

Zur Rekonstruktion eines bronzezeitlichen Streitwagens nach archäologischen Befunden der Sintašta-Kultur im Transural

Wolfgang F. A. Lobisser

Summary – The reconstruction model of a Bronze Age warrior chariot according to archaeological findings from the Sintašta-Culture in Transural. *The appearance of two wheeled warrior chariots that were pulled by horses in the southern Ural area changed the life of Bronze Age people greatly concerning social, economical, but maybe also spiritual aspects. These chariots spread over a wide area quite quickly and reached the Balkan-Danube region and the Near East, as well as regions in the east of Asia. In Sintašta in the southern Ural area, several graves were excavated some 40 years ago, which contained two wheeled chariots and skeletons of horses. The graves could be dated to the time between 2100 and 1700 BC. The spoked wheels had been put into special pits on the bottom of the graves so that the impressions of their form could be documented. We also know the distance between the wheels and some other details concerning their construction.*

For the exhibition “Unknown Kasachstan – Archaeology in the very Core of Asia” hosted by the German Mining Museum in Bochum, the author was invited to reconstruct a model of such a warrior chariot in scale 1:1 according to the findings of that time. This challenge gave the chance to carry out some practical experimental studies concerning building materials, tools and mounting techniques that could have been used during Bronze Age.

Einleitung

In Sintašta im südlichen Uralgebiet konnten mehrere Gräber mit zweirädrigen Wagen geborgen werden, deren Räder bereits Speichen aufwiesen und die in die Zeit um 2100 und 1700 vor unserer Zeitrechnung datieren (GENING, ZDANOVICH, GENING 1992). Sie gehören somit zu den ältesten bekannten Wagen dieser Art (EPIMACHOV, KORJAKOVA 2004, 222). In der Archäologie werden „Streitwagen“ durch gemeinsame Merkmale wie Speichenräder, Zugpferde und Zaumzeugbestandteile charakterisiert. Das Aufkommen von zweirädrigen Streitwagen, die von Pfer-

den gezogen wurden, veränderte das Leben der bronzezeitlichen Menschen in sozialer, wirtschaftlicher und wohl auch in geistiger Hinsicht weitgehend. Sehr schnell haben sich diese Wagen von den Steppengebieten zwischen den Flüssen Don und Ishim bis zur Balkan-Donau-Region und Vorderasien nach Westen, aber auch bis weit nach Osten hin ausgebreitet (KUKUŠKIN 2013, 221ff.). Für die Ausstellung „Unbekanntes Kasachstan – Archäologie im Herzen Asiens“ des deutschen Bergbaumuseums in Bochum wurde der Autor eingeladen, das Modell eines derartigen Wagens im Maßstab 1:1 auf der Basis der bekannten Funde und Befunde

aus Sintašta zu entwickeln und zu bauen. Dadurch ergab sich die Gelegenheit, experimentelle Studien zu möglichen Herstellungsmaterialien, Werkzeugtypen und Verbindungstechniken in der Bronzezeit durchzuführen. Um dieses Wagenmodell in der Ausstellung möglichst lebensnah präsentieren und inszenieren zu können, wurden von Herrn Detlef Wölfel Modelle von zwei Pferden in gestrecktem Galopp sowie von einem Wagenlenker in Originalgröße angefertigt.

Rekonstruktionsmodell eines Wagens der Sintašta-Kultur

Das Ziel war es, auf der Basis der Wagengräberfunde von Sintašta ein idealisiertes Wagenmodell zu entwickeln und auch in der Praxis zu bauen, das alle bekannten Konstruktionsdetails berücksichtigt und zu einem sinnvollen Ganzen vereinigt. Wo die Informationen aus Sintašta selbst nicht ausreichten, wurden Informationen aus anderen zum Teil etwas jüngeren Wagengrabfunden herangezogen. Da die Streitwagen von Sintašta zu den ältesten bekannt gewordenen gezählt werden dürfen, sollte ein einfaches Modell gezeigt werden, welches theoretisch jedoch den Ansprüchen einer praktischen Verwendung gerecht werden konnte. Für die praktische Umsetzung standen mir nachgebildete Werkzeuge der mitteleuropäischen Bronzezeit zur Verfügung. Mein Werkzeugsatz umfasste Bronzebeile, Dechseln, Stemmbeitel unterschiedlicher Breite, einen Hohlbeitel, Ahlen und Pflöme, Bronzebohrer und Messer sowie einen Holzzirkel mit Bronzespitzen. Im Zuge der Arbeiten kamen auch moderne Werkzeuge zum Einsatz, doch wurde Augenmerk darauf gelegt, dass alle Arbeitsschritte mit Bronzewerkzeugen durchgeführt werden konnten, bzw. dass die gezeigten Oberflächen und die angewandten Holzverbindungstechniken bronzzeitlicher Technologie entsprachen.

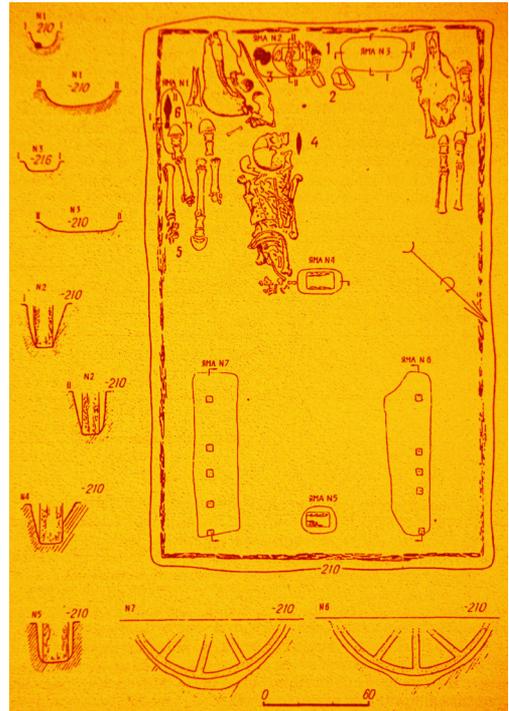


Abb. 1: Archäologischer Befund von Grab 30 aus Sintašta mit Streitwagen, Pferdeknöchel und Trensenknebel. Die Gruben für die Räder und auch die Pfosten, die als Auflager für die Deichsel im Grab interpretiert werden, sind deutlich erkennbar. – Archaeological evidence of grave 30 from Sintašta with chariot, horse bones and shield cheekpieces. The pits for the wheels and also the posts which are interpreted to be supports to fix the pole of the chariot in the grave can be seen.

Grundsätzlich darf man davon ausgehen, dass die Konstruktionshölzer eines Wagens in der Bronzezeit in relativ frischem Zustand verarbeitet wurden, da sich abgelagertes Hartholz mit Werkzeugen aus Bronze nur sehr schwer bearbeiten ließ und man dabei stets Gefahr lief, dass die Werkzeuge Schaden nahmen. Das bedeutete, dass alle Holzverbindungen des Wagens so beschaffen sein mussten, dass sie beim Nachtrocknen des Holzes, das stets mit einem gewissen Schwin-

dungsverhalten verbunden ist, ihre Festigkeit und damit die Stabilität der gesamten Konstruktion nicht verloren.

Wagengräber von Sintašta

In Sintašta hat man mindestens 6 Gräber geborgen, die jeweils einen zweirädrigen Wagen mit Speichenrädern oder zumindest Teile eines solchen enthielten. Es handelt sich um die Gräber 5, 12, 16, 19, 28 und 30 (GENING, ZDANOVICH, GENING 1992). Die Räder der Wagen wurden in den Gräbern in eigens ausgehobene Längsgruben gestellt, die man in den Boden der Grabkammern eingetieft hatte, so dass sich Abdrücke derselben erhalten konnten (Abb. 1). Diese Abdrücke zeigen die unteren Bereiche von Speichenrädern mit Felgen. Die Abstände zwischen den Speichen weisen darauf hin, dass die Räder ursprünglich etwa 8 bis 12 Speichen aufgewiesen haben müssen. Die Querschnitte der rechteckigen Speichen lagen im Bereich von etwa 3 auf 4 cm. Die Breite der Felgen darf auf etwa 4 bis maximal 5 cm geschätzt werden. Die Durchmesser der Räder haben zwischen 90 und 100 cm betragen. Die Positionierung der Räderpaare in den Gräbern spricht dafür, dass diese zum Zeitpunkt ihrer Deponierungen auf die zugehörigen Achsen aufgesteckt waren. Die Abstände zwischen den Rädern betragen in Sintašta zwischen 120 und 150 cm. Im mittleren Bereich der Gräber finden sich neben den Knochenresten von Pferden und diversen Grabbeigaben, zu denen man auch Waffen und Teile von Pferdezaumzeug zählen darf, Pfostenstellungen, die als Auflagen für die Wagendeichseln interpretiert werden. Es erscheint nicht gesichert, ob man den Toten – im Sinne von *pars pro toto* – nur Wagenbestandteile oder wirklich ganze Wagen mit ins Grab gegeben hat, doch gehen viele Forscher von letzterem aus. In Sintašta waren die Grabkammern bis zu 125 cm hoch (EPIMACHOV, KORJAKOVA

2004), so dass man die Wagen, deren Räder ja bis zu 35 cm in den Boden eingetieft waren, ohne weiteres in zusammengesetztem Zustand in die Kammern gestellt haben könnte. Die Höhe der Wagenaufbauten, sprich der Wagenkästen, könnte dabei bis zu etwa 1 m betragen haben, wobei man in Sintašta wohl von eher kleineren Wagenkästen ausgehen darf, die nur für eine Person konzipiert waren. Dass sich in Sintašta keinerlei Wagenbestandteile aus Metall oder aus Bein gefunden haben, spricht dafür, dass diese Wagen ausschließlich aus Holz und anderen organischen Materialien konstruiert gewesen sind. Von den Holzbestandteilen haben sich leider nur die Abdrücke erhalten, so dass keinerlei Hinweise auf die verwendeten Holzarten verfügbar waren.

Andere archäologische Befunde zu zweirädrigen Streitwagen

Die archäologischen Hinweise zur Beschaffenheit der Streitwagen von Sintašta, die sich aus den Gräbern ableiten lassen, sind ein guter Ansatz, reichen aber nicht aus, um ein Bild von der Konstruktion der Wagen zu zeichnen (KUZMINA ET AL. 2007, 111). So galt es, auch andere, zum Teil zeitlich jüngere Wagengräber zu studieren. Bodenverfärbungen in Kurgan 9 von Krivoe Ozero wurden als Hinweise auf eine Radnabe gedeutet, die seitlich deutlich über das Rad hinausragte (VINOGRADOV 2003). So können wir davon ausgehen, dass die Speichenräder der frühen Streitwagen auf jeden Fall mit mittig gelochten Radnaben ausgestattet und auf feststehenden Achsen montiert waren. Auf diesen Achsen sollten konsequenterweise die anderen Bestandteile wie Deichsel und Wagenkasten montiert gewesen sein. Die Kästen könnten aus Korbgeflecht oder aus Holzteilen bestanden haben, welche durch Lederriemen zusammengehalten wurden (EPIMACHOV, KORJAKOVA

2004, 223). Aus dem Gräberfeld von Sattan in Zentralkasachstan ist eine Felge bekannt geworden, die mit Leder oder Rohhaut umwickelt war. Im Bereich der Felge wurden Spuren einer roten Farbe gefunden sowie kleine Nägel aus Knochen, die zur Befestigung des Leders auf der Felge gedient haben könnten (NOVOŽENOV 1994). Von dort ist auch die Dimension eines Wagenkastens mit 120 auf 67 cm überliefert (KUZMINA ET AL. 2007, 110). Bei anderen Gräbern des Streitwagenkomplexes wurden Grabkammerhöhen von 60 bis 70 cm festgestellt (EPIMACHOV 1996). In diesen Fällen hatte man vermutlich den Wagenkasten abgenommen und Wagenteile entweder einzeln deponiert oder überhaupt weggelassen. So darf man vermuten, dass die Wagenkästen abmontiert werden konnten. Bei zahlreichen Gräbern der eurasischen bronzezeitlichen Streitwagenkulturen deutet die Position der Pferdeköpfe im Grab auf die Verwendung von Jochstangen hin. Auch aus dem heutigen China sind Wagenbestattungen bekannt geworden. Diese stammen aus der späten Shang-Dynastie und lassen sich in die Zeit zwischen dem 13. und dem 11. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung datieren. Auch hier war die Beigabe von ganzen Wagen mit den zugehörigen Gespannen üblich (BAGLEY 1999). Zwar konnten sich auch dort kaum Holzbestandteile erhalten, aber durch spezielle Bodenbedingungen konnte man in einzelnen Fällen die Abdrücke und Verfärbungen der Konstruktionshölzer mit beachtenswerter Präzision fassen, so dass sich wertvolle Aufschlüsse zur Konstruktionstechnik ablesen ließen. Die Wagen sind etwas größer als die aus Sintašta bekannt gewordenen, doch lassen sich weitgehende Parallelen in der Bauweise konstatieren. M. Wagner skizziert diese Konstruktionsmerkmale folgendermaßen: „Ein shangzeitlicher Wagen bestand aus einer knapp 3 m langen Deichsel, die sich zum Jochbaum hin nach

oben aufbog und zur anderen Seite, zur Achse hin verjüngte. Deichsel und Jochbaum waren durch Lederriemen oder Flechtstricke beweglich miteinander verbunden. Auf gleiche Weise befestigte man die beiden geradschenkigen Jochgabeln am Jochbaum. Die tonnenförmigen Radnaben aus Holz wurden durch Achsstifte aus Holz oder Bronze auf der gut 3 m langen Achse fixiert.“ (WAGNER, LEUBE 2004, 108). Zu den Felgen führt er an gleicher Stelle aus: „Die Felgen mit keilförmigem Querschnitt bestanden aus zwei oder mehr Segmenten, deren Passstellen durch Bronzebeschläge gesichert wurden. Der Schwerpunkt des rechteckigen oder ovalen Wagenkastens lag unmittelbar über dem Deichsel-Achsenkreuz. Der Boden bestand entweder aus strohbedeckten Holzplanken oder aus Lederflechtwerk. Für die Wände des Wagenkastens pflegte man Holzgitter oder Rattan zu verwenden. Die Grabungsbefunde lassen deutlich eine Öffnung in der Mitte der Rückwand erkennen, durch die der Wagen bestiegen wurde. Weitaus weniger gut hat sich der obere Abschluss der Wandung im Boden erhalten, so dass sich schwer abschätzen lässt, wie hoch die Brüstung, insbesondere der darüber hinaus ragende Halte- oder Stütz-Bügel wirklich war.“ Zu einem Wagengrab aus Guojiazhuang bemerkt Wagner, dass man dort für den Bodenrahmen des Wagenkastens vier Hölzer verwendet hätte, in welche die Stützen für das Aufgehende eingezapft gewesen seien (WAGNER, LEUBE 2004, 114). Im Zuge der Recherche für das Wagenmodell wurden noch zahlreiche weitere Nachweise zu bronzezeitlichen Wagen herangezogen, auch solche von Felsbildern (vgl. DËVLET, DËVLET 2004) oder auch spätbronzezeitliche Wagen aus dem ägyptischen Bereich (vgl. HEROLD 2004; DEL FRANCIA 2002). Zum Aussehen von frühen Streitwagen gab es auch bereits einige Vorarbeiten in Form von skizzenartigen Rekonstruktionsvor-

schlagen (vgl. GENING, ZDANOVICH, GENING 1992, 184-215), die jedoch nicht unwiderprochen geblieben sind (vgl. KUZMINA ET AL. 2007, 109ff.)

Konstruktionsholz

Wir dürfen davon ausgehen, dass man für den Bau von derartigen Wagen in der Bronzezeit auf mehrere verschiedene Holzarten zurückgegriffen hat, die dabei je nach optimaler Eignung für verschiedene Bauteile zur Anwendung gekommen sind (vgl. HEROLD 2004, 135). Da keine Information zu den in der Bronzezeit eingesetzten Holzarten verfügbar war, habe ich mich bei der Rekonstruktion für Eichen-, vor allem aber für Eschenholz entschieden. Eichen- und Eschenholz war in der Bronzezeit im Transural verfügbar und beide wurden bis in die jüngste Vergangenheit sehr häufig und auch sehr vielseitig im Wagenbau eingesetzt (z. B. RINGGER 1989; RAUSCH 1899, 26). Eschenholz ist sehr biegsam und strapazierfähig und weist auch eine hohe Bruchfestigkeit auf. Eschen- und auch Eichenholz lassen sich sowohl radial als auch tangential gut spalten. Da zu vermuten ist, dass man in der Bronzezeit die Rohlinge für viele Konstruktionshölzer durch Spalten aus dem Rundholz gewonnen hat, habe ich nahezu astfreies Holz mit geradem Wuchs ausgewählt. Bei gespaltenen Rohlingen konnte man sicher sein, dass die einzelnen Holzfasern wirklich vom Anfang bis zum Ende eines Holzstückes durchliefen. Dadurch wurde es möglich, Konstruktionsteile sehr klein zu dimensionieren, ohne Stabilität zu verlieren. Im Gegenteil erhöhte sich diese, da diese Stücke biegsam waren und bei starker Beanspruchung nicht gleich brachen. Der gerade Wuchs verhinderte allfällige unangenehme Verwindungen der Konstruktionsteile. Gleichzeitig wurde der Wagen dadurch sehr leicht, eine Eigenschaft, die in der Bronzezeit sicher erwünscht und auch angestrebt wurde.

Radnaben

Es kann kein Zweifel daran bestehen, dass die Räder der Streitwagen der Sintašta-Kultur aus Radnabe, Speichen und seitlich vorstehenden Felgen bestanden, wobei die Radnaben frei auf feststehenden Achsen bewegt werden konnten. So starteten die praktischen Arbeiten mit der Anfertigung von zwei Naben aus Eichenholz. Die Naben sollten bei einer Länge von mindestens 20 cm einen Durchmesser von 15 cm aufweisen, damit innen genug Platz für die 5 cm starken Achsen blieb, wenn von außen die rechteckigen Ausnehmungen für die Aufnahme der Speichen eingestemmt wurden. Die Rohlinge wurden außen rund zugearbeitet und an ihren Enden im rechten Winkel gerade abgetrennt. In der frühen Bronzezeit konnte man für diese Arbeitsschritte Beile oder Dechseln verwenden. Vielleicht gab es aber auch schon einfache Drechselbänke, um die Naben achsialsymmetrisch abrichten zu können. Schwieriger wurde es, als es galt, in die Achsen mittig Löcher mit Durchmessern von etwas mehr als 5 cm zu bohren, welche in das stehende Holz der Rohlinge gearbeitet werden mussten. Ich kam zu dem Schluss, dass dieser Arbeitsschritt so in der Bronzezeit wahrscheinlich nicht möglich war. Es fand sich kein bronzezeitlicher Werkzeugtyp für diese Herausforderung. Aber es gab eine andere Lösung für diese Problemstellung: Wurden die Achsenrohlinge genau in der Mitte gespalten, konnten jeweils die halbe Ausnehmung mit einem hohlen Bronzebeitel in beide Hälften eingestemmt werden. Etwa 3 cm vor den Nabenenden wurden beidseitig massive Rillen für Riemenwicklungen eingearbeitet, um die wieder zusammengefügten Nabenhälften zu stabilisieren. Nun konnten im Mittelbereich der Naben die Positionen von jeweils 12 Speichen mit gleichem Abstand zueinander angezeichnet werden. Zur Einteilung

der Abstände verwendete ich einen Holzzirkel mit Bronzespitzen (vgl. LOBISSER 2008, 40). Zum Anzeichnen ließen sich Bronzepfrieme verwenden. Es erwies sich als vorteilhaft, an den Positionen der rechteckigen Zapfenlöcher zuerst jeweils zwei Bohrungen vorzunehmen, weil sich dann der Rest besser und vor allem schneller mit Bronzebeiteln ausarbeiten ließ (Abb. 2).



Abb. 2: Die Ausnehmungen für die Speichen wurden mit einem Bronzebohrer an den Radnaben vorgebohrt. Im Vordergrund Nachbildungen von Bronzewerkzeugen. – First the recesses for the spokes were drilled in the wheel hubs with a bronze drill. In front some remakes of Bronze Age tools.

Speichen

Die Speichen wurden aus Eschenrohlingen mit einer Länge von etwa 37 cm angefertigt und wiesen an ihren dickeren, an der Nabe liegenden Bereichen etwa 3 auf

4 cm auf. An diesen Enden wurden rechteckige Zapfen so angebracht, dass diese streng in die vorgestemten Löcher der Naben passten (Abb. 3) und umlaufend ein Falz als Anschlag stehen blieb. Nach außen hin verliefen die Speichen konisch und fanden ihre Enden in runden Zapfen von etwa 2 cm Stärke. Zur Fertigung der Speichen haben sich Randleistenbeile für die grobe Form und Bronzemesser für die Feinarbeit angeboten. Zum Absetzen der Zapfen waren Stemmbeitel zweckdienlich.

Felgen

Es wäre durchaus vorstellbar, dass man die Felgenkränze der Räder in der Bronzezeit jeweils aus einem Stück Holz fertigte, das man genau in die richtige Form gebogen hat. Vor dem Biegen hätte man das frische Holz in Wasser geweicht, vielleicht auch mit Wasserdampf gearbeitet. Bei dem Modell orientierte ich mich an den chinesischen Befunden der späten Shang-Dynastie und dort waren die Felgen aus mehreren Segmenten zusammengesetzt. Bei sechs Segmenten pro Rad konnte jedes Segment auf zwei Speichen aufgesteckt werden. Diese Einteilung erschien auch deshalb sehr nahelegend, weil dabei die Länge der einzelnen Felgensegmente genau dem Raddurchmesser entsprach und man dieses Maß sehr gut mit einem Zirkel abschlagen konnte. Die gekrümmten Segmente mit einem Querschnitt von etwa 4,5 auf 5,5 cm konnte man mit Beil oder Dechsel aus gespaltenen Rohlingen fertigen. Die Enden wurden in der Art mit schrägen Flächen versehen, dass sechs Stück zusammen genau einen Kreis ergaben. Bei jeweils einem Viertel ihrer Länge von den Enden her gesehen wurden die Stücke an den Innenseiten der Krümmung mit ca. 3 cm tiefen runden Löchern für die Speichen versehen.



Abb. 3: Nach dem Vorbohren wurden die Speichenlöcher der Naben mit einem Bronzemeißel rechteckig ausgeformt. – After the drilling of the spoke holes, they were reworked with a bronze chisel to give them their rectangular form.



Abb. 4: Die einzelnen Bestandteile der Felgen wurden mit einem Hammer auf die runden Enden der Speichen aufgesetzt. – The single parts of the rims were put on the round ends of the spokes with a hammer.

Montage der Räder

Zur Montage der Räder wurden die Naben auf ein horizontal fixiertes rundes Holz gesteckt, das der späteren Achse entsprach. Nun konnten der Reihe nach die Speichen in die vorgesehenen Vertiefungen geklopft werden. Durch stetes Drehen der Naben bei seitlichem Nachjustieren der Speichen war es mir möglich, diese genau in eine Flucht zu bringen. Anschließend habe ich die Felgensegmente auf die runden Enden der Speichen gesetzt und mit einem Hammer zusammengetrieben, bis sich ihre Enden berührten (Abb. 4). An diesen hatte ich die Segmente mittig mit Schlitzern versehen, in die nun kleine Längshölzer als eingesetzte Nutzapfen gesteckt werden konnten, die den Zusammenhalt der Fel-

gensegmente gewährleisten und diese gegen seitliches Verrutschen sicherten. So entstanden zwei Räder mit jeweils 12 Speichen und Durchmessern von ca. 90 cm. In Anlehnung an den Befund von Saktan (NOVOŽENOV 1994) wurden die Felgen der Räder mit rotem Eisenpigmentpulver eingefärbt, wobei Leinöl als Bindemittel diente.

Achse

Die Achse wurde aus einer etwa 175 cm langen Bohle aus Esche gefertigt und auf einen rechteckigen Querschnitt von 14 auf 6 cm zugearbeitet. Das im Verbund hochkant eingesetzte Stück wurde an beiden Enden auf einer Länge von 35 cm mit runden Zapfen mit einem Durchmesser von 5 cm versehen. Am Übergang

wurden diese Zapfen im rechten Winkel abgesetzt, so dass die aufgesteckten Räder beim Laufen einen gleichmäßigen Anschlag hatten.

Einige Millimeter vor den aufgesteckten Rädern wurden in die Vorstöße der Achse keilförmige Achsnägel aus Eschenholz eingearbeitet, die die Räder in Position hielten. Dadurch ergab sich eine Spurweite von etwa 130 cm.

Deichsel

Damit ich die Länge und die Form der Deichsel festlegen konnte, galt es erst abzuklären, wie groß denn eigentlich die Zugpferde von Sintašta gewesen sind. Wichtig war dabei einerseits die Schulterhöhe, damit der Boden des Wagenkastens später, wenn er an den Pferden montiert war, auch annähernd gerade verlief und andererseits die Länge der Pferde in gestrecktem Galopp, damit diese nicht mit ihren Hinterhufen den Wagenkasten treffen würden. Eine Analyse von Pferdeskelettresten aus dem Streitwagenkomplex ergab, dass man leicht gebaute Pferde mittlerer Größe eingesetzt hatte, deren Schulterhöhe etwa bei 60 Prozent der Tiere zwischen 136 und 144 cm betrug (vgl. KOSINTSEV 2010, 62ff.). Für das Wagenmodell ließ sich daraus ableiten, dass die Deichsel mindestens 225 cm über den Wagenkasten hinaus reichen musste. Bei einer Distanz von 200 cm ab Kastenvorderwand sollte die Oberkante der Deichsel am fertig montierten Wagen 125 cm über dem Boden liegen. Die Gesamtlänge der Deichsel, die aus Eschenholz gefertigt wurde, betrug ca. 305 cm. Im vorderen Bereich zeigte sie einen annähernd geraden Verlauf mit einem rundlich-ovalen Querschnitt. Zum Wagenkasten hin krümmte sie sich nach unten und verlief mit einem leichten Knick mit rechteckigem Querschnitt gerade unter den Kasten. 30 cm vor ihrem hinteren Ende habe ich sie mit einer geraden wechsel-

seitigen Überblattung (vgl. GERNER 1992, 115) mittig von oben auf die Achse aufgesetzt, so dass die Oberkanten der beiden Hölzer fast in einer Ebene zu liegen kamen. Somit war das Grundgerüst des Wagenmodells bestehend aus Rädern, Achse und Deichsel fertig gestellt.

Wagenkasten

Die Dimensionen des Wagenkastens wurden mit etwa 96 auf 78 cm festgelegt. Die Breite von 96 cm ergab sich dabei fast automatisch durch die Spurbreite. Die Tiefe von 78 cm erschien vor dem Hintergrund der Funktion naheliegend. Wie bei dem shangzeitlichen Wagen aus Guojiazhuang nachgewiesen, bildeten vier Hölzer die Basis des Wagenkastens. Die Rohlinge habe ich mit rechteckigen Querschnitten angefertigt, wobei die beiden parallel zu den Rädern laufenden etwas stärker waren. Die beiden anderen wurden an ihren Enden mit Zapfen versehen, die seitlich in die erstgenannten eingesteckt und von außen mit Keilen gesichert werden konnten. Dieser Rahmen konnte nun mit vier seitlichen wechselseitigen Überblattungen auf das Achsen-Deichsel-Kreuz aufgesetzt werden, so dass einerseits die Position des Kastens genau definiert war und andererseits der Kastenrahmen die Achsen-Deichsel-Verbindung stabilisierte (Abb. 5).

Es gibt einen breiten Konsens darüber, dass Streitwagen vorne am Wagenkasten eine Art Halte- oder Stütz-Bügel aufgewiesen haben müssen (vgl. GENING, ZDANOVICH, GENING 1992, 184-215). An diesem konnte man sich bei Bedarf nicht nur festhalten, sondern hier konnten auch Dinge, vor allem wohl Waffen wie z. B. Speere, Bogen oder Pfeile griffbereit befestigt werden. Die Höhe eines solchen Haltebügels sollte etwa bei 90 cm über dem Kastenboden gelegen haben. Um die Basis für einen quer liegenden Haltebügel zu schaffen, fertigte ich zwei Rund-



Abb. 5: Der Unterbau des Streitwagenmodells mit Speichenrädern, Achse, Deichsel und Basisrahmen des Wagenkastens. – The subconstruction of the chariot model with spoked wheels, axis, pole and basis frame of the chariot box.

hölzer von etwa 5 cm Durchmesser, die an den unteren Enden mit quadratischen Zapfen ausgestattet waren. Korrespondierend wurden an den vorderen Eckbereichen des Basisrahmens des Wagenkastens Löcher eingestemmt, die genau mittig durch die Zapfenverbindungen des Rahmes geführt wurden, so dass letztere gesperrt wurden. An der Unterseite wurden diese Steckzapfen ebenfalls durch Zapfenschlösser mit Holzkeilen gesichert. An den Oberseiten der beiden Rundhölzer habe ich Längszapfen geschnitzt, die durch entsprechende Lochungen durch eine ebenfalls runde Haltestange gesteckt werden konnten.

Der Boden des Wagenkastens wurde aus Brettern gebildet, die auf den Querhölzern des Basisrahmens gut auflagen. Vor der

Montage hatte ich in beide senkrechten Rundhölzer des Haltebügels seitlich jeweils zwei ca. 1,5 cm breite Nuten zu den Kastenseiten hin eingestemmt. In selbige konnte man nun bis in eine Höhe von etwa 70 cm dünne quer liegende Bretter als Seitenwände einstecken. An der Vorderseite, wo es beidseitig eine Nut gab, waren diese gut stabilisiert. An den beiden nach hinten abgerundeten Seitenbereichen waren die Bretter nur vorne in einer Nut gelagert. Um hier Festigkeit zu erlangen, wurden seitlich noch schräge Bügel von halbrundem Querschnitt angefertigt. Die Fixierung dieser Bügel erfolgte ausschließlich durch Bindungen mit Rohhautstreifen, so wie derartige Bindungen überhaupt der gesamten Konstruktion erst ihre Stabilität gaben.



Abb. 6: Alle Holzbauteile des Wagenmodells wurden mit geweichten Rohhautstreifen vernäht. Dadurch erhielt die Konstruktion nach dem Trocknen der Streifen eine enorme Stabilität. – All the wooden parts of the chariot model were sewn together with wet raw hide strips. After the strips dried, the whole construction was extremely stable.

Fixierung der Wagenbestandteile durch Rohhautbindungen

Dass Rohhautbindungen eine wichtige Rolle im Wagenbau spielten, wurde schon von mehreren Wissenschaftlern vermutet (vgl. EPIMACHOV, KORJAKOVA 2004, 223). Im Gräberfeld von Satan konnte Rohhaut als Felgenbelag nachgewiesen werden (NOVOŽENOV 1994). Es ist nicht überliefert, von welchem Tier die Haut stammte. Man könnte an Pferde- oder an Rinderhaut denken. Auf jeden Fall kann man davon ausgehen, dass es sich wohl um die Haut eines relativ großen Tieres gehandelt haben muss. Bei unserem Wagenmodell habe ich aus Gründen der Verfügbarkeit mit Rohhaut vom Rothirsch gearbeitet.

Zwei Häute standen zur Verfügung. Diese wurden aufgespannt und an ihren Innenseiten sauber geputzt. Dann wurden die Häute in Wasser geweicht, bis sich die Haare ablösen ließen. Bei anderen Arbeiten mit Rohhaut (LOBISSER 2006) war mir aufgefallen, dass in Längsrichtung der Haut eines Tieres geschnittene Riemen weniger nachgaben als solche, die quer geschnitten wurden. Aus diesem Grund habe ich die Riemen in Längsrichtung geschnitten. Am besten ließen sich die Riemen schneiden, wenn die Haut halbtrocken war. Dann war das Material bei weitem nicht so hart wie eine trockene Haut, aber steif genug, um sich unter dem Messer nicht zu verwinden. Die Riemen waren zwischen 6 und 15 mm stark und teilweise bis zu 2 m lang. Vor der Verwendung als Bindematerial wurden die Riemen etwa eine halbe Stunde in handwarmem Wasser eingeweicht.

Nun wurden alle Bestandteile des Wagenkastens durch Rohhautriemen miteinander verbunden (Abb. 6), man könnte auch sagen vernäht, wobei sich dekorative Muster ergaben. Wo es notwendig und sinnvoll war, wurden Teile des Kastens – vor allem die Bretter – mit Löchern für die Hautriemen versehen. Diese Löcher konnten mit Pfriemen oder mit Bohrern aus Bronze angefertigt werden. Ein Versuch zeigte mir, dass man kleinere Löcher auch gut mit heißen Bronzedornen einbrennen hätte können. Auch die Haltestange und die Keile der Zapfenschlossverbindungen am Basisrahmen wurden durch strenge Rohhautwicklungen gesichert, genauso die Bodenbretter und die seitlichen Bügel der Kastenwände. So entstand ein sehr kompakter Wagenkasten, der durch nur vier Bindungen mit stärkeren Riemen am Achsen-Deichsel-Kreuz befestigt werden konnte und der dabei auch diese beiden Konstruktionselemente gegeneinander stabilisierte.



Abb. 7: Die Rohhautauflagen der Wagenräder wurden seitlich gelocht, in Wasser eingeweicht und mit dünnen Rohhautstreifen auf die Holzfelgen genäht. – The raw-hide cover of the wheels was sewn on the wooden rims with thin raw hide strips.

Felgenbeläge aus Rohhaut

Bei den Rädern wurden in einem ersten Arbeitsschritt die Enden der Felgensegmente durch etwa 5 cm breite enge Querswicklungen mit dünnen Riemen verstärkt. Die Hautstreifen für die Felgenbeläge hatten eine Breite von 7 cm und wurden an ihren Rändern im Abstand von 2,5 cm mit kleinen Löchern versehen. Nun konnten die gut geweichten Stücke mit dünnen Riemen auf die Felgen genäht werden (Abb. 7). Die geweichte Haut gab dabei etwas nach und passte sich so perfekt an das Trägermaterial an. War ein Nähriemen zu Ende, konnte er unkompliziert mit einer Doppelschlaufenverbindung verlängert werden. Das hatte den Vorteil, dass ich nie zu lange Riemen durch die einzelnen Löcher fädeln musste. Nach dem

Trocknen wurden sowohl die Felgenbeläge als auch die Nähriemen knochenhart und man kann sich gut vorstellen, dass derart bewehrte Felgen auch auf steinigen Böden eingesetzt werden konnten.

Jochstange und Jochgabeln

Bei mehreren Wagengräbern der Streitwagengruppen kann man aus den Positionen der Pferdeköpfe in den Gräbern auf die Verwendung von Jochstangen schließen. Auch Felsbilder zeigen diese Form der Anschirrung (vgl. DÈVLET, DÈVLET 2004). Der äußerst gut erhaltene spätbronzezeitliche Wagen aus Theben weist eine doppelt geschwungene Jochstange mit zwei anpassenden Jochgabeln auf (HEROLD 2004, 126). Man darf davon ausgehen, dass auch die Jochstangen der Sintašta-Kultur rein von ihrer Funktionalität her ähnliche Merkmale aufgewiesen haben. Aus Eschenholz habe ich eine doppelt geschwungene Jochstange mit rundem Querschnitt und zwei aus jeweils zwei Halbbügeln bestehende Jochgabeln geschnitzt, deren Teile ebenfalls mit Rohhautstreifen zusammengenäht wurden (Abb. 8). Im vorderen Bereich der Wagendeichsel habe ich einen Jochnagel angebracht, hinter dem die Jochstange durch Riemen befestigt werden konnte, so dass sich der Zug des Joches automatisch auf den Wagen übertrug. Nach dem gleichen Prinzip funktionierte die Befestigung der Jochgabeln am Joch.

Plattenförmige Trensenknebel

Trensenknebel, auch als Psalien bezeichnet, spielten eine wichtige Rolle bei der Beschirrung der Zugtiere. Der Kiefer vom Pferd weist zwischen Schneide- und Backenzähnen Lücken auf, die offensichtlich seit der Bronzezeit dafür genutzt wurden, um hier die querliegenden Mundstücke der Trensen zu positionieren, die links und rechts mit den beiden Trensenkne-



Abb. 8: Die doppelt gewölbte Jochstange mit zwei anpassenden Jochgabeln. Die Gabeln konnten unten durch getrocknete Ochsenziemer geschlossen werden. – The double curved yoke with two fitting yoke forks. The forks could be closed on their lower ends with dried oxtails.

beln verbunden waren. Dabei sorgten die Knebel dafür, dass das Mundstück nicht verrutschen konnte. An den Knebeln wurden die Zugleinen befestigt, durch die der Wagenlenker Druck auf die Wangen und den sensiblen, zahnlosen Bereich der Pferdekiefer ausüben konnte, wodurch er dem Pferd seine Anweisungen mitteilen und es somit lenken konnte. Neben den Zugleinen wurden wahrscheinlich auch noch andere Bestandteile des Halfters an den Trensenknebeln befestigt, ergänzende Riemen, die quer über den Pferdekopf oder auch längsseitig verlaufen konnten.

Die erhaltenen Trensenknebel aus der Zeit der Sintašta-Gräber wurden in der Regel aus Knochen oder Geweih geschnitzt. Viele der frühen Beinknebel sind entweder scheibenförmig oder halbrund mit einem dreieckigen Oberteil. Knebel wurden im Mittelbereich mit Lochungen versehen, wobei diese als zentrale Durchzüge dazu dienten, die Mundstücke zu befestigen. Oft zeigen sie weitere Bohrungen, die mit der Halterung der Knebel oder mit anderen Teilen des Halfters zusammenhängen mögen (vgl. EPIMACHOV, KORJAKOVA 2004, 224ff.). Manche For-

scher sehen in den Scheibenknebeln der Sintašta-Gräber die ältesten Zaumzeuge der Welt, wobei die Halfter am Beginn sehr einfach gewesen sein dürften und wohl nur aus einem umlaufenden Lederriemen bestanden (EPIMACHOV, KORJAKOVA 2004, 226). An den Innenseiten der Knebel finden sich in der frühen Zeit meist knobbenartige Erhöhungen, in der Literatur auch als „Stachel“ bezeichnet, die wohl die Sensibilität der Pferde auf gegebene Signale erhöhen sollten. Verzierungen finden sich eher selten. Um eine Schirrung an den Pferdmodellen zeigen zu können, habe ich vier Trensenknebel aus Geweih angefertigt. Als Vorbild diente dabei ein Originalfund aus Toksanbai (SAMASEV, ERMOLAEVA, LOŠAKOVA 2013, 249, Abb. 6). Die Beinknebel wurden an ein Nüsternhalfter aus Leder genäht und derart an den Pferdeköpfen der Modelle montiert (Abb. 9).

Zusammenfassung und Auswertung

Streitwagen werden durch gemeinsame Merkmale wie Speichenräder, Zugpferde und Zaumzeugbestandteile aus Bein cha-



Abb. 9: Die rekonstruierten Trensenknebel aus Geweih bildeten den zentralen Bestandteil des Zaumzeugs. – The reconstructed shield cheekpieces of bone material built the central part of the bridles.

rakterisiert. Im südlichen Uralgebiet konnten mehrere Gräber der Sintašta-Kultur geborgen werden, die zweirädrige Wagen mit Speichenrädern enthielten und die in die Zeit um 2000 vor unserer Zeitrechnung datieren. Sie gehören somit zu den ältesten bekannten Wagen dieser Art. Für die Ausstellung „Unbekanntes Kasachstan - Archäologie im Herzen Asiens“ des deutschen Bergbaumuseums in Bochum wurde der Autor eingeladen, das Modell eines Sintašta-Wagens im Maßstab 1:1 zu bauen.

Auf der Basis der Wagengräberbefunde von Sintašta sollte ein idealisiertes Wagenmodell konstruiert werden. Da die bekannten Konstruktionsdetails aus Sintašta aber nicht ausreichten, um ein Wagenmodell zu entwickeln, habe ich auch Informationen aus anderen Wagen-

grabfunden herangezogen. Wir wollten ein einfaches Streitwagenmodell zeigen, welches jedoch theoretisch den Ansprüchen einer praktischen Verwendung gerecht werden sollte. Dabei habe ich darauf geachtet, dass alle Arbeitsschritte auch mit Bronzewerkzeugen durchgeführt werden konnten bzw. dass die gezeigten Oberflächen und die angewandten Holzverbindungstechniken bronzezeitlicher Technologie entsprachen. Für ausgewählte Experimente zu einzelnen Arbeitsschritten mit bronzezeitlicher Werkzeugtechnologie standen mir nachgebildete Werkzeuge der mitteleuropäischen Bronzezeit zur Verfügung.

Da sich abgelagertes Hartholz mit Werkzeugen aus Bronze nur schwer bearbeiten lässt, darf man davon ausgehen, dass Holz in der Bronzezeit in relativ frischem Zustand verarbeitet wurde. Darum habe ich alle Holzverbindungen des Wagenmodells so gestaltet, dass sie auch dann, wenn die einzelnen Bauteile beim Nach-trocknen etwas schwinden würden, ihre Stabilität nicht verloren. Da eine starre Konstruktion mit in sich versteiften Teilen den enormen Belastungen bei großer Geschwindigkeit wahrscheinlich nicht Stand gehalten hätte, sollten die einzelnen Bauelemente auch nach der Montage eine gewisse Elastizität behalten. Gesichert und stabilisiert wurden die Holzverbindungen letztlich durch Bindungen mit Rohhautstreifen, die in nassem Zustand verarbeitet wurden und die sich später beim Trocken zusammenzogen und erstaunlich hart wurden.

Das Wagenmodell wurde aus astfreiem, gerade gewachsenem Eschenholz gebaut. Nur für die Radnaben verwendete ich Eichenholz. Die Rohlinge für die Konstruktionsteile hätte man in der Bronzezeit mit Holzkeilen und Klopfhölzern aus frischem Holz spalten können. Die bekannt gewordenen Werkzeuge der Sintašta-Kultur umfassen Beilklingen, Messer, Meißel, Bohrer und Pfrieme (GENING,



Abb. 10: Für die Ausstellung in Bochum wurden von Detlef Wölfel lebensgroße Modelle von zwei Pferden und einem Wagenlenker gefertigt. Auf diesem Bild ist die Art der Pferdeschirrung gut zu erkennen. – For the exhibition in Bochum lifesize models of two horses and a chariot driver were built by Detlef Wölfel. This picture shows the way of attaching the harness to the horses.

ZDANOVICH, GENING 1992). Da man die sog. Beilklingen sowohl als Beile, wie auch als Dechseln oder als Stemmbeitel verwenden konnte (vgl. LOBISSER, BRAUN 2011, 159), hätte dieses Werkzeugspektrum wohl ausgereicht, damit alle Konstruktionsteile unseres Wagenmodells von einem erfahrenen Holzhandwerker angefertigt werden konnten. Es wurde vermutet, dass Streitwagen von hoch spezialisierten Handwerkern für eine elitäre Oberschicht angefertigt wurden (USACHUK 2002). Durch meine praktischen Arbeitsstudien mit Bronzewerkzeug kann ich nur bestätigen, dass der Bau von Streitwagen in der Bronzezeit in der Tat ein hohes Maß an handwerklicher Spezialisierung und Erfahrung erfordert haben muss.

Das Ergebnis war ein Streitwagenmodell mit zwei Speichenrädern auf seitlich vorstehenden Radnaben, die auf einer starren Achse bewegt und durch zwei Achsennägel aus Holz gesichert werden konnten. Die Achse war mit einer wech-

selseitigen Überblattung direkt mit der vorne aufgewölbten Deichsel verbunden. Auf diesem Achsen-Deichsel-Kreuz wurde ein Wagenkasten mit Haltebügel und Seitenwänden mit Hilfe von vier starken Riemen so fixiert, dass der Basisrahmen des Kastens die gesamte Konstruktion des Wagens stabilisierte. Auf die Felgen des Wagens wurden Rohhautbahnen genäht, die sich nach dem Trocknen als sehr strapazierfähiger Schutz derselben erwiesen. Somit steht zu vermuten, dass Felgenbeläge aus Rohhaut lange Zeit als Vorläufer von Felgenkranzbewehrungen bzw. Radreifen aus Metall in Verwendung standen. Eine Jochstange mit zwei Jochgabeln ermöglichte es, zwei Pferde vor den Wagen zu spannen. Das fertig gestellte Wagenmodell war etwa 315 cm lang, 140 cm hoch und 175 cm breit. Sein Gewicht betrug ca. 50 kg. Insgesamt wurden für die gesamte Wagenkonstruktion etwa 0,1 Kubikmeter Holz sowie 2 Hirschhäute aufgewendet.



Abb. 11: Die Durchsteckzapfen des Wagenkastens wurden durch Zapfenschlösser mit Keilen, aber auch durch Rohhautbindungen gesichert. – The through-tenons of the chariot frame were fixed with key-wedges, as well as raw-hide bindings.

Um den Wagen möglichst lebensnah präsentieren zu können, wurden von Herrn Detlef Wölfel im Maßstab 1:1 Modelle von zwei Pferden in gestrecktem Galopp sowie von einem Wagenlenker angefertigt (Abb. 10). In der Ausstellung wurde der Wagen so inszeniert, als würde er von den zwei Pferden gezogen, die – dabei jeweils nur mit einem Bein den Boden berührend – in wilder Jagd auf die Besucher zu rasten. Dabei trugen die Zugpferde die Jochgabeln auf den Schultern, die unten vor ihren Brustbereichen von gebogenen Ochsenziemern geschlossen wurden. Die oben vorstehenden Dorne der Gabeln übertrugen die Zugkraft wie Hebel auf die

Jochstange und diese mit Hilfe des Jochnagels auf die Deichsel. Diese Verbindungen wurden durch Rohhautriemen gesichert, die dabei doch genug Bewegungsspielraum erlaubten. Frei am Wagen stehend hielt der Wagenlenker in beiden Händen die Zügel, die direkt mit den Trensenknebeln verbunden waren.

Streitwagen mussten auf jeden Fall äußerst strapazierfähig, dabei aber auch möglichst leicht sein, denn nur dadurch ließen sich hohe Geschwindigkeiten erreichen, ohne dass der Wagen beschädigt wurde. Bei modernen Trabrennen werden Durchschnittsgeschwindigkeiten von etwa 50 km/h erreicht (HOFMANN 1989, 334) und diese Geschwindigkeit hätte man vielleicht auch in der Bronzezeit erreichen können. Eine Wagenkonstruktion, bei der möglichst zart gearbeitete, biegsame Wagenteile durch Steckverbindungen und Keile fixiert und zusätzlich durch Rohhautbinden gesichert wurden (Abb. 11), sowie Wagenfelgen, die außen umlaufend mit dicker steifer Rohhaut bewehrt waren, hätten eine gute Voraussetzung dafür geboten. Ein Geheimnis der Streitwagen lag wohl in der raffinierten Kompositbauweise aus zwei unterschiedlichen Materialien, die einander in optimaler Art und Weise ergänzten. Das war einerseits biegsames Holz mit geraden, durchlaufenden Fasern und andererseits Rohhaut, die nach dem Trocknen eine enorme Härte erhielt, aber dabei dennoch elastisch blieb. Diese Kombination verlieh den Streitwagen ihre unglaubliche Funktionalität und mag ihre durchschlagende Wirkung erklären.

Die Lenker mussten sicher auch schwierige Wendemanöver auf engstem Raum durchführen können. Aus diesem Grund wählte man tendenziell mittelgroße Pferde aus. Vieles spricht dafür, dass man für diese Verwendung spezielle Rassen gezüchtet hat. Wahrscheinlich erforderte dieser Einsatz ein langjähriges Training der Tiere, das wohl bereits sehr früh be-

gonnen wurde und das auf eine sehr enge persönliche Bindung sowie auf ein großes Vertrauen zwischen Mensch und Tier abzielen musste. Die Erfindung des Zaumzeugs mit Trensenknebeln bildete eine wichtige Voraussetzung, um Streitwagenpferde effektiv leiten zu können. Bewegte der Wagenlenker die Zügel, übertrugen sich auch kleinste Signale – durch das Hebelgewicht der Trensenknebel verstärkt – unmittelbar auf die Pferde, welche dadurch sofort reagieren konnten. Trensenknebel aus Bein waren meiner Ansicht nach nicht nur rein technisch in hohem Maße funktional, sie waren durch ihre Form und ihr Gewicht auch spezielle Signalverstärker, die die Kommunikation zwischen Wagenlenker und Pferden innerhalb von Sekundenbruchteilen überhaupt erst ermöglichten. Wagenlenker und Zugpferde waren dabei ein eingespieltes Team, das wohl auch nicht ohne weiteres austauschbar war. Diese enge persönliche Bindung sollte in der geistigen Vorstellung der Menschen der Sintashta-Kultur wohl über das irdische Leben hinaus bestehen bleiben.

Dank

Ich möchte mich an dieser Stelle bei Prof. Dr. Thomas Stöllner vom Deutschen Bergbaumuseum und all seinen Mitarbeitern, vor allem aber bei Detlef Wölfel, Manfred Linden, Gabriele Koerlin und bei Markus Schicht für die gute und konstruktive Zusammenarbeit bedanken. Alexander Gorelik und Anton Gontscharov danke ich – vor allem die russische Literatur betreffend – für ihre Unterstützung bei der Erschließung der Quellen. Weiter gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. Zajnolla Samašev, der uns in Kasachstan mit großer Herzlichkeit aufgenommen und vielseitig unterstützt hat.

Literatur

BAGLEY, R. 1999: Shang Archaeology. In: M. Loewe, E. L. Shaughnessy (Hrsg.), *The Cambridge History of Ancient China – From the Origins of Civilisation to 221 B.C.* Cambridge 1999, 124-231.

DEL FRANCIA, P. R. 2002: Il carro di Firenze. In: M. C. Guidotti, (Hrsg.), *Il carro e le armi del Museo Egizio di Firenze. Materiali del Museo Egizio di Firenze 2.* Firenze 2002, 16-37.

DÉVLET, M., DÉVLET, E. 2004: Felsbilder mit Wagendarstellungen in Sibirien und Zentralasien. In: M. Fansa, S. Baumeister (Hrsg.), *Rad und Wagen – Der Ursprung einer Innovation – Wagen im Vorderen Orient und Europa.* Beiheft der Archäologischen Mitteilungen aus Nordwestdeutschland Nr. 40. Oldenburg, Mainz 2004, 237-246.

EPIMACHOV, A. 1996: Kurgannyj mogil'nik Solce II – nékropol ukreplennogo poselenija sredenibronzy Ust'e. In: A. D. Tairov (Hrsg.), *Materialy po archeologii i ètnografii Južnogo Urala.* Čeljabinsk 1996, 22-41.

EPIMACHOV, A., KORJAKOVA, L. 2004: Streitwagen der eurasischen Steppe in der Bronzezeit: Das Wolga-Uralgebiet und Kasachstan. In: M. Fansa, S. Baumeister (Hrsg.), *Rad und Wagen – Der Ursprung einer Innovation – Wagen im Vorderen Orient und Europa.* Beiheft der Archäologischen Mitteilungen aus Nordwestdeutschland Nr. 40. Oldenburg, Mainz 2004, 221-236.

GENING, V. F., ZDANOVICH, G. B., GENING, V. V. 1992: Sintashta – Archaeological Sites of Aryan Tribes of the Ural-Kazakh Steppes. Chelyabinsk 1992.

GERNER, M. 1992: Handwerkliche Holzverbindungen der Zimmerer. Stuttgart 1992.

HEROLD, A. 2004: Funde und Funktionen – Streitwagentechnologie im Alten Ägypten. In: M. Fansa, S. Baumeister (Hrsg.), *Rad und Wagen – Der Ursprung einer In-*

novation – Wagen im Vorderen Orient und Europa. Beiheft der Archäologischen Mitteilungen aus Nordwestdeutschland Nr. 40. Oldenburg, Mainz 2004, 123-142.

HOFMANN, U. 1989: Fuhrwesen und Pferdehaltung im Alten Ägypten. Bonn 1989.

KOSINTSEV, P. A. 2010: The harness horse phenomenon – Chariot horses. In: B. C. Бочкарев et al. (Hrsg.), Кони, колесницы и колесничие степей Евразии, Екатеринбург-Самара-Донецк 2010, 55-79.

KUKUŠKIN, I. 2013: Streitwagen in Kasachstan und in den angrenzenden Gebieten. In: T. Stöllner, Z. Samašev (Hrsg.), Unbekanntes Kasachstan – Archäologie im Herzen Europas. Veröffentlichung aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum Nr. 192. Bochum 2013, 221-230.

KUZMINA, E. E., ET AL. 2007: The Origin of the Indo-Iranians. Leiden 2007.

LOBISSER, W. F. A. 2006: Experimentelle Versuche zum Nachbau von spätbronzezeitlichen Tragsäcken nach Vorbildern aus den prähistorischen Salzbergwerken in Hallstatt. Experimentelle Archäologie in Europa, Bilanz 2006, 51-65.

LOBISSER, W. F. A. 2008: Zur Rekonstruktion einer mittelbronzezeitlichen Befestigungsanlage der Terramare-Kultur in Montale, Italien. Experimentelle Archäologie in Europa, Bilanz 2008, 33-48.

LOBISSER, W. F. A., BRAUN, U. 2011: „Phönix aus der Asche“ – Zur Planung und Errichtung eines neuen Langhausmodells im Archäologischen Zentrum Hitzacker auf der Basis von bronzezeitlichen Befunden. Experimentelle Archäologie in Europa, Bilanz 2011, 143-161.

NOVOŽENOV, V. A. 1994: Naskal'nye izobraženija povozok Srednej i Central'noj Azii. Almaty 1994.

RAUSCH, W. 1899: Der Stellmacher – Ausführliche Beschreibung in der Stellmacherei und beim Bau von Last-, Handels- und Leichenwagen vorkommenden Arbeiten. Leipzig 1899 (Reprint Hannover 1993, Edition „libri rari“).

RINGGER, P. 1989: Ein Rad entsteht. In: B. Schüle, D. Studer, C. Oechslin (Hrsg.), Das Rad in der Schweiz vom 3. JT. vor Christus bis um 1850. Katalog zur Sonderausstellung des Schweizerischen Landesmuseums. Zürich 1989, 47-57.

SAMAŠEV, Z., ERMOLAEVA, A., LOŠAKOVA T. 2013: Die Siedlung Toksanbaj auf dem Ustjurt Plateau: Eine Kultur in der Wüste. In: T. Stöllner, Z. Samašev (Hrsg.), Unbekanntes Kasachstan – Archäologie im Herzen Europas. Veröffentlichung aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum Nr. 192. Bochum 2013, 245-258.

USACHUK, A. N. 2002: Regional peculiarities of technology of the shield cheekpiece production. In: K. Jones-Bley, D. G. Zdanovich (Hrsg.), Complex Societies of Central Eurasia from the 3rd to the 1st Millenium BC. The Journal of Indo-European Studies Monograph 45. Washington DC 2002, 237-243.

VINOGRADOV, N. B. 2003: Mogil'nik bronzovogo veka Krivoe Ozero v Južnom Zaural'e (Das bronzezeitliche Gräberfeld Krivoe Ozero im südlichen Uralhinterland). Čeljabinsk 2003.

WAGNER, M., LEUBE, G. 2004: Wagenbestattungen im bronzezeitlichen China. In: M. Fansa, S. Baumeister (Hrsg.), Rad und Wagen – Der Ursprung einer Innovation – Wagen im Vorderen Orient und Europa. Beiheft der Archäologischen Mitteilungen aus Nordwestdeutschland Nr. 40. Oldenburg, Mainz 2004, 107-122.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: nach GENING, ZDANOVICH, GENING 1992, 210, Abb. 111

Abb. 2-4: Fotos: A. Silva

Abb. 5-11: Fotos: W. F. A. Lobisser

Autor
Mag. Wolfgang F. A. Lobisser
VIAS – Vienna Institute for Archaeological
Science
Archäologiezentrum Universität Wien
Franz-Kleingasse 1
1190 Wien
Österreich
e-Mail: wolfgang.lobisser@univie.ac.at