteams in dieser Region arbeiten. Der Erhalt der Surveylizenz und die Durchführung von Feldforschungen im chinesischen Altai sind die primären Leistungen dieser Dissertation, auch wenn sie neben der umfangreichen Datenanalyse ein wenig zurücktreten. Es scheint dem Autor deshalb geboten, kurz auf die Hindernisse und Hürden für die Etablierung eines Feldprojektes in Xinjiang einzugehen.[3]

[1] Einige Daten dieses Kapitels wurden im Sinne eines *preliminary report* an der Columbia University eingereicht und auch der Stiftung ArchaeoCare und dem Explorer's Club zugänglich gemacht. Das Kapitel ist für die Dissertation jedoch wesentlich detailliert, verbessert und ergänzt worden.

[2] Die Regulationen für die Etablierung von archäologischen Forschungsprojekten mit internationaler Beteiligung finden sich in Anhang A dieser Dissertation.

[3] Einige Impressionen der während des Surveys durchgeführten Aktivitäten finden sich in Anhang C.

4.1 Hürden für die Etablierung eines Feldprojektes in Xinjiang

Die Gründe für die schwere Zugänglichkeit Xinjiangs für ausländische Forschende sind vielfältig. Die chinesische Sprache bildet die erste, relativ hohe Eintrittsschranke. Der Zeitaufwand beim Erlernen ist für westliche Archäologen ungleich höher als dies bei der Aneignung indo-europäischer Sprachen der Fall ist. Der Autor hat sich vor und während der Dissertationszeit lange Zeit intensiv dem Studium des Chinesischen gewidmet. Einen Grossteil dieser Zeit wurde in China selbst verbracht wo sich Fortschritte aufgrund des sprachlichen Umfeldes schneller einstellen als beim Versuch, die Sprache ausserhalb ihres autochtonen geographischen Kontexts zu erlernen. Um sich mit den praktisch durchgehend auf chinesisch publizierten Ausgrabungsberichten vertraut zu machen, wird ein relativ hohes Sprachniveau benötigt. Aber Lesefertigkeiten sind ein Problem, dem allenfalls noch durch die Beiziehung eines Übersetzers beigekommen werden kann. Obwohl nun häufiger auch englische Kurzzusammenfassungen von den Autoren bereitgestellt werden, reichen diese kaum aus, um detaillierte Analysen durchzuführen. Die Beschäftigung mit dem Thema scheint von diesem Standpunkt her also eine Aufgabe zu sein, die primär eher die Fähigkeiten eines Sinologen als jene eines Archäologen erfordern würde. Bedeutender als der Erwerb von Lesefertigkeiten ist die mündliche Beherrschung der Sprache, denn das Chinesische ist nicht nur bei der Aneignung von Quellen von Wichtigkeit, sondern ebenso bei der Kommunikation mit chinesischen Kollegen und Autoritäten. Trotz des Umstandes, dass in den letzten Jahren enorme Fortschritte bezüglich der englischen Sprachkenntnisse in China gemacht wurden, ist die Zahl der Personen (auch in akademischen Zirkeln), welche sich fliessend auf Englisch unterhalten können, noch relativ gering.[4] Wenn jedoch schon Alltagskonversationen auf Englisch herausfordernd sind, so ist es umso schwerer, jemanden zu finden, mit dem man sich über fachspezifische Themen in einer anderen Sprache als Chinesisch unterhalten kann. Es kommt unweigerlich zu Missverständnissen, welche die Konversation manchmal herausfordernd machen können. So sprach der Verfasser während einer Planungssitzung das Wort 冻土墓 (DòngTǔMù = Permafrostgrab) wie 东突墓 (DōngTūMù = Bestattungen von Anhängern der in China verbotenen, separatistischen Islamischen Ostturkestan

[4] Yang 2006, 1: „English is primarily learned in the classroom as a foreign language. This means that college graduates should have learned the most English, but some constraining factors have prevented the majority of them from obtaining an advanced level of proficiency.“

Partei) aus. Was in diesem Kreis von Personen noch mit nach oben gezogenen Augenbrauen und einer längeren Erklärung abgetan werden konnte, hätte unter anderen Umständen zu realen Problemen führen können. Während die Kommunikation mit Fachkollegen also zumeist auf einer gewissen wohlwollenden Basis funktioniert, sind Gespräche mit Beamten und Militärs von einer ganz anderen Natur.

Das komplexe Beziehungsnetz zwischen Peking, den lokalen Forschungsinstitutionen und Universitäten ist für den Aussenstehenden eigentlich nicht zu durchschauen. Vieles hängt von informellen Kontakten der chinesischen Projektpartner innerhalb des Systems ab. Was hilft, sind persönliche Beziehungen, die wiederum in erheblichem Masse auf Sprachfertigkeiten beruhen. Die Kontakte können hierbei nicht nur in der begrenzten akademischen Welt gesucht werden, sondern sollten idealerweise Parteikader und Militär als weitere Entscheidungsträger einschliessen, um einen reibungslosen Ablauf der Forschungsarbeiten zu garantieren. Im vorliegenden Fall wurden Kontakte mit der Chinesischen Akademie der Wissenschaften in Beijing genutzt, mit welchen die Bewerbung vorbereitet wurde. Anschliessend erfolgte eine Übermittlung an die Abteilung der Akademie der Wissenschaften in Xinjiang, die die Unterlagen begutachtete und sie an das Aussendepartement der Autonomen Uigurischen Region Xinjiang weiterleitete. Dieses Departement prüft die Bewerbung und genehmigt die Durchführung von Feldforschungen nach Absprache mit anderen Abteilungen oder - was wahrscheinlicher ist - lehnt dieses Anliegen ab. Das Resultat des beschriebenen Prozesses ist ein Formular mit dem Titel *Einladungsformular betreffs Zusammenarbeit mit den deutschen Experten zwecks Durchführung von Feldstudien in der Kanas-Region.* Es beschleunigt die Passkontrollen an den Strassensperren und erleichtert das Vorankommen in Richtung Untersuchungsgebiet, ist aber kein Garant dafür, auch Arbeiten durchführen zu können.

Nach nur zwei Tagen im Feld wurde das Team von Soldaten auf den nächsten Posten beordert. Jemand hatte die Ausländer gemeldet, welche sozusagen ungefragt im Grenzgebiet herumliefen. Trotzdem mit der Chinesischen Akademie der Wissenschaften ein starker Kooperationspartner gefunden worden war, stand das Projekt nach einigen Stunden auf dem Posten kurz vor dem Abbruch. Die Papiere der Surveylizenz (für deren Erhalt eineinhalb Jahre der Vorbereitung notwendig gewesen waren) waren korrekt ausgefüllt und gestempelt, aber der verantwortliche Offizier machte uns unmissverständlich klar, dass wir nicht arbeiten durften, bis

sein Vorgesetzter ihm die Rechtmässigkeit unser Anwesenheit bestätigt habe. Wir hätten ja die Stempel und Unterschriften auch fälschen können und daher seien unsere Papiere ohnehin wertlos. Nach einer der Befehlskette folgenden Odyssee, welche uns insgesamt zwei Arbeitstage kostete, wurde schliesslich von der Bezirksregierung die Echtheit unserer Papiere bestätigt und wir durften weiterarbeiten. Mit den richtigen Kontakten hätte diese heikle Situation, die beinahe das Ende der Kampagne bedeutet hätte, innerhalb von Minuten durch einen Anruf geregelt werden können.

Die letzte erschwerend hinzukommende Hürde ist die instabile politische Situation in der Autonomen Region Xinjiang, welche ein hohes Risiko für sporadische Eskalation zwischen Han-Chinesen und uigurischer Minderheit birgt und damit die Durchführung von Feldprojekten zu einem Vabanquespiel werden lassen kann. Insbesondere seit dem Shaoguan-Zwischenfall und den darauf folgenden Unruhen in Urumqi (乌鲁木齐) im Sommer 2009[5] wurden die Sicherheitsvorkehrungen massiv verschärft. In Urumqi selbst und auch in anderen Gegenden des südlichen Xinjiangs wie beispielsweise Hotan (和田) oder Kashgar (喀什) sind die ethnischen Spannungen förmlich spürbar. Urumqi ist seit dieser Zeit de facto eine getrennte Stadt.[6] Die Region nördlich des Tianshan wird in erster Linie von ethnischen Mongolen und Kasachen bewohnt und ist daher was direkte Konflikte angeht relativ unproblematisch. Allerdings führen alle Zugänge zum Altai und der Dschungarei durch Urumqi. Somit wird, wenn die Sicherheitsmassnahmen verstärkt werden, jeder, der nach Norden reist, beeinträchtigt: Konkret bedeutet dies, dass aufgrund häufiger reiseverzögernde Strassensperren, penibler Papier- und Passkontrollen sowie ausgiebiger Befragungen, für Reise zum Untersuchungsgebiet entsprechend viel Zeit eingeplant werden muss.

Vielleicht sind es jedoch gerade diese Herausforderungen, die zusammen mit der Überzeugung, dass ein besseres Verständnis dieser Region unser Bild eurasischer Kulturbeziehungen massgeblich zu beeinflussen vermag, eine starke Motivation bilden, diese weissen Flecken von der archäologischen Weltkarte zu tilgen.

[5] New York Times 2009
[6] Li u. a. 2013, 739-751

4.2 Surveymethodik

Der Felduntersuchungen waren von Anfang an als intensiver Survey geplant. Ziel war es, alle sichtbaren archäologischen Strukturen im durch die Fernerkundung definierten Untersuchungsgebiet mittels Global Positioning System (GPS) zu kartieren, jede Struktur mit einem Kurzbeschrieb und wenn möglich mit einer Datierungshypothese zu versehen. Das Resultat sollte eine mit dem für die Fernerkundung aufgebauten GIS verknüpfte Datenbank aus Fotos und Karten sein, welche eine gute Basis für künftige Feldforschungen in der Region bereitstellt. Wie häufig der Fall, so war es trotz der extensiven Planungsphase und der minutiösen Vorbereitung nicht möglich, die geplante Methodik eins zu eins umzusetzen. Es mussten in negativer wie in positiver Hinsicht Einschränkungen und Anpassungen vorgenommen werden, die die Surveymethodik massgeblich beeinflussten.

4.2.1 Anpassung der geplanten Methodik

Bereits bei der Ankunft auf der Hochebene wurde klar, dass die hervorragende Sichtbarkeit der zumeist aus Stein errichteten Monumente eine effizientere Kartierung eines grösseren Gebietes erlauben würde als ursprünglich geplant. Dieser Umstand beruht in erster Linie auf der dünnen Vegetationsdecke, welche Erhöhungen und insbesondere Objekte anderer Materialität deutlich hervortreten lässt.[7] Im Vergleich zur Dschungarei südlich des Untersuchungsgebietes liegen die Niederschlagsmengen wohl einiges höher, denn Wolken stauen sich oftmals am Zentralmassiv des Altai und regnen über der Ebene ab.[8] Aber die intensive Beweidung durch Pferde, Rindvieh, Schafe und Ziegen hält das Gras so kurz, dass es selten über 5 cm lang wird. Was ohne die Nutzung für die Viehzucht geschehen würde, konnte in einigen umzäunten Gebieten beobachtet werden, in welchen das Gras als Winterfutter wachsen gelassen wird. In diesen umzäunten Gebieten sind Begehungen selbst mit geringen Abständen zwischen den einzelnen Suchern sehr schwierig und archäologische Strukturen werden nur entdeckt, wenn man sozusagen darüber stolpert. Wo Beweidung stattfindet sind grössere Akkumulationen von Steinen schon aus der Ferne sichtbar. Abbildung 4.1 zeigt die beiden unterschiedlichen Vegetationsdecken nebeneinander.

[7] Bourgeois 2001, 373

[8] Im Winter fallen nach Angaben von Einheimischen oftmals mehr als 2 m Schnee, weshalb die Ebene heutzutage nur mehr als Sommerweide genutzt wird und die Winterdörfer ins Tal verlegt wurden.



Abbildung 4.1: Die Vegetationsdecke auf der Hochebene mit dem Einfluss steter Beweidung (links) und durch Umzäunung vor Tieren geschützt (rechts)

Ursprünglich war geplant, die Hochebene in parallelen Linien von 20 m Abstand zwischen den einzelnen Suchern zu begehen. Bei hohem Gras oder felsigem Grund würden die Abstände auf 5 m verringert werden. Es stellte sich jedoch heraus, dass aufgrund der hervorragenden Sichtbarkeit der Sites wesentlich grössere Abstände möglich sind, ohne Einbussen bei der Vollständigkeit der Aufnahme in Kauf nehmen zu müssen. In manchen Teilen der Ebene war es sogar möglich, Linien von 200 m Abstand langsam mit dem Geländewagen abzufahren ohne archäologische Strukturen zu verpassen. Steinstrukturen erscheinen als dunkle Flecken in der Ferne und können kaum übersehen werden. Kleine Wälle, Einfriedungen, Erdtumuli und andere überdeckte Strukturen sind schwerer zu erkennen, insbesondere wenn sie durch den Einfluss von Landwirtschaft beeinträchtigt sind. Der Einfallswinkel des Sonnenlichts hat einen zusätzlichen Einfluss auf die Sichtbarkeit archäologischer Strukturen. Grundsätzlich gilt: Je heller das Licht, je höher die Sonne steht desto schwieriger ist es, feine Unterschiede im Gelände auszumachen. Deshalb ist es sinnvoll, den Tagesablauf entsprechend anzupassen. Wir begannen den Tag in den frühen Morgenstunden, manchmal bereits um 04:00 Lokalzeit (06:00 Beijing-Zeit), legten danach während der heissesten Zeit des Tages eine lange Arbeitspause ein und nahmen die Arbeit wieder auf, bis die Sonne unterging. Flache Erdstrukturen sind bei Sonnenauf- und Sonnenuntergang am besten sichtbar, da bei dem spitzen Einfallswinkel des Lichts selbst wenige Zentimeter hohe Anomalien im Gelände einen deutlichen Schatten werfen.

4.2.2 Neubestimmung des Untersuchungsgebietes durch das Militär

Während der Feldkampagne wurden die Resultate der Fernerkundung als Grundlage für die Planung der Surveyfelder genutzt. Abbildung 4.2 zeigt eine Übersicht über die geplanten Surveyzonen. Leider mussten bezüglich der effektiven Surveyfläche erhebliche Einschränkungen vorgenommen werden. Die Grenzpolizei und militärische Einheiten waren sich bis zuletzt nicht sicher, wie genau die Surveyerlaubnis zu interpretieren wäre. Nach längerer Zeit auf Wachposten verschiedener Autoritäten und wechselnden Meinungen wurde schliesslich beschlossen, dass die Grenze zwischen den beiden Bezirken Habahe (哈巴河) und Bu'erjin (布尔津) die Grenze des neu definierten Untersuchungsgebietes sein solle. Da den lokalen Sicherheitskräften jedoch der genaue Verlauf der Bezirksgrenze nicht klar war, wurde eine Linie definiert, die wir während der Feldarbeiten nicht übertreten sollten. Die gerade Linie mit nordöstlicher Ausrichtung in Abbildung 4.2 definiert das effektive Untersuchungsgebiet, die Linie links davon entspricht der Grenze zwischen den beiden Bezirken.

Unglücklicherweise konnte durch diese Entscheidungen der Pass, welcher für die landschaftsarchäologische Analyse von nicht zu vernachlässigender Bedeutung ist, da es sich um eine wichtige Eigenheit dieser Landschaftskammer handelt, nicht begangen werden. Obwohl wir nach den anfänglichen Schwierigkeiten nicht weiter gestört wurden, schien es doch geraten, die neu gesetzten Grenzen zu respektieren und sich dem Bezirk Habahe nicht zu nähern. Es war sicherlich die bessere Entscheidung, die begonnenen Arbeiten im östlichen Teil der Hochebene fortzuführen, anstatt durch die Missachtung der arbiträren Vorschriften die vorzeitige Beendigung der Kampagne durch das Militär zu riskieren. So wurde das gesamte Gebiet östlich der festgelegten Grenze minutiös begangen. Die Surveyzonen in Abbildung 4.2 stellen lediglich Arbeitseinheiten dar und haben in dieser Hinsicht keine Bedeutung im Sinne einer archäologischen Interpretation. Wenigstens konnte durch Verhandlungen die Grenze soweit nach Westen verschoben werden, dass eine der wichtigsten Sites, welche bereits in der Fernerkundung hervortrat, ins Untersuchungsgebiet eingeschlossen werden konnte. Die Räume zwischen den Surveyzonen wurden ebenfalls begangen, es stellte sich dabei jedoch heraus, dass die Fernerkundung verlässliche Anhaltspunkte für archäologische Hotspots liefert. Ausserhalb der definierten Zonen wurden nur sehr wenige Sites gefunden, welche nicht eine Entsprechung in den Satellitendaten gezeigt hätten.

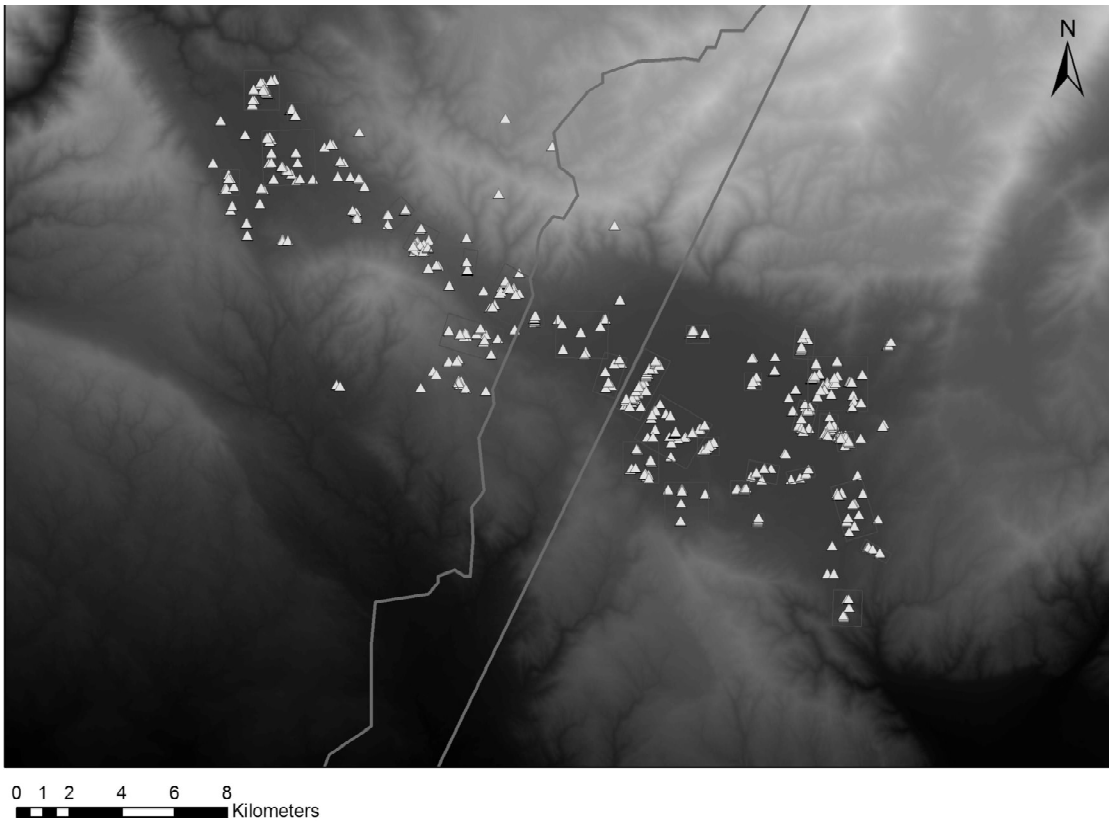

Abbildung 4.2: Surveyplanung und administrative Einschränkungen: Geplante Surveyzonen (rote Rechtecke); Bezirksgrenze zwischen Habahe und Bu'erjin (gezackte Linie); durch die militärische Administration neu definierte Grenze des Untersuchungsgebietes (gerade Linie)

4.2.3 Dokumentation der Sites

Beim Auffinden eines archäologischen Komplexes wurde zunächst eine grobe Skizze der Site angefertigt. Alle aufgezeichneten Strukturen wurden im folgenden Format nummeriert: HT-000-000. 'HT' bezeichnet die übergeordnete Lokalität des Untersuchungsgebietes (**H**ailiu**T**an), die erste dreistellige Nummer gibt die Sitenummer an, die zweite dreistellige Nummer steht für die Nummer der Struktur (HT001015 steht beispielsweise für das Untersuchungsgebiet Hailiutan, Site 001, Struktur 015). Danach wurde jede Struktur anhand ihrer morphologischen Erscheinung beschrieben. Da wir weit entfernt von einer einheitlichen archäologischen Terminologie im Altai sind, insbesondere da wissenschaftliche Literatur von Umschreibungen und Übersetzungen russischer, kasachischer und mongolischer Termini nur so wimmelt,[9] wurde versucht möglichst nah an deskriptiven Termini zu bleiben. Mit Ausnahme der Monumentkategorien Kurgan, Keregsur und Ogradka, welche gut etablierte archäologische Kategorien darstellen, wurden für die Arbeitsterminologie folgende Begriffe verwendet (die entsprechenden Definitionen der einzelnen Begriffe erfolgen jeweils am Anfang der Unterkapitel von Abschnitt 4.3):

- Kurgan „skythisch“(scythian kurgan)
- Keregsur (keregsur)
- Kurgan „sakisch“(saka kurgan)
- Ogradka (ogradka)
- Pseudoarchitektur (dwelling)
- Tumulus (mound)
- Ovaler Hügel (oval mound)
- Steinkreis (stone circle)
- Steinplattform (stone platform)
- Steinkiste (box)
- Steinkonzentration (stone concentration)

[9] Gheyle 2009, 168-169

- Stele (standing stone)
- Zone (zone)
- Vertiefung (depression)

Nach dieser groben morphologischen Klassifikation wurden Nord-Süd- und Ost-West-Ausdehnung der Struktur eingemessen. Für Tumuli, welche zu hoch oder zu gross waren, um direkt mit dem Massband vermessen zu werden, wurden GPS-Punkte gesetzt, um später im GIS den Durchmesser ableiten zu können. Bei Monumenten, welche nicht eine annähernd runde Form haben, wurde die Ausrichtung mittels Kompass eruiert. Für die Kategorie Keregsur wurde der Durchmesser der Ringstruktur und der zentralen Aufschüttung, sowie deren Höhe eingemessen.

Danach wurde jede Struktur mit einem Kurzbeschrieb versehen, welcher die Lokalisierung, den Erhaltungszustand und etwaige augenscheinliche Besonderheiten umfasst. Trotz der grundsätzlich guten Erhaltungszustände im Untersuchungsgebiet sind viele Strukturen durch landwirtschaftliche Aktivitäten teilweise zerstört. Manche Tumuli bilden offensichtlich eine guten Grund, um Telefon- oder Stromleitungsmasten darauf zu errichten. Wenige Monate vor der Kampagne hatte die Firma China Mobile ihr Glasfasernetz ausgebaut und für die Verlegung des Kabels einen tiefen Graben durch die Ebene gezogen, welcher auch vor archäologischen Stätten keinen Halt machte und quer durch eine Ansammlung eisenzeitlicher Kurgane führt. Andere Grabhügel sind vollständig beraubt und werden auch bei sorgfältiger Ausgrabung keine sinnvollen Resultate zeitigen. Es werden eindeutig Raubgrabungen auf der Hochebene durchgeführt, allerdings beschränken sich diese auf kleinere Strukturen, also insbesondere auf Gräber, welche innerhalb einer Nacht vollständig ergraben werden können (s. Abb. 4.3). Durch die starke Präsenz von Sicherheitskräften vor Ort sind zumindest die grösseren Grabhügel momentan vor Zugriffen geschützt.

Jede Struktur wurde schliesslich mit einem Garmin GPS MAP 64s mit eine Genauigkeit von 4 m eingemessen. Eine Genauigkeit von 4 m bezieht sich auf die 50% *circular error probable* (CEP). Dies bedeutet, dass 50% der konstant aufgezeichneten Messungen innerhalb eines Radius von 4 m liegen. 95% der Messungen liegen innerhalb eines Radius der doppelten Länge.[10] Die aufgezeichneten

[10] GPSreview 2014



Abbildung 4.3: Kürzlich beraubtes und wieder mit Steinen verfülltes Grab, vermutlich aus der hunno-sarmatischen Periode

Werte werden jeweils gemittelt und ergeben sodann die im GIS verwendete Position. Für alle Monumente wurde ein Punkt in deren Mitte eingemessen. Idealerweise hätten der Survey mit Basisstation und Rover eines *real time kinematic* (RTK) GPS durchgeführt werden können, um in Echtzeit sehr exakte Messungen durchführen zu können. Für landschaftsarchäologische Untersuchungen reicht die Genauigkeit eines herkömmlichen Garmin GPS-Geräts jedoch aus. Zusätzlich verfügt diese Lösung über den Vorteil, wesentlich unauffälliger zu sein.

Alle GPS-Messungen wurden von unseren chinesischen Partnern durchgeführt, da Ausländern in China jegliche Kartierungsaktivitäten verboten sind. Die rechtliche Basis für diese strikte Regulierung wird von der Nationalen Administration für Survey, Kartierung und Geoinformation (国家测绘地理信息局) etabliert. Insbesondere Artikel 15 und 16 des Gesetzes zur „Teilnahme ausländischer Organisationen und Individuen an Kartierungsaktivitäten auf chinesischem Territorium“ sichern die genaue Einhaltung der Regulationen, die Kontrolle der chinesischen Projektpartner und verbieten zudem den Transfer von solchermassen generierten Daten ins Ausland.[11] Diese Umstände stellen gewisse Herausforderungen dar, insbesondere was die Auswertung der Rohdaten angeht. Aber auch die fehlende Kontrolle über die erfolgten GPS-Messungen während der Kampagne kann zum

[11] SBSM 2015

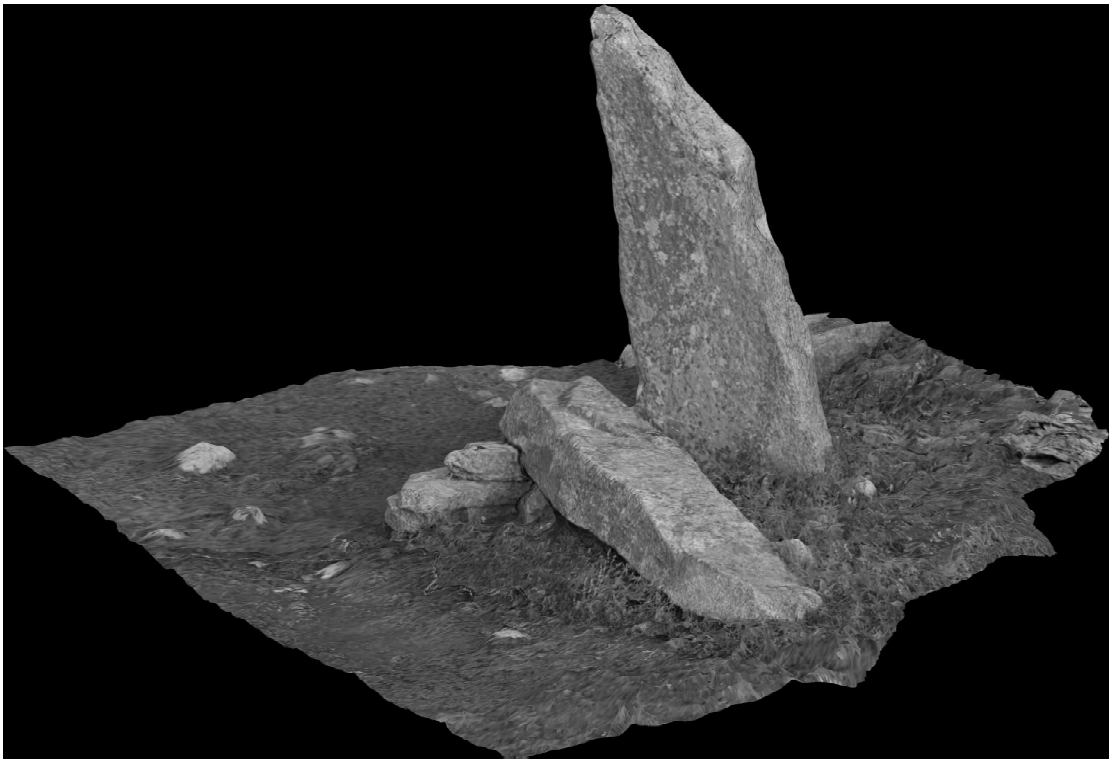

Abbildung 4.4: Mit Agisoft Photoscan erstelltes 3D-Modell einer vermutlich bronzezeitlich datierenden Stele

Problem werden. Jegliche Daten und Notizen wurden allabendlich auf zwei externen Datenträgern gesichert, die GPS-Daten wurden von unseren Projektpartnern von Hand in ein Heft geschrieben. Es war uns erst erlaubt, die GPS-Daten zu begutachten, nachdem wir die Autonome Region Xinjiang verlassen hatten und uns wieder in Ostchina befanden. Falsche oder fehlende Messungen konnten aufgrund dieses Vorgehens nicht wiederholt werden. Zudem können die Rohdaten aufgrund oben genannter Regulationen nicht per E-mail versandt werden und es wird somit eine persönliche Übergabe nötig. Die Rohdaten dürfen vom Autor lediglich in China eingesehen und verarbeitet werden.

Gegen Ende des Surveys wurden ausgewählte Strukturen mittels eines *structure from motion approach* als 3D-Modelle gescannt (s. Abb. 4.4). Dazu wurde die Software Agisoft Photoscan genutzt, welche aus zweidimensionalen digitalen Photographien über photogrammetrische Prozessierung dreidimensionale räumliche Daten generiert.[12] Bei der Prozessierung werden ähnlich wie bei dem in Kapitel 2 vorgestellten SIFT-Algorithmus eindeutige Punkte in digitalen Bildern definiert, welche über die Identifizierung in Aufnahmen unterschiedlichen Winkels räumlich

[12] Agisoft 2015

dargestellt werden können.[13] Die so generierten Punktwolken können hernach zu einem Drahtgittermodell verknüpft und bei Bedarf texturiert werden. Texturen werden basierend auf den originalen Aufnahmen erstellt und vermitteln einen Eindruck einer archäologischen Struktur, welcher über das hinausgeht, was mittels traditioneller zweidimensionaler Darstellung erreicht werden kann.[14] Diese Methode der Dokumentation ist im Vergleich zu anderen dreidimensionalen Datenerfassungstechniken (beispielsweise Laserscanning) kostengünstig, denn es werden lediglich Digitalkamera und Laptop dafür benötigt. Im Vergleich zu der interpretativen Erfassung mittels Zeichnung ist die dreidimensionale Darstellung zeitsparend und liefert überdies eine multidimensionale Repräsentation mit einem Detailreichtum, welcher in dieser Form durch herkömmliche Dokumentationsmethoden nicht möglich ist.[15]

[13] Verhoeven 2011, 68
[14] Plets u. a. 2012
[15] De Reu u. a. 2013, 1119-1120

Kategorie	Anzahl
Kurgan „skythisch“(scythian kurgan)	149
Keregsur (keregsur)	11
Kurgan „sakisch“(saka kurgan)	59
Memorialkomplex alttürkisch (ogradka)	32
Pseudoarchitektur (dwelling)	6
Tumulus (mound)	182
Ovaler Hügel (oval mound)	172
Steinkreis (stone circle)	108
Steinplattform (platform)	14
Steinkiste (box)	15
Steinkonzentration (stone concentration)	76
Stele (standing stone)	125
Zone (zone)	14
Anderes (other)	10
Total	**973**

TABELLE 4.1: Morphologische Klassifikation der aufgefundenen Strukturen und ihre jeweilige Anzahl

4.3 Resultate

In etwa dreieinhalb Wochen intensiver Surveytätigkeit mit häufig mehr als zwölf Stunden Arbeit pro Tag konnte ein kleines Team unter der Leitung des Verfassers ein Gebiet von über 140 km^2 begehen. Die umfassende Vorbereitung durch die Fernerkundung half enorm bei der Planung und Allokation der begrenzten Ressourcen. Insgesamt wurden über 970 antike Strukturen kartiert, welche von der frühen Bronzezeit bis in die Alttürkenzeit und darüber hinaus datieren. Die Steppenlandschaft dieser Hochebene scheint einer der wenigen Orte zu sein, an denen eine solch umfassend diachrone Datensammlung über mehr als 4'000 Jahre menschlicher Nutzung ohne einen einzigen Spatenstich möglich ist. Abbildung 4.5 zeigt die Resultate der Kampagne, die gerade rote Linie mit nordöstlicher Ausrichtung ist wie zuvor die vom Militär festgelegt Grenze des Untersuchungsgebietes.

In Tabelle 4.1 finden sich die definierten Monumentkategorien und deren während des Surveys kartierte Anzahl. Eine erstaunlich grosse Anzahl von Strukturen konnte mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit mit einer Grobdatierung versehen werden. Zwar müssen alle Datierungshypothesen stets als vorläufig angesehen werden, bis Ausgrabungen die Vermutungen erhärten oder widerlegen, aber die Erhaltung vieler Strukturen ist so gut, dass die Zuweisung eines Monuments zu einer groben Zeitperiode häufig nicht schwer fällt (s. Abb. 4.6). Die zahlenmässig grösste Kategorie

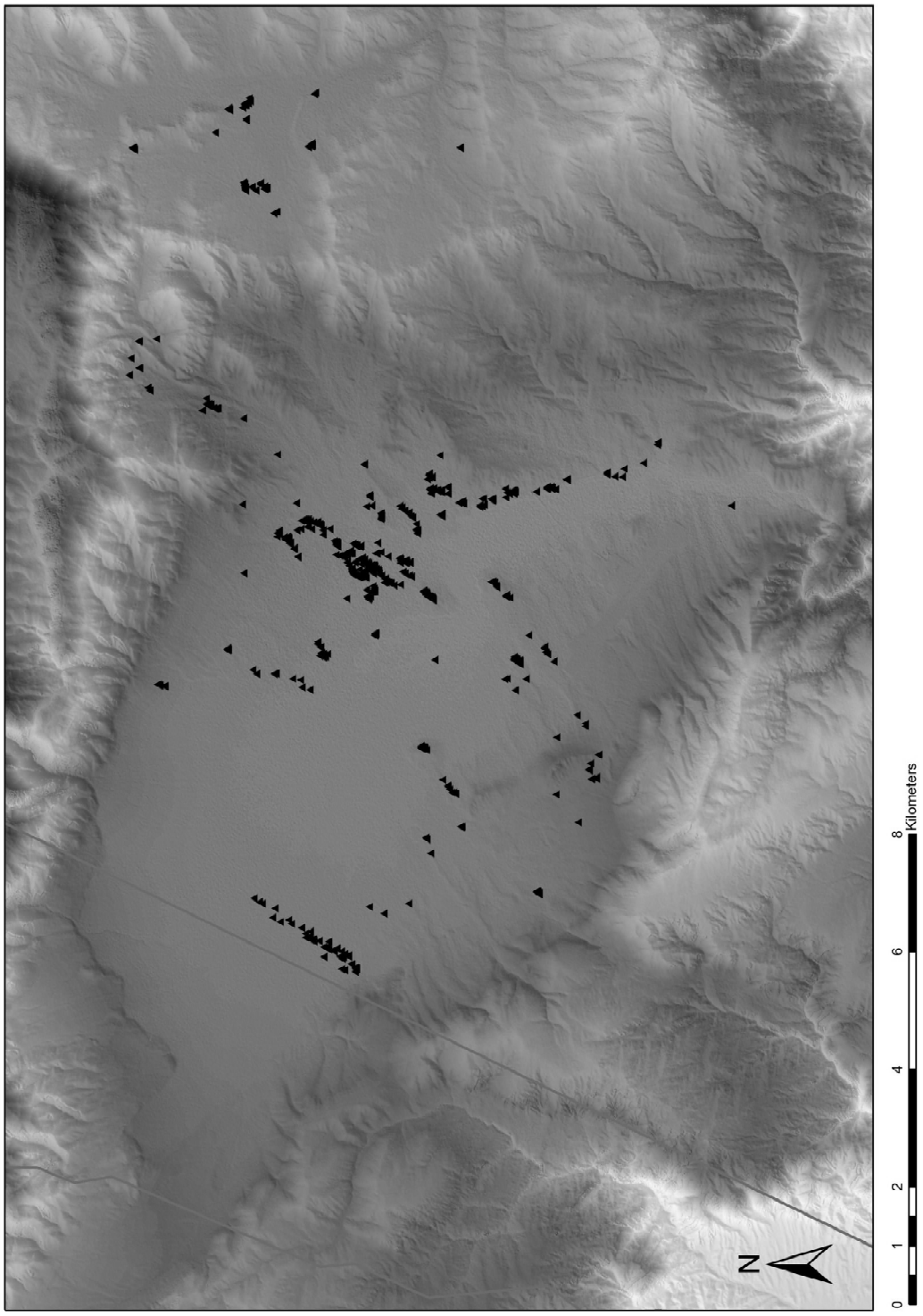

Abbildung 4.5: Verteilung der während der Feldkampagne eingemessenen archäologischen Strukturen

bilden trotzdem morphologisch uneindeutige Strukturen, welche jeweils mit dem deskriptiven Begriff "Tumulus" versehen wurden (182). Dies sind Hügelstrukturen, welche aufgrund ihrer isolierten Lage gar nicht oder aufgrund ihres Kontextes nur mit grosser Unsicherheit einer Zeitperiode zugewiesen werden konnten. Um die Zeitstellung dieser Tumuli zu klären, sind mit Sicherheit kleinere Ausgrabungen von Nöten. Dicht darauf folgt die ebenfalls deskriptive Kategorie ovaler Hügel, welche naturgemäss sehr heterogen ist (172). Darunter finden sich sowohl Gräber der hunno-sarmatischen (jüngereisenzeitlich) Periode wie auch unmarkierte Bestattungen aus der türkischen und kasachischen Periode, deren Alter nur wenige hundert Jahre zählt. Kurgane aus der älteren Eisenzeit (skythische Periode) stellen die grösste Kategorie von Monumenten dar, welche mit relativer Sicherheit erkannt und deshalb datiert werden können. Insgesamt wurden 149 dieser Hügelstrukturen vermessen, beschrieben und kartiert. Diese Kategorie würde sich bei systematischen Ausgrabungen wohl noch wesentlich vergrössern, da viele der isolierten Tumuli vermutlich ebenfalls in die ältere Eisenzeit zu datieren sind. Die Kategorie der Kurgane im sakischen Stil ist trotz ihrer geringeren Anzahl aufgrund der Mächtigkeit der einzelnen Monumente eine dominante Kategorie innerhalb dieser Landschaftskammer. Die von Ringstrukturen umgebenen Hügel sind mit bis zu sechs Metern Höhe bei weitem die höchsten und sichtbarsten archäologischen Strukturen auf der Hochebene. Auch die türkenzeitliche Periode ist mit über dreissig rechteckigen Einfriedungen, sogenannten Ogradka, gut vertreten. Wenige Monumente, unter ihnen die Strukturen in der Kategorie Keregsur (11), können bis in die Bronzezeit zurückdatiert werden. Eine Vielzahl von teilweise untergeordneten, peripheren Strukturen wie Steinkreisen (108), Steinplattformen (14) und Stelen (125) formen zusätzlich die Kulturlandschaft der Hochebene und bilden den Kontext für viele der grösseren Monumente. Die in der englischsprachigen Forschung als dwelling bekannten Strukturen werden unter dem Begriff Pseudoarchitektur zusammengefasst. Über diese Steinsetzungen mit architektonisch anmutenden Charakteristiken ist sehr wenig bekannt. Ähnlich verhält es sich mit den kartierten Steinkisten (15), welche potenziell einer Vielzahl von Steppenkulturen zugeordnet werden könnten. Steinkonzentrationen (76) und Zonen (14) sind Hilfsbegriffe für archäologische Strukturen, deren äussere Form durch Umwelteinflüsse oder anthropogene Prozesse soweit verändert wurde, dass eine morphologische Zuweisung nicht sinnvoll ist. Die Kategorie 'Anderes' vereint einige recht unterschiedliche Formen auf sich, die nicht den obigen Kategorien zuzuordnen sind und deshalb separat erörtert werden sollen.

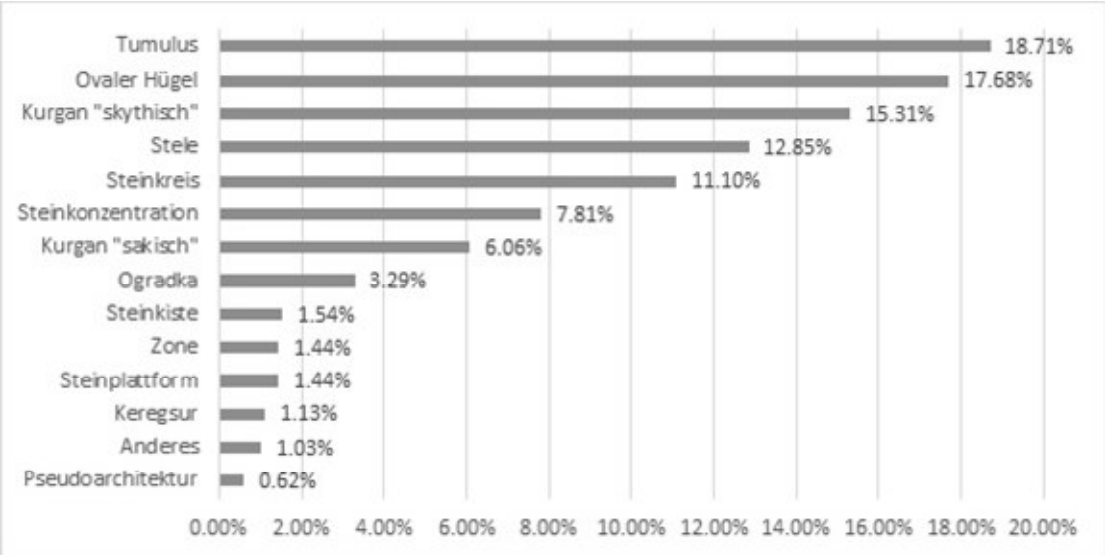

Abbildung 4.6: Prozentuale Verteilung der einzelnen morphologischen Kategorien

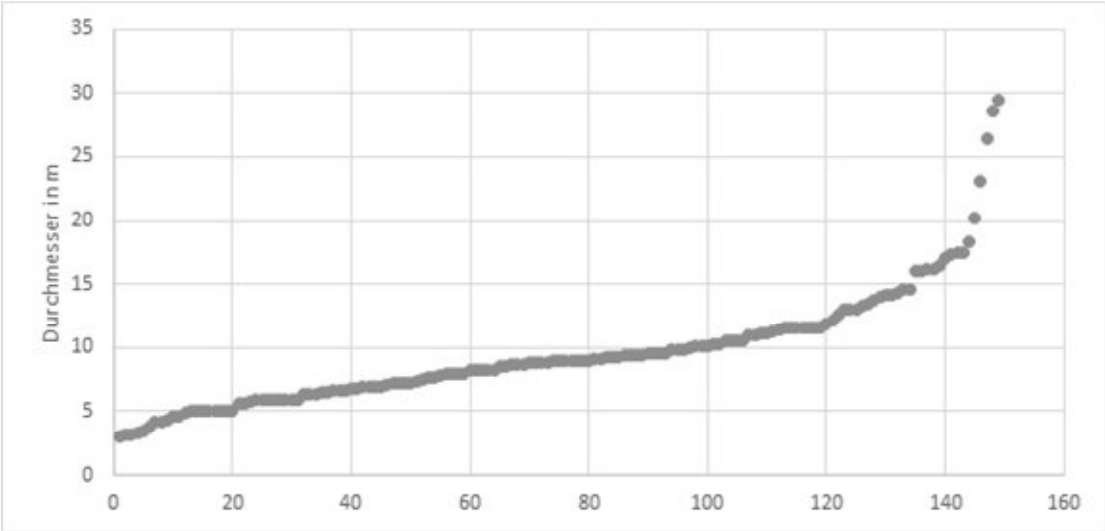

Abbildung 4.7: Verteilung der maximalen Kurgandurchmesser in m

4.3.1 Skythische Kurgane

Der Begriff Kurgan stammt aus dem Russischen und wird zumeist generalisierend für Hügelaufschüttungen und Tumuli im archäologischen Kontext von der Frühbronzezeit bis in die Moderne verwendet. Zwecks Abgrenzung gegenüber dem Begriff *Tumulus* muss *skythischer Kurgan* als spezifische Erscheinungsform in unserem Untersuchungsgebiet hier aber zunächst näher definiert werden. Monumente, welche während des Surveys als skythische Kurgane taxiert wurden, weisen die folgenden Merkmale auf: Die Hügelaufschüttung ist relativ flach und besteht aus kantigen oder gerundeten Steinen mit einer Grösse zwischen 5 cm und 20 cm. Wenn das Grab nicht beraubt wurde, weist die Aufschüttung zentral eine Absenkung auf, welche durch den Einsturz der meist mittig liegenden Grabkammer zustande kommt. Kurgane reihen sich häufig in ungefähr nord-südlich ausgerichteten Linien mit anderen Monumenten ihres Typus. Sie datieren in die ältere Eisenzeit (9./8. Jahrhundert v. Chr. - 3./2. Jahrhundert v. Chr.), die in anderen Regionen oftmals auch skythische Periode genannt wird.[16] Wenn also nachfolgend von skythischen Kurganen gesprochen wird, so sind stets die eisenzeitlichen, steinernen Hügelaufschüttungen gemeint, welche vielfache Parallelen zu den Grabbauten in den russischen und kasachischen Altairegionen aufweisen.

Während des Surveys wurde eine erhebliche Anzahl von skythischen Kurganen gefunden (insgesamt 149). Viele davon formieren sich zu Kurganketten, also zu Ansammlungen sich ungefähr nord-südlich aneinanderreihender Monumente des

[16] Gheyle 2009, 176-178

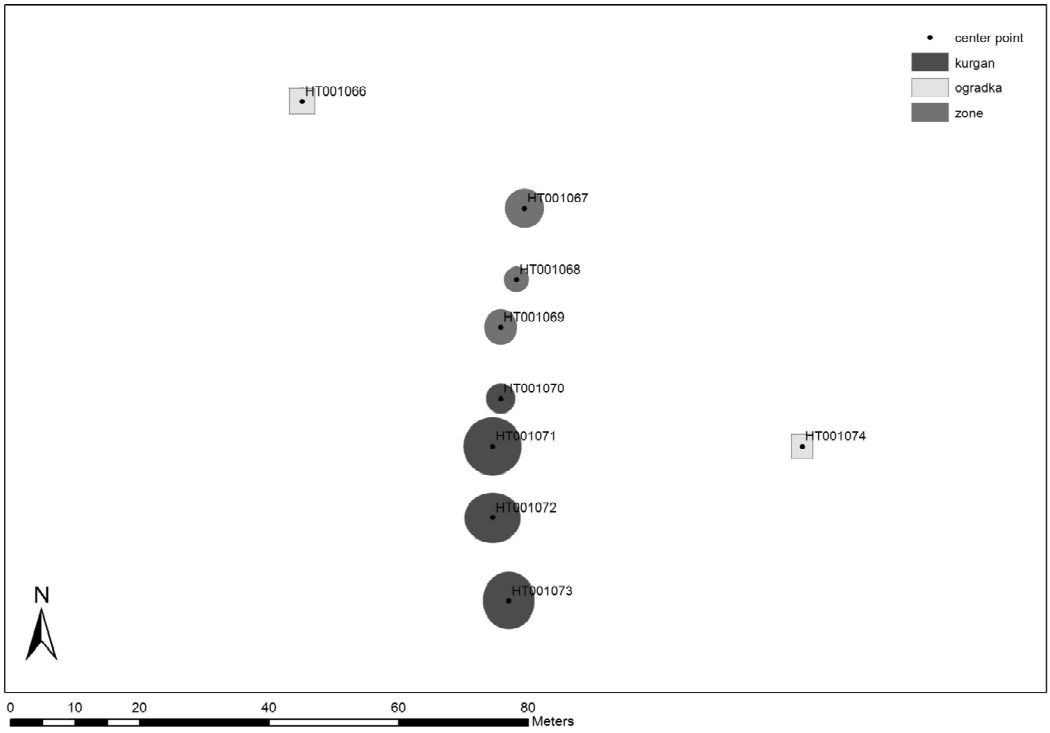

Abbildung 4.8: Kurgankette mit nord-südlicher Ausrichtung, vier Grabhügel HT001070-HT001073 sind relativ gut erhalten, HT001067-HT001069 sind beinahe vollständig zerpflügt.

hier besprochenen Typus. Abbildung 4.8 zeigt eine solche Kurgankette im zentralen nordöstlichen Teil der Hochebene. Die als Zonen markierten Monumente sind stark gestört, der Kontext der vier südlich davon gelegenen Kurgane lässt jedoch die Vermutung zu, dass es sich bei den Steinansammlungen ebenfalls um eisenzeitliche Kurgane handelt. Die Erhaltungszustände der eisenzeitlichen Grabhügel können sehr unterschiedlich sein. Tendenziell sind Strukturen im Zentrum der Hochebene stärker von der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung des Gebietes in Mitleidenschaft gezogen, als solche, welche sich entlang der Ausläufer der umgebenden Hügel aufreihen. In höheren Lagen, beispielsweise in einem der Seitentäler, wurden Gräber vorgefunden, welche beinahe unberührt die Zeiten überdauert haben und abgesehen von einer leichten Depression im Zentrum, welche auf das Einstürzen der Grabkammer hindeutet, keinerlei Zeichen der Beschädigung oder Beraubung aufweisen. Manche der grössten Exemplare im Nordosten des Untersuchungsgebietes sind bereits vor langer Zeit geplündert worden. Momentan scheint dieser Typus Grab relativ sicher vor weiteren Zerstörungen zu sein, denn obwohl Raubgrabungsspuren gefunden wurde, so scheinen sich die Plünderer an kleineren Strukturen zu orientieren.

Der durchschnittliche skythische Kurgan auf der Hochebene hat einen maximalen Durchmesser von 9.6 m (Median 9.0 m). Abbildung 4.7 zeigt die Verteilung der maximalen Durchmesser über alle 149 kartierten Strukturen. Die durchschnittliche Nord-Süd-Ausdehnung beträgt 9.4 m (Median 8.8 m) der durchschnittliche Ost-West-Durchmesser beläuft sich auf 9.3 m (Median 8.7 m). Es wird klar ersichtlich, dass die meisten skythischen Kurgane auf der Hochebene einen Durchmesser von weniger als 20 m aufweisen (96.6 %). Die Verteilung verläuft gleichmässig, während die Hügelaufschüttungen mit Durchmesser von mehr als 20 m stärker streuen. Interessanterweise kommt W. Gheyle mit einer grossräumigen statistischen Analyse in den russischen und kasachischen Teilen des Altaigebirges auf eine ähnliche Aufteilung in zwei Kategorien anhand des Durchmessers. Der durchschnittliche Durchmesser eines ältereisenzeitlichen Kurgans liegt nach seiner Analyse bei weniger als 18 - 20 m.[17] Die Aufschüttungen der kleineren Gruppe lassen sich problemlos mit den Resultaten von Ausgrabungen im nördlichen und westlichen Altaigebirge vergleichen, beispielsweise mit Befunden aus dem Katun-Tal,[18] dem Ukok-Plateau,[19] oder den kleineren Kurganen von Berel' und Tar Asu.[20] Alle Aufschüttungen sind relativ flach (im Durchschnitt nicht über 50 cm, nur wenige erreichen Höhen knapp darüber). Abbildung 4.9 zeigt einen typischen Kurgan aus einer Viererkette im nordöstlichen Teil der Hochebene, der mit hoher Wahrscheinlichkeit in die ältere Eisenzeit datiert. Dies ist ein Vertreter der Kategorie von skythischen Kurganen unter 20 m Durchmesser, welche sich im gesamten Altaigebirge finden lassen.

Im Sommer 2013 wurden in einer nur wenige Kilometer vom Untersuchungsgebiet entfernten Nekropole Ausgrabungen durchgeführt. Das Archäologische Institut Xinjiangs (新疆文物考古研究所) publizierte die Funde und Befunde bereits 2014 in einem Artikel des Journals Wenwu (文物) und hat damit einen der ganz wenigen wichtigen Referenzpunkte für die hier erfolgenden Untersuchungen geschaffen.[21] Insbesondere *Grab M5* bietet sich als Vergleichsbeispiel für die kleineren eisenzeitlichen Kurgane der Hochebene an. Die aus Kieseln und Steinen bestehende Aufschüttung hatte einen Durchmesser von 10.5 m und war etwa 45 cm hoch. Die rechteckige Grabkammer mass 2.7 m x 1.9 m und war 1.9 m in die Erde eingetieft. Sie war grob mit ost-westlicher Ausrichtung angelegt. Der Grabschacht war mit Löss und Kieseln verfüllt. Am unteren Ende vor der Südseite des

[17] Gheyle 2009, 179
[18] Kubarev 2001, 127-128
[19] Polosmak - Seifert 1996, 89-91
[20] Samašev u. a. 2002, 237-248
[21] Yu u. a. 2014



Abbildung 4.9: Kurgan HT010007: NS-Durchmesser 6.9 m, OW-Durchmesser 7.0, hervorragender Erhaltungszustand, unberaubt, mit leichter mittiger Eindellung, Blick nach Nordosten

Schachtes befand sich eine Einbau aus Lärchenholz. Die bestattete Person, adult und weiblichen Geschlechts, war in rechter Hockerposition mit dem Kopf nach Osten beerdigt worden. In der Nähe des Kopfes wurden Teile einer Wirbelsäule von Schaf oder Ziege gefunden, zwischen welchen ein eisernes Messer mit Ringgriff lag. Dies deutet eindeutig auf Fleischgaben während der Bestattung hin. Um den Kopf herum wurden Fragmente von Goldfolie gefunden. Vermutlich gehörten diese zu einer reichen, aber vollständig zerfallenen Kopfbedeckung. Neben dem Schädel wurden zwei goldene Ohrringe entdeckt. Im Fussbereich war ein Tongefäss positioniert worden. Zwischen der Nordwand des Schachtes und dem Holzsarg fand sich eine Pferdebestattung mit dem Kopf nach Osten. Der Schädel trug noch eine eiserne Trense zwischen den Kiefern.[22] Gerade die Positionierung der Holzkonstruktion und der Pferdebestattung vor der Nordwand des Schachtes zeigen klare Parallelen zur nördlichen Region des Altaigebirges, beispielsweise zu den Eiskurganen in Ak-Alacha.[23,24] Obwohl aus der Grabung keine ^{14}C-Daten vorliegen, datiert Grab M5 doch eindeutig in die ältere Eisenzeit.

[22] Yu u. a. 2014, 6-8
[23] Polosmak - Seifert 1996
[24] Parzinger 2006, 599-603

Inventarnummer	ø N-S	ø O-W
HT046005	19.6	20.2
HT002001	22.6	23.1
HT010013	26.4	23.0
HT001110	28.6	26.1
HT001020	28.0	29.5

TABELLE 4.2: Kurgane mit einem Durchmesser von mehr als 20 m

Keine der weitgehend landschaftsarchäologisch untersuchten Gegenden Bukhtarma, Dzhazator, Elangash, Irbištu, Karakaba, Ozyok, Sebystey und Yustyd weisen Kurgane mit einem Durchmesser von über 20 m auf.[25] Es kann deshalb bereits eine gewisse Sonderstellung der untersuchten Hochebene im Gesamtgefüge der archäologischen Landschaft des Altaigebirges vorausgesetzt werden, die eine Parallelisierung mit den bekannten sogenannten Fürstengräbern der Fundorte Pazyryk,[26] Tuekta, Bašadar, Karakol, Berel'[27,28] oder Šibe zulässt.[29] Zusätzlich zu ihrer Grösse sind diese Kurgane oftmals von peripheren Strukturen wie Steinkreisen und Stelen umgeben, die sie als Begräbnisse einer sozioökonomischen Elite auszuzeichnen scheinen. Tabelle 4.2 listet die fünf potenziellen Fürstenkurgane mit einem Durchmesser von mehr als 20 m. Sie sollen im Folgenden kurz genauer beschrieben werden.

Von den fünf oben aufgeführten Fürstenkurganen war HT001020 mit einem Nord-Süd-Durchmesser von 28.0 m und einem Ost-West-Durchmesser von 29.5 m die grösste Hügelaufschüttung. In der Mitte des Kurgans weist eine grossflächige Vertiefung auf, die auf eine geräumige Grabkammer hindeutet. Es scheint, als wären Versuche unternommen worden, den Grabhügel zu berauben, allerdings fehlt die typische tiefe Eindellung in der Mitte, so dass die Kammer tatsächlich noch intakt sein könnte (s. Abb. 4.10). Die flache Aufschüttung ist aus kantigen Steinen von den Hängen der die Ebene begrenzenden Berge aufgebaut. Die Aufschüttung weist mehrere kleinere Raubgrabungslöcher auf, die aber wahrscheinlich nicht zum gewünschten Erfolg geführt haben. Um den Kurgan herum verläuft eine zweireihige Kreisstruktur aus schräg nach aussen stehend eingegrabenen Steinplatten. Dieses architektonische Detail lässt sich mit dem von Z. Samašev ausgegrabenen *Kurgan 18* in Berel' vergleichen, der jedoch nur einen einfachen solchen Ring

[25] Gheyle 2009, 180
[26] Rudenko 1970
[27] Samašev 2007
[28] Radlov 1884
[29] Parzinger 2006, 586-588



Abbildung 4.10: Kurgan HT001020: NS-Durchmesser 28.0 m, OW-Durchmesser 29.5 m, guter Erhaltungszustand, versuchte Beraubung, Grabkammer wahrscheinlich noch intakt, grosse mittige Eindellung, Blick nach Nordosten

aus Platten aufwies.[30] Als pragmatischer Zweck der Umschliessung des Kurgans mit Steinplatten wird die Verhinderung der Erosion des Hügels angeführt. Als übergeordnete symbolische Bedeutung wird vermutet, dass die Platten eine Abgrenzung zwischen der Welt der Lebenden und der Welt der Toten darstellen.[31,32] In Abbildung 4.11 ist die unmittelbare Umgebung von HT001020 abgebildet. Im Osten des von HT001020 befindet sich ein Steinkreis mit einem Durchmesser von 3.3 m, im Westen, noch innerhalb der Aufschüttung selbst wurde ein aufrecht stehender Stein positioniert. Nördlich von HT001020 liegen zwei weitere, vermutlich eisenzeitlich datierende Kurgane mit wesentlich kleineren Durchmessern von 6.2 m (HT001015) und 5.3 m (HT001016).

Von allen kartierten ältereisenzeitlichen Kurganen hat der Kurgan HT001110 die weitreichendsten peripheren Strukturen. Mit einem Nord-Süd-Durchmesser von 28.6 m und einem Ost-West-Durchmesser von 26.1 m bleibt die Aufschüttung nur wenig hinter der grössten ihrer Art (HT001020) zurück. Das Grab ist in schlechtem Zustand und wohl völlig ausgeraubt. Eine tiefe Mulde in der Mitte und unregelmässige Steinhaufen an der Oberfläche sind eindeutige Zeichen der weitreichenden Zerstörung. Abbildung 4.12 zeigt, dass aufgrund der Raubgrabungen, die

[30] Samašev u. a. 2002, 246

[31] Samašev u. a. 2002, 269-270

[32] Dies mag bei einem einfachen Ring aus stehenden Platten eine vertretbare Hypothese sein, sollte aber bei einem doppelten Ring überdacht werden. Die vorgeschlagene Dichotomie von Leben und Tod erscheint dem Autor unpassend wenn durch einen doppelten Ring eine Dreiteilung (Kurgan, Ringzwischenraum, Aussen) erfolgt. Hier sollte eine semantische Neubelegung erfolgen.

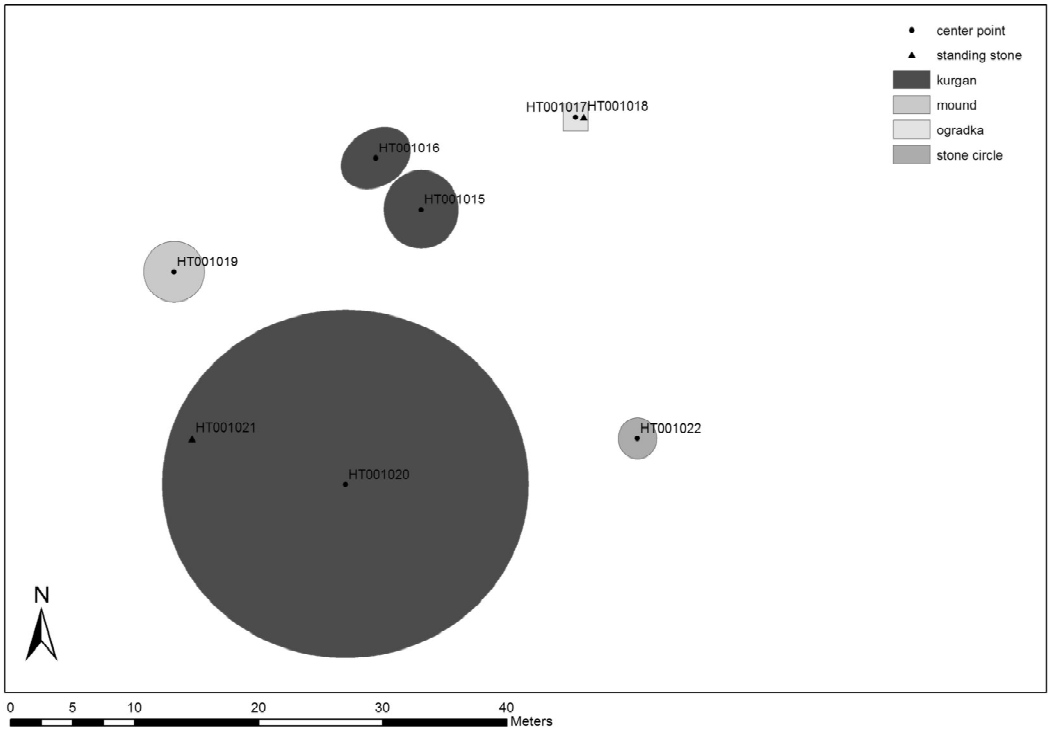

Abbildung 4.11: Kurgan HT001020 und die unmittelbar auf das Monument Bezug nehmenden Strukturen

Ränder der Aufschüttung nicht mehr klar sichtbar sind und relativ weit vom zentralen Tumulus entfernt noch verteilte, lockere Steine zu finden sind. Im Westen findet sich ein Halbkreis von rund 240 m Durchmesser, welcher aus auf HT001110 Bezug nehmenden Steinkreisen besteht (s. Abb. 4.13). Diese Konfiguration ist unter anderem von den Sites *ON-022* und *ON-042* aus dem Karakol-Tal bekannt. Beide Sites weisen neben royalen Kurganen mit Durchmessern von über 40 m auch Reihen von Steinkreisen auf, die in Bögen oder Halbkreisen auf die zentralen Fürstenkurgane Bezug nehmen.[33] Die Steinkreise sind in manchen Fällen so eng gesetzt, dass es schwierig ist, zwischen dem Ende des einen und dem Beginn des nächsten zu unterscheiden; insgesamt sind jedoch wohl über 70 Steinkreise mit einer sich auf HT001110 beziehenden Ausrichtung errichtet worden. Es kann durchaus sein, dass viele dieser Steinkreise Reste von Holzkohle - möglicherweise von Opferfeuern - enthalten. Vergleichsbeispiele hierzu finden sich bei Steinkreisen in der Umgebung bronzezeitlicher Monumente.[34] Es wäre interessant zu wissen, ob diese Steinkreise als Bestandteil des Begräbniszeremoniells zu betrachten und deshalb gleichzeitig mit der Zentralaufschüttung errichtet worden sind, oder ob sie

[33] Gheyle 2009, 184
[34] Allard - Erdenebaatar 2005, 549-550



Abbildung 4.12: Kurgan HT001110: NS-Durchmesser 28.6 m, OW-Durchmesser 26.1 m, beraubt, schlechte Erhaltung, Blick nach Norden

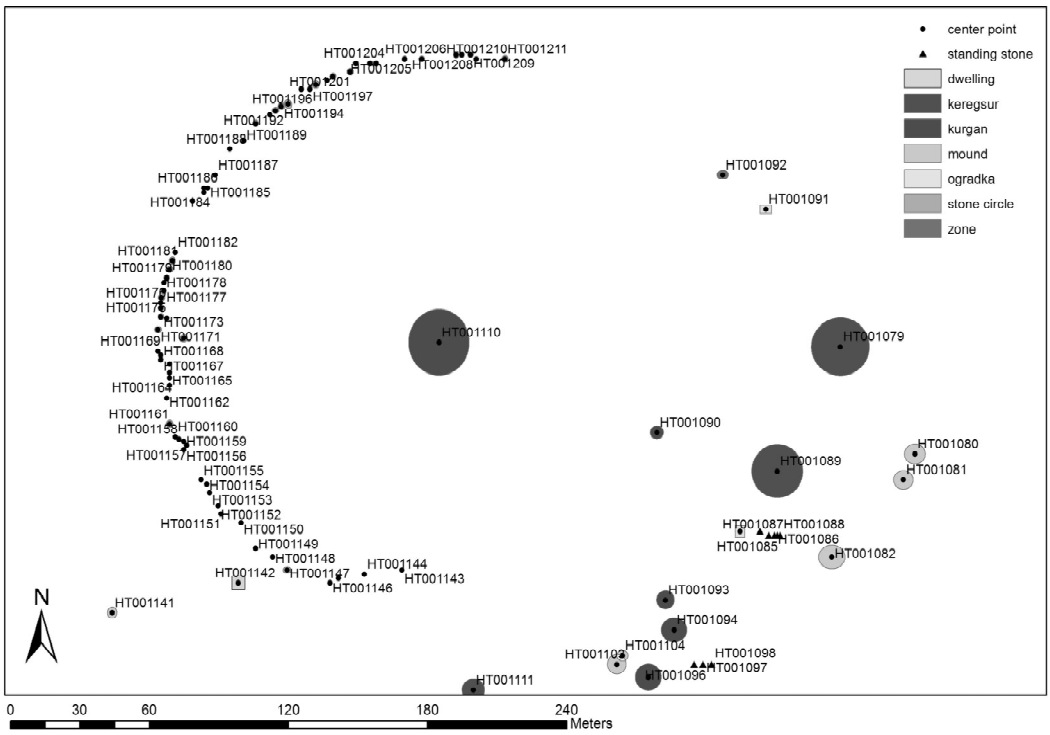

Abbildung 4.13: Kurgan HT001110 mit aus kleineren Steinkreisen bestehendem Halbkreis im Westen

das Ergebnis eines fortgeführten Totenkultes für die wohl bedeutende verstorbene Person darstellen. Dies muss aber bis zur Durchführung von Ausgrabungen und der Datierung einzelner Steinkreise mittels ^{14}C-Methode ungeklärt bleiben.

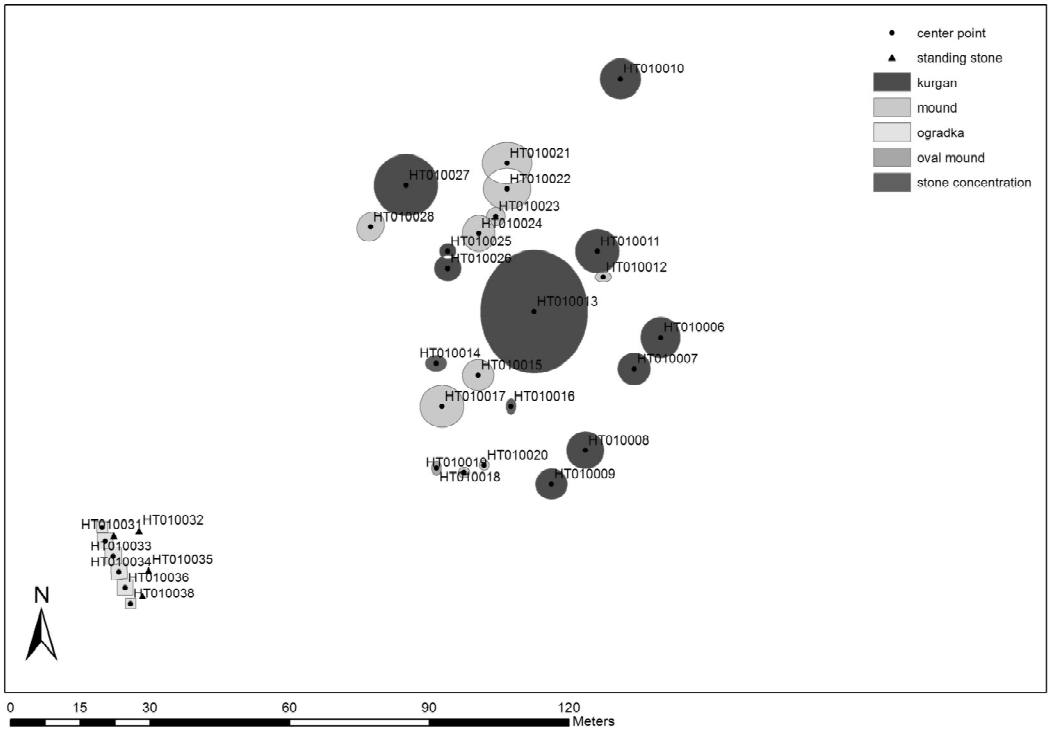

Abbildung 4.14: Kurgan HT010013 als Zentrum einer Kurganakkumulation

HT010013 mit einem Nord-Süd-Durchmesser von 26.4 m und einen Ost-West-Durchmesser von 23.0 m ist der Mittelpunkt einer Konzentration von eisenzeitlichen Kurganen (s. Abb. 4.14). Der Cluster besteht aus vier parallelen Kurganketten mit nordöstlicher Ausrichtung. HT010013 ist durch Raubgrabungen gestört während viele der anderen Monumente dieser Site hervorragend erhalten sind. Bezüglich der Steinanordnung weist HT010013 keine Besonderheiten im Vergleich mit den umgebenden Strukturen auf, die Aufschüttung differenziert sich lediglich durch ihre Grösse und die zentrale Position.

HT002001 hat einen Nord-Süd-Durchmesser von 22.6 m, einen Ost-West-Durchmesser von 23.1 m und ist ähnlich wie HT001020 von einen Ring von senkrecht eingegrabenen, leicht nach aussen lehnenden Steinplatten umgeben. Die Oberfläche der Aufschüttung ist unregelmässig gewellt, teils mit tiefen Raubgrabungslöchern versehen, von der Grabkammer und den darin enthaltenen Objekten wird sich deshalb nicht viel erhalten haben. Im Osten von HT002001 bilden drei Kurgane (HT002005, HT002007, HT002008) eine kurze Kette mit nordsüdlicher Ausrichtung (s. Abb. 4.15) Eine kleine Stele (HT002004) von 0.4 m Höhe gehört wahrscheinlich ebenfalls zur Aufschüttung HT002001.

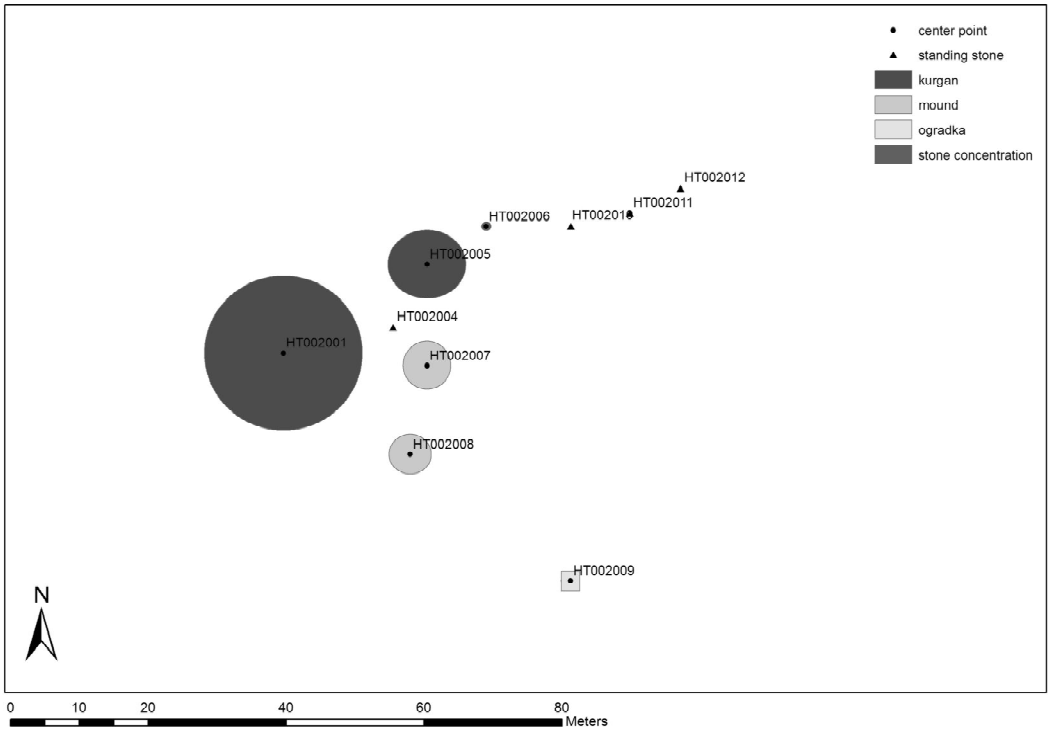

Abbildung 4.15: Kurgan HT002001 mit Stelen und einer Kette kleinerer Kurgane im Osten

HT046005 hat einen Nord-Süd-Durchmesser von 19.6 m und einen Ost-West-Durchmesser von 20.2 m und ist damit der kleinste Tumulus in der Kategorie von Kurganen mit einem Durchmesser über 20 m. Die Aufschüttung wurde ausgeraubt und weist deshalb in der Mitte eine deutliche Vertiefung auf. Selbst Teil einer grob nordöstlich ausgerichteten Kurgankette, unterscheidet diese Aufschüttung abgesehen von ihrem Durchmesser nur wenig von den sie umgebenden Tumuli (s. Abb. 4.16).

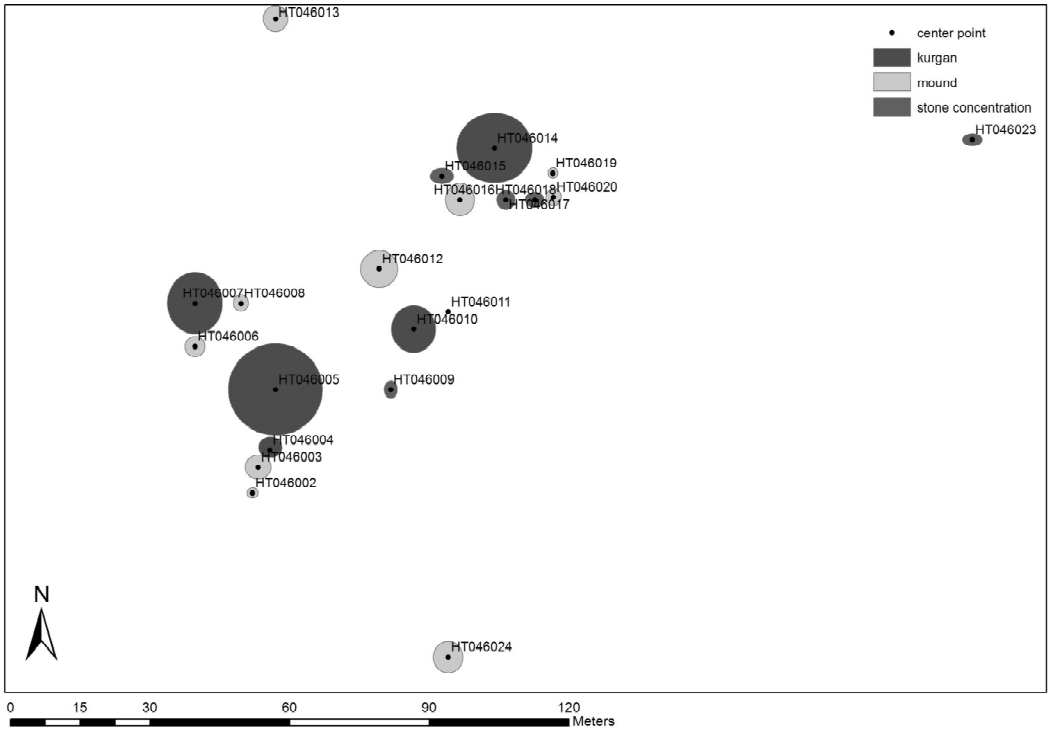

Abbildung 4.16: Kurgan HT046005 als Teil einer Kurgankette

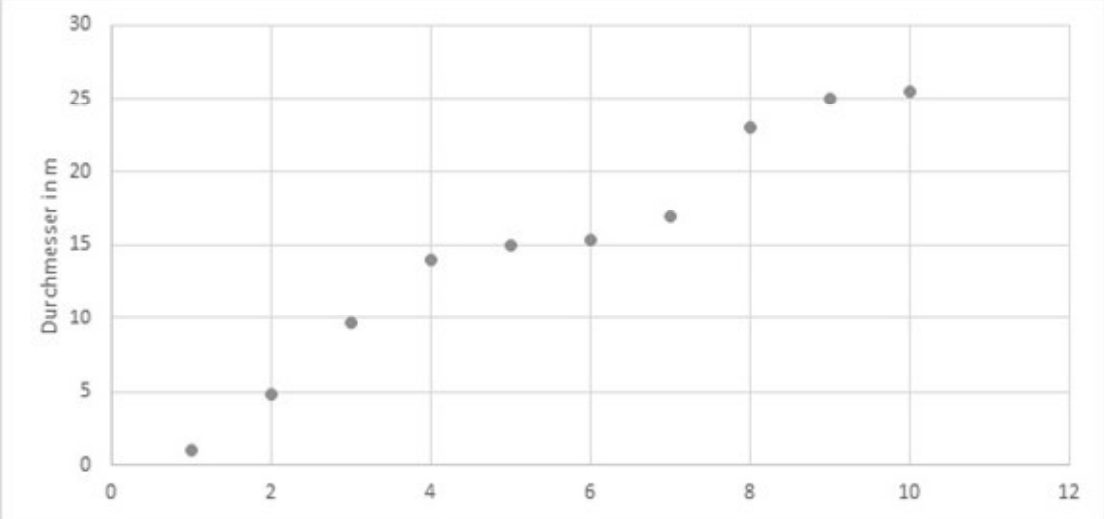

Abbildung 4.17: Verteilung der maximalen Keregsurdurchmesser runder und potenzieller Keregsurmonumente in m

4.3.2 Keregsur und keregsurähnliche Strukturen

Der Begriff Keregsur umfasst eine Anzahl sehr variabler Monumente mit herausstechenden Gemeinsamkeiten.[35] Alle Monumente dieser Kategorie verfügen über einen relativ grossen zentral gelegenen Hügel aus Steinen oder grösseren Blöcken. Der Hügel ist abgeflacht bis eben, darum herum liegt eine kreisförmige oder rechteckige Einfriedung in Form eines Steinkreises,[36] manchmal mit von der Aussenstruktur ausgehenden Strahlen, welche diese mit der Hügelaufschüttung verbinden.[37] Insgesamt wurden während des Surveys 11 Keregsur oder keregsurähnliche Strukturen kartiert. Allgemein befinden sich diese Monumente in einem guten Erhaltungszustand und es konnten nur wenige Spuren direkter anthropogener Zerstörung festgestellt werden.

Der durchschnittliche Durchmesser der Hügelstruktur eines Keregsur im Untersuchungsgebiet beträgt 15.03 m (Median 15.15 m). Der durchschnittliche Durchmesser des Steinkreises beträgt 28.35 m (Median 22.85 m). Wobei bei zwei Monumenten (HT001044 und HT001045) der Durchmesser des Ringes nicht festgestellt werden konnte und dieser deshalb nicht in die Statistik einfliesst (s. Abb. 4.17). Ebenfalls nicht in der Statistik enthalten ist der quadratische Keregsur, welcher separat behandelt wird.

[35] Gheyle 2009, 194
[36] Bourgeois u. a. 2006 b
[37] Gheyle 2009, 194

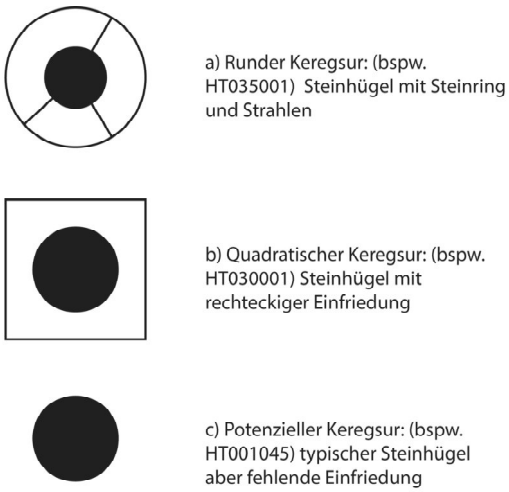

Abbildung 4.18: Schematische Darstellung von Keregsurmonumenten a) und b) und keregsurähnlichen Strukturen c)

Die durchschnittliche Höhe der Aufschüttungen beträgt 0.35 m (Median 0.35 m). Dies macht es schon bei leicht höherer Bewuchsdecke schwierig, die Monumente zu identifizieren. Es bietet sich aufgrund der Variabilität jedoch zunächst eine weitere Unterteilung an. Abbildung 4.18 zeigt drei unterschiedlichen Typen von Keregsurmonumenten, die differenziert werden können.

Typ a) entspricht der klassischen, runden Form eines Keregsur mit einer Aufschüttung aus Steinen im Zentrum und einem sie umgebenden Ring aus Steinen, der ein oder mehrreihig verlaufen kann. Strahlenartige Verbindungen zwischen Aufschüttung und Kreisring können, aber müssen nicht auftreten. Abbildung 4.19 zeigt einen Keregsur dieser Art. *Typ b)* ist im Wesentlichen gleich aufgebaut wie Typ a) mit dem Unterschied, dass die Einfriedung nicht rund, sondern rechteckig, respektive annähernd quadratisch ist. Auch bei diesem Typus können Verbindungen in Form von Steinsetzungen zwischen mittiger Aufschüttung und Einfriedung auftreten.[38] Im Untersuchungsgebiet wurde jedoch nur ein einziges Monument entdeckt, welches einwandfrei als quadratischer Keregsur bezeichnet werden kann. Die Einfriedung von HT030001 (s. Abb. 4.20) misst 32.0 m x 32.2 m, der Hügel in der Mitte hat einen Nord-Süd-Durchmesser von 23.0 m, einen Ost-West-Durchmesser von 24.0 m und ist etwa 0.4 m hoch. Die gesamte Struktur ist aus Blöcken aufgebaut, die zumeist etwa 0.5 m gross, teilweise aber mehr als 0.9 m gross sind. *Typ c* schliesslich verfügt über einen ähnlichen Aufbau der zentralen Aufschüttung, aber

[38] Gheyle 2009, 200

lässt sich nur potenziell als Keregsur identifizieren. Beispiele für Keregsurmonumente ohne Aussenstruktur sind aus dem russischen Altai bekannt.[39]

Typ a) und Typ b), finden klare Parallelen sowohl im mongolischen Altai[40,41] als auch im russischen Teilgebiet der Gebirgskette.[42,43] Die Strukturen sind allerdings im Vergleich zu den komplexen Arrangements in der westlichen Mongolei wesentlich einfacher, denn ihnen fehlen grössere Steinkreisanlagen und andere periphere Steinsetzungen. In dieser Hinsicht scheinen die aufgefundenen Strukturen mehr Ähnlichkeiten zu den Keregsur im nördlichen Altai (insbesondere im Yustid-Tal[44]) aufzuweisen, denn dort treten vielfach kleinere Strukturen auf, die über eine weniger reiche Peripherie verfügen. Einen weiteren Anhaltspunkt könnte das Verhältnis von runden zu quadratischen Keregsurmonumenten bieten. Während im unteren Egiin Gol Tal ein Verhältnis von 64% (quadratisch) zu 36% (rund) herrscht[45] so wurde im ebenfalls mongolischen Khanuy Tal ein Verhältnis von 81% (quadratisch) zu 19% (rund) festgestellt.[46] In den von W. Gheyle bearbeiteten russischen und kasachischen Gebieten war das Verhältnis umgekehrt. Es fand sich eine Mehrzahl runder Keregsurmonumente (65%) während die quadratischen etwas weniger häufig auftraten.[47] Im hier behandelten Gebiet ist das Verhältnis noch extremer (91% rund, 9% quadratisch). Obwohl die Aussagekraft aufgrund der kleinen Anzahl Monumente dieser Art natürlich in Frage gestellt werden muss, würde sich bezüglich dieser Monumentkategorie eher eine Vergleichbarkeit mit den nördlichen, russischen und den westlichen, kasachischen Altairegionen ergeben. Die Funktion dieser Monumente ist seit langem umstritten.[48] In vielen sind auch bei sorgfältiger Ausgrabung[49] kaum archäologisch verwertbare Hinterlassenschaften anzutreffen.[50] Obwohl manche als Begräbnisstätte verwendet wurden[51]so können die Aufschüttungen nicht pauschal als sepulkrale Strukturen bezeichnet

[39] Gheyle 2009, 199
[40] Allard - Erdenebataar 2005
[41] Wright 2007
[42] Bourgeois u. a. 2004, 10
[43] Bourgeois u. a. 2006 b
[44] Gheyle 2009, 196
[45] Wright 2007, 356
[46] Allard - Erdenebataar 2005
[47] Gheyle 2009, 198
[48] Hanks 2010, 477
[49] beispielsweise Takahama - Hayashi 2003
[50] Wright 2007, 352
[51] Wright 2007, 354



Abbildung 4.19: Keregsur HT030003 mit Steinhügel und Steinring

werden, was dazu führt, dass Keregsurmonumente häufig als kultische Monumente beschrieben,[52] oder gar als Altare apostrophiert werden.[53]

Das Interesses, das dieser Klasse von Monumenten in letzter Zeit zuteil wird,[54,55,56] führt laufend zu neuen Erkenntnissen und einer besseren Einordnung. Bestanden lange Zweifel ob es sich bei Keregsurmonumenten überhaupt um Gräber handelt, so scheint dies nun einigermassen gesichert. Die Variabilität der unter diesem Terminus zusammengefassten Strukturen bleibt jedoch erheblich[57,58] und so muss tendenziell auch von einer Pluralität der Nutzungsmöglichkeiten ausgegangen werden.[59]

Basierend auf neueren ^{14}C-Analysen aus der Mongolei[60,61] können Typ a) und Typ b) grob von der zweiten Hälfte des zweiten Jahrtausends v. Chr. bis ins frühe 7. Jahrhundert v. Chr. datiert werden und stehen damit am Übergang von der Spätbronzezeit in die ältere Eisenzeit. Allgemein wird jeweils eine bronzezeitliche Datierung angenommen.[62]

[52] Gheyle 2009, 195
[53] Jacobson 1993
[54] beispielsweise Frohlich u. a. 2011
[55] beispielsweise Fitzhugh 2011
[56] beispielsweise Littleton u. a. 2011
[57] beispielsweise Wright 2007, Abb. 6
[58] Frohlich - Bazarsad 2004, 9
[59] Jacobson-Tepfer 2011, 144
[60] Allard - Erdenebataar 2005
[61] Fitzhugh 2009
[62] Gheyle 2009, 196



Abbildung 4.20: Keregsur HT030001 mit Steinhügel und quadratischer Einfriedung

4.3.3 Sakische Kurgane

Bei den als „sakisch“ bezeichneten Kurganen treten dieselben Probleme auf, welche schon bei der Verwendung des Terminus „skythisch“ angetönt wurden. Es handelt sich dabei um ein relativ unspezifisches Ethnonym aus dem Persischen.[63] Im Folgenden wird sakisch in Bezug auf eine bestimmte Grabhügelkategorie verwendet, da diese den sakischen Kurganen und Grosskurganen aus Semireč'e (Siebenstromland) stark ähneln. Die sakische Sachkultur im Südosten Kasachstans datiert in die Zeit zwischen dem 7./6. Jahrhundert v. Chr. und dem 3. Jahrhundert v. Chr.[64] Die sakischen Kurgane sind im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet. Der Hügel besteht bei diesen Monumenten nicht aus einer Setzung oder Aufschüttung von kantigen Steinen sondern aus einer Mischung von Kieseln, gerundeten Steinen und Erde von der Flussterrasse. Die Hügelstruktur ist generell höher als bei skythischen Kurganen und Keregsurmonumenten. Typisch ist das Profil der Aufschüttung, welches sich durch eine Abflachung der Spitze des Hügels auszeichnet, die ein ebenes Plateau bildet.

Die Verteilung der maximalen Durchmesser ist sehr homogen mit einer Auffälligkeit im rechten Randbereich (s. Abb. 4.21). Die Hauptgruppe, welche 89.5% der Monumente dieser Kategorie umfasst, verfügt über einen Durchmesser des Hügels von zwischen 15.5 m und 34.1 m. Ausserhalb dieses Bereichs steht eine Gruppe von sechs gigantischen Monumenten mit Durchmessern über 40 m. Der durchschnittliche maximale Durchmesser sakischer Kurgane im Untersuchungsgebiet beträgt 27.93 m (Median 26.8 m). Die Höhen dieser Kurgane liegen mit einem Durchschnitt von 1.79 m (Median 1.4 m) klar über denjenigen der skythischen (s. Abb. 4.22). Auch bei diesem Parameter sind einige Ausreisser nach oben bis zu einer Höhe von 6.5 m zu verzeichnen. Sowohl Durchmesser als auch Höhen lassen sich gut mit den Attributen der mittelgrossen Kurgane aus Issyk korrelieren.[65]

Die sakischen Kurgane weisen eine gewisse Variabilität in ihrer Konfiguration auf, die eine weitere Unterteilung dieser Kategorie geraten sein lässt (s. Abb. 4.23). Ein Beispiel für einen sakischen Kurgans des *Typs a)* findet sich in Abbildung 4.24. Die Identifikation dieser Art Monument bietet im Feld gewisse Schwierigkeiten. Der Steinring um den Hügel herum ist oftmals nur mit Mühe zu erkennen, da sich über die Zeit Humus über den Steinen abgelagert hat. Manchmal können die Steine

[63] P'jankov 1994
[64] Parzinger 2006, 659
[65] Gass 2011, 61-62

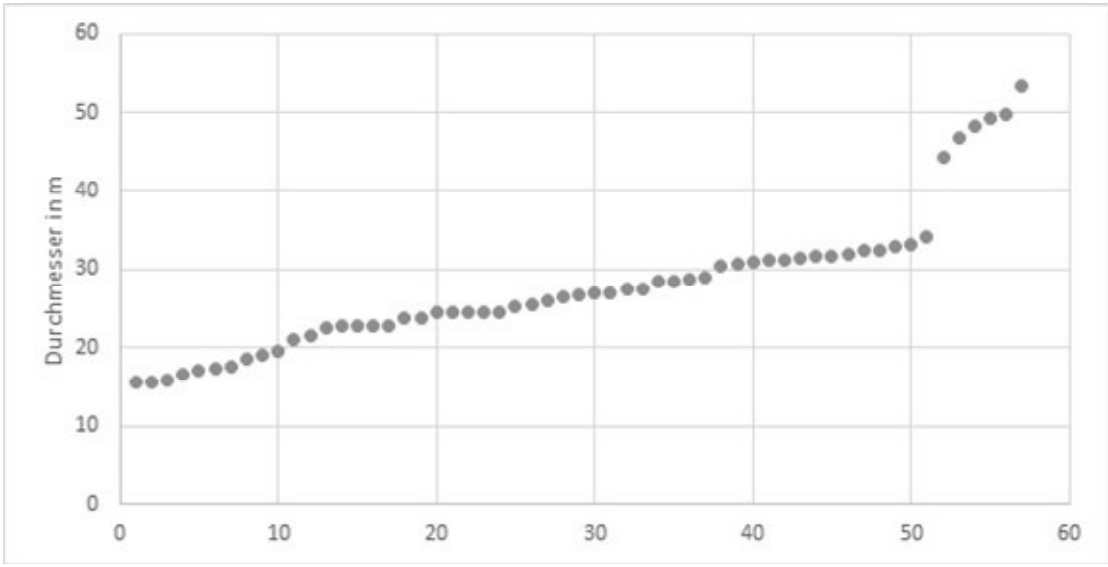

Abbildung 4.21: Verteilung der maximalen Hügeldurchmesser sakischer Kurgane in m

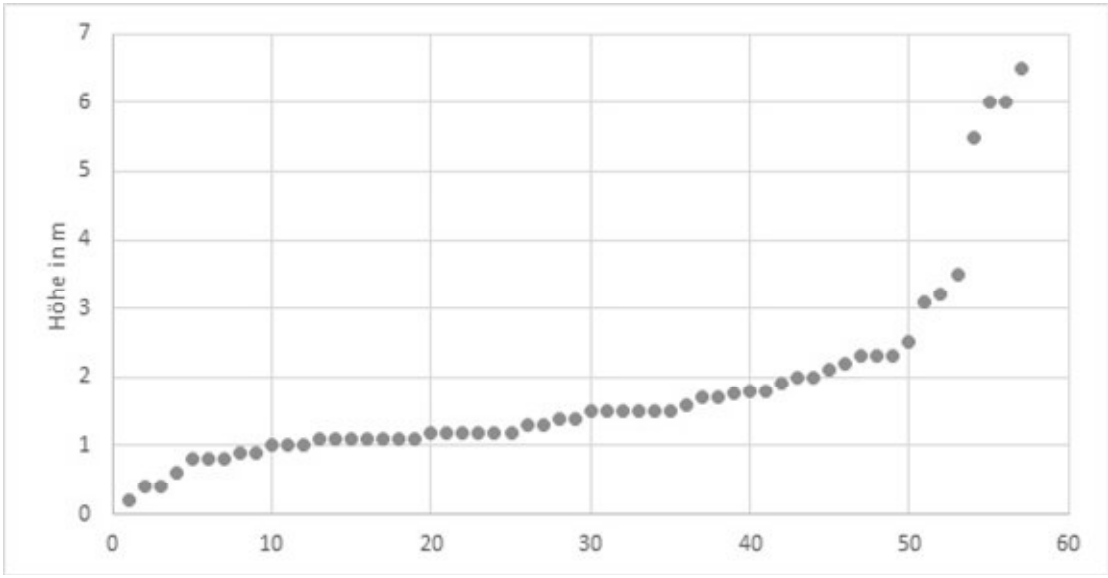

Abbildung 4.22: Verteilung der Höhen sakischer Kurgane in m

dicht unter der Oberfläche mit Kratzen sichtbar gemacht werden. In vielen Fällen liegen sie aber wohl tiefer. Damit kann die Zugehörigkeit eines Monumentes zu dieser Kategorie ohne Grabungslizenz nicht mehr festgestellt werden. Es ergibt sich jedoch eine interessante Parallele zu den zuvor besprochenen Fürstenkurganen. In einem Fall bestand der Steinkreis aus senkrecht in den Boden eingegrabenen Steinplatten ähnlich denen des skythischen Kurgans HT001020. Dies könnte auf eine Übernahme von Traditionen vom Beginn der älteren Eisenzeit hindeuten.



Abbildung 4.23: Schematische Darstellung von sakischen Kurganen

In einigen wenigen Fällen könnte aufgrund der Auffindung eines doppelten Steinkreises um den Hügel (beispielsweise HT007001) sogar von der Existenz eines sogenannten „Prozessionswegs“ ausgegangen werden: Dies sind in manchen Fällen richtiggehend gepflasterte Strassen, welche rund um den Hügel führen und mit Bordsteinen abgeschlossen werden.[66] Der Terminus „Prozessionswegs“ hat lediglich einen behelfsmässigen Charakter, da „es keinerlei Anhaltspunkte dafür gibt, dass dort Prozessionen oder ähnliche rituelle Handlungen stattfanden, obwohl eine rituelle Bedeutung mit grösster Wahrscheinlichkeit damit verbunden ist.“[67] Ob es sich allerdings nicht lediglich um einen doppelten Steinkreis handelt muss bis zur Durchführung von Ausgrabungen dahingestellt bleiben, Ansammlungen von kleineren Steinen im von den Ringen gebildeten Zwischenraum könnten jedoch darauf hindeuten (s. Abb. 4.25).

Typ b) umfasst die mächtigsten architektonischen Elemente des Untersuchungsgebietes, aber auch kleinere, welche sich im Rahmen der Durchmesser des Typs a) bewegen. Bei diesen Hügeln, welche eine Höhe von bis zu 6.5 m erreichen, tritt ein Kreisgraben um die Aufschüttung an die Stelle der steinernen Einfriedung. Es handelt sich hier eindeutig um Grabbauten, die den sakischen Grosskurganen aus dem Siebenstromland nahestehen.[68] Die strukturellen Ähnlichkeiten mit Typ a) sind jedoch so stark, dass die beiden zusammen behandelt werden müssen. Der äusserliche Aufbau der Monumente des Typs b) ähnelt stark denjenigen des Typs a) bezüglich der verwendeten Materialien (Kiesel, gerundete Steine, Erde) und des

[66] Gass 2011, 67
[67] Grass 2014, 95
[68] Gass 2014, 95



Abbildung 4.24: Kurgan HT036002 mit Erdhügel und Steinring



Abbildung 4.25: Kurgan HT007001 mit Erdhügel und doppeltem Steinring („Prozessionsweg“?)



Abbildung 4.26: Kurgan HT013026 mit Erdhügel und Kreisgraben



Abbildung 4.27: Kurgan HT043002 mit Erdhügel ohne Kreisgraben, Profil nach Süden hin sanft abfallend

Profils (abgeflachte Kuppe, normalerweise nach Süden ausgerichteter sanfterer Abhang). Es scheint fast als sei der Kreisgraben ein strukturelles Substitut für den Steinring. In manchen Fällen konnten sogar Steine innerhalb des Grabens lokalisiert werden, welche möglicherweise auf einen früher vorhandenen Steinring hindeuten. Dies könnte mit minimalinvasiven Ausgrabungen leicht überprüft werden. Abbildung 4.26 zeigt ein Beispiel eines sakischen Grosskurgans mit Kreisgraben.

Viele der Monumente konnten aufgrund ihrer Höhe nicht direkt vermessen werden. Um trotzdem ungefähre Durchmesser angeben zu können wurden jeweils vier GPS-Punkte rings um die Aufschüttung aufgenommen, um die Masse im GIS abzuleiten. Die Kreisgräben sind im Gelände nicht immer klar auszumachen, denn manchmal handelt es sich nur um eine minimale zirkuläre Vertiefung von 0.4 m Breite, die Kreisgräben um die grössten Monumente dieses Typs können aber bis zu 4.0 m breit und 0.9 m tief sein. Tabelle 4.3 zeigt die sich aufgrund ihrer enormen Grösse

Inventarnummer	ø N-S	ø O-W	Graben ø N-S	Graben ø O-W	Höhe
HT043005	44.3	42.4	52.6	51.8	2.2
HT013023	46.9	44.7	80.7	79.6	6.0
HT005002	48.0	48.2	62.8	62.2	3.5
HT005003	49.2	49.2	51.9	50.5	3.1
HT013042	49.8	49.8	81.8	85.2	6.5
HT013011	51.5	53.5	91.0	91.5	6.0

TABELLE 4.3: Keregsurähnliche Monumente mit Kreisgraben und Durchmesser > 40 m

von den anderen Keregsurmonumenten abhebenden Strukturen inklusive der Nord-Süd- und Ost-West-Durchmesser der Kreisgräben und der jeweiligen Höhen.

Innerhalb der Gräben wurden in einigen Fällen Steine entdeckt, was allenfalls auf eine Pflasterung im Sinne eines „Prozessionsweges“ hindeuten könnte. Diese Überlegung wird dadurch zusätzlich gestützt, dass viele Kreisgräben der grössten Monumente im Verhältnis 5:3 (Durchmesser des Kreisgrabens zu Durchmesser der Hügelaufschüttung) angelegt sind. Im Siebenstromland weisen die bekannten Grosskurgane mit „Prozessionsweg“ ein ebensolches Verhältnis zwischen den architektonischen Elementen auf.[69] Diese Ähnlichkeit ist eine weitere Parallele, die die Datierung - zumindest der grössten Monumente - des Typs b) in den späteren Abschnitt der älteren Eisenzeit suggeriert. Aufgrund äusserlicher Ähnlichkeiten der verwendeten Materialien, des Hügelprofils[70,71] und architektonischer Konstruktionsprinzipien ist also ein Zusammenhang mit sogenannten sakischen Grosskurganen aus dem Siebenstromland kaum von der Hand zu weisen. Dies würde einen Ansatz zwischen dem 6. und 3. vorchristlichen Jahrhundert vermuten lassen.[72]

Auch hier sollen - analog zu den skythischen Fürstenkurganen - die grössten Monumente kurz näher besprochen werden. HT013011 ist die mächtigste datierbare archäologische Struktur auf der Hochebene. Dieser sakische Grosskurgan liegt im Zentrum einer Site mit 28 sakischen Kurganen der Typen b) und c). Sein maximaler Durchmesser beträgt 53.5 m, der umgebende Ringgraben weist sogar einen Durchmesser von mehr als 90 m auf (s. Tab. 4.3). In die Kuppe eingetieft findet sich ein 12 m langer und 8 m breiter Graben, der wohl von Raubgräbern stammt. Westlich davon findet sich ein komplett zerstörtes Monument, welches sich möglicherweise auf den Kurgan bezogen haben könnte. Abgesehen von der

[69] Gass 2014, 96
[70] Parzinger 2006, Taf. 22-23
[71] Gass 2014, 95
[72] Parzinger 2006, 659-660

Einbindung in den weiträumigen Cluster aus anderen sakischen Kurganen konnten nur wenige periphere Strukturen detektiert werden. Dass diese wohl existiert haben, zeigt sich am im südlichen Teil der Site gelegenen Kurgan HT013042. Dieser ist mit knapp 50 m Durchmesser der zweitgrösste sakische Kurgan der Hochebene. In der Mitte der abgeflachten Kuppe findet sich eine Stele mit einer Höhe von 1.4 m. Östlich des Kurgans, knapp ausserhalb des Kreisgrabens, drängen sich elf kleine ovale Gräber und Steinkreise, welche klar auf die Hauptaufschüttung Bezug nehmen. In anderen Fällen können solche Strukturen nur noch vermutet werden, da dieser Teil der Hochebene zu den agrarisch am stärksten beanspruchten Gebieten gehörte. Auch HT013023 gehört mit einem maximalen Durchmesser von 46.7 m zu dieser Site. Weitere sakische Kurgane, beispielsweise HT013026, HT013033, HT013035, HT013036 und HT013041, reichen bezüglich der Durchmesser ihres Kreisgrabens beinahe an die grössten Monumente heran. Abgesehen vom Fehlen der peripheren Strukturen sind die meisten Kurgane in einem hervorragenden Zustand. Der Cluster selbst (s. Abb. 4.28) bildet mit mehr als zwei Kilometern Länge das optisch auffälligste archäologische Merkmal der Hochebene. Die monumentalen Strukturen, die sich im Zentrum der Ebene, in nordöstlicher Richtung erstrecken, sind weithin sichtbar. Es kann davon ausgegangen werden, dass, während des jüngeren Abschnitts der älteren Eisenzeit, diese Site das sepulkrale und vielleicht auch das rituelle Zentrum dieser Landschaft darstellte. Die sakischen Grosskurgane stellen klare Landmarken dar, welche innerhalb der flachen Ebene zu einem dominanten Merkmal werden (s. Abb. 4.29).

HT005002 und HT005003 mit maximalen Durchmessern von 48.2 m respektive 49.2 m gehören zu einem einer Site von vier sakischen Kurganen im Norden der Hochebene (s. Abb. 4.30). Während HT005002 wahrscheinlich beraubt ist, sind HT005003 sowie die beiden anderen Kurgane gut erhalten geblieben. Wiederum fehlen periphere Strukturen und wiederum richtet sich der Cluster in ungefährer nordöstlicher Richtung aus.

HT043005 mit über 44 m Durchmesser ist der zentrale Kurgan einer nordöstlich ausgerichteten Kette von insgesamt sieben Hügeln. HT043005 verfügt über zwei kleine Steinkreise im Osten innerhalb des Kreisgrabens, ansonsten sind keine peripheren Strukturen vorhanden. Die gesamte Site liegt auf einem leicht abschüssigen Hügelkamm. Die Kreisgräben der Kurgane waren schwer bis unmöglich vom Boden aus wahrzunehmen. Ein Blick in die WorldView-2 Daten zeigte jedoch relativ klare Ringstrukturen um manche der Hügel herum. Die Aufreihung in ungefährer

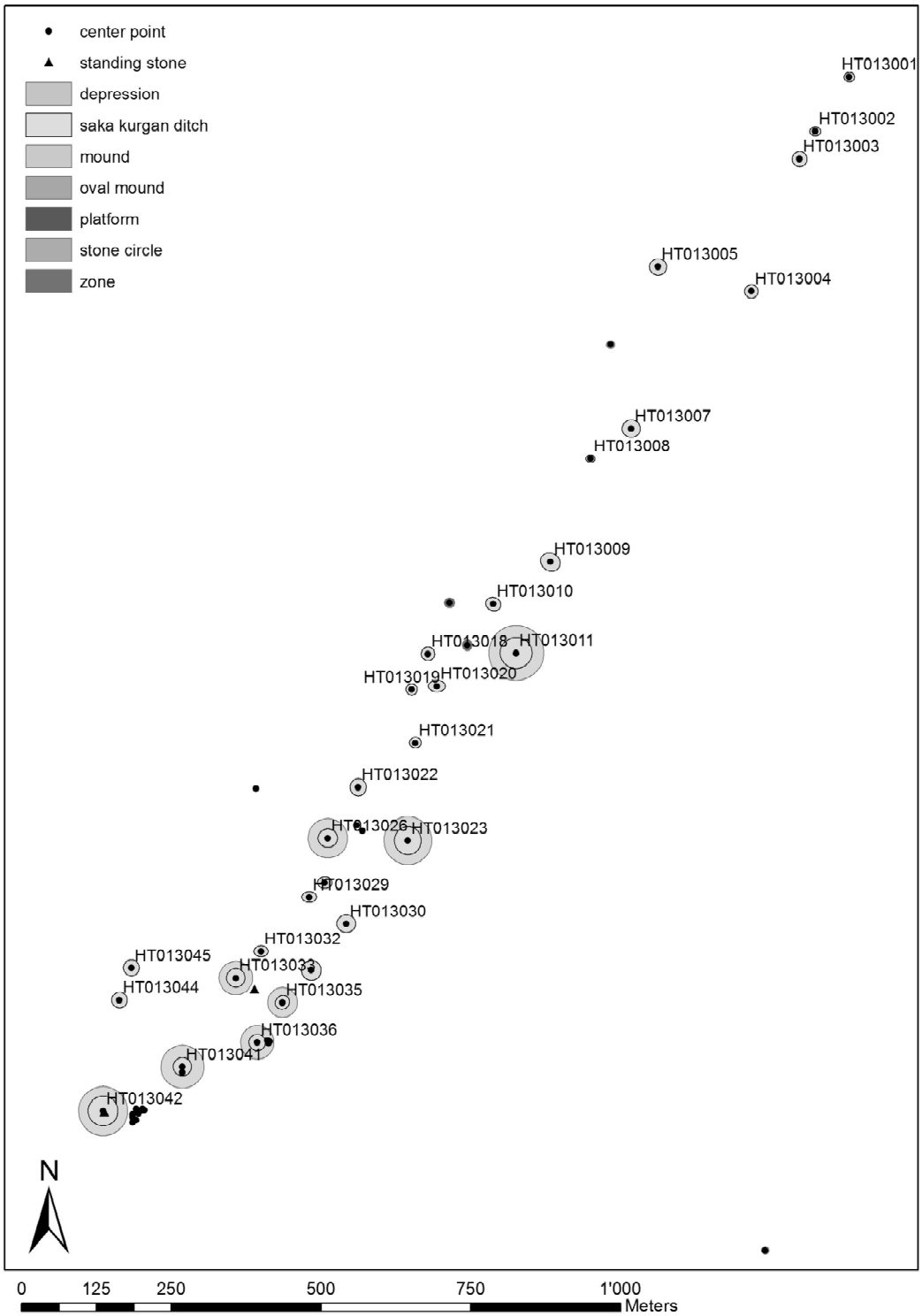

Abbildung 4.28: Cluster aus hauptsächlich sakischen Kurganen mit Ringgraben im Zentrum der Hochebene



Abbildung 4.29: Südteil der in Abb. 4.28 dargestellten Site mit sakischen Grosskurganen (HT013042 rechts im Bild mit Steinstele), Blick nach Süden

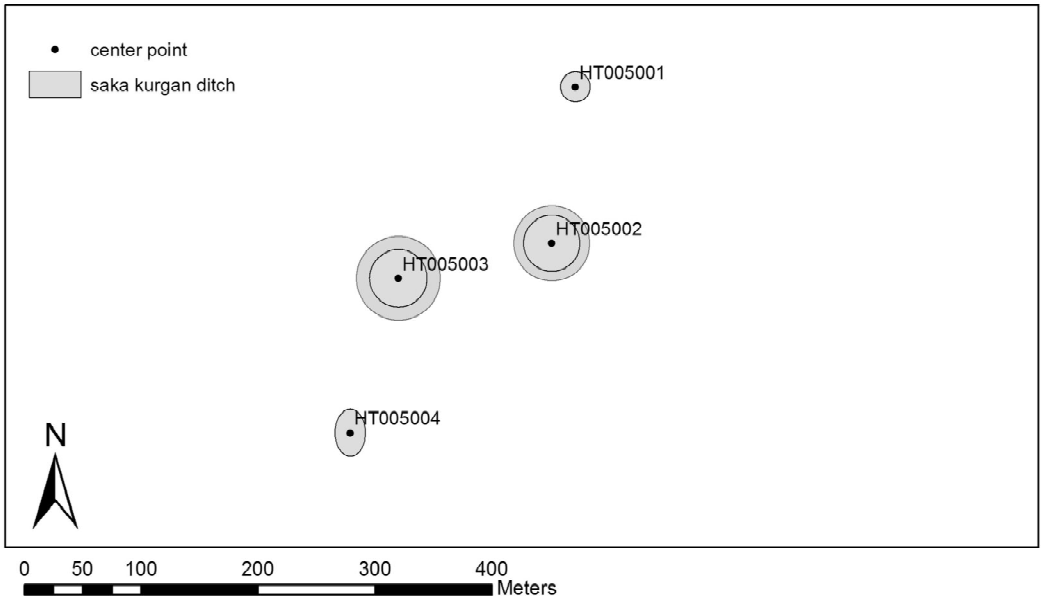

Abbildung 4.30: Cluster aus vier sakischen Kurganen im Norden der Hochebene

Nord-Süd-Achse ist nicht nur von den skythischen Kurganen her bekannt, sondern es gibt auch hier Vergleichsbeispiele aus dem Siebenstromland.[73]

Typ c) schliesslich umfasst alle Monumente welche zwar in Aufbau, Materialien und Profil der Aufschüttung den Typen a) und b) entsprechen, jedoch entweder nur über einen eng an der Aufschüttung liegenden, sehr schmalen Kreisgraben oder über gar keine solche Rundstruktur verfügen (s. Abb. 4.27). Für die Exemplare mit schmalem Kreisgraben am Fuss des Hügels ergibt sich eine Vergleichsmöglichkeit

[73] Parzinger 2006, Taf. 23

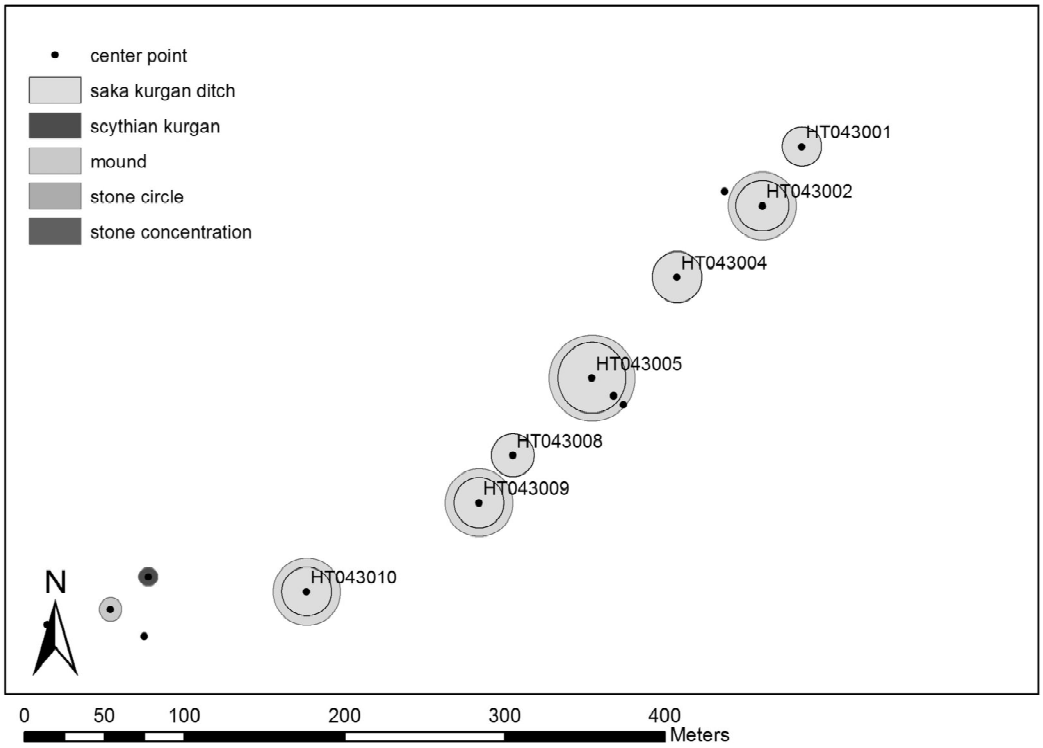

Abbildung 4.31: Kette aus sieben sakischen Kurganen im Nordenwesten der Hochebene

aus dem bereits zuvor zitierten Grabungsbericht des Archäologischen Instituts Xinjiangs zu den Grabungen in der Tuwa Xincun Nekropole. *Grab M1* hatte einen Durchmesser der zentralen Aufschüttung von 17 m, die Höhe des Hügels betrug 1 m und entspricht damit sehr gut einigen Kurganen des Typs c). Der Hügel war von einem Kreisgraben umgeben, der einen Durchmesser von 23 m aufwies und 0.5 m tief war. Die Aufschüttung bestand aus drei Schichten: Die erste direkt über der Grabkammer bestand aus einer Mischung aus Löss und steinigem Material, welches beim Ausheben der Kammer angefallen war. Die zweite Schicht bestand aus reinem Löss. Danach wurde um den Hügel ein Kreis mit grösseren Steinen gelegt, unter denen sich auch ein Hirschstein mit einem Panther- oder Tigermotiv im skytischen Tierstil befand. Ob der Hirschstein *in situ* war oder als Spolie verbaut wurde, geht aus dem Bericht leider nicht hervor. Die dritte Schicht, welche sowohl Hügel als auch Steinkreis überdeckte, bestand aus einer Mischung von Löss und Kies; sehr ähnlich also zu den äusseren Schichten der hier besprochenen Monumente. Unter der Aufschüttung fand sich eine zerstörte zweigeteilte Grabkammer mit grob ost-westlicher Ausrichtung. Im östlichen Abschnitt fand sich ein Pferdeskelett ohne Schädel. Im westlichen Abschnitt bildete eine Anzahl von Steinplatten eine

Steinkiste von 1.75 m Länge, 0.85 m Breite und 0.8 m Tiefe. In der nordwestlichen Ecke wurden zwei beschädigte, menschliche Schädel entdeckt, die wohl bei der Beraubung aus dem Sarg geworfen worden waren. Des weiteren wurden zwei aus Bronze gegossene Hirschköpfe und eine pferdeförmige Gewandapplik ausgegraben. Das Grab datiert nach den Angaben der Ausgräber in die ausgehende Bronzezeit respektive die ältere Eisenzeit.[74]

Diese Frühdatierung würde allerdings die Annahme widerlegen, dass es sich bei den Kurganen um sakenzeitliche Monumente im herkömmlichen Sinn handelt. Während bei der Datierung der Grosskurgane mit Kreisgraben in den jüngeren Abschnitt der älteren Eisenzeit kaum Zweifel bestehen können, so ist es doch vorstellbar, dass Vorformen dieser Monumente bereits zu Beginn der Eisenzeit im Altaigebirge aufkamen. Aufgrund der Vergleiche würde also Typ c) die älteste und Typ b) die jüngste Spielart dieser Monumentkategorie darstellen. Allenfalls wäre es möglich die sakischen Kurgane mit Steinkreis über ihre ähnlichen architektonische Elemente (d.h. ein aus senkrecht stehenden, eingegrabenen Steinplatten bestehender Ring um die zentrale Aufschüttung) mit den skythischen Kurganen zu korrelieren. Dies würde eine Datierung des Typs a) mit steinernem Kreisring in die Lücke zwischen dem Übergang der Spätbronzezeit in die frühe Eisenzeit und dem Beginn der Sakenzeit erlauben. Diese vermutete Entwicklung ist allerdings eine reine Hypothese, denn eine längere Laufzeit einzelner Typen oder die Gleichzeitigkeit mehrerer Grabformen ist ebenso eine valable Möglichkeit.

Die hier zugewiesenen Datierungen basieren allein auf der Grabarchitektur einzelner Monumente, sie lassen also Kontext und Bezugnahme auf andere archäologische Strukturen ausser Acht. Insbesondere für Monumente des Typs c) müssen die Datierungshypothesen kontextabhängig bewertet werden.[75]

[74] Yu u. a. 2014

[75] In Abbildung 4.31 beispielsweise datieren die zwischen den Kurganen mit Kreisgraben befindlichen Hügel mit hoher Wahrscheinlichkeit ebenfalls in die sakische Zeit.

4.3.4 Alttürkenzeitliche Memorialkomplexe

Ogradki oder auch „alttürkische Einfriedungen“ sind flache oder ebenerdige Monumente, welche von senkrecht im Boden eingegrabenen Steinplatten quadratisch oder rechteckig eingefriedet werden.[76] Zumeist sind sie nord-südlich ausgerichtet und treten sowohl vereinzelt als auch in Gruppen auf (s. Abb. 4.34). Im Osten der Strukturen finden sich oft, aber nicht durchgehend, aufgerichtete Steine oder Stelen. Der erste solche Stein kann direkt neben oder noch auf der Struktur selbst stehen. Im nördlichen Altai können diese rechtwinklig anstehenden Linien von aufrechten Steinen bis zu 200 m lang werden und aus über 90 einzelnen Stelen bestehen.[77] Den alttürkischen Einfriedungen wird oft eine Gedenkfunktion zugewiesen, weshalb sie auch als Memorialkomplexe angesprochen werden.[78] Ausgrabungen deuten darauf hin, dass sie Gruben markieren, an denen möglicherweise Libationsrituale durchgeführt wurden. Es wurden auch Reste von Pfählen gefunden, welche auf die rituelle Aufrichtung junger Bäume hindeuten sollen.[79,80] Abbildung 4.32 zeigt eine solche alttürkische Einfriedung in gutem Erhaltungszustand mit einer gleich an die äussere Begrenzung anschliessenden Stele.

Die geringfügig jüngere Quelle *Zhoushu* (周书) aus der Tang Dynastie beschreibt unter anderem alttürkische Riten nach der Bestattung und gewährt damit direktere Einblicke in die Riten und Symbolik rund um die Konstruktion dieser Strukturen:

> „Am Begräbnistage brachten die Verwandten wieder Opfergaben dar, ritten (um das Grab) und ritzten ihr Gesicht. Dir ganze Zeremonie war genau so wie am Tage des Todes. Nach dem Begräbnis schichteten sie Steine auf und stellten einen (Gedenk-) Mast darauf; die Zahl der Steine richtete sich jeweils nach der Zahlr der Menschen, die der Verstorbene im Leben getötet hatte. Dann hängten sie die ganzen Köpfe der geopferten Schafe und Pferde auf den Mast.“[81]

Im Untersuchungsgebiet wurden 32 Ogradka kartiert, die meisten davon mit nur einer oder keiner Stele. Nur vier dieser Strukturen hatten drei oder maximal bis

[76] Bourgeois 1999, 79
[77] Gheyle 2009, 209
[78] Stark 2008, 109
[79] Gheyle 2009, 209-210
[80] Stark 2008, 113
[81] Liu 1958, 9-10



Abbildung 4.32: Ogradka HT018024 mit einer kleinen Stele, Einfriedung 4.5 m x 4.6 m, Blick nach Osten

Anzahl Stelen	0	1	2	≥3
Anzahl Ogradka	20	6	2	4

Tabelle 4.4: Anzahl der mit Ogradka assoziierten Stelen

zu fünf Stelen (s. Tab. 4.4) Keine der kartierten Stelen wies irgendwelche Spuren der Bearbeitung oder gar eine elaborierte anthropomorphe Form auf, wie sie aus anderen Teilen des Altai,[82] aber auch aus der Region selbst bekannt sind. Eine grössere Anzahl von anthropomorphen türkenzeitlichen Stelen ist aus der Umgebung abtransportiert und wenig südlich des Kanassees als Touristenattraktion wieder aufgestellt worden. Es ist durchaus möglich, dass sich darunter auch Stelen aus der Hochebene befanden.

Die meisten Ogradka im Untersuchungsgebiet treten isoliert auf. Sie können aber auch in eng aneinander gebauten nord-südwärts verlaufenden Reihen von bis zu fünf einzelnen Strukturen angetroffen werden. Die Einfriedungen datieren in die Zeit von 500 bis 900 n. Chr.[83]

[82] Gheyle 2009, 240-246
[83] Gheyle 2009, 209

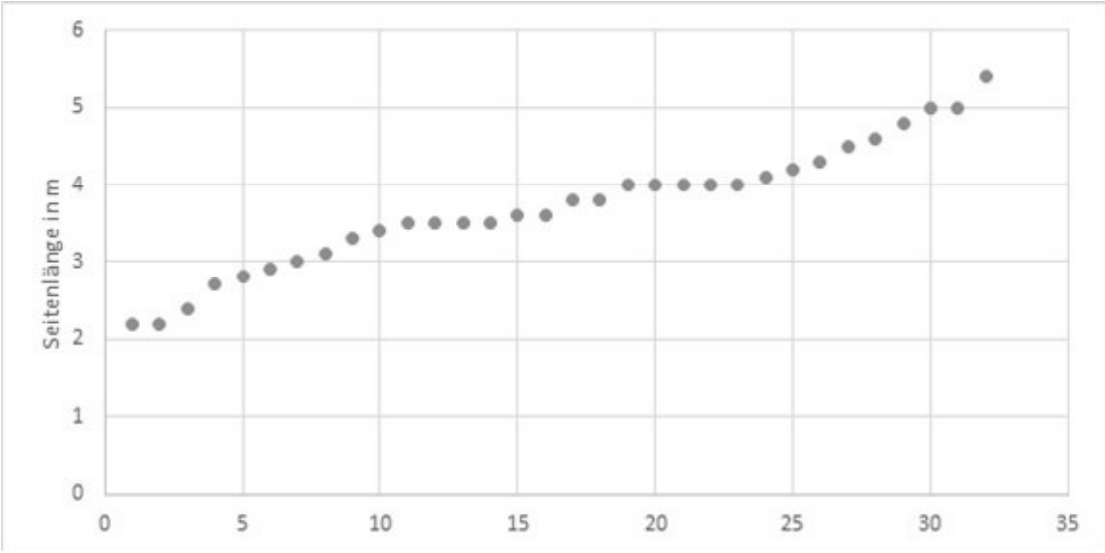

Abbildung 4.33: Verteilung der maximalen Seitenlängen alttürkenzeitlicher Memorialkomplexe

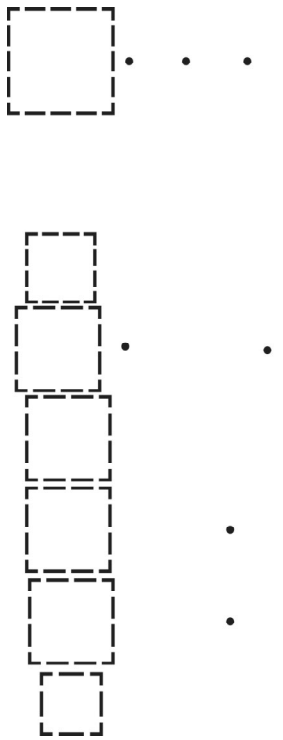

Abbildung 4.34: Schematische Darstellung alttürkischer Memorialkomplexe Oben: Isoliertes Monument (bspw. HT018029); Unten: Akkumulation von Einfriedungen mit nord-südlicher Ausrichtung (bspw. HT010029-HT010038)

Die meisten Einfriedungen sind annähernd quadratisch. Die Seitenlängen bewegen sich zwischen etwas mehr als 2 m und knapp über 5 m (s. Abb. 4.33). Dabei korreliert die Grösse der Einfriedung mit der Anzahl der aufrecht stehenden Steine. HT001060 am rechten Rand der Verteilung misst 5.4 in Nord-Süd-Richtung, 5.1 m in Ost-West-Richtung und wird durch vier stehende Steine im Osten ergänzt. Monument HT001083 mit den Massen 5 m (Nord-Süd), 4.1 m (Ost-West)verfügt über fünf Stelen an seiner Ostseite.

Stark unterscheidet zwei Gruppen dieser Denkmalsgattung. Die erste umfasst „Einfache Anlagen bescheidenen Ausmasses, deren Hauptbestandteil quadratische bis rechteckige, aus wenigen hochkant gestellten Platten gebildete Einfriedungen darstellen.“[84] Die zweite Gruppe besteht aus grösseren „Anlagen, die über Wall und Graben verfügen, welche einen zentralen Platz mit einer oder mehreren Einfriedungen bilden,“[85] diese sind jedoch in erster Linie aus der Mongolei bekannt und nur wenige Exempel lassen sich in Südsibirien lokalisieren.[86] Die Memorialkomplexe des Untersuchungsgebietes lassen sich ausnahmslos der ersten Gruppe zuordnen. Die Anwendung feinerer Einteilungen und Typologien wie sie beispielsweise von Kubarev[87] entwickelt wurden, ergibt bei der hier analysierten Auswahl von Monumenten wenig Sinn. Da es sich ausschliesslich um einfache Konstruktionen handelt ist davon auszugehen, dass diese den unteren und mittleren Schichten der alttürkischen Gesellschaft zuzuweisen wären.[88]

Die während des Surveys separat aufgenommenen, als „Steinkisten“ bezeichneten Strukturen können möglicherweise auch in die Kategorie der alttürkischen Memorialkomplexe eingeordnet werden, allerdings muss dies vorerst eine Vermutung bleiben.[89]

[84] Stark 2008, 113
[85] Stark 2008, 113
[86] Stark 2008, 113
[87] Stark 2008, 114
[88] Stark 2008, 113
[89] Stark 2008, 121

4.3.5 Pseudoarchitektur

Als Pseudoarchitektur wurden einige wenige Steinsetzungen beschrieben, welchen keine offensichtliche sepulkrale Funktion zugewiesen werden kann, und die in gewisser Hinsicht Hausgrundrissen ähnlich sehen. Selbst in der russischen Literatur ist anscheinend sehr wenig über diese Strukturen zu erfahren und so verfügen wir momentan weder über eine gesicherte Datierung noch über gut begründete Funktionszuweisungen.[90]

Aufgrund der räumlichen Korrelation mit Keregsurmonumenten im nördlichen Altai wird eine Datierung in die Bronzezeit proponiert, allerdings nehmen die Strukturen nicht aufeinander Bezug. Sie treten lediglich häufiger zusammen auf.[91] Im Sinne einer möglichen Funktionszuweisung wurden diese Steinsetzungen auch als Wohnstätte für die Toten (*dwelling*) bezeichnet.[92] Da aber in den wenigen Fällen, in denen solche Strukturen ausgegraben wurden,[93] keinerlei Begräbnisse entdeckt wurden, bleibt diese Funktionszuweisung eine reine Hypothese. Ebenso denkbar und archäologisch wesentlich vielversprechender wäre es, wenn es sich bei diesen rechteckigen Steinsetzungen um effektive bronzezeitliche Behausungen handelte. Aber auch hierfür liegen derzeit keinerlei Beweise vor.

Während des Surveys wurden sechs solcher Strukturen kartiert. Sie sind bei weitem nicht so verbreitet wie im Yustid Tal im russischen Altai[94] und treten auch nicht in räumlicher Nähe zu Keregsurmonumenten auf. Abgesehen von HT008001 und HT008030, welche sich in den Kontext eines späteisenzeitlichen Gräberfeldes einfügen (s. Abb. 4.36), finden sich diese Steinsetzungen alle relativ isoliert. Die Strukturen können sowohl beinahe quadratisch sein, wie auch aus längeren Rechtecken bestehen (s. Tab. 4.5). Die grösste pseudoarchitektonische Steinsetzung befindet sich innerhalb der ausgedehnten Ansammlung von archäologischen Strukturen im Nordosten der Hochebene und misst 15.7 in ostwestlicher und 9.8 m in nordsüdlicher Richtung (HT001078). Die Struktur ist grob mit den Seiten zu den vier Himmelsrichtungen ausgerichtet. Sie weist ausserdem eine interne Organisation mittels weiterer Steinreihen und Steinakkumulationen auf. Auch HT008030 weist eine interne Struktur aus vier etwa 0.5 m langen Steinplatten auf, die rechtwinklig zueinander stehend in den Boden eingegraben wurden (s. Abb. 4.35).

[90] Gheyle 2009, 216-221
[91] Gheyle 2009, 217
[92] Jacobson-Tepfer 2008, 33
[93] Surazakov 1988, Abb. 9
[94] Gheyle 2009, 219



Abbildung 4.35: Pseudoarchitektonische Steinsetzung HT008030, nordsüdliche Ausdehnung 7.7 m, ostwestlich Ausdehnung 7.0 m, Blick nach Süden

Inventarnummer	Länge N-S	Länge O-W
HT001078	9.8	15.7
HT001142	5.8	5.6
HT008001	5.3	4.9
HT008030	7.7	7.0
HT027001	6.0	6.3
HT040001	7.9	6.6

Tabelle 4.5: Pseudoarchitektonische Strukturen

Bei den restlichen pseudoarchitektonischen Strukturen handelt es sich um einfache Rechtecke, teilweise mit Unterbrüchen in den Steinsetzungen, welche als Eingänge interpretiert werden könnten. Bezüglich dieser Strukturen besteht klarer Forschungsbedarf. Insbesondere sorgfältige Ausgrabungen, inklusive der Schlämmung sämtlichen Materials, könnte hier zu interessanten Resultaten und einer Erweiterung unseres Wissen bezüglich der Datierung dieser Strukturen führen. Vorläufig sind die Kenntnisse jedoch zu fragmentarisch, um die Strukturen sinnvoll in eine diachrone landschaftsarchäologische Analyse einzubeziehen.

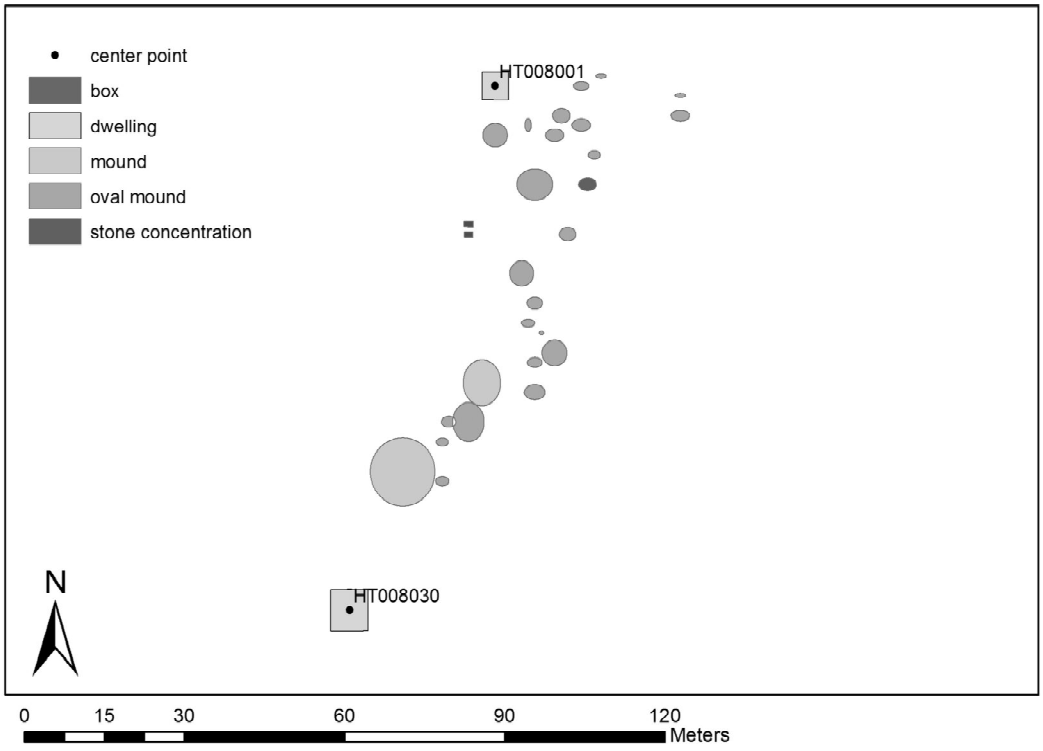

Abbildung 4.36: Pseudoarchitektonische Steinsetzungen HT008030 und HT008001 im Kontext eines späteisenzeitlichen Gräberfeldes

Art	Anzahl	Prozent
flach, steinig	125	68.7%
ø < 2.5 m, steinig	20	11.0%
flach, grosse Steine (> 0.3 m)	18	9.9%
flach, grasig	15	8.2%
hoch, steinig	3	1.7%
HT016001	1	0.5%
	182	100%

TABELLE 4.6: Eine mögliche Aufteilung der Kategorie der nicht klassifizierten Tumuli anhand von Baumaterialien und Grösse

4.3.6 Tumuli

Der Begriff Tumulus markierte während des Surveys eine unspezifische Klassifikation von Hügelmonumenten, welche aufgrund ihrer Lage und ihres marginalen oder nicht vorhandenen Kontextes keiner der obigen Kategorien zugeordnet werden konnten. Die Kategorie ist mit 182 kartierten Strukturen die umfangreichste und es ist wenig sinnvoll, diese einfach als unbekannt und deshalb nicht analysierbar zu apostrophieren. Eine weitere Untergliederung kann durchaus erfolgen und wird hier vorerst aufgrund der verwendeten Baumaterialien und der Grösse der Strukturen vorgenommen. Damit kann selbst dieser sonst wenig aussagekräftigen Kategorie ein gewisser interpretativer Nutzen abgewonnen werden (s. Tab. 4.6).

Der Hauptteil der Strukturen in dieser Monumentkategorie besteht aus aus Steinen und Kies aufgeschütteten, flachen Hügeln (68.7%). Isoliert können diese sowohl in die ältere Eisenzeit (skythisch) als auch türkenzeitlich datieren. Eine genauere Zuweisung können hier nur Anhand der Resultate von Ausgrabungen erfolgen. Mit 11.0% etwas weniger häufig vertreten sind kleine, flache Steinaufschüttungen mit einem Durchmesser von nicht mehr als 2 m. Diese könnten sowohl hunnosarmatischen Ursprungs sein, als auch in spätere Perioden datieren. Teilweise werden bis heute Gräber in dieser Form markiert. Weitere Hügelstrukturen (8.2%) sind aus Erde aufgebaut, weisen aber weder Kreisgräben noch das typische Hügelprofil sakischer Kurgane auf. Diese Hügelstrukturen konnten auch nach erneuter Analyse im Nachhinein keiner klarer definierten Periode zugewiesen werden.

Drei hohe, nicht erodierte Hügel sind wahrscheinlich modernen Datums. HT048001 und HT048002 liegen direkt nebeneinander und bestehen aus Sand, Kies und Bruchsteinen, wobei sich auch Ziegelbruch in dem Gemisch befindet. Es könnte sich um moderne Gräber handeln. HT049001 ist lediglich eine moderne Aufschüttung



Abbildung 4.37: HT012007 mit drei gut sichtbaren Ecksteinen und dem zentralen Tumulus aus groben flechtenüberzogenen Blöcken, Ost-West-Durchmesser 4.8 m, Nord-Süd-Durchmesser 4.2 m, Blick nach Norden, im Hintergrund HT012008 mit Ecksteinen und aufrecht eingegrabener Steinplatte

aus Kies, welche im Satellitenbild einem Grabhügel jedoch verblüffend ähnlich sieht.

Interessant gestaltet sich die Analyse von Hügeln, welche aus grossen Gesteinsbrocken errichtet wurden. Diese machen mit 18 Exemplaren noch gut 9.9% der gesamten Kategorie aus, wobei einige Strukturen auffällig hervortreten. Gheyle beschreibt in seiner Dissertation einen sogenannten *four-cornered mound*. Dies ist eine Struktur mit einem zentralen Tumulus und vier (manchmal auch weniger) klar mit grossen Steinen markierten „Ecken“. Häufiger im mongolischen als im kasachischen und russischen Altai anzutreffen, wurden diese zumeist isoliert oder in kleinen Gruppen auftretenden Strukturen in die Bronzezeit datiert.[95] Ein Beispiel für eine solche Struktur findet sich in Abbildung 4.37.

HT012007 findet sich in einer kleinen Gruppe von ähnlich aussehenden Strukturen, welche aber nicht über die charakteristischen Ecksteine verfügen (s. Abb. 4.38). Die Site befindet sich auf einem alluvialen Fächer im Nordwesten des Tals, weitab aller

[95] Gheyle 2008, 192

anderen archäologischen Strukturen. Die Durchmesser dieser flachen Tumuli beträgt zwischen 4.0 m und 9.4 m. Sie sind allesamt aus bis zu 0.6 m langen, archaisch anmutenden Blöcken errichtet. Die Steine sind stark sedimentiert, von Flechten überwachsen und zwischen ihnen wuchern Zwergsträucher. Diese Strukturen sind in den Satellitenbildern so gut wie unsichtbar und auch bei intensiver Begehung kann es vorkommen, dass solche Ansammlungen gerade im Bereich von Schwemmkegeln für natürliche Phänomene gehalten werden. Es kann keinesfalls dafür garantiert werden, dass diese Art Tumuli durch den Survey vollständig erfasst wurde. Der im gleichen Cluster befindliche Tumulus HT012004 weist zusätzlich zu einigen Ecksteinen eingegrabene, krude Steinplatten auf. Nicht alle Tumuli in diesem Cluster weisen exakt vier Ecksteine auf. Bei manchen können nur zwei identifiziert werden, andere bestehen zwar aus den gleichen groben Blöcken, haben jedoch eine ovale Form, ohne dass Eckstein hinzugefügt worden wären. Ähnliches ist aber auch aus dem russischen Altai bekannt, wo Tumuli mit vier Ecksteinen neben solchen mit nur zweien, unregelmässig angeordneten oder gar keinen anzutreffen sind.[96] Somit wird wohl die gesamte Site in die Bronzezeit zu datieren sein.

HT051002 verfügt zwar nur über zwei Ecksteine, wirkt aber bezüglich des Zustandes der Sedimentierung, Bedeckung von Flechten und der Grösse der verwendeten Steine sehr ähnlich wie die zuvor besprochene Site. Nordwestlich davon befinden sich die Reste eines Steinkreises aus dem gleichen Material. Ansonsten sind die beiden Strukturen isoliert.

HT052014 liegt völlig isoliert. Der flache Tumulus misst 2.2 m in ost-westlich und nord-südlicher Richtung, die Steine sind tief in den Boden gesunken und von Flechten bewachsen. Die vier Ecksteine sind deutlich sichtbar.

Keiner der Tumuli befand sich in der Nähe der kartierten Keregsurmonumente oder der pseudoarchitektonischen Strukturen, was eine direkte Assoziierung mit anderen bronzezeitlich oder vermutlich bronzezeitlich datierenden Hinterlassenschaften verunmöglicht.

HT016001 nimmt unter den archäologischen Hinterlassenschaften der Hochebene eine Sonderstellung ein. Es handelt sich mit Abstand um die grösste Hügelstruktur dieser Landschaftskammer, gewaltiger noch als die sakischen Grosskurgane. Die Aufschüttung wurde während des Surveys zunächst für einen natürlichen Hügel

[96] Gheyle 2008, Abb. 5.23

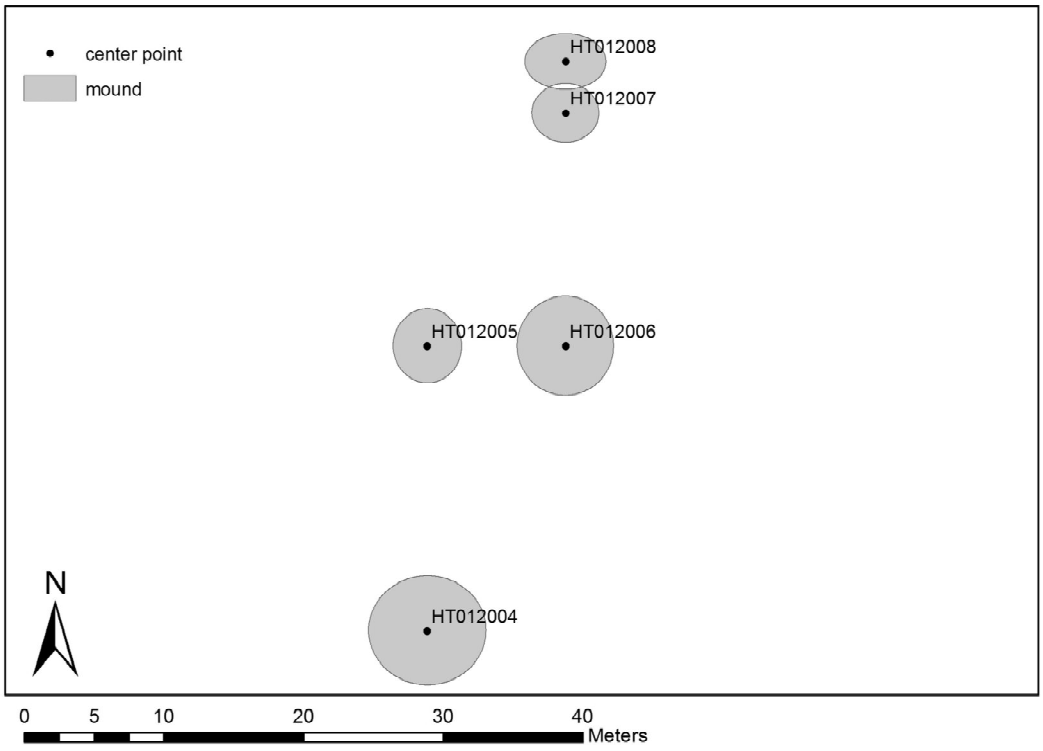

Abbildung 4.38: HT012007 *four-cornered mound* und der unmittelbare Kontext bestehend aus weiteren kleinen Tumuli

gehalten, aber bei der Betrachtung der Struktur in den WorldView-2 Daten wird schnell klar, dass die nicht der Fall ist (s. Abb. 4.39).

Der Tumulus ist leicht oval und noch Nordosten ausgerichtet. Der nordöstlich-südwestliche Durchmesser beträgt ungefähr 110 m, der nordwestlich-südöstliche Durchmesser beträgt etwa 90 m. Die Aufschüttung ist mehr als 10 m hoch (s. Abb. 4.40). Sie liegt relativ isoliert am Fuss der die Ebene begrenzenden, südlichen Bergkette und wird von zwei Bachläufen eingefasst.

Für diesen gigantischen Tumulus wurden bislang keine Vergleichsbeispiele in der Region gefunden. Bezüglich der Datierung kann also nur der unmittelbare Kontext zur näheren Bestimmung dienen. Auf dem Tumulus wurde eine Vielzahl von kleineren Strukturen kartiert (s. Abb. 4.41).

Der Cluster auf dem südlichen Teil des Tumulus besteht aus rezenten Gräbern, die aus Granitblöcken und teilweise aus quarzhaltigen Steinen aufgebaut sind. Es treten sowohl ovale, runde, wie auch rechteckige Strukturen auf. Die Steine sind kaum sedimentiert, in einigen Fällen findet sich noch verrottendes Holz zwischen den Steinen. Es darf also davon ausgegangen werden, dass diese Gräber in den

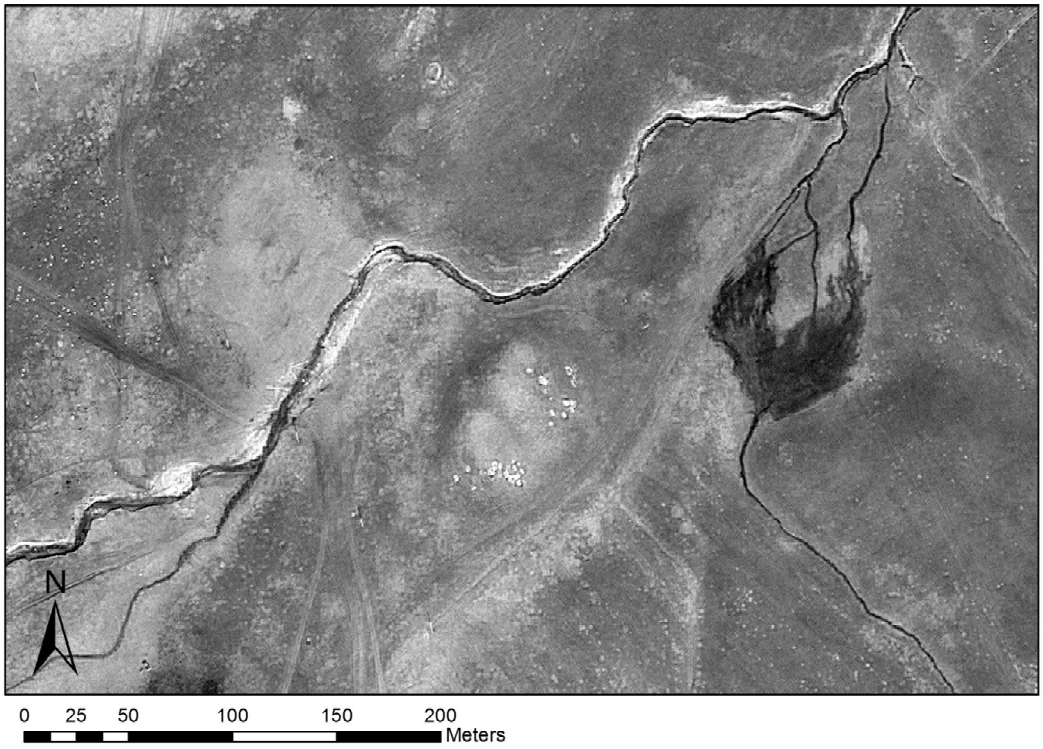

Abbildung 4.39: HT016001 in WorldView-2 Daten



Abbildung 4.40: HT016001, Blick nach Nordosten

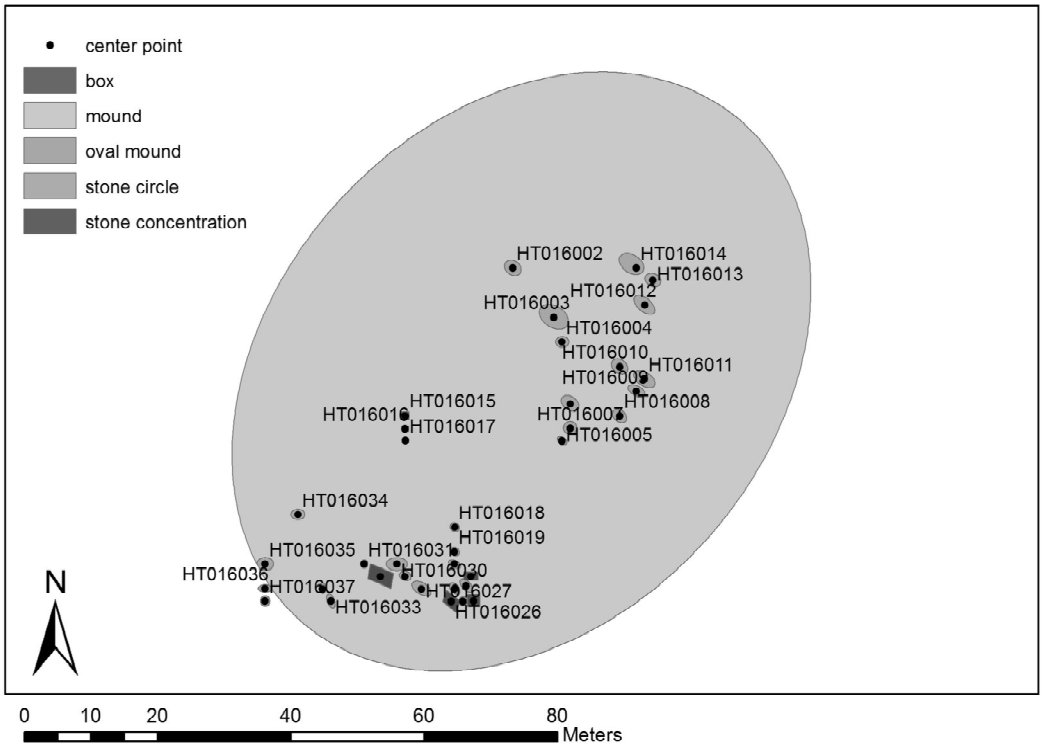

Abbildung 4.41: HT016001 und die kleineren Strukturen auf und unmittelbar neben dem Tumulus

letzten zweihundert Jahren errichtet wurden, was bei der Datierung von HT016001 nicht wesentlich weiterhilft.

Auf der Kuppe des Hügels findet sich eine Reihe von drei nord-südlich ausgerichteten einfachen Einfriedungen aus jeweils mehreren senkrecht eingegrabenen Steinplatten. Sie weisen alle Seitenlängen von nur knapp 1 m auf. Allenfalls könnte es sich hier um die einfachste Form alttürkischer Memorialstrukturen handeln[97] (s. Abschnitt 4.3.10). Ähnliche Strukturen wurden im chinesischen Altai auch im Zusammenhang mit anthropomorphen Steinstelen aufgefunden und in die Zeit zwischen dem 6. und 9. Jahrhundert datiert.[98]

Der Cluster im Nordosten des Tumulus weist ovale Hügelgräber auf. Die Steine sind sedimentiert. Die Gräber liegen bereits auf einem stärker geneigten Teil des Tumulus und sind teilweise erodiert. Sie lassen sich jedoch mit den Gräbern auf der Südseite bezüglich Baumaterial und Anordnung der Steine korrelieren.

[97] Stark 2008, 121
[98] Li 1962, 103-108

Der Tumulus müsste zumindest in die Alttürkenzeit datieren. Als Hypothese könnte man sowohl eine bronzezeitliche als auch eine ältereisenzeitliche Datierung vorschlagen. Für eine besser abgestützte zeitliche Einordnung sollten kleinere Ausgrabungen an HT016001 durchgeführt werden.

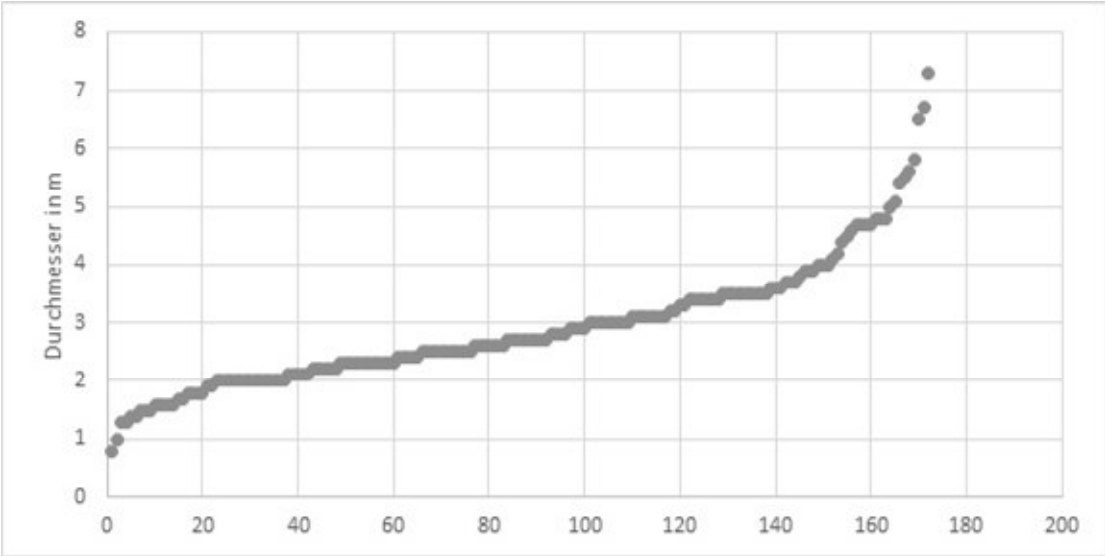

Abbildung 4.42: Verteilung der maximalen Durchmesser von ovalen Hügelstrukturen

4.3.7 Ovale Hügelstrukturen

Ovale Steinhäufungen treten im gesamten Untersuchungsgebiet und häufig in grösseren Gruppen auf. Sie bestehen ausschliesslich aus grösseren Steinen und weisen typischerweise etwa ein Achsenverhältnis von 2:3 auf. Abbildung 4.42 zeigt die Verteilung der längeren Achsen ovaler Hügelstrukturen. Diese maximalen Durchmesser betragen im Normalfall zwischen 1.0 m und 5.0 m, wobei einige Ausreisser nach oben festzustellen sind. Die grossen ovalen Strukturen wurden in erster Linie im Feld durch den Kontext vieler kleinerer ovaler Gräber dieser Kategorie zugeordnet. Der durchschnittliche ovale Steinhaufen ist 2.9 m lang (Median 2.7 m) und 2.1 m breit (Median 1.9 m). Insgesamt wurden 172 ovale Hügelstrukturen kartiert. Diese Monumentkategorie entspricht somit, nach jener der nicht näher definierten Tumuli, der umfangreichsten des gesamten Surveys.

Die Gräber können nach Baumaterialien und Konstruktion, das heisst nach Art und Anordnung der verwendeten Steine unterschieden werden. Allerdings ist diese Einteilung wenig sinnvoll, da sich zeigt, dass das Aussehen der Gräber innerhalb bestimmter Cluster jeweils relativ einheitlich ist, zwischen Clustern jedoch stark variieren kann. Da die Steine für den Bau dieser kleinen Gräber oft aus der unmittelbaren Umgebung stammen, hat der Ort an dem die Strukturen errichtet werden einen grossen Einfluss auf deren Erscheinungsbild.

Cluster	Anzahl ovale Gräber
HT013	10
HT048	12
HT054	14
HT045	14
HT058	15
HT008	23
HT016	26
HT017	47

TABELLE 4.7: Cluster von ≥ 10 ovalen Hügelstrukturen und die jeweilige Anzahl einzelner ovaler Gräber

Tabelle 4.7 zeigt die jeweiligen Cluster mit der Anzahl ihrer ovalen Gräber. Insgesamt finden sich acht Cluster, welche über mehr als vier dieser ovalen Hügelstrukturen verfügen. Da die einzelnen Sites über eigenständige Charakteristika dieser Kleinstrukturen verfügen, werden die Ansammlungen separat besprochen. Die Kontexte der kleineren Cluster oder vereinzelter Monumente tragen nur wenig zur Klärung der Zeitstellung bei, da sie praktisch undatierbar sind. Bei grösseren Akkumulationen sieht die Situation etwas besser aus, deshalb folgt hier eine genauere Beschreibung der Sites mit zehn oder mehr ovalen Steinhaufen.

Die Site HT017 weist insgesamt 47 ovale Steinhäufungen auf (s. Abb. 4.43). Die Ansammlung von Gräbern liegt, gut gegen andere Sites hin abgegrenzt, auf einem sich aus der Flussebene erhebenden, felsigen Hügel von etwa 500 m Länge und 300 m Breite mit nordwestlich-südöstlicher Ausrichtung der Längsachse. Die Strukturen reihen sich entlang des abgeflachten Hügelgrates auf. Die Gräber sind aus Bruchsteinen und Platten aus der Umgebung aufgebaut (s. Abb. 4.44). Die teilweise Anordnung zu nord-südlich ausgerichteten Reihen und die Grösse der Strukturen zwischen 2 m und 5 m könnte dafür sprechen, dass es sich hier um eine Site handelt, welche in die jüngere Eisenzeit zu datieren ist.[99]

Gräber ähnlicher Grösse fanden sich auch im Dorf Qie'ermuqieke (切尔木切克乡)[100] 20 km westlich der Stadt Altai. Es handelt sich jedoch um eine zwischen westlicher Handynastie (206 v. Chr. - 8 n. Chr.) und Tangdynastie (618-907 n. Chr.) durchgängig genutzte Nekropole mit unterschiedlichen Grabtypen, welche relativ schlecht publiziert wurde und deshalb nur grobe Hinweise bieten kann. Allerdings finden sich zwei der untersuchten Sites in erhöhter Lage auf felsigen

[99] Gheyle 2009, 187: 2. Jh. v. Chr. - 5. Jh. n. Chr.

[100] Ursprünglich als Ke'ermuqi (克尔木齐乡) ins Chinesische übertragen, lautet der Name heute offiziell wie oben transkribiert.

Hügeln, ähnlich zu den hier vorgestellten und scheinen somit eine ähnliche topographische Präferenz aufzuweisen.[101]

Die ovalen Grabstrukturen der Site HT016 liegen auf oder direkt neben dem gigantischen Tumulus HT016001 und wurden bereits bei dem Versuch, diesen zu datieren, kurz besprochen (s. Abb. 4.41). Sie verteilen sich grob auf zwei Cluster. Der nördliche mit 13 ovalen Gräbern ist teilweise stark erodiert. Die Gräber sind aus oval angeordneten Steinsetzungen von quarzhaltigem Gestein aufgebaut, in deren Mitte sich ein mit kleineren Steinen durchsetzter Hügel wölbt (s. Abb. 4.45). Der südliche Cluster ist in besserem Zustand und gleicht bezüglich des Baumaterials und der Morphologie in einigen Beispielen dem nördlichen. Er besteht ebenfalls aus 13 ovalen Strukturen. Einige davon sind noch kaum sedimentierte Steinhaufen, welche offensichtlich in die Neuzeit datieren. Zwischen den Blöcken einiger dieser jüngeren Gräber konnten Holzreste festgestellt werden, was die Vermutung bestätigt, dass es sich hier um einen wohl kasachischen Friedhof handelt.

Site HT008 besteht aus insgesamt 23 ovalen Gräbern (s. Abb. 4.36). Wie Site HT017 liegt Site HT008 erhöht auf einem Ausläufer der das Untersuchungsgebiet begrenzenden Bergzüge. Die Gräber sind unterschiedlich gross, verfügen jedoch über auffällige Gemeinsamkeiten. Bei den gut erhaltenen bildet ein kleiner irdener Hügel mit wenigen Steinen am Rand die Basis, darauf befindet sich eine ovale Setzung aus Bruchsteinen aus Granit. Innerhalb des Ovals befinden sich dunkle, scharfkantige Steine der Umgebung (s. Abb. 4.46).

Für diese Art Grab findet sich ein 2011 von A. Tishkin veröffentlichtes Vergleichsbeispiel aus dem russischen Altai. Der *Kurgan 51* der Site Ialoman-II mass 4.5 m im Durchmesser, die Grabgrube der etwa 20- bis 25-jährigen weiblichen Person war 1.8 m lang, 1.0 m breit und etwa 0.5 m tief und formte ein Oval in der Mitte des Hügels. Die Masse stimmen ausserordentlich gut mit den während des Surveys von Site HT008 aufgenommenen Daten überein. Die Grube war mit einer aus massiven Steinplatten bestehenden Kiste ausgestattet, über die längere Platten gelegt worden waren, um das Grab zu verschliessen. Die Frau war als rechter Hocker bestattet worden. Neben ihr fanden sich Fleischgaben, ein Bronzekessel und eine hölzerne Schale. Aufgrund der hervorragenden Erhaltungszustände

[101] Wang 1981: Die Publikation der Ausgrabungsergebnisse erfolgte aufgrund der Kulturrevolution erst knapp 20 Jahre nach den Feldforschungen. Abgesehen von einer groben Übersichtskarte sind keine genaueren Abbildungen der Grabarchitektur vorhanden, was eine Beurteilung erschwert.

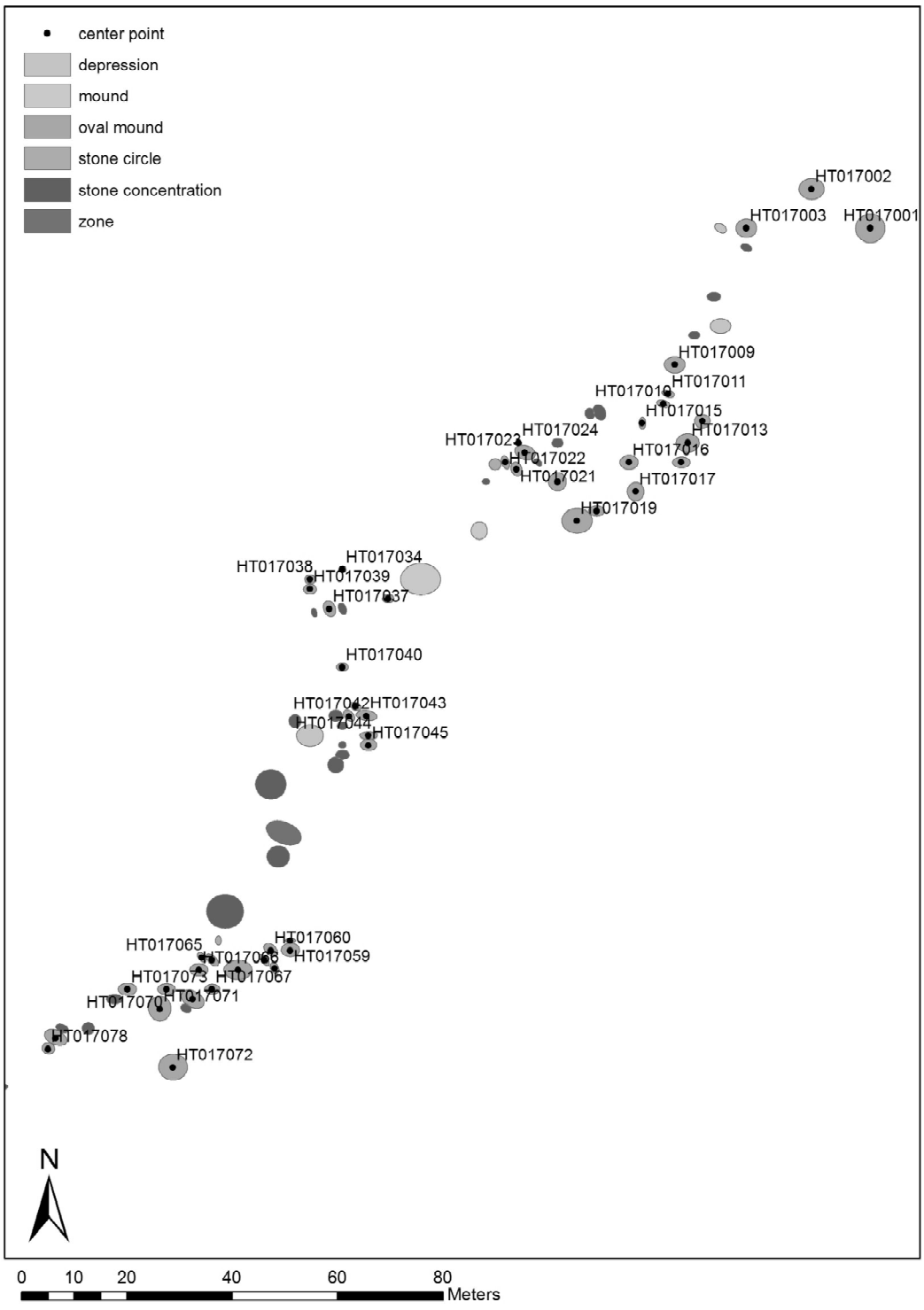

Abbildung 4.43: Site HT017 mit ovalen Hügelstrukturen entlang der Spitze eines aus der Ebene hervortretenden Hügels



Abbildung 4.44: Ovales Grab HT017016, 3.5 m Länge, 2.7 m Breite, Blick nach Süden

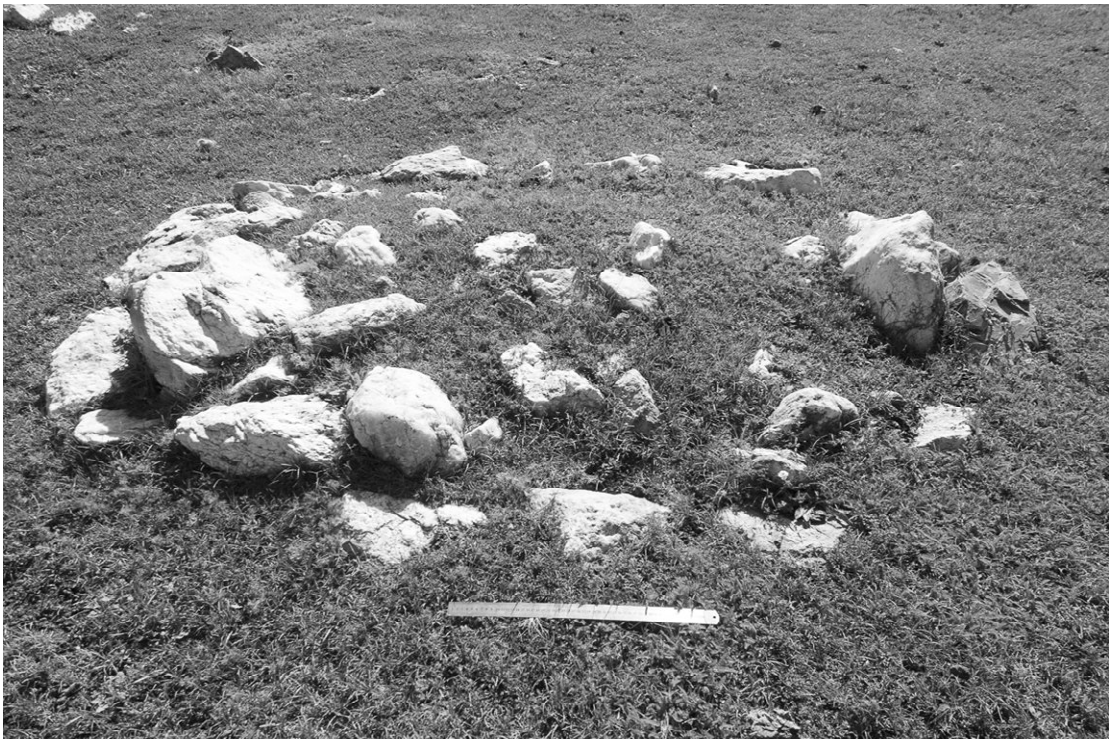

Abbildung 4.45: Ovales Grab HT016035, 2.5 m Länge, 2.0 m Breite



Abbildung 4.46: Ovales Grab HT008002, Hügel: 4.5 m Länge, 4.6 m Breite, Oval: 1.9 m Läng, 1.1 m Breite

konnten Teile der Kleidung (Kopfputz und Gürtel) vollständig rekonstruiert werden. Die Gürtelschnalle war aus Bronze: Durchbrochen gearbeitet, stellt sie eine sich windende Schlange dar.[102] Über der verschlossenen Steinkiste befanden sich zwischen mehreren Schichten von Steinen ein vollständiges Pferdeskelett.[103]

Vier verschiedene Gegenstände aus dem Grab wurden mittels ^{14} C-Methode untersucht. Ein Filzfragment ergab ein Alter von 2065 ± 35 Jahren, für die Holzschale wurde ein Alter von 2080 ± 35 Jahren bestimmt, ein Pferdeknochen wurde auf 2025 ± 35 Jahre datiert und ein Knochen des Skeletts ergab ein Alter von 1900 ± 60 Jahren.[104]

Insgesamt scheint es sehr wahrscheintlich, dass die gesamte Site HT008 in die hunno-sarmatische Zeit, also grob zwischen dem 2. Jh. v. Chr. und dem 5. Jh. n. Chr. datiert.

Site HT058 umfasst 15 ovale Gräber, die allesamt aus groben, scharfkantigen Bruchsteinen aufgebaut sind. Trotzdem sie sich in der Nähe von einem isolierten, möglicherweise eisenzeitlich datierenden Tumulus befinden, scheinen sie wesentlich

[102] Derart durchbrochen gearbeitete Bronzen, insbesondere Gürtelschnallen, gelten als Leitform der materiellen Hinterlassenschaften der Xiongnu
[103] Tishkin 2011, 540-549
[104] Tishkin 2011, 557

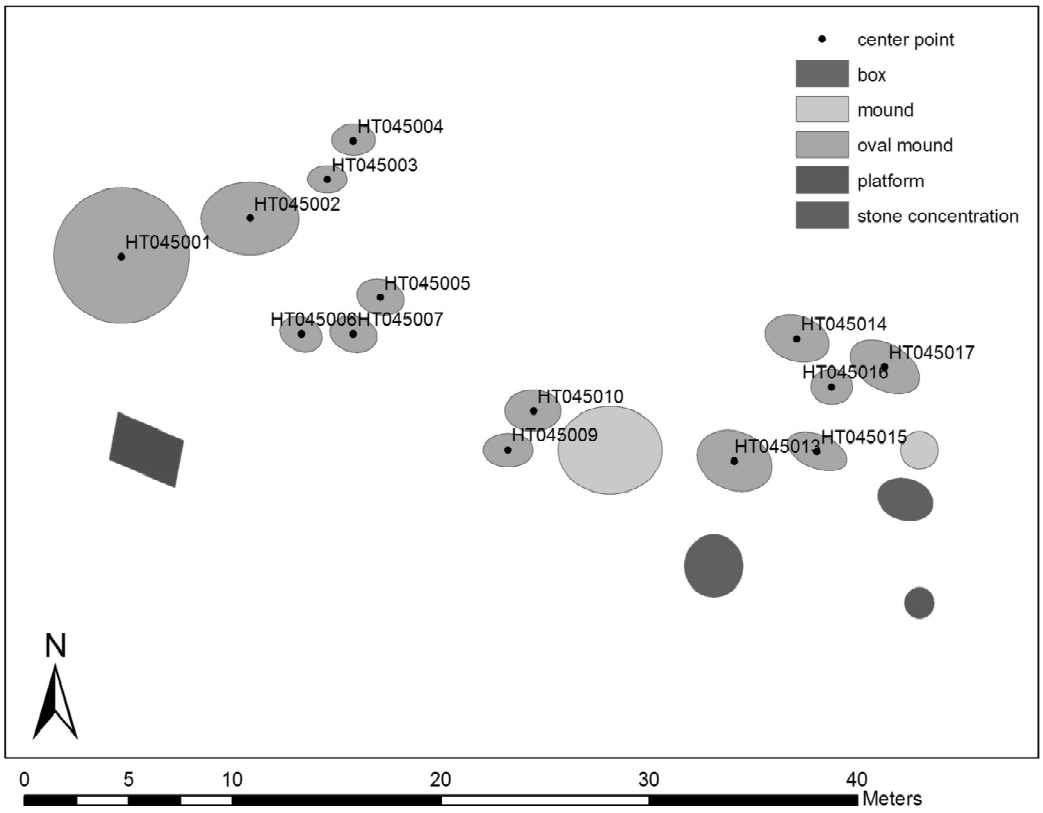

Abbildung 4.47: Site HT045

jüngeren Datums zu sein. In Hohlräumen zwischen den Steinen der Hügel befanden sich Reste von Pflöcken aus Holz. Damit können die ovalen Gräber der Site HT058 nicht viel älter ein paar hundert Jahre sein.

Site HT045 besteht aus 14 ovalen Gräbern und einigen zusätzlichen Steinkonzentrationen, sowie einem Tumulus in der Mitte (s. Abb. 4.47). Die ovalen Gräber bestehen aus leicht gerundeten Bruchsteinen verschiedenster Art. Es kann nicht wie bei HT008 von einer bewussten Selektion gesprochen werden (s. Abb. 4.48). Behelfsmässig könnte auch hier von einer hunno-sarmatischen Datierung ausgegangen werden, doch dies ist lediglich eine relativ unsichere Vermutung. Die Steine sind stark sedimentiert, die Gräber zum Teil durch landwirtschaftliche Arbeiten angegriffen, was gegen eine klar neuzeitliche Datierung spricht.

Site HT054 verfügt über 14 ovale Gräber im Kontext einer älteren Reihe von skythischen Kurganen, an welchen sich die Gräber orientieren (s. Abb. 4.49). Eine Datierungshypothese zu formen, gestaltet sich auch hier als einigermassen schwierig. Ähnlich wie bei Site HT045 befindet sich die Akkumulation von Gräbern in



Abbildung 4.48: Ovales Grab HT045017, 3.6 m Länge, 2.2 m Breite

der Ebene. Viele Gräber sind eingesunken und ähneln demjenigen in Abbildung 4.48. Einige der ovalen Strukturen sind jedoch bis zu 0.5 m hoch erhalten. Die Umgebung ist mit älteren Raubgrabtrichtern übersät, welche nicht kartiert wurden. Möglicherweise befanden sich anstelle dieser Vertiefungen ehemals ebenfalls ovale Gräber. Grundsätzlich scheint sich für die ovalen Strukturen der Site HT054 eine jüngere, nachtürkenzeitliche Datierung anzudienen. Die bleibt jedoch aufgrund der dünnen Beweislage eine Vermutung.

Site HT048 besteht aus 12 ovalen Gräbern, welche teilweise ovale Einfassungen des Hügels wie bei den Gräbern von Site HT008 aufweisen. Die Site befindet sich höher gelegen auf einem felsigen Hügel, ähnlich wie Site HT017 und Site HT008. Eine Datierung in die hunno-sarmatische Periode scheint aufgrund dieser Ähnlichkeiten wahrscheinlich. HT048001 fällt auf, weil es sich zwar um eine ovale Struktur handelt, diese jedoch aufgemauert ist und wohl in die Neuzeit datiert. Es ist gut möglich, dass es sich hierbei um ein sogenanntes *Ovoo* handelt.[105]

Die zehn ovalen Grabhügel der Site HT013 bestehen aus gerundeten Kieseln und Steinen bis 0.2 m Länge. Sie befinden sich alle im Osten eines sakischen Grosskurgans. Die meisten sind stark zerstört. Es könnte sich in einigen Fällen allenfalls auch um schlecht erhaltene Steinkreise oder Plattformen handeln. Allerdings gleichen die meisten Strukturen dem auf dem sakischen Kurgan HT013041 errichteten, ovalen Grab bezüglich der Grösse, der Ausrichtung und der verwendeten

[105] Gheyle 2009, 255: „An ovoo is a pile of rocks that has been raised over a period of many years or generations in honour of the indwelling spirit of the mountain, river, or spring where it appears.“

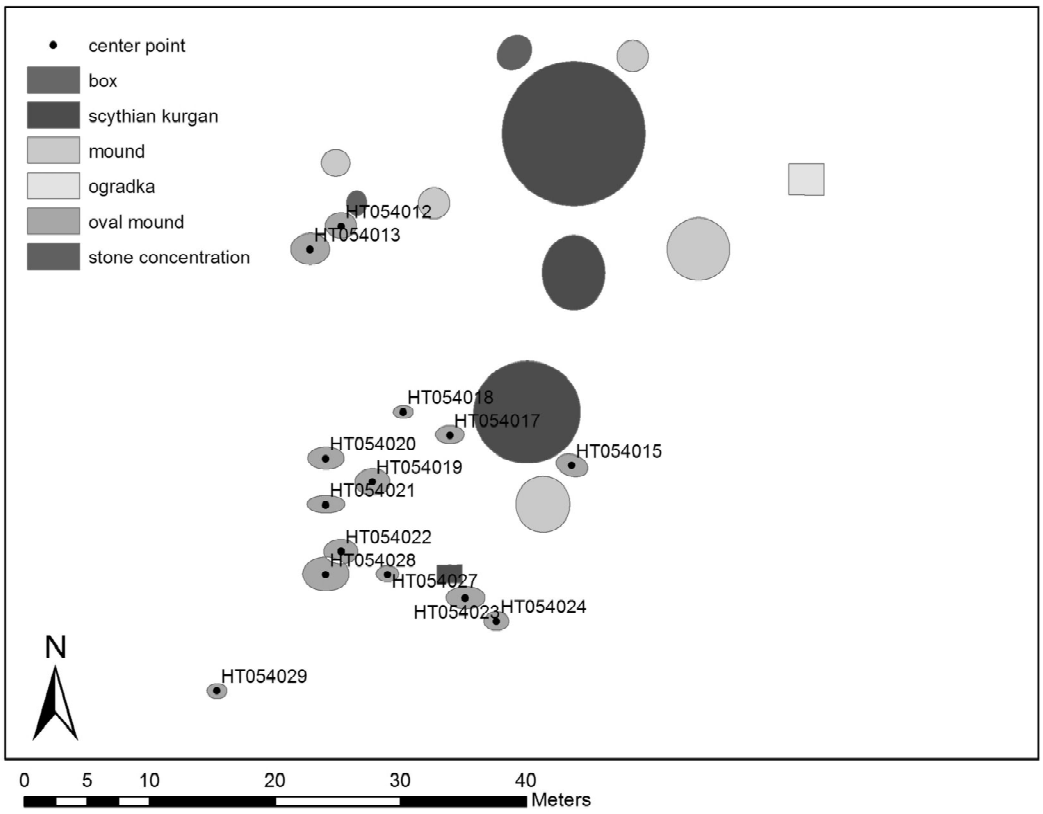

Abbildung 4.49: Site HT054

Steine. Es ist deshalb davon auszugehen, dass alle diese Strukturen jünger als die sakenzeitlichen Kurgane sind. Besser lässt sich deren Datierung momentan leider nicht eingrenzen. Einzig Grab HT013057 weist einige Auffälligkeiten auf, die erwähnenswert sind (s. Abb. 4.52). Der Hügel aus Flusskieseln ist in diesem Fall erodiert, darunter kommen fünf längliche Platten zum Vorschein, welche das Grab überdecken. Allenfalls könnte hier eine ähnliche Konstruktion vermutet werden, wie sie im Kurgan 51 in Ialoman-II aufgefunden wurde: Eine Steinkiste, welche mit länglichen Platten verschlossen und danach mit Steinen überdeckt wurde.[106]

Es fällt grundsätzlich leichter, die sich in erhöhter Lage befindlichen ovalen Gräber der hunno-sarmatischen Periode zuzuweisen. Viele der in der Ebene gelegenen Akkumulationen solcher Monumente müssen bis zur Durchführung von Ausgrabungen undatiert bleiben, da selbst bei bestehenden Kontexten die Zuweisung einer Datierungshypothese zu willkürlich ist.

[106] Tishkin 2011, 545

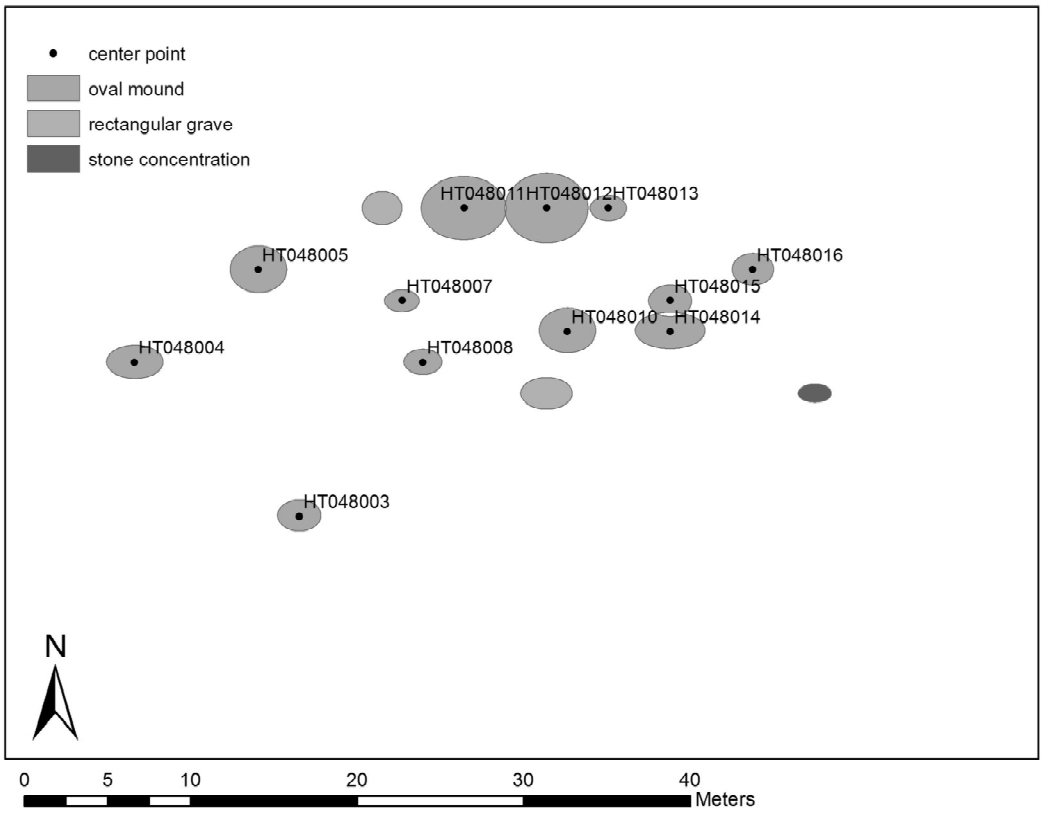

Abbildung 4.50: Site HT048

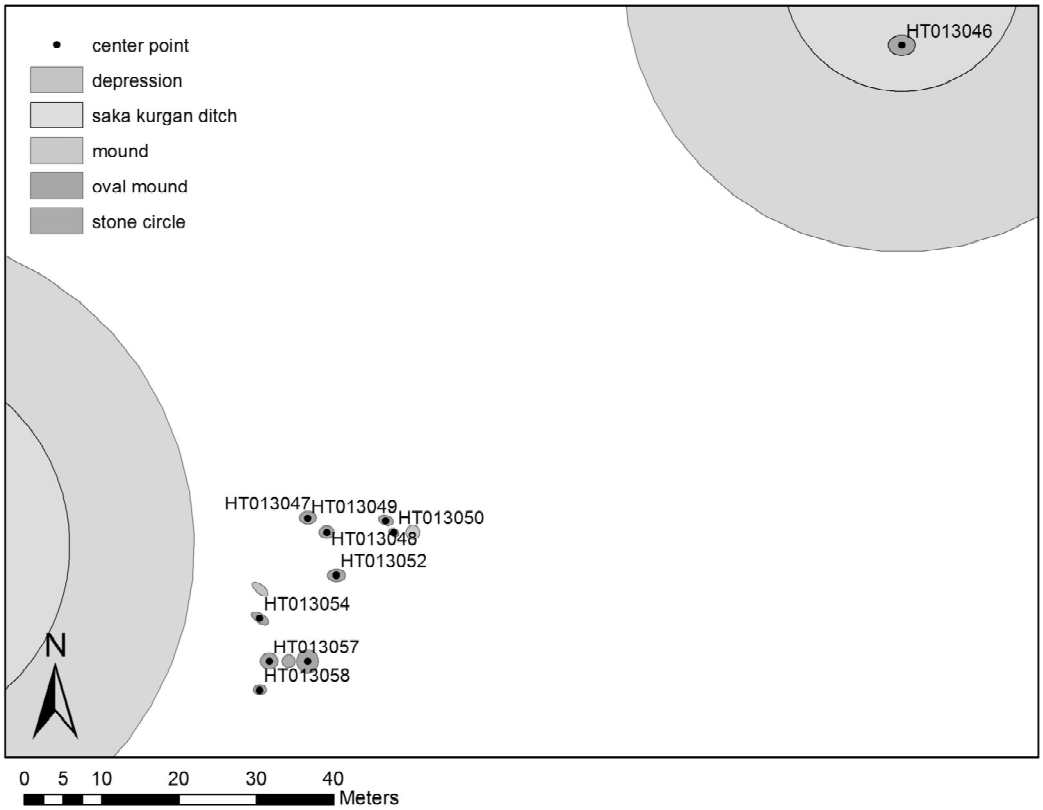

Abbildung 4.51: Ansammlung von ovalen Gräbern im Kontext sakischer Grosskurgane



Abbildung 4.52: Ovales Grab HT013057, 2.3 m Länge, 2.0 m Breite, Blick nach Westen

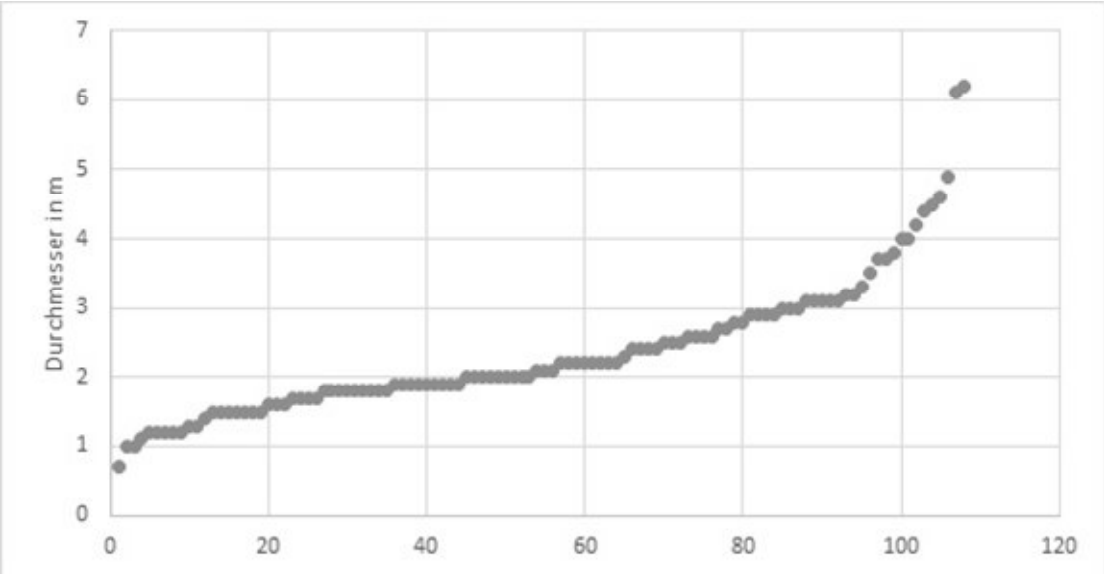

Abbildung 4.53: Verteilung der maximalen Durchmesser von Steinkreisen

4.3.8 Steinkreise

Steinkreise sind ein weit verbreiteter Monumenttypus in der Hochebene Hailiutans. Sie treten oft in der Peripherie grösserer Strukturen auf, können aber auch isoliert aufgefunden werden. Seit der Bronzezeit sind sie im Altai ein sowohl geographisch wie chronologisch beinahe omnipräsentes Phänomen.[107] Steinkreise weisen sowohl bei der Grösse, Materialität und Anordnung der Steine wie auch beim Durchmesser der Strukturen eine erhebliche Varianz auf. Insgesamt wurden im Untersuchungsgebiet 108 Steinkreise kartiert.

Der durchschnittliche Steinkreis hat einen Durchmesser von 2.4 m (Median 2.1 m). Abbildung 4.53 zeigt die Verteilung der maximalen Durchmesser von Steinkreisen. Die meisten derartigen Strukturen verfügen über einen Durchmesser von zwischen 1 m und 3 m. Diese Zahlen stimmen gut mit den Befunden aus dem mongolischen Altai im Kontext von Keregsurmonumenten überein.[108] Manchmal treten grössere Durchmesser auf, die sich zwischen 3 m und 5 m bewegen. Am rechten Rand der Verteilung finden sich zwei Beispiele von grossen isolierten Steinkreisen, welche mit Durchmessern von über 6 m und einer gänzlich anderen Morphologie separat behandelt werden sollen.

Steinkreise sind häufig aus Steinen der unmittelbaren Umgebung zusammengesetzt. Die Kreise können also sowohl aus groben, kantigen Blöcken von den Hängen

[107] Gheyle 2009, 248
[108] Allard - Erdenebataar 2005, 549



Abbildung 4.54: Steinkreis HT038005, 2.5 m Durchmesser

der Berge als auch aus gerundeten Steinen aus der Flussebene aufgebaut sein. Es finden sich kaum in eigentlichen Sinne sorgfältig ausgesuchte Steine mit auffallender Form, Farbe oder Maserung, wie dies bei den Stelen der Fall ist. Abbildung 4.54 zeigt ein Exempel eines Steinkreises, bestehend aus acht, sich diametral gegenüberstehenden, kantigen Blöcken, stellvertretend für die kleineren Kreisstrukturen. Abbildung 4.55 zeigt ein Beispiel eines grösseren bronzezeitlichen Steinkreises mit 4.4 m Durchmesser.

Die Steinkreise erfüllten zumeist eine rituelle Funktion und werden deshalb oft auch als Altare beschrieben.[109] Ausgrabungen von Steinkreisen in der Nähe von Keregsurmonumenten ergaben häufig mit Holzkohle versetzte Schichten, die oftmals eine Vielzahl von Knochenfragmenten diverser Haustiere enthielten. Allerdings schliessen die Autoren Allard und Erdenebataar aus der relativ geringen Menge von Holzkohle, dass die Verbrennung an einem anderen Ort stattgefunden haben müsse.[110] 1999 wurden im Umfeld von Hirschsteinen und Keregsurmonumenten der *Ushigiin Övör Site* in der Mongolei Steinkreise untersucht, die ebenfalls Schädel von Pferden enthielten. Zudem konnten manchmal auch Wirbel und Hufe

[109] Gheyle 2009, 248
[110] Allard - Erdenebataar 2005, 550-551

Datierung	Bronzezeit	Skythisch	Sakisch	Hunno-sarm.	Unbekannt
Anzahl	1	74	9	2	22

Tabelle 4.8: Steinkreise und ihre Assoziierung mit datierbaren Monumenten



Abbildung 4.55: Steinkreis HT030002 des quadratischen Keregsurmonuments HT030001, 4.4 m Durchmesser, Blick nach Westen

ausgegraben werden.[111] Aus äneolithischen Fundkontexten im Altai ist ebenfalls die Bestattung von Pferdeschädeln in Steinkreisen bekannt, die aber in jener Periode eine Ausnahme zu bilden scheint.[112] Im Jahr 2000 wurde die Peripherie eines skythischen Fürstenkurgans in Aržan von einem deutsch-russischen Team untersucht. Dabei entdeckte man in Steinkreisen rund um den Tumulus Asche und Holzkohle, sowie verbrannte Tierknochen und manchmal verschmolzene Bronze- und Goldbleche. Die Steinkreise werden dabei von den Ausgräbern konkret als Brandopferplätze angesprochen, an denen kultische Handlungen vollzogen wurden.[113]

[111] The Permanent Archaeological Joint Mongolian and Japanese Mission 2005, 64: Da es sich bei Horn um ein sehr vergängliches Material handelt, stellt sich die Frage, ob die Ausgräber hier nicht allenfalls Fussknochen von Pferden gemeint haben könnten.

[112] Parzinger 2006, 191

[113] Parzinger 2002, 8

Tabelle 4.8 zeigt die Assoziierung der kartierten Steinkreise mit datierbaren Monumenten auf. Die Steinkreise, welche unter die Kategorie „unbekannt“fallen, befinden sich entweder in der Peripherie eines undatierbaren Monuments oder wurden isoliert aufgefunden, so dass ohne Ausgrabungen keine sinnvolle Datierungshypothese etabliert werden kann. Es fällt auf, dass der Hauptteil der Steinkreise in der Peripherie skythischer Monumente liegt. Dies ist aber darin begründet, dass der Fürstenkurgan HT001110 (s. Abb. 4.13) über einen Halbkreis von insgesamt 68 Steinkreisen verfügt. Ein besonders klares Beispiel eines Steinkreises ist mit dem quadratischen Keregsurmonument HT030001 (s. Abb. 4.20) verbunden. Der 4.4 m im Durchmesser messende Kreis besteht aus zwölf noch gut sichtbaren, jedoch tief in den Boden eingesunkenen Steinen und liegt unmittelbar im Westen des Keregsurs HT030001 (s. Abb. 4.55).

Zwei Steinkreise treten aufgrund ihres Durchmessers und ihrer Morphologie besonders hervor. HT050007 und HT050008 mit maximalen Durchmessern von 6.2 m respektive 6.1 m sind die grössten kartierten Strukturen dieser Art. HT050008 besteht aus acht teilweise im Erdreich versunkenen, bis zu 2.5 m langen Steinblöcken. Da es sich um einen stark von Ackerbau beeinträchtigten Teil der Hochebene handelt, ist es gut vorstellbar, dass die länglichen Blöcke einst aufrecht stehend einen Kreis formierten. Die Kreisstruktur ist noch erkennbar, das Monument jedoch zerstört (s. Abb. 4.56). HT050007 besteht aus sechs ebenfalls aus bis zu 2.5 m langen, wahrscheinlich umgestürzten Stelen. Beide Monumente finden sich in einer Linie mit drei stark zerpflügten skythischen Kurganen in nordöstlicher Richtung. HT050008 ist jedoch beinah 200 m von HT050007 entfernt, so dass der Zusammenhang vermutet werden kann, jedoch nicht überaus klar ist. Insbesondere wenn die Stelen noch aufrecht gestanden hätten, wäre die Bildung einer Sichtachse von HT050008 über HT050007 bis zu den Kurganen HT050004, HT050005 und HT050006 jedoch kein Problem. Das würde bedeuten, dass die beiden grössten Steinkreise ebenfalls grob in die ältere Eisenzeit zu datieren wären.



Abbildung 4.56: Steinkreis HT050008, 6.2 m Durchmesser, Blick nach Nordosten

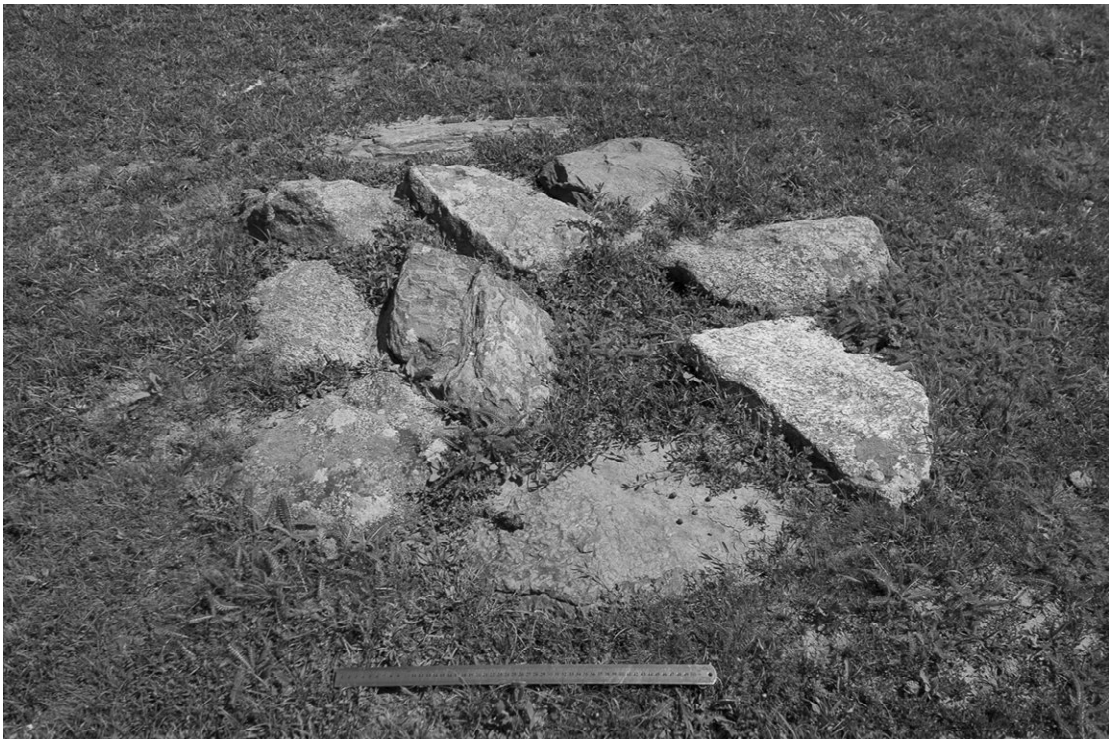

Abbildung 4.57: Plattform HT045020

4.3.9 Steinplattformen

Steinplattformen sind runde oder ovale Strukturen, welche in der Peripherie grösserer Monumente auftreten. Sie sind aus nur wenigen grösseren 0.2 m bis 0.3 m Steinen aufgebaut, welche flach aneinander anstossend platziert wurden. Abbildung 4.57 zeigt ein Beispiel einer solchen Plattform. Insgesamt wurden 14 dieser Strukturen gefunden. Der durchschnittliche maximale Durchmesser der Plattformen beträgt 2.2 m, der Median liegt bei 2.0 m. Meist befinden sie sich in kleinen Gruppen östlich von sakischen Grosskurganen noch innerhalb des Gebietes zwischen Ringgraben and Kurgan (s. Abb. 4.58), oder, in einem Fall, an ähnlicher Position bei einem bronzezeitlichen Keregsurmonument. Die Steinplattformen scheinen in der Peripherie von grösseren Monumenten eine ähnlich Funktion wie Steinkreise zu erfüllen. Sie sind im Grund genommen nicht viel anderes als „gefüllte“ Steinkreise. Das bedeutet, dass sie möglicherweise ebenfalls als Altare mit Ausrichtung auf das Hauptmonument dienten.[114] Aus dem Kontext von Keregsurmonumenten der Mongolei ist bekannt, dass solche Plattformen manchmal, ähnlich wie die Steinkreise, Wirbel, Schädel und Hufe[115] enthalten.[116]

[114] Gheyle 2008, 252
[115] Fussknochen?
[116] The Permanent Archaeological Joint Mongolian and Japanese Mission 2005, 64

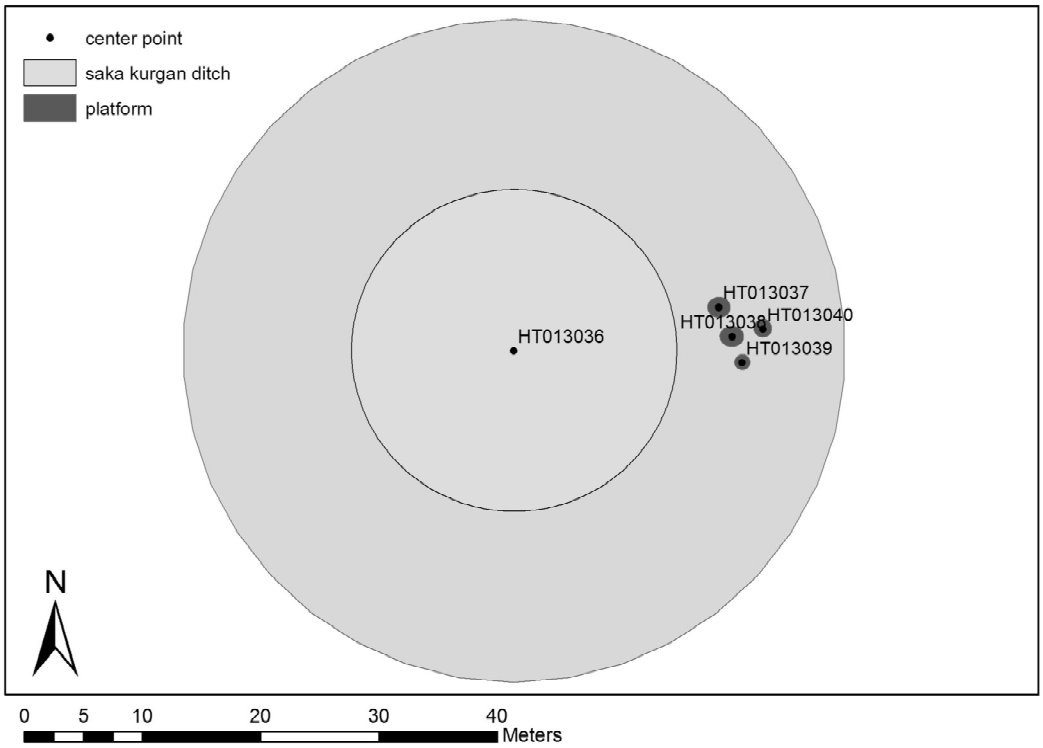

Abbildung 4.58: Der sakische Grosskurgan HT013036 und die angrenzenden Steinplattformen im Gebiet zwischen Kreisgraben und Aufschüttung

4.3.10 Steinkisten

Steinkisten sind an der Oberfläche sichtbare kleine rechtwinklige Strukturen, welche aus eingegrabenen, senkrecht stehenden Steinplatten konstruiert sind. Abbildung 4.59 zeigt eine solche Steinkiste. Die grösste misst 3.8 m in der Länge und 2.2 m in der Breite. Die Kleinste hingegen nur 1.0 m in der Länge und 0.4 m in der Breite. Im Durchschnitt beträgt die Breite einer Steinkiste 1.3 m (Median 1.3 m) und die Länge entsprechend 1.96 m (Median 1.7 m). Steinkisten treten meist isoliert auf, was eine Datierung schwierig oder unmöglich macht.

2010 wurde einige Kilometer östlich des Untersuchungsgebietes in der Nähe des Dorfs Alahake (阿拉哈克乡) mehrere Strukturen untersucht.[117] Während der Kampagne wurde dort unter anderem eine solche Steinkiste dokumentiert, welche als Vergleichsbeispiel herangezogen werden kann. Das sogenannte *Grab M12* bestand aus senkrecht eingegrabenen Steinplatten, die an der Oberfläche bereits sichtbar waren (sehr ähnlich wie in Abbildung 4.59). Jeweils drei wurden für die Konstruktion der Nord- und Südmauer verwendet, eine grosse für die westliche Abgrenzung und zwei im Osten. Die Länge mass 2.3 m, die Breite 1.3 m. Dies entspricht sehr gut den während des Surveys festgestellten Durchschnitten. Die Kiste war 1.3 m tief und mit einem Gemisch aus Löss und Kies verfüllt. Im unteren Teil der Verfüllung fanden sich menschliche Knochen, die aber in so schlechtem Erhaltungszustand waren, dass weder Alter noch Geschlecht der begrabenen Person festgestellt werden konnte.[118] Ausserdem wurde eine Scherbe und ein Fragment eines Kruges gefunden, die beide ähnlich zu den Funden aus Qiemuerqieke (切木尔切克)[119] sind und damit grob in die Zeit zwischen der westlichen Han-[120] und der Tang-Dynastie datieren.[121,122] Sollte dieser Vergleich passen, so wäre den Steinkisten eindeutig eine sepulkrale Funktion zuzuweisen.

In einem Fall sind die Steinkisten in einer nordsüdlich verlaufenden Reihe angeordnet (s. Abb. 4.41). Diese Aufreihung erinnert stark an die ebenfalls aus eingegrabenen Steinplatten bestehenden alttürkischen Memorialkomplexe, wenn auch

[117] Tong u. a. 2013
[118] Tong u. a. 2013, 17
[119] Jian 2005
[120] 206 v. Chr. - 8 n. Chr.
[121] 618-907 n. Chr.
[122] Tong u. a. 2013, 18



Abbildung 4.59: Steinkiste HT016017

in kleinerer Form.[123] Dies würde diese Strukturen eher ans Ende der oben vorgeschlagenen Periode, ungefähr in die Zeit zwischen dem 5. und 9. Jahrhundert datieren. Dies bleibt jedoch vorerst eine unbestätigte Vermutung.

Mehrere solcher Steinkisten wurden auch im Zusammenhang mit anthropomorphen Steinstatuen im Bezirk Habahe gefunden. Eine ältere Untersuchung aus dem Jahr 1962 vermutet, dass es sich bei den Steinkisten um kleine Särge (小石棺) handelt. Diese treten ebenfalls in Gruppen von zwei bis drei Exemplaren auf und werden vom Autor ins 6. bis 9. Jahrhundert datiert.[124]

[123] Stark 2008, 121
[124] Li 1962, 103-108

4.3.11 Stelen und stehende Steine

Auf der Hochebene findet sich eine Vielzahl von Stelen und aufgerichteten Steinen. Längliche Steine aufzurichten hat, ähnlich wie die Anordnung von Steinen zu Kreisen, in dieser Kulturlandschaft eine durchgehende Tradition, die mindestens von der Bronzezeit bis in die Alttürkenzeit reicht. Die aufgerichteten Steine finden sich denn auch im Kontext von Keregsurmonumenten, skythischen und sakischen Kurganen, sowie türkischen Memorialkomplexen.

Der oftmals pauschal verwendete Begriff *balbal* für kleinere stehende Steine entstammt „runentürkischen Inschriften der Mongolei und es mittleren Enisej.“[125] Er kann somit als interpretativer Begriff eigentlich nur für die stehenden Steine im Kontext von alttürkenzeitlichen Gräbern und Memorialkomplexen verwendet werden. Bei der Diskussion älterer Monumente sollen aus diesem Grund weiterhin deskriptive Termini verwendet werden.

Häufig sind für die Errichtung von Stelen besondere Materialien, wie beispielsweise Quarz oder metallisch glänzende Gesteine sowie solche mit spezieller Maserung verwendet worden. Es wurden hingegen keinerlei Stelen mit Bearbeitungsspuren aufgefunden. Aus der Region sind zwar sowohl Hirschsteine[126] wie auch alttürkische Bildstelen[127,128] bekannt, aber diese fehlen auf der Hochebene vollständig. Es kann wohl angenommen werden, dass bearbeitete Stelen früher existierten und aufgrund ihrer Auffälligkeit und dem ästhetischen Wert an andere Orte verpflanzt, abtransportiert und verkauft wurden oder auf andere Art abhanden gekommen sind.

Insgesamt wurden 125 stehende Steine kartiert. Bei manchen umgestürzten Steinen konnte ihre ehemalige Funktion als Stele nur im Kontext anderer stehender Steine erschlossen werden: Wenn sich beispielsweise östlich eines alttürkischen Memorialkomplexes eine Linie von drei Steinen befand, der mittlere jedoch umgestürzt war und nur noch knapp 0.15 m über die Grassode ragte, so wurde dieser ebenfalls eingemessen und als stehender Stein markiert. So umfasst diese Kategorie also sowohl nur knapp aus dem Boden ragende stehende Steine wie auch fast drei Meter hohe Stelen. Der durchschnittliche stehende Stein ist 0.61 m hoch (Median 0.45 m).

[125] Stark 2008, 126
[126] Yu u. a. 2014, 12
[127] Lin 2011, 57
[128] Wang - Qi 1995, 52-75

Datierung	Bronzezeitlich	Skythisch	Sakisch	Alttürkisch	Unbekannt
Anzahl	2	50	12	26	35

Tabelle 4.9: Stelen, stehende Steine und ihre Assoziierung mit datierbaren Monumenten

Inventarnummer	Höhe in m	Assoziierung
HT001041	1.8	isoliert
HT055013	1.9	skythisch
HT022002	1.9	isoliert
HT022001	2.0	isoliert
HT001043	2.2	bronzezeitlich
HT055014	2.2	skythisch
HT001047	2.9	isoliert

Tabelle 4.10: Stelen mit Höhe $\geq$ 1.8 m

Aus Tabelle 4.9 geht hervor, dass skythenzeitliche Stelen am weitesten verbreitet sind. Allerding muss bedacht werden, dass aufgrund der grossen Anzahl skythischer Grabhügel im Untersuchungsgebiet auch eine grössere Anzahl Stelen zu erwarten war. Die stehenden Steine in der Peripherie skythischer Tumuli finden sich zumeist an deren Ostseite und können sich dort zu Linien aufreihen. Türkische Memorialkomplexe sind häufig mit balbal assoziiert. Allerdings sind nur wenige mit mehr als drei balbal ausgestattet (s. Tab. 4.4). Sakische Kurgane hingegen weisen diese Peripherieelemente sehr selten auf und wenn, dann häufig interessanterweise auf der Aufschüttung selbst. HT015003 (0.9 m) und HT013043 (1.4 m) beispielsweise finden sich beide auf der abgeflachten Kuppe eines sakischen Kurgans. Beide Stelen scheinen die jeweilige Aufschüttung zusätzlich hervorzuheben.

Die höchsten Stelen finden sich häufig isoliert und können damit nicht datiert werden (s. Tab. 4.10). Zwei der höchsten Stelen (HT055013 und HT055014) befinden sich im Verbund mit neun weiteren Stelen in östlicher Linie von dem skythischen Kurgan HT055004 ausgehend, welcher sich in eine nord-südliche Linie mit drei weiteren, kleineren Grabhügeln einreiht. Diese Konfiguration ist aus dem russischen Altai bekannt (Gheyle 2009, 183), tritt im Untersuchungsgebiet aber relativ selten auf (s. Abb. 4.60).



Abbildung 4.60: Steinreihe von Kurgan HT055004, Blick nach Westen

4.3.12 Steinkonzentrationen, Zonen, Vertiefungen

Die drei Begriffe Steinkonzentration, Zone und Vertiefung wurden als Behelfe eingeführt, um bis zur Unkenntlichkeit veränderte oder zerstörte Strukturen zu kennzeichnen. In den meisten Fällen hilft dies wenig bei der Interpretation der antiken Landschaft, da diese fragmentarisch erhaltenen Strukturen nicht datiert werden können. Ganz selten kann durch den Kontext vermutet werden, um welche Art Struktur es sich einst handelte. In Abbildung 4.8 beispielsweise können die Strukturen HT001067-HT001069 mit hoher Wahrscheinlichkeit der älteren Eisenzeit zugeordnet werden, da sie sich in einer nord-südlich ausgerichteten Linie mit vier skythischen Kurganen befinden.

Orte mit weit verstreut liegenden Steinen, Spuren von Steinraub und sich klar von der Umgebung unterscheidendem Bewuchs werden als Zonen bezeichnet. Ebenfalls zu dieser Kategorie gerechnet werden Gebiete mit mehreren Steinkonzentrationen, die nicht sinnvoll zu unterteilen sind. Es wurden 14 solcher Zonen kartiert.

Steinkonzentrationen bezeichnen relativ klar definierte Akkumulationen von kleineren Steinen und Kies, welche aber keiner der obigen Monumentkategorien zugeordnet werden kann. Da der Grossteil aller Monumente aus Steinen aufgebaut ist, ist es nicht verwunderlich, dass Steinkonzentrationen als Kategorie, welche viele zerstörte Strukturen umfasst, stark vertreten sind. Insgesamt wurden 76 solcher Strukturen erfasst.

Insgesamt wurden nur sechs Vertiefungen kartiert, und zwar insbesondere dann, wenn es sich offensichtlich um ein von Steinraub betroffenes Grab handelte. Damit wird eine Ergänzung bestehender Kontexte möglich, die das Bild einer Site vervollständigt.

Die Kartierung dieser nicht identifizierbaren oder stark zerstören Strukturen hilft zwar nicht bei der diachronen Analyse der Landschaft, aber sie kann eine Übersicht über kleinere Strukturen in Gebieten gewähren, die von landwirtschaftlicher Aktivität betroffen sind. Sie gewähren einen ungefähren Eindruck von der einst vorhandenen Peripherie der grossen Grabhügel. Ausserdem kann somit potenziell festgestellt werden, welche Gebiete besonders stark von Zerstörungen betroffen sind.

4.3.13 Architektur

Die bereits in Kapitel 3 besprochenen Ruinenfelder, welche deutlich in den Satellitenbildern zu Tage traten und überall im Untersuchungsgebiet auftreten, wurden ebenfalls während des Surveys untersucht. Zunächst war eine vollständige Kartierung und die Erstellung von genauen Plänen das Ziel. Ohne Ausgrabungen schien es kaum möglich, diese teilweise grossräumigen Strukturen zu datieren. Allerdings wurde es durch genaue Beobachtung und Gesprächen mit der lokalen Bevölkerung möglich, zumindest eine grobe zeitliche Einordnung vorzunehmen.

Obwohl nicht auszuschliessen ist, dass einige wenige Strukturen älteren Datums sind, so kann doch mit Sicherheit gesagt werden, dass der Grossteil in die letzten beiden Jahrhunderte datiert. Die lokale Wohnarchitektur besteht zumeist aus Lehmziegelmauern, welche auf einem steinernen Fundament aus Flusskieseln stehen. Durch die teilweise starken Regenfälle werden verlassene Gebäude, sobald das Dach eingebrochen ist, innerhalb weniger Jahre zu relativ flachen Bodenmerkmalen. In einem Fall stellte sich heraus, dass es sich um ein Winterdorf aus den 60ern oder 70ern des letzten Jahrhunderts handelte.[129] Die Wände der Gebäude waren vollständig vergangen. Das Einzige, was übrigblieb, waren flache, etwa 0.3 m hohe, wallartige Erhebungen, welche in den Satellitenbildern sehr klar sichtbar sind. Das junge Datum konnte des weiteren durch die Auffindung von freiliegenden, in den Fundamenten der Gebäude verankerten Holzpflöcken bestätigt werden.

Abbildung 4.61 zeigt den generellen Erhaltungszustand von Lehmziegelarchitektur im Untersuchungsgebiet nach ungefähr 40 Jahren. Die rechte Wand steht noch, ist aber stark angegriffen. Die linke Seite ist bereits vollständig sedimentiert und könnte im Satellitenbild leicht für eine antike Struktur gehalten werden.

Corona Daten zeigen klar, dass die Hochebene in zum Zeitpunkt der Aufnahmen eine deutlich höhere Bevölkerungsdichte aufwies als dies heute der Fall ist. Dörfer und Weiler, die heute Ruinen sind, waren in den 60er- und 70er-Jahren noch bewohnt. Während heute die landwirtschaftliche Aktivität gering ist, befand sich das Tal vor fünfzig Jahren in einer Hochphase der agrikulturellen Nutzung. Die meisten Gebäuderuinen stammen aus dieser Zeit (s. Abb. 4.62).

[129] Als wir begannen, einen Cluster von Wohnruinen zu kartieren, sprachen wir mit zwei vorbeikommenden kasachischen Hirten. Sie meinten, die Häuser seien alt, mindestens so alt wie ihre Grossväter.



Abbildung 4.61: Ruine aus den 80er-Jahren des letzten Jahrhunderts

Da die Kartierung von solch rezenten Strukturen relativ aufwändig und zudem für die landschaftsarchäologische Analyse von geringem Nutzen ist, wurde auf die Dokumentation der Ruinen verzichtet. Sollten sich in künftigen Kampagnen konkrete Hinweise ergeben, dass es sich bei einer architektonischen Struktur um ein antikes Bauwerk handelt, so werden selbstverständlich entsprechende Untersuchungen vorgenommen.



Abbildung 4.62: Beispiel für den Vergleich von Corona und QuickBird Daten bezüglich der kartierten Ruinenfelder

4.4 Implikationen für künftige Fernerkundungsprojekte

Die generelle Verteilung von archäologischen Stätten in dieser Art Landschaft bestätigt, was schon durch die Fernerkundungsdaten vermutet wurde: Monumente finden sich in erster Linie in Gebieten mit tiefem Hangneigungswinkel. Aus diesem Grund können in der zerklüfteten Landschaft des Altais grosse Flächen von zukünftigen Surveys ausgeschlossen werden, sofern man über ein detailliertes Höhenmodell verfügt.

Die vorgängige Untersuchung des Gebietes mit Hilfe von hochauflösenden Satellitenbildern bietet eine hervorragende Übersicht über die vorhandenen Denkmäler. Kleinere Strukturen wie Steinkreise und Plattformen sowie stehende Steine können in den Daten zwar nicht erkannt werden, sie gruppieren sich jedoch vornehmlich um die grösseren Monumente. Damit können insbesondere Grabhügel als Nuclei für Akkumulationen kleinerer Strukturen angesehen werden. Die kleineren Strukturen sind insbesondere wertvoll für die Kontextualisierung der grösseren Grabhügel. In vielen Fällen ist es erst über diese möglich, Monumenten überhaupt eine Datierungshypothese zuzuweisen.

4.4.1 Vergleich der Punktwolken

In Abbildung 4.63 werden die Punktwolken von intensivem Survey und Fernerkundungssurvey für Site HT013 aufgezeigt. Über weite Gebiete besteht bei dieser Site eine fast perfekte Übereinstimmung von im intensiven Survey kartierten und mittels Satellitenbildern detektierten Strukturen. Eine Ausnahme bilden die kleineren Strukturen, insbesondere Plattformen, ovale Gräber, Stelen Steinkreise und flache Steinkonzentrationen im Umfeld der sakischen Grosskurgane. Die Detektion in der nordwestlichen Ecke der Site ist ebenfalls korrekt, liegt aber jenseits der vom Militär festgelegten Grenze unseres Untersuchungsgebietes. Die Fehldetektionen im südlichen Teil der Site können eindeutig den von neuzeitlichen anthropogenen Aktivitäten generierten Bodenmerkmalen zugeordnet werden (s. Abschnitt 4.4.2).

Mit der zusätzlichen im Feld gesammelten Erfahrung konnten viele falsch zugeordnete Strukturen eindeutig identifiziert werden. Abbildung 4.64 zeigt ein Gebiet

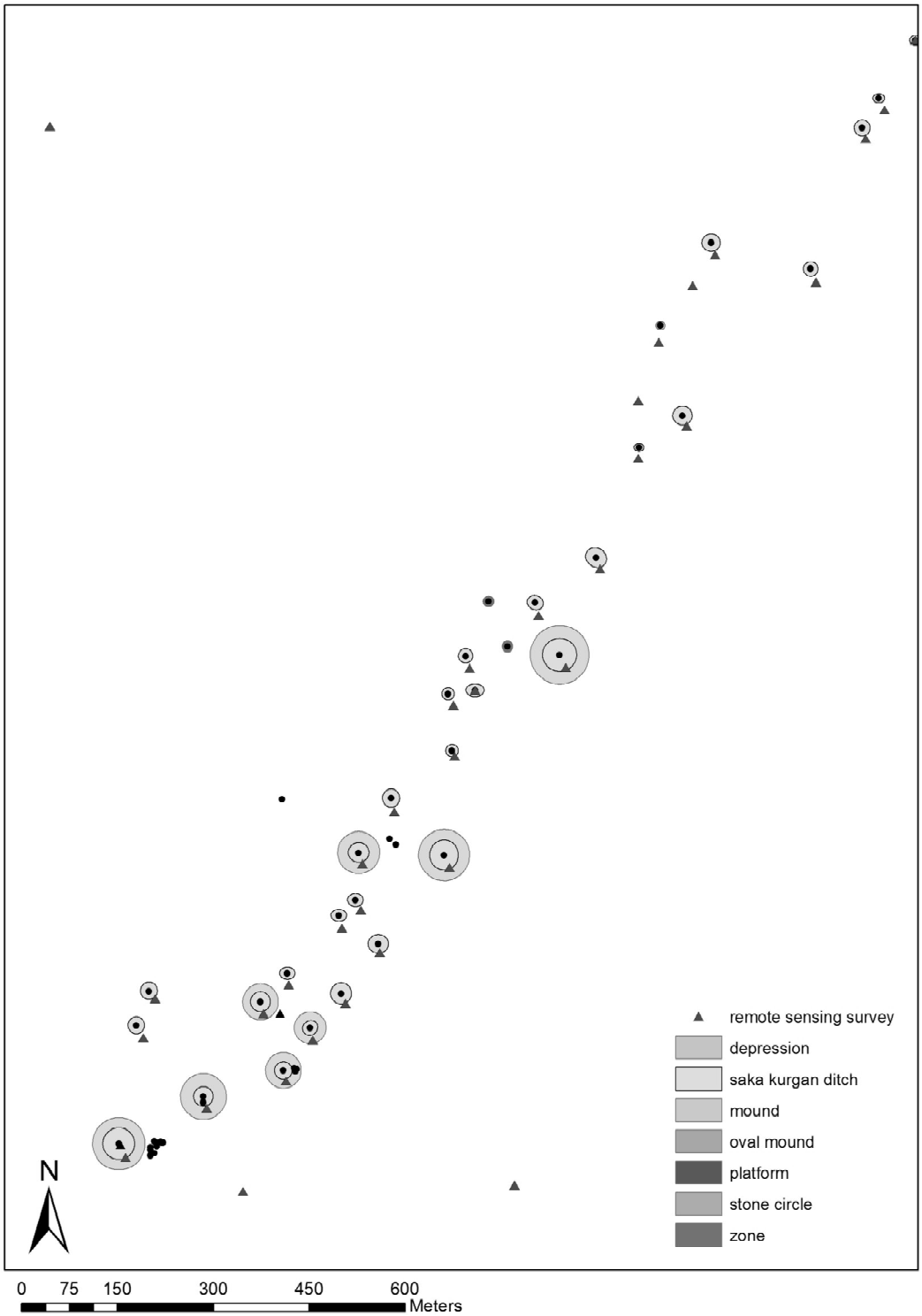

Abbildung 4.63: Site HT013 mit beinahe perfekter Übereinstimmung von im Feld kartierten Monumenten und Detektionen aus dem Fernerkundungssurvey

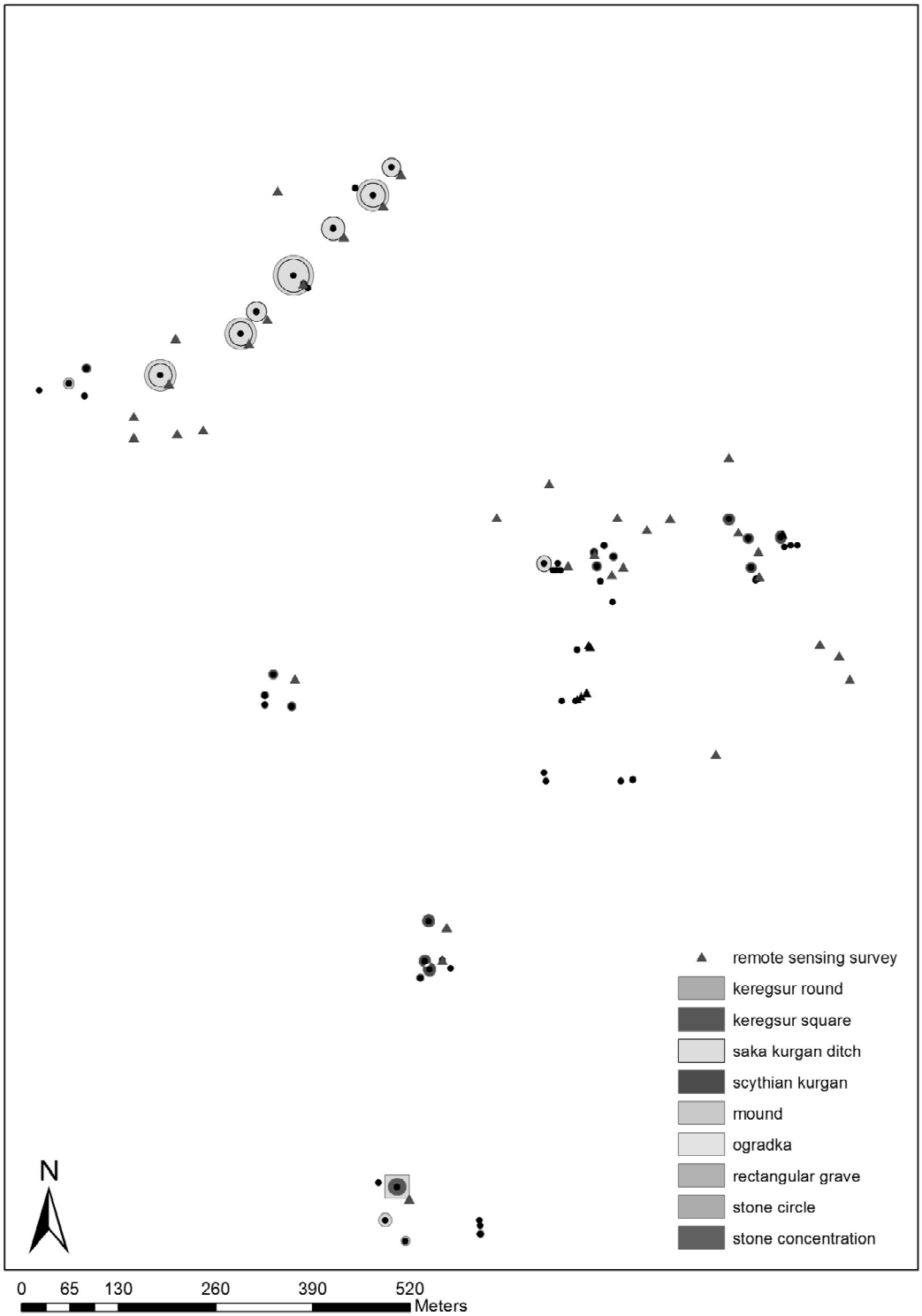

Abbildung 4.64: Gebiet mit moderater Übereinstimmung von im Feld kartierten Monumenten und Detektionen aus dem Fernerkundungssurvey

mit einer weniger guten Übereinstimmung zwischen intensivem Survey und Fernerkundungssurvey. Die grossen sakischen Kurgane werden nach wie vor einwandfrei markiert, während sich die Situation bei den vorwiegend skythischen Kurganen schwieriger gestaltet. Diese liegen in felsigerem Gebiet, was naturgemäss zu einer häufigen Verwechslung von Gesteinsaufschlüssen und archäologischen Strukturen führt. Es fällt aber auf, dass viele Cluster trotz der nicht immer eindeutigen Zuordnung einzelner Monumente korrekt identifiziert wurden und somit zuverlässig auf eine hohe Dichte archäologischer Strukturen in dieser Gegend hingewiesen wurde.

4.4.2 Fehlerquellen

Die Abweichungen zwischen den Datenwolken des intensiven Surveys und des Fernerkundungssurveys beruhen in erster Linie auf der Falschmarkierung von Strukturen in Satellitenbildern, welche den Anschein erwecken, archäologischer Natur zu sein. Zwar gibt es auch Beispiele für die korrekte Kartierung von Bodendenkmälern, welche im Feld nicht erkannt wurden, aber diese sind unter den hier geltenden Umständen relativ selten.

Neben runden Aufschlüssen von Grundgestein, die in der Flussebene selten sind, sind es insbesondere zirkuläre, dunkle Merkmale, welche fehlgeleitet haben. Abbildung 4.65 zeigt mehrere solcher Merkmale, teilweise zu kurzen Ketten aufgereiht. Ohne *ground truth* kann man hier leicht den Eindruck bekommen, es handle sich um Bewuchsmerkmale, welche auf überdeckte archäologische Strukturen hindeuten.

Diese kreisförmigen Bodenmarkierungen sind jedoch, wie sich bei genauerer Untersuchung herausstellt, ephemere Erscheinungen. Zwei unterschiedliche kulturelle Praktiken führen zu deren Entstehung.

Kasachische Hirten zäunen ihre Schafe häufig über Nacht ein. Dort wo keine Stallungen oder steinerne Einfriedungen vorhanden sind, geschieht dies mittels Zäunen. Die Zaunpfosten werden kreisförmig aufgestellt. Mit der Zeit zertrampeln die eingepferchten Tiere die dünne Vegetationsdecke mit ihren Hufen und bedecken den Boden mit Kot, so dass ein dunkles Bodenmerkmal entsteht (s. Abb. 4.66: rechte Seite). Wenn für dieselbe Gegend Satellitenbilder mit verschiedenen Aufnahmedaten vorhanden sind, so kann diese Fehlerquelle in vielen Fällen eliminiert werden.

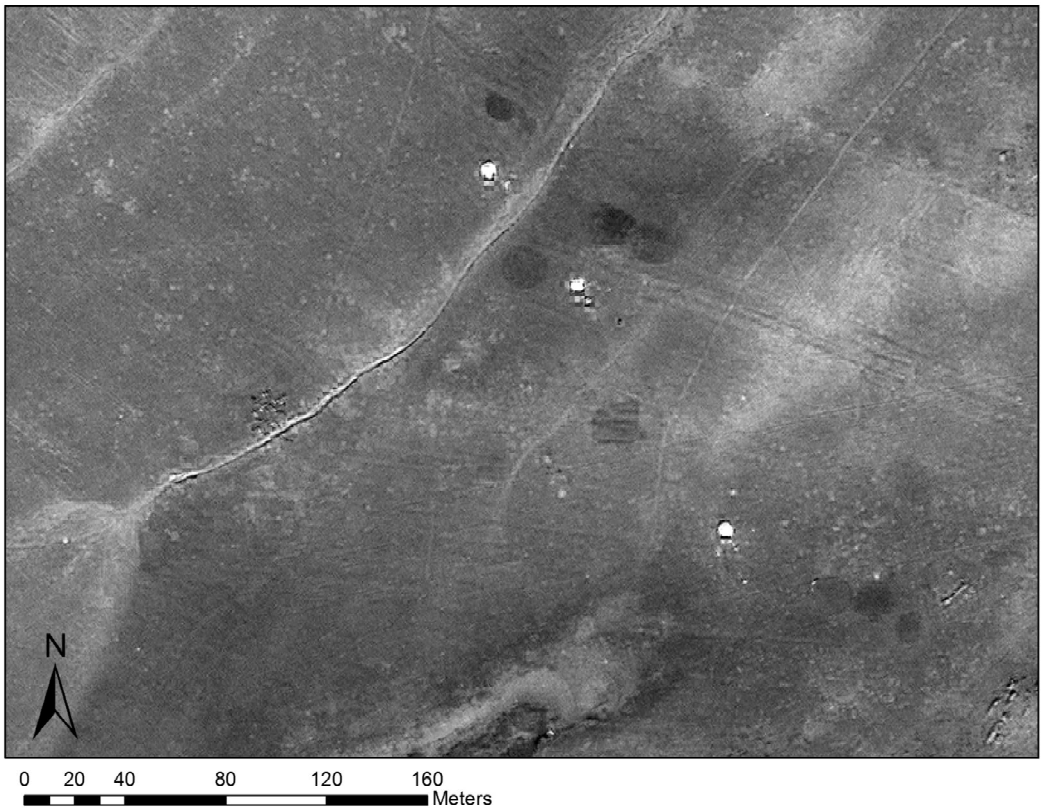

Abbildung 4.65: Kreisförmige Bodenmerkmale in WorldView-2 Daten



Abbildung 4.66: Kreisförmige Bodenmerkmale: links der Abdruck einer Yurte mit den Steinen, welche zur Beschwerung der Aussenhülle verwendet werden; rechts der Abdruck eines ehemals kreisförmig umzäunten Gebietes, in dem Tiere über Nacht gehalten wurden

Yurten hinterlassen nach ihrem Abbau, nachdem sie lange Zeit am selben Ort gestanden haben, ebenfalls dunkle, kreisförmige Strukturen. Die Steine, welche zur Beschwerung der Aussenhülle benutzt werden, bleiben danach im Feld liegen. Wenn das Gras wieder beginnt, über die Struktur zu wachsen, so kann dies selbst im Feld bei flüchtigem Hinsehen den Eindruck erwecken, es handle sich um eine archäologische Struktur (s. Abb. 4.66: linke Seite).

4.5 Zwischenfazit

Die Vorbereitung mittels Fernerkundung ist ein hervorragendes Planungswerkzeug für den GPS-basierten intensiven Survey. Während der Planungs- und Implementierungsphase waren die aus Satellitendaten gewonnen Erkenntnisse von grosser Hilfe. Durch die intensive Beschäftigung mit der Topographie des Untersuchungsgebietes vor Beginn der Kampagne wurde ein implizites Verständnis für die Landschaft entwickelt, welches die Orientierung in der Hochebene wesentlich vereinfachte und zusätzlich eine Art Intuition für die Lage von archäologischen Stätten mit sich brachte.

Allein die Fernerkundung selbst wird in den wenigsten Fällen ausreichend sein, um solch ein detailliertes Bild, wie es eine kleinräumige landschaftsarchäologische Analyse erfordert, zu entwerfen. Die vielfältigen Abweichungen insbesondere bezüglich der Grösse und Sichtbarkeit von archäologischen Strukturen führt zu einem verzerrten Bild, welches kaum für eine diachrone Analyse über lange Zeiträume hinweg taugt. Für Perioden, in denen bevorzugt Monumente errichtet wurden, welche sich durch eine erhöhte Sichtbarkeit in den Fernerkundungsdaten auszeichnen (beispielsweise die ältere Eisenzeit), können allerdings gezielt landschaftsarchäologische Fragestellungen und Hypothesen entwickelt werden, welche hernach grossräumig beantwortet, respektive getestet werden können.

Als Erkenntnis bleibt, dass grosse eisen- und bronzezeitliche Monumente als Nuclei für kleinere Strukturen dienen und somit einen guten Eindruck der Dichte archäologischer Strukturen in einem definierten Gebiet gewähren. Dies kann helfen, ein Verständnis für die Verteilung von archäologischen Strukturen über den gesamten Gebirgszug des Altai zu entwickeln, ohne dabei von regionalen und nationalen Grenzen und Sperrzonen beeinflusst zu werden. Für die Beantwortung der

meisten anderen Fragestellungen sind Bodensurveys von absoluter Notwendigkeit und können bisher nicht durch die Fernerkundung ersetzt werden.

Die mittels der beiden Methoden generierten Daten beeinflussen jedoch jeweils die erneute Umsetzung von sowohl Fernerkungssurveys wie auch Bodensurveys. Die Analyse von Satellitenbildern stellt kontextualisierende Informationen bereit und es steht ausser Frage, dass, ohne die entsprechende Vorbereitung, während des Bodensurveys teilweise für die Gesamtbewertung der Landschaftskammer wichtige Informationen nicht hätten gesammelt werden können. Bei der Nachbearbeitung der Daten zeigte sich auch, dass in einigen Fällen Monumente übersehen worden waren, die somit leicht im Nachhinein ergänzt werden konnten und das Bild in den folgenden Analysen vervollständigen.

Die Erfahrung im Feld ermöglicht es auch, einigen wenigen Typen von Monumenten bereits durch reine Betrachtung in den Satellitenbilddaten eine Datierungshypothese zuzuweisen.

Kapitel 5

Räumlich-zeitliche Analyse der Daten

In diesem Kapitel werden die zuvor besprochenen Datenpunkte anhand ihrer Charakteristiken und ihrer räumlichen Verteilung analysiert. Dabei beschränkt sich die Auswertung hier auf einige wenige statistische Methoden, welche den Umständen entsprechend sinnvolle Resultate erzielen und daher wirkungsvoll eingesetzt werden können. Räumliche Statistik wurde insbesondere während der Hochphase der *processual archaeology* in den 70er-Jahren des letzen Jahrhunderts stark betont[1] und teilweise mit einer an Naivität grenzenden positivistischen Grundhaltung eingesetzt. Die darauffolgende berechtigte Kritik der Methoden[2] führte längere Zeit zu einer Vernachlässigung dieser Ansätze im Zuge der *post-processual archaeology*. Mit dem Aufkommen von Geographischen Informationssystemen, graphischer Benutzeroberflächen und erhöhter Rechenleistung scheinen die Ansätze insbesondere innerhalb der Landschaftsarchäologie wieder aufzuleben.

Die Einfachheit der Durchführung der Berechnungen per Klick auf eine Schaltfläche kann leicht in Versuchung führen, diese Analysen ohne besseres Verständnis der zugrundeliegenden Annahmen anzuwenden. Als Tendenz hierfür kann wohl die inflationäre Anwendung von Viewshed-Analysen oder die oftmals sinnlos durchgeführte Delaunay-Triangulation zur Generierung von theoretisch möglichen Territorien[3] um Sites herum angeführt werden. Ohne eine Kritik der Datengrundlage und der den Berechnungsmodellen zugrundeliegenden Annahmen ist nur bedingt

[1] Conolly - Lake 2006, 149
[2] beispielsweise Earle u. a. 1987
[3] Voronoi-Diagramm oder auch Thiessen-Polygone

mit sinnvollen Resultaten zu rechnen. Die Stärke der Methoden liegt in ihrer Nachvollziehbarkeit für den Rezipienten der Analyse. Diese Transparenz ist bei interpretativen Methoden des geisteswissenschaftlichen Flügels der Archäologie nur selten gegeben. Aus diesem Grund behalten die Methoden trotz aller harscher Kritik ihre Validität als Werkzeuge der grundlegenden Analyse archäologischer Daten. Räumliche Statistik in der Archäologie kann jedoch nicht blind angewendet werden, sondern muss eingebunden in eine Kritik der Modellannahmen und der Datengrundlage erfolgen. Die Resultate sind als Hypothesen zu verstehen, welche lediglich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit eine antike Realität abbilden. Für die Analysen wurde in erster Linie die Software *ArcMap 10.2* verwendet, welche bereits für den Fernerkundungssurvey die Arbeitsumgebung bildete. Wo notwendig treten Python- und Java-Skripte sowie unabhängige Drittanwendungen hinzu. Im Unterkapitel 5.6 werden Anhand der Verteilungen und zusätzlichen aus den Satellitenbildern generierten Daten Erklärungen gesucht, weshalb sich die kartierten Monumente genau an den entsprechenden Stellen befinden. Ziel dieses Kapitels ist es, damit eine auf den in Kapitel 4 erarbeiteten Klassifizierungen und Datierungen aufbauende räumlich-zeitliche Analyse durchzuführen.

5.1 Entwicklung der Fundstellenanzahl

Eine approximative Beschreibung der Landschaftsnutzung hinsichtlich sepulkraler und funerärer Strukturen kann zunächst rein durch die Betrachtung der temporalen Dimension erreicht werden. Eine diachrone Analyse der Fundstellen kann offensichtlich für die Zeitspanne zwischen Bronzezeit und Alttürkenzeit durchgeführt werden, da für diese Zeiten jeweils eine repräsentative Anzahl von Fundstellen aus dem Untersuchungsgebiet vorliegt. Für die direkt der Bronzezeit vorangestellte Periode d.h. insbesondere die Zeit der äneolithischen Afanasiev-Kultur ist ebenfalls bekannt, dass steinerne Monumente im Grossraum des Altaigebirges errichtet wurden.[4] Diese hätten während des Surveys im Falle ihres Vorhandenseins eigentlich kartiert werden müssen.[5] Für noch ältere Perioden sind zur Zeit aufgrund des vollständigen Mangels an Informationen keinerlei Aussagen möglich. Es muss aber auf jeden Fall mit solchen Fundstellen gerechnet werden.[6]

[4] Parzinger 2006, 198-191

[5] vergleiche beispielsweise Bourgeois u. a. 2008, 17 für ein klar erkennbares Exempel einer solchen äneolithischen Struktur, welche selbst bei hochgewachsenem Gras noch relativ gut sichtbar ist.

[6] Chlachula 2001

Bezeichnung	Start	Ende	Dauer in Jh.
Äneolithikum	3200 v. Chr.	2400 v. Chr.	12
Bronzezeit	2400 v. Chr.	850 v. Chr.	15.5
Ältere Eisenzeit	850 v. Chr.	250 v. Chr.	6
Jüngere Eisenzeit	250 v. Chr.	450 n. Chr.	6.5
Alttürkenzeit	450 n. Chr.	900 n. Chr.	4.5

TABELLE 5.1: Periodeneinteilung

Hier wird von der Periodeneinteilung in Tabelle 5.1 ausgegangen.[7] Problematisch ist bei dieser Einteilung, dass sich Periodengrenzen selten klar disruptiv gestalten. In den meisten Fällen sind durchlaufende Traditionen und Übernahmen aus früheren Zeiten zu beobachten. Der Übergang von Spätbronzezeit zur älteren Eisenzeit ist besonders schwer zu trennen, da in dieser Phase sowohl eine Vielzahl von Monumenten auftreten kann, wie auch eine hohe absolute Anzahl von zugehörigen Monumenten zu erwarten ist.

Die Anzahl von Strukturen pro Zeiteinheit kann grobe Hinweise auf das anthropogene Aktivitätsniveau einer Periode liefern. Dies ist ein sehr stark vereinfachtes Modell und muss selbstverständlich entsprechend kritisch betrachtet werden, denn die Datengrundlage wird in vielerlei Hinsicht beeinflusst. Bei diesen Berechnungen werden grundsätzlich alle peripheren Monumente vernachlässigt, da diese aufgrund der ungleichmässigen Verteilung das Bild unnnötig verzerren würden. Gerechnet werden lediglich Strukturen, welche klar als eigenständige Struktur einer Zeitperiode zugewiesen werden können.

Insgesamt konnten 367 nicht-periphere Strukturen identifiziert werden, welche mit einer Datierungshypothese versehen werden konnten (s. Tab. 5.2). Diese Daten sind in Abbildung 5.1 als Graph dargestellt. Die Graphik soll rein einen visuellen Eindruck vom ungefähren Verlauf der anthropogenen Aktivität in der Hochebene über die Jahrhunderte gewähren und nicht etwa eine exakte Darstellung der effektiven Vorkommnisse repräsentieren oder gar als prädiktives Modell genutzt werden.

Für das Neolithikum und ältere Perioden erbrachte der Survey keinerlei Resultate, obwohl diese im Altai durchaus vertreten sind.[8] Es wurde aber nicht explizit nach solchen Fundplätzen gesucht und so kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese

[7] Parzinger 2006: Als Grundlage für die Datierungen dienen die Zeittabellen im Anhang, für unklare Periodenübergänge wurde jeweils die Mitte des Jahrhunderts angenommen.

[8] Chlachula 2001

im Bereich der Hochebene existieren. Für das Äneolithikum wurden keine Hinweise gefunden, obwohl in dieser Zeit bereits gut sichtbare steinerne Strukturen zur Bestattung der Toten errichtet wurden.[9] Es ist also davon auszugehen, dass der momentane Kenntnisstand gut die effektiven Verhältnisse reflektiert und das Gebiet während des Äneolithikums relativ schwach oder gar nicht besiedelt oder genutzt wurde. Während der Bronzezeit werden erstmals Akkumulationen von Sites sichtbar. Die am besten erhaltenen Strukturen in Form von Keregsurmonumenten datieren jedoch allesamt an das Ende dieser Periode. Aufgrund der guten Sichtbarkeit und des hervorragenden Erhaltungszustandes der bronzezeitlichen Fundorte darf eigentlich auch hier von einer guten Repräsentation der prähistorischen Realität ausgegangen werden. Tendenziell wäre es möglich, dass weitere, bisher undatierte Tumuli der Bronzezeit zugeordnet werden könnten, allerdings scheinen solche Monumente doch eher dünn gestreut. Als wichtige Beobachtung sollte man bemerken, dass gegen das Ende der Spätbronzezeit ein erster leichter Anstieg der anthropogenen Aktivität zu verzeichnen ist. Die ältere Eisenzeit markiert klar den Höhepunkt im Verlauf der Bauaktivitäten auf der Hochebene, sowohl in Bezug auf die reine Anzahl wie auch betreffend der Grösse der einzelnen Strukturen. Der Anstieg ist bemerkenswert, obwohl er teilweise auf die gute Sichtbarkeit und Datierbarkeit ältereisenzeitlicher Strukturen zurückzuführen ist. Insgesamt sind es gut 34 Strukturen pro Jahrhundert, potenziell mehr, da viele wohl undatierte Tumuli dieser Zeit zugerechnet werden können. Während der jüngeren Eisenzeit konzentriert sich die Bauaktivität auf einige höhergelegene Nekropolen. Es könnte sein, dass das Bild hier durch die unsichere Datierung hunno-sarmatischer Nekropolen verzerrt wird. In der Alttürkenzeit geht die Aktivität anscheinend erneut zurück. Dies kann aber auch daran liegen, dass einzig die Memorialkomplexe in der Statistik erfasst sind. Alttürkische Tumuli fehlen aufgrund der sich schwierig gestaltenden Zuweisung. Potenziell könnten auch hier wieder einige der undatierten Tumuli als alttürkisch eingeordnet werden und der Rückgang der anthropogenen Aktivität daher in Realität weniger drastisch ausfallen.

Bemerkenswert am Verlauf der Kurve sind in der Tat die Veränderungen, welche am Ende der Bronzezeit stattfinden. Wenn es möglich ist, Gräber als Proxy für die Bevölkerungsdichte einer Region zu verstehen, dann muss in der Spätbronzezeit und zu Beginn der älteren Eisenzeit ein plötzlicher Bevölkerungsanstieg erfolgt sein, der kaum mit einem einfachen Wachstum der lokalen Bevölkerung erklärt werden kann. Dies sind natürlich stark vereinfachende Annahmen, aber es ergeben

[9] Parzinger 2006, 198-191

Periode	Anzahl Monumente	Monumente/Jh.
Äneolithikum	0	0
Bronzezeit	34	2.19
Ältere Eisenzeit	205	34.17
Jüngere Eisenzeit	96	14.77
Alttürkenzeit	32	7.11

Tabelle 5.2: Fundstellen pro Zeiteinheit

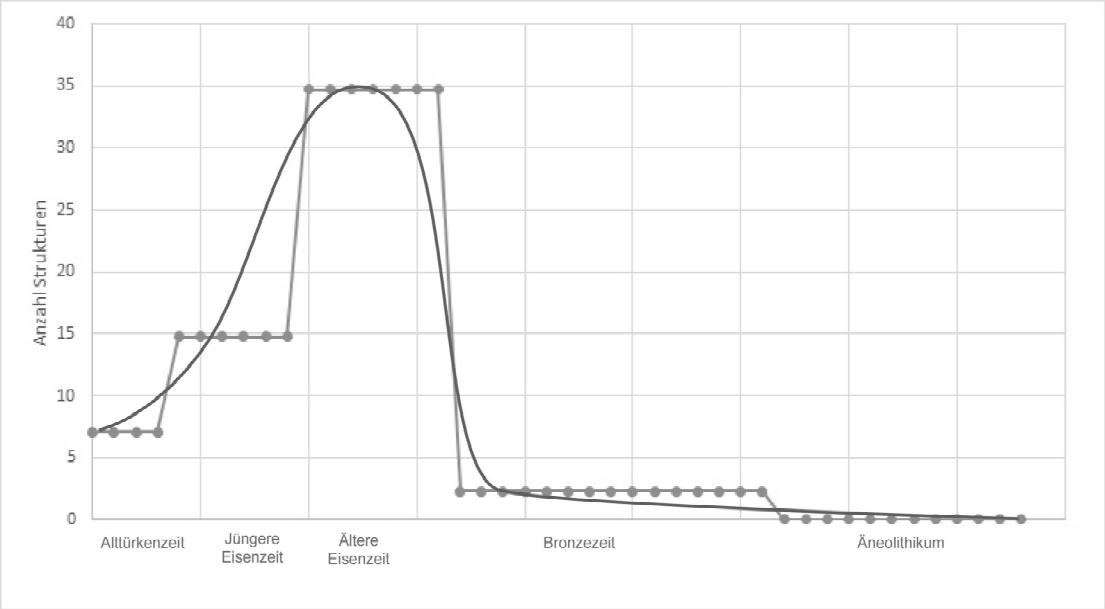

Abbildung 5.1: Anthropogene Aktivität auf der Hochebene von der Alttürkenzeit zurück bis ins ausgehende Neolithikum

sich so zumindest erste Ideen für in Zukunft zu bearbeitende Fragestellungen. Während die Hochebene vor der Spätbronzezeit also nur wenig genutzt wurde, so beginnt danach eine Phase des intensiven Ausbaus der Landschaftskammer als Ort für Begräbnisse. Wahrscheinlich hat man für diese Zeit mit Migration zu rechnen.

5.2 Kerndichteschätzung

Mittels Kerndichteschätzung[10] lassen sich sowohl lokale Auffälligkeiten finden, wie auch eine verlässliche Dichteverteilung des archäologischen Fundstellenmusters herleiten.[11] Abhängig von der Wahl der Parameter (Form und Grösse des Kerns) der Schätzfunktion wird so eine durchgängige Dichteoberfläche interpoliert, welche visuell interpretiert werden kann.[12] Als einfaches Beispiel für die Funktion einer Kerndichteschätzung kann folgendes Beispiel angesehen werden:

$$\lambda p = \frac{E \in K(p, r)}{\pi r^2}$$

Die geschätzte Dichte λ an der Position p ergibt sich aus der Anzahl Fundstellen innerhalb eines Kreises mit Mittelpunkt p und Radius r geteilt durch die Fläche dieses Kreises.[13] Liegen an einem Ort viele Punkte eng zusammen, so ergibt sich ein hoher Funktionswert, in Gebieten mit wenigen oder gar keinen Punkten zeigt die Schätzung entsprechend tiefe Werte. Mit der Veränderung des Radius r können lokale Hotspots herausgearbeitet oder verschliffen werden. Je grösser r gewählt wird, desto uniformer wird die Dichteoberfläche.

In Abbildung 5.2 wurde eine solche Dichteoberfläche für die früheisenzeitlichen Monumente im Untersuchungsgebiet interpoliert. Der schrittweise vergrösserte Radius r des Suchkreises resultiert in entsprechend unterschiedlichen Clusterungen. Bei einem Suchkreis mit $r = 100$ sind viele kleinere Akkumulationen sichtbar. 100 m scheint eine Distanz zu sein, bei der vor allem skythische Kurganketten gut als Cluster erkannt werden können. Bei $r = 250$ zeigen sich erste Vergesellschaftungen innerhalb sakischer Kurgancluster. Im Westen des Untersuchungsgebietes tritt der grosse Cluster sakischer Kurgane somit deutlich in Erscheinung. Bei $r = 500$ fällt vor allem auf, dass sich im Zentrum eine sehr dichte Ansammlung von Strukturen befindet. Eine Hypothese, warum sich dieser Cluster an jener Stelle befindet, wird im Abschnitt 5.6.2 ausgearbeitet. Hier wird vorerst nur einmal festgestellt, dass dies mit Abstand das archäologisch dichteste Gebiet der Untersuchungsregion darstellt.

[10] ArcMap *kernel density function*
[11] Ducke 2012, 141
[12] Conolly - Lake 2006, 175-177
[13] Ducke 2012, 142

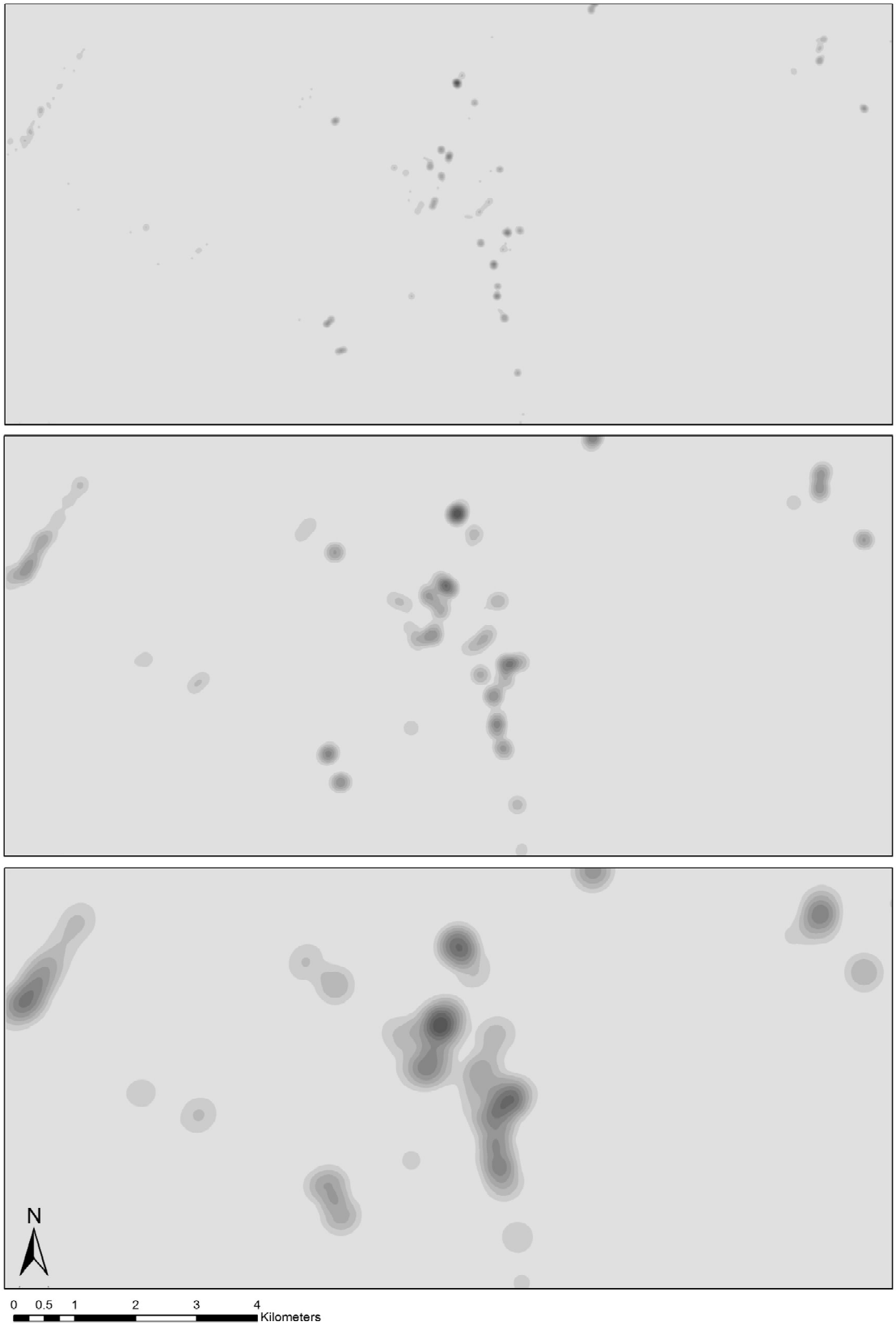

Abbildung 5.2: Kerndichteschätzung aller kartierten früheisenzeitlichen Monumente (v.o.n.u.) mit einem Suchkreisradius von 100 m, 250 m und 500 m zur Identifikation der von Strukturclustern

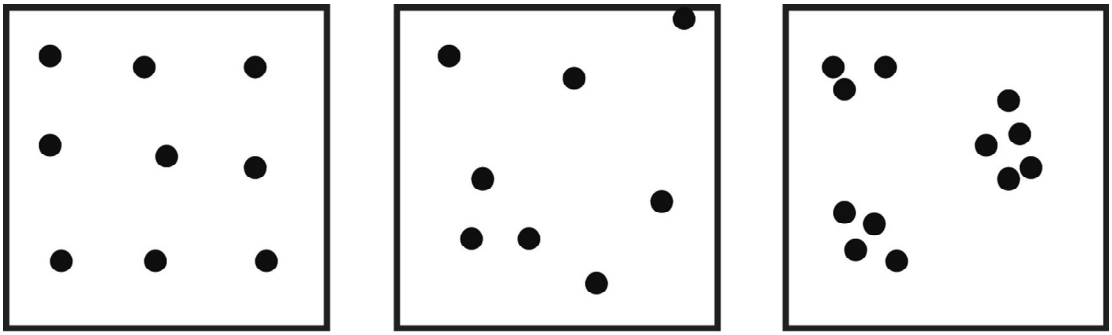

Abbildung 5.3: Punktmuster v.l.n.r. Dispersion, Zufallsverteilung, Clusterung

5.3 Nächste Nachbarn

Da der Mensch dazu neigt, bei Punktmustern zu viele Cluster zu identifizieren,[14] ist eine rationale Vorgehensweise bei der Untersuchung dieser Datenwolken sinnvoll. Ein einfacher Ansatz besteht in der sogenannten Nächste-Nachbarn-Analyse. Diese kann aufzeigen, ob bestimmte Abstände einer Punkteverteilung mit höherer Wahrscheinlichkeit auftreten, oder ob es sich um eine Zufallsverteilung handelt.[15] Grundsätzlich gibt es für ein bestehendes Punktmuster drei mögliche ineinander übergreifende Zustände (s. Abb. 5.3):

- Clusterung: „Muster, welche sich dadurch auszeichnen, dass die mittleren Abstände zwischen nächsten Nachbarn geringer sind, als für einen Zufallsprozess [...] zu erwarten wäre, werden als geclustert bezeichnet."
- „Ist der mittlere Abstand zwischen nächsten Nachbarn dagegen größer als unter einem Zufallsprozess zu erwarten wäre, so spricht man von Dispersion."
- „[bei Zufallsmustern] dominieren weder geclusterte noch regelmäßige Effekte das Bild."[16]

Die *ArcMap*-Funktion *average nearest neighbor* berechnet den erwarteten Abstand anhand der Punkteverteilung der Nullhypothese. Diese nimmt an, die Punkte seien zufällig im Raum verteilt (Poissonverteilung).[17] Als Gebiet der Verteilung wird,

[14] Ducke 2012, 149: „Studien aus den Bereichen der Epidemologie und Kriminalstatistik belegen, dass bis zu 95% von als auffällig wahrgenommenen Ereignissen in Wirklichkeit nicht von der zu erwartenden Häufigkeit einer Zufallsverteilung abweichen."
[15] Conolly - Lake 2006, 164
[16] Ducke 2012, 125
[17] Esri 2009

Observed Mean Distance	46.75 m
Expected Mean Distance	306.07 m
Nearest Neighbor Ratio	0.1528
Z-score	-31.0508

TABELLE 5.3: Resultate der *average nearest neighbor analysis* für alle datierbaren Monumente

Periode	Nearest Neighbor Ratio	Z-score
Bronzezeit	0.2126	-8.7832
Ältere Eisenzeit	0.1442	-23.4412
Jüngere Eisenzeit	0.0076	-18.6020
Alttürkenzeit	0.4053	-6.4347

TABELLE 5.4: Nächste-Nachbarn-Analyse für die einzelnen Zeitperioden

wenn nichts anderes festgelegt wird, das minimale umschreibende Rechteck der Punktwolke verwendet. Da diese Analyse aber sehr stark auf Veränderungen der Grösse des Gebietes reagiert, wurde hier mit der Fläche des durch das Militär neu definierten Untersuchungsgebietes von 137.52 km^2 gerechnet. Es wurde das euklidische Distanzmass verwendet, welches in der Ebene eine realistische Annahme darstellt.

Tabelle 5.3 zeigt die Resultate dieser Analyse. Der beim Zutreffen der Nullhypothese erwartete durchschnittliche Abstand zwischen den Punkten beträgt 306.07 m. Die durchschnittlichen Abstände der Punkteverteilung der datierbaren Monumente sind mit 46.75 m wesentlich geringer. Die *nearest neighbor ratio* wird berechnet, indem die auftretende durchschnittliche Distanz durch die erwartete durchschnittliche Distanz geteilt wird. Ein Verhältnis kleiner 1 zeigt eine Clusterung der Punkte, ein Verhältnis von grösser 1 deutet auf Dispersion hin.[18] Der Z-Wert ist ein Wert für die statistische Signifikanz. Ein Wert von -31.0508 bedeutet, dass das bestehende Muster mit weniger als 1% Wahrscheinlichkeit das Resultat eines Zufallsprozesses ist.

Aus Tabelle 5.4 wird ersichtlich, dass die Abstände der einzelnen Monumente einer Periode zum Teil erheblich von den durchschnittlichen Distanzen anderer Perioden abweichen können. Alle Punktmuster weisen eine gewisse Clusterung auf. Es fällt aber auf, dass Monumente aus der jüngeren Eisenzeit jeweils extrem nahe beieinander liegen, während Monumente aus der Alttürkenzeit eher in Richtung Zufallsverteilung streben. Es muss allerdings beachtet werden, dass bei den alttürkischen

[18] Esri 2009

Strukturen nicht von einer so guten Erfassung aller Monumente auszugehen ist, wie dies beispielsweise bei den skythischen Kurganen der Fall ist. Da durchaus türkische Tumuli existieren könnten, welche aber nur mit grosser Unsicherheit identifiziert werden können und daher in dieser Analyse nicht einbezogen wurden, kann es sein, dass die hier gezeigten Werte erheblich von den realen abweichen. Die Resultate der Nächste-Nachbarn-Analyse für die Alttürkenzeit wie auch für die Bronzezeit sollten deshalb nur als grobe Tendenz angesehen werden.

Die Analyse der nächsten Nachbarn muss allerdings skeptisch betrachtet werden, da es sich um einen Durchschnittswert handelt und innerhalb einer Punktverteilung auf anderen Massstäben durchaus auch andere Punkteverteilungen als die durch die Analyse suggerierte auftreten können.[19] Die Methode ist oftmals zu simpel, um komplexe archäologische Punktmuster hinlänglich beschreiben zu können.

[19] Conolly - Lake 2006, 164

5.4 Ripley's K

Mit *Ripley's K* liegt eine Methode vor, welche global die Verteilung von Distanzen zwischen den Punkten einer Datenwolke zu untersuchen vermag. Die Funktion wird genutzt, um ein beobachtetes Punktmuster mit einer theoretischen Zufallsverteilung zu vergleichen und abzuschätzen, inwiefern die Muster auf verschiedenen Massstäben signifikant stärker geclustert oder regelmässig verteilt sind, als dies bei einem Zufallsprozess zu erwarten wäre.[20] Anders als die Analyse der nächsten Nachbarn, welch lediglich einen Mittelwert angibt, vermag es Ripley's K über das gesamte Datenset hinweg wechselnde Tendenzen zu erkennen. Es kann beispielsweise sein, dass eine Punkteverteilung bei geringen Abständen Clusterungen, bei grossen Abständen jedoch Dispersion aufweist. Dabei untersucht die Analysemethode die Umgebungsdichte bei zufällig ausgewählten Punkten des Musters mittels stetig grösser werdenden Suchkreisen.[21]

$$K(s) = \lambda^{-1} n^{-1} \sum_{i \neq j} I(d_{ij} < s)$$

Der Radius s des Suchkreises um die Exponenten einer zufällig ausgewählten Punktmenge herum wird stetig vergrössert, während bei jedem Schritt jeweils die Dichte λ der Punkte innerhalb der Kreise berechnet wird (s. Abb. 5.4). I bezeichnet sodann die Intensität (Dichte der Punktpaare, welche im Suchfenster innerhalb des Radius s liegen).[22]

Die Verteilung von K kann als kumulative Verteilung durchschnittlicher Punktdichten bezogen auf die festgelegten Intervalle von s beschrieben werden. Die Transformierung von K, die sogenannte L-Funktion, wird folgendermassen durchgeführt:

$$L(s) = \sqrt{K(s)/\pi} - s$$

Wird danach der $L(s)$ gegenüber s aufgetragen entsteht ein Diagramm wie in Abbildung 5.5 gezeigt. Die Nullhypothese, also das Resultat eines komplett zufälligen Prozesses würde als horizontale Linie auf der X-Achse dargestellt. Werte von

[20] Conolly - Lake 2006, 304
[21] Ducke 2012, 145
[22] Ducke 2012, 145-146

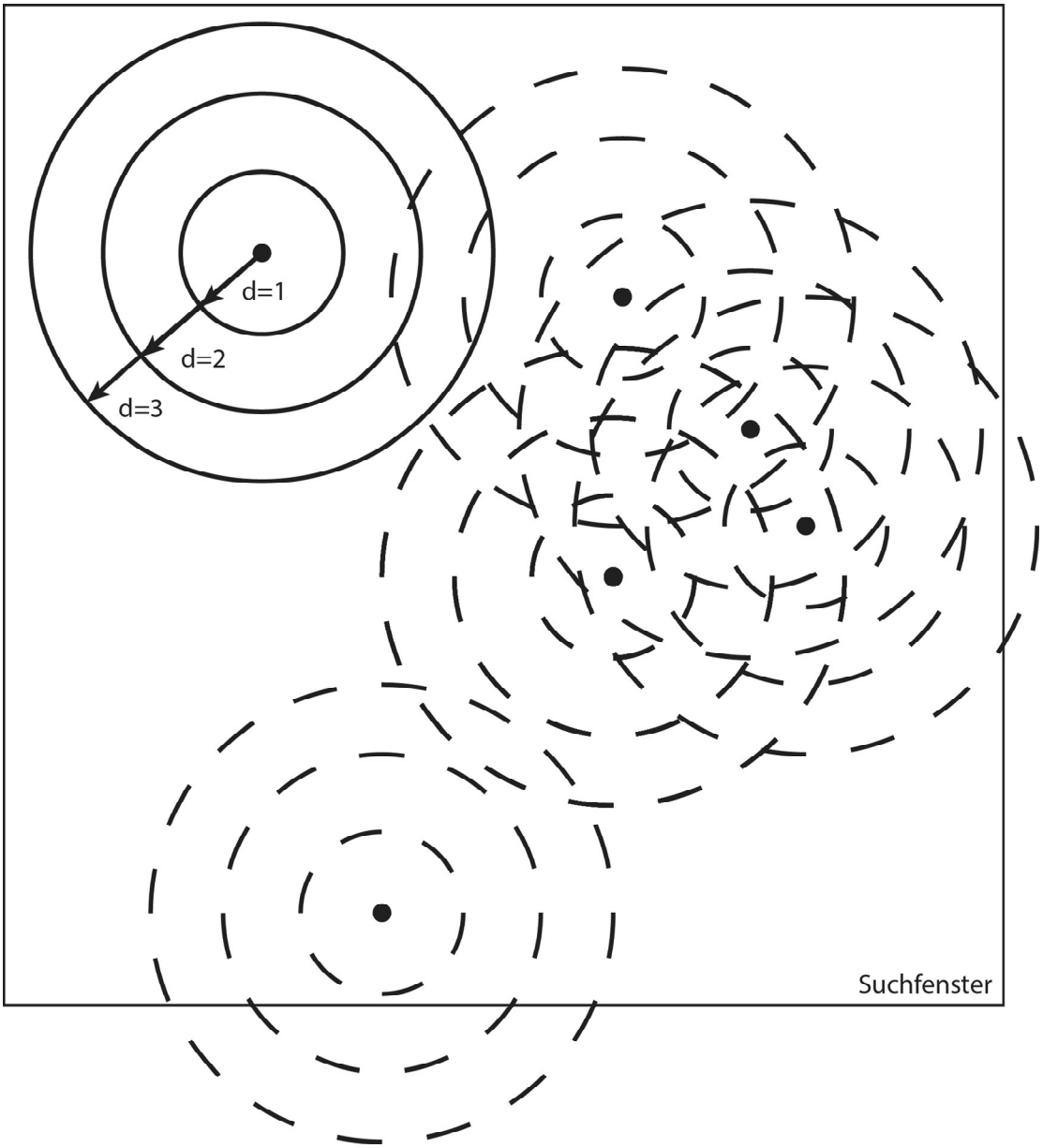

Abbildung 5.4: Vorgehensweise von *Ripley's K* (Darstellung nach O'Sullivan - Unwin 2003)

$L(s) > 0$ bedeuten dass im festgelegten Suchkreis mehr Punkte als erwartet auftreten und somit eine Clusterung vorliegt. $L(s) < 0$ bedeutet, dass im Suchkreis weniger Punkte als erwartet aufgefunden wurden und damit von Dispersion ausgegangen werden kann.[23]

ArcMap erlaubt es, mittels Monte-Carlo-Simulation für die Berechnung dieses Konfidenzintervalls neun bis maximal 999 Permutationen (also erneute Verteilungen der zufällig generierten Punkte) durchzuführen. Für jedes Set von aus den

[23] Conolly - Lake 2006, 167

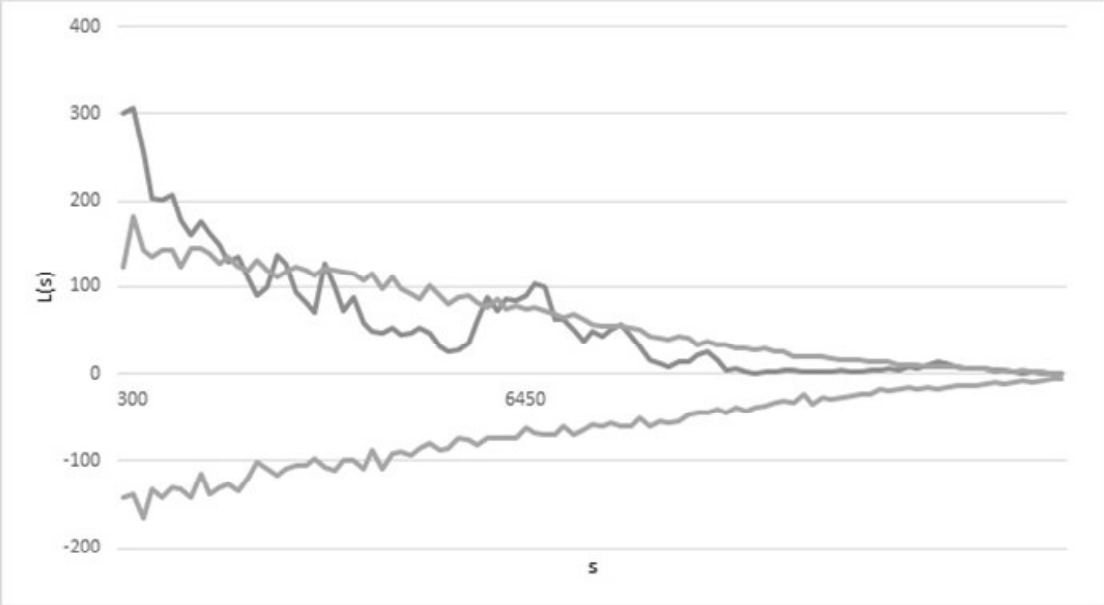

Abbildung 5.5: Darstellung von *Ripley's K* für ältereisenzeitliche Monumente als Graph mit signifikanten, die Konfidenzgraphen überschreitenden Maxima bei 150-300 m und bei 6450-6600 m.

Permutationen berechneten Parameter L-Werten werden sodann der höchste und der niedrigste Wert ausgewählt. Diese beiden Extremwerte bilden das Konfidenzintervall für die jeweilige Distanz. Über- oder unterschreitet der L-Wert für die zu analysierende Punktwolke diesen Korridor, so weist die Verteilung bei der jeweiligen Suchdistanz statistisch signifikante Clusterung (Überschreitung der oberen Kurve) oder Dispersion (Unterschreitung der unteren Kurve) auf.[24]

Die visuelle Interpretation des Graphen erfolgt, indem man das Resultat der Berechnungen für die Punktwolke (in blau) mit den Resultaten der mittels Monte-Carlo-Simulation generierten Graphen (in grau) vergleicht. Für die ältereisenzeitlichen Strukturen liegen signifikante Maxima bei einer Distanz zwischen 150-300 m und bei etwa 6450-6600 m. Gerechnet wurde jeweils mit einer Suchintervall von 150 m und jeweils 99 Permutationen pro Erweiterungsschritt, deren Minima und Maxima den Konfidenzbereich bilden. Da diese Analyse ebenfalls stark auf die Auswahl der Berechnungsfläche reagiert, muss mit Randeffekten gerechnet werden. Es stehen verschiedene Korrekturmethoden für die Abschwächung dieser Effekte zur Verfügung. Allerdings ist die Annahme, dass sich ausserhalb der Grenzen des Untersuchungsgebietes keine weiteren Datenpunkte befinden, realistisch und somit müssen keine Korrekturen vorgenommen werden.

[24] Esri 2006

Für jüngereisenzeitliche Strukturen liegen die relevanten Maxima für Clusterung bei 0-150 m, bei 1050-1200 m und bei etwa 2550 m, wobei die Clusterung im nahen Bereich deutlich am stärksten ausfällt. Für alttürkenzeitliche Monumente liegen signifikante Clusterungen bei 0-150 m und bei etwa 450 m vor. Für bronzezeitliche Strukturen ergibt die Analyse Clusterungen bei 0-150 m, 3750-4050 m und 4950-5400 m. Für die Definition von Sites ist insbesondere relevant, dass sämtliche Monumentkategorien über alle Perioden hinweg Clusterungen im Nahbereich aufweisen.

5.5 Clusterdetektion

Ein Cluster ist definiert als „eine lokal begrenzte, erhöhte Konzentration von Punkten innerhalb einer Menge von Punkten.“[25] Die Verteilung der Cluster, für welche mittels Kerndichteschätzung bereits erste Anhaltspunkte gefunden werden können, soll hier mit einer gezielten Clusteranalyse untersucht werden. Die Nächste-Nachbarn-Analyse zeigt zwar auf, ob eine Punktmuster potenziell über Cluster verfügt, kann jedoch keine dieser Cluster identifizieren. Es existiert eine Reihe von Algorithmen, welche für beliebige Punktmuster entsprechende Lösungen berechnen, und aufzeigen, wo Cluster zu finden sind. Weil Clusteralgorithmen nichtparametrische Methoden sind, deren zugrundeliegende Verteilungseigenschaften also direkt aus den Eingangsdaten abgeleitet werden, „handelt es sich [bei allen Resultaten] um Näherungslösungen, die weder eine optimale noch eine genau reproduzierbare Lösung garantieren können. Aus diesen Gründen muss man sie ingesamt als rein explorative Methoden ohne irgendwie definierte Beweiskraft betrachten.“[26]

Der k-Means Algorithmus wird seit langer Zeit in der Analyse archäologischer Hinterlassenschaften verwendet,[27] und ist, aufgrund seiner Robustheit und der Effizienz, mit der grosse Datenmengen verarbeitet werden können, einer der bekanntesten Clusteralgorithmen, welcher in einer Vielzahl von Gebieten angewendet wird.[28,29,30] Allerdings weist der Algorithmus einige Nachteile auf, die insbesondere für die Analyse im archäologischen Kontext schwere Einschränkungen darstellen. Der Umstand, dass die Anzahl der Cluster im Vornherein bekannt sein muss, macht den Algorithmus lediglich bei der Zuordnung von Punkten zu diesen Clustern zu einem nützlichen Werkzeug. Da die Rechenschleife jedoch einen jeden Punkt der Datenwolke einem Cluster zuordnet.[31] werden auch viele Punkte, die eigentlich als isolierte Monumente gelten müssen, in die Lösung eingepasst. Es erscheint also, gerade in Fällen, in denen die Rechenleistung ausreicht, um komplexere Lösungsvorschläge zu erarbeiten, sinnvoll, sophistiziertere Clusteralgorithmen einzusetzen, die besser auf archäologische Fragestellungen ausgerichtet sind.

[25] Ducke 2012, 149
[26] Ducke 2012, 150
[27] beispielweise Johnson - Johnson 1975
[28] Ducke 2012, 152
[29] beispielsweise Chen u. a. 2004
[30] beispielsweise Van Moorter u. a. 2010
[31] Ducke 2012, 150-152: Der k-Means Algorithmus strebt eine vollständige Clusterlösung an, das heisst, jeder Datenpunkt wird genau einem Cluster zugeordnet

Wesentlich interessanter für die Analyse archäologischer Punktmuster ist das *density-based spatial clustering of applications with noise* Verfahren (DBSCAN Algorithmus), der 1996 von Ester u. a. publiziert wurde (s. Abb. 5.6).[32] Bei diesem Clusterdetektor muss die Anzahl der Cluster anders als beim k-Means Verfahren nicht zum Vornherein bekannt sein.[33] Zudem erkennt der Algorithmus Cluster von beliebiger Form,[34] es können also auch Cluster erkannt werden, welche nicht linear trennbar sind. Dies ist mit dem k-Means Algorithmus nicht möglich. Schliesslich ist die spezifische Ausrichtung auf die Erkennung von Rauschen hervorragend mit der Realität archäologischer Verteilungen vereinbar. Insgesamt ist der DBSCAN Algorithmus aufgrund dieser Eigenschaften wesentlich besser für die Bearbeitung archäologischer Fragestellungen geeignet und sollte vermehrt angewendet werden.

„Ein Cluster im Sinne von DBSCAN ist die Menge aller durch dieselben Kernpunkte verbundenen Punkte.“[35] Es wird zwischen Randpunkten und Kernpunkten unterschieden. Randpunkte sind von Kernpunkten über die sogenannte Dichteerreichbarkeit (*density-reachable*) verknüpft, während dies für Randpunkte des Clusters nicht gilt.[36] Punkte der Datenmenge, welche keinem Cluster zugeordnet werden, werden als Rauschen interpretiert.[37] Schwierig gestaltet sich die Schätzung der einzugebenden Parameter, die der DBSCAN Algorithmus als Startwerte benötigt. Dies ist einerseits der Kreisradius, innerhalb dessen nach dichteverbundenen Punkten gesucht wird, sowie die minimale Anzahl von Punkten, welche im Suchkreis vorhanden sein muss, damit der Zentralpunkt als zum Kern des Clusters zugehörig gerechnet wird.[38] Die durchschnittlichen Distanzen aus der Nächste-Nachbarn-Analyse können hier erste Anhaltpunkte liefern, in welchem Rahmen sich der Radius des Suchkreises bewegen sollte.

Über die klare Definition der Cluster durch den DBSCAN Algorithmus kann nachfolgend eine Annäherung an die Definition einer *site* gewagt werden. Da während des Surveys die Grenzen zwischen einzelnen Akkumulationen archäologischer Strukturen gefühlsmässig gezogen wurden, ist keinesfalls klar, wo beispielsweise Site HT001 endet und Site HT002 beginnt. Der DBSCAN Algorithmus gewährt die Möglichkeit, eine exaktere und vor allem nachvollziehbare Definition dieser

[32] Ester u. a. 1996
[33] Kriegel u. a. 2011
[34] Ducke 2012, 154
[35] Ducke 2012, 154
[36] Tran u. a. 2013, 93
[37] Ducke 2012, 154
[38] Ester u. a. 1996

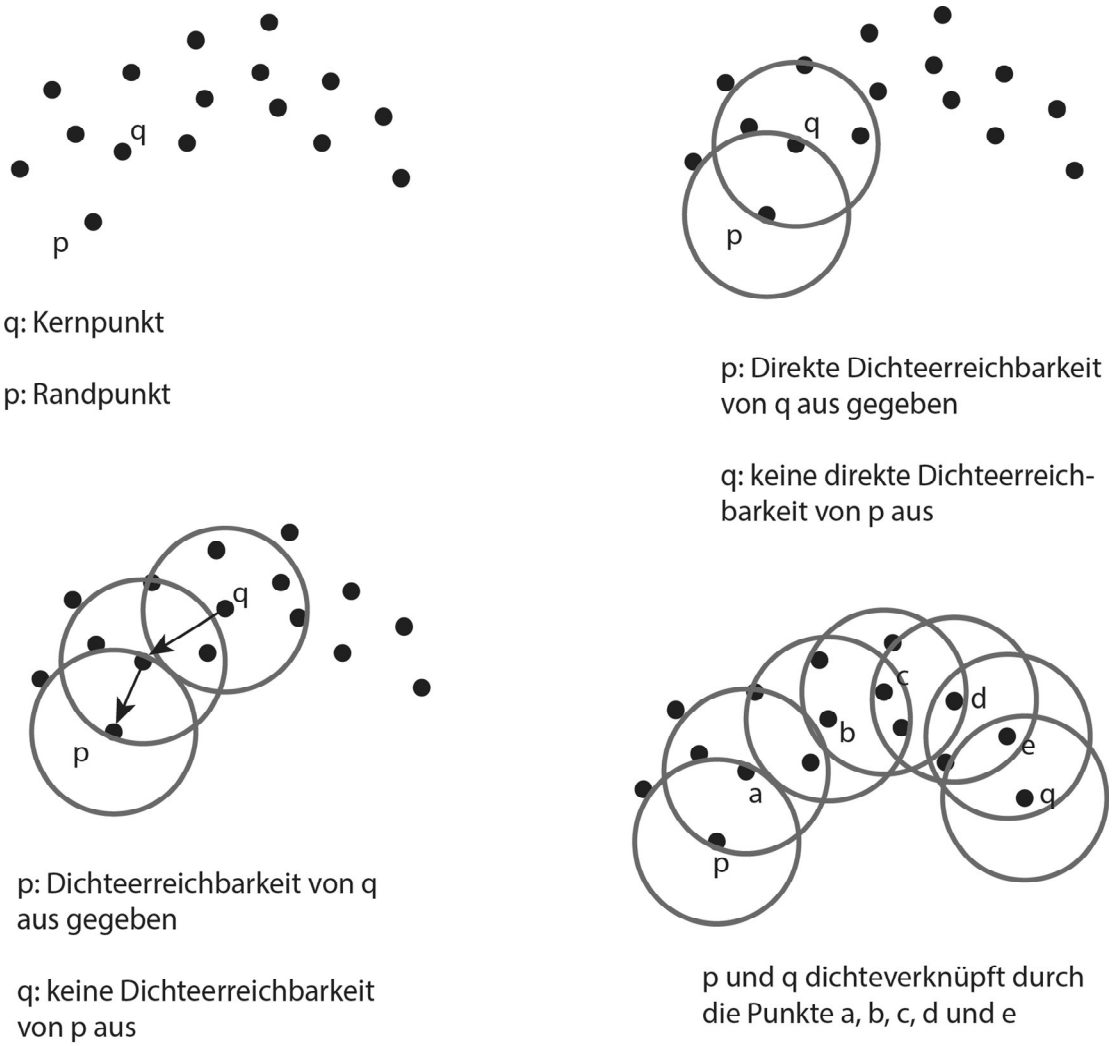

Abbildung 5.6: Arbeitsweise des DBSCAN Algorithmus (Darstellung nach Ester u. a. 1996)

archäologischen Grösse zu geben. Der DBSCAN Algorithmus wurde wie bereits der SIFT Algorithmus am Beginn dieser Dissertation in der Software *Matlab* implementiert. Als Grundlage dafür diente eine erweiterte Version des Algorithmus, welche von Tran u. a. 2013 publiziert wurde. Die minimale Anzahl von Punkten für einen Cluster wird auf 3 festgesetzt. Als Radius für den Suchkreis werden verschiedene Distanzen verwendet, um unterschiedliche Clusterlösungen miteinander vergleichen zu können. Die Definition des Rauschens bedeutet im hier besprochenen Fall nicht, dass Sites, welche nicht einem Cluster zugeordnet werden, einfach ignoriert werden. Diese Monumente sind selbstverständlich in sich selbst ebenfalls Sites, nur eben isoliert auftretend.

Abbildung 5.7, 5.8 und 5.9 zeigen drei verschiedene Clusterlösungen für Suchradien von 50, 100 und 150 m. In Abbildung 5.7 werden relativ viele Strukturen (in der Farbe Rot) als Rauschen markiert. Die Stärke des Algorithmus, auch ineinander verschachtelte Cluster beliebiger Form zu erkennen, zeigt sich am Beispiel des früheisenzeitlichen Kurgans HT001110, welcher von einem Halbkreis aus Steinkreisen umgeben ist. Der Kurgan in der Mitte wird aufgrund des Abstandes zum Halbkreis als Rauschen betrachtet. Dies entspricht jedoch sicher nicht dem archäologischen Konzept einer Site, daher muss der Suchradius grösser gewählt werden.

In Abbildung 5.8 scheint zunächst eine annehmbare Clusterlösung zu präsentieren, allerdings wird HT001110 immer noch dem Rauschen zugerechnet. Anders als bei einem Suchradius von 50 m zeigen sich jedoch schon wesentlich deutlichere Akkumulationen von Strukturen.

In Abbildung 5.9 schliesslich wird HT001110 in den Cluster eingeschlossen. Auch die anderen Strukturen scheinen allesamt annehmbar auf räumlich gut abgrenzbare Cluster verteilt. Diese Clusterlösung könnte als Kategorisierung von Sites zur weiteren Analyse verwendet werden.

Obwohl der Clusteralgorithmus sehr gut funktioniert so ist doch auf gewisse Einschränkungen hinzuweisen. Da für die Clusterlösung nicht nur die datierbaren Monumente eines Zeitabschnitts, sondern alle Monumente verwendet wurden, müssen beim Radius des Suchkreises Kompromisse gemacht werden. Sollten nur früheisenzeitliche, oder nur bronzezeitliche Cluster gebildet werden, so würde dies besser funktionieren, da innerhalb einer Zeitperiode die Abstände zwischen einzelnen Strukturen einheitlicher sind. Aber da zunächst interessiert, welche Monumente zu einer archäologischen Site gezählt werden sollen und welche als isoliert betrachtet werden, um Einheiten für eine site-interne Analyse zu bilden, muss die gesamte Punktverteilung betrachtet werden. Bekanntermassen sind die durchschnittlichen Abstände von Grab zu Grab innerhalb späteisenzeitlicher Nekropolen sehr gering, während bei Ansammlungen von sakischen Grosskurganen, allein schon aufgrund des Durchmessers der einzelnen Monumente, welcher durch die Punkte nicht repräsentiert wird, die durchschnittlichen Abstände sehr gross sein können.



Abbildung 5.7: Auswertung der zentralen Punktwolke des Untersuchungsgebietes mittels DBSCAN Algorithmus mit einem Suchradius von 50 m. Die roten Punkte markieren isolierte Monumente.

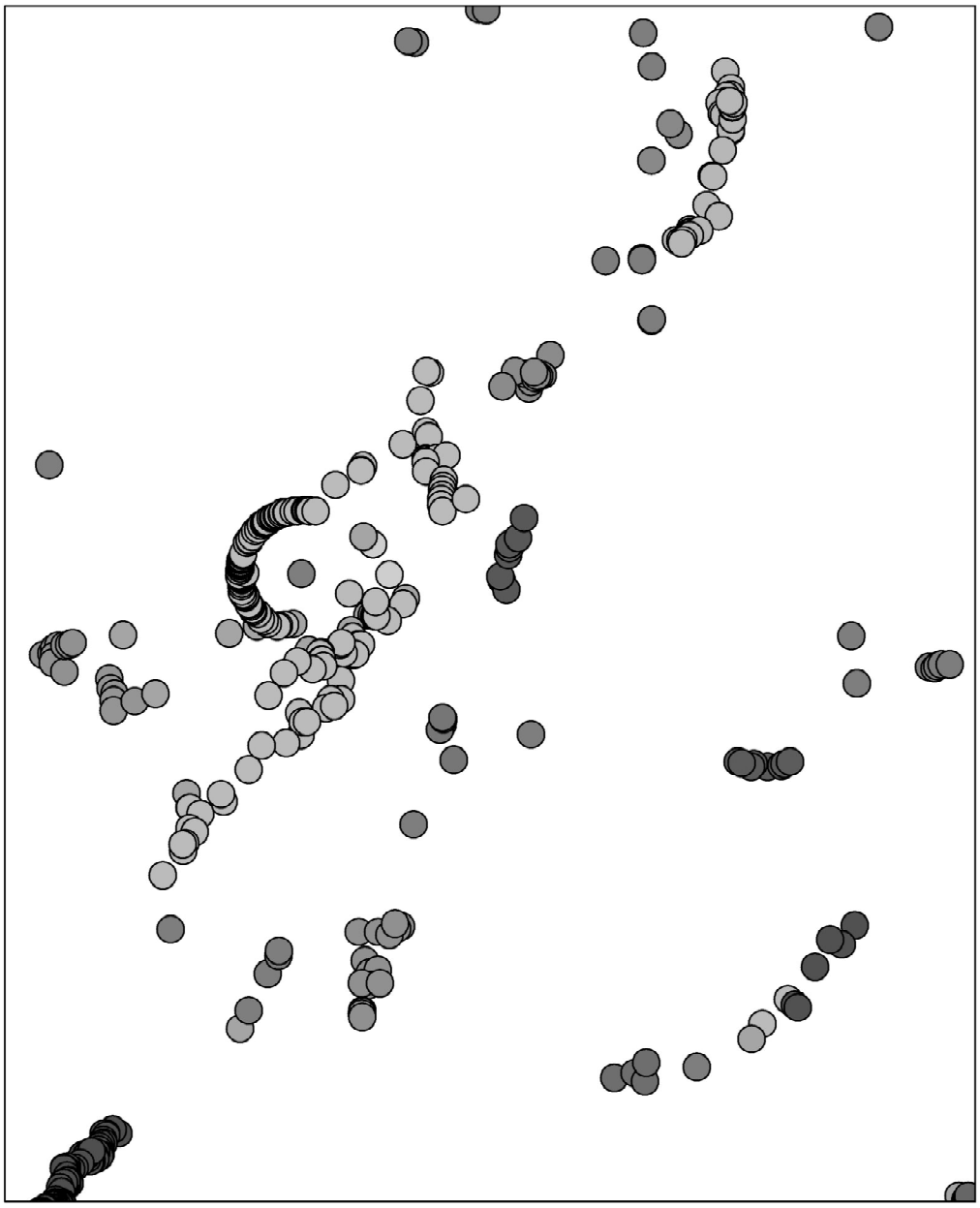

Abbildung 5.8: Auswertung der zentralen Punktwolke des Untersuchungsgebietes mittels DBSCAN Algorithmus mit einem Suchradius von 100 m. Die roten Punkte markieren isolierte Monumente.

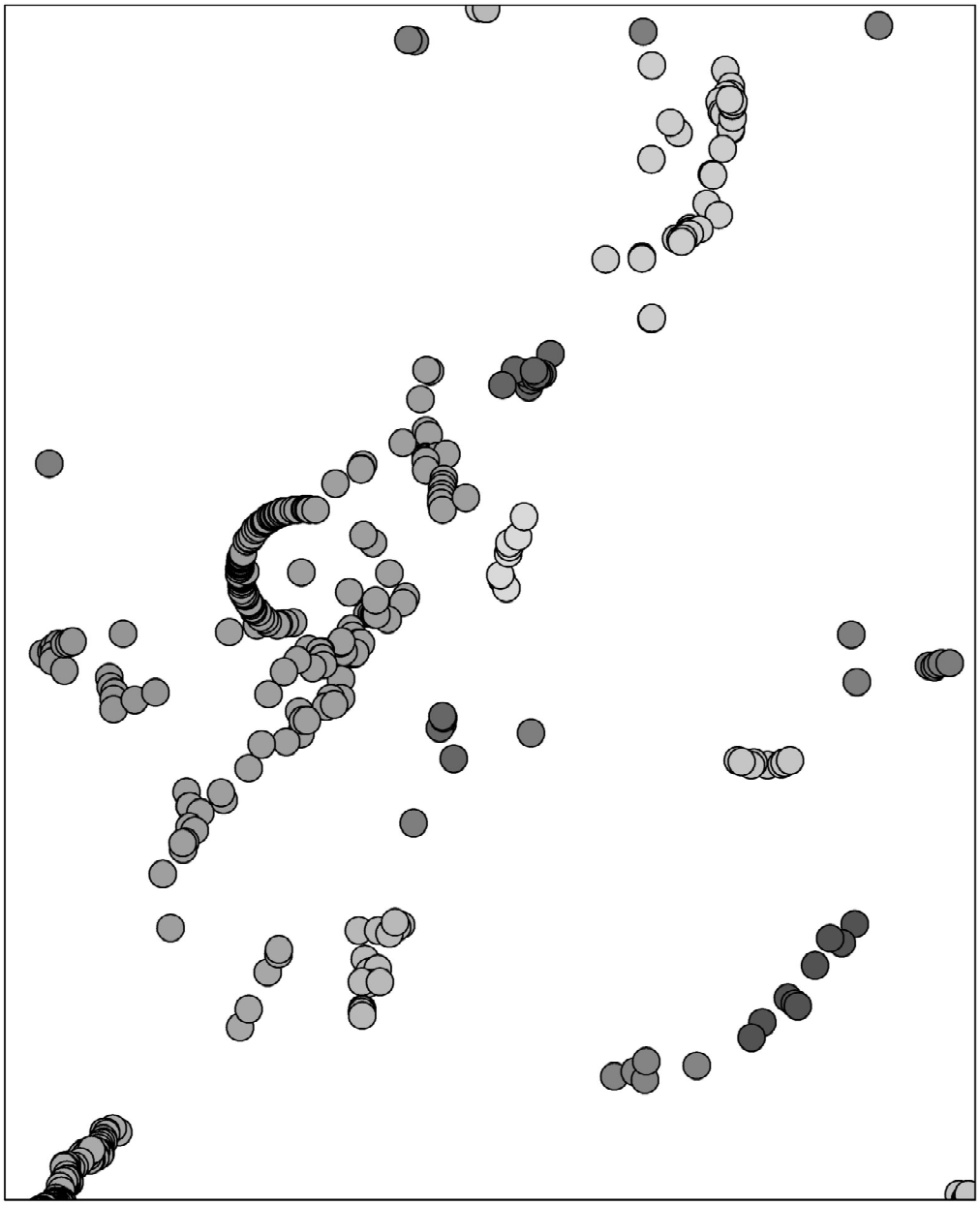

Abbildung 5.9: Auswertung der zentralen Punktwolke des Untersuchungsgebietes mittels DBSCAN Algorithmus mit einem Suchradius von 150 m. Die roten Punkte markieren isolierte Monumente.

5.6 Räumliche Präferenzen

Die Topographie spielt in einem zerklüfteten Gebiet wie dem Altaigebirge ohne Zweifel eine wichtige Rolle bezüglich der Lokalisierung anthropogener Aktivität jeglicher Art. Aber auch andere Faktoren, welche mittels visueller Interpretation nur ungefähr erfasst werden können, sind bei der Erklärung der Verteilung von Fundstellen von Belang. Mit der Datierung verschiedener Monumente kann die Auswahl der Orte für deren Errichtung nun diachron anhand unterschiedlicher Parameter verfolgt werden.

5.6.1 Bodenfeuchte

Die bevorzugte Bebauung flacher Regionen zieht sich durch alle Zeiten hindurch und kann als einfache, determinierende Variable der natürlichen Umgebung angesehen werden. Die tophographischen Präferenzen für die Errichtung bestimmter Monumente wurden bereits in Kapitel 3 kurz angesprochen. Es stellte sich heraus, dass die allermeisten Monumente in Gebieten mit einer geringen Hangneigung zu finden sind. Der Hangneigungswinkel ist jedoch nicht der einzige Faktor, der die Verteilung der Strukturen massgeblich beeinflusst. Eine besondere Auffälligkeit ergibt sich bei der Betrachtung der Fundstellenverteilung auf der Überblickskarte 3.17 in Kapitel 3.

Während sich archäologische Strukturen auf der gesamten Hochebene in flachen Gebieten finden, bildet das Zentrum der Ebene offensichtlich eine Ausnahme. Bereits während des Surveys wurde vermerkt, dass im Gebiet der frei mäandrierenden Flussläufe eine auffällige Fundleere herrscht. Es könnte sein, dass Bodenfeuchtigkeit eine Rolle bei der Auswahl eines Ortes zur Konstruktion von Gräbern spielte (s. Abb. 5.10). Gründe hierfür sind leicht vorstellbar. Die geringe Tragfähigkeit sumpfigen Bodens macht den Transport von Baumaterialien beschwerlich. Nasses Erdreich verfügt zudem über eine reduzierte Stabilität, so dass beim Aushub der Grabkammer mit dem Einstürzen der Wände gerechnet werden muss. Zudem erscheint es ungünstig, wenn eine unterirdische Grabkammer noch vor der Bestattung mit Wasser vollläuft, das Monument nach der Errichtung zeitnah absackt oder von einem sich ändernden Flusslauf erodiert wird.

Die hellblaue Linie in Abbildung 5.10 markiert Gebiete mit einer erhöhten Bodenfeuchte. Die Linie ist das Ergebnis einer visuellen Interpretation von WorldView-2

Zeitperiode	Anzahl	%
Bronzezeit	7	20.6
Ältere Eisenzeit	96	46.8
Jüngere Eisenzeit	96	100.0
Alttürkenzeit	1	3.1

TABELLE 5.5: Prozentuale Anteile von Strukturen in der Nähe von Regionen mit erhöhter Bodenfeuchte

Daten und erhebt nicht den Anspruch, korrekt zu sein. Die Bodenfeuchte kann in diesem Gebiet im Jahresverlauf erheblich schwanken und die Abgrenzung ist daher als Annäherung zu betrachten. Es fällt allerdings auf, dass sich die meisten Fundplätze ausserhalb dieser als besonders wasserreich markierten Zone liegen. Interessant ist insbesondere die Lage des langgestreckten Clusters sakischer Kurgane im Westen. Die Aufreihung grosser Gräber scheint geradezu eine Grenze zwischen trockenerem und feuchterem Gebiet darzustellen. Auch andere Monumente im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes liegen häufig auf leicht erhöhten Ausläufern der Randgebirge.

Mittels einer Pufferzone um die in Abbildung 5.10 gezeigte Zone kann der prozentuale Anteil der Monumente errechnet werden, welcher unmittelbar mit dieser assoziiert ist. Als Versuch wurde arbiträr eine Pufferdistanz von 500 m gewählt. Tabelle 5.5 zeigt, dass ein grosser Anteil früh- (46.8 %) und späteisenzeitlicher (100 %) Monumente in diesen Regionen liegt. Alttürkenzeitliche Strukturen scheinen eher ausserhalb dieser Zonen zu liegen, für bronzezeitliche Strukturen ist das Bild uneinheitlich. Allerdings täuschen die Zahlen, denn wie noch zu zeigen sein wird, ist besonders die Lage der späteisenzeitlichen Nekropolen durch einen anderen topographischen Parameter bestimmt.



Abbildung 5.10: Fundstellen und Gebiete mit erhöhter Bodenfeuchte (visuelle Interpretation von WorldView-2 Daten)

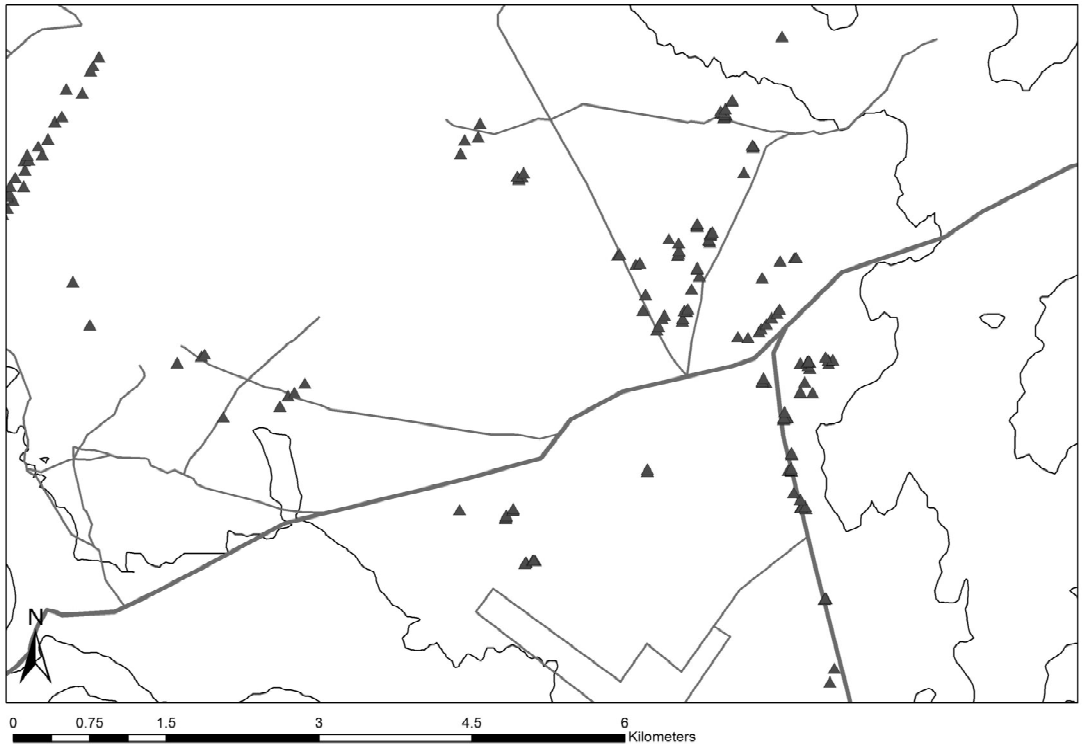

Abbildung 5.11: Verteilung der Monumente in Bezug auf die heute bestehenden Strassen und Feldwege

5.6.2 Verkehrstechnische Mikrolage

Ein ebenfalls eng mit der Topographie verknüpfter Faktor ist die verkehrstechnische Lage der Monumente. Geht man davon aus, dass die grossen eisenzeitlichen Grabhügel grundsätzlich auch eine repräsentative Aufgabe wahrnahmen, so scheint es naheliegend, dass diese Monumente an Stellen errichtet wurden, welche sich durch eine gute Zugänglichkeit und eine erhöhte Frequenz von Besuchern auszeichneten. Nichts ist hierzu besser geeignet als die Lage an Verkehrswegen.

Grundsätzlich ist zwischen der verkehrstechnischen Makrolage und Mikrolage zu differenzieren. Während die Makrolage im nachfolgenden Kapitel die Position der Hochebene im Kontext des südlichen Altaigebirges, der Dschungarei und des Tianshan bespricht, wird hier lediglich kurz die Mikrolage der Monumente innerhalb des Untersuchungsgebietes analysiert.

In Abbildung 5.11 zeigt sich eine klare Korrelation von heutigem Wegesystem mit dem Auftreten antiker Monumente. Die ausgebauten Strassen (dicke rote Linien) welche die Hauptverkehrsachsen bilden, treten im Osten und im Süden über steile Pässe in die Hochebene ein, vereinigen sich im Nordosten des Gebietes und führen

dann über die Hügelkette im Nordosten nach Norden Richtung Kanassee. Just an der Stelle, an welcher sich diese Hauptverkehrsachsen treffen, befindet sich der umfangreichste Cluster von Strukturen der gesamten Hochebene. Ähnlich wie bei den Strukturen ergibt sich ebenfalls eine auffallende Leere bezüglich Wegenetz im Zentrum der Ebene. Dies ist auf die die Ebene von Nordwest nach Südost durchziehenden Wasserläufe und die damit einhergehende erhöhte Bodenfeuchte zurückzuführen. Sumpfiger Boden und mäandrierende Wasserläufe sind für den Bau und Ausbau von Verkehrswegen klar suboptimal, aus diesem Grund zieht sich das Wegenetz um die entsprechenden Stellen herum. Ausser zur Viehhaltung werden die zentralen Teile des Gebietes auch sonst nicht für bauliche oder andere wirtschaftliche Aktivitäten genutzt.

Eine Ausnahme stellt der vor wenigen Jahren errichtete Flughafen dar (Abb. 5.11: Mitte unten). Dieser wurde in einem archäologisch wenig bedeutsamen Teil der Ebene errichtet, in dem auch zuvor keine Siedlungen errichtet wurden. Für den Zugang zum Flughafen von Nordosten her musste eine Brücke über mehrere Flussläufe errichtet werden.

Auffällig ist die Aufreihung von zumeist ältereisenzeitlichen Monumenten entlang der ausgebauten Strasse im Osten der Ebene. Dieser vom östlichen Pass herführende Verkehrsweg ist auf einem schmalen Streifen flachen Gebiets zwischen eingeschnittenem Flussbett und schnell ansteigenden Berghängen situiert. Die geteerte Strasse führt heute direkt durch mehrere Sites. Beim Bau wurden mehrere Grabhügel beschädigt. Aufgrund der topographischen Einengung kann in diesem Fall wohl davon ausgegangen werden, dass die heutigen Zustände grob den Verlauf eines antiken Pfades repräsentieren. Auch die Platzierung des grössten Clusters im Tal erscheint aus dieser Sicht erklärbar, da sich dort der Weg ins Zentrum des Altaigebirges fortsetzt und jeder Reisende, dessen Ziel weiter oben in den Bergen lag, gezwungen war, diese Stelle zu passieren.

Von den grösseren Sites verfügt lediglich der sich im Westen der Ebene befindende Cluster sakischer Grosskurgane nicht über einen direkt angrenzenden Weg. Wie sich im Abschnitt zu den Sichtbarkeitsanalysen noch zeigen wird, ist jedoch durchaus anzunehmen, dass auch diese Stelle ausgewählt wurde, um Personen, welche die Ebene von Westen her über den Pass betraten, mit der Präsenz der bestatteten Elite zu konfrontieren.

Bei diesen Annahmen muss jedoch beachtet werden, dass moderne Feldwege und Strassen nur sehr grobe Proxys für die antiken Verhältnisse darstellen. Gerade in einer flachen Ebene können Wege de facto willkürlich gewählt werden. Während der Kampagne konnte beobachtet werden, dass Feldwege regelmässig ihren Verlauf ändern. Aus diesem Grund ist auch die Anwendung von *least cost routing* in ebenen Gebieten mässig sinnvoll. Sofern also nicht zwingende topographische Elemente die Möglichkeiten, wie oben beschrieben, stark eingrenzen, muss der hier gezeigte Ansatz als sehr spekulativ gelten.

5.6.3 Konkurrenz unterschiedlicher Bauwerke

Während sich mit Ausnahme der späteisenzeitlichen Gräberfelder viele Monumenttypen gruppieren und aufeinander Bezug nehmen fällt auf, dass die, aufgrund ihrer vielfältigen Parallelen zu den im Siebenstromland auftretenden Kurganen, als sakisch bezeichneten Tumuli relativ isoliert auftreten. Entweder sie stehen ganz vereinzelt ohne jegliche Verbindung zu anderen Monumenten, oder aber, sie clustern sich zu Gruppen innerhalb ihrer eigenen Kategorie. Einige wenige vereinzelte Hügel bilden zwar eine Ausnahme, aber insgesamt scheint ein Abstand zwischen den Vertretern der Monumentkategorien sakischer und skythischer Tumuli zu gelten, welcher mindestens 100 m beträgt, zumeist aber wesentlich grösser ist (s. Abb. 5.12).

Wenn man davon ausgeht, dass beide Monumentkategorien in die ältere Eisenzeit datieren, dann wurden zwei sehr unterschiedliche architektonische Typen entweder kurz nacheinander oder zeitgleich im Tal errichtet. Aus den Fernerkundungsdaten ist ersichtlich, dass sich die Dominanz der Tumuli sakischen Stils nach Westen weiterzieht und kaum steinerne Aufschüttungen mehr auftauchen. Andererseits treten die skythischen Kurgane im Osten und Nordosten des Untersuchungsgebietes wesentlich häufiger auf und sakische Grabhügel mit abgeflachter Kuppe kommen nur noch selten und vereinzelt vor. Was könnte der Grund für dieses Phänomen sein?

Bei dem Versuch, eine Antwort auf diese Frage zu finden stösst man sehr schnell ins Gebiet der Spekulation vor. Zur Zeit fehlen Grundlagen wie eine verbesserte Datierung der Monumente und eine Auswertung der gesamten Hochebene mittels intensivem Survey. Mögliche Hypothesen wären beispielsweise, dass die Hochebene eine Kontaktzone verschiedener Grabkulte darstellt, die gemeinsam diese Landschaft als sakrale Lokalität definierten aber eine räumliche Differenzierung bevorzugten. Stellt es sich als richtig heraus, dass die sakischen Tumuli nur wenig jünger als die skythischen sind, so wäre denkbar, dass nach der kulturellen Übernahme des Gebietes eine räumliche Abgrenzung gegenüber der zuvor dominanten Kultur erfolgte und aus ideologischen Beweggründen eine Trennung erfolgte. Allerdings ist die Beweislage für die Überprüfung von derlei Hypothesen deutlich zu dünn.

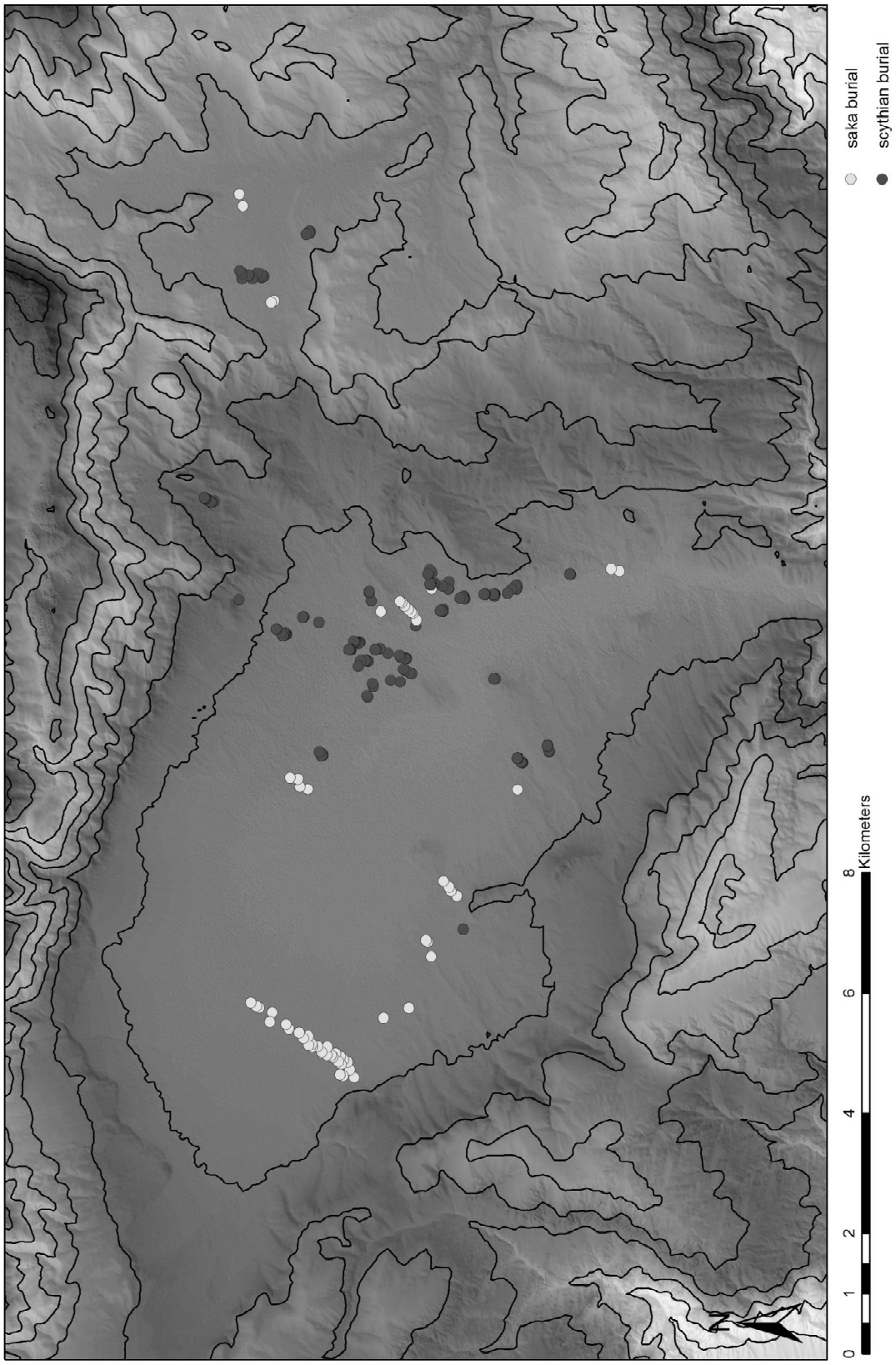

Abbildung 5.12: Verteilung sakischer und skythischer Kurgane

5.6.4 Orientierung

Ein weiteres auffälliges Unterscheidungsmerkmal zwischen skythischen und sakischen Tumuli bietet die Orientierung der Cluster. In Abbildung 5.13 wurden entlang der Cluster, welche eine klare Ausrichtung aufweisen, Linien gezogen. Die Linien sind verlängert, damit die Orientierungen auf der Übersichtskarte sichtbar werden. Die Winkel nach denen die sakischen Kurganketten ausgerichtet sind, variieren zwischen 32.7° und 39.0° und zeigen damit klar nach Nordosten. Bei den skythischen Kurganketten, welche eine klare Ausrichtung aufweisen, sieht dieses Bild etwas anders aus. Zwar streuen die Winkel stärker (zwischen -21.95° und 15.43°) doch liegt der Mittelwert mit 0.59° (Median -0.32°) beinahe exakt im Norden. Es kann wohl ausgeschlossen werden, dass es sich hier um den Einfluss topographischer Parameter handelt. Der grösste sakische Cluster im Westen des Untersuchungsgebiet liegt in komplett ebenem Gelände und eine Ausrichtung nach Norden oder auch in jede andere Richtung wäre ohne weitere Probleme möglich gewesen. Die skythischen Kurgane in einem der Seitentäler, welches klar nach Nordwesten ausgerichtet ist, weichen zwar mit 15.43° am stärksten von der allgemeinen Nord-Süd-Ausrichtung ab, zeigen trotzdem nicht in die Richtung des topographischen Verlaufs des Seitentales.

Dieser Umstand betont - wie schon die räumliche Verteilung der ältereisenzeitlichen Monumente - die unterschiedliche Konzeption, welche deren Errichtung zugrunde lag. Da auch die grundsätzliche Erscheinungsform der Strukturen deutlich voneinander abweicht, ist kaum zu bezweifeln, dass es sich hier um sehr unterschiedliche Grabkulte handelt. Die abweichende Orientierung der Cluster könnte beispielsweise auf Variationen in der Wichtigkeit von Himmelskörpern bei verschiedenen Subkategorien der reiternomadischen Steppenkulturen zurückzuführen sein.

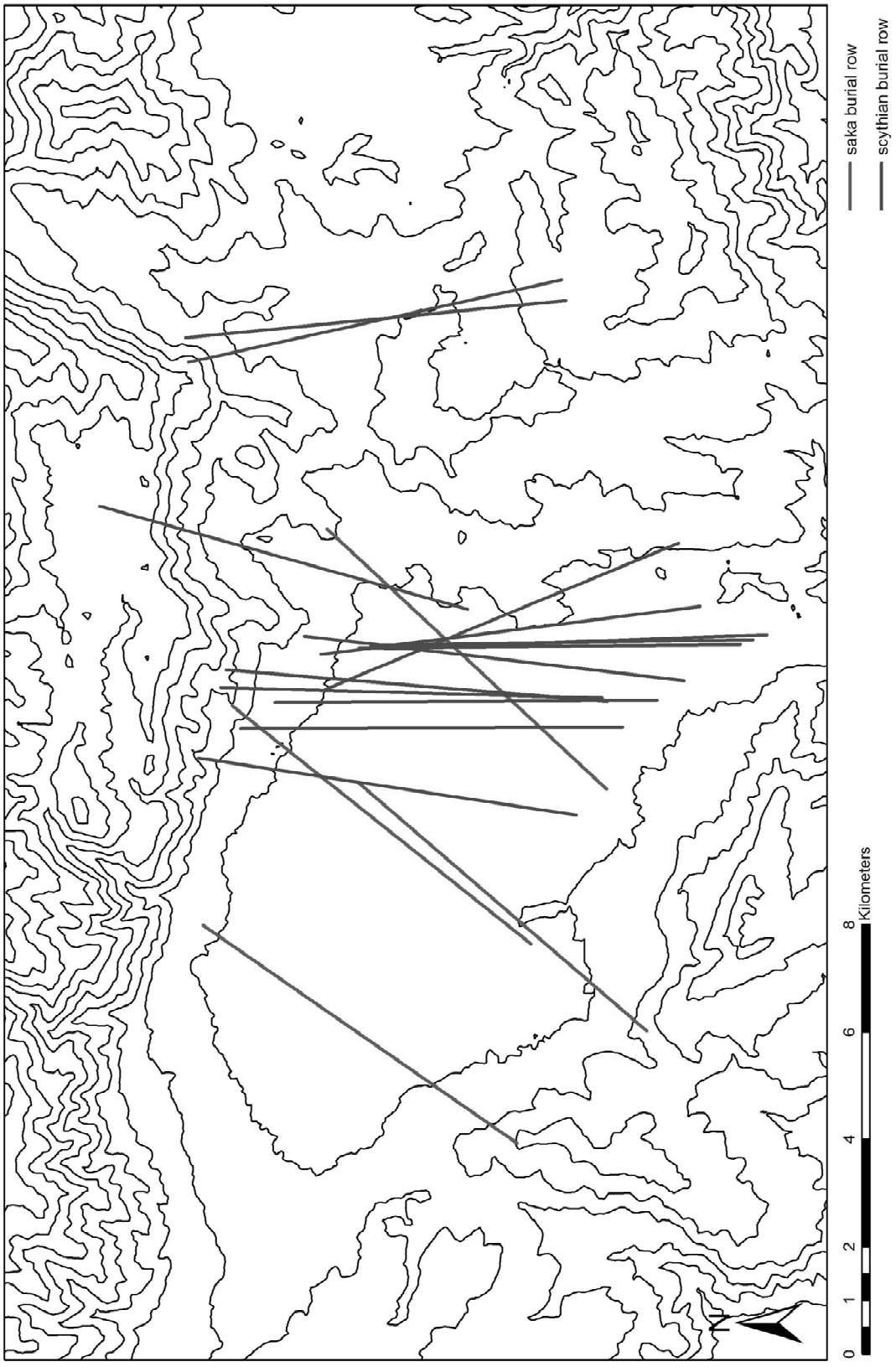

Abbildung 5.13: Ausrichtung sakischer und skythischer Kurganeketten

5.6.5 Sichtbarkeitsanalyse

Viewshed- oder Sichbarkeitsanalysen bezeichnen die auf einem topographischen Rastermodell basierende Errechnung von Flächen, welche von einem oder mehreren Punkten aus über eine direkte Sichtlinie visuell erfassbar sind. Zwischen zwei Punkten besteht eine Sichtverbindung, wenn alle Zellen des Rasters zwischen den beiden Punkten tiefere Werte (Höhen) aufweisen als die Werte der Punkte. Ist dies nicht der Fall, so ist die Sichtlinie durchbrochen und es besteht keine Sichtverbindung. Der Sichtbereich eines Punktes besteht aus der Summe aller von diesem Punkt aus sichtbaren Zellen. Kumulative Sichtbereiche bestehen aus algebraischen Summe von zwei oder mehr Sichtbereichen verschiedener Punkte.[39]

Analysemodelle für die Sichtbarkeit können komplexe Formen annehmen und neben der Kurvatur der Erdoberfläche auch atmosphärische Parameter oder eine von der heutigen Landschaft stark abweichende Paläotopographie beinhalten. Die hier durchgeführte Analyse nimmt sich dagegen simpel aus und berücksichtigt lediglich direkte Sichtlinien und die Kurvatur, welche die Höhe von Zielfeldern auf jede 10'000 m um 7.86 m reduziert.[40] Hier soll lediglich der kumulative Sichtbereich der späteisenzeitlichen Nekropolen analysiert werden. Diese wurden aufgrund ihrer auffälligen topographischen Lage bereits während des Surveys für die Anwendung einer solchen Methode interessant. Die Lage der Gräberakkumulationen auf Erhebungen innerhalb der Hochebene liess vermuten, dass der Sichtbereich bei der Auswahl des Ortes eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielte. Die Berechnungen wurden basierend auf TanDEM-X Daten durchgeführt.

Abbildung 5.14 zeigt das Resultat dieser Analyse für die vier späteisenzeitlichen Nekropolen. Die blauen Bereiche markieren von den Nekropolen aus nicht sichtbare Bereiche, die sandfarbenen Bereiche liegen in direkter Sichtlinie mit mindestens einem der Gräber. Die erhöhte Lage der Fundstellen führt zu einer klaren Überblickbarkeit der Hochebene. Insbesondere die Zugänge zum Untersuchungsgebiet im Süden, der Pass im Westen und die Durchgänge durch die Hügel im Nordosten können von den Gräbern aus eingesehen werden. Eine mögliche Interpretation dieser exponierten Lage wird in Kapitel 6 diskutiert.

[39] Conolly - Lake 2006, 226-227
[40] Conolly - Lake 2006, 229

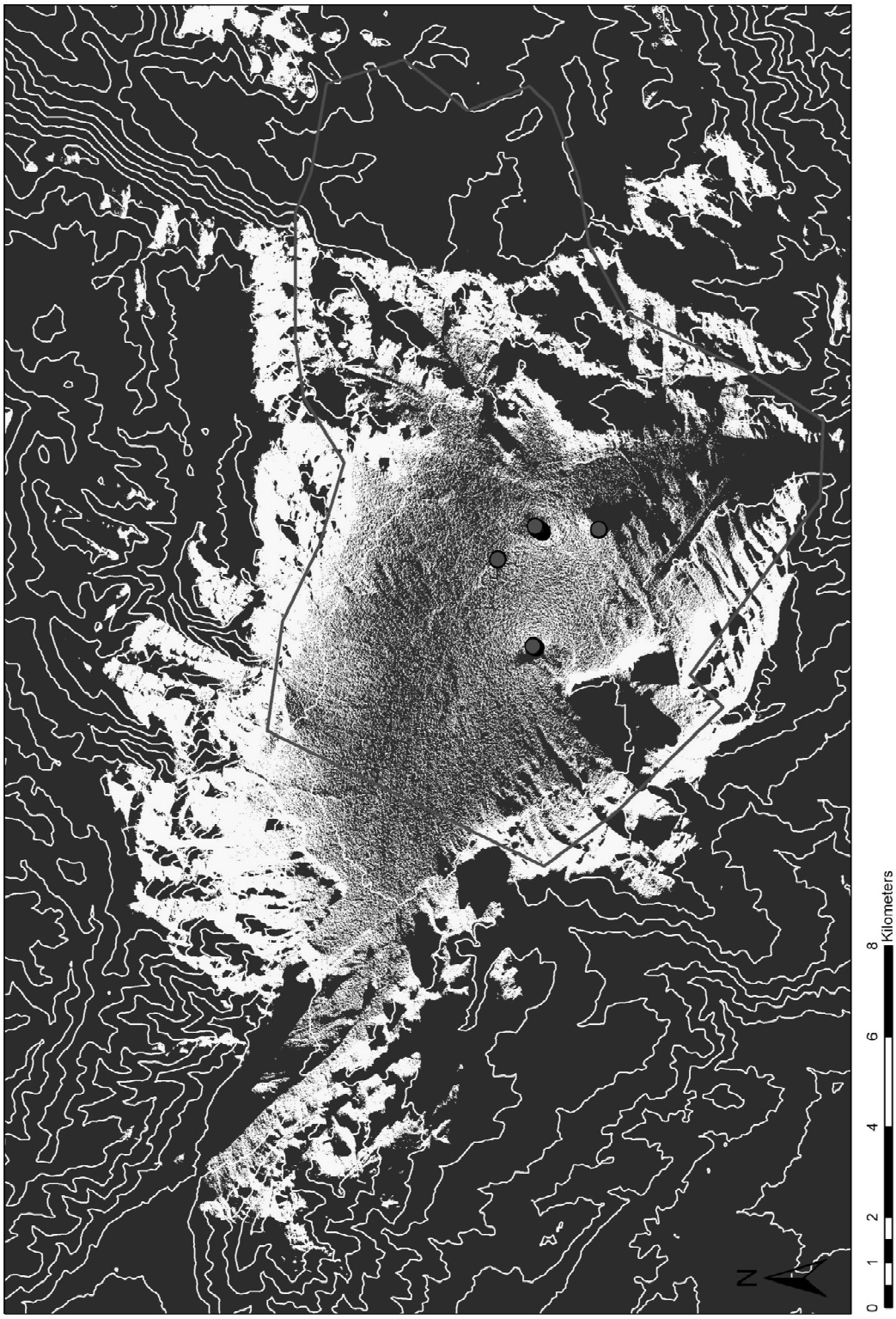

Abbildung 5.14: Sichtbarkeitsanalyse für die vier identifizierten späteisenzeitlichen Nekropolen im Untersuchungsgebiet

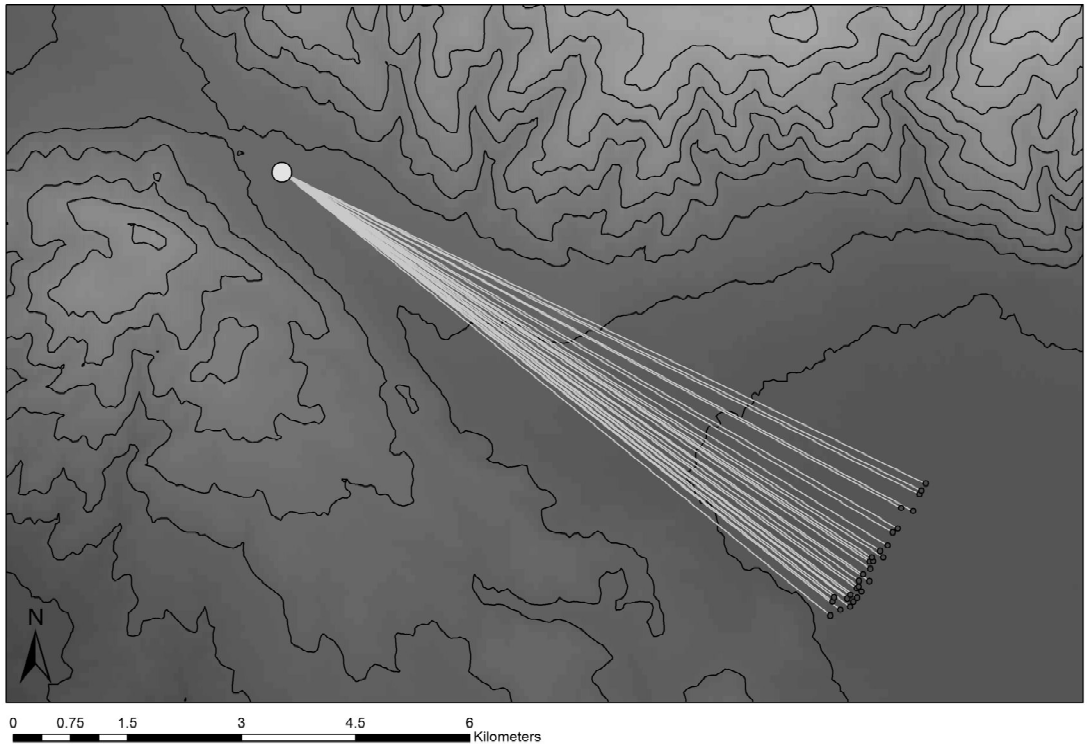

Abbildung 5.15: Sichtbarkeitsanalyse mittels Sichtlinien

Abbildung 5.15 zeigt eine weitere Möglichkeit der Darstellung durch die Berechnung direkter Sichtlinien. Im vorliegende Beispiel wurde ein hypothetischer Beobachter, welcher den Pass im Westen des Untersuchungsgebiete Richtung Hochebene überquert, in Position gebracht. Von diesem Beobachtungspunkt aus werden danach Sichtlinien zu dem langen Cluster sakischer Grosskurgane konstruiert, welche nur durchgängig verlaufen, wenn die der Sichtlinienkonstruktion zugrundeliegende Topographie keine Hindernisse aufweist. Die grossen Monumente sind für den von Westen herkommenden Beobachter ein klar sichtbares Element der Landschaft. Die Art, in welcher die Fundstelle aus sakischer Zeit orthogonal zum Verlauf des Passes eine visuelle Barriere für die Hochebene betretende Besucher bildet, könnte die Vermutung nahelegen, dass die Ausrichtung bewusst auf den Zugang hin erfolgte. Der Umstand, dass andere sakische Kurgancluster eine ähnlich Ausrichtung aufweisen, wie in Abschnitt 5.6.4 dargelegt, ohne in direktem Zusammenhang mit Zugängen zur Hochebene zu stehen, widerspricht dieser Argumentation jedoch zumindest teilweise.

Nun sind auch Sichtbarkeitsanalysen keineswegs frei von Kritik und es können am Modell eine Vielzahl von Verbesserungen vorgenommen werden. Als Beispiel

ist hier die Art, in welcher die Sichtbarkeit mathematisch definiert ist, zu nennen. Auf diese hat man bei der Verwendung von proprietärer Software keinerlei Einfluss und muss auch damit rechnen, dass die Dokumentation der Skripte nur fragmentarisch vorliegt. Weitere potenzielle Probleme entstehen durch mangelnde Qualität des Höhenmodells und Randeffekte sowie bei einer geringen Robustheit des Resultates.[41]

Kritikpunkte, welche nicht systemimmanent sind, sondern mit der begrenzten Repräsentativität des Modells zusammenhängen sind beispielsweise die Körpergrösse und Sehschärfe des Beobachters. Für die Landschaft selbst muss ausserdem mit über die Jahrhunderte veränderter Topographie gerechnete werden, insbesondere die kaum zu rekonstruierende Paläovegetation kann das Resultat einer Sichtbarkeitsanalyse massiv verändern.[42]

Es bleibt festzustellen, dass das Resultat als grobe Tendenz und nicht als unumstösslicher Fakt zu werten ist, was im Übrigen auch für die Anwendung anderer Modellierungsverfahren in der Archäologie gilt. Die Aussage, dass späteisenzeitliche Fundplätze im Untersuchungsgebiet an Stellen erhöhter Sichtbarkeit liegen, ist so sicherlich nicht falsch.

[41] Conolly - Lake 2006, 230
[42] Conolly - Lake 2006, 232

5.7 Diachrone Landschaftsentwicklung

Für die langen Phasen des Paläo-, Meso- und Neolithikums konnten bisher keinerlei Spuren anthropogener Aktivität im Untersuchungsgebiet festgestellt werden. Diese Zeitperioden sind andernorts im Altaigebirge sehr wohl durch Funde vertreten, aber da es dem Verfasser auf diesem Gebiet klar an Expertise mangelt und sich diese Fundorte nicht durch ihre Sichtbarkeit auszeichnen, kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass solche Fundstellen im Untersuchungsgebiet existieren. Mit der Kupfersteinzeit beginnt eine Periode, in der über lange Zeit klar sichtbare Begräbnismonumente errichtet wurden.[43] Doch auch Strukturen der Afanasiev-Kultur[44] konnten während des Surveys keine eindeutig identifiziert werden.

In die Bronzezeit datieren wohl die auf Schwemmfächern und etwas versteckt im Schatten von Berghängen und hoch oben in Seitentälern errichteten Monumente aus schweren Blöcken. Manche dieser Strukturen an den Rändern des Untersuchungsgebietes bestehen aus Tumuli mit vier Ecksteinen, die meisten sind jedoch krude errichtete Grabmonumente, denen nur mit grosser Unsicherheit Datierungshypothesen zugewiesen werden konnten. Die Situation ändert sich mit dem Eintreten der Spätbronzezeit und den ersten Keregsurmonumenten im Tal, welche einen klaren Einfluss aus dem Osten darstellen. Die Keregsurmonumente werden bereits in den flacheren Teilen der Hochebene errichtet und beginnen insbesondere in dem in der Mitte des Untersuchungsgebietes angesiedelten Cluster den Nukleus für einen über Jahrhunderte genutzten zu Kultplatz zu bilden (s. Abb. 5.16).

Mit dem Einzug der älteren Eisenzeit explodiert die Bautätigkeit förmlich (s. Abb. 5.17). Im ganzen Untersuchungsgebiet treten skythische Kurgane auf. Es werden auch neue Gebiete jenseits der Hügelzüge im Nordwesten für sepulkrale Zwecke erschlossen. Soweit aus den Fernerkundungsdaten ableitbar werden nun auch die Gebiete zum westlichen Zugang der Hochebene hin bebaut. Der Pass im Westen, welcher aufgrund der Einschränkungen durch das Militär nicht genauer untersucht werden konnte, wird ebenfalls intensiv als Begräbnisplatz genutzt. Die aus dem Tal bekannten skythenzeitlichen Fürstenkurgane konzentrieren sich allesamt im Bereich des zentralen Clusters, welcher sich während der Bronzezeit zu formen begann. Manche Fundorte aus der Bronzezeit behielten also ihre Bedeutung weiterhin, und man kann wohl eindeutig von einer Kultkontinuität sprechen. Die

[43] Gheyle 2009, 41
[44] Parzinger 2006, 186-187

flachen Steinaufschüttungen finden deutliche Parallelen in der Pazyryk-Kultur des gesamten Altaigebirges.

Gleichzeitig oder nur wenig später werden sakische Kurgane ebenfalls an verschiedenen Stellen der Hochebene in grösseren Clustern errichtet aber interessanterweise niemals im direkten Verbund mit skythischen Kurganen. Möglichkeiten zu einer kulturhistorischen Deutung dieses Umstandes wurden bereits im Abschnitt 5.6 angesprochen. Die hochaufragenden Grabhügel sind die mächtigsten Monumente der Hochebene und markieren durch ihre Monumentalität über die Jahrhunderte hinweg die Präsenz von Personen hohen Ranges. Dieser Typus Monument ist besonders klar in einem beinahe zwei Kilometer langen Cluster am westlichen Ende des Untersuchungsgebietes vertreten, in dem Grabhügel-Kreisgraben-Konstruktionen mit teilweise bis zu 90 m Durchmesser angelegt wurden. Die skythischen Fürstenkurgane mit maximal 30 m Durchmesser nehmen sich dagegen beinahe bescheiden aus.

Nach den Migrationen während des 3. und 2. vorchristlichen Jahrhunderts[45,46] präsentiert sich dann ein ganz anderes Bild (s. Abb. 5.18). Die errichteten Grabbauten lassen im Vergleich zur älteren Eisenzeit jegliche Monumentalität missen. Die Nekropolen liegen oftmals dicht zusammengedrängt auf den Kuppen steiniger Hügel inmitten der Hochebene. Die Landschaft weithin überblickend, konzentrieren sich die Gräberfelder in erhöhter Lage, topographisch abgegrenzt von der Schwemmebene und beziehen sich praktisch nie auf Monumente älterer Perioden.

Mit dem Beginn der Alttürkenzeit kehrt dann wieder - insbesondere im Bereich des zentralen Clusters des Untersuchungsgebiet - eine Bezugnahme auf ältere Phasen ein (s. Abb. 5.19). Alttürkenzeitliche Memorialkomplexe sind häufig in der Nähe von skythischen Grabhügeln zu finden, sowohl im Hauptteil der Hochebene als auch im durch Hügel abgegrenzten kleineren Plateau im Nordosten. Es gehören wohl auch zahlreiche alttürkenzeitliche Grabhügel in diese Periode, welche sich ebenfalls um die in der älteren Eisenzeit etablierten Nuclei gruppieren, aber grundsätzlich schwer zu identifizieren sind.

[45] Gheyle 2009, 46-47
[46] Brosseder - Miller 2011

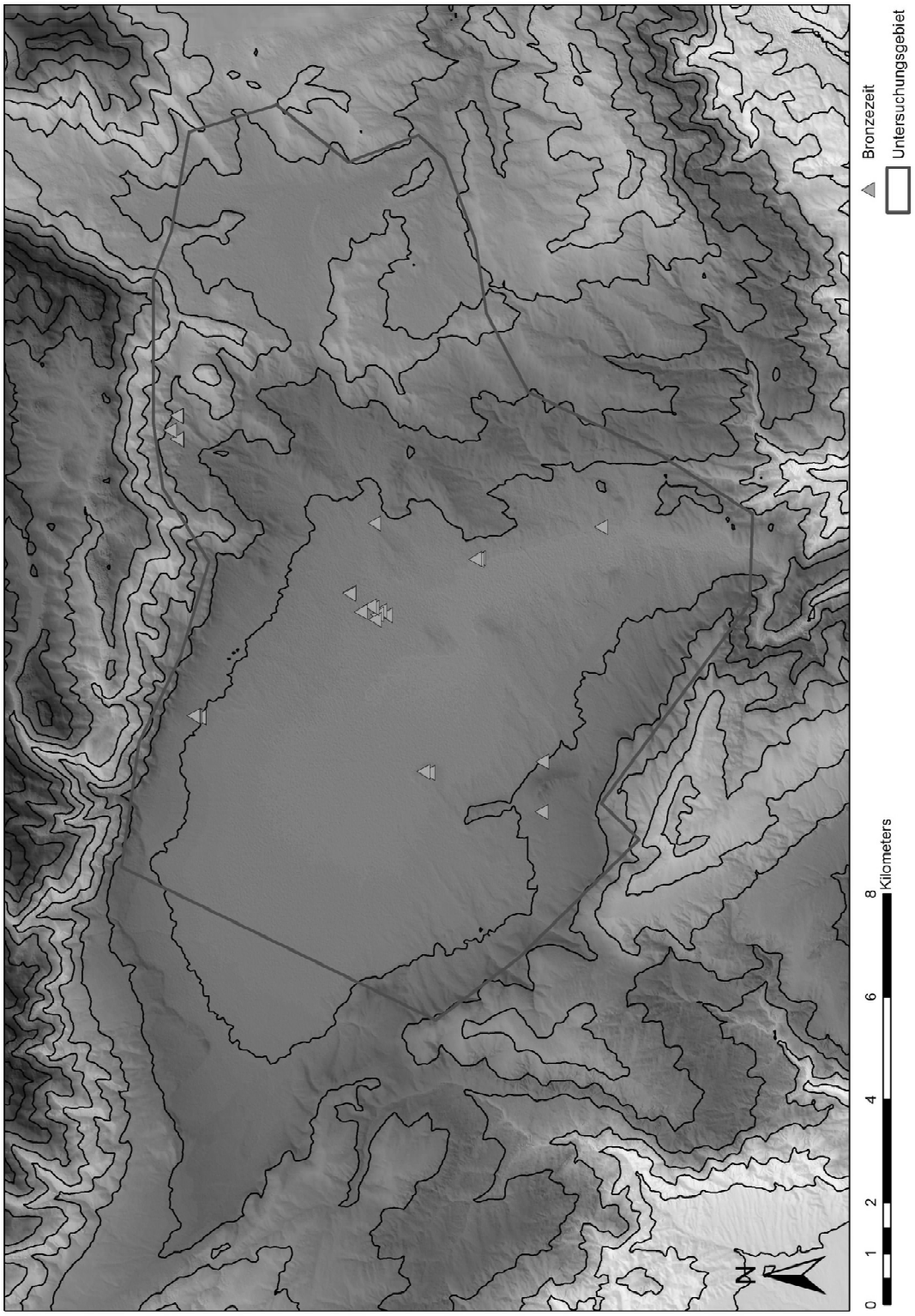

Abbildung 5.16: Die Verteilung bronzezeitlicher Strukturen im Untersuchungsgebiet

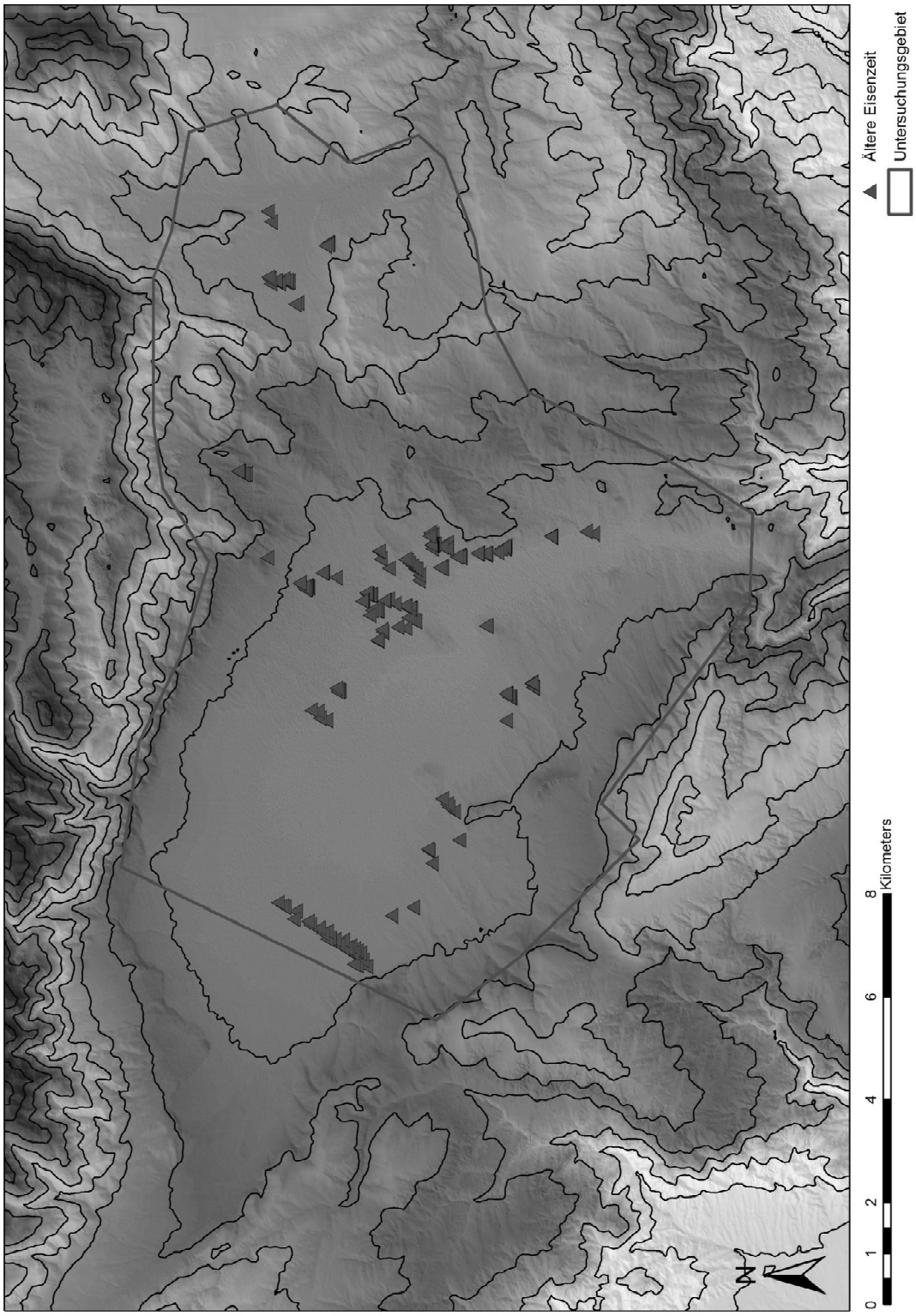

Abbildung 5.17: Die Verteilung ältereisenzeitlicher Strukturen im Untersuchungsgebiet

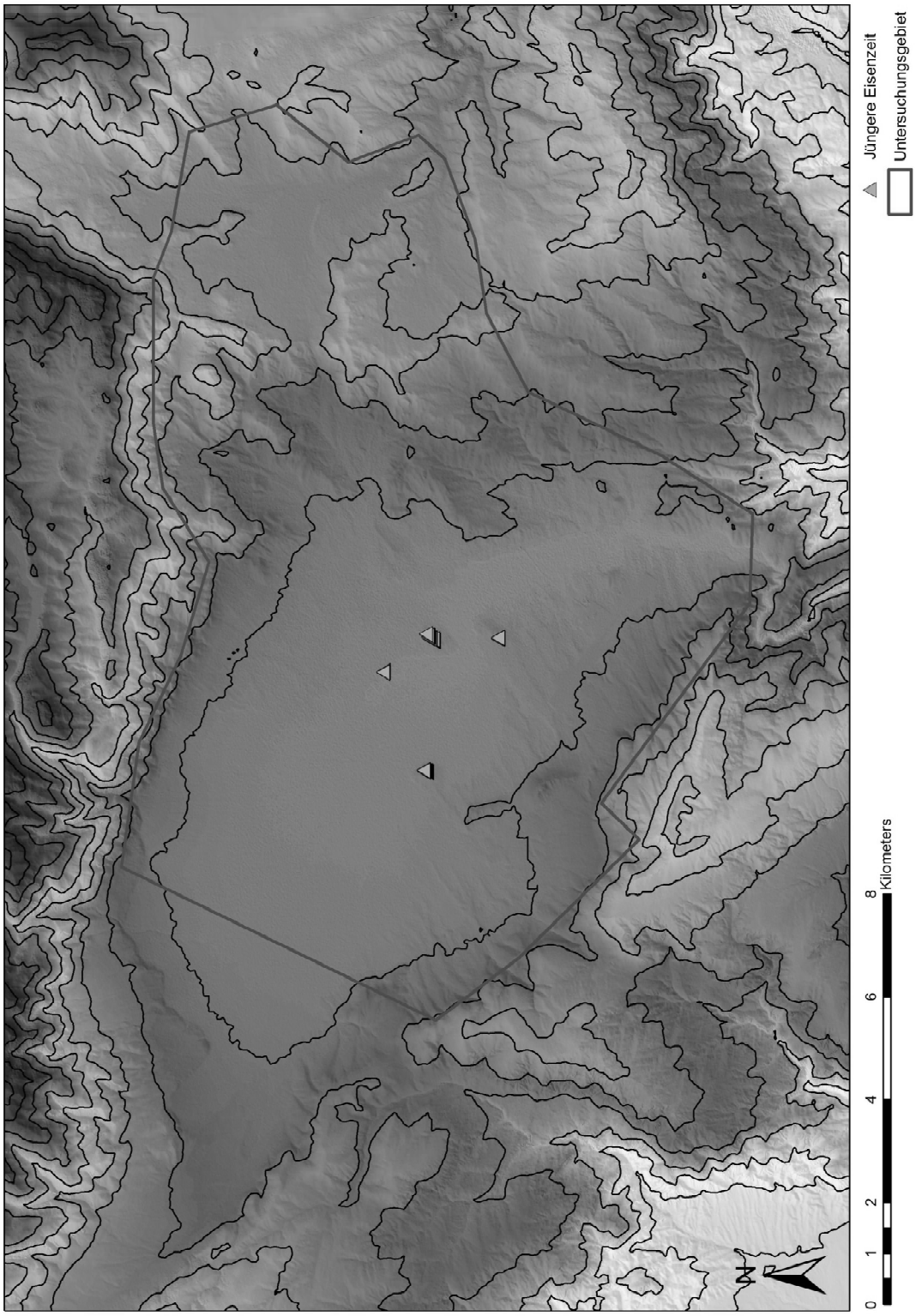

Abbildung 5.18: Die Verteilung jüngereisenzeitlicher Strukturen im Untersuchungsgebiet

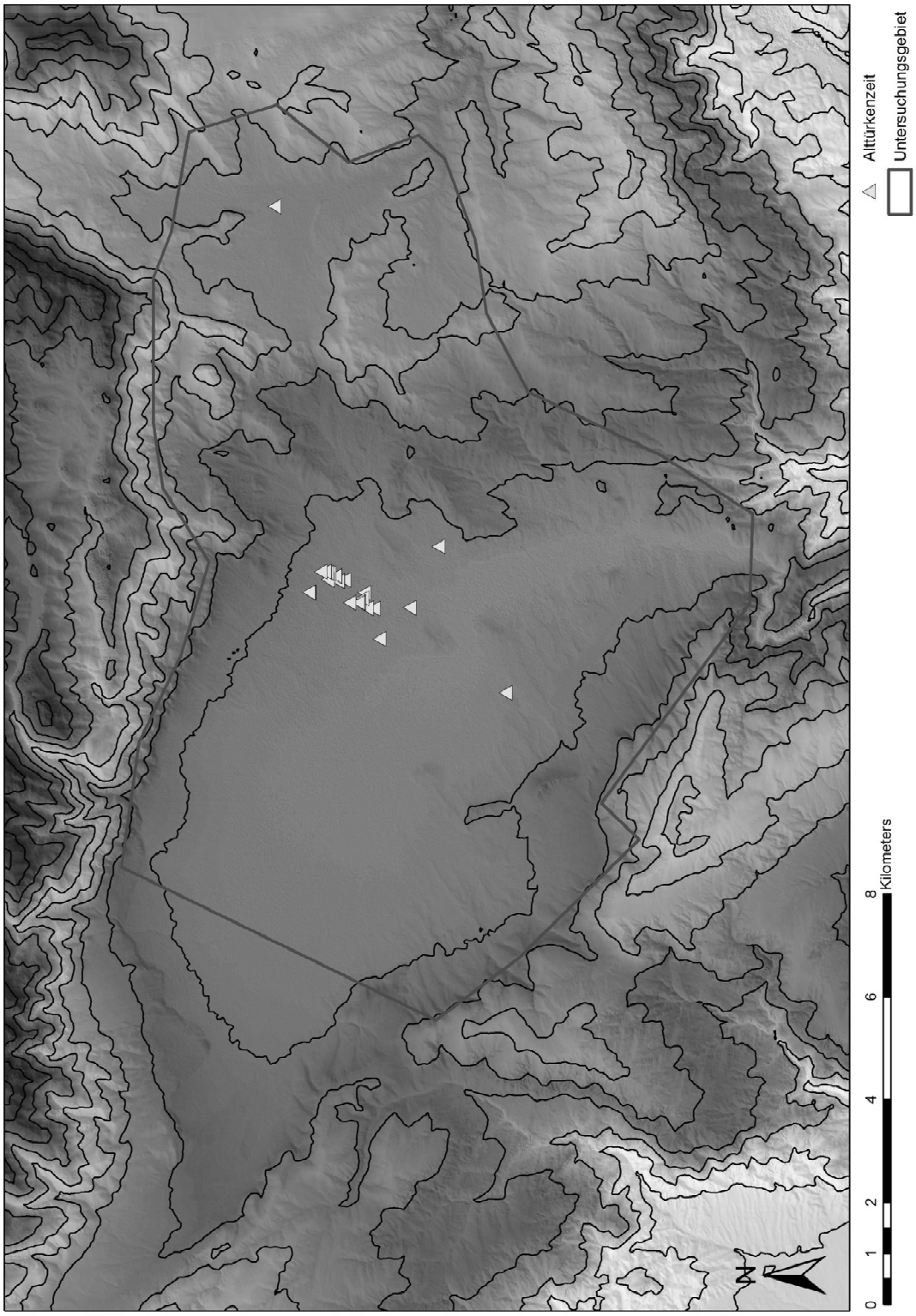

Abbildung 5.19: Die Verteilung alttürkenzeitlicher Strukturen im Untersuchungsgebiet

5.8 Zwischenfazit

Eine räumlich-zeitliche Analyse der Fundstellenverteilung in einem definierten Untersuchungsgebiet ist sinnvollerweise mittels Methoden der räumlichen Statistik vorzunehmen. Diese gut nachvollziehbaren Methoden sollten die Basis für weitergehende interpretative Ausführungen bilden und haben zum Ziel, die Lokalisierung von Fundstellen - zumeist anhand von Umweltparametern wie beispielsweise der Topographie - zu untersuchen. Auch die statistischen Methoden weisen eindeutige Schwächen auf, die bei der nachfolgenden Interpretation der Resultate bedacht werden müssen. Sind diese Schwächen bekannt, so kann ihnen jedoch entsprechend Rechnung getragen werden.

Mittels räumlicher Statistik gelingt es, disruptive Veränderungen in der kulturellen Entwicklung eines Gebietes festzustellen. Beispiele im vorliegenden Fall sind die massive Steigerung der Bautätigkeit zu Beginn der älteren Eisenzeit und die Besetzung völlig neuer Lokalitäten für die Totenbestattung während der jüngeren Eisenzeit. Woran dies genau liegt, geht aus den Daten jedoch nicht hervor. Hier müssen quantitative und qualitative Methoden ineinander greifen. Die Identifikation solcher Brüche bildet den Ausgangspunkt für weitere Fragestellungen.

Insgesamt konstituiert die statistische Auswertung zwar ein solides Fundament, aber die Resultate verbleiben in einer relativ abstrakten Form. Dieses Niveau der Abstraktion macht es schwer, Fragen zu beantworten, die in direkter Weise einen Einfluss auf unsere Vorstellungen der antiken Kulturlandschaft des Altaigebirges haben. Aus diesem Grund ist es notwendig, die Resultate aus der Datenanalyse mittels interpretativer Methoden auszubauen und in ein intuitiv erfassbares Rahmenwerk einzupassen. Ziel ist es damit, ein fundiertes und gleichzeitig lebendiges Bild der Vergangenheit zu entwerfen.

Kapitel 6

Die Kulturlandschaft des südlichen Altaigebirges

6.1 Was ist eine Cultural Landscape?

Besonders in der angelsächsisch-amerikanischen Archäologie und Anthropologie hat der mit der Landschaftsarchäologie eng verknüpfte Begriff der *cultural landscape* eine lange Tradition und entsprechend vielseitig und teilweise unvereinbar sind die von verschiedenen Exponenten gegebenen Definitionen. Es ist nicht einfach, sich in diesem Wust von ideologisch gefärbten, im Zuge der Cultural Studies grossgewordenen methodischen Richtung zu verorten. Trotz der existierenden Plethora von Bedeutungszuweisungen erscheint es mir deshalb sinnvoll, dem Leser meine eigene Definition von Landschaftsarchäologie zu präsentieren, welche als Rahmenwerk für die nachfolgenden interpretativen Ausführungen dient.

Herkommend von einer historisch bedingt stark objektfixierten Archäologie bedeutet Landschaftsarchäologie für mich in erster Linie eine Erweiterung des interpretativen geisteswissenschaftlichen Ansatzes sowie eine grossräumige Kontextualisierung der wissenschaftlichen Beobachtungen. Traditionellerweise beschäftigt sich die deutsche Archäologie hauptsächlich mit den Wechselwirkungen zwischen Menschgemachtem und Mensch: Untersucht werden die wechselseitigen Einflussnahmen von materieller Hinterlassenschaft und menschlichen Akteuren (s. Abb. 6.1 linke Seite). Auf diese Weise wird versucht, die Reflexionen abstrakter Konzepte - beispielsweise Wertesysteme, Identitäten und Konventionen - aufzufangen,

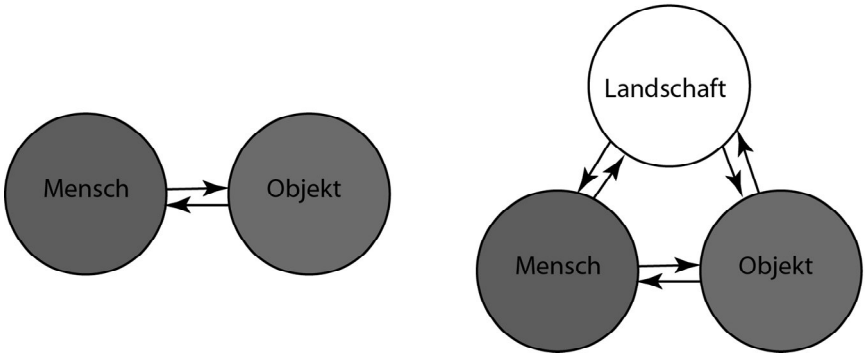

Abbildung 6.1: Traditionelles Denkmodell (links) landschaftsarchäologischer Ansatz von J. Korr (rechts)

um ein Bild der Vergangenheit zu entwerfen. Landschaftsarchäologie führt nun neben den ersten beiden Kategorien Mensch und Objekt eine dritte Grösse ein: Die Landschaft als kontextualisierender Rahmen für kulturelle Prozesse.

Die Landschaftsarchäologie befasst sich folglich mit drei ungleichen Kategorien unterschiedlicher Ausprägung, welche durch gegenseitige Wechselwirkungen miteinander verbunden sind.

Die erste Kategorie umfasst den Menschen als Empfänger der Einflüsse aller Kategorien, als Einheit der bewussten und unbewussten Prozessierung und schliesslich als Initiator kultureller Prozesse mit tangiblem oder intangiblem Resultat. Die zweite Kategorie umfasst anthropogene Objekte, sprich jegliche Form materieller Hinterlassenschaft einschliesslich architektonischer Elemente. Als dritte Kategorie wird die Landschaft als Gesamtheit der naturräumlichen Eigenschaften und Gegebenheiten wie Topographie, Geologie, Klima, Flora und Fauna begriffen.[1]

Man muss sich bewusst sein, dass cultural landscape als Konzept in erster Linie nicht eine Ausgangsbasis für Interpretationen sondern an und für sich bereits ein komplexes interpretatives Konstrukt darstellt. Vergangene cultural landscapes entstehen durch die Interpretation von Archäologen, welche die noch fassbaren Reflexionen materieller Hinterlassenschaften und naturräumlicher Umgebung verbinden und dadurch zu einer hypothetischen Rekonstruktion der Lebensumstände antiker Akteure gelangen.[2]

[1] Übereinstimmend mit der Definition von Torrence 2002, 776

[2] Anders verhält es sich mit der Disziplin der Ethnoarchäologie, welche aktiv vorhandenes Wissen, Konzepte und Vorstellungen indigener Völker in ihre Interpretationen miteinbeziehen kann und muss. Für eine Landschaftsarchäologie antiker Kulturen ist ein solcher Einbezug menschlicher Akteure aber nur in sehr begrenztem Masse - beispielsweise über schriftliche Quellen - möglich, und auch hier erfolgt zunächst ein interpretativer Zwischenschritt.

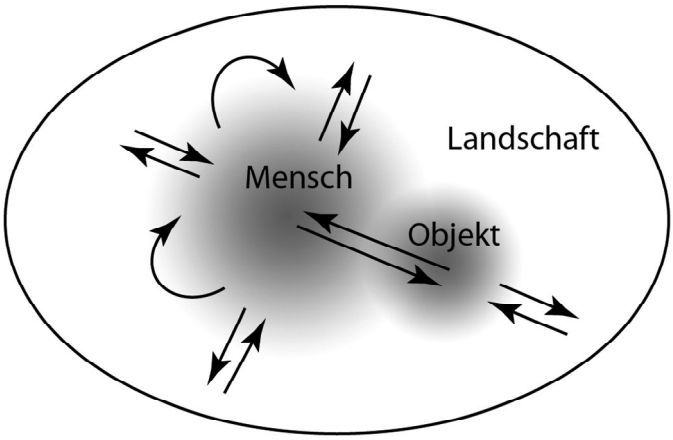

Abbildung 6.2: Die landschaftsarchäologische Trinität als theoretisches Rahmenwerk

Da die interpretativen Verbindungen der Sphären Mensch, Objekt und Landschaft unbegrenzt sind, entzieht sich auch der die Bezeichnungen verschmelzende Begriff der cultural landscape einer genaueren Definition. Aus diesem Grunde ist dieses Konzept als Terminus für eine analytische Basis unbrauchbar. Hingegen kann der Begriff sehr wohl als Bezeichnung des Resultates der Interpretation des Beziehungsdreiecks Mensch-Objekt-Landschaft verwendet werden. Eine antike Kulturlandschaft wird nicht analysiert sondern wird anhand der Applikation interpretativer Vorgänge auf die Sphären von Landschaft und Objekten geschaffen.

Die archäologische Forschung zielt insbesondere auf ein Verständnis des menschlichen Akteurs. Die Kategorien der Landschaft und der anthropogenen Objekte sind aber naturgemäss jene, welche am besten fassbar sind. Dies kreiert eine komplexe Situation, der nur mit umfangreichen interpretativen Vorgängen beizukommen ist, was aber gleichzeitig bedeutet, dass das Resultat dieser Prozesse im besten Fall eine wahrscheinliche Möglichkeit, zumeist aber lediglich wohlbasierte Spekulation ist.

Die Beziehungen zwischen den Kategorien sind keineswegs gleichförmig. So gilt es zu beachten, dass Artefakte nicht einfach nur stumme Zeugen vergangener kultureller Prozesse sind, sondern im Gegenteil durch die Interaktion mit der menschlichen Sphäre potenziell weitere kulturelle Prozesse evozieren. Manche Autoren gehen so weit, die Objekte als eigenständige Akteure zu bezeichnen; da aber die

Beeinflussung und Anregung zu kognitiven Prozessen inhärenter Teil des menschlichen Akteurs ist, lehne ich diese weitreichende Aktivierung ab.[3] Im Gegenteil hierzu unterliegt die Landschaft eigenen Prozessen und reagiert in erheblichem Masse auf anthropogene Einflüsse. Der Mensch als kognitives Wesen orientiert sich nicht nur an äusseren Stimuli, sondern auch reflexiv und innerhalb sozialer Netzwerke seiner eigenen Kategorie. Ausserdem müssen alle Kategorien mit einer gebotenen Unschärfe betrachtet werden: So umfasst beispielsweise die Landschaft sowohl Objekte als auch Menschen. Menschen können sich sowohl als Bestandteil ihrer Umgebung als auch von dieser getrennt betrachten. Objekte werden nicht immer als anthropogen wahrgenommen, geologische Strukturen können zu architektonischen Gebilden werden.[4] Die Beziehungen zwischen den Begriffen sind teilweise so eng, dass es mir gegeben scheint von einer landschaftsarchäologischen Trinität zu sprechen (s. Abb. 6.2).

Landschaftsarchäologie ist also zunächst die Beschreibung der beiden überlieferten Kategorien von Paläolandschaft und antiken Objekten sowie in einem weiteren Schritt die interpretative Rekonstruktion der dritten Sphäre über die Wechselwirkungen zwischen den Kategorien. Die Gesamtbeurteilung von Beziehungen und zugrundeliegenden Beschreibungen, sprich der landschaftsarchäologischen Trinität, resultiert in der Emanation eines Bildes: Einer *cultural landscape.*

[3]Korr 1997, 1-3: Meine Definition von Landschaftsarchäologie speist sich in wesentlichen Punkten aus den Ausführungen von J. Korr, der es auf sinnvolle Weise schafft, ein Rahmenwerk zu entwerfen, das eine Brücke zwischen theoretischen Überlegungen und praktischer Anwendung schlägt (s. Abb. 6.1 rechte Seite).

[4]beispielsweise Tilley 1994, 118-142

6.2 Beschreibung der naturräumlichen Gegebenheiten

Um zu untersuchen, inwiefern Menschen die Landschaft des südlichen Altai veränderten und von dieser beeinflusst wurden, muss eine Beschreibung der naturräumlichen Gegebenheiten erfolgen. Es ist klar, dass die Analyse des Autors in diesem Unterkapitel notgedrungen unvollständig und oberflächlich bleiben muss, denn es ist trotz intensiverer Beschäftigung mit einigen der nachfolgenden Themen kaum möglich, ohne das entsprechende Wissen eines jeweiligen Fachbereichs diese in ihrer Gesamtheit und mit allen ihren Feinheiten zu erfassen. Die Abschnitte haben zum Ziel, dem Leser einen groben Eindruck der naturräumlichen Gegebenheiten und des ökologisch-geologischen Potenzials der Region zu vermitteln. Wie auch bei der Analyse von Objekten (die in dieser Dissertation in Kapitel **??** erfolgte) muss die natürliche Umgebung des südlichen Altai genau beschrieben werden, damit die späteren Analysen wirklich unter Einbezug der intrinsischen Risiken und des Potenzials dieser Kulturraumschaft stattfinden.

6.2.1 Klimatische Umgebung

Das Untersuchungsgebiet ist eine Hochebene in den südlichen Ausläufern des chinesischen Altaigebirges, die sich zum dschungarischen Becken hin ausstrecken. In der weiteren Umgebung des Gebietes schliessen mehrere unterschiedliche Klimazonen an. Vom alpinen und hochalpinen Klima im Norden über Taigazonen, breitere Grassteppengürtel bis hin zu Halbwüsten und Wüsten gliedert sich die Landschaft des Südaltais primär vertikal. Aufgrund der kontinentalen Lage zeichnet sich das Gebiet durch heisse Sommer und sehr kalte Winter aus.[5]

Die Landschaft der Hochebene liegt in einer Grenzzone. Das Zentrum des Gebietes ist klar als Steppe zu bezeichnen. Gras und niedrige Krautgewächse formen eine dünne Vegetationsschicht, die aber für grössere Viehherden ausreichend Futter zur Verfügung zu stellen vermag, weshalb Weideviehhaltung in diesen Zonen die wichtigste ökonomische Grösse darstellt (s. Abb. 6.3). In Richtung Norden wird das Klima alpin. Bereits die höher liegenden Seitentäler des Untersuchungsgebietes weisen

[5]Klinge u. a. 2003, 299



Abbildung 6.3: Steppenlandschaft der Hochebene



Abbildung 6.4: Alpine Landschaft in einem Seitental der Ebene



Abbildung 6.5: Nadelwald auf den Berghängen südlich des Kanassee

alpine Charakteristiken auf (s. Abb. 6.4). Noch weiter nördlich finden sich bewaldete Hochtäler und schliesslich gletscherbedeckte Gipfel[6] über 4000 m.ü.M. an der Grenze zu Russland und der Mongolei. Tief eingeschnittene Flüsse und Bäche durchziehen die schroffe Landschaft. An nördlich ausgerichteten Hängen finden sich Nadel- oder Mischwälder (s. Abb. 6.5). Tiefer im Gebirge und mit zunehmenden Niederschlägen werden die Wälder dichter.[7] Temperaturminima und Niederschlagsmengen definieren obere und untere Grenzen der Waldvorkommen.[8,9] Die Winter können sehr kalt werden, insbesondere in den intermontanen Becken, wo die eisige Luft sich länger halten kann als in höheren Lagen, können gegenüber den Gipfelregionen durchschnittlich 10-15 ° kältere Winter erwartet werden.[10] Grosse Teile des Hochaltai sind von Gletschern bedeckt, die unter anderem den nördlich des Untersuchungsgebiets gelegenen Kanassee speisen.[11] Wolken stauen sich häufig am Zentralmassiv des Altai und regnen über den südlichen Ausläufern ab, was im Winter regelmässig zu massiven Niederschlägen in der Form von Schnee führt. Die

[6] Klinge u. a. 2003, 300
[7] Klinge u. a. 2003
[8] Hessberg - Schulze 2014, 28
[9] Klinge u. a. 2003, 297
[10] Gheyle 2009, 48
[11] Mao 1990, 161

Winter sind so hart, dass diese heute kaum jemand mehr in den höheren Lagen verbringt, während das noch vor rund zwei Generationen der Fall war.[12] Südlich des Untersuchungsgebietes grenzt eine karge, steinige Hügellandschaft an, die in der baumlosen dschungarischen Steppe endet (s. Abb. 6.6). Niedriger Bodenbewuchs von Sträuchern und Gräsern prägt das Bild. Vom Altai herabführende Flüsse beleben jedoch enge Flussauen mit Weiden und Pappeln. In der Nähe dieser Flüsse wird Bewässerungsfeldbau betrieben. Die Niederschläge betragen im dschungarischen Becken nur noch etwa 300-400 mm pro Jahr und nehmen zum Zentrum des Beckens hin auf 100 mm ab.[13] Westwinde führen feuchte Luft an das Altaigebirge heran, welche schliesslich über dem Gebirge abregnet, weshalb die Randgebirge wesentlich höhere Niederschlagsraten verzeichnen als das dschungarische Becken selbst.[14] Die Dschungarei und der südliche Altai sind klimatisch vor allem von Feuchtigkeit tragenden Westwinden abhängig, der Einfluss des asiatischen Monsuns reicht nicht bis ins aride Zentralasien.[15,16] Die Gurbantunggut-Wüste nimmt grosse Teile des dschungarischen Beckens ein und ist das trockenste Gebiet der Region (s. Abb. 6.7). Jährliche Niederschlagsmengen bewegen sich dort zwischen sehr tiefen 70 mm und 150 mm.[17]

Hohe Temperaturmaxima und -minima zeichnen das kontinentale Klima aus. Temperaturen von über 40 °C im Sommer und bis zu -50 °C in den winterlichen Bergen sind keine Seltenheit.[18] Im dschungarischen Becken liegen die Temperaturen im Jahresmittel etwa bei 4-6 °C.[19] In den Hügelketten südlich des Untersuchungsgebietes herrschen leicht höhere Jahresdurchschnittstemperaturen von circa 8 °C, während die Temperatur im Hochaltai nur während dreier Monate im Jahr im Durchschnitt über dem Gefrierpunkt liegt.[20]

Dieses kalte, trockene Kontinentalklima ist jedoch erst seit etwa zwei Jahrtausenden vorherrschend.[21] Wie Untersuchungen von Seesedimenten aus dem Ulungur-See zeigen, war das Klima in der Vergangenheit deutlich wärmer und feuchter.

[12] Nach Aussagen der lokalen Bevölkerung fallen im Winter teilweise bis zu 2 m Schnee. In den 60er- und 70er-Jahren wurde noch ein Winterdorf im Untersuchungsgebiet bewohnt, heute ziehen alle Bewohner während der Wintermonate in die Ebene rund um Bu'erjin.
[13] Hessberg - Schulze 2014
[14] Klinge u. a. 2003, 299
[15] Chen u. a. 2008, 353
[16] Chen u. a. 2009, 2
[17] Walker 1982, 369
[18] Klinge u. a. 2003, 299
[19] Klinge u. a. 2003, 299
[20] Meteoblue 2014
[21] Jiang u. a. 2007, 1970



Abbildung 6.6: Trockenes Hügelvorland des südlichen Altais

Der See liegt lediglich 100 km vom Untersuchungsgebiet entfernt, somit sind die paläoklimatischen Daten, welche für das Holozän aus den Bohrkernen abgeleitet wurden, durchaus relevant für das gewählte Untersuchungsgebiet. In der Periode von 8000-5600 v. Chr. herrschte ein gemässigtes, trockenes Klima, darauf folgte von circa 5600-3300 v. Chr. eine Zeit warmen und niederschlagsreichen Klimas. Zwischen 3300-1600 v. Chr. verringerten sich die Niederschläge, das Klima blieb jedoch feucht und warm. Erst ab 1600 v. Chr. bis etwa zum Ende der älteren Eisenzeit trat ein gemässigtes, feuchtes Klima auf. Ein relativ abrupter Wandel stellt sich zu Beginn der jüngeren Eisenzeit ein, während der sich die Veränderung von einem gemässigt feuchten hin zu einem kühlen trockenen Klima vollzieht.[22]

6.2.2 Topographie

Das Untersuchungsgebiet umfasst etwa 200 km^2 und liegt durchschnittlich auf 1150 bis 1300 m.ü.M. Im Norden wird das Gebiet von bis zu 2500 m hohen Bergen begrenzt, im Süden bildet ein weniger hoher (bis 1600 m.ü.M.) Ausläufer den Abschluss. Östlich verläuft eine Begrenzung durch einen Hügelzug von 1400-1500 m Höhe, der den Weg zum Kanassee und weiter hinein in den Hochaltai öffnet. Im

[22] Jiang u. a. 2007



Abbildung 6.7: Sandwüste

Nordwesten befindet sich ein knapp 1400 m hoher Übergang ins nächste Tal, der zwischen einer südlichen bis 1800 m hohen und einer nördlichen bis 2000 m hohen Bergkette liegt und den Durchgang in den kasachischen Altai öffnet. Das südliche Grenzgebirge wird mehrfach von Wasserläufen durchbrochen, die in nord-südlicher Richtung einen Zugang zur Hochebene schaffen. Im Südosten fällt das Gelände steil zur südlich vom Untersuchungsgebiet gelegenen Ebene ab, hier liegt der heutige Hauptzugang zum Flughafen Kanas und weiter Richtung Norden, hinein ins Zentralmassiv des Altaigebirges. Nach dem kargen Hügelvorland im Süden flacht sich das Gelände ab und öffnet sich hin zur semiariden dschungarischen Steppe und Halbwüsten- respektive Wüstenlandschaft. Die Hochebene ist sowohl vor direktem Zugang geschützt als auch über mehrere Pässe mit den umliegenden geographischen Räumen eng verknüpft. Die vier Zugangswege über die Pässe im Westen, Süden, Südosten und Nordosten sind relativ leicht zu kontrollieren.

6.2.3 Geologisches Umfeld

Der Altai ist reich an Erzlagerstätten. Sowohl Kupfer, Zinn und Blei, als auch Goldseifen,[23] Silber- und Eisenerze sind vorhanden.[24,25] Zudem wird in einigen Regionen Salz abgebaut.[26]

Im direkten Umfeld des Untersuchungsgebietes besteht das Grundgestein hauptsächlich aus synorogenem[27] Granit.[28] Auch bezüglich der Geologie liegt das Untersuchungsgebiet in einem Grenzbereich. Während granitoide Formationen im gesamten chinesischen Altai anzutreffen sind, mischen sich diese südlich des Untersuchungsgebietes mit Gesteinen vulkanischen Ursprungs. In Richtung des Zentralmassivs des Altai treten Regionen mit Metasedimenten[29] und Grünschiefer hinzu.[30]

Die Böden der dschungarischen Steppe sind äussert arm an Humus und verfügen teilweise über einen sehr hohen Salzgehalt.[31] Im Gebirge präsentiert sich eine wesentlich andere Situation: Hier treten nährstoff- und humusreiche Chernozeme und in semiariden Zonen die weniger fertilen Kastanozeme auf. In Waldsteppenzonen finden sich zudem saure nährstoffarme Podsols.[32] Der Boden der Hochebene ist als Chernozem zu klassifizieren.

6.2.4 Hydrologisches Umfeld

Im Gegensatz zum sehr trockenen dschungarischen Becken nehmen die Niederschläge zum Altaigebirge hin zu. Das gletscherbedeckte Zentralmassiv des Altaigebirges speist den nördlich des Untersuchungsgebietes gelegenen Kanssee.[33] Die untersuchte Hochebene wird nach Südosten hin entwässert. Die kleineren Wasserläufe, deren Ursprung die Hochebene bildet, münden in den Bu'erjin-Fluss, welcher ebenfalls das aus dem Kanassee austretende Wasser aufnimmt. Bei Bu'erjin

[23] Xu u. a. 2005
[24] Holst 2005, 19
[25] Zhang u. a. 2012
[26] Holst 2005, 20
[27] Als synorogene Gesteine werden Felsformationen bezeichnet, welche gleichzeitig mit der Auffaltung des Gebirges entstanden sind
[28] Wang u. a. 2006
[29] Sekundär verformte Sedimentschichten
[30] Wang u. a. 2006
[31] UNESCO 1978, 65
[32] Morkovkin u. a. 2013
[33] Hessberg - Schulze 2014, 28

mündet der Fluss in den Irtysch. Als weitere, grössere Zuflüsse des Irtysch aus dem Südaltai können der Haba-Fluss und der Bieliezeke-Fluss gelten, welche ebenfalls nach Süden entwässern. Der Irtysch selbst verläuft auf chinesischem Territorium noch in ost-westlicher Richtung und bildet den Hauptzufluss des auf kasachischem Gebiet gelegenen Saissansees. Nach der Vereinigung mit dem im nördlichen Altaigebirge entspringenden Ob mündet er ins Nordpolarmeer.

In der Umgebung des Untersuchungsgebietes liegen mehrere grössere Seen. Der Kanassee etwa 50 km nördlich der Hochebene ist mit einer Oberfläche von etwa 50 km^2 noch eines der kleineren im südlichen Altai gelegenen Gewässer. Nur wenig westlich, jenseits der kasachsichen Grenze, liegt der Markakol. Im Osten, bereits im trockenen mongolischen Altai gelegen, befinden sich die Seen Khoton Nuur, Khurgan Nuur und Dayan Nuur. Im dschungarischen Becken gelegen befindet sich der Ulungur-See und der anschliessende Jili-See. Der im mongolischen Altai entspringende Ulungur-Fluss bildet die Hauptversorgung der beiden ausflusslosen Seen.

6.2.5 Flora

In der dschungarischen Ebene gedeihen bei entsprechender Bewässerung ebenso wie im südlichen Xinjiang Pappeln (*populus*) und Weiden (*salix*),[34] sowie eine Vielzahl von Obstbäumen, welche ökonomisch genutzt werden.[35] Ist kein Wasser vorhanden, so bleibt die Vegetation karg. Gelegentlich treten Saxaul-Büsche (*haloxylon ammodendron*) auf, ansonsten wird die Trockensteppe von niederwüchsigen Gräsern dominiert.[36] Im Altaigebirge selbst sind in höheren Lagen Lärchen (*larix sibiraca*) und immergrüne Nadelbäume (beispielsweise *pinus sibirica*) vertreten.[37,38] Basierend auf archäologischer Evidenz[39] ist davon auszugehen, dass auch im südlichen Altai das Lärchenholz aufgrund seiner Eigenschaften als primäres Bauholz verwendet wurde. In der Hochebene selbst finden sich vereinzelte Lärchenansammlungen an nördlich ausgerichteten Hängen. Birken (*betula pendula*) treten ebenfalls vereinzelt oder in kleineren Gruppen auf.[40] Hauptsächlich handelt

[34] An u. a. 2003, 75
[35] Klotz 1989, 209
[36] Hessberg - Schulze 2014, 27
[37] Klinge u. a. 2003
[38] Klotz 1989, 206-207
[39] Erhaltene Grabkammerkonstruktionen aus ältereisenzeitlichen Kurganen wurden vielfach in Blockbauweise aus Lärchenstämmen gezimmert.
[40] Klinge u. a. 2003, 304

es sich in der Hochebene aber um eine ertragreiche Langgrassteppe, die ideal für die Sömmerung grösserer Herden ist.[41]

6.2.6 Fauna

Der südliche Altai zeichnet sich durch eine reiche Säugetierfauna aus, die von der lokalen Bevölkerung durch die Zeiten hindurch genutzt und bejagt wurde. Die hohe Biodiversität verfügt über das Potenzial einen substantiellen Beitrag zur Ernährung und Wirtschaft der ansässigen Kulturen zu leisten.

Steinböcke (*Capra sibirica*)[42] und Bergschafe (*Ovis ammon*)[43,44] bewohnen und bewohnten die alpinen Zonen. Marale (*Cervus elaphus sibiricus*), sibirische Rehe (*Capreolus pygargus*)[45] und Moschustiere (*Moschus moschiferus*)[46] bevölkern die Waldzonen. In den Trockenregionen finden sich Gazellen (*Procapra gutturosa*),[47] Wildkamele (*Camelus ferus ferus*)[48,49] und Esel (*Equus hemionus luteus*). Zu den heute nicht mehr im Gebiet heimischen Grosssäugern gehören Wildpferde[50] (*Equus przewalski*) und Wildyak[51] (*Bos grunniens*).[52] Auch Grossraubtiere sind durch eine Vielzahl von Spezies vertreten, die von Wildhunden (*Cuon alpinus*),[53] Füchsen,[54] Dachsen,[55] Luchsen[56] und Vielfrassen (*Gulo gulo*)[57] bis hin zu Wölfen[58] und Braunbären[59] reicht. Schneeleoparden (*Uncia uncia*)[60] sind heute nur noch selten anzutreffen und die ursprünglich heimischen Tiger (*Panthera tigris*)[61, 62] sind vollständig aus dem Gebiet verdrängt worden. Kleinere Säugetiere

[41] Liao u. a. 2014
[42] Fedosenko - Blank 2001
[43] Rudenko u. a. 1961, 207
[44] Fedosenko - Blank 2005
[45] Danilkin 1995
[46] Klotz 1989, 208
[47] Sokolov - Lushchekina 1997
[48] Potts 2004, 146
[49] Kuzmina 2008, 66
[50] Parzinger 2006, 189
[51] Parzinger 2006, 189
[52] Leslie - Schaller 2009
[53] Cohen 1978
[54] Rudenko u. a. 1961, 204
[55] Rudenko u. a. 1961, 204
[56] Rudenko u. a. 1961, 204
[57] Pasitschniak-Arts - Larvière 1995
[58] Mech 1974
[59] Pasitschniak-Arts 1993
[60] Hemmer 1972
[61] Mazak 1981
[62] Rudenko u. a. 1961, 204

wie Murmeltiere, Marder, Eichhörnchen und Wiesel sind aufgrund ihres häufigen Vorkommens[63] ebenfalls als ökonomische Ressource zu betrachten. Die Gewässer sind reich an verschiedenen Fischarten, die extensiv genutzt wurden[64] und werden. Die Zusammensetzung der Grosswildfauna entspricht mit wenigen Ausnahmen immer noch jener der ausgehenden Eiszeit und ist damit über einen sehr langen Zeitraum erstaunlich konstant geblieben.[65,66]

6.3 Die Kulturlandschaft der Hochebene im Laufe der Zeit (ca. 2400 v. Chr. - 900 n. Chr.)

Seit dem Paläolithikum finden sich Spuren menschlicher Besiedlung im Altaigebirge.[67,68] Obwohl sehr wahrscheinlich ist, dass auch der südliche Altai bereits früh besiedelt wurde, so bleibt der zivilisatorische Fussabdruck von Jägern und Sammlern kaum wahrnehmbar.[69] In dieser Zeit darf von einer weitgehenden Verschmelzung der menschlichen Sphäre und der naturräumlichen Umgebung ausgegangen werden, ohne dass die Spezies *Homo sapiens* im Vergleich zu späteren Perioden einen nennenswerten Einfluss auf die Landschaft gehabt hätte. Sowohl verschiedene Arten von Grosswild wie auch fischreiche Gewässer machten die Region zu einem Lebensraum, in dem ohne allzu viel Mühe der Lebensunterhalt kleinerer Menschengruppen gesichert werden konnte.

[63] Diese Tiere wurden mehrfach, manchmal sogar täglich während des Surveys beobachtet.

[64] o.V. 1876, 65: „Regelrechter und in grösserem Massstabe wird die Fischerei freilich von den russischen Bauern aus dem Dorfe Praporschtschikowa und anderen Dörfern betrieben. Dieselben kommen alljährlich in ganzen Gesellschaften zum Herbstfange hierher und haben in der Landschaft Kundusdy zwischen Kaba und Burtschum eine bleibende Fischerei-Station eingerichtet.“

[65] Barras 2014

[66] Pavelkova u. a. 2014

[67] beispielsweise Chlachula 2001

[68] beispielsweise Rybin 2005

[69] Der Autor kann aufgrund seiner mangelnden Kenntnisse auf dem Gebiet der lithischen Perioden nicht dafür garantieren, dass in der Region nicht Siedlungsplätze oder temporäre Lager aus dem Paläo-, Meso- oder Neolithikum zu finden wären. Dies wird hoffentlich in zukünftigen Feldkampagnen geklärt werden können.

6.3.1 Äneolithikum

Während des Äneolithikums (3200 v. Chr. bis 2400 v. Chr.) werden im Altai erstmals klar sichtbare Grabbauten errichtet,[70] allerdings konnten keine architektonischen Strukturen der Hochebene dieser Periode zugewiesen werden. Im Kontext der Afanasievo-Kultur kann mit dem Beginn der Transhumanz gerechnet werden.[71] Auch das Einsetzen des lokalen Abbaus und der Verwendung von Kupfer datieren wohl in diese Zeit.[72] Die Hochebene bleibt während des späten 4. und frühen 3. Jt. v. Chr. jedoch relativ unberührt von menschlichem Einfluss. Einzig über die frühen Schichten der Ke'ermuqi (Qiemu'erqieke) Nekropole, welche etwa 90 km vom Untersuchungsgebiet entfernt liegt, kann bezüglich der Keramik eine Verbindung zum nördlichen Altai hergestellt werden.[73]

6.3.2 Frühe und mittlere Bronzezeit

Die ersten klar identifizierbaren anthropogenen Strukturen der Hochebene entstehen in der Bronzezeit, also etwa zwischen 2400 v. Chr. und 800 v. Chr. Parallelen in der Region lassen sich lediglich über die Ausgrabungen in Ke'ermuqi mit dem nördlichen Altai ziehen.[74] Es ist möglich, dass sich die Kulturgruppen bei verbesserter Datenlage ebenfalls in den Andronovo-Fedorovka-Kreis einzuordnen sein werden.[75] Spuren menschlicher Aktivität auf der Hochebene treten nur vereinzelt, ja beinahe zaghaft auf. Integriert in die Landschaft, kaum sichtbar, werden kleine Hügelgräber mit Ecksteinen hoch oben in den Seitentälern der Ebene errichtet.[76] Manche liegen auf Schwemmfächern und im steinigen Terrain der Hügelflanken, getarnt durch die herumliegenden grossen Steine. Nur wenige sind es, meist eng beieinander liegend, stets aus dem Gestein der Umgebung errichtet. Vielleicht sind

[70] Parzinger 2006, 188

[71] Parzinger 2006, 189: Hinweise dafür werden im Auffinden von Schafsmist „in den Afanasiev-Schichten der Denisova- und der Kaminnaja-Höhle" gesehen.

[72] Parzinger 2006, 187: Es „ist insbesondere auf Kupfergerätschaften hinzuweisen: Pfrieme, einfache Griffzungenmesser und -dolche sowie erste, kleine Flachbeile. Der Rohstoff stammte wohl aus dem Altaj-Gebirge selbst, wenngleich direkte Belege noch fehlen."

[73] Kuzmina 2008, 90

[74] Mei 2002, 20: „The Ke'ermuqi cemetery is the only Bronze Age site excavated so far in the Altai region of northern Xinjiang. Some finds from this cemetery exhibit links with Bronze Age cultures in sourthern Siberia."

[75] Parzinger 2006, 378: „Während die Träger der Andronovo-Fedorovka-Kultur im Süden also noch das Altaj-Vorland erreichten, ist die Situation im Berg-Altaj derzeit noch schwer durchschaubar, eine Flächendeckende Besiedlung durch die Andronovo-Kultur ist jedenfalls nicht auszumachen."

[76] Abschnitt 4.3.6

es die Gräber kleiner Familien, die ihre Angehörigen an diesen Stellen bestatteten, vielleicht sind es sogar die ersten, die sich die Hochebene zunutze machen und im Sommer Vieh hinauf auf die saftigen Wiesen der Ebene treiben.[77] Rinder, Schafe und Ziegen sowie Pferde in kleiner Zahl begannen, die Langgrassteppe abzugrasen.[78] Damit ist der Anfang einer Entwicklung gegeben, die kontinuierlich und über lange Zeit hinweg das Gesicht der Landschaft prägt. Jagd bleibt als wichtige Ergänzung der Ernährung und auch als ökonomisches Standbein für den Beschaffung von Fellen, Leder, Knochen etc. bestehen.[79] Es ergibt sich zunächst ein Bild kultureller Praktiken im Bestattungskontext, welche sich stark an die natürlichen Gegebenheiten anpassen, ja gar durch die Wahl der verborgenen Orte und des unauffälligen Materials das Verschmelzen ihrer Grabbauten mit dem natürlichen Untergrund anzustreben scheinen.

6.3.3 Spätbronzezeit

In der Spätbronzezeit intensiviert sich der Gebrauch von bronzenen Werkzeugen und Waffen und im gleichen Zug der Abbau von Erzen.[80] Es werden Keregsurmonumente in der Ebene erbaut. Sich jetzt nicht mehr verbergend, sondern in der offenen Ebene der Landschaftskammer situiert, markieren diese Monumente Präsenz.[81] Vielleicht werden Teile der Langgrassteppe bereits durch regelmässige Beweidung kurz gehalten, so dass die niedrigen, aber raumgreifenden Monumente an solchermassen kultivierten Orten errichtet werden können. Auf einem schmalen, an den engsten Stellen lediglich 250 m breiten Streifen flachen Bodens zwischen mäandrierenden Flussarmen im Süden und Fuss der nördlich anschliessenden Hügelkette, werden die Orte so ausgewählt, dass jeder, der die Hochebene von Osten her über den Pass betritt unweigerlich an den Monumenten vorbeikommt.[82] Alle Keregsurmonumente werden im Nordosten der Ebene errichtet, teils aus massiven Steinblöcken von bis zu 1 m Kantenlänge. Die Art der Architektur verlangt Gemeinschaftsleistungen grösserer Gruppen über einen längeren Zeitraum hinweg. Die monumentalen Gräber lassen Einflüsse aus dem mongolischen Altai

[77] Parzinger 2006, 299: „Da auf vermutlich karakolzeitlichen [frühbronzezeitlichen] Felsbildern gelegentlich Rinder vorkommen, wird auch mit Viehzucht gerechnet."

[78] Gheyle 2009, 42

[79] Parzinger 2006, 299: Bären und Hirsche (Marale, Moschustiere, sibirische Rehe) sind als Beute anzunehmen.

[80] Gheyle 2009, 43

[81] Abschnitt 4.3.2

[82] Abschnitt 5.6.2

erkennen, genauer aus dem Bereich der Hirschstein-Keregsur-Komplexe.[83] Aufgerichtete Hirschsteine in der offenen Landschaft fehlen zwar auf der Hochebene, treten allerdings nur einige Kilometer weiter nördlich in Gräbern auf.[84,85] Zudem finden sich im gesamten Gebiet des Altai „Lesefunde von bronzenen Messern und Dolchen vom Karasuk-Typus.“[86]

Mit über 30 m Seitenlänge erhebt sich der mächtigste, quadratische Keregsur der Hochebene nicht weit von der Stelle, an der die heutige Hauptverkehrsachse nach Norden Richtung Kanassee abbiegt. Mit der quadratischen Einfassung, die den zentralen Steinhügel umrahmt, wird ein Bezirk geschaffen, der das Monument visuell absetzt. Ist es eine Abgrenzung zwischen Diesseits und Jenseits? Eine Markierung des Bodens, der den Toten gehört? Die sichtbar gewordene Dichotomie zwischen dem Gebiet der Geister und der Welt der Lebenden? Eine Trennung zwischen Sakralem und Profanem? Nahegelegene Steinkreise deuten auf jeden Fall auf rituelle Aktivitäten und eine Verehrung dieser Stätten hin. Auch andere Keregsurmonumente werden wenig nördlich davon in Sichtweite der Verkehrsroute gebaut. Damit markieren die spätbronzezeitlichen Monumente eine Lokalität, die in der Folge über Jahrhunderte ihre spirituelle Bedeutung behalten kann. Der zentrale Cluster von Monumenten sticht bereits auf der Übersichtskarte (s. Abb. 4.5) deutlich durch die hohe Dichte archäologischer Strukturen heraus. Die Vielzahl unterschiedlicher Monumente und peripherer Strukturen, welche sich über einen Zeitraum von der Bronzezeit bis ins Mittelalter dort akkumulieren, sprechen für die Wichtigkeit dieses Ortes. Nach der Formung eines bronzezeitlichen Nukleus werden zeit- und kulturübergreifend immer wieder Grabbauten an diesem Ort errichtet. Die detaillierten Daten aus dem intensiven Survey erlauben eine Nachverfolgung des Prozesses der Kultkontinuität, auch wenn die Gründe, warum genau dieser Ort ausgewählt wird, im Dunkeln bleiben. Repräsentation und Sichtbarkeit von Verkehrsachsen aus scheinen eine Rolle zu spielen, aber sie sind nur die naheliegende Erklärung in einer von der Topographie dominierten Landschaft.

[83] Wright 2007

[84] Yu u. a. 2014: Die Hirschsteine wurden möglicherweise als Spolien verbaut und somit aus ihrem ursprünglichen Kontext gerissen.

[85] Aruz u. a. 2006, 188

[86] Parzinger 2006, 463

6.3.4 Ältere Eisenzeit

Die Entwicklung, welche mit der Errichtung der ersten spätbronzezeitlichen Monumente beginnt, setzt sich am Übergang zur älteren Eisenzeit beschleunigt fort. Innerhalb einer kurzen Periode wird die Hochebene zum Fokus eines intensiven Begräbniskultes. Wie grosse Teile Eurasiens wird der südliche Altai eingebunden in ein kulturelles Netz, das von Osteuropa bis in die heutige Mongolei reichte.[87] Reiternomadische, von einer kriegerischen Oberschicht geprägte Gruppen treten auf, die eine hauptsächlich auf Viehzucht basierende Wirtschaft betreiben.[88] Pferde, Schafe, Ziegen und Rinder gehören zu den hauptsächtlich genutzten Spezies,[89] Kamele beginnen in den trockeneren Regionen eine wichtige Rolle als Transportmittel zu spielen.[90] Gejagt wird weiterhin zur Bereicherung des Speiseplans und zur Fellgewinnung.[91] Dieser tiefgreifende Wandel hin zu einer reiternomadischen Gesellschaft, der mit einem sprunghaften Anstieg der Bevölkerungsdichte einhergeht, wird auf einen abrupten klimatischen Wandel um 850 v. Chr. zurückgeführt.[92] Erhöhte Niederschläge und ein insgesamt feuchteres Klima verwandeln vorgängig lebensfeindliche Halbwüsten in ertragreiche Steppen, die eine gute Grundlage für Weidewirtschaft bieten.[93] Dieser Wandel hin zu einem feuchteren Klima kann jedoch über die Analysen von Seesedimenten in der Dschungarei nur bedingt nachvollzogen werden, denn diese deuten bereits für die Zeit ab 3300 v. Chr. auf ein feuchtwarmes Klima.[94] Der Bevölkerungsanstieg ist hingegen offensichtlich.[95] Dutzende skythischer Kurgane werden über weite Teile der Flussterrassen hin errichtet. Obwohl der Begriff nicht unproblematisch ist,[96] könnten hier Migration als Erklärung dienen.

Die omnipräsenten flachen, steinigen Grabhügel formen häufig relativ exakt nord-südlich ausgerichtete Ketten, die trotz etwaiger topographischer Behinderungen so anzutreffen sind. Das natürliche Relief spielt bei den Trägern der skythischen Sachkultur weniger eine Rolle als die Bezugnahme auf andere Monumente und die Ausrichtung, die möglicherweise anhand der Sterne erfolgt. Auf die Bauten

[87] Parzinger 2004, 6
[88] Kuzmina 2000
[89] Parzinger 2006, 687
[90] Parzinger 2006, 687
[91] Parzinger 2006, 687
[92] Van Geel u. a. 2004, 1737
[93] Van Geel u. a. 2004, 1735
[94] Jiang u. a. 2007
[95] Abschnitt 5.1
[96] Frachetti 2001

früherer Kulturen wird stets Rücksicht genommen. Stätten, welche bereits in der Spätbronzezeit in Gebrauch waren, werden weiter genutzt und ausgebaut. Fürstenkurgane von bis zu knapp 30 m Durchmesser werden in der Nähe der spätbronzezeitlichen Keregsurmonumente errichtet.[97] Teilweise ausgestattet mit doppelten, in die Erde eingegrabenen Steinplattenringen und einer reich ausstaffierten Peripherie mit Steinkreisen und Stelen, stellen diese Monumente einen vorläufigen Höhepunkt in der architektonischen Entwicklung der Hochebene dar. Die Stelen,[98] häufig aus Quarz und glimmerhaltigen Gesteinen bestehend, werden über grössere Distanzen herangeschafft, was aufgrund des schroffen Terrains keine leichte Aufgabe ist. Einer der reichsten Fürstenkurgane wird mit einem Halbkreis aus mehr als 70 Steinkreisen ausgestattet, der etwa 240 m im Durchmesser beträgt.[99] Ähnlich wie schon bei den Keregsurmonumenten scheint dieser Halbkreis eine Grenze zu markieren, die von späteren Monumenten respektiert wird. Die Steinkreise als Opferplätze deuten auf eine über Jahrzehnte hinweg andauernde Verehrung des Verstorbenen. Die Parallelen zu anderen steinernen Grosskurganen im Altai lässt keinen Zweifel an einer Einreihung in denselben Kulturkreis.

Sicherlich wurde während der älteren Eisenzeit für die Konstruktion der elaborierten Grabbauten auch Teile der an den Berghängen gelegenen Lärchenwälder abgeholzt und somit weitere Eingriffe in die Landschaft vorgenommen. Möglich ist auch, dass neben Jurten und anderen zeltartigen Behausungen Häuser in Blockbauweise errichtet wurden, die zwar archäologisch schwer nachweisbar sind, aber deren Existenz aufgrund der beim Bau der Grabkammern angewandten fortentwickelten Holzbautechnik wahrscheinlich ist.[100] Die intensivierte Weidewirtschaft macht es sehr wahrscheinlich, dass die Vegetationsdecke der Hochebene in der älteren Eisenzeit sich sehr ähnlich wie in der Gegenwart präsentierte. Ob bereits Gras geschnitten und getrocknet wurde, um Nahrung für die Tiere im Winter bereitzustellen, oder ob die geringen Niederschläge im Winter das Finden von Futter zu einer valablen Option machte, kann basierend auf der momentanen Datenlage nicht erörtert werden. Es ist ebenfalls unklar, ob eine ausgeprägt Transhumanz betrieben wurde, obwohl dies eingedenk der heutigen Situation mehr als wahrscheinlich ist.

[97] Abschnitt 4.3.1
[98] Abschnitt 4.3.11
[99] Abb.4.12
[100] Parzinger 2006, 686

Während der älteren Eisenzeit erhält die Hochebene ihren Charakter als Landschaftskammer mit einer Vielzahl von Grabhügeln. Wahrscheinlich gegen Ende der älteren Eisenzeit vollzieht sich jedoch ein Wandel in der kulturellen Zugehörigkeit des Tales. Sind auch die formidabelsten Kurgane zuvor aus Stein gebaut und selten grösser als 20 m im Durchmesser, so kommt es nun zu einem rapiden Wechsel. Gigantische Erd-Kies-Kurgane mit abgeflachter Kuppe und umgebendem Kreisgraben werden an Stellen errichtet, die zuvor offensichtlich keine rituelle oder spirituelle Bedeutung hatten. Der westliche Teil der Ebene wird zum sepulkralen Zentrum dieser Monumente mit einem mehr als zwei Kilometer langen Cluster aus Grosskurganen.[101] Bauweise und räumliche Verteilung erinnern stark an die sakischen Grosskurgane aus dem Siebenstromland[102]. Es könnte sein, dass sich die sakische Sachkultur in dieser Zeit von Süden her kommend über die dschungarische Pforte ins Becken und in die südlichen Vorgebirge des Altai ausgedehnt. Dabei stehen skythische und sakische Sachkultur offensichtlich in Konkurrenz zueinander, denn die Nekropolen unterschiedlicher Bauweise scheinen sich geradezu absichtlich zu vermeiden.[103] Als Nebeneffekt fehlt den sakischen Kurganen denn auch eine Assoziierung mit bestehenden älteren Monumenten und sie erscheinen somit als alleinstehende, eigenständige Tradition. Während sich insbesondere die zuvor dominanten skythischen Kurganketten in nord-südlicher Richtung aneinanderreihen, so nehmen die Cluster der sakischen Grabhügel stets eine nordöstlich-südwestliche Ausrichtung ein.[104] Dies kann möglicherweise auf Unterschiede in der Kosmologie der verschiedenen Kulturträger zurückgeführt werden. Am Rande einer Sumpfzone gelegen und im rechten Winkel zum Pass im Westen der Ebene ausgerichtet, lassen sich aber auch andere Erklärungen für die Errichtung der Grosskurgane an dieser Stelle finden. Die bis zu sechs Meter hohen Grabhügel vermögen auf jeden Fall einen von Westen her die Hochebene betretenden Besucher durch ihre Monumentalität zu beeindrucken. Damit scheint gegeben, dass auch die sakischen Kurgane - obwohl sie sich nicht in die zuvor etablierten Cluster an den Verkehrswegen einfügen - eine teilweise repräsentative Aufgabe erfüllen. Konstruiert werden die monumentalen Tumuli aus Kies, Steinen und Erde der Flussebene. Periphere Strukturen bleiben sehr selten und beschränken sich auf einige im Nachhinein angebrachte Steinplattformen und jüngere Gräber. Erneut erscheint hier mit dem Kreisgraben ein umrahmendes Element, welches vielleicht eine Grenze zwischen

[101] Abschnitt 4.3.3
[102] Gass 2011
[103] Abschnitt 5.6.3
[104] Abbildung 5.12

den Welten darstellte. Die zur Erbauung der Monumente notwendigen massiven Erdbewegungen benötigen eine hohe Zahl von Arbeitskräften und die entsprechende Versorgung mit Nahrung und Unterkünften für schätzungsweise mehrere Monate. Eine solche Belastung kann möglicherweise zu einer temporären Übernutzung der Vegetationsdecke durch zu grosse Herden und die Abholzung erheblicher Teile des Lärchenwaldes führen. Auch Veränderungen der Gewässerläufe durch die Erdbewegungen sind nicht undenkbar.

6.3.5 Jüngere Eisenzeit

Während der jüngeren Eisenzeit erfolgt ein Bruch mit allen bisherigen funerären Traditionen, die auf der Hochebene Einzug gehalten haben. Die hunnosarmatischen Nekropolen liegen räumlich getrennt von allen anderen sepulkralen Strukturen. Hoch über der Ebene auf dem felsigen Untergrund von sich aus der Hochebene erhebenden Hügeln reihen sich kleine ovale Grabhügel dicht aneinander. In den meisten Fällen schmucklos aus dem Gestein der unmittelbaren Umgebung erbaut, suchen sich die Träger dieser Sachkultur für die Beisetzung ihrer Toten entrückte, nur durch Anstrengung erreichbare Orte aus. Die Lage der Nekropolen erinnert an Plätze, die sich zur Errichtung von Befestigungsanlagen eignen würden: Rundherum freie, baumlose Landschaft, ein steiler, felsiger Anstieg bis zur Hügelkuppe, ringsherum ein weites Sichtfeld.[105] Es scheint, als sei nicht Repräsentation, nicht das Gesehenwerden, sonder das Sehen vorrangig für diese Begräbnisplätze.

Der Grund für diesen Bruch kann wohl ebenfalls auf Wanderbewegungen zurückgeführt werden,[106] die im Zuge der Ausdehnung der Xiongnu im 3. und 2. Jahrhundert v. Chr. zu sehen sind.[107] Während die Monumente der älteren Eisenzeit über eine reiche Ausstattung verfügen und rein durch ihre architektonischen Masse eine repräsentative Funktion einnehmen, so erscheinen die jüngereisenzeitlichen Befunde im Vergleich geradezu ärmlich.

Die Nutzung der Landschaft als Weideland dauert an, allerdings scheint sich eine geringere Intensität der Nutzung als in der älteren Eisenzeit abzuzeichnen. Die Monumente beschränken sich auf ganz spezifische Lokalitäten und sind zunächst

[105] Abb. 5.14
[106] Gheyle 2009, 46-47
[107] Li 2013, 262-264

für Besucher des Tals unsichtbar. Zusätzlich fällt diese Periode in eine Zeit, in der sich das Klima der Region schnell verschlechtert. Von gemässigt feuchtem Klima vollzieht sich eine Wendung hin zu einem kühlen und trockenen Kontinentalklima, das noch heute vorherrscht.[108] Damit nimmt die Biomasseproduktion der Langgrassteppe deutlich ab, die Winter werden harscher, das Land vermag weniger Vieh zu ernähren. Vielleicht sind dies die Gründe für eine starke Abnahme der Bevölkerung?

6.3.6 Alttürkenzeit

Mit der durch chinesische Schriftquellen belegten Einwanderung der Türk in den Süd-Altai um 460 n. Chr. setzen sich viele Traditionen der vorangehenden jüngeren Eisenzeit fort.[109] Allerdings findet mit dem Auftauchen erster lokaler Schriftzeugnisse im Altai die prähistorische Periode dieser Region ihr Ende.[110] Die Türk leben im Südaltai und sind anscheinend geschickte Schmiede.[111] Die Viehzucht stellt die Lebensgrundlage der Türk dar und ist ein Mittel der sozialen Stratifizierung.[112] Daneben spielt auch die Jagd bei der Nahrungsversorgung eine Rolle, und kleineren Tieren wie Zobel und Eichhörnchen wird zur Pelzgewinnung nachgestellt.[113] Mit dem Frühmittelalter scheint ein massiver Ausbau der Eisengewinnung im Altai einherzugehen.[114] Damit verbunden ist sicherlich auch eine intensivierte Nutzung der Waldressourcen des Gebirges, um den Bedarf an Brennstoff für die Verhüttung der Erze zu decken.

Türkische Grabhügel und Memorialkomplexe sind in der Hochebene weit verbreitet. Obwohl die Grabhügel schwer zu identifizieren sind, so kann doch damit gerechnet werden, dass ein Grossteil der zeitlich nicht zugewiesenen Tumuli in die alttürkische Periode datiert. Die Monumente reihen sich erneut in ältere Traditionen ein und knüpfen insbesondere an die ältere Eisenzeit an. Viele türkische Grabhügel nehmen explizit Bezug auf skythische Kurgane und revitalisieren ältere Kultplätze und Begräbnisstätten. Damit wird auch die Nekropole im Nordosten

[108] Jiang u. a. 2007
[109] Stark 2008, 92
[110] Stark 2008, 46
[111] Liu 1958, 5
[112] Stark 2008, 48
[113] Stark 2008, 49
[114] Stark 2008, 57: Im Sajano-Altai wurden über 30 eisenmetallurgische Fundplätze entdeckt, die ins Frühmittelalter datieren.

der Hochebene, die seit dem Beginn der Dominanz sakischer Sachkultur verwaist ist, erneut genutzt.

Kapitel 7

Fazit und Ausblick

In der Einleitung wurden kurz die Ziele der Forschungsarbeiten vorgestellt, die mit der Verfassung dieser Dissertation ihr vorläufiges Ende finden. Aufgrund der Wissens- und Forschungslücke, die bezüglich der Archäologie prähistorischer Perioden in Zentralasien besteht, sollte ein Instrument zur automatischen Detektion von Grabhügeln entwickelt werden, um somit grosse Gebiete flächendeckend auf Nekropolen antiker Steppenkulturen hin untersuchen zu können und gleichzeitig die Einschränkungen nationaler und regionaler Administrationen zu überwinden.

Mittels der Adaption des auf Hough-Entscheidungswäldern basierenden Computer-Vision-Algorithmus konnte das erste Ziel erreicht werden. Durch den Erwerb hochauflösender Satellitenbilddaten konnte die Rechenschleife im südlichen Altaigebirge getestet werden. Es ist mit dem Verfahren möglich, weiträumige Gebiete nach archäologischen Hotspots auszuwerten. Allerdings bleiben viele Einschränkungen, beispielsweise bezüglich der Datenqualität, bestehen. Um eine detaillierte lokale Auswertung zu ermöglichen, müssen weitere Anpassungen am Algorithmus vorgenommen werden. Die Komplexität der Methode steigt damit schnell an. Der Algorithmus sollte deshalb unter Einbezug von Informatikern weiterentwickelt werden. Die Weiterverfolgung dieses Forschungsgebietes ist allerdings nur sinnvoll, wenn auch entsprechend grosse Datenmengen der zu untersuchenden Gebiete zugänglich sind.

Eine grossflächige Abdeckung des Südaltais mit hochauflösenden Satellitenbilddaten führte über die algorithmus-basierte Auswertung und visuelle Interpretation zur Auswahl eines Untersuchungsgebietes mit einer hohen Dichte archäologischer

Monumente. Insbesondere mit zunehmender Erfahrung im Feld kann über hochauflösende Daten (IKONOS, Quickbird, WorldView-2) bereits ein detailliertes Bild der archäologischen Landschaft gewonnen werden. Interessanterweise schnitten frei verfügbare Daten nicht unbedingt schlechter ab, was die Sichtbarkeit archäologischer Strukturen betraf. Es stellte sich heraus, dass oft selbst die Unterscheidung verschiedener Grabhügeltypen möglich war und somit erste Schlüsse auf räumliche Verteilungen und diachrone Entwicklungen der Landschaft gezogen werden konnten. Der Hauptnutzen besteht jedoch in der Vertrautheit mit dem Untersuchungsgebiet, die der Forscher bereits vor der Feldkampagne aufbauen kann. Die Kenntnis der Landschaft ist während der Durchführung von Feldarbeiten von grossem Vorteil. Die Fernerkundung hat aber trotz all ihrer Vorteile auch klare Grenzen. Viele Monumente können selbst vor Ort nur schwer mit einer Datierungshypothese versehen werden, aus den Bilddaten ist dies oftmals unmöglich. Viele periphere Strukturen sind zu klein, um bei gängigen Auflösung der Satellitenbilder detektiert werden zu können. Somit ist der Detailgrad der gesammelten Information bei einem intensiven Survey naturgemäss ungleich höher.

Trotz vielfältiger Hürden und Probleme gelang es, im Sommer 2015 eine Surveylizenz zu beantragen und auch zu erhalten. Der Survey führte zur Kartierung von knapp 1000 archäologischen Strukturen von der Bronzezeit bis in die alttürkische Periode. Der Datensatz, dessen Auswertung mittels räumlicher Statistik, interpretativer Methoden und der Darstellung in einem Geographischen Informationssystem durchgeführt wurde, ermöglichte es, die Entwicklung der Kulturlandschaft des prähistorischen Südaltais nachzuzeichnen. Während der spärlichen Nutzung der Landschaft in der frühen und mittleren Bronzezeit wurden nur wenige und sehr kleinräumige Monumente errichtet. Mit dem Einfluss aus dem heute mongolischen Osten begann der kulturelle Aufstieg der Landschaftskammer. Auf erste Keregsurmonumente entlang der Verkehrswege folgte in der älteren Eisenzeit eine explosionsartige Entwicklung, die sowohl Fürstenkurgane im Stil des Nordaltais hervorbrachte als auch mit zahllosen kleineren Monumenten der Landschaft der Hochebene ihre heutige Prägung verlieh. Mit der Errichtung sakischer Grosskurgane, die scheinbar mit der vorhergehenden Tradition brachen, entwickelte sich die Landschaft vollends zur Ebene monumentaler Erinnerung. Zu Beginn der jüngeren Eisenzeit erfolgte ein abrupter Wandel, der möglicherweise auf sich schnell ändernde klimatische Bedingungen zurückzuführen ist. Nekropolen wurden nun kaum sichtbar auf felsigen Hügeln in der Ebene errichtet. Über den Gräbern wurden unscheinbare ovale Tumuli aufgeschüttet. Mit dem Anbeginn der Türkenzeit

blühte die funeräre Tradition der Hochebene wieder auf. Eine Vielzahl alttürkischer Grabhügel und Memorialkomplexe nimmt direkten Bezug auf frühere materielle Hinterlassenschaften, insbesondere auf ältereisenzeitliche Kurgane.

Trotz der vielfältigen Quervergleiche, die während der Auswertung der unterschiedlichen Strukturen gezogen wurden, um Ansätze für eine Datierung zu erhalten, befindet sich die Archäologie des Südaltais und der Dschungarei noch in einem frühen Stadium. Fundkomplexe aus der unmittelbaren Umgebung sind kaum vorhanden, ältere Grabungen sind schlecht publiziert, neuere Untersuchungen harren ihrer Veröffentlichung. Diese Dissertation ist der Start eines mehrjährigen Projektes, das zum Ziel hat, eine verbesserte Datengrundlage für die Archäologie des nördlichen Xinjiangs zu schaffen und diese mit den umliegenden Regionen zu vergleichen. Vorausgesetzt, es lässt sich eine entsprechende Finanzierung auftreiben, müssen in einem nächsten Schritt durch kleinräumige Ausgrabungen verlässliche Datierungen etabliert werden, die es ermöglichen, die kartierten Monumente in einen grösseren chronologischen Rahmen zu setzen. Des Weiteren soll - durch die Etablierung mehrerer intensiver Surveys in Verbindung mit Fernerkundung - ein ökologisch-archäologischer Querschnitt durch die Dschungarei vom Altaigebirge bis in den nördlichen Tianshan analysiert werden. Dies hat zum Ziel, die kulturelle Nutzung einer jahrtausendealten Landschaft zu verstehen, die aktuell aufgrund der globalen Klimaerwärmung erneut einschneidenden Veränderungen entgegenblickt. Die Kampagne für Sommer 2016 ist in Planung.

Anhang A

Rechtliche Grundlagen

Die rechtlichen Grundlagen für internationale Forschungsprojekte im Bereich der Archäologie werden durch die 22 Artikel des Leitfadens zur Handhabung archäologischer Projekte mit ausländischer Beteiligung (中华人民共和国考古涉外工作管理办法) gebildet.[1] Die hier gezeigte Übersetzung ist nicht als wortwörtlich zu verstehen. Mit der sinngemässen Übertragung der Artikel ins Deutsche soll dem Leser lediglich ein Eindruck von den Schwierigkeiten gegeben werden, welche die Durchführung internationaler archäologischer Projekte in China mit sich bringt. Zudem wird dadurch teilweise eine Erklärung für die geringe Anzahl wirklich internationaler Projekte in der Volksrepublik gewährt.

第一条: 为了加强考古涉外工作管理，保护我国的古代文化遗产，促进我国与外国考古学术交流，制定本办法。

Artikel 1: Diese Regeln wurden erlassen um archäologische Projekte mit internationaler Beteiligung besser zu handhaben, das kulturelle Erbe der Volksrepublik zu schützen und den internationalen Austausch zwischen Forschern zu fördern.

第二条: 本办法适用于在中国境内陆地、内水和领海以及由中国管辖的其他海域，中国有关单位(以下简称中方)同外国组织和国际组织(以下简称外方)所进行的考古调查、勘探、发掘和与之有关的研究、科技保护及其他活动。

[1] Xinjiang Wenwuju 2007

Artikel 2: Die Regeln gelten für das gesamte chinesische Territorium, inländische Gewässer, sowie die zu China gehörenden maritimen Zonen und betrifft alle Aktivitäten (Surveys, Prospektionen, Ausgrabungen und andere archäologische Forschungen sowie Schutzmassnahmen), welche von chinesischen Institutionen und ausländischen Organisationen gemeinsam durchgeführt werden.

第三条: 任何外国组织、国际组织在中国境内进行考古调查、勘探、发掘，都应当采取与中国合作的形式。

Artikel 3: Sämtliche von ausländischen Organisationen durchgeführte archäologische Forschungen müssen die Form einer Kooperation mit China annehmen.

第四条: 国家文物局统一管理全国考古涉外工作。

Artikel 4: Die nationale Kulturgüteradministration behandelt jegliche Angelegenheiten bezüglich chinesisch-ausländischer Projekte.

第五条: 本办法下列用语的含义是：

(一) 考古调查是指以获取考古资料为目的，对古文化遗址、古墓葬、古建筑、石窟寺和其他地下、水下文物进行的考古记录和收集文物、自然标本等活动；

(二) 考古勘探是指为了了解地下、水下历史文化遗存的性质、结构、范围等基本情况而进行的探测活动；

(三) 考古发掘是指以获取考古资料为目的，对古文化遗址、古墓葬和其他地下，水下文物进行的科学揭露、考古记录和收集文物、自然标本等活动；

(四) 考古记录是指系统的文字描述、测量、绘图、拓印、照相、拍摄电影和录像活动；

(五) 自然标本是指考古调查、勘探、发掘中所获取的自然遗存物。

Artikel 5: Definiert die Begriffe Survey, Prospektion, Ausgrabung sowie die Termini archäologische Aufzeichnung und Probe.

第六条: 中外合作进行考古调查、勘探、发掘活动，应当遵守下列原则：

(一) 合作双方共同实施考古调查、勘探、发掘项目，并组成联合考古队，由中方专家主持全面工作；

(二) 合作双方应当在中国境内共同整理考古调查、勘探、发掘所获取的资料并编写报告。报告由合作双方共同署名，中方有权优先发表；

(三) 合作考古调查、勘探、发掘活动所获取的文物、自然标本以及考古记录的原始资料，均归中国所有，并确保其安全；

(四) 合作双方都应当遵守中国的法律、法规和规章。

Artikel 6: Internationale Projekte haben die folgenden Prinzipien zu beachten:

1. Internationale Projekte mit chinesisch-internationalen Forschungsgruppen werden von der chinesischen Seite gemanagt.

2. Alle während der Arbeiten generierten Daten müssen veröffentlicht werden, die chinesische Seite hat das Recht als Erstautor genannt zu werden.

3. Sämtliche Proben, Relikte und Daten gehören der Volksrepublik und müssen in China verbleiben.

4. Alle Teilnehmer müssen sich an chinesische Gesetze und Regulationen halten.

第七条: 外方申请与中方合作进行考古调查、勘探、发掘时，应当按照下列规定向国家文物局提出书面申请：

(一) 合作意向；

(二) 对象、范围和目的；

(三) 组队方案；

(四) 工作步骤和文物的安全、技术保护措施等；

(五) 经费、设备的来源及管理方式；

(六) 意外事故的处理及风险承担。

Artikel 7: Für die Bewerbung um eine Lizenz müssen bei der nationalen Kulturgüteradministration folgende Informationen in schriftlicher Form vorliegen:

1. Absicht zur Zusammenarbiet

2. Partner, Umfang und Ziele der Arbeiten

3. Teilnehmer

4. Arbeitsmethoden, Sicherheit der behändigten Relikte, Methoden zu deren Erhaltung

5. Finanzierung, Herkunft der Ausrüstung und Vorgehensweise

6. Vorgehensweise bei Unfällen und Risikokalkulation

第八条: 申请合作考古调查、勘探、发掘的项目应当同时具备下列条件:

(一) 有利于促进中国文物保护和考古学研究，有利于促进国际文化学术交流;

(二) 中方已有一定的工作基础和研究成果，有从事该课题方向研究的专家;

(三) 外方应当是专业考古研究机构，有从事该课题方向或者相近方向研究的专家，并具有一定的事件考古工作经历;

(四) 有可靠的措施使发掘后的文物得到保护。

Artikel 8: Projekte müssen folgende Voraussetzungen erfüllen:

1. Das Projekt ist vorteilhaft für den Schutz der chinesischen Kulturgüter, die archäologische Forschung und die internationale Zusammenarbeit.

2. Die chinesische Seite muss bereits eine Basis für das Projekt geschaffen, erste Resultate erzielt haben und über Experten auf dem Gebiet verfügen (es können keine neuen Projekte gestartet werden).

3. Die ausländische Partnerorganisation verfügt über Expertise auf dem Gebiet der Archäologie, ist mit den Fragestellungen bekannt und hat Erfahrung mit archäologischer Feldarbeit.

4. Das Projekt verfügt über einen verlässlichen Plan zum Schutz der ausgegrabenen Fundplätze nach Beendigung der Arbeiten.

第九条: 国家文物局会同中国社会科学院对外方的申请进行初步审查后，由国家文物局按照国家有关规定送请国防、外交、公安、国家安全等有关部门审查，经审查合格的，由国家文物局报请国务院特别许可。

Artikel 9: Die nationale Kulturgüteradministration evaluiert zusammen mit der Akademie der Sozialwissenschaften den ausländischen Projektpartner. Danach werden Untersuchungen durch die Ämter der nationalen Verteidigung (Militär), der auswärtigen Angelegenheiten, der öffentlichen Sicherheit und der staatlichen Sicherheit vorgenommen. Werden die Untersuchungen erfolgreich abgeschlossen so

kann die nationale Kulturgüteradministration das Unterfangen an den Staatsrat zum Erhalt einer Sondergenehmigung weiterreichen.

第十条: 合作考古调查、勘探、发掘项目获得国务院特别许可的，合作双方应当就批准的合作项目的具体事宜签订协议书。

Artikel 10: Nach Erhalt der Genehmigung ist ein Einhaltungsvereinbarung von allen Teilnehmern zu unterzeichnen.

第十一条: 合作考古调查、勘探、发掘的文物或者自然标本需要送到中国境外进行分析化验或者技术鉴定的，应当报经国家文物局批准。化验、鉴定完毕后，除测试损耗外，原标本应当全部运回中国境内。

Artikel 11: Sollen Proben zur Untersuchung ins Ausland geschickt werden so muss dies von der nationalen Kulturgüteradministration genehmigt werden. Nach den Untersuchungen müssen die Proben nach China zurückgebracht werden.

第十二条: 外国留学人员(含本科生、研究生和进修生)以及外国研究学者在中国学习、研究考古学的批准期限在一年以上者，可以随同学习所在单位参加中方单独或者中外合作进行的考古调查、勘探、发掘活动。但须由其学习、研究所在单位征得考古调查、勘探、发掘单位的同意后，报国家文物局批准。

Artikel 12: Ausländische Studenten und Forscher, welche über eine Erlaubnis von länger als einem Jahr verfügen um archäologisch in China zu arbeiten, können an archäologischen Forschungen teilnehmen.

第十三条: 外国公民、外国组织和国际组织在中国境内参观尚未公开接待参观者的文物点，在开放地区的，需由文物点所在的省、自治区、直辖市文物行政管理部门或者接待参观者的中央国家机关及其直属单位，在参观一个月以前向国家文物局申报参观计划，经批准后方可进行；在未开放地区的，需由文物点所在的省、自治区、直辖市文物行政管理部门或者接待参观者的中央国家机关及其直属单位，在参观一个月以前向国家文物局申报参观计划，经批准并按照有关涉外工作管理规定向有关部门办理手续后方可进行。参观正在进行工作的考古发掘现场，接待单位须征求主持发掘单位的意见，经国家文物局批准后方可进行。外国公民、外国组织和国际组织在参观过程中不得收集任何文物、自然标本和进行考古记录。

Artikel 13: Ausländer, welche noch nicht für die Öffentlichkeit zugängliche Fundstätten besuchen möchten benötigen eine Erlaubnis der Kulturgüterschutzadministration, welche einen Monat im Voraus beantragt werden

muss. Während des Besuchs dürfen keinerlei Proben genommen, Objekte gesammelt oder Aufzeichnungen gemacht werden.

第十四条: 国家文物局可以对合作考古调查、勘探、发掘工作实施检查，对工作质量达不到《田野考古工作规程》或者其他有关技术规范的要求的，责令暂停作业，限期改正。

Artikel 14: Die nationale Kulturgüteradministration kann Projekte auf ihre Qualität hin untersuchen, die Arbeiten stoppen und Änderungen verlangen.

第十五条: 违反本办法第六条、第七条、第八条、第十条、第十一条的规定，根据情节轻重，由国家文物局给予警告、暂停作业、撤销项目、罚款一千元至一万元、没收其非法所得文物或者责令赔偿损失。

Artikel 15: Bei Übertretung der Regeln der Artikel 6, 7, 8, 10 und 11 kann die nationale Kulturadministration je nach Schwere des Verstosses eine Warnung aussprechen, die Arbeiten stoppen, das Projekt annullieren, oder Strafen zwischen 1'000 und 10'000 RMB verhängen, sowie Gegenstände konfiszieren.

第十六条: 违反本办法第十二条的规定，擅自接收外国留学人员、研究学者参加考古调查、勘探、发掘活动或者延长其工作期限的，国家文物局可以给予警告或者暂停该接受单位的团体考古发掘资格。

Artikel 16: Wer Artikel 12 verletzt und ohne Genehmigung ausländische Studenten oder Forschende an archäologischen Forschungen teilnehmen lässt, gegen den kann die nationale Kulturgüteradministration eine Warnung aussprechen und im wiederholten Falle die Lizenz für die Untersuchungen entziehen.

第十七条: 外国公民、外国组织和国际组织违反本办法第十三条的规定，擅自参观文物点或者擅自收集文物、自然标本、进行考古记录的，文物行政管理部门可以停止其参观，没收其收集的文物、自然标本和考古记录。

Artikel 17: Wenn jemand ohne entsprechende Autorisierung Fundplätze besucht, Proben entnimmt oder Gegenstände oder archäologische Daten sammelt, können diese Aktivitäten durch die nationale Kulturgüteradministration gestoppt und sämtliche Materialien konfisziert werden.

第十八条: 违反本办法的规定，构成违反治安管理的，依照《中华人民共和国治安管理处罚条例》的规定处罚；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

Artikel 18: Bei Übertretungen der Regeln folgt Strafe.

第十九条: 台湾、香港、澳门地区的考古团体与大陆合作进行考古调查、勘探、发掘，可以参照本办法执行。

Artikel 19: Taiwan, Hongkong und Macau können das hier aufgeführte Prozedere befolgen.

第二十条: 文物研究、科技保护涉外工作的管理办法，由国家文物局根据本办法的原则制定。

Artikel 20: Archäologische Forschungen und Kulturgüterschutzmassnahmen werden aufgrund dieser Regeln von der nationalen Kulturgüterschutzadministration gehandhabt.

第二十一条: 本办法由国家文物局负责解释

Artikel 21: Die nationale Kulturgüteradministration hat die Interpretationshoheit der Regeln.

第二十二条: 本办法自发布之日起施行。

Artikel 22: Die Regeln sind gültig ab dem Tag ihrer Veröffentlichung.

Anhang B

Auflistung aller Strukturen

Die Publikation der Koordinaten von Fundplätzen und Erhaltungszuständen antiker Strukturen ist aus Gründen des Kulturgüterschutzes problematisch. Zudem würde nicht nur die Veröffentlichung sondern bereits der Transfer der während des Surveys generierten GPS-Daten ins Ausland einen Verstoss gegen das Gesetz zur "Teilnahme ausländischer Organisationen und Individuen an Kartierungsaktivitäten auf chinesischem Territorium"(外国的组织或者个人来华测绘管理暂行办法)bedeuten. Deshalb führt die folgende Tabelle nur einen rudimentären Datensatz auf, welcher die eindeutige Strukturbezeichnung, die morphologische Bestimmung, den nord-südlichen sowie den ost-westlichen Durchmesser in m und schliesslich, sofern gemessen, die Höhe in m wiedergibt. Die Photonummer dient der Verlinkung mit der erstellten Bilddatenbank. Die untenstehende Tabelle listet mit insgesamt 974 Strukturen eine Struktur mehr als während des Surveys aufgezeichnet. Die Struktur HT005004 wurde während der Feldarbeiten vergessen und im Nachhinein annäherungsweise über die Fernerkundungsdaten vermessen.

structure	morphology	N-Sø	E-Wø	h	photo_no.
HT001001	scythian kurgan	9.4	9.5		DSC6002
HT001002	scythian kurgan	9.6	9.6		DSC6003
HT001003	scythian kurgan	8.2	8		DSC6004
HT001004	scythian kurgan	11.4	11.5		DSC6005
HT001005	stone circle	1.6	1.8		DSC6008
HT001006	mound	6.7	6.7		DSC6008
HT001007	scythian kurgan	9.9	9.6		DSC6007
HT001008	mound	5.8	5		DSC6009

HT001009	mound	3.7	3.9		DSC6010
HT001010	mound	4.7	5		DSC6011
HT001011	scythian kurgan	7.2	7.2		DSC6012
HT001012	scythian kurgan	5	4.5		DSC6013
HT001013	stone concentration	6.5	6.3		DSC6014
HT001015	scythian kurgan	6.3	6		DSC6015
HT001016	scythian kurgan	4.5	6		DSC6016
HT001017	ogradka	2.2	2		DSC6017
HT001018	standing stone	0	0	0.4	
HT001019	mound	4.9	4.9		DSC6018
HT001020	scythian kurgan	28	29.5		DSC6019-DSC6021
HT001021	standing stone	0	0	0.8	DSC6022
HT001022	stone circle	3.3	3.1		DSC6023
HT001023	stone concentration	2.5	2.5		DSC6024
HT001024	stone circle	2	1.8		DSC6025
HT001025	stone circle	2.9	2.5		DSC6026
HT001026	stone concentration	3	4.8		DSC6027
HT001027	scythian kurgan	10	10		DSC6028
HT001028	scythian kurgan	13	11.4		DSC6029
HT001029	scythian kurgan	9.1	9.1		DSC6030
HT001030	mound	8.8	8		DSC6031
HT001031	scythian kurgan	3.4	3.4		DSC6032
HT001032	scythian kurgan	5	5		DSC6033
HT001033	scythian kurgan	9	9.5		DSC6034
HT001034	scythian kurgan	6	6		DSC6035
HT001035	scythian kurgan	5	5		DSC6036
HT001036	scythian kurgan	9	8.5		DSC6037
HT001037	scythian kurgan	7.8	7.5		DSC6038
HT001038	scythian kurgan	7.6	7		DSC6039
HT001039	scythian kurgan	4.2	4.2		DSC6040
HT001040	ogradka	3.4	3.8		DSC6041
HT001041	standing stone	0	0	1.8	DSC6042
HT001042	standing stone	0	0	1.5	DSC6043
HT001043	standing stone	0	0	2.2	DSC6044

HT001044	keregsur round	14.6	15	0.4	DSC6045-DSC6047
HT001045	keregsur round	17	17	0.35	DSC6048-DSC6050
HT001046	box	1	0.4		DSC6051
HT001047	standing stone	0	0	2.9	DSC6052
HT001048	platform	1.9	2.1		DSC6053
HT001049	platform	2.6	2.7		DSC6054
HT001050	platform	1.8	2		DSC6055
HT001051	platform	2.8	3		DSC6056
HT001052	platform	2.5	3.4		DSC6057
HT001053	standing stone	0	0	0.45	
HT001054	ogradka	3	4.5		DSC6064
HT001055	mound	10	9.5		DSC6065
HT001056	mound	8.3	9		DSC6066
HT001057	stone circle	1	1		DSC6067
HT001058	stone circle	4.2	3.7		DSC6068
HT001059	stone circle	4	2		DSC6069
HT001060	ogradka	5.4	5.1		DSC6070
HT001061	standing stone	0	0	0.3	
HT001062	standing stone	0	0	0.4	
HT001063	standing stone	0	0	0.25	
HT001064	standing stone	0	0	0.3	
HT001065	ogradka	4	4		DSC6071
HT001066	ogradka	4	4		DSC6072
HT001067	zone	6	6		DSC6073
HT001068	zone	3.8	3.8		DSC6074
HT001069	zone	5.5	5		DSC6075
HT001070	scythian kurgan	4.7	4.5		DSC6076
HT001071	scythian kurgan	9	9		DSC6077
HT001072	scythian kurgan	7.8	8.7		DSC6078
HT001073	scythian kurgan	9	8		DSC6079
HT001074	ogradka	3.8	3.3		DSC6080
HT001075	standing stone	0	0	0.5	DSC6082
HT001076	standing stone	0	0	0.55	DSC6082
HT001077	standing stone	0	0	0.6	DSC6082

HT001078	dwelling	9.8	15.7		DSC6083-DSC6085
HT001079	keregsur round	25	25	0.45	DSC6086-DSC6088
HT001080	mound	8.6	9		DSC6089
HT001081	mound	8	8.5		DSC6090
HT001082	mound	10	11.5		DSC6092
HT001083	ogradka	5	4.1		DSC6093
HT001084	standing stone	0	0	0.4	
HT001085	standing stone	0	0	0.3	
HT001086	standing stone	0	0	0.25	
HT001087	standing stone	0	0	0.4	
HT001088	standing stone	0	0	0.45	
HT001089	keregsur round	23	22	0.25	DSC6094
HT001090	scythian kurgan	5.6	5.7		DSC6095
HT001091	ogradka	3.5	5		DSC6096
HT001092	zone	4	5		DSC6097
HT001093	scythian kurgan	8	7.6		DSC6098
HT001094	scythian kurgan	10.6	11		DSC6099
HT001095	scythian kurgan	11.5	11.2		DSC6100
HT001096	standing stone	0	0	0.7	
HT001097	standing stone	0	0	0.65	
HT001098	standing stone	0	0	0.5	
HT001099	scythian kurgan	6.7	6.7		DSC6101
HT001100	standing stone	0	0	0.8	
HT001101	standing stone	0	0	0.5	
HT001102	stone circle	4	3.4		DSC6102
HT001103	mound	8.5	8		DSC6104
HT001104	mound	4.6	4.9		DSC6105
HT001105	keregsur round	13.6	15.3	0.3	DSC6106-DSC6107
HT001106	standing stone	0	0	0.7	DSC6108
HT001107	mound	7.7	7.7		DSC6109
HT001108	mound	11	10.5		DSC6110
HT001109	mound	9	9		DSC6111
HT001110	scythian kurgan	28.6	26.1		DSC6114
HT001111	keregsur round	9.7	9.7	0.4	DSC6115

HT001112	stone circle	1.8	1.8		DSC6116
HT001113	stone circle	1.8	2		DSC6117
HT001114	stone circle	1.2	1.8		DSC6118
HT001115	stone circle	2.4	2		DSC6119
HT001116	stone circle	2.2	2.2		DSC6120
HT001117	standing stone	0	0	1	DSC6121
HT001118	stone concentration	1.2	0.8		DSC6122
HT001119	standing stone	0	0	1	DSC6123
HT001120	mound	10.5	10.6		DSC6124
HT001121	keregsur round	25.5	24.3	0.5	DSC6125-DSC6127
HT001122	standing stone	0	0	0.4	
HT001123	standing stone	0	0	0.5	
HT001124	standing stone	0	0	0.3	
HT001125	standing stone	0	0	0.55	
HT001126	stone circle	4	4.5		DSC6129
HT001127	mound	7.7	8.3		DSC6129
HT001128	mound	10.5	11		DSC6130-DSC6131
HT001129	mound	9	8.6		DSC6132
HT001130	stone circle	1.8	1		DSC6133
HT001131	stone circle	1.4	0.8		DSC6134
HT001132	stone circle	0.9	1.5		DSC6135
HT001133	mound	5.4	5		DSC6136
HT001134	mound	9.4	10		DSC6137
HT001135	standing stone	0	0	0.7	
HT001136	mound	8	8		DSC6138
HT001137	scythian kurgan	14.6	11		DSC6139
HT001138	mound	9	9		DSC6140
HT001139	stone concentration	7	7.1		DSC6144
HT001140	saka kurgan ditch	21.5	21.3	1.4	DSC6145-DSC6146
HT001141	mound	4.7	4.1		DSC6258
HT001142	dwelling	5.8	5.6		DSC6259
HT001143	stone circle	1.5	1.2		DSC6260
HT001144	stone circle	1.2	1.6		DSC6261
HT001145	stone circle	1.2	1.2		DSC6262

HT001146	stone circle	1	1.2		DSC6263
HT001147	stone circle	3	3.5		DSC6264
HT001148	stone circle	1	1.5		DSC6265
HT001149	stone circle	0.6	0.7		DSC6266
HT001150	stone circle	1	1.3		DSC6267
HT001151	stone circle	1.4	1.7		DSC6268
HT001152	stone circle	1.5	1.8		DSC6269
HT001153	stone circle	1.2	1.3		DSC6270
HT001154	stone circle	1.5	1.5		DSC6271
HT001155	stone circle	1.2	1.5		DSC6272
HT001156	stone circle	1.6	1.9		DSC6273
HT001157	stone circle	2.2	2.2		DSC6274
HT001158	stone circle	1.7	1.7		DSC6275
HT001159	stone circle	1.5	1.6		DSC6276
HT001160	stone circle	0.9	1		DSC6277
HT001161	stone circle	3	3		DSC6278
HT001162	stone circle	1.5	1.6		DSC6279
HT001163	stone circle	1.7	1.5		DSC6280
HT001164	stone circle	1.8	1.8		DSC6281
HT001165	stone circle	1.9	1.5		DSC6282
HT001166	stone circle	1.9	1.8		DSC6283
HT001167	stone circle	2.2	1.3		DSC6284
HT001168	stone circle	2	1.7		DSC6285
HT001169	stone circle	1.6	1.9		DSC6286
HT001170	stone circle	3.1	3.1		DSC6287
HT001171	stone circle	2.6	3		DSC6288
HT001172	stone circle	2	2.1		DSC6289
HT001173	stone circle	2.9	2.4		DSC6290
HT001174	stone circle	1.8	2.4		DSC6291
HT001175	stone circle	2.8	2.9		DSC6292
HT001176	stone circle	1.2	1.5		DSC6293
HT001177	stone circle	2.2	2		DSC6294
HT001178	stone circle	1.9	1.2		DSC6295
HT001179	stone circle	2.6	2.3		DSC6296

HT001180	stone circle	2.8	3.1		DSC6297
HT001181	stone circle	3.2	2.7		DSC6298
HT001182	stone circle	1.2	0.9		DSC6299
HT001183	stone circle	2.2	1.9		DSC6300
HT001184	stone circle	1.1	1.5		DSC6301
HT001185	stone circle	1.1	0.9		DSC6302
HT001186	stone circle	1.9	1.9		DSC6303
HT001187	stone circle	1.6	1.9		DSC6304
HT001188	stone circle	1.8	2		DSC6305
HT001189	stone circle	1.8	2		DSC6306
HT001190	stone circle	2.7	2.5		DSC6307
HT001191	stone circle	1.9	1.9		DSC6308
HT001192	stone circle	2.7	2.9		DSC6309
HT001193	stone circle	3.8	3		DSC6310
HT001194	stone circle	2.8	3		DSC6311
HT001195	stone circle	2.3	2.6		DSC6312
HT001196	stone circle	2.2	2.1		DSC6313
HT001197	stone circle	1.9	2.2		DSC6314
HT001198	stone circle	3.1	3.2		DSC6315
HT001199	stone circle	2	2		DSC6316
HT001200	stone circle	2.6	2.7		DSC6317
HT001201	stone circle	2.6	2.8		DSC6318
HT001202	stone circle	2.2	2.5		DSC6319
HT001203	stone circle	2.3	2.6		DSC6320
HT001204	stone circle	2.5	2.4		DSC6321
HT001205	stone circle	2.4	2.1		DSC6322
HT001206	stone circle	2.3	2.6		DSC6323
HT001207	stone circle	3.1	2.2		DSC6324
HT001208	stone circle	2	2.1		DSC6325
HT001209	stone circle	2	2.4		DSC6326
HT001210	stone circle	1.9	2.2		DSC6327
HT001211	stone circle	2.8	2.8		DSC6328
HT002001	scythian kurgan	22.6	23.1		DSC6147
HT002002	standing stone	0	0	0.3	

HT002003	standing stone	0	0	0.2	
HT002004	standing stone	0	0	0.35	
HT002005	scythian kurgan	10	11.4		DSC6148
HT002006	stone concentration	1.2	1.4		DSC6149
HT002007	mound	7	7		DSC6150
HT002008	mound	5.8	6.2		DSC6151
HT002009	ogradka	2.9	2.7		DSC6152
HT002010	standing stone	0	0	0.5	
HT002011	standing stone	0	0	0.65	
HT002012	standing stone	0	0	1.4	
HT002013	mound	7	7.2		DSC6153
HT002014	mound	6.3	6		DSC6154
HT002015	mound	5.4	5.1		DSC6155
HT002016	stone concentration	3.5	3		DSC6156
HT002017	mound	4.5	4.3		DSC6157
HT002018	scythian kurgan	16.9	17.5		DSC6236
HT002019	scythian kurgan	6.4	6.6		DSC6237
HT002020	mound	7.4	8.3		DSC6238
HT003001	mound	6.8	7		DSC6158
HT003002	mound	8.7	8.9		DSC6159
HT004001	mound	7.2	7.4		DSC6160
HT004002	mound	6.8	6.5		DSC6161
HT005001	saka kurgan ditch	25.4	25.4	1.1	DSC6162
HT005002	saka kurgan ditch	48	48.2	3.5	DSC6163-DSC6166
HT005003	saka kurgan ditch	49.2	49.2	3.1	DSC6167
HT005004	saka kurgan ditch	27.9	28.3	0.9	
HT006001	scythian kurgan	10.2	9.5		DSC6168
HT006002	scythian kurgan	8.2	7.7		DSC6169
HT006003	stone concentration	2.4	2		DSC6170
HT007001	saka kurgan circle	17.1	16.5	1.5	DSC6176-DSC6177
HT007002	stone concentration	2.7	2.7		DSC6178
HT007003	stone concentration	4.3	4.8		DSC6179
HT007004	stone concentration	2.2	2.9		DSC6180
HT007005	saka kurgan ditch	20.6	21	1.2	DSC6181

HT007006	stone concentration	2.1	2.2		DSC6183
HT007007	saka kurgan ditch	22.9	20.6	1.5	DSC6182
HT007008	saka kurgan ditch	17.1	17.3	1.5	DSC6184
HT008001	dwelling	5.3	4.9		DSC6190
HT008002	oval mound	4.5	4.6		DSC6191-DSC6192
HT008003	oval mound	2.5	1.2		DSC6193
HT008004	oval mound	2.7	3.3		DSC6194
HT008005	oval mound	1.5	2.9		DSC6195
HT008006	oval mound	0.9	2		DSC6196
HT008007	oval mound	2.4	3.5		DSC6197
HT008008	oval mound	2.3	3.4		DSC6198
HT008009	oval mound	5.9	6.7		DSC6199-DSC6200
HT008010	oval mound	2.5	3.1		DSC6201
HT008011	stone concentration	2.3	3.3		DSC6202
HT008012	oval mound	1.6	2.3		DSC6203
HT008013	oval mound	2	3.5		DSC6204
HT008014	oval mound	0.8	2		DSC6205
HT008015	box	1.1	1.7		DSC6208
HT008016	box	1	1.6		DSC6209
HT008017	oval mound	4.7	4.5		DSC6210-DSC6211
HT008018	oval mound	2.4	2.9		DSC6012
HT008019	oval mound	1.4	2.5		DSC6013
HT008020	oval mound	0.8	0.8		DSC6014
HT008021	oval mound	4.8	4.7		DSC6015
HT008022	oval mound	1.8	2.8		DSC6016
HT008023	oval mound	2.8	3.9		DSC6017
HT008024	mound	8.6	7		DSC6018
HT008025	oval mound	7.3	5.9		DSC6219-DSC6220
HT008026	oval mound	2	2.7		DSC6221
HT008027	oval mound	1.6	2.3		DSC6222
HT008028	oval mound	1.7	2.5		DSC6223
HT008029	mound	12.8	12.1		DSC6224
HT008030	dwelling	7.7	7		DSC6225-DSC6226
HT010001	mound	6.4	7		DSC6330

HT010002	stone concentration	3.5	4.5		DSC6331
HT010003	scythian kurgan	7.2	7.2		DSC6332
HT010004	scythian kurgan	4.2	4		DSC6333
HT010005	mound	5.4	5		DSC6334
HT010006	scythian kurgan	8.8	8.5		DSC6335
HT010007	scythian kurgan	6.9	7		DSC6336
HT010008	scythian kurgan	8	8		DSC6337
HT010009	scythian kurgan	6.5	6.8		DSC6338
HT010010	scythian kurgan	8.6	8.7		DSC6339
HT010011	scythian kurgan	9.3	9.4		DSC6340
HT010012	mound	2.3	3.5		DSC6341
HT010013	scythian kurgan	26.4	23		DSC6342
HT010014	stone concentration	3.4	4.5		DSC6344
HT010015	mound	6.6	6.8		DSC6343
HT010016	stone concentration	3.4	2.1		DSC6345
HT010017	mound	9.1	9.4		DSC6346
HT010018	oval mound	3.1	2.1		DSC6347
HT010019	mound	2.2	2.4		DSC6348
HT010020	mound	2.3	2.1		DSC6349
HT010021	mound	9	10.7		DSC6350
HT010022	mound	8.7	10.2		DSC6351
HT010023	mound	4	4		DSC6352
HT010024	mound	7.8	7		DSC6353
HT010025	scythian kurgan	3.3	3.5		DSC6354
HT010026	scythian kurgan	5.6	5.7		DSC6355
HT010027	scythian kurgan	13.2	13.7		DSC6357
HT010028	mound	6.5	5.6		DSC6356
HT010029	ogradka	2.4	2.4		DSC6358
HT010030	ogradka	3.3	3.2		DSC6359
HT010031	standing stone	0	0	0.3	
HT010032	standing stone	0	0	0.4	
HT010033	ogradka	3.6	3.4		DSC6360
HT010034	ogradka	3.5	3.2		DSC6361
HT010035	standing stone	0	0	0.2	

HT010036	ogradka	3.3	3.4		DSC6362
HT010037	standing stone	0	0	0.4	
HT010038	ogradka	2.2	2.2		DSC6363
HT010039	mound	11	10		DSC6364
HT010040	mound	6.8	6.8		DSC6365
HT010041	standing stone	0	0	0.5	DSC6366
HT010042	mound	3.8	3.7		DSC6367
HT011001	mound	8.4	8.7		DSC6369
HT011002	stone concentration	2.7	2.2		DSC6370
HT011003	depression	3.2	3.5		DSC6371
HT011004	zone	6.1	7.6		DSC6372
HT011005	mound	6.1	7.6		DSC6373
HT011006	mound	16	17.5		DSC6374
HT011007	mound	6.1	5.9		DSC6375
HT011008	stone concentration	4.2	3.8		DSC6376
HT011009	mound	3.6	3.7		DSC6377
HT012001	mound	9.3	9.4		DSC6378
HT012002	mound	6.2	6		DSC6379
HT012003	mound	3.5	2.5		DSC6380
HT012004	mound	7.8	8.4		DSC6381
HT012005	mound	5.3	4.9		DSC6382
HT012006	mound	7.1	6.9		DSC6383
HT012007	mound	4.2	4.8		DSC6384
HT012008	mound	4	5.8		DSC6385
HT013001	saka kurgan ditch	15.7	17.5	0.4	DSC6386
HT013002	saka kurgan ditch	14.3	18.6	0.8	DSC6387
HT013003	saka kurgan ditch	25.2	24.8	1.8	DSC6388-DSC6389
HT013004	saka kurgan ditch	22.9	22.6	1.2	DSC6390
HT013005	saka kurgan ditch	27.2	28.7	2.3	DSC6391-DSC6392
HT013006	mound	12.5	14.3	0.3	DSC6393
HT013007	saka kurgan ditch	29.3	30.5	1.1	DSC6394
HT013008	saka kurgan ditch	12.6	15.7	0.8	DSC6395
HT013009	saka kurgan ditch	34.1	29.3	1.9	DSC6396-DSC6398
HT013010	saka kurgan ditch	22.3	26	1.5	DSC6399

HT013011	saka kurgan ditch	51.5	53.5	6	DSC6400-DSC6404
HT013016	zone	19	16		DSC6405
HT013017	zone	16.5	17.3		DSC6406
HT013018	saka kurgan ditch	22.3	22.6	0.9	DSC6407
HT013019	saka kurgan ditch	18.8	19.2	1	DSC6408
HT013020	saka kurgan ditch	19.8	28.6	1.2	DSC6409
HT013021	saka kurgan ditch	18.9	19.6	0.8	DSC6411-DSC6412
HT013022	saka kurgan ditch	28.4	27	2.5	DSC6413
HT013023	saka kurgan ditch	46.9	44.7	6	DSC6414, DSC6417
HT013024	mound	4	4		DSC6418
HT013025	mound	2.9	2.6		DSC6419
HT013026	saka kurgan ditch	30.5	32.5	5.5	DSC6420-DSC6421
HT013027	zone	3.5	3.6		DSC6422
HT013028	saka kurgan ditch	20.1	24.5	1.1	DSC6426
HT013029	saka kurgan ditch	18.2	24.6	1.4	DSC6427
HT013030	saka kurgan ditch	29.3	31.8	2	DSC6428
HT013031	saka kurgan ditch	33	32.9	3.2	DSC6429-DSC6430
HT013032	saka kurgan ditch	18.5	23.9	1.2	DSC6431
HT013033	saka kurgan ditch	31.3	30.8	2.3	DSC6432
HT013034	standing stone	0	0	0.25	
HT013035	saka kurgan ditch	24.6	22.2	1.1	DSC6433
HT013036	saka kurgan ditch	27.2	27.5	1.6	DSC6438
HT013037	platform	1.7	1.9		DSC6434
HT013038	platform	1.7	2		DSC6435
HT013039	platform	1.3	1.3		DSC6436
HT013040	platform	1.5	1.5		DSC6437
HT013041	saka kurgan ditch	30.4	30.7	2.1	DSC6439
HT013042	saka kurgan ditch	49.8	49.8	6.5	DSC6443-DSC6444
HT013043	standing stone	0	0	1.4	DSC6445
HT013044	saka kurgan ditch	26.4	26	1.7	DSC6460
HT013045	saka kurgan ditch	27	26.5	1.1	DSC6459
HT013046	oval mound	2.6	3.5		DSC6442
HT013047	oval mound	1.7	2.2		DSC6447
HT013048	oval mound	1.6	2		DSC6448

HT013049	oval mound	1.3	2		DSC6449
HT013050	oval mound	1	1.4		DSC6450
HT013051	mound	1.8	1.8		DSC6451
HT013052	oval mound	1.6	2.3		DSC6452
HT013053	depression	1.1	2.5		DSC6453
HT013054	oval mound	1.2	2.5		DSC6454
HT013055	oval mound	3	2.8		DSC6455
HT013056	stone circle	1.7	1.7		DSC6456
HT013057	oval mound	2.1	2.3		DSC6457
HT013058	oval mound	1.2	1.7		DSC6458
HT014001	mound	13	12.5		DSC6461
HT014002	saka kurgan ditch	31.9	32.4	1.8	DSC6462
HT014003	saka kurgan ditch	23.7	21.4	1.2	DSC6463
HT015001	saka kurgan ditch	22.9	19.4	1.1	DSC6464
HT015002	saka kurgan ditch	28.2	28.9	1.5	DSC6465
HT015003	standing stone	0	0	0.9	DSC6466
HT015004	saka kurgan ditch	31.7	30.4	1.7	DSC6467-DSC6468
HT016001	mound	100	75	10	DSC6469-DSC6471
HT016002	oval mound	2.1	2.7		DSC6472
HT016003	oval mound	3.2	4.8		DSC6473
HT016004	oval mound	1.7	2		DSC6474
HT016005	oval mound	0.9	1.6		DSC6475
HT016006	oval mound	2	3		DSC6476
HT016007	oval mound	1.9	2		DSC6477
HT016008	oval mound	1.7	2.4		DSC6478
HT016009	oval mound	1.5	2.8		DSC6479
HT016010	oval mound	2	2.7		DSC6480
HT016011	oval mound	2	3.6		DSC6481
HT016012	oval mound	2	3.8		DSC6482
HT016013	oval mound	1.9	2.5		DSC6483
HT016014	oval mound	2.7	4.1		DSC6484
HT016015	box	1.1	1.1		DSC6485
HT016016	box	0.6	0.9		DSC6486
HT016017	box	0.7	1		DSC6487

HT016018	oval mound	1.3	1.5		DSC6488
HT016019	oval mound	1.2	1.5		DSC6489
HT016020	oval mound	1.1	2		DSC6490
HT016021	box	1.3	2.1		DSC6491
HT016022	oval mound	1.3	2.4		DSC6492
HT016023	oval mound	1.2	2		DSC6493
HT016024	box	1.8	1.9		DSC6494
HT016025	mound	1.3	1.2		DSC6495
HT016026	box	1.6	2.7		DSC6496
HT016027	oval mound	1.7	3.2		DSC6497
HT016028	oval mound	1.4	1.8		DSC6498
HT016029	box	2.2	3.8		DSC6499
HT016030	oval mound	2	3.2		DSC6500
HT016031	stone concentration	1.3	1.1		DSC6501
HT016032	oval mound	1.5	1		DSC6502
HT016033	oval mound	2.2	1.1		DSC6503
HT016034	stone circle	1.6	2.1		DSC6504
HT016035	oval mound	2	2.5		DSC6505
HT016036	oval mound	1.1	2.1		DSC6506
HT016037	oval mound	1.6	1.4		DSC6507
HT017001	oval mound	5.5	5.6		DSC6508
HT017002	oval mound	4	4.8		DSC6509
HT017003	oval mound	3.6	3.9		DSC6510
HT017004	depression	1.5	2.4		DSC6511
HT017005	stone concentration	1.4	2.2		DSC6512
HT017006	stone concentration	1.6	2.6		DSC6513
HT017007	depression	2.8	3.9		DSC6514
HT017008	stone concentration	1.5	2.1		DSC6515
HT017009	oval mound	3.1	4		DSC6516
HT017010	oval mound	1.4	2.6		DSC6517
HT017011	oval mound	1.3	2.5		DSC6518
HT017012	oval mound	3.5	4.4		DSC6519
HT017013	oval mound	2.6	3		DSC6520
HT017014	oval mound	2.1	3.4		DSC6521

HT017015	oval mound	2.2	1.3		DSC6522
HT017016	oval mound	2.7	3.5		DSC6523
HT017017	oval mound	3.5	3.2		DSC6524
HT017018	oval mound	2	3		DSC6525
HT017019	oval mound	4.7	5.8		DSC6526
HT017020	oval mound	3.5	3.4		DSC6527
HT017021	oval mound	2.7	2		DSC6528
HT017022	oval mound	1.5	2.6		DSC6529
HT017023	oval mound	2.6	4		DSC6530
HT017024	oval mound	1	1.3		DSC6531
HT017025	stone concentration	1	1.4		DSC6532
HT017026	stone circle	2.2	2.3		DSC6533
HT017027	stone concentration	1.8	1.1		DSC6534
HT017028	stone concentration	1.7	2.1		DSC6535
HT017029	stone concentration	2	1.8		DSC6536
HT017030	stone concentration	2.2	3.1		DSC6537
HT017031	mound	3.3	3.1		DSC6538
HT017032	mound	6	7.6		DSC6539
HT017033	oval mound	1.5	2.2		DSC6540
HT017034	oval mound	1.2	1.4		DSC6541
HT017035	stone concentration	1.4	2.2		DSC6542
HT017036	stone concentration	1.7	1		DSC6543
HT017037	oval mound	3.1	2.2		DSC6544
HT017038	oval mound	1.8	2		DSC6545
HT017039	oval mound	2	2.5		DSC6546
HT017040	oval mound	1.4	2.3		DSC6547
HT017041	oval mound	1.4	2.3		DSC6548
HT017042	oval mound	1.7	2.6		DSC6549
HT017043	oval mound	2	4		DSC6550
HT017044	oval mound	1.4	3.4		DSC6551
HT017045	oval mound	2.3	3.1		DSC6552
HT017046	stone concentration	3	3		DSC6553
HT017047	stone concentration	1.7	2.6		DSC6554
HT017048	stone concentration	1.4	1.4		DSC6555

HT017049	stone concentration	1.3	2		DSC6556
HT017050	stone concentration	2.2	2.6		DSC6557
HT017051	stone concentration	2.5	2.3		DSC6559
HT017052	depression	4.1	5.1		DSC6560
HT017053	stone concentration	5.6	5.8		DSC6561
HT017054	stone concentration	4.1	7		DSC6562
HT017055	zone	4	4.3		DSC6563
HT017056	stone concentration	6.5	7		DSC6564
HT017057	stone circle	1.8	1.1		DSC6565
HT017058	oval mound	0.9	2		DSC6566
HT017059	oval mound	2.5	3.5		DSC6567
HT017060	oval mound	1.9	3		DSC6568
HT017061	oval mound	2.7	1.2		DSC6569
HT017062	oval mound	2.3	1.5		DSC6570
HT017063	oval mound	3.6	5.4		DSC6571
HT017064	oval mound	1.5	3		DSC6572
HT017065	oval mound	1.3	2.2		DSC6573
HT017066	oval mound	2.4	3.5		DSC6574
HT017067	oval mound	1.8	2.9		DSC6575
HT017068	oval mound	3	4.7		DSC6576
HT017069	stone concentration	1.5	2.1		DSC6577
HT017070	oval mound	2	3.4		DSC6578
HT017071	oval mound	4.7	4.3		DSC6579
HT017072	oval mound	4.9	5.5		DSC6580
HT017073	oval mound	2.2	3.5		DSC6581
HT017074	stone concentration	1.9	3		DSC6582
HT017075	stone concentration	2.3	2.3		DSC6583
HT017076	stone concentration	1.5	2.5		DSC6584
HT017077	oval mound	2.7	4.5		DSC6585
HT017078	oval mound	2.1	2.4		DSC6586
HT017079	stone concentration	1	1.7		DSC6587
HT018001	mound	10	10.2		DSC6590
HT018002	ogradka	3.6	3.3		DSC6591
HT018003	mound	5.7	5.7		DSC6592

HT018004	mound	11.3	11.4		DSC6594
HT018005	mound	3.7	3		DSC6595
HT018006	scythian kurgan	17.4	16.5		DSC6596
HT018007	scythian kurgan	8.8	8		DSC6597
HT018008	scythian kurgan	4.2	4.4		DSC6598
HT018009	standing stone	0	0	0.85	DSC6599
HT018010	ogradka	2.3	3.5		DSC6600
HT018011	ogradka	3.5	3.1		DSC6602
HT018012	ogradka	3.5	3.4		DSC6603
HT018013	mound	7	5.3		DSC6605
HT018014	mound	4.3	5.4		DSC6606
HT018015	zone	3.5	4.3		DSC6607
HT018016	mound	4.8	4.1		DSC6608
HT018017	mound	1.6	1.7		DSC6609
HT018018	stone concentration	8.1	10.3		DSC6610
HT018019	stone concentration	4	3.9		DSC6611
HT018020	stone concentration	3.6	5.3		DSC6612
HT018021	stone concentration	2.5	2.9		DSC6613
HT018022	ogradka	3.8	4.1		DSC6614
HT018023	ogradka	4.1	4.2		DSC6615
HT018024	ogradka	4.5	4.6		DSC6616-DSC6617
HT018025	standing stone	0	0	0.7	
HT018026	standing stone	0	0	0.35	DSC6618
HT018027	stone concentration	5	4.8		DSC6619
HT018028	ogradka	2.7	2.4		DSC6620
HT018029	ogradka	3.8	4.3		DSC6621
HT018030	standing stone	0	0	0.3	
HT018031	standing stone	0	0	0.1	
HT018032	standing stone	0	0	0.4	
HT018033	ogradka	4	3.9		DSC6622
HT018034	scythian kurgan	13	12.2		DSC6623
HT018035	oval mound	1.9	3		DSC6624
HT018036	oval mound	1.1	2.5		DSC6625
HT018037	oval mound	1.8	2		DSC6626

HT018038	ogradka	3.1	3		DSC6627
HT018039	ogradka	3	3		DSC6628
HT018040	mound	8.5	7.9		DSC6629
HT018041	ogradka	3.8	4		DSC6630
HT018042	standing stone	0	0	0.6	DSC6630
HT019001	mound	6.4	7		DSC6631
HT020001	mound	8	7.2		DSC6632
HT021001	standing stone	0	0	0.95	DSC6633
HT022001	standing stone	0	0	2	DSC6634-DSC6635
HT022002	standing stone	0	0	1.9	DSC6636-DSC6639
HT022003	mound	6	6		DSC6640
HT022004	mound	4.5	4.3		DSC6641
HT022005	scythian kurgan	6.6	6.3		DSC6642
HT022006	scythian kurgan	9.6	9.9		DSC6643
HT022007	standing stone	0	0	0.2	
HT022008	standing stone	0	0	0.35	
HT022009	scythian kurgan	9	8		DSC6645
HT022010	stone concentration	3	3.8		DSC6646
HT022011	scythian kurgan	7	7.6		DSC6647
HT022012	mound	4.6	4.2		DSC6648
HT022013	platform	3.9	2.8		DSC6649
HT022014	scythian kurgan	5	6		DSC6650-DSC6651
HT022015	scythian kurgan	6	6.8		DSC6652
HT022016	scythian kurgan	5	6.3		DSC6653
HT022017	scythian kurgan	6.3	7		DSC6654
HT022018	stone concentration	3.2	3.2		DSC6670
HT022019	stone concentration	3.5	3.2		DSC6671
HT022020	mound	5.2	4		DSC6669
HT023001	standing stone	0	0	1.2	DSC6655
HT023002	standing stone	0	0	0.7	DSC6656
HT024001	mound	3	3.4		DSC6657
HT024002	mound	2.4	3.6		DSC6658
HT024003	mound	1.3	1.5		DSC6659
HT024004	mound	1.3	1.8		DSC6660

HT024005	standing stone	0	0	1.05	DSC6661
HT025001	mound	5.3	5.5		DSC6662
HT025002	mound	6.7	6.7		DSC6663
HT025003	mound	5	4.7		DSC6664
HT025004	mound	4.5	3		DSC6665
HT026001	standing stone	0	0	1.1	DSC6667
HT027001	dwelling	6	6.3		DSC6668
HT028001	mound	4	3.7		DSC6687
HT028002	mound	2.5	3.6		DSC6688
HT028003	mound	7.3	5.7		DSC6689
HT028004	scythian kurgan	17.5	14.7		DSC6690
HT028005	standing stone	0	0	0.5	
HT028006	scythian kurgan	13	14.1		DSC6691
HT028007	scythian kurgan	13.1	14.3		DSC6692
HT028008	mound	1.6	1.7		DSC6693
HT028009	mound	1.3	2		DSC6694
HT028010	rectangular grave	1.7	1.3		DSC6695
HT028011	scythian kurgan	15.4	16		DSC6696
HT028012	scythian kurgan	11.2	11.1		DSC6697
HT028013	scythian kurgan	9.3	9.3		DSC6698
HT028014	scythian kurgan	11	10.5		DSC6699
HT028015	scythian kurgan	12.6	12.6		DSC6700
HT028016	scythian kurgan	7.1	5.9		DSC6701
HT028017	scythian kurgan	6.9	5.6		DSC6702
HT028018	saka kurgan ditch	21.3	19.4		DSC6703
HT028018	scythian kurgan	21.3	19.4		DSC6703
HT028019	stone circle	1.8	1.6		DSC6704
HT028020	stone circle	2.7	3.1		DSC6705
HT028021	stone concentration	3.3	3.4		DSC6706
HT028022	stone concentration	1.7	2.1		DSC6707
HT028023	ogradka	3.4	4		DSC6708
HT028024	standing stone	0	0	0.6	
HT028025	standing stone	0	0	0.25	
HT028026	scythian kurgan	6	5.6		DSC6709

HT028027	standing stone	0	0	0.2	
HT028028	standing stone	0	0	0.25	
HT028029	standing stone	0	0	0.3	
HT028030	stone circle	2	1.6		DSC6710
HT028031	scythian kurgan	4.6	5.1		DSC6711
HT028032	scythian kurgan	4.7	5.1		DSC6712
HT028033	mound	4.9	4.1		DSC6713
HT028034	scythian kurgan	8.8	8.1		DSC6714
HT028035	standing stone	0	0	0.8	DSC6715
HT029001	scythian kurgan	17	16.5		DSC6716
HT029002	scythian kurgan	8.1	8.2		DSC6717
HT029003	scythian kurgan	16.2	15.5		DSC6718
HT029004	scythian kurgan	18.3	17		DSC6719
HT029005	scythian kurgan	5.3	5.9		DSC6720
HT029006	scythian kurgan	5.8	6.4		DSC6721
HT029007	scythian kurgan	10.2	10.2		DSC6722
HT030001	keregsur square	23	24	0.45	DSC6723
HT030002	stone circle	4.4	4.4		DSC6724
HT030003	keregsur round	4.7	4.8	0.3	DSC6725
HT030004	keregsur round	1	1	0.25	DSC6726
HT031001	scythian kurgan	7.2	7.2		DSC6727
HT031002	scythian kurgan	3	3		DSC6728
HT031003	scythian kurgan	9.9	9.8		DSC6729
HT032001	scythian kurgan	5	4.8		DSC6730
HT032002	scythian kurgan	7	6.8		DSC6731
HT032003	scythian kurgan	5.3	5.9		DSC6732
HT032004	scythian kurgan	7.5	7		DSC6733
HT032005	standing stone	0	0	0.3	DSC6734
HT032006	mound	4	3.8		DSC6735
HT032007	scythian kurgan	5.3	5.8		DSC6736
HT033001	mound	9.4	9.2		DSC6737
HT034001	standing stone	0	0	0.9	DSC6738
HT034002	standing stone	0	0	1.1	DSC6739
HT035001	keregsur round	13.1	14	0.35	DSC6740

HT036001	mound	8	9		DSC6741
HT036002	saka kurgan circle	15.4	15.8	1	DSC6742-DSC6745
HT036003	saka kurgan circle	21.8	22.8	1.2	DSC6746-DSC6749
HT036004	platform	1.2	1.5		DSC6750
HT036005	stone circle	1.8	1.7		DSC6751
HT036006	platform	1.8	2		DSC6752
HT036007	platform	1.5	1.2		DSC6753
HT037001	scythian kurgan	10	10.6		DSC6754
HT037002	scythian kurgan	8	7.8		DSC6755
HT037003	scythian kurgan	10.5	10		DSC6756
HT037004	scythian kurgan	10.5	9.8		DSC6757
HT037005	standing stone	0	0	0.4	DSC6758
HT037006	standing stone	0	0	0.25	DSC6758
HT037007	standing stone	0	0	0.45	DSC6758
HT037008	standing stone	0	0	0.3	DSC6758
HT038001	mound	7.2	7.3		DSC6759
HT038002	mound	8.1	8		DSC6760
HT038003	box	0.9	1.7		DSC6761
HT038004	stone concentration	0.8	0.6		DSC6762
HT038005	mound	5.2	6.6		DSC6763
HT038006	mound	10.1	10.4		DSC6764
HT038007	stone circle	2.5	2.5		DSC6765
HT038008	mound	4.5	5		DSC6766
HT038009	mound	4.8	5.1		DSC6767
HT038010	mound	3.4	3.9		DSC6768
HT038011	zone	5.7	6.3		DSC6769
HT038012	zone	6.4	6.5		DSC6770
HT038013	mound	9.6	10.1		DSC6785
HT039001	stone circle	3.7	3.6		DSC6786
HT039002	scythian kurgan	8.8	9.2		DSC6787
HT039003	scythian kurgan	15	16.1		DSC6788
HT039004	standing stone	0	0	0.3	
HT039005	scythian kurgan	8.2	8.2		DSC6789
HT039006	scythian kurgan	6.5	5.9		DSC6790

HT039007	standing stone	0	0	0.25	
HT039008	scythian kurgan	9.1	8.7		DSC6791
HT039009	stone concentration	2.7	2.7		DSC6792
HT039010	stone concentration	1.9	1.7		DSC6793
HT039011	scythian kurgan	10.6	11.5		DSC6825
HT040001	dwelling	7.9	6.6		DSC6794-DSC6795
HT040002	stone circle	1	1.9		DSC6796
HT040003	stone concentration	3.7	4.5		DSC6797
HT041001	scythian kurgan	6.5	6.2		DSC6798
HT041002	scythian kurgan	9.4	9.2		DSC6799
HT041003	scythian kurgan	8.5	8.3		DSC6800
HT041004	standing stone	0	0	0.3	
HT041005	standing stone	0	0	0.25	
HT041006	scythian kurgan	10.1	10		DSC6801
HT041007	standing stone	0	0	1.3	DSC6802
HT042001	saka kurgan circle	24.5	24.5	1.75	DSC6803-DSC6805
HT042002	stone circle	1.1	1.2		DSC6806
HT042003	box	1.3	1.3		DSC6807
HT042004	standing stone	0	0	0.5	
HT042005	standing stone	0	0	0.8	
HT042006	standing stone	0	0	0.3	
HT042007	stone circle	2	2		DSC6808
HT042008	stone circle	1.2	1.1		DSC6809
HT043001	saka kurgan ditch	24.6	24.6	0.2	DSC6810
HT043002	saka kurgan ditch	31.4	33.2	2	DSC6811
HT043003	stone concentration	2.5	3.1		DSC6812
HT043004	saka kurgan ditch	31.9	31	1.5	DSC6813
HT043005	saka kurgan ditch	44.3	42.4	2.2	DSC6814
HT043006	stone circle	3.5	3.7		DSC6815
HT043007	stone circle	2.7	3.1		DSC6816
HT043008	saka kurgan ditch	26.7	26.8	1.3	DSC6817
HT043009	saka kurgan ditch	31.5	31.1	2.3	DSC6818
HT043010	saka kurgan ditch	30.4	31.2	1.3	DSC6820
HT044001	mound	4.1	4.1		DSC6821

HT044002	mound	14.6	14		DSC6822
HT044003	stone concentration	4	4		DSC6823
HT044004	scythian kurgan	11.3	12.1		DSC6824
HT045001	oval mound	6.5	6.5		DSC6826
HT045002	oval mound	3.5	4.7		DSC6827
HT045003	oval mound	1.3	1.9		DSC6828
HT045004	oval mound	1.5	2.1		DSC6829
HT045005	oval mound	1.7	2.3		DSC6830
HT045006	oval mound	1.6	2.1		DSC6831
HT045007	oval mound	1.7	2.3		DSC6832
HT045008	box	2.2	3.5		DSC6833
HT045009	oval mound	1.6	2.4		DSC6834
HT045010	oval mound	2	2.7		DSC6835
HT045011	mound	4.2	5		DSC6836
HT045012	stone concentration	3	2.8		DSC6837
HT045013	oval mound	2.8	3.7		DSC6838
HT045014	oval mound	2.2	3.1		DSC6839
HT045015	oval mound	1.6	3		DSC6840
HT045016	oval mound	1.7	2		DSC6841
HT045017	oval mound	2.2	3.6		DSC6842
HT045018	stone concentration	2	2.7		DSC6843
HT045019	mound	1.8	1.8		DSC6844
HT045020	platform	1.5	1.4		DSC6845
HT046001	mound	5.1	5.1		DSC6846
HT046002	mound	2.1	2.4		DSC6847
HT046003	mound	5.1	5.6		DSC6848
HT046004	scythian kurgan	4.4	5		DSC6849
HT046005	scythian kurgan	19.6	20.2		DSC6850
HT046006	mound	4.4	4.3		DSC6851
HT046007	scythian kurgan	13.3	11.8		DSC6852
HT046008	mound	3.6	3.2		DSC6853
HT046009	stone concentration	3.8	2.8		DSC6854
HT046010	scythian kurgan	10.1	9.5		DSC6855
HT046011	stone concentration	1	1		DSC6856

HT046012	mound	7.9	8		DSC6857
HT046013	mound	5.5	5.3		DSC6858
HT046014	scythian kurgan	15	16.2		DSC6859
HT046015	stone concentration	3.3	5		DSC6860
HT046016	mound	7	6.2		DSC6861
HT046017	stone concentration	4.2	3.9		DSC6862
HT046018	stone concentration	3.3	4		DSC6863
HT046019	mound	2.2	2.1		DSC6864
HT046020	mound	3.7	3.3		DSC6865
HT046021	mound	9.3	9.7		DSC6866
HT046022	mound	12	11.2		DSC6867
HT046023	stone concentration	2.5	4.2		DSC6868
HT046024	mound	6.7	6.4		DSC6869
HT047001	zone	10.6	10.6		DSC6875
HT047002	stone circle	4.9	4.9		DSC6876
HT047003	mound	6.5	6.9		DSC6877
HT047004	scythian kurgan	8.4	9		DSC6878
HT047005	mound	3.3	3.4		DSC6879
HT047006	stone concentration	3.4	3.9		DSC6880
HT047007	scythian kurgan	8.7	9		DSC6881
HT047008	mound	3	3.3		DSC6882
HT047009	mound	5.9	6.1		DSC6883
HT048001	mound	5.8	6.1		DSC6884
HT048002	mound	4.5	4.3		DSC6885
HT048003	oval mound	1.9	2.6		DSC6886
HT048004	oval mound	2	3.4		DSC6887
HT048005	oval mound	2.8	3.4		DSC6888
HT048006	rectangular grave	2	2.4		DSC6889
HT048007	oval mound	1.3	2.1		DSC6890
HT048008	oval mound	1.5	2.3		DSC6891
HT048009	rectangular grave	1.9	3.1		DSC6892
HT048010	oval mound	2.7	3.4		DSC6893
HT048011	oval mound	3.8	5.1		DSC6894
HT048012	oval mound	4.2	5		DSC6895

HT048013	oval mound	1.5	2.2		DSC6896
HT048014	oval mound	2.2	4.2		DSC6897
HT048015	oval mound	1.9	2.6		DSC6898
HT048016	oval mound	1.9	2.5		DSC6899
HT048017	stone concentration	1.1	2		DSC6900
HT049001	mound	7.5	7.2		DSC6903
HT050001	scythian kurgan	3.2	3.2		DSC6904
HT050002	scythian kurgan	10	11.1		DSC6905
HT050003	scythian kurgan	5.9	5.4		DSC6906
HT050004	scythian kurgan	10.5	10		DSC6907
HT050005	scythian kurgan	15.6	16.5		DSC6908
HT050006	scythian kurgan	9.1	9.4		DSC6909
HT050007	stone circle	6.2	4.7		DSC6910
HT050008	stone circle	6.1	5		DSC6911
HT050009	stone concentration	3.8	4		DSC6912
HT050010	stone concentration	6.8	6.5		DSC6913
HT050011	mound	6	7.3		DSC6914
HT050012	mound	13	15.6		DSC6915
HT051001	stone circle	2	1.8		DSC6916
HT051002	mound	2.2	2.2		DSC6917
HT052001	mound	3.6	4.2		DSC6921
HT052002	mound	3.8	4.1		DSC6922
HT052003	mound	2.4	2.2		DSC6923
HT052004	stone circle	4.6	4.3		DSC6924
HT052005	mound	6.1	5.8		DSC6925
HT052006	standing stone	0	0	0.4	DSC6926
HT052007	mound	5	5.1		DSC6927
HT052008	mound	5.5	5.2		DSC6928
HT052009	mound	7.4	7		DSC6929
HT052010	mound	7.1	7		DSC6930
HT052011	mound	1.8	1.7		DSC6931
HT052012	mound	1.1	1.7		DSC6932
HT052013	mound	0.9	1		DSC6933
HT052014	mound	4	3.2		DSC6934

HT052015	mound	9.4	10		DSC6935
HT053001	mound	20	19.1		DSC6939
HT053002	mound	13.2	10.3		DSC6940
HT053003	saka kurgan ditch	31	25.5	0.6	DSC6941
HT053004	mound	10.3	9.4		DSC6942
HT053005	standing stone	0	0	0.45	
HT054001	scythian kurgan	11.5	11.4		DSC6944
HT054002	mound	2.5	2.5		DSC6945
HT054003	stone concentration	3	2.5		DSC6946
HT054004	mound	4	4		DSC6947
HT054005	mound	5	5		DSC6948
HT054006	standing stone	0	0	1.1	DSC6949
HT054007	ogradka	2.5	2.8		DSC6950
HT054008	scythian kurgan	6	5		DSC6951
HT054009	mound	2.5	2.5		DSC6952
HT054010	stone concentration	2	1.6		DSC6953
HT054011	mound	2.1	2.3		DSC6954
HT054012	oval mound	2	2.5		DSC6955
HT054013	oval mound	2.5	3.1		DSC6956
HT054014	scythian kurgan	8.1	8.5		DSC6957
HT054015	oval mound	1.7	2.6		DSC6958
HT054016	mound	4.5	4.3		DSC6959
HT054017	oval mound	1.4	2.3		DSC6960
HT054018	oval mound	1	1.6		DSC6961
HT054019	oval mound	2.1	2.8		DSC6962
HT054020	oval mound	1.8	2.9		DSC6963
HT054021	oval mound	1.4	3		DSC6964
HT054022	oval mound	2	2.7		DSC6965
HT054023	oval mound	1.8	3.1		DSC6966
HT054024	oval mound	1.5	2		DSC6967
HT054025	box	1.9	3.1		DSC6968
HT054026	box	1.4	2		DSC6969
HT054027	oval mound	1.3	1.8		DSC6970
HT054028	oval mound	2.7	3.7		DSC6971

HT054029	oval mound	1.2	1.6		DSC6972
HT055001	scythian kurgan	4. 6	3.8		DSC6973
HT055002	scythian kurgan	3.7	3.2		DSC6974
HT055003	scythian kurgan	3.2	3.1		DSC6975
HT055004	scythian kurgan	9.5	9.2		DSC6976
HT055005	standing stone	0	0	0.2	DSC6977, DSC6981
HT055006	standing stone	0	0	0.4	DSC6977, DSC6981
HT055007	standing stone	0	0	0.5	DSC6977, DSC6981
HT055008	standing stone	0	0	0.7	DSC6977, DSC6981
HT055009	standing stone	0	0	0.9	DSC6977, DSC6981
HT055010	standing stone	0	0	1.1	DSC6977, DSC6981
HT055011	standing stone	0	0	0.9	DSC6977, DSC6981
HT055012	standing stone	0	0	1.3	DSC6977, DSC6981
HT055013	standing stone	0	0	1.9	DSC6977, DSC6981
HT055014	standing stone	0	0	2.2	DSC6977, DSC6981
HT055015	standing stone	0	0	0.3	
HT056001	standing stone	0	0	0.8	DSC6985
HT057001	scythian kurgan	13	12.7		DSC6993
HT057002	scythian kurgan	9.5	10.1		DSC6994
HT057003	scythian kurgan	8.6	8.7		DSC6995
HT057004	scythian kurgan	11.5	11.4		DSC6996
HT058001	mound	8	7.4		DSC6997
HT058002	oval mound	2.7	3.3		DSC6998
HT058003	oval mound	1.5	2		DSC6999
HT058004	oval mound	2.2	2.7		DSC7000
HT058005	oval mound	2.3	2.8		DSC7001
HT058006	oval mound	1.9	2.7		DSC7002
HT058007	oval mound	1.8	2.6		DSC7003
HT058008	oval mound	0.7	1.3		DSC7004
HT058009	oval mound	2.7	3.6		DSC7005
HT058010	mound	3	3.8		DSC7006
HT058011	mound	1.1	1.1		DSC7007
HT058012	oval mound	1	1		DSC7008
HT058013	oval mound	1.2	1.7		DSC7009

HT058014	oval mound	1.3	1.6		DSC7010
HT058015	oval mound	1.3	2.1		DSC7011
HT058016	oval mound	1.2	2		DSC7012
HT058017	oval mound	3.5	2.5		DSC7013
HT058018	oval mound	2	2.3		DSC7014
HT058019	oval mound	2.3	2.4		DSC7015
HT058020	oval mound	1.4	1.9		DSC7016
HT058021	mound	12	13		DSC7017
HT058022	mound	6.8	7.7		DSC7018
HT058023	mound	11.5	10.5		DSC7019
HT058024	oval mound	3.9	3.5		DSC7020
HT058025	oval mound	2.2	3.7		DSC7021
HT058026	oval mound	1.1	1.8		DSC7022
HT058027	oval mound	2.4	3.1		DSC7023
HT058028	oval mound	1.8	1.3		DSC7024
HT058029	mound	6.3	7		DSC7025
HT058030	stone concentration	4	3.3		DSC7026
HT058031	scythian kurgan	14.1	13.2		DSC7027
HT058032	standing stone	0	0	0.3	DSC7028
HT058033	standing stone	0	0	0.3	DSC7028
HT058034	standing stone	0	0	0.3	DSC7028
HT058035	standing stone	0	0	0.45	DSC7028
HT058036	standing stone	0	0	0.55	DSC7028
HT058037	mound	5	5.8		DSC7029
HT058038	mound	3	2.7		DSC7030
HT058039	ogradka	4.8	4.4		DSC7031
HT058040	standing stone	0	0	0.2	
HT058041	standing stone	0	0	0.15	
HT058042	standing stone	0	0	0.25	
HT058043	standing stone	0	0	0.2	
HT058044	standing stone	0	0	0.3	
HT058045	saka kurgan ditch	15	15.5	0.4	DSC7032
HT058046	saka kurgan ditch	27.1	27.5	1.1	DSC7033-DSC7034
HT058047	standing stone	0	0	0.4	

HT059001	zone	35	40		DSC7035-DSC7038
HT059002	building	0	0		DSC7035-DSC7038
HT060001	scythian kurgan	5.1	4.7		DSC7039
HT060002	scythian kurgan	8.2	9		DSC7040
HT060003	scythian kurgan	13.5	11.5		DSC7041
HT060004	mound	4.8	3.8		DSC7042
HT060005	mound	3.8	3.7		DSC7043
HT060006	mound	4.2	5.2		DSC7044
HT060007	scythian kurgan	11.5	11		DSC7045
HT060008	mound	3	2.6		DSC7046
HT060009	mound	4	3.5		DSC7047
HT060010	scythian kurgan	11.3	10		DSC7048
HT060011	mound	3.3	2.7		DSC7049
HT060012	mound	2.6	3.2		DSC7050
HT061001	scythian kurgan	7.2	6		DSC7054
HT061002	stone concentration	4.2	4.2		DSC7055
HT061003	scythian kurgan	13	14		DSC7056
HT061004	scythian kurgan	4.9	4. 6		DSC7057
HT061005	mound	3.4	4		DSC7058
HT061006	scythian kurgan	8.2	8.8		DSC7059
HT061007	scythian kurgan	10.8	11.5		DSC7060
HT061008	standing stone	0	0	0.1	
HT061009	standing stone	0	0	0.25	
HT061010	standing stone	0	0	0.3	
HT061011	scythian kurgan	7.1	8		DSC7061
HT061012	scythian kurgan	11.8	11.5		DSC7062
HT061013	standing stone	0	0	0.3	
HT061014	scythian kurgan	8.4	9.3		DSC7063
HT061015	scythian kurgan	9.4	8.2		DSC7064
HT061016	standing stone	0	0	0.25	
HT061017	standing stone	0	0	0.3	
HT061018	standing stone	0	0	0.45	
HT061019	standing stone	0	0	0.7	
HT061020	standing stone	0	0	0.3	

HT061021	standing stone	0	0	0.1	
HT061022	standing stone	0	0	0.2	
HT061023	standing stone	0	0	0.2	
HT061024	standing stone	0	0	0.4	
HT061025	standing stone	0	0	0.85	
HT061026	stone concentration	3.4	3.1		DSC7065
HT061027	scythian kurgan	14.6	14		DSC7066
HT061028	mound	1.8	1.7		DSC7067
HT061029	scythian kurgan	8.3	7.9		DSC7068
HT061030	depression	5	4.7		DSC7069
HT061031	scythian kurgan	6.8	7.4		DSC7070
HT061032	saka kurgan circle	16.5	15.7	1	DSC7071
HT061033	standing stone	0	0	0.8	DSC7072
HT061034	saka kurgan circle	26	27	0.9	DSC7073

Anhang C

Dokumentation der Feldarbeit

In diesem kurzen Anhang werden einige Eindrücke präsentiert, die nicht in einen wissenschaftlichen Text zu integrieren sind, aber dennoch zur Dokumentation einer Feldkampagne dazugehören.



Abbildung C.1: Dokumentation einer Stele auf einem sakischen Grosskurgan



Abbildung C.2: GPS-Messungen zur Lokalisierung einzelner Gräber einer späteisenzeitlichen Nekropole



Abbildung C.3: Im Morast feststeckendes Fahrzeug und längere Unterbrechung der Surveyaktivitäten



Abbildung C.4: Erkundungen bei Regenwetter



Abbildung C.5: Übernachtungsgelegenheit in einem Seitental der Hochebene

Anhang D

Kurzzusammenfassung der Resultate

Über Jahrtausende spielte das nördliche Xinjiang und der Südaltai eine wichtige Rolle als Durchgangsstrasse zwischen den ökologisch-klimatischen Zonen des antiken Eurasiens. Aufgrund dieser geographischen Lage und der hervorragenden Erhaltungszustände ist die Region eine der archäologisch reichsten Landschaften Zentralasiens. Seit dem Äneolithikum[1] haben Träger unterschiedlichster Sachkulturen ihre Spuren in Form von Monumenten in der Landschaft hinterlassen. Die an natürlichen Ressourcen reiche Landschaft wird als Interaktionsknotenpunkt in Eurasien gesehen. Allerdings sind die Kenntnisse dieser Region zur Zeit sehr beschränkt und reichen kaum aus, um eine kulturhistorische Entwicklung verlässlich nachzuzeichnen.

Mit dem Ziel diese Forschungslücke zu verkleinern wurde im Zuge der Dissertation eine deutsch-chinesische Kooperation etabliert um ein Feldprojekt im Südaltai durchzuführen. Durch die Adaption und Applikation eines Hough-Forest-basierten Detektionsalgorithmus konnte zusammen mit hochauflösenden Satellitenbilddaten ein Gebiet mit einer hohen Dichte und Variabilität archäologischer Monumente aufgefunden werden. Mehr als ein Jahr der Vorbereitung mittels fernerkundlicher Methoden führte zu einer Vertrautheit mit den landschaftlichen Eigenheiten des Untersuchungsgebietes, die anderweitig nicht hätte erreicht werden können. Hochauflösende IKONOS-2-Daten (0.82 m panchromatisch, 3.28 m multispektral) und WorldView-2-Daten (0.46 m panchromatisch, 1.85 m multispektral) erlaubten es

[1] Ende 4. Jt. v. Chr. bis Mitte 3. Jt. v. Chr.

über 500 potenzielle Grabhügel im Vornherein zu kartieren und zu klassifizieren. Ein detailliertes auf TanDEM-X-Daten basierendes Höhenmodell half, den Survey minutiös vorzubereiten. Nach 15 Monaten sorgfältiger Planung, dem Aufbau wichtiger Beziehungen und dem Durchlaufen eines schier endlosen administrativen Labyrinths konnte im Sommer 2015 schliesslich eine Feldkampagne in der Hochebene von Hailiutan nahe der russisch-chinesisch-kasachischen Grenze durchgeführt werden.

Das Untersuchungsgebiet ist definiert durch eine von Flüssen durchzogene Langgrassteppe und begrenzt von hohen Gebirgszügen im Norden und Süden. Innerhalb des grösseren geographischen Kontextes nimmt diese Landschaftskammer eine Schlüsselposition ein, die den Hochaltai mit dem dschungarischen Becken verbindet. Der Survey hatte zum Ziel, alle archäologischen Strukturen innerhalb des Untersuchungsgebietes zu kartieren und daraus eine mit einem Geographischen Informationssystem verknüpfte Datenbank zu generieren, welche Informationen zur Lage, Morphologie, Datierung und zum Erhaltungszustand der Monumente enthält. Der Survey deckte insgesamt über 140 km^2 ab auf denen knapp 1000 archäologische Strukturen kartiert wurden. Wie bereits aufgrund der Resultate des Fernerkundungssurveys vermutet, ist die Hochebene einer der wenigen Orte im Südaltai, an denen mehr als 4000 Jahre kultureller Landschaftsentwicklung dokumentiert und analysiert werden können. Die Art und Anzahl der dokumentierten Monumente können Tabelle D.1 entnommen werden.

Die Verteilung der Sites in der Hochebene gewährt Einblicke in prähistorische kulturelle Prozesse. Zumeist liegen archäologische Strukturen auf Flussterrassen und Schwemmfächern mit einer Hangneigung von weniger als 10°. Einer der dichtesten Cluster liegt im Nordosten der Ebene, an einem Ort, der einerseits den Weg zum Kanassee öffnet und andererseits den Zugang zu einem Pass bildet, der die Hochebene mit dem dschungarischen Becken verbindet. Dieser Platz wurde erstmals in der Bronzezeit[2] als Begräbnisstätte genutzt und danach fortwährend über beinahe drei Jahrtausende immer wieder bebaut. Es scheint als seien insbesondere ältereisenzeitliche[3] Sites entlang von Verkehrswegen zu repräsentativen Zwecken erbaut worden. „Skythische“ Fürstengräber, die sich bezüglich ihrer Grösse mit den bekannten Sites von Pazyryk, Tuekta und Bašadar vergleichen lassen dominieren das Bild. Das Zentrum der Ebene zeichnet sich durch Fundleere aus.

[2] Mitte 3. Jt. v. Chr. bis 9./8. Jh. v. Chr.
[3] 9./8. Jh. v. Chr. bis 3./2. Jh. v. Chr.

Kategorie	Anzahl
Kurgan „skythisch“	149
Keregsur	11
Kurgan „sakisch“	59
Memorialkomplex alttürkisch	32
Pseudoarchitektur	6
Tumulus	182
Ovaler Hügel	172
Steinkreis	108
Steinplattform	14
Steinkiste	15
Steinkonzentration	76
Stele	125
Zone	14
Anderes	10
Total	**973**

TABELLE D.1: Morphologische Klassifikation der aufgefundenen Strukturen und ihre jeweilige Anzahl

Die Absenz archäologischer Strukturen ist hier nicht auf taphonomische Prozesse zurückzuführen sondern hängt mit der geomorphologischen Situation zusammen. Flüsse durchziehen das Zentrum der Hochebene und der Boden verfügt über einen hohen Feuchtigkeitsgehalt, was suboptimal für die Errichtung von Grabbauten ist. Sowohl optische Daten wie auch Daten aus dem Nahinfrarotbereich deuten auf eine sich vom Rest der Ebene unterscheidende Vegetation hin. Im Westen wird diese Region von einem fast 2 km langen Cluster „sakischer“ Grosskurgane abgegrenzt. Diese Monumente sind bis zu 6.5 m hoch und verfügen über einen Durchmesser von bis zu 90 m. Damit sind dies die mit Abstand monumentalsten architektonischen Strukturen dieser Landschaft. Seltsamerweise verfügen die Grosskurgane jedoch kaum über periphere Strukturen aus anderen Perioden und scheinen sich damit von den älteren „skythischen“ Kurganen räumlich abzugrenzen. Während die meisten Monumente auf Flussterrassen gelegen sind so bilden die drei grössten jüngereisenzeitlichen[4] Nekropolen eine klare Ausnahme. Diese Akkumulationen kleiner ovaler Gräber liegen stets auf den Kuppen felsiger Hügel innerhalb der Hochebene, von welchen man - basierend auf Viewshed-Analysen - einen Überblick über die Eingangspforten zur Landschaftskammer hat.

Nach der Errichtung der ersten Grabhügel in der mittleren und frühen Bronzezeit folgten grössere Keregsurmonumente in der Spätbronzezeit, die kulturelle Einflüsse

[4] 3./2. Jh. n. Chr. bis 4./5. Jh. n. Chr.

aus dem Osten vermuten lassen. Während der älteren Eisenzeit befanden sich die Bauaktivitäten in einer Hochphase, die mit der Errichtung monumentaler „skythischer“ und „sakischer“ Kurgane kulminierte. Während der jüngeren Eisenzeit entsteht ein Bruch mit der bisherigen Tradition und Gräber werden an völlig anderen Orten als bisher errichtet. Mit dem Beginn der Alttürkenzeit[5] nehmen die Grabbauten und Memorialkomplexe wieder Bezug auf ältere Strukturen. Über die Zeit sind deutliche Einflüsse sowohl aus dem nördlichen und westlichen Altai, aus dem mongolischen Osten wie auch aus dem Siebenstromland zu erkennen.

Die Dissertation hat die Basis für ein mehrjähriges Projekt gelegt, in dem die Kulturlandschaft des Südaltais und der Dschungarei untersucht werden soll. Im Sommer 2016 sollen viele der hier etablierten Datierungshypothesen durch kleinräumige Ausgrabungen und naturwissenschaftliche Datierungen untermauert werden.

[5] 5. Jh. n. Chr. bis 9. Jh. n. Chr.

Anhang E

Brief Summary of the Results

For thousands of years, Northern Xinjiang and the southern Altai Mountains have been an important transitional region between the major ecological regions of Eurasia. As a result of its specific setting and particular preservation conditions, the region is known as one of Central Asia's richest and most varied archaeological regions. From the late Neolithic[1] onwards, different groups left their permanent mark on the Altaian landscape by means of an extraordinary number of monuments. The landscape of the mountains themselves, which is rich in natural resources is believed to have been a node of cultural interaction in Eurasia. Despite these preconditions our knowledge of the archaeology of this landscape is severely limited. Little archaeological research in the region has been published and brought into conversation with existing international literature.

Faced with the crucial importance of integrating the archaeology of the southern Altai into the broader prehistory of Central Asia a joint German-Chinese project was set up as part of this dissertation in 2014. By adapting and applying a Hough Forest based automatic detection algorithm on high-resolution satellite imagery an area with rich and varied archaeological heritage was predefined. More than a year of working with remote sensing data helped immensely with planning and execution of the on-ground intensive survey. The high-resolution IKONOS-2 (0.82 m panchromatic, 3.28 m multispectral) and WorldView-2 data (0.46 m panchromatic, 1.85 m multispectral) allowed for mapping and classification of more than 500 potential mound structures in advance. Detailed digital elevation models derived from TanDEM-X data (12.0 m resolution) helped to define the areas, which

[1] End of the 4th millenium to the middle of the 3rd millenium BCE

Category	Quantity
Kurgan „Scythian“	149
Keregsur	11
Kurgan „Saka“	59
Ogradka	32
Dwelling	6
Mound	182
Oval mound	172
Stone circle	108
Platform	14
Box	15
Stone concentration	76
Standing stone	125
Zone	14
Other	10
Total	**973**

Tabelle E.1: Morphological classification and quantities of mapped structures

would be covered during the field walking. After 15 months of careful preparation, establishing of the necessary relationships and an endless number of administrative hurdles, in July 2015, an intensive survey in the Hailiutan basin near the Chinese-Russian-Kazakh border was conducted.

The broad open basin of Hailiutan from which different mountain rivulets flow out is defined by steppe vegetation and surrounded by high mountain ranges in the north and south. Within the broader landscape of the southern Altai the basin occupies a central place and connects the lower plains of the Dzungar Basin with the heart of the Altai Mountains. The survey centered on field walking with the aim of mapping all visible sites in the area. The outcome was a detailed database linked with a Geographic Information System. During fieldwork an area of well over 140 km^2 was coverd. In total, close to 1,000 structures were mapped. As already suggested by the results of the remote sensing survey, this intermontane basin seems to be one of the very few loci in the region, which enables researchers to understand the diachronic development of the southern Altai over more than 4,000 years of occupation. Categories and quantities of the mapped structures can be seen in table E.1.

The distribution of sites in the valley offers insights into prehistoric occupation and movement. Generally structures are built on river terraces and alluvial fans with a slope factor of 10° or below. One major cluster lies in the northeast of the basin, in

an area connecting two strategically important mountain masses provinding a link between the lower plains with the high mountain plateaus of the Altai. This spot was first occupied in the Bronze Age[2] and henceforth formed a nucleus for funerary activity over more than three millennia. Especially sites of the Early Iron Age[3] seem to have been built for representative purposes along the main transport axes within the basin. "Scythian" royal tombs which are comparable in size to the well-known sites of Pazyryk, Tuekta and Bašadar dominate the place. The center of the basin is relatively empty and it seems it was not favored for the construction of funerary monuments. The absence is not related to taphonomic processes but can be related to the geomorphological setting. The central part of the basin is rife with rivulets, the soil has a high moisture content and can therefore be unstable. Both, optical and near infrared data show that these areas feature a slightly different kind of vegetation. The location is bordered in the West by an almost 2 km long cluster of Iron Age "Saka" kurgans. The monuments are up to 6.5 m high, measure up to 90 m in diameter and are clearly the most central and obvious architectural feature of this cultural landscape. Strangely, these monuments do rarely occur in conjunction with monuments of other time periods and thus set themselves spatially apart from older "Scythian" funerary traditions of the baisin. Whereas the majority of structures is built on alluvial terraces, the three major Late Iron Age[4] cemeteries constitute exceptions: the accumulations of small oval graves are all built on top of rocky hills overseeing major entryways to the basin as viewshed analyses suggest.

After the construction of the first gravemounds in the Early and Middle Bronze Age, larger keregsur monuments followed during the Late Bronze Age which show a strong cultural influence from the eastern steppe regions of present day Mongolia. Funerary construction activity peaked during the Iron Age when both "Scythian" and "Saka" burials were erected in high numbers. During the Late Iron Age burials were primarily built away from the sacred places of previous periods. With the beginning of the Turkic period[5] construction activities return to the alluvial terraces in connection with earlier monuments. The variety of monuments suggests influences from the Russian and Kazakh Altai, the Mongolian regions of the mountain range, as well as the Semirechye during different periods of time.

[2] Middle of the 3rd millenium to $9^{th}/8^{th}$ century BCE
[3] $9^{th}/8^{th}$ century to $3^{rd}/2^{nd}$ century BCE
[4] $3^{rd}/2^{nd}$ century BCE to $4^{th}/5^{th}$ century CE
[5] 5th to 9th century CE

This dissertation has set the basis for a multi-year project which aims to understand prehistoric human interaction with the landscape of the southern Altai and Dzungaria. Starting in summer 2016, many of the preliminary dating hypotheses will be substantiated with small scale excavations and ^{14}C datings.

Anhang F

Liste der Vorveröffentlichungen

Kapitel 2 wurde als Artikel an der IGARSS 2014 eingereicht und anschliessend publiziert.

Caspari u. a. 2014

G. Caspari - T. Balz - L. - Gang - X. Wang - M. Liao, Application of Hough Forests for the Detection of Grave Mounds in High-Resolution Satellite Imagery, International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2014, 906-909

Weitere Publikationen, die als Beiprodukt der Dissertation entstanden sind aber hauptsächlich verwandte Themen behandeln, die in der Dissertation keinen Platz gefunden haben, sind nachfolgend aufgeführt. Dort wo sich Überschneidungen ergeben wird in der Dissertation an geeigneter Stelle darauf aufmerksam gemacht.

Caspari 2014

G. Caspari, Ein Inventar der Hügelgräber im Altaigebirge. Kulturgüterschutz durch Fernerkundung, Proceedings 9th International Congress on the Archaeology of the Ancient Near East (ICAANE), 2014, 1787–1795

Caspari 2015

G. Caspari, Flag Report # 134 Chinese Altai Mountains Archaeological Expedition 2015, <https://explorers.org/flag_reports/TEC_2015_Flag._Report._Gino_Caspari__Altai_Landscape_Archaeology__Flag_134__Aug._2015.pdf> (20.01.2016)

Caspari 2015 (unveröffentlicht)

G. Caspari, Remote Sensing and Intensive Survey - A Combination of Methods and the Implications (Masterarbeit Columbia University 2015)

Bibliographie

Agisoft 2015

Agisoft, Agisoft Photoscan, <http://www.agisoft.com/> (30.09.2015)

Allard - Erdenebaatar 2005

F. Allard - D. Erdenebaatar, Khirigsuurs, ritual and mobility in the Bronze Age of Mongolia, Antiquity 79/305, 2005, 547-563

Altmaier - Kany 2002

A. Altmaier - C. Kany, Digital Surface Model Generation from CORONA Satellite Images, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 56, 2002, 221-235

Amberg 2015

B. Amberg, Faltung der Rechteckfunktion mit sich selbst ergibt die Dreieckfunktion, <https://de.wikipedia.org/wiki/Faltung_%28Mathematik%29#/media/File:Convolution_of_box_signal_with_itself2.gif> (16.10.2015)

An u. a. 2003

S. An - X. Cheng - S. Sun - Y. Wang - J. Li, Composition Change and Vegetation Degradation of Riparian Forests in the Altai Plain, NW China, Plant Ecology 164/1, 2003, 75-84

Anderson - O'Gorman

B. Anderson - R. O'Gorman, Imagined Communities: Reflections on the Origin and Spread of Nationalism (London 1983)

Aruz u. a. 2006

J. Aruz - A. Farkas - E. Fino (Hrsg.), The Golden Deer of Eurasia: Perspectives on the Steppe Nomads of the Ancient World, Symposium „Nomads of the Eurasian Steppes“New York 12.-13. Oktober 2000 (New York 2006)

Baldenhofer 2015

K. Baldenhofer, Lexikon der Fernerkundung, <http://www.fe- lexikon.info/FeLexikon.htm> (08.09.2015)

Barras 2014

C. Barras, Mountains Where the Ice Age Lives On, NewScientist 2953, 2014, 33-34

Bemmann u. a. 2009

J. Bemmann - H. Parzinger - E. Pohl - D. Tseveendorzh (Hrsg.), Current Archaeological Research in Mongolia: Papers from the First International Conference on „Archaeological Research in Mongolia “ held in Ulaanbaatar, 19.-23. August 2007 (Bonn 2009)

Blättermann u. a. 2012

M. Blättermann - M. Frechen - A. Gass - P. Hoelzmann - H. Parzinger - B. Schütt, Late Holocene Landscape Reconstruction in the Land of Seven Rivers, Kazakhstan, Quarternary International 251, 2012, 42-51

Borodovsky - Borodovskaya 2009

A. Borodovsky - E. Borodovskaya, Triquestrums of the Scythian Period in the Northern Altai, Archaeology Ethnology and Anthropology of Eurasia 37/4, 2009, 51-56

Bourgeois u. a. 1999

I. Bourgeois - J. Mikkelsen - L. Van Hoof - W. Van Huele - J. Bourgeois - R. Langohr - L.Cammaert - H. Decleir, An Archaeological Survey of the Kalanegir Valley (Kosh-Agach Region, Altai Republic): Petroglyphs and Scytho-Siberian Kurgans in a Discontinuous Permafrost Area. A Multidisciplinary Approach, Ancient Civilizations from Scythia to Siberia 6, 1999, 77-101

Bourgeois u. a. 2001

I. Bourgeois - J. Bourgeois - L. Cammaert - H. Deleir - R. Langohr - J. Mikkelsen - W. Van Huele, Multidisciplinary Archaeological Research in the Sebystei Valley 1996-1997 (Kosh-Agash Region, Altai Republic), Eurasia Antiqua 5, 2001, 295-387

Bourgeois u. a. 2003

J. Bourgeois - W. Gheyle - A. De Wulf - R. Goossens - A. Ebel, Using Satellite Imagery for Mapping of the Chuya Steppe. Survey and Inventory of Archaeological Sites in the Valleys of Sebistey, Elangash, Irbistu, Osëk and in the Southern Border of the Chuya Steppe - Provisional Report on the Belgian-Russian Expedition in the Chuya- Steppe, Universität Gent, 2003

Bourgeois u. a. 2004

J. Bourgeois - W. Gheyle - B. Van Bever - L. Van Hoof - A. Ebel - A. De Wulf - R. Goossens, Provisional Report on the Belgian-Russian Expedition in the Chuya-Steppe (July-August 2004), Universität Gent, 2004

Bourgeois - Gheyle 2005

J. Bourgeois - W. Gheyle, Report on the Belgian-Russian Expedition in the Altai Republic (July–August 2005), Universität Gent, 2005

Bourgeois u. a. 2006 a

J. Bourgeois - W. Gheyle - R. Goossens - A. De Wulf - Z. Samashev - G. Bazarbaeva -G. Dzhumabekova - A. Chotbayev - A. Ebel - S. Marchenko - E. Severskii, Report on the Belgian-Kazakh-Russian expedition in the Kazakh Altai Mountains, Universität Gent, 2006

Bourgeois u. a. 2006 b

J. Bourgeois - A. De Wulf - A. Ebel - W. Gheyle - R. Goossens - L. Van Hoof, Mapping and Surveying the Archaeological Monuments of the Altai Mountains (Altai Republic), in: J. Clark - M. Hagemeister (Hrsg.), Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Proceedings of the 34th Conference April 2006 (Fargo 2006), 167-179

Bourgeois u. a. 2007 a

J. Bourgeois - A. Wulf - W. Gheyle - R. Goossens, Saving the frozen Scythian tombs of the Altai Mountains (Central Asia), World Archaeology 39/3, 2007, 458-474

Bourgeois u. a. 2007 b

J. Bourgeois - W. Gheyle - R. Goossens - A. De Wulf - E. Dvornikov - L. Van Hoof - S. Loute - K. De Langhe - R. Cappelle, Survey and Inventory of the Archaeological Sites in the Valley of the Karakol (Uch Enmek Park) - Report on the Belgian-Russian Expedition in the Russian Altay Mountains 2007, Universität Gent, 2007

Bourgeois u. a. 2008

J. Bourgeois - W. Gheyle - R. Goossens - R. Van de Kerchove - E. Dvornikov - A. Ebel - L. Van Hoof - K. De Langhe - A. Malmendier - D. te Kiefte, Survey and Inventory of the Archaeological Sites in the Valley of the Karakol (Uch Enmek Park) - Report on the Belgian-Russian Expedition in the Russian Altay Mountains 2008, Universität Gent, 2008

Bourgeois u. a. 2009

J. Bourgeois - W. Gheyle - R. Goossens - A. De Wulf - E. Dvornikov - L. Van Hoof - S. Luote - K. De Langhe - A. Ebel - D. Kiefte - E. Dvornikov - F. Wuyts - G. Plets - B. Stichelbaut, Report on the Belgian-Russian Expedition in the Russian Altai Mountains 2009, Universität Gent, 2009

Bourgeois u. a. 2010

J. Bourgeois - W. Gheyle - R. Van de Kerchove - E. Dvornikov - A. Ebel - G. Plets Report on the Belgian-Russian Expedition in the Russian Altai Mountains 2010, Universität Gent, 2010

Brosseder - Miller 2011

U. Brosseder - B. Miller, State of Research and Future Directions of Xiongnu Studies, in: U. Brosseder - B. Miller (Hrsg.), Xiongnu Archaeology: Multidisciplinary Perspectives of the First Steppe Empire in Inner Asia (Bonn 2011)

Brown - Lowe 2002

M. Brown - D. Lowe, Invariant Features from Interest Point Groups Proceedings of the British Machine Vision Conference, 2002, 253-262

Brown - Lowe 2003

M. Brown - D. Lowe, Recognising Panoramas, Proceedings of the 9th International Conference on Computer Vision, 2003, 1218

Broz 2007

L. Broz, Perspectivism: A View from Altai, Inner Asia 9/2, 2007, 291- 310

Buchbach 2014

R. Buchbach, Fusion heterogener digitaler Höhenmodelle aus optischen und Radar-Daten anhand von Qualitätskriterien (Masterarbeit Georg- August-Universität Göttingen 2014)

Casana - Cothren 2008

J. Casana - J. Cothren, Stereo Analysis, DEM Extraction and Orthorectification of CORONA Satellite Imagery: Archaeological Applications from the Near East, Antiquity 81/317, 2008, 732-749

Caspari u. a. 2014

G. Caspari - T. Balz - L. Gang - X. Wang - M. Liao, Application of Hough Forests for the Detection of Grave Mounds in High-resolution Satellite Imagery, Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2014, 906-909

Chen - Hiebert 1995

K. Chen - F. Hiebert, The Late Prehistory of Xinjiang in Relation to Its Neighbors, Journal of World Prehistory 9/2, 1995, 243-300

Chen u. a. 2008

F. Chen - Z. Yu - M. Yang - E. Ito - S. Wang - D. Madsen - X. Huang - Y. Zhao - T. Sato - J. Birks - I. Boomer - J. Chen - C. An - B. Wünnemann, Holocene Moisture Evolution in Arid Central Asia and its Out-of-phase Relationship with Asian Monsoon History, Quaternary SCience Reviews 27, 2008, 351-364

Chen u. a. 2004

J. Chen - R. Ching - Y. Lin, An Extended Study of the K-Means Algorithm for Data Clustering and Its Applications, The Journal of the Operational Research Society 55/9, 2004, 976-987

Chen u. a. 2009

F. Chen - J. Holmes - B. Wünnemann - Z. Yu, Holocene Climate Variability in Arid Asia: Nature and Mechanisms, Quarternary International 194, 2009, 1-5

Chlachula 2001

J. Chlachula, Pleistocene Climate Change, Natural Environments and Palaeolithic Occupation of the Altai Area, Quaternary International 80/81, 2001, 131-167

Christian 1994

D. Christian, Inner Eurasia as a Unit of World History, Journal of World History 5/2, 173-211

Cohen 1978

J. Cohen, Cuan alpinus, Mammalian Species 100, 1978, 1-3

Conolly - Lake 2006

J. Conolly - M. Lake, Geographical Information Systems in Archaeology (Cambridge 2006)

CRISP 2001

CRISP, Interpreting Optical Remote Sensing Images, <http://www.crisp.nus.edu.sg/r̃esearch/tutorial/opt _int.htm>,(21.09.2015)

Dalal - Triggs 2005

N. Dalal - B. Triggs, Histograms of Oriented Gradients for Human Detection, Computer Vision and Pattern Recognition, 2005, 886-893

Danilkin 1995

A. Danilkin, Capreolus pygargus, Mammalian Species 512, 1995, 1-7

De Reu u. a. 2013

J. De Reu - G. Plets - G. Verhoeven - P. De Smedt - M. Bats - B. Cherretté - W. De Maeyer - J. Deconynck - D. Herremans - P. Laloo - M. Van Meirvenne - W. De Clercq, Towards a Three-dimensional Cost-eective Registration of the Archaeological Heritage, Journal of Archaeological Science 40/3, 2013, 1119-1120

Demkin u. a. 2014

V. Demkin - V. Klepikov - S. Udaltsov - T. Demkina - M. Eltsov - T. Khomutova, Journal of Archaeological Science 42, 2014, 241-249

DigitalGlobe 2010

DigitalGlobe, The Benefits of the Eight Spectral Bands of WorldView-2, 2010, 1-12, <http://global.digitalglobe.com/sites/default/files/DG- 8SPECTRAL-WP_0.pdf> (22.09.2015)

DigitalGlobe 2015a

DigitalGlobe, WorldView-2, <http://global.digitalglobe.com/sites/default/files/DG _WorldView2_DS_PROD.pdf> (08.09.2015)

DigitalGlobe 2015b

DigitalGlobe, IKONOS, <http://global.digitalglobe.com/sites/default/files/DG _ IKONOS_DS.pdf> (08.09.2015)

Ducke 2012

B. Ducke, Archäoinformatik - Verarbeitung und Analyse vierdimensionaler Daten in der Archäologie (Diss. Christian- Albrechts-Universität Kiel 2012)

E-geos 2015

E-geos, Price List, <http://www.e- geos.it/products/pdf/prices.pdf> (08.09.2015)

Earle u. a. 1987

T. Earle - R. Preucel - E. Brumfiel - C. Carr - F. Limp - C. Chippindale - A. Gilman - I. Hodder - G. Johnson - W. Keegan - B. Knapp - P. Potter - N. Rolland - R. Rowlett - B. Trigger - R. Zeitlin, Processual Archaeology and the Radical Critique, Current Anthropology 28/4, 1987, 501-538

Earth Observatory 2015a

Earth Observatory, How to Interpret Common False Color Images, <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/FalseColor/page 6.php> (21.09.2015)

Earth Observatory 2015b

Earth Observatory, , <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetati on/measuring_vegetation_2.php> (23.09.2015)

Erasmi u. a. 2014

S. Erasmi - R. Rosenbauer - R. Buchbach - T. Busche - S. Rutishauser, Evaluating the Quality and Accuracy of TanDEM-X Digital Elevation Models at Archaeological Sites in the Cilician Plain, Turkey, Remote Sensing 6/10, 2014, 9475-9493

Esri 2006

Esri, How Multi-Distance Spatial Cluster Analysis (Ripley's K- function) Works, http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisdesktop/com/gp_toolref/spatial _statistics_tools/how_multi _distance_spatial_cluster_analysis_colon_ripley_s _k _function_spatial_statistics_works.htm

Esri 2009

Esri, Average Nearest Neighbor (Spatial Statistics), <http://webhelp.esri.com/ arcgisdesktop/9.2/index.cfm? TopicName=average_nearest_neighbor_%28spatial _ statistics%29> (13.11.2015)

Esri 2013

Esri, Stretch function, <http://help.arcgis.com/En/Arcgisdesktop/10.0/Help/index.html#/Stretch_function/009t00000059000000/> (21.09.2015)

Ester u. a. 1996

M. Ester - E. Simoudis - J. Han - U. Fayyad, A Density-based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise, in: E. Simoudis - J. Han - U. Fayyad (Hrsg.), Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (Palo Alto 1996), 226–231

Farkas 1977

A. Farkas, Interpreting Scythian Art: East vs. West, Artibus Asiae 39/2, 1977, 124-138

Farr u. a. 2007

T. Farr - P. A. Rosen - E. Caro - R. Crippen - R. Duren - S. Hensley - M. Kobrick - M. Paller - E. Rodriguez - L. Roth - D. Seal - S. Shaffer - J. Shimada - J. Umland -

M. Werner - M. Oskin - D. Burbank - D. Alsdorf, The Shuttle Radar Topography Mission, Reviews in Geophysics 45, 2007, 1-33

Fedosenko - Blank 2001

A. Fedosenko - D. Blank, Capra sibirica, Mammalian Species 675, 2001, 1-13

Fedosenko - Blank 2005

A. Fedosenko - D. Blank, Ovis ammon, Mammalian Species 773, 2005, 1-15

Figorito - Tarantino 2014

B. Figorito - E. Tarantino, Semi-automatic Detection of Linear Archaeological Traces from Orthorectified Aerial Images, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 26, 2014, 458 -463

Fitzhugh 2011

W. Fitzhugh, The Mongolian Deers Stone-Khirigsuur Complex: Dating and Organization of a Late Bronze Age Menagerie, in: J. Bemmann - H. Parzinger - E. Pohl - D. Tseveendorzh (Hrsg.), Current Archaeological Research in Mongolia: Papers from the First International Conference on „Archaeological Research in Mongolia“ held in Ulaanbaatar, 19.-23. August 2007 (Bonn 2009) 183-199

Frachetti 2011

M. Frachetti, The Migration Concept in Central Eurasian Archaeology, Annual Review of Anthropology 40, 2011, 195–21

Frachetti 2013

F. Michael, Bronze Age Pastoralism and Differentiated Landscapes along the Inner Asian Mountain Corridor, in: S. Abraham - P. Gullapalli - T. Raczek - U. Rizvi (Hrsg.), Connections and Complexity: New Approaches to the Archaeology of South Asia (Walnut Creek 2013) 279-298

Frohlich - Bazarsad 2004

B. Frohlich - N. Bazarsad, Burial Mounds in the Hovsgol Aimag, Northern Mongolia. Preliminary Result from the 2003 and 2004 Field Seasons, National Museum of Natural History Washington, 2004

Frohlich u. a. 2011

B. Frohlich - T. Amgalantögs - J. Littleton - D. Hunt - J. Hinton - K. Goler, Bronze Age Burial Mounds in the Khövsgöl Aimag, Mongolia, in: J. Bemmann - H. Parzinger - E. Pohl - D. Tseveendorzh (Hrsg.), Current Archaeological Research in Mongolia: Papers from the First International Conference on „Archaeological Research in Mongolia " held in Ulaanbaatar, 19.-23. August 2007 (Bonn 2009) 99-115

Galiatsatos 2004

N. Galiatsatos, Assessment of the CORONA Series of Satellite Imagery for Landscape Archaeology - A Case Study from the Orontes Valley, Syria, (Diss. Universität Durham 2004)

Gall u. a. 2011

J. Gall - A. Yao - L. Van Gool - V. Lempitsky, Hough Forests for Object Detection, Tracking, and Action Recognition, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 33/11, 2011, 2188-2202

Gall - Lempitsky 2009

J. Gall - V. Lempitsky, Class-Specific Hough Forests for Object Detection, Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2009, 1-8

Gass 2011

A. Gass, Early Iron Age Burials in Southeastern Zhetysu: The Geoarchaeological Evidence, Archaeology Ethnology and Antropology of Eurasia 39/3, 2011, 57-69

Gass 2012

A. Gass, Periphery of the big Saka barrows of the southeastern Semirechye (Kazakhstan), in: Russian Academy of Sciences Institute for the History of Material Culture (Hrsg.), Cultures of the Steppe Zone of Eurasia and Their Interaction with Ancient Civilizations (St. Petersburg 2012) 468-475

Gass 2014

A. Gass, Das Land der sieben Flüsse im 2. bis 1. Jahrtausend v. Chr., Topoi Journal for Ancient Studies 3, 2014, 87-106

Geoimage 2015a

Geoimage, Quickbird, <http://www.geoimage.com.au/satellite/quickbird> (08.09.2015)

Geoimage 2015b

Geoimage, IKONOS, <http://www.geoimage.com.au/satellite/ikonos> (08.09.2015)

Geoimage 2015c

Geoimage, Worldview, <http://www.geoimage.com.au/satellite/worldview> (08.09.2015)

Gheyle u. a. 2004

W. Gheyle - R. Trommelmans - J. Bourgeois - R. Goossens - I. Bourgeois - A. Wulf - T. Willems, Evaluating CORONA: A Case Study in the Altai Republic (South Siberia) Antiquity 300, 2004, 391-403

Gheyle u. a. 2008

W. Gheyle - E. Dvornikov - R. Goossens - J. Bourgeois, Archaeological Heritage Management Through Aerial Photography and Satellite Imagery: The Uch Enmek Park – Republic Altay, Russia, Proceedings EARSeL, 2008, 275-279

Gheyle 2009

W. Gheyle, Highlands and Steppes: An Analysis of the Changing Archaeological Landscape of the Altay Mountains from the Eneolithic to the Ethnographic Period (Diss. Universität Gent 2009)

Gheyle u. a. 2011 a

W. Gheyle - R. Gossens - J. Bourgeois - K. Jacobsen, Scan Problems in Digital CORONA Satellite Images from USGS Archives, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 77, 2011, 1257-1264

Gheyle u. a. 2011 b

W. Gheyle - R. Goossens - A. Wulf - G. Plets - R. Van de Kerchove - A. Ebel - E. Dvornikov - J. Bourgeois, The Unique Frozen Tombs of the Scythians Threatened

by Climate Change: Archaeological Survey and Permafrost Research in the Altay Mountains, Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer 57, 2011, 265-276

Gisgeography 2015

Gisgeography, How to Create NDVI Maps in ArcGIS, <http://gisgeography.com/how-to-ndvi-maps-arcgis> (21.09.2015)

Gossens u. a. 2006

R. Goossens - A. De Wulf - J. Bourgeois - W. Gheyle - T. Willems, Satellite imagery and archaeology: the example of CORONA in the Altai Mountains, Journal of Archaeological Science 33/6, 2006, 745-755

Gorbunov u. a. 2005

A. Gorbunov - Z. Samashev - E. Severskiy, The Treasures of Frozen Burial Mounds of the Kazakh Altai: Materials of the Berel Burial Site (Almaty 2005)

GPSreview 2014

GPSreview, GPS explained: Position accuracy, <http://www.gpsreview.net/gps-position-accuracy/> (30.09.2015)

Gryaznov 1969

M. Gryaznov, South Siberia (London, 1969)

Halemba 2008

A. Halemba, „What does it feel like when your religion moves under your feet?" Religion, Earthquakes and National Unity in the Republic of Altai, Russian Federation, Zeitschrift für Ethnologie 133/2, 2008, 283-299

Hancar 1952

F. Hancar, The Eurasian Animal Style and the Altai Complex, Artibus Asiae 15/2, 1952, 171-194

Hank 2010

B. Hank, Archaeology of the Eurasian Steppes and Mongolia, Annual Review of Anthropology 39, 2010, 469-486

Hanrieder 2011

B. Hanrieder, Techniken zum Pansharpening, 2011, 1-21, <http://www.pf.bgu.tum.de/edu/paktum_pak _11_hanrieder_pre_sp2.pdf> (22.09.2015)

Harrower u. a. 2013 a

M. Harrower - J. Schuetter - J. Mc Corriston - P. Goel - M. Senn, Mapping Archaeological Landscapes from Space (New York, 2013)

Harrower u. a. 2013 b

M. Harrower - J. Schuetter - P. Goel - J. Mc Corriston - J. Park - M. Senn, Autodetection of Ancient Arabian Tombs in High-resolution Satellite Imagery, International Journal of Remote Sensing 34/19, 2013, 6611-6635

Hemmer 1972

H. Hemmer, Uncia uncia, Mammalian Species 20, 1972, 1-5

Hessberg - Schulze 2014

A. Hessberg - W. Schulze, Chinesische Seidenstrasse: Reisen zwischen Xi'an, Ürümqi und Kashgar (Berlin 2014)

Holst 2005

A. Holst, Altai Mountains, in: R. McColl Encyclopedia of World Geography (New York 2005) 18-19

Hudiakov u. a. 2013

Y. Hudiakov - S. Skobelev - O. Mitko - A. Borisenko - Z. Orozbekova, The Burial Rite of the Early Scythian Nomads of Tuva (Based on the Bai-Dag I Cemetery), Archaeology Ethnology and Anthroplogy of Eurasia 41/1, 2013, 104-113

Jacobson 1993

E. Jacobson, The Deer Goddess of Ancient Siberia - A Study in the Ecology of Belief (Leiden 1993)

JacobsonTepfer 2008

E. Jacobson-Tepfer, Culture and Landscape of the High Altai, in: J. Han - L. Frank - D. Treselian (Hrsg.), The Preservation of the Frozen Tombs of the Altai Mountians, UNESCO World Heritage Centre (Paris 2008) 31-34

Jacobson-Tepfer 2011

E. Jacobson-Tepfer, Archaeology and the Landscape in Mongolia's High Altai: Inventory and Documentation, in: J. Bemmann - H. Parzinger - E. Pohl - D. Tseveendorzh (Hrsg.), Current Archaeological Research in Mongolia: Papers from the First International Conference on „Archaeological Research in Mongolia" held in Ulaanbaatar, 19.- 23. August 2007 (Bonn 2009) 135-148

Jacobson-Tepfer - Meacham 2009

E. Jacobson-Tepfer - J. Meacham, Archaeology and Landscape in the Altai Mountains of Mongolia (Eugene 2009)

Jacobson-Tepfer u. a. 2009

E. Jacobson-Tepfer - J. Meacham - G. Tepfer, Archaeology and Landscape in the Altai Mountains of Mongolia, <https://mongolianaltai.uoregon.edu/theproject.php> (27.11.2015)

Jähne 2012

B. Jähne, Digitale Bildverarbeitung und Bildgewinnung (Heidelberg 2012)

Jettmar 1962

K. Jettmar, Ausbreitungsweg und sozialer Hintergrund des eurasiatischen Tierstils, Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft Wien 92, 1962, 176-191

Jian 2005

Y. Jian, 新疆青铜时代-早期铁器时代文化的分期和谱系, 新疆文物 3, 2005, 4-14

Jiang u. a. 2007

Q. Jiang - J. Shen - X. Liu - E. Zhang - X. Xiao, A High-resolution Climatic Change Since Holocene Inferred from Multy-proxy of Lake Sediment in Westerly Area of China, Chinese Science Bulletin 52/14, 2007, 1970-1979

Johnson - Johnson 1975

A. Johnson - A. Johnson, K-Means and Temporal Variability in Kansas City Hopewell Ceramics, American Antiquity 40/3, 1975, 283-295

Jordana u. a. 2009

X. Jordana - I. Glatés - T. Turbat - D. Batsukh - C. García - A. Isidro - P. Giscard - A. Malgosa, The Warriors of the Steppes: Osteological Evidence of Warfare and Violence from Pazyryk Tumuli in the Mongolian Altai, Journal of Archaeological Science 36, 2009, 1319 -1327

Kislow 2008

M. Kislow, Die Tierwelt des Altaigebirges, <http://www.altai.ws/altaigebirge/fauna/> (14.01.2016)

Klinge u. a. 2003

M. Klinge - J. Böhner - F. Lehmkuhl, Climate Pattern, Snow- and Timberlines in the Altai Moundtains, Central Asia, Erdkunde 57/4, 2003, 296-308

Klotz 1989

G. Klotz, Hochgebirge der Erde und ihre Pflanzen- und Tierwelt (Jena 1989)

Korr 1997

J. Korr, A Proposed Model for Cultural Landscape Study, Material Culture 29/3, 1997, 1-18

Krader 1955

L. Krader, Ecology of Central Asian Pastoralism, Southwestern Journal of Anthropology 11/4, 1955, 301-326

Kriegel u. a. 2011

H. Kriegel - P. Kröger - J. Sander - A. Zimek, Density-based Clustering, Data Mining and Knowledge Discovery 1/3, 2011, 231–240

Kurbarev 2001

V. Kubarev, Der Altai als Verkehrsweg „der grossen Wanderer“, Antike Welt 32, 2001, 121-137

Kuzmin 2008

N. Kuzmin, Prospects for Correlating Radiocarbon and Archaeological Chronologies of the Scythian and Hunno-Sarmation Age Burials in the Sayan-Altai Region, Archaeology Ethnology and Anthropology of Eurasia 35/3, 2008, 77-87

Kuzmina 2000

E.Kuzmina, The Eurasian Steppes: The Transition from Early Urbanism to Nomadism, in: J. Davis-Komball - M. Murphy - L. Koryakova - L. Yablonsky (Hrsg.), Kurgans, Ritual Sites, and Settlements (Oxford 2000), 118-125

Kuzmina 2008

E. Kurzmina, The Prehistory of the Silk Road (Philadelphia 2008)

Landinfo 2015

Landinfo, WorldView-2 50cm Global High-Resolution Satellite Imagery, <http://www.landinfo.com/WorldView2.htm> (21.09.2015)

Lasaponara - Masini 2007

R. Lasaponara - N. Masini, Detection of archaeological crop marks by using satellite QuickBird multispectral imagery, Journal of Archaeological Science 34, 2007, 214-221

Leslie - Schaller 2009

D. Leslie - G. Schaller, Bos grunniens and Bos mutus (Artiodactyla: Bovidae), Mammalian Species 836, 2009, 1-17

Li 2013

F. Li, Early China - A Social and Cultural History (Cambridge 2013)

Li 1962

Z. Li, 阿勒泰地区石人墓调查简报，文物 7/8, 1962, 103-108

Li u. a. 2013

S. Li - X. Zhang - S. Li - H. Du - L. Zhang, MultiEthnic Residential Segregation in Urumqi, China, 19822010, Sociology Study 3/10, 2013, 739-751

Liao u. a. 2014

C. Liao - S. Morreale - K. Kassam - P. Sullivan - D. Fei, Following the Green: Coupled Pastoral Migration and Vegetation Dynamics in the Altay and Tianshan Mountains of Xinjiang, China, Applied Geography 46, 2014, 61-70

Lin 2011

Y. Lin, 路开通以前新疆的交通路线, 草原文物 1, 2011, 55-64

Littleton u. a. 2012

J. Littleton - B. Floyd - B. Frohlich - M. Dickson - T. Amgalantögs - S. Karstens - K. Pearlstein, Taphonomic Analysis of Bronze Age Burials in Mongolian Khirigsuurs, Journal of Archaeological Science 39, 2012, 3361-3370

Liu 1958

M. Liu, Die chinesischen Nachrichten zur Geschichte der Ost-Türken, Göttinger asiatische Forschungen 10 (Wiesbaden 1958)

Lowe 1999

D. Lowe, Object Recognition from Local Scale-Invariant Features, Proceedings of the International Conference on Computer Vision, 1999, 1150-1157

Lowe 2001

D. Lowe, Local Feature View Clustering for 3D Object Recognition, Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2001, 682-688

Lowe 2004

D. Lowe, Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints, International Journal of Computer Vision 60/2, 2004, 91-100

Luo - Duraiswami 2008

Y. Luo - R. Duraiswami, Canny edge detection on NVIDIA CUDA, Proceedings of the IEEE Computer Vision and Pattern Recognition Conference, 2008, 1-8

MacDonald 1995

R. MacDonald, CORONA: success for space reconnaissance, a look into the cold war, and a revolution for intelligence, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 61, 1995, 689-720

Machatschek 1935

F. Machatschek, Zur Morphologie von Zentralasien, Geografiska Annaler 17, 1935, 379-393

Mazak 1981

V. Mazak, Panthera tigris, Mammalian Species 152, 1981, 1-8

Mainfort 2005

R. Mainfort, A K-Means Analysis of Late Period Ceramic Variation in the Central Mississippi Valley, Southeastern Archaeology, 24/1, 2005, 59-69

Mao u. a. 1990

B. Mao - T. Ni - X. Xie, Tourist Resources and Tourism Development in North Xinjiang, GeoJournal 21/1, 1990, 161-165

Mech 1974

D. Mech, Canis lupus, Mammalian Species 37, 1974, 1-6

Mei 2000

J. Mei, Copper and Bronze Metallurgy in Late Prehistoric Xinjiang. Its Cultural Context and Relationship with Neighbouring Regions. British Archaeological Reports International Series 865 (Oxford 2000)

Mei 2002

J. Mei, Cultural Interaction between China and Central Asia during the Bronze Age, Proceedings of the British Academy 121, 2002, 1-40

Menghin u. a. 2007

W. Menghin - H. Parzinger - A. Nagler - M. Nawroth (Hrsg.), Im Zeichen des goldenen Greifen: Königsgräber der Skythen, Ausstellungskatalog Berlin (München 2007)

Merlin 2003

M. Merlin, Archaeological Evidence for the Tradition of Psychoactive Plant Use in the Old World, Economic Botany 57/3, 2003, 295-323

Meteoblue 2014

Meteoblue, Climate Kanas Airport, <https://www.meteoblue.com/en/weather/forecast/modelclim ate/kanas-airport_china_8260733> (13.01.2016)

Millican 2012

K. Millican, The Outside Inside: Combining Aerial Photographs, Cropmarks and Landscape Experience, Journal of Archaeological Method and Theory, 19, 2012, 548–563

Molodin 2001

V. Molodin, Bronzezeit im Berg-Altai, Eurasia Antiqua 7, 2001, 1-51

Morkovkin u. a. 2013

G. Morkovkin - Y. Litvinenko - N. Maksimova, Dynamics of Soil Cover STate and Degradation Processes Intensity in Natural Soil Zones of the Altai Region, Eurasian Journal of Soil Science 2, 2013, 97-101

Murphy u. a. 2013

E. Murphy, R. Schulting - N. Beer - Y. Chistov - A. Kasparov - M. Pshenitsyna, Iron Age Pastoral Nomadism and Agriculture in the Eastern Eurasian Steppe: Implications from Dental Paleaopathology and Stable Carbon and Nitrogen Isotopes, Journal of Archaeological Science 40, 2013, 2547-2560

NASA 2015

NASA, The Shuttle Radar Topography Mission C-band data for North America and South America are available to the public, <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/dataprod.htm> (07.09.2015)

New York Times 2009

New York Times, Riots in Western China Amid Ethnic Tension, 2009, <http://www.nytimes.com/2009/07/06/world/asia/06china.ht ml?ref=global-home&_r=0>, (02.10.2015)

NRO 2011

NRO, The GAMBIT and HEXAGON Histories, 2011, 1-194, <http://www.nro.gov/foia/declass/GAMHEX/GAMBIT%20and %20HEXAGON%20Histories/6.PDF>, (16.09.2015)

Omarov u. a. 2014

G. Omarov - D. Baigunakov - G. Sabdenova, The Deer in Iron Age Art in Central Asia: the Common Trends in Perception of Images, Procedia Social and Behavioural Sciences 122, 2014, 269-272

Öhrig 1988

B. Öhrig, Bestattungsriten alttürkischer Aristokratie im Lichte der Inschriften (München 1988)

O'Sullivan - Unwin 2003

D. O'Sullivan - D. Unwin, Geographic Information Analysis (Hoboken 2003)

Parzinger 2002

H. Parzinger, Archäologische Forschung in der sibirischen Steppe: Das skythische Fürstengrab von Aržan - Festvortrag von Prof. Dr. H. Parzinger anlässlich der Jahresversammlung der Deutschen Forschungsgemeinschaft in Bonn am 3. Juli 2002, <http://dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/reden _stellungnahmen/download/vortrag_parzinger_03_07_02.pdf> (03.11.2015), 2002, 1-12

Parzinger 2004

H. Parzinger, Die Skythen (München 2004)

Parzinger 2006

H. Parzinger, Die frühen Völker Eurasiens. Vom Neolithikum zum Mittelalter (München 2006)

Parzinger u. a. 2011

H. Parzinger - V. Molodin - D. Tseveendorzh, New Discoveries in Mongolian Altai: the Warrior Grave of the Pazyryk Culture at Olon- Güüriin-Gol 10, in: J. Bemmann - H. Parzinger - E. Pohl - D. Tseveendorzh (Hrsg.), Current Archaeological Research in Mongolia: Papers from the First International Conference on

„Archaeological Research in Mongolia“ held in Ulaanbaatar, 19.-23. August 2007 (Bonn 2009) 203-220

Pasitschniak-Arts 1993

M. Pasitschniak-Arts, Ursus arctos, Mammalian Species 439, 1993, 1-10

Pasitschniak-Arts - Larvière 1995

M. Pasitschniak-Arts - S. Larvière, Gulo gulo, Mammalian Species 499, 1995, 1-10

Pavelkova u. a. 2014

V. Pavelkova - J. Robovsky - J. Riegert, Ecological Structure of Recent and Last Glacial Mammalian Faunas in Northern Eurasia: The Case of Altai-Sayan Refugium. PLoS ONE 9/1, 2014, 1-8

Pederson u. a. 2014

N. Pederson - A. Hessl - N. Baatarbileg - K. Anchukaitis - N. Di Cosmo, Pluvials, droughts, the Mongol Empire and Modern Mongolia, Proceedings of the National Academy of Sciences 111/12, 2014, 4375-4379

P'jankov 1994

I. P'jankov, The Ethnic History of the Sakas, in: B. Litvinskii - C. Bromber (Hrsg.), The Archaeology and Art of Central Asia: Studies from the Former Soviet Union, Bulletin of the Asia Institute, New Series 8 (Bloomfield Hills 1994) 37-46

Plets u. a. 2012

G. Plets - W. Gheyle - G. Verhoeven - J. De Reu - J. Bourgeois - J. Verhegge - B. Stichelbaut, Three-dimensional Recording of Archaeological Remains in the Altai Mountains, Antiquity 86, 2012, 884-897

Plets 2013

G. Plets, Heritages in the Making (Diss. Universität Gent 2013)

Polosmak - Seifert 1996

N. Polosmak - M. Seifert, Menschen aus dem Eis Sibiriens, Antike Welt 27, 1996, 87-106

Potts 2004

D. Potts, Camel Hybridization and the Role of Camelus bactrianus in the Ancient Near East, Journal of the Economic and Social History of the Orient 47/2, 2004, 143-165

Radlov 1884

V. Radlov drevije adorigei sibirij schivoijsijaya russiya (sankt peterburg 1884) vollzitat siehe parzinger s. 981)

Rudaya u. a. 2009

N. Rudaya - P. Tarasov - N. Dorofeyuk - N. Solovievad - I. Kalugine - A. Andreev - A. Daryin - B. Diekmann - F. Riedel - N. Tserendash - M. Wagner, Holocene Environments and Climate in the Mongolian Altai Reconstructed from the Hoton-Nur Pollen and Diatom Records: a Step Towards Better Understanding Climate Dynamics in Central Asia, Quarternary Science Reviews 28, 2009, 540-554

Rudenko u. a. 1961

S. Rudenko - H. Wormington - C. Chard, The Ust'-Kanskaia Paleolithic Cave Site, Siberia, American Antiquity 27/2, 1961, 203-215

Rudenko 1970

S.Rudenko. Frozen tombs of Sibiria: The Pazyryk Burials of Iron Age Horseman (Berkeley 1970)

Rybin 2005

E. Rybin, Land Use and Settlement Patterns in the Mountainous Belt of South Siberia, Indo-Pacific Prehistory Association Bulletin 25, 2005, 79-87

Samašev u. a. 2000

Z. Samašev - G. Bazarbaeva - G. Zhumabekova - H. Francfort, Le kourgane de Berel' dans l'Altaı kazakhstanais, Arts Asiatiques 55, 2000, 5–20

Samašev u. a. 2002

Z. Samašev - G. Barzarbaeva - G. Žumabekova, Die goldhütenden Greifen des Herodot und die archäologische Kultur der frühen Nomaden im kazachischen Altai Eurasia Antiqua 8, 2002, 237-267

Samašev 2007

Z. Samašev, Die Fürstengräber von Berel, in: W. Menghin - H. Parzinger - A. Nagler - M. Nawroth (Hrsg.), Im Zeichen des goldenen Greifen: Königsgräber der Skythen, Ausstellungskatalog Berlin (München 2007), 132-137

SBSM 2015

SBSM, 国家测绘地理信息局: 外国的组织或者个人来华测绘管理暂行办法, <http://www.sbsm.gov.cn/article/zcfg/bmgz/201107/20110 700086493.shtml> (29.09.2015)

Schmidt 2015

S. Schmidt, SRTM-1 (1 Arc-Second) ab sofort mit nahezu globaler Deckung verfügbar, <http://www.digital-geography.com/srtm-1-1-arc- second-ab-sofort-mit-nahezu-globaler-deckung-verfuegbar/> (08.09.2015)

Schomberg 1928

R. Schomberg, From the Tien Shan to the Altai, The Geographical Journal 72/6, 532-536

Shapiro - Stockman 2001

L. Shapiro - G. Stockman, Computer Vision (Seattle 2001)

Sinor 1972

D. Sinor, Horse and Pasture in Inner Asian History, Oriens Extremus 19/1-2, 1972, 171-183

Sipa-Anan - Hartley 2008

C. Sipa-Anan - R. Hartley, Optimised KD-Trees for Fast Image Descriptor Matching, Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2008, 2564–2571

Sokolov - Lushchekina 1997

V. Sokolov - A. Lushchekina, Procapra gutturosa, Mammalian Species 571, 1997, 1-5

Stark 2008

S. Stark, Die Alttürkenzeit in Mittel- und Zentralasien: Archäologische und historische Studien (Wiesbaden 2008)

Takahama - Hayashi 2003

S. Takahama - T. Hayashi, Preliminary Report on Archaeological Investigations in Mongolia 2003 by the Permanent Archaeological Joint Mongolian and Japanese Mission, Ulaan Bataar Institute of Archaeology, 2003

TerraIncognita 2015

TerraIncognita, TerraIncognita - GPS mapping and management software, <http://sourceforge.net/p/terraincognita2/wiki/Home/> (08.09.2015)

The Permanent Archaeological Joint Mongolian and Japanese Mission 2005

The Permanent Archaeological Joint Mongolian and Japanese Mission, Preliminary Report of the Archaeological Investigations in Mongolia 2005, <http://www.f.waseda.jp/yukis/sougen/PDF/Newsletter

Tilley 1994

C. Tilley, A Phenomenology of Landscape (Oxford 1994)

Tishkin 2011

A. Tishkin, Characteristic Burials of the Xiongnu Period at Ialoman-II in the Altai, in: U. Brosseder - B. Miller (Hrsg.), Xiongnu Archaeology: Multidisciplinary Perspectives of the First Steppe Empire in Inner Asia (Bonn 2011)

Torrence 2002

R. Torrence, Cultural Landscape on Garua Island, Antiquity 76, 2002, 766-776

Tran u. a. 2013

T. Tran - K. Drab - M. Daszykowski, Revised DBSACN Algorithm to Cluster Data With Dense Adjacent Clusters, Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems 120, 2013, 92-96

Trier u. a. 2008

Ø. Trier - A. Loska - S. Larsen - R. Solberg, Automatic Detection of Circular Structures in High-resolution Satellite Images of Agricultural Land, European Association of Remote Sensing Laboratories, 2008, 17-21

Trier u. a. 2009

Ø. Trier - S. Larsen - R. Solberg, Detection of Burial Mounds in High-resolution Satellite Images of Agricultural Land, Archaeological Prospection 16/1, 2009, 1-15

Tong u. a. 2013

W. Tong - Z. Yu - Y. Wu - Y. Liu - W. Hu, 新疆阿勒泰地区古墓葬发掘简报, 文物 3, 2013, 15-19

UNESCO 2008

UNESCO, Preservation of the Frozen Tombs of the Altai Mountains, UNESCO (Paris 2008)

UNESCO 1978

UNESCO, Soil Map of the World - North and Central Asia (Paris 1978)

USGS 2014a

USGS, CORONA Satellite Photography, <https://lta.cr.usgs.gov/Guides/-disp.html> (16.09.2015)

USGS 2014b

USGS, Declassified Satellite Imagery - 1, <https://lta.cr.usgs.gov/declass_1> (16.09.2015)

USGS 2015

USGS, EarthExplorer, <http://earthexplorer.usgs.gov/> (07.09.2015)

Van Moorter u. a. 2010

B. Van Moorter - D. Visscher - C. Jerde - J. Frair - E. Merrill, IDentifying Movement States From Location Data USing Cluster Analysis, The Journal of Wildlife Management 74/3, 2010, 588-594

Verhoeven 2011

G. Verhoeven, Taking Computer Vision Aloft - Archaeological Three- dimensional Reconstructions from Aerial Photographs with PhotoScan, Archaeological Prospection 18, 2011, 67-73

VLFeat 2013

VLFeat, The SIFT Descriptor, <http://www.vlfeat.org/> (13.10.2015)

Walker 1982 A. Walker, Deserts of China, American Scientist 70/4, 1982, 366-376

Wang 1981

M. Wang, 新疆克尔木齐古墓群发掘简报，文物 1, 1981, 23-32

Wang - Qi 1995

B. Wang - X. Qi, 丝绸之路草原石人研究 (Wulumuqi 1995)

Wang u. a. 2006

T. Wang - D. Hong - B. Jahn - Y. Tong - Y. Wang - B. Han - X. Wang, Timing, Petrogenesis, and Setting of Paleozoic Synorogenic Intrusions from the Altai Mountains, Northwest China: Implications for the Tectonic Evolution of an Accretionary Orogen, The Journal of Geology 114/6, 2006, 735-751

Wendland 1966

F. Wendland, Geologie des Altai, Fortschritte der sowjetischen Geologie, 1966, 1-187

Wright 2007

J. Wright, Organizational Principles of Khirigsuur monuments in the Lower Egiin Gol Valley, Journal of Anthropological Archaeology 26/3, 350365

Xinjiang Wenwuju 2007

Xinjiang Wenwuju, 中华人民共和国考古涉外工作管理办法, <http://www.xjww.com.cn/news/show-4803.aspx> (27.11.2015)

Xu u. a. 2005

J. Xu - R. Ding - Y. Xie - C. Zhong - X. Yuan, Pure CO_2 Fluids in the Sarekoubu Gold Deposit at Southern Margin of Altai Mountains in Xinjiang, West China, Chinese Science Bulletin 50/4, 2005, 333-340

Yablonsky 2000

L. Yablonsky, 'Scythian Triad' and 'Scythian World', in: J. Davis- Kimball - E. Murphy - L. Koryakova - L. Yablonsky (Hrsg.), Kurgans, Ritual Sites, and Settlements: Eurasian Bronze and Iron Age (Oxford 2000) 3-8

Yang 2006

J. Yang, Learners and Users of English in China, English Today 22/2, 2006, 3–10

Yu u. a. 2013

J. Yu - Z. Dang - W. Hu, 新疆哈巴河东塔勒德墓地发掘简报, 文物 3 2013 4-14

Yu u. a. 2014

J. Yu - X. Hu - Y. Yu, 新疆布尔津喀纳斯下湖口图瓦新村墓地发掘, 文物 7, 2014, 4-16

Zhang u. a. 2012

L. Zhang - Y. Zheng - Y. Chen, Ore Geology and Fluid Inclusion Geochemistry of the Tiemurt Pb-Zn-Cu Depostit, Altay, Xinjiang, China: A Case Study of Orogenic-type Pb-Zn Systems, Journal of Asian Earth Sciences 49, 2012, 69-79

Zink 2013

M. Zink, TanDEM-X MissionStatus 5th TerraSAR-X / 4th TanDEM-X Science Team Meeting, Oberpfaffenhofen, 2013

o.V. 1876

o.V., Die Bewohner des Schwarzen Irtysch-Thales, Zeitschrift für Ethnologie 8, 1876, 62-69