

Leo Klinke

Virtuelle Massen-Bewegung

Die digitale 3-D-Rekonstruktion des Megalithgrabes

Große Sloopsteene bei Lotte-Wersen, Kreis Steinfurt

Ausgrabungen und Funde in Westfalen-Lippe 15, 2020/2021

Herausgeber LWL-Archäologie für Westfalen, Michael M. Rind
Schriftleitung Birgit Münz-Vierboom, Ulrich Lehmann
Redaktion und Lektorat Ulrich Lehmann, Kim Marina Moritz
Layout Barbara Schulte-Linnemann
Satz Christiane Gerda Schmidt
Online publiziert 15.07.2021

Inhalt

1	Einleitung	257
2	Methodische Grundlagen und Konzepte	258
2.1	Digitale Konservierung	258
2.2	Image-based Modeling	260
2.3	Virtuelle Rekonstruktion	262
2.3.1	Ethik und Authentizität	263
2.3.2	Rekonstruktionsdokumentation	264
3	Forschungsgeschichte und Vorarbeiten	266
3.1	Digitale Konservierung	266
3.2	Mikroinvasive Ausgrabung	268
3.3	Gesteinsbestimmung	269
4	Grundlagen der virtuellen 3-D-Rekonstruktion	271
4.1	Benennungssystem	271
4.1.1	Steine	271
4.1.2	Steinoberflächen	272
4.2	Steinklassifikation	272
4.3	Analoger Rekonstruktionsentwurf	272
4.4	Bedeutung der In-situ-Steine	277
5	Virtuelle 3-D-Rekonstruktion	279
5.1	Technische Voraussetzungen	279
5.1.1	Poisson-Surface-Reconstruction-Algorithmus zur Rekonstruktion von Oberflächen	280
5.1.2	Oberflächenrekonstruktionen	282
5.2	Grabkammer	282
5.2.1	Konstruktionsprinzip	283
5.2.2	Joche	283
5.3	Umfassung	293
5.4	Zwickelmauerwerk	295
5.5	Hügelschüttung	296
5.6	Öffnung der Grabkammer	297

6 Einordnung in den kulturellen Kontext 299

- 6.1 Grabkammer 299**
 - 6.1.1 Ausrichtung 300**
 - 6.1.2 Maße 300**
 - 6.1.3 Eingang 301**
 - 6.1.4 Boden 302**
 - 6.1.5 Decke 302**
- 6.2 Umfassung 302**
- 6.3 Zwickelmauerwerk 303**
- 6.4 Hügelerschüttung 303**

7 Zusammenfassung 304

8 Literatur 307

9 Steinkatalog 313

1 Einleitung

In Zeiten zunehmender Digitalisierung scheint es wenig verwunderlich, dass selbst die Wissenschaft, die die ältesten Hinterlassenschaften der Menschheit erforscht, modernste computergestützte Untersuchungsmethoden anwendet.¹ So finden diese seit der allgemeinen Verfügbarkeit von EDV-Systemen, also seit den 1970er-Jahren, Eingang in archäologische Forschungen.² Besonders aber in jüngster Zeit haben immer leistungsfähigere Computer in immer höherer Frequenz bei gleichzeitigem Kostenrückgang die IT-Wissenschaften enorm bereichert und zu interdisziplinären Ansätzen angeregt.³

Auch die Archäologie profitiert von diesen technischen Innovationen. Modernste Vermessungsinstrumente erleichtern den Arbeitsalltag und liefern eine ungeahnte Datenquantität unter Beibehaltung höchster Datenqualität. In der hier vorliegenden

Studie soll aufgezeigt werden, wie solche Daten für eine archäologische Rekonstruktion genutzt werden können.

Die Großen Sloopsteene bildeten im Rahmen des archäologischen Projekts »Megalithik in Westfalen« von 2014 bis 2019 einen Forschungsschwerpunkt der Altertumskommission für Westfalen.⁴ Anhand dieses am besten erhaltenen Megalithgrabes Westfalens⁵ soll die virtuelle 3-D-Rekonstruktion eines Bodendenkmals auf der Grundlage von originaler Substanz aufgezeigt werden. Ziel ist es dabei, zu detaillierten Erkenntnissen über seinen konstruktiv-architektonischen Aufbau zu gelangen und ein Bild seines vermutlichen Aussehens vor ca. 5000 Jahren zu erhalten, um sich der gedanklichen und ästhetischen Welt der damals lebenden Menschen anzunähern.

Dafür wurden die Großen Sloopsteene zunächst digital konserviert, indem jeder einzelne der Steine von allen erreichbaren Seiten in seinem Volumen und seiner Position zu den anderen Steinen vermessen und dokumentiert wurde. Hierauf gründet sich eine virtuell frei drehbare 3-D-Visualisierung, die den Zustand der heutigen digitalen Konservierung⁶ des Megalithgrabes abbildet. Zur angestrebten Gewinnung von architektonischen Erkenntnissen werden anschließend die über die Jahrtausende erfolgten Steinverschiebungen für jeden Findling rückschreitend detektiert. Da die Gesteinsmassen in Bits und Bytes erfasst sind, ist virtuell ihr schwereloses Bewegen möglich, was in einer 3-D-Rekonstruktion mündet, die die

1 Die vorliegende Abhandlung ist die überarbeitete Fassung eines zentralen Kapitels der Masterarbeit des Verfassers, die 2017 unter dem Titel »Digitale Konservierung und Visualisierungen von (prä-)historischen Monumenten aus dem Tecklenburger Land (Westfalen)« an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster unter Betreuung von Ralf Gleser und Michael M. Rind eingereicht wurde. Beiden sei herzlich für die Ermutigung und Unterstützung der Forschungen zum Potenzial von digitalen 3-D-Dokumentations- und Visualisierungsmethoden gedankt. In dieser Studie finden im Besonderen die Diskussionen und Anregungen aus der archäoinformatischen, universitätsübergreifenden Studienausrichtung des Autors Beachtung. Namentlich sei hierfür Michael Doneus, Oliver Nakoinz, Wolfgang Neubauer, Axel Posluschny, Jochen Reinhard, Christoph Rinne, Torben Schreiber, Immo Trinks und Geert Verhoeven gedankt. Weiterer Dank gebührt dem Team der Geschäftsstelle der Altertumskommission für Westfalen, namentlich Vera Brieske, Kerstin Schierhold und Ulrike Steinkrüger, die die Arbeiten an dieser Studie maßgeblich unterstützt haben. Das Manuskript wurde im Jahr 2018 eingereicht und für die vorliegende Fassung teilweise um aktuelle Literatur ergänzt.

2 LAFLIN 2014.

3 IOANNIDES u. a. 2012.

4 KLINKE 2019; KLINKE 2020b.

5 SCHIERHOLD 2016, 2.

6 KLINKE/BRIESKE 2014.

Steinarchitektur des Grabs in megalithischer Zeit zeigt. Eine weitere 3-D-Rekonstruktion visualisiert schließlich die überhögelte Grabanlage und erlaubt

so eine Annäherung an den originären Eindruck des Äußeren, aber auch der Raumwirkung im Inneren der Anlage.

2 Methodische Grundlagen und Konzepte

2.1 Digitale Konservierung

Ein neues Konzept für die Bodendenkmalpflege ist die digitale Konservierung. Der Terminus kombiniert das Substantiv Konservierung, das vom lateinischen *conservare* für »erhalten«, »bewahren« abzuleiten ist, mit dem Adjektiv digital, das sich vom englischen *digit* für »Zahl«, »Ziffer« herleitet und so auf eine Zifferncodierung verweist. Dabei beschreibt der Begriff nicht etwa eine Konservierung des Digitalen, sondern eine Konservierung im Digitalen.⁷

Die digitale Konservierung wird im Folgenden als eine berührungslose Methode der Konservierung von Kulturgütern verstanden. Diese erfolgt als Digitalisat und ist virtuell. Ihre Materialisierung erfährt sie lediglich in Datenträgern und unterliegt dadurch nur in geringem Maße physischen Einflüssen.

Die digitale Konservierung folgt dem Gedanken »Konservieren statt Restaurieren«, der seit der Charta von Venedig 1964⁸ die verbindliche Maxime der internationalen Denkmalwissenschaften ist. Die Charta fordert, alle Wissenschaften und Techniken zum Erhalt und zur Erforschung des historischen Kulturguts heranzuziehen.⁹ Daher

ist es schlüssig, dass auch das konservatorische Potenzial neuer Technologien eingebracht wird. Da Denkmalpflege »auf Respekt für die bestehende Substanz«¹⁰ basiert, sind möglichst geringe materiale Eingriffe und »die Erhaltung der Substanz in ihrem bestehenden Zustand«¹¹ anzustreben, sodass »die Beweiskraft der Substanz«¹² nicht verfälscht wird. Als Substanz bezeichnet die Charta von Burra »das Material eines Objekts«.¹³ Da Material immer formgebunden ist, implizieren die Begriffe Material und Substanz also auch die Form. Entsprechend werden im Artikel 11 die »Aussagekraft«¹⁴ und der »Denkmalwert«¹⁵ des Substanzzustands als Indikatoren der Objekt-»Biografie« herausgestellt. Hierdurch wird klar, dass mit Substanz und Material nicht nur die Materie, das heißt die Hyle, also der ungeformte, innere Baustoff, gemeint sein kann, sondern darüber hinausgehend auch die Form, das Volumen, die Gestalt. Exakt diese Aspekte eines Objekts können durch eine digitale Konservierung erfasst, vermessen, dokumentiert und zur Archivierung bereitgestellt werden. Und auch wenn eine digitale Konservierung keine Materie, keine Hyle, wiederzugeben vermag, ist sie doch in der Lage, sich dieser durch ihre Texturen visuell anzunähern.

Bei der digitalen Konservierung werden mittels neuester Laserscanner bzw. 3-D-Fotogrammetrie Objekte objektiv vermessen und dokumentiert, das

7 Die wörtliche englische Übersetzung des Begriffs digitale Konservierung wäre *digital preservation* in Anlehnung an *heritage preservation*, das mit dem Begriff »Denkmalpflege« zu übersetzen ist. Allerdings ist der Begriff *digital preservation* im Englischen bereits definiert und meint den Erhalt von digitalen Daten (AFZAL u. a. 1996; ROSS/GOW 1999, 37). Im Deutschen wird dies »elektronische Archivierung« genannt (KAMPFFMEYER/ROGALLA 2002), was nur indirekt mit dem Konzept der digitalen Konservierung zu tun hat.

8 ICOMOS 1964.

9 ICOMOS 1964, Art. 2.

10 AUSTRALIA ICOMOS 2013, Art. 3.

11 AUSTRALIA ICOMOS 2013, Art. 1.6.

12 AUSTRALIA ICOMOS 2013, Art. 3.

13 AUSTRALIA ICOMOS 2013, Art. 1.3.

14 AUSTRALIA ICOMOS 2013, Art. 11.

15 AUSTRALIA ICOMOS 2013, Art. 11.



Abb. 1 In der 3-D-Messpunktwolke der Großen Sloopsteene ist nicht nur das Denkmal selbst, sondern auch sein räumlicher Kontext konserviert (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

heißt ohne eine menschliche Selektion der Positionen der Messpunkte. Diese Dokumentationen sind inzwischen so hochauflösend und exakt, dass schon fast von einer digitalen Kopie der Realität gesprochen werden kann. Sie transformieren materiale, physische Substanz des Realraums in Bits und Bytes. In diesem Digitalisat wird die Substanz immateriell dokumentiert und ist im Virtuellen vom Realraum gelöst.

Mit der digitalen Konservierung wird die formale Substanz jenseits von äußeren Einflüssen bewahrt und zur Archivierung bereitgestellt. Dabei erfasst sie den Status quo von Kulturgütern. Die erhobenen Messdaten dienen anschließend beispielsweise dem Monitoring des materialen Zustands, da durch eine turnusmäßige digitale Erfassung kleinste Veränderungen, z. B. durch Erosion, im sogenannten 3-D-Deformationsabgleich aufzuspüren, zu dokumentieren und zu analysieren sind.

Mithilfe der digitalen Konservierung sind dank geringer Kosten und überschaubarem Arbeitsaufwand komplexe Kulturgutsspeicher ganzer »Denkmalbereiche«¹⁶ anzulegen und diese auf

denkbar wenig physischem Archivraum zu speichern. Der Charta-Forderung, dabei nicht nur das Einzelobjekt, sondern auch den Denkmalkontext zu konservieren,¹⁷ kommt die Methode mit dem technisch implizierten Nebenprodukt ihrer 3-D-Punkt看ken nach, da diese immer auch den räumlichen Kontext dokumentieren (Abb. 1).

Die digitale Konservierung macht die globale Zugänglichkeit von Monumenten durch die Überführung von Materie in Digitaldaten möglich. Über das Internet können so überall auf der Welt die Denkmäler der gemeinsamen Vergangenheit der Menschheit als Digitalisat studiert werden,¹⁸ wodurch akademische Hürden gesenkt sind, ohne akademische Standards zu reduzieren. In einer Art virtuellem Museum¹⁹ kann so die Kulturgeschichte für sämtliche Interessierten bereitgestellt und sowohl die wissenschaftliche Teilhabe als auch die Partizipation von Laien erleichtert werden.

16 ICOMOS 1964, Art. 1.

17 ICOMOS 1964, Art. 6.

18 UNESCO 2004, 76, Art. 9.

19 SCHWEIBENZ 2001.

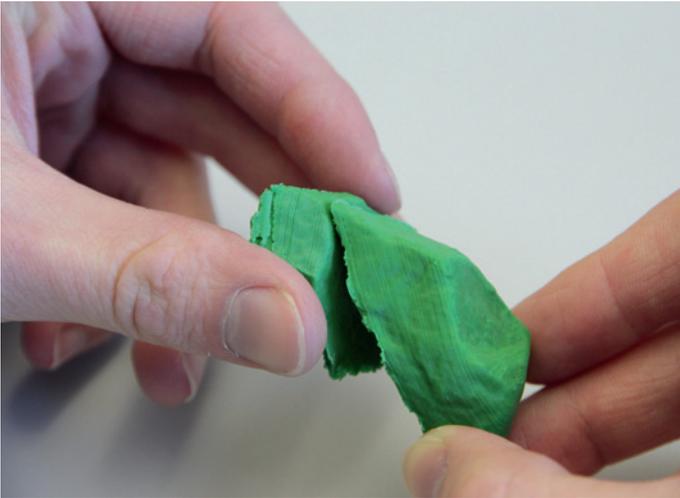


Abb. 2 Mittels 3-D-gedruckter maßhaltiger Miniaturen ist eine manuelle Suche nach Passstellen von Bruchstücken effizient möglich, hier am Beispiel eines auseinandergebrochenen Tragsteins (Foto: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

Für die digitale Konservierung lassen sich vier sinnvolle Anwendungsbereiche unterscheiden: Als erstes ist dies die Dokumentation von Objekten, deren Zerstörung gewiss ist. Dazu zählen sowohl Denkmäler, die durch bauveranlasste Notgrabungen verloren gehen, als auch solche, die abgetragen werden, um an tiefere Befundebenen zu gelangen. Als zweites ist dies die Erfassung von Kulturgut, das der Gefahr unterliegt, zerstört zu werden. Die Gefährdung kann dabei in Faktoren wie Erosion oder Naturkatastrophen bestehen, aber auch in menschlichen Eingriffen wie Kriegshandlungen oder Vandalismus. Als drittes ist dies die Datenerhebung für virtuelle 3-D-Modelle. Als viertes ist dies die Vorbereitung von materiellen Reproduktionen. Die durch digitale Konservierung erhobenen Daten bilden dabei die Basis für 3-D-Drucke, die z. B. die manuelle Suche nach Passstellen von Bruchstücken ermöglichen, ohne Hand an die Originalsubstanz zu legen (Abb. 2).²⁰

Eine zukünftige Herausforderung wird es sein, das Potenzial der digitalen Konservierung und die von ihr ausgehende Faszination sachlich zu diskutieren. Die De-Materialisierung von Denkmälern stellt nicht das Nonplusultra dar, um dem Auftrag

einer Konservierung nachzukommen, denn auch ein 3-D-Nachdruck kann das, was ein Original ausmacht, nicht ersetzen.²¹

2.2 Image-based Modeling

Die Methode des Image-based Modeling zielt auf die maßhaltige dreidimensionale Darstellung von kleinen Objekten bis hin zu großräumigen Monumenten, die aus einer Vielzahl zweidimensionaler Abbildungen generiert wird. Sie basiert historisch auf der Stereoskopie, durch die es seit 1838²² möglich ist, mithilfe von zweidimensionalen Abbildungen²³ räumliches Sehen zu suggerieren. Dabei zeigen zwei sehr ähnliche Bilder ein Motiv von leicht versetzten Standpunkten, um den etwas unterschiedlichen Blickwinkel von linkem und rechtem Auge eines Betrachters zu simulieren, da erst diese perspektivische Blickverschiebung dazu führt, dass die Dreidimensionalität der Umgebung visuell wahrzunehmen ist.

Das Verfahren der Stereoskopie findet heute Einsatz in der Fotogrammetrie, um Höheninformationen aus Bildern zu extrahieren. Darauf aufbauend hat sich in den letzten Jahren in der Geodäsie der Bereich der 3-D-Fotogrammetrie etabliert. Bei dieser wird nicht mehr mit zwei Bildern, sondern gleich mit Dutzenden bzw. Hunderten gearbeitet. So entsteht eine Vielzahl an Messpunkten, die ganze Messpunktswolken bilden. Auch die Archäologie nutzt diese 3-D-Fotogrammetrie,²⁴ in Westfalen beispielsweise seit 2013, wo sie mit konventionellen Dokumentationsmethoden synchronisiert wird.²⁵ Das Verfahren wird im deutschsprachigen Raum oft Structure from Motion genannt. Dieser Begriff fasst anschaulich den Verlauf und das Ergebnis

21 Der 3-D-Druck des Triumphbogens aus Palmyra ersetzt nicht das Original: Als eine ein Drittel kleinere, mobile Wiederherstellung präsentiert er nicht mehr machtvolle Größe, sondern mahnt nun vielmehr vor wütender Zerstörung (siehe <http://digitalarchaeology.org.uk/media/>).

22 WHEATSTONE 1838.

23 Zunächst mit Zeichnungen erprobt, wurden direkt nach Erfindung der Fotografie bei Stereoskopien auch Fotos eingesetzt (BREWSTER 1856).

24 DONEUS u. a. 2011.

25 KLINKE/BRIESKE 2014; HOLTFFESTER/SCHREIBER 2014.

20 KLINKE 2015, 49.

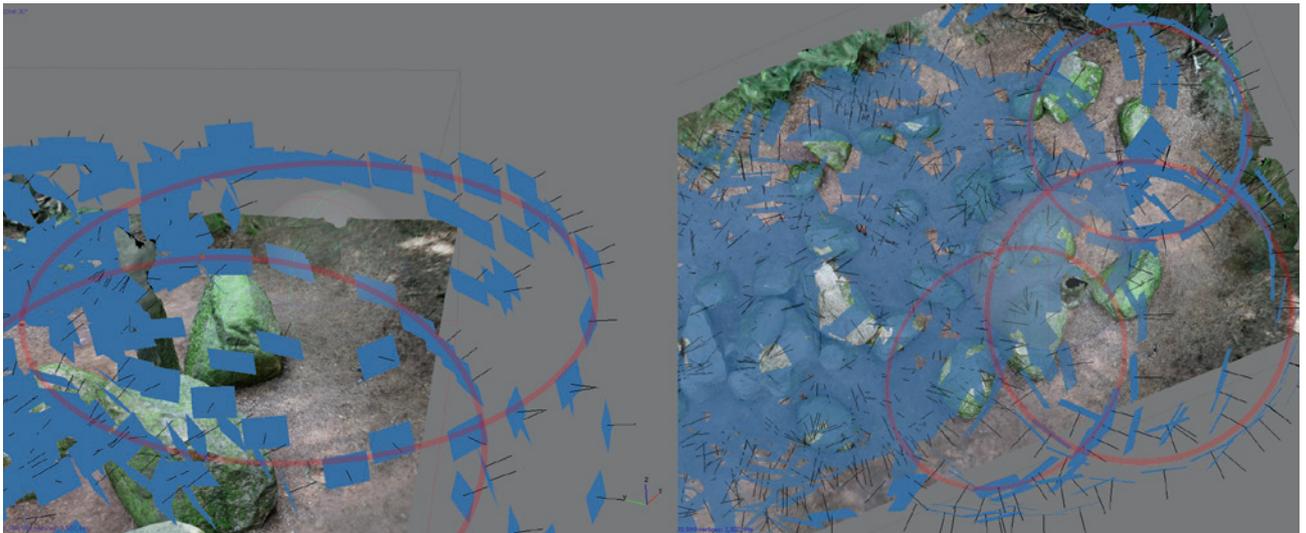


Abb. 3 Beim Anfertigen der Structure from Motion wurden sämtliche Findlinge von alle Seiten aus (rote Kreise) fotografiert (blau: Kamerapositionen) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

eines Teils der Methode zusammen und hat sich landläufig in der Abkürzung SfM etabliert.²⁶ Trotzdem muss darauf hingewiesen werden, dass dieser Begriff eine methodische Verkürzung impliziert, denn das Erstellen der Structure from Motion ist nur ein erster, sehr kleiner Teil einer komplexen Kette an Berechnungen, an deren Ende die angestrebte dreidimensionale Darstellung, also ein 3-D-Modell, steht. Weitere Schritte sind das Verdichten der Sparse Cloud zur Dense Cloud, die Triangulation (Mesh) und das Erstellen der fotorealistischen Textur. Daher ist es treffender, den umfassenderen Begriff Image-based Modeling²⁷ zu verwenden.

Grundlage für die Berechnung eines maßstabsgetreuen 3-D-Modells ist eine umfangreiche Fotoserie, deren Einzelbilder mit einer handelsüblichen Kamera gemacht werden können.²⁸ Bei komplexen Objekten empfiehlt sich jedoch eine Spiegelreflexkamera, weil hier die Objektive gewechselt und kamerainterne Parameter wie Blende oder Verschlusszeit gezielt eingestellt werden können. Die Aufnahmen sollten möglichst fokus- und tiefscharf sein, da mangelhafte Bildinformationen, auch durch Über- und Unterbelichtungen,

zu Fehlstellen im 3-D-Modell führen.²⁹ Gleichzeitig müssen die Einzelfotografien eine gute Stereoabdeckung des Motivs besitzen,³⁰ sodass durch sich überlappende Fotografien schlussendlich das gesamte Objekt von allen Seiten abgelichtet ist. Um dies zu erzielen, ist eine Bewegung um das Objekt unerlässlich (Abb. 3). Diese Structure from Motion wird aus dem jeweiligen sich verändernden Kamerastandort relativ zum Objekt errechnet. In den scharfen Bereichen der Bilder vermisst die Software, wie weit einzelne markante Bildpunkte vom Kamerastandpunkt entfernt liegen. Durch die Überlappung der Fotografien werden dabei Kamerapositionen und Bildpunkte synchronisiert. Dabei ist es nicht nötig, materielle Passpunkte, sogenannte Targets, auf dem Objekt anzubringen, wie es bei Laserscannern derzeit unumgänglich ist. Das Berechnungsprogramm kann die Aufnahme-positionen sowie die Objektstrukturen durch die optischen Verschiebungen von Kanten, Bruchstellen oder Risslinien ermitteln. Bei der Visualisierung der Berechnungsergebnisse stellt sich das Objekt nun bereits als grobe Messpunktwolke dar, als sogenannte Sparse Cloud.

In einem weiteren Rechenschritt wird aus der Sparse Cloud eine verdichtete Punktwolke gene-

26 KLINKE 2015; WALLNER/TRAUSMUTH 2015; REINHARD 2016.

27 Eine frühe Erwähnung dieses Begriffes findet sich bei DONEUS u. a. 2011, 86.

28 KLINKE 2015, 42.

29 KLINKE 2015, 42–43.

30 REINHARD 2013, 181.

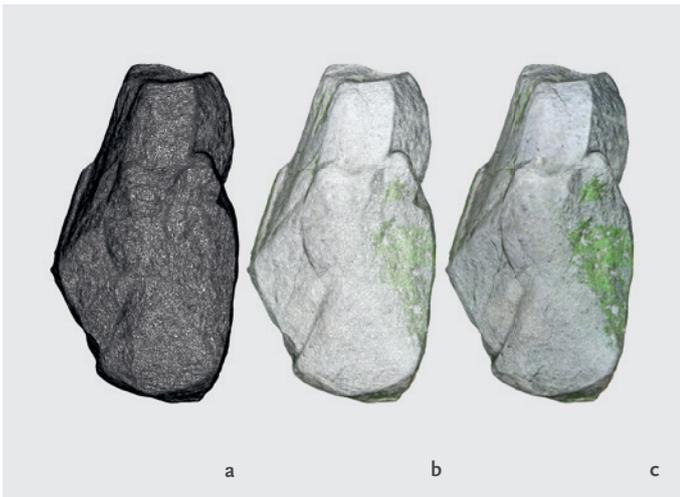


Abb. 4 Durch Triangulation der 3-D-Messpunkte entstehen Mesh-Modelle. a: Drahtmodell; b: eingefärbtes Drahtmodell; c: Modell mit fotorealistischer Textur (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

riert, die sogenannte Dense Cloud.³¹ Bei ihrer Berechnung werden alle Einzelbilder erneut tiefengefiltert, um weitere Messpunkte zwischen denen der Sparse Cloud zu setzen. Dies geschieht aber nicht als bloße Interpolation zwischen Messpunkten, sondern Reliefveränderungen zwischen den Sparse-Cloud-Messpunkten werden berücksichtigt, sodass eine tatsächliche Erhöhung der Genauigkeit erreicht wird. Die generierten Dense Clouds weisen die derzeit maximale Vermessungsgenauigkeit auf und ähneln damit den Messergebnissen terrestrischer Laserscanner.³² Anders als bei diesen ist jedoch für jeden Dense-Cloud-Messpunkt ein Farbwert hinterlegt, der bei einem Laserscan erst durch ergänzende Fotografien zugewiesen werden muss.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die fotogrammetrisch errechneten Messpunkte untereinander trianguliert.³³ Bei einer solchen Triangulation werden immer drei Messpunkte mit Linien verbunden, wodurch zwischen den Einzelpunkten Dreiecksflächen entstehen. In der Regel sind die zu triangulierenden Punkte die zueinander nächstgelegenen, da so die höchste Genauigkeit erzielt wird. Die generierten Dreiecksflächen sind interpolierbar, indem beliebig viele Triangulationspunkte

gesetzt werden können, was jedoch nicht zu einer effektiven Erhöhung der Messpunktauflösung führt. Der Nutzen einer Interpolation besteht an dieser Stelle allerdings darin, Fehlstellen in Punktwolken schließen zu können.³⁴ Aus der Triangulation der Punktwolke ist dann ein sogenanntes Mesh-Modell entstanden, das den visuellen Charakter eines dreidimensionalen Drahtmodells besitzt (Abb. 4a).

In einem letzten Berechnungsschritt wird eine Textur wie eine Haut über das Mesh-Modell gezogen.³⁵ So entsteht die fotorealistische Anmutung des 3-D-Modells (Abb. 4c). Die Textur wird aus den fotogrammetrisch entzerrten Einzel Fotografien des ersten Arbeitsschrittes generiert. Im Gegensatz zu den Messdaten, die ausschließlich die Form und das Relief des Objekts wiedergeben, sind in dieser fotorealistischen Textur auch Farbunterschiede, Lichtpunkte und Schatten konserviert, die während der Dokumentation bestanden.

2.3 Virtuelle Rekonstruktion

Ziel des Image-based Modeling sind 3-D-Modelle als virtuelle Kopien vermessbarer Realstrukturen. Von diesen Modellen sind virtuelle Rekonstruktionen zu unterscheiden. Eine Rekonstruktion ist ganz allgemein gesprochen der neuerliche Aufbau oder das Wiederherstellen eines Objekts, eines Tathergangs oder auch einer Datenstruktur aus erhaltenen oder anderweitig nachweisbaren Teilstücken. Für die Charta von Burra ist eine Rekonstruktion »die möglichst genaue Rückführung eines Objektes in einen bekannten Zustand und wird gekennzeichnet durch die Einführung von Materialien (alten oder neuen) in die Substanz. Dieses darf weder mit einer Neuschöpfung noch mit einer hypothetischen Rekonstruktion verwechselt werden.«³⁶

31 KERSTEN/MECHELKE/MAZIULL 2015, 6.

32 KERSTEN/LINDSTAEDT 2012.

33 VERHOEVEN u. a. 2013, 46–47.

34 An den Rändern der Fehlstellen werden die Messpunkte über den Freiraum miteinander verbunden (Extrapolation), wobei deutlich größere Dreiecksflächen gebildet werden. Das Einfügen weiterer Punkte verkleinert in diesen Bereichen die Dreiecksflächen.

35 ANDREAE/KLINKE 2018.

36 AUSTRALIA ICOMOS 2013, Art. 1.8.

Der Begriff der virtuellen Rekonstruktion meint im Rahmen dieser Arbeit die Digitalrekonstruktion, also die Rekonstruktion am Computer.³⁷ In deren Mittelpunkt »steht die Erschaffung eines spatialen, temporalen und semantischen virtuellen Modells«. ³⁸ Dieses zeigt den vermutlichen Aufbau eines Objekts auf der Grundlage von gewissenhafter Quellenanalyse, Analyse von Originalsubstanz, Vergleichsbeispielen, Indizien und Dokumenten, um den inhärent spekulativen Charakter zu minimieren. Bartz, Holter und Muth beschreiben virtuelle Rekonstruktionen (bezogen auf antike Bauten und gebaute Räume) »einerseits als Instrument, um die architektonische beziehungsweise räumliche Konzeption zu analysieren und Zugehörigkeiten, Lokalisierungen sowie funktionale Wirkungen der überlieferten Bauteile beziehungsweise Strukturen zu prüfen, und andererseits als wichtiges Medium zur Visualisierung des archäologischen und bauhistorischen Wissens.«³⁹ Sie werden als methodisches Hilfsmittel für schnelles und effizientes Überprüfen von visuellen Annahmen und Argumentationen gesehen. Durch sie wird ein erweiterter, kreativer Erkenntnisgewinn angestrebt und erwartet.⁴⁰ Angestrebt ist, sie auch »als eigenständiges wissenschaftliches Instrument für die Diskussion dynamischen Wissens und für die Generierung zukünftiger Fragen zu nutzen«. ⁴¹ Nach Burwitz und anderen sind »Digitale Rekonstruktionen Wissensträger, Forschungswerkzeuge und Darstellungsmittel«. ⁴²

Bei solch weitreichenden Ansprüchen erscheint es sinnvoll, den Begriff der virtuellen Rekonstruktion auch hinsichtlich seiner verbindlichen Ethik zu untersuchen.

2.3.1 Ethik und Authentizität

"[C]omputer graphics should carry a health warning", konstatieren Miller und Richards, denn Visualisierung ist ein machtvolles Werkzeug, um große Massen zu beeinflussen.⁴³ Aufgrund ihrer Immaterialität sind virtuelle Rekonstruktionen besonders anfällig dafür, dass mit ihnen Hypothesen oder gar Fiktionen verbildlicht werden. Und so wurden 1992 von Reilly ethische Überlegungen skizziert, die in drei Aspekten die wissenschaftlichen Bewertungsprobleme von virtuellen Rekonstruktionen ansprechen:⁴⁴ erstens im Grad der Gewissheit, zweitens im Unterschied zwischen Befund und Modellierung und drittens darin, dass die Modellierung nur einen von vielen hypothetischen Zuständen zeigt.⁴⁵ Die Seville Principles of Virtual Archaeology⁴⁶ fordern daher physische Nachweise⁴⁷ und wissenschaftliche Vergleiche für virtuelle Rekonstruktionen. Das International Council on Monuments and Sites, ICOMOS, postuliert, dass eine Rekonstruktion »nicht die Mehrheit der Substanz«⁴⁸ ausmachen sollte und dass bei allen Ergänzungen Original und Rekonstruktion zu unterscheiden sein müssen.⁴⁹ Die Charta von London verweist auf die Notwendigkeit, »Unterschiede zwischen Beleg und Hypothese und zwischen verschiedenen Wahrscheinlichkeitsstufen«⁵⁰ in der computergestützten Visualisierung von kulturellem Erbe zu vermitteln. In begrifflichen Differenzierungen wie

37 Ein solcher Computereinsatz ist denkmalpflegerisch durch die Charta von Burra abgesichert: »Denkmalpflege sollte sich aller Disziplinen bedienen, die zum Verständnis und zur Sicherung eines Objektes beitragen können. [...] unter gewissen Umständen kann es sich um moderne Techniken handeln, die auf gesicherter, wissenschaftlicher Grundlage ausgeführt werden und auf einem Erfahrungsschatz basieren« (AUSTRALIA ICOMOS 2013, Art. 4).

38 BURWITZ u. a. 2019, 21.

39 BARTZ/HOLTER/MUTH 2016, 193.

40 OLSEN/BRICKMAN/CAI 2004, 1.

41 BARTZ/HOLTER/MUTH 2016, 194.

42 BURWITZ u. a. 2019, 21.

43 MILLER/RICHARDS 1995, 21.

44 REILLY 1992, 159.

45 Von Goodrick und Gillings wurden diese Kategorien weiter spezifiziert (GOODRICK/GILLINGS 2000; WITTUR 2013, 16–17).

46 Speziell für die Archäologie sind die Ergebnisse der Charta von London in die Seville Principles of Virtual Archaeology übertragen worden (DENARD 2012, 58–59).

47 Sie folgen darin der Forderung der Charta von Burra zur Beschränkung »auf die Reproduktion derjenigen Substanz, deren Form durch physische und/oder dokumentarische Zeugnisse bekannt ist.« (AUSTRALIA ICOMOS 2013, Art. 19).

48 AUSTRALIA ICOMOS 2013, Art. 18.

49 AUSTRALIA ICOMOS 2013, Art. 19.

50 DENARD 2009, 2.

»virtual reconstruction«⁵¹, »virtual anastylosis«⁵², »virtual recreation«⁵³ und »virtual restoration«⁵⁴ wird versucht, diese Grade der Authentizität zu erfassen. Einen anderen Weg, die Grade der Hypothesenhaftigkeit zu zeigen, erprobt z. B. ein Codesystem, das verschiedene Stufen der wissenschaftlichen Gewissheit durch unterschiedliche Farben visualisiert.⁵⁵ In einem solchen System werden die Bereiche von Wissen, Analogieschluss und Fiktion sehr deutlich. Allerdings weichen die Illustrationen stark von bekannten Sehgewohnheiten ab. Sie machen daher ästhetikbezogene Untersuchungen fast unmöglich und erschweren auch eine Vermittlung an Laien.

2.3.2 Rekonstruktionsdokumentation

Bereits im Jahr 1889 forderte der erste offizielle internationale Kongress zum Schutz der Kunstwerke und Denkmäler in Paris dazu auf, dass jede Maßnahme an historischer Originalsubstanz von einer Expertenkommission unterstützt und ein

entsprechendes Protokoll angefertigt werden solle, »das bis ins kleinste Detail den Zustand dieses Denkmals vor und nach der Restaurierung festhält.«⁵⁶ Vergleichbar mit solchen inzwischen in der Tat gängigen Restaurierungsprotokollen sollten für Rekonstruktionen nun auch wissenschaftlich-archäologische Rekonstruktionsprotokolle üblich werden, die alle zugänglichen Informationen wie Texte, Befunde, Zeichnungen und Vergleichsbeispiele umfassen und so das gesamte Wissen der jeweiligen Grabungsgeschichte bündeln und sichtbar machen, um den Wissenstand zu verdeutlichen. Digitale Modelle sollten also mit den wissenschaftlichen Quellen verknüpft werden, auf denen sie basieren,⁵⁷ da ihre Quellenanzeige ein wichtiger Indikator zur Beurteilung ihrer wissenschaftlichen Qualität ist.⁵⁸ Für eine komplexe Verwissenschaftlichung geht dies allerdings noch nicht weit genug, denn eigentlich ist eine Verknüpfung jedes einzelnen Elements der virtuellen Rekonstruktion mit der jeweils zugrunde liegenden Quelle erstrebenswert.

Pfarr-Harfst schlägt ein »Four-Level-System«⁵⁹ vor, in dem alle Elemente der virtuellen Rekonstruktion in die Dokumentation aufgenommen werden:⁶⁰ Auf unterster Ebene ist der Projekthintergrund mit seinen Zielen und Partnern genannt. Auf dem nächsten Level wird der Projektkontext als Exkurs zu den kulturellen und historischen Hintergründen des zu rekonstruierenden Objekts dargelegt. Die dritte Ebene umfasst die auf das jeweilige Rekonstruktionsprojekt abgestimmte individuelle Systematik mit Nomenklaturen und Klassifikationen. Das oberste, vierte Niveau bildet die Nachweisebene, die eine klare Zuordnung des Objektes zu seinen zugrunde liegenden Quellen in Objekt- und Quellenkatalogen dokumentiert.⁶¹ Bei aktuellen Forschungsprojekten werden Rekonstruktionsdokumentationen als Annotationen an den entsprechenden Stellen der 3-D-Modelle inte-

51 »This involves using a virtual model to visually recover a building or object made by humans at a given moment in the past from available physical evidence of these buildings or objects, scientifically-reasonable comparative inferences and in general all studies carried out by archaeologists and other experts in relation to archaeological and historical science.« (INTERNATIONAL FORUM OF VIRTUAL ARCHAEOLOGY 2011, 3).

52 »This involves restructuring existing but dismembered parts in a virtual model.« (INTERNATIONAL FORUM OF VIRTUAL ARCHAEOLOGY 2011, 3).

53 »This involves using a virtual model to visually recover an archaeological site at a given moment in the past, including material culture (movable and immovable heritage), environment, landscape, customs, and general cultural significance.« (INTERNATIONAL FORUM OF VIRTUAL ARCHAEOLOGY 2011, 3).

54 »This involves using a virtual model to reorder available material remains in order to visually recreate something that existed in the past. Thus, virtual restoration includes virtual anastylosis.« (INTERNATIONAL FORUM OF VIRTUAL ARCHAEOLOGY 2011, 3).

55 Davide Borra schlägt ein fünfstufiges System vor: Violett gefärbt sind hier die Elemente, die auf Grund archäologischer oder historischer Quellen gewiss sind. Grün sind solche, die durch Analogien bestätigt sind. Blau markiert ist das, was aufgrund von geometrischen Gesichtspunkten ergänzt wurde. Gelb ist das, was vorausgesetzt wird oder in vergleichbaren Kontexten aufgetreten ist. Rot ist das gekennzeichnet, für das es keine Quellen gibt und das nur platziert wurde, um eine lebensbildliche Annäherung zu schaffen (BORRA 2009; LÓPEZ-MENCHERO BENDICHO 2013, 276–277).

56 LANGINI u. a. 2012, 15.

57 HOPPE u. a. 2016, 49.

58 MÜNSTER/KÖHLER/HOPPE 2015, 435.

59 PFARR-HARFST 2015, 425.

60 PFARR 2010, 83.

61 PFARR-HARFST 2015, 425–426.

griert.⁶² Hieran kritisieren Grellert und Pfarr-Harfst, dass die Integration von Informationen derzeit noch auf hochkomplexen Systemen und Ontologien basiert und daher nur schwerlich geändert bzw. aktualisiert werden kann. Daher schlagen sie vor, dass die »Rekonstruktion-Argument-Methode«⁶³ als Minimalstandard verwendet werden sollte. Hierbei werden die wissenschaftlichen Erkenntnisse, die in die digitalen Rekonstruktionen eingeflossen sind, anhand der Gegenüberstellung eines Screenshots oder Renderings des digitalen Modells mit der jeweils hierfür verwendeten Grundlage, die durch ein textliches Argument verbunden werden, nachvollziehbar und wissenschaftlich übertragbar gemacht.

62 GRELLERT/PFARR-HARFST 2019, 269–270.

63 GRELLERT/PFARR-HARFST 2019, 271–274.

3 Forschungsgeschichte und Vorarbeiten

Das Wissen um die Existenz der Großen Sloopsteene ist möglicherweise kontinuierlich erhalten geblieben,⁶⁴ wenngleich in der Spanne der langen Überlieferung die Kenntnis um die ursprüngliche Funktion als megalithisches Kollektivgrab verloren ging. Die Vorstellung einer Begräbnisstätte tradierte sich allerdings in einer lokalen volkskundlichen Sage über den »Sachsenherzog Widukind (auch Wittekind) [... , der] in einem goldenen Sarg unter den großen Steinen liegen soll.«⁶⁵

Die erste Dokumentation des neuzeitlichen Zustands der Großen Sloopsteene ist von Georg Ludwig Friedrich Werner Graf zu Münster-Langelage überliefert, der 1807 bereits »starke Spuren von früheren Nachsuchungen«⁶⁶ konstatierte und eine erste Handskizze der Anlage anfertigte. Eine grundlegende Vermessung des Grabs erfolgte 120 Jahre später durch den Prähistoriker Ernst Sprockhoff und seinen Zeichner Helmut Schwieger. Im Rahmen der Forschungen der Altertumskommission für Westfalen wurden die Handskizze des frühen 19. Jahrhunderts, die Zeichnung der südlichen Seitenansicht von 1927 und der aktuelle Zustand von 2014 gegenübergestellt (Abb. 5).⁶⁷ Der Abgleich zeigt, dass die Steine seit über 200 Jahren nahezu unverändert liegen. Für den westfälischen Raum ist dies ungewöhnlich, da Megalithgräber in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts oftmals wieder aufgerichtet wurden, um einen »ordentlichen« bzw. den vermeintlich »originalen« Eindruck wie-

derherzustellen.⁶⁸ Die heutige Fundlage der Steine, die für den Laien die Anmutung einer Findlingsansammlung hat, geht teilweise auf allmähliche Verschiebungen durch den Steindruck, stärker aber auf mechanische Steinverlagerungen im Zuge der unsachgemäßen Graböffnung vor 1807 zurück.

Die Großen Sloopsteene erfahren seit 1938 durch die Eintragung ihrer Umgebung als Naturschutzgebiet besonderen Schutz,⁶⁹ der seit 1986 auch durch die Aufnahme in die Liste der archäologischen Bodendenkmäler festgeschrieben ist. Der Schutz impliziert die unbedingte Erhaltung des Denkmals und seiner originalen Substanz und verbietet Grabungen, die in die Substanz eingreifen. So schien es lange, als könne das Grab keine neuen archäologischen Antworten mehr liefern. Im Folgenden soll jedoch gezeigt werden, dass und wie neue Daten im Einklang mit dem erhaltenden Leitgedanken der Bodendenkmalpflege gewonnen werden können, die schließlich zur virtuellen Rekonstruktion der Megalithanlage führen.

3.1 Digitale Konservierung

Im Rahmen einer Kampagne der Altertumskommission für Westfalen wurden 2015 die Großen Sloopsteene mittels Image-based Modeling vollständig und extrem hochauflösend digitalisiert.⁷⁰ Das Resultat ist eine Punktwolke mit 377 Millionen

64 Siehe hierzu die Dissertation des Verfassers, die in der Reihe »Veröffentlichungen der Altertumskommission« erscheinen wird.

65 SCHIERHOLD 2016, 9–10.

66 SCHIERHOLD 2016, 5.

67 SCHIERHOLD 2016, 14–20.

68 KLINKE 2017b.

69 SCHIERHOLD 2016, 2.

70 Verwendet wurde hierfür die Software Agisoft PhotoScan (Version 1.2.6), da mit diesem Programm die höchsten Genauigkeiten zu erzielen sind (KLINKE 2015, 43).

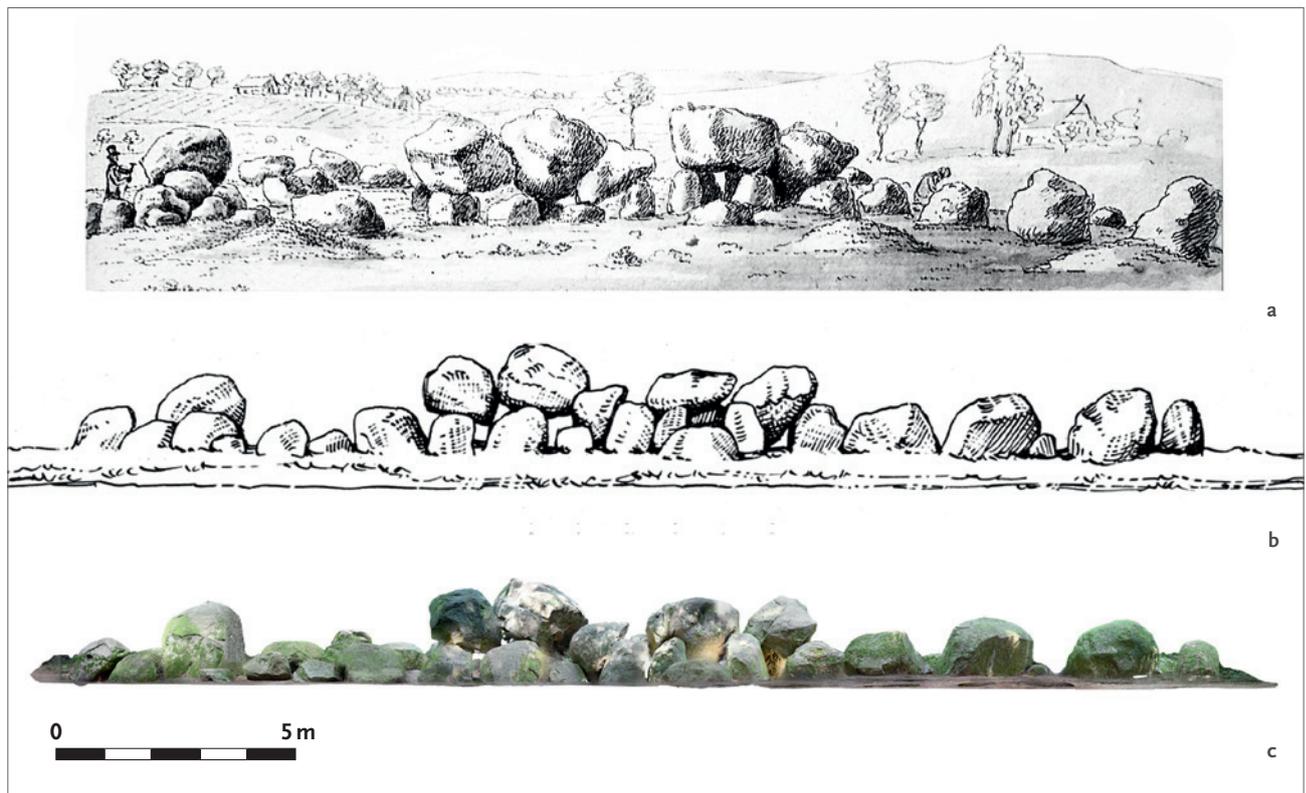


Abb. 5 Große Sloopsteene in über 200 Jahren Forschungsgeschichte. a: Zeichnung von Graf zu Münster-Langelage aus dem Jahr 1807; b: Vermessungszeichnung von Ernst Sprockhoff aus dem Jahr 1927; c: Seitenansicht aus Daten der 2015 durchgeführten digitalen Konservierung (Grafik: a: Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege, Archäologisches Archiv; b: LWL-Archäologie für Westfalen; c: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

Messpunkten,⁷¹ die dem Ergebnis eines Laserscanners ähnelt, wobei selbst Bereiche mit sehr geringen Zielweiten hochauflösend erfasst sind und für jeden Messpunkt ein realistischer Farbwert hinterlegt ist.

Für die Digitalisierung der Großen Sloopsteene wurde ein Workflow entwickelt, der die spezifischen Charakteristika von megalithischen Bodendenkmälern berücksichtigt.⁷² Kennzeichnend für das Erscheinungsbild heutiger Megalithanlagen

sind zum einen Einzelsteine, die durch Verlagerungen ohne Verbund zum Liegen gekommen sind, und Orthostaten, die aufgrund fehlenden Zwickelmauerwerks nun separiert stehen. Eine zweite Gruppe sind Findlingshaufen aus verlagerten Steinen und verschobenen Trag- und Decksteinen. Der Workflow sieht vor, dass jede einzelne Einheit – auch eine Gruppe von aneinanderstoßenden Steinen gilt dabei als Einheit – als individuelles Objekt von allen Seiten und in zwei Ebenen fotografiert wird. Dabei ist darauf zu achten, dass die Kamera auf das Objekt, also den Stein oder das Zentrum der Steingruppe, scharfgestellt ist. Gleichzeitig müssen im unscharfen Bereich des Hintergrunds Referenzpunkte bzw. Referenzstrukturen von Foto zu Foto wiederzufinden sein. Diese Referenzpunkte ersetzen quasi die Targets, wie sie beim Laserscanning benötigt werden. Genauso wie dort müssen sich die Referenzstrukturen auch im Hintergrund der Fotografien benachbarter Objekte wiederfinden lassen, um die räumliche Verortung zu erfassen.

71 Eine 3-D-Vermessung mithilfe einer Drohnenbefliegung durch das Institut für Geoinformatik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster erbrachte dagegen nur etwa 0,8 Millionen Messpunkte.

72 Der Workflow hat sich inzwischen auch bei der Erfassung anderer Megalithanlagen bewährt, so im Kreis Borken an den Düwelsteinen bei Heiden (KLINKE 2018a), im Kreis Paderborn an den Megalithgräbern von Atteln, Borchenschborchen I und II sowie Lichtenau-Etteln, im Kreis Soest am Megalithgrab von Soest-Hiddingsen (KLINKE 2020a) sowie im Kreis Steinfurt an den Kleinen Sloopsteinen bei Lotte-Halen und am Megalithgrab von Lengerich-Wechte (KLINKE 2018b).



Abb. 6 Orthofotografische Darstellung des heutigen Zustands der Großen Sloopsteine (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

Der erste SfM-Berechnungsschritt wird am Computer zunächst für jedes Objekt einzeln durchgeführt. Dabei entstehen mehrere grobe Punktwolken, die in weiteren Berechnungen anhand der Referenzpunkte im Umraum des Objekts zusammengeführt werden. Da die groben Punktwolken bereits eine sehr hohe Punktzahl besitzen, können zunächst immer nur zwei benachbarte Objekte zusammengerechnet werden, um auf diese Weise sukzessive eine vollständige grobe Punktwolke zu erhalten. Nachdem die groben Punktwolken aller Objekte in einer Datei zusammengefasst sind, erfolgt die oben beschriebene Bearbeitungskette des Image-based Modeling aus Verdichtung der Punktwolke, Triangulation der Messpunkte, Bearbeitung des Mesh-Modells und Generierung der fotorealistischen Textur. Das Ergebnis ist ein virtuelles, allseitig zu betrachtendes 3-D-Modell der Großen Sloopsteine.⁷³ Dieses liefert die Grundlage für eine hochauflösende Orthodarstellung, die die Megalithanlage ohne Perspektivverschiebungen zeigt.⁷⁴ Als Orthoextrakt aus einem 3-D-Modell handelt es sich um ein sogenanntes true orthophoto, da hier jeder Bildpunkt bzw. jedes Pixel exakt aus der Senkrechten zu sehen ist (Abb. 6).⁷⁵

73 KLINKE 2017a.

74 SCHIERHOLD 2016, Klapptafel.

75 Auf den als Senkrechtaufnahmen aus der Luftbildfotografie bekannten Orthofotos sind nur die Bodenpunkte senkrecht zu sehen, höhere Elemente wie z. B. Bäume oder Häuser werden teilweise leicht von der Seite gezeigt.

3.2 Mikroinvasive Ausgrabung

Ergänzend zur digitalen Konservierung fand 2015 eine mikroinvasive Ausgrabung nahe dem als Bodendenkmal geschützten Areal statt.⁷⁶ Dabei wurden keine Eingriffe innerhalb des ursprünglichen Grabbaus vorgenommen, sondern nur in Bereichen von bei Plünderungen vor 1807 angehäuften Erdaushüben. Diese Aushübe sind schon auf der Skizze von Graf zu Münster-Langelage als kleine Hügel im Umfeld der Findlingsansammlung zu sehen (Abb. 7).⁷⁷ Das Erdmaterial muss also zu einem unbekanntem Zeitpunkt vor 1807, wahrscheinlich bei der Suche nach materiell Wertvollem wie Edelmetall, obgleich sich dieses nach heutigem Wissen eher selten in trichterbecherzeitlichen Grabzusammenhängen findet,⁷⁸ aus dem Areal der Findlingsarchitektur nach außen verbracht worden sein. Da es aus verschiedenen Bereichen der Megalithgrabanlage stammt und in kürzester Zeit unsystematisch angehäuft wurde, kann davon ausgegangen werden, hier keine Stratigrafie vorzufinden, die aus Sicht der bewahrenden Bodendenkmalpflege unberührt bleiben muss. So war es verantwortbar, einen mikroinvasiven Eingriff vorzunehmen, dessen Erkenntnisgewinn einer geringen Zerstörung gegenübersteht. Von den zwei prominentesten

76 SCHIERHOLD/KLINKE/MEYER 2016.

77 SCHIERHOLD 2016, 22.

78 SCHWARZLÄNDER 2004.



Abb. 7 Die älteste Darstellung des Megalithgrabes Große Sloopsteene aus dem Jahr 1807 von Graf Georg Ludwig Friedrich Werner zu Münster-Langelage (Grafik: Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege, Archäologisches Archiv).

Aushüben ist jeweils nur ein Drittel untersucht worden,⁷⁹ sodass sowohl Profile als Zeugenblöcke als auch zwei Drittel des zu untersuchenden Materials unberührt geblieben sind.

Die Ausgrabungen erbrachten 257 keramische Funde vorgeschichtlicher Machart, von denen 85 Stück, also etwa ein Drittel, Verzierungen aufweisen.⁸⁰ Diese verzierten Scherben konnten typochronologisch in die Brindley-Horizonte 4 bis 6 eingeordnet werden.⁸¹ Sie indizieren eine gesicherte Nutzungszeit der Megalithanlage von etwa 3200 bis 2900 calBC.⁸² Des Weiteren konnte »eine große Menge an kleinen Kalkstein- und Sandsteinplatten«⁸³ dokumentiert werden, die aus der ehemaligen Grabkammer stammen dürfte. Das Weiß des Kalksteins, der wahrscheinlich für den Fußboden verwandt wurde, und das Rot des Sandsteins, der wohl als Zwickelmauerwerk Verwendung fand, liefern so Indizien für die ehemalige Farbigekeit des Bauwerks. »Völlig überraschend konnten aus beiden Aushüben menschliche Knochenreste geborgen werden.«⁸⁴ Aufgrund ungünstiger Bedingungen sind überhaupt nur wenige Knochenfunde aus trichterbecherzeitlichen Anlagen

erhalten. Eigentlich hätte auch in diesem Fall der lokale sandige Boden eine vollständige Zersetzung zur Folge haben müssen. So ist davon auszugehen, dass ein jahrtausendelanger guter Luftabschluss in Kombination mit dem Kalkplattenboden der Grabkammer für die Überlieferung der Knochen gesorgt hat. Fünf der gefundenen Knochenfragmente wurden mithilfe der Beschleuniger-Massenspektrometrie, kurz AMS⁸⁵, beprobt und erbrachten ergänzend zur Keramikdatierung naturwissenschaftliche absolutchronologische Daten. Sie decken eine Spanne von 3350 bis 2850 calBC ab, mit einem schwachen Nachhall bis 2600 calBC.⁸⁶

3.3 Gesteinsbestimmung

Im Herbst 2018 nahmen die Geologen Eckhard Speetzen und Alfred Hendricks eine Gesteinsbestimmung der Großen Sloopsteene im Gelände vor (Abb. 8).⁸⁷ Die Oberflächeninspektion der Findlinge ergab abweichend von den bisherigen Vermutungen,⁸⁸ dass nur Kristallingestein Verwendung fand. Eine genauere Bestimmung war bei 57 Findlingen möglich. 53 von ihnen zeigen

79 SCHIERHOLD 2016, 22–23.

80 SCHIERHOLD 2016, 26.

81 SCHIERHOLD 2016, 26.

82 SCHIERHOLD 2016, 26.

83 SCHIERHOLD 2016, 24.

84 SCHIERHOLD 2016, 24.

85 Vom englischen *accelerator mass spectrometry*.

86 SCHIERHOLD 2016, 27.

87 Für ihr ehrenamtliches Engagement gebührt den beiden Geologen großer Dank.

88 SCHIERHOLD 2016, 2.



Abb. 8 Kartierung der geologischen Gesteinsbestimmung der Großen Sloopsteene (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinko).

als hellgraue Granite mit einheitlichem Aufbau ein homogenes Gesteinsbild, das einen gemeinsamen Ursprung im skandinavischen Raum nahelegt. Von dort sind die Findlinge mit den Eismassen des Saale-Glazials nach Süden transportiert worden und nach deren Stillstand und Zerfall in der näheren Umgebung der Großen Sloopsteene zu liegen gekommen. Bei der Bestimmung vor Ort konnten zwei Typen anhand der Körnung unterschieden werden: Typ 1 ist gekennzeichnet durch eine feinere Körnung und Typ 2 durch eine

entsprechend gröbere. Beide sind den geologischen Maßen »fein- bis mittelkörnig« zuzurechnen. Geologisch interessant ist, dass einige der Granite pegmatitische Bereiche mit grobkörnigen Feldspäten aufweisen. Ein Stein ist sogar als Pegmatit anzusprechen. Bei einem weiteren Granit wurde eine auffällige rote Gesteinsfarbe dokumentiert. Zwei andere Steine zeichnen sich durch ihre dunkelgraue Farbigekeit aus. Sie bestehen aus Dolerit und aus Gabbro oder Basalt.

4 Grundlagen der virtuellen 3-D-Rekonstruktion

4.1 Benennungssystem

4.1.1 Steine

In der Ortsakte zu den Großen Sloopsteinen finden sich verschiedene Benennungen der Einzelsteine, zumeist in Form von Nummerierungen und Beschreibungen. Sie sind unterschiedlichen Systemen, wie z. B. einer funktionalen Unterscheidung in Decksteine und Tragsteine, geschuldet

der ältesten Benennung aus den 1930er-Jahren und bettet die neue Forschung in die Forschungsgeschichte um die Großen Sloopsteene ein. Dabei eröffnet sie die Möglichkeit, die Veränderungen während der letzten etwa 90 Jahre deutlich zu machen. Die Nummerierung beginnt am äußeren südwestlichen Rand und erfasst zunächst im Uhrzeigersinn die äußeren Steine; im Inneren erfolgt die Benennung dann von West nach Ost zickzackförmig. Heute fehlen drei etwa 20 cm bis 40 cm hohe Stei-

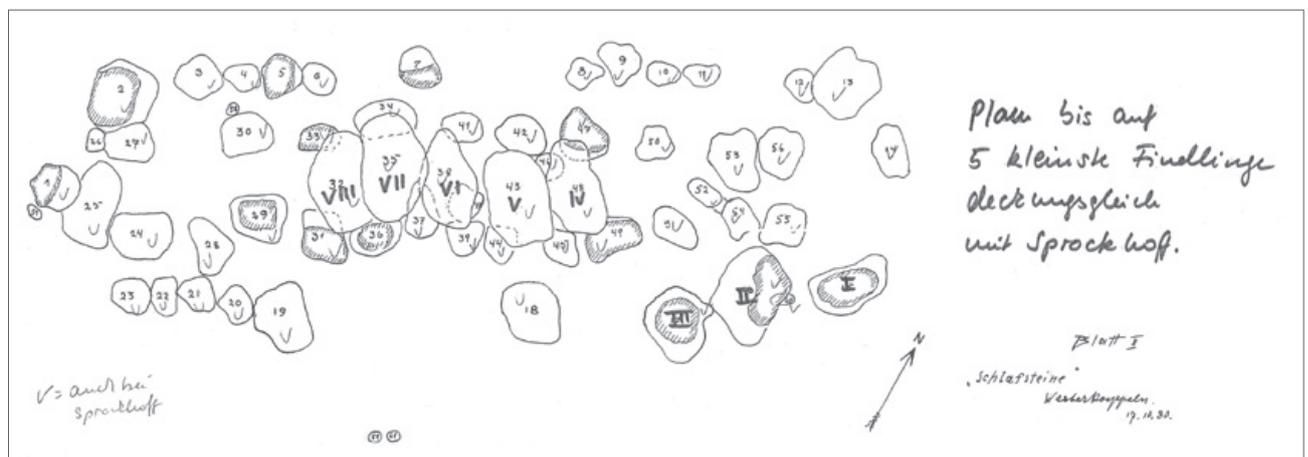


Abb. 9 Differierende Systeme zur Identifikation der einzelnen Findlinge in einer Skizze aus der Ortsakte der LWL-Archäologie für Westfalen, Außenstelle Münster. O. M (Zeichnung: LWL-Archäologie für Westfalen).

(Abb. 9). Bei diesen Systemen werden die Findlinge vorab interpretiert. Erkenntnisse, die im Laufe der Zeit gewonnen werden, sind sprachlich nur unständig zu integrieren. Daher wird bei der vorliegenden Arbeit ein System verwendet, in dem jeder einzelne Stein ohne Rücksicht auf seine Größe und eine daraus abzuleitende mögliche Funktion nummeriert ist. Dieses System korrespondiert mit

ne aus der Vermessung der 1930er-Jahre (Abb. 10). Stattdessen sind nun aber zwei etwa gleichgroße Steine an komplett anderen Stellen neu sichtbar.⁸⁹ Insgesamt ergibt sich eine Anzahl von 63 Steinen, von denen heute 61 zu erkennen sind.

⁸⁹ Steine 62 und 63.

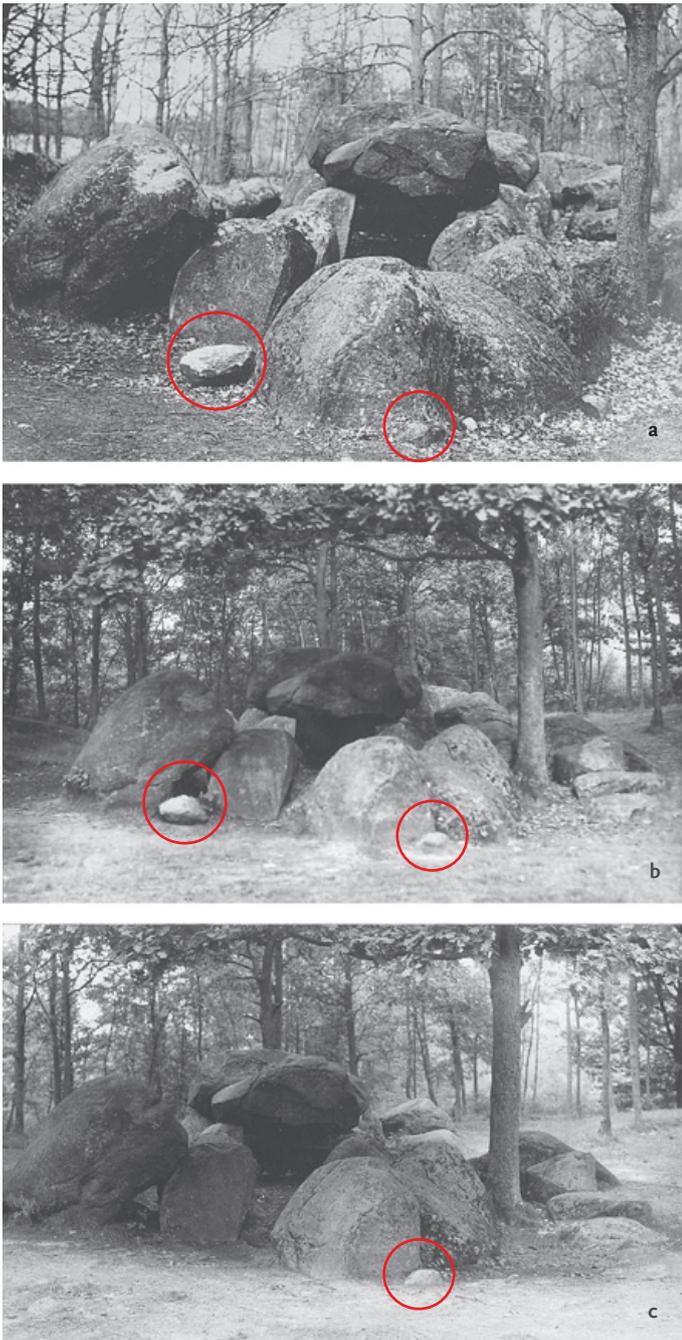


Abb. 10 Die undatierten historischen Fotografien dokumentieren »Steinbiografien«: Stein 26 (a: flache Breitseite weist nach oben; b: verlagert und flache Breitseite weist zum Boden; c: fehlend); Stein 57 (a: fast ganz bedeckt; b: etwas freigelegt; c: deutlich freigelegt) (Fotos: LWL-Archäologie für Westfalen).

4.1.2 Steinoberflächen

Um die Findlinge in ihrer architektonischen Ausrichtung exakter beschreiben zu können, ist eine Benennung ihrer Oberflächen notwendig. Das

kann aber überhaupt nur deshalb geschehen, weil sich die geologisch geformten Findlingskörper in ein grobes Quaderschema einpassen lassen. Dieses macht die Unterteilung der Steinoberflächen in Schmal-, Lang- und Breitseiten möglich. Alle für den Bau der Grabanlage verwendeten Steine weisen dabei mindestens eine geologisch abgeflachte, breite Seite auf. Sie wird im Text als flache Breitseite bezeichnet.

4.2 Steinklassifikation

Bei der Sichtung aller Findlinge sind ihre unterschiedlichen Größen und Volumina augenfällig. Um für eine Beschreibung und zum Verstehen der Bautechnik zu einer Klassifizierung der Steine zu gelangen, wird jeweils das Gewicht ihrer digital vermessenen Rauminhalte errechnet.⁹⁰ In Klassen zusammengefasst stellen sich jeweils Steingruppen von wenigen Kilogramm, von ca. 1 t, ferner Steine mit einem durchschnittlichen Gewicht von 1,5 t und des Weiteren Steine mit einem Durchschnittsgewicht von 6 t heraus (Abb. 11). Bei der grafischen Darstellung ihrer Verteilung und bei der virtuellen Rekonstruktion des Megalithgrabs zeigt sich, dass die Gewichtsklassen der Steine in direktem Bezug zu ihrer architektonischen Funktion für den megalithischen Baukörper stehen. Steine mit ungefähr 1 t Gewicht wurden für die Mauer der äußeren Umfassung genutzt. Für die Tragsteine der Grabkammer kamen Steine von ungefähr 1,5 t und als Decksteine die Findlinge von ca. 6 t Gewicht zur Verwendung (Abb. 12). Darüber hinaus umfasst das Modell der digitalen Konservierung noch sieben deutlich kleinere Steine von unter 1 t Gewicht. Bei ihnen handelt es sich um sogenannte Keilsteine, die die Findlinge miteinander verkeilten und Deckenlücken füllten.

4.3 Analoger Rekonstruktionsentwurf

Das heutige Aussehen des Megalithgrabs Große Sloopsteene erweckt den Eindruck einer An-

⁹⁰ Ausgangspunkt ist das spezifische Gewicht von Granit mit etwa 2,7 t/m³.

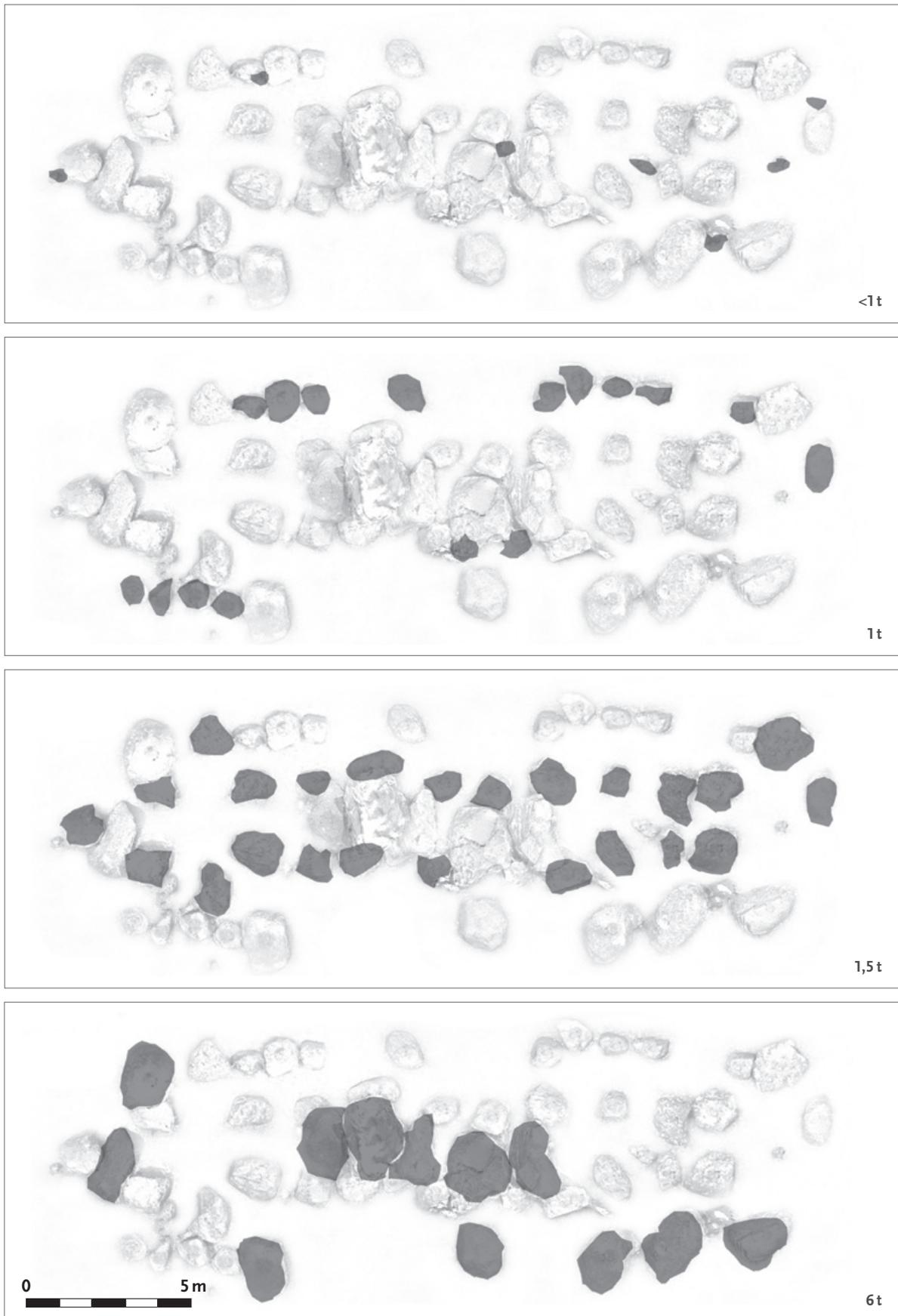


Abb. 11 Unterscheidung der Findlinge nach Gewichtsklassen (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

Stein-Nr.	Funktion	Zugehörigkeit	Sichtbare Oberfläche in %	Gewicht in t	Volumen in m ³	Gesteinsart	Verlagerungs- distanz in m
1	Tragstein	Joch 1	54,82	1,89	0,70	Granit	1,22
2	Deckstein	Joch 2	78,31	6,52	2,41	Granit	2,75
3	Tragstein	Joch 2	60,56	1,58	0,59	Granit	1,51
4	Umfassungsstein	Umfassung	x	x	x	Granit	x
5	Umfassungsstein	Umfassung	58,06	1,27	0,47	Granit	0,09
6	Umfassungsstein	Umfassung	x	x	x	x	x
7	Umfassungsstein	Umfassung	60,95	1,18	0,43	Granit	0,15
8	Umfassungsstein	Umfassung	62,92	0,99	0,37	Granit	0,14
9	Umfassungsstein	Umfassung	58,40	0,70	0,26	Granit	0,31
10	Umfassungsstein	Umfassung	x	x	x	Granit	x
11	Umfassungsstein	Umfassung	x	x	x	Pegmatit	x
12	Umfassungsstein	Umfassung	x	x	x	Granit	x
13	Tragstein	Joch 11	69,26	2,66	0,99	Granit	2,81
14	Umfassungsstein	Umfassung	x	x	x	Granit	x
15	Deckstein	Joch 11	64,23	4,752	1,76	Granit	3,17
16	Deckstein	Joch 10	63,09	7,27	2,69	Granit	2,83
17	Deckstein	Joch 9	60,68	4,37	1,62	Granit	3,35
18	Deckstein	Joch 12	47,32	2,66	0,99	Granit	0,83
19	Deckstein	Joch 3	53,92	3,63	1,35	Granit	3,61
20	Umfassungsstein	Umfassung	44,43	0,54	0,20	Granit	0,26
21	Umfassungsstein	Umfassung	58,50	0,77	0,29	Granit	0,10
22	Umfassungsstein	Umfassung	45,26	0,41	0,15	Granit	0,10
23	Umfassungsstein	Umfassung	31,63	0,33	0,12	Granit	0,03
24	Tragstein	Joch 1	x	x	x	Granit	x
25	Deckstein	Joch 1	29,03	4,63	1,72	Granit	1,09
26	Keilstein	x	x	x	x	x	x
27	Tragstein	Joch 1	x	x	x	Granit	x
28	Tragstein	Joch 2	55,97	1,48	0,55	Granit	0,94
29	Tragstein	Joch 3	56,94	2,44	0,91	Granit	0,32
30	Tragstein	Joch 3	x	x	x	Granit	x
31	Tragstein	Joch 4	x	x	x	Gabbro/Basalt	x
32	Deckstein	Joch 4	78,53	5,77	2,14	Dolerit	0,47
33	Tragstein	Joch 4	x	x	x	Granit	x
34	Tragstein	Joch 5	59,74	2,33	0,86	Granit	0,39
35	Deckstein	Joch 5	77,64	9,40	3,48	Granit	0,37
36	Tragstein	Joch 5	x	x	x	Granit	x
37	Tragstein	Joch 5	43,76	0,77	0,28	Granit	0,21

Stein-Nr.	Funktion	Zugehörigkeit	Sichtbare Oberfläche in %	Gewicht in t	Volumen in m ³	Gesteinsart	Verlagerungs-distanz in m
38	Deckstein	Joch 6	71,91	3,55	1,32	Granit	0,51
39	Tragstein	Joch 6	62,67	1,08	0,40	Granit	0,17
40	Tragstein	Joch 5	37,92	0,52	0,19	Granit	1,18
41	Tragstein	Joch 6	54,50	1,23	0,46	Granit	0,02
42	Tragstein	Joch 7	x	x	x	Granit	x
43	Deckstein	Joch 7	68,87	8,88	3,29	Granit	0,48
44	Tragstein	Joch 7	61,28	0,82	0,30	Granit	0,35
45	Tragstein	Joch 7	x	x	x	Granit	x
46	Keilstein	x	x	x	x	Granit	x
47	Tragstein	Joch 8	x	x	x	Granit	x
48	Deckstein	Joch 8	75,91	7,63	2,83	Granit	0,65
49	Tragstein	Joch 8	61,33	1,96	0,723	Granit	0,12
50	Tragstein	Joch 9	x	x	x	Granit	x
51	Tragstein	Joch 9	53,97	1,25	0,46	Granit	0,36
52	Keilstein	x	x	x	x	Granit	x
53	Tragstein	Joch 10	45,55	1,51	0,56	Granit	0,50
54	Tragstein	Joch 10	64,24	0,83	0,31	Granit	0,67
55	Tragstein	Joch 11	54,62	2,17	0,80	Granit	0,40
56	Tragstein	Joch 11	51,32	1,63	0,60	Granit	0,17
57	Keilstein	x	x	x	x	Granit	x
58	Keilstein	x	x	x	x	x	x
60	Keilstein	x	x	x	x	Granit	x
62	Keilstein	x	x	x	x	x	x
63	Keilstein	x	x	x	x	x	x

Abb. 12 Aufgelistet sind die wichtigsten Daten zu den einzelnen Steinen des Megalithgrabes Große Sloopsteene (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

sammlung bzw. Anhäufung kolossaler Findlinge (Abb. 13). Auf den ersten Blick ist das ehemalige Bauwerk, besonders für Laien, schwer zu erkennen. Werden die einzelnen Steine jedoch in ihrem Kontext genauer betrachtet, deutet sich die architektonische Struktur der Anlage bereits im Gelände an. 1927 fertigte Sprockhoff auf der Grundlage seiner Vermessungen eine erste Rekonstruktionszeichnung und stellte sie der Veröffentlichung seines Vermessungsblatts in einem lichten Branton eingefärbt voran (Abb. 14a). Sie verdeutlicht das Architekturkonzept und zeigt eine Grabkammer, die aus elf Findlingsjochen besteht. Ein Joch ent-

spricht dabei in der Regel zwei kleineren Orthostaten, die einen größeren Deckstein tragen.⁹¹ Die auf diese Weise konstruierte Kammer wird außen mit einigem Abstand von einem elliptischen Steinkranz umfasst. Die Rekonstruktionszeichnung bildet kein idealisiertes Megalithgrab ab, sondern erfasst die charakteristischen Formen der Findlinge, orientiert sich an den realen Gegebenheiten und schlägt abweichend von einer Idealisierung⁹²

⁹¹ Vgl. PERSCHKE 2016, 168–169.

⁹² SPROCKHOFF 1930, 2–7.



Abb. 13 Das heutige Aussehen der Großen Sloopsteine erinnert eher an eine Ansammlung von Findlingen als an neolithische Architektur (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/U. Haarlammer, L. Klinke).

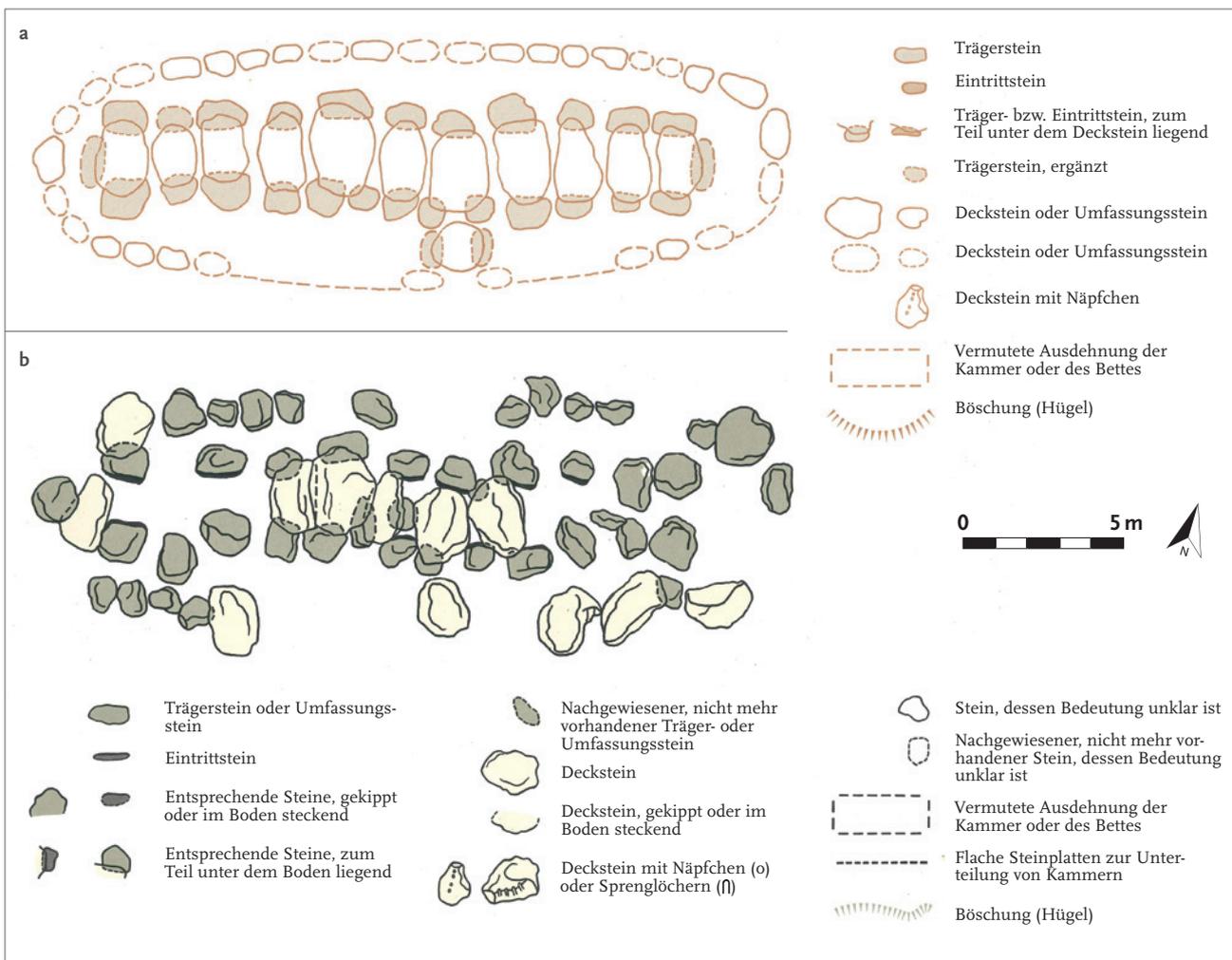


Abb. 14 Vermessungs- und Rekonstruktionszeichnungen der Großen Sloopsteine nach Sprockhoff aus dem Jahr 1927. a: schematische Rekonstruktionszeichnung; b: Steinplan in Draufsicht (Zeichnung: SPROCKHOFF 1975, Nr. 984, Amtsblatt 179).



Abb. 15 Abgleich der Blaupause von 1927 (blau) mit der Orthodarstellung von 2015 (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

auch Jochkonstruktionen mit drei Tragsteinen vor. Auf Sprockhoffs Illustrationsblatt stehen die Orthostaten der rekonstruierten Grabkammer durch eine lichte Braunfärbung mit den grau eingefärbten Steinen seines Vermessungsplans (Abb. 14) in visueller Beziehung. Diese Korrespondenz und auch die Gegenüberstellung von »Befund« und »Rekonstruktion« in der Legende des Blattes legen eine intendierte Synchronisierung von Rekonstruktions- und Vermessungszeichnung nahe. Aus heute nicht mehr nachvollziehbaren Gründen gibt es aber auch irritierende Abweichungen. So sind im Vermessungsplan Steine der äußeren Umfassung eingefärbt, die in der Rekonstruktion farblos bleiben, ferner finden sich nicht alle Steine in der Rekonstruktionszeichnung wieder und andere sind frei ergänzt, obwohl sie im Vermessungsplan dokumentiert sind.⁹³ Um die Exaktheit von Sprockhoffs Vermessungen zu überprüfen, wurde seine Zeichnung mithilfe eines geografischen Informationssystems (GIS)⁹⁴ über die digitale Orthodarstellung von 2015 gelegt. Dabei traten zunächst massive Abweichungen auf, die dadurch begründet sind, dass 1975 bei der posthumen Drucklegung des Vermessungsblatts der Maßstab nicht exakt übernommen wurde. Erst durch die Integration

der originalen Blaupause in das GIS zeigt sich die erwartete Kongruenz (Abb. 15).⁹⁵

4.4 Bedeutung der In-situ-Steine

Die Analyse des Modells der digitalen Konservierung der Großen Sloopsteene zeigt markante Auffälligkeiten der Steinanordnungen, die das ehemalige Aussehen der Megalithanlage indizieren. Die Verteilung der Findlinge der unterschiedlichen Gewichtsklassen legt ihre überlegte Anordnung nahe. Die Steine mit 1,5 t Gewicht scheinen in zwei fast parallelen Reihen zu liegen. Diese werden an fünf Stellen von Steinen mit durchschnittlich 6 t Gewicht überspannt. Sie indizieren ein weitgehend trilithisches Jochbauprinzip,⁹⁶ mit dessen Hilfe aus Wand- und Deckenflächen ein Baukörper gestaltet ist. Leichtere Findlinge mit einem ungefähren Gewicht von 1 t scheinen auf einem elliptischen Grundriss angeordnet zu sein, der mit etwas Abstand diesen Baukörper umschließt. Es zeichnet sich das Bild einer Anlage aus zwei Architektur-elementen ab, nämlich einer inneren, niedrig überdachten Kammer in Jochbauweise und eines äußeren elliptischen Umfassungsrings.

Um die Annahmen zu verifizieren, werden in einem weiteren Schritt die 1,5-t-Findlinge hin-

93 Hingewiesen sei hier unter anderem auf die vier Steine der äußeren Umfassung auf der Südwestseite, von denen sich in der Rekonstruktionszeichnung nur drei wiederfinden.

94 Bei dieser Arbeit wurde das Open-Source-Programm QGIS verwendet.

95 KLINKE 2016, 32.

96 Näheres hierzu in Kap. 5.2.1.

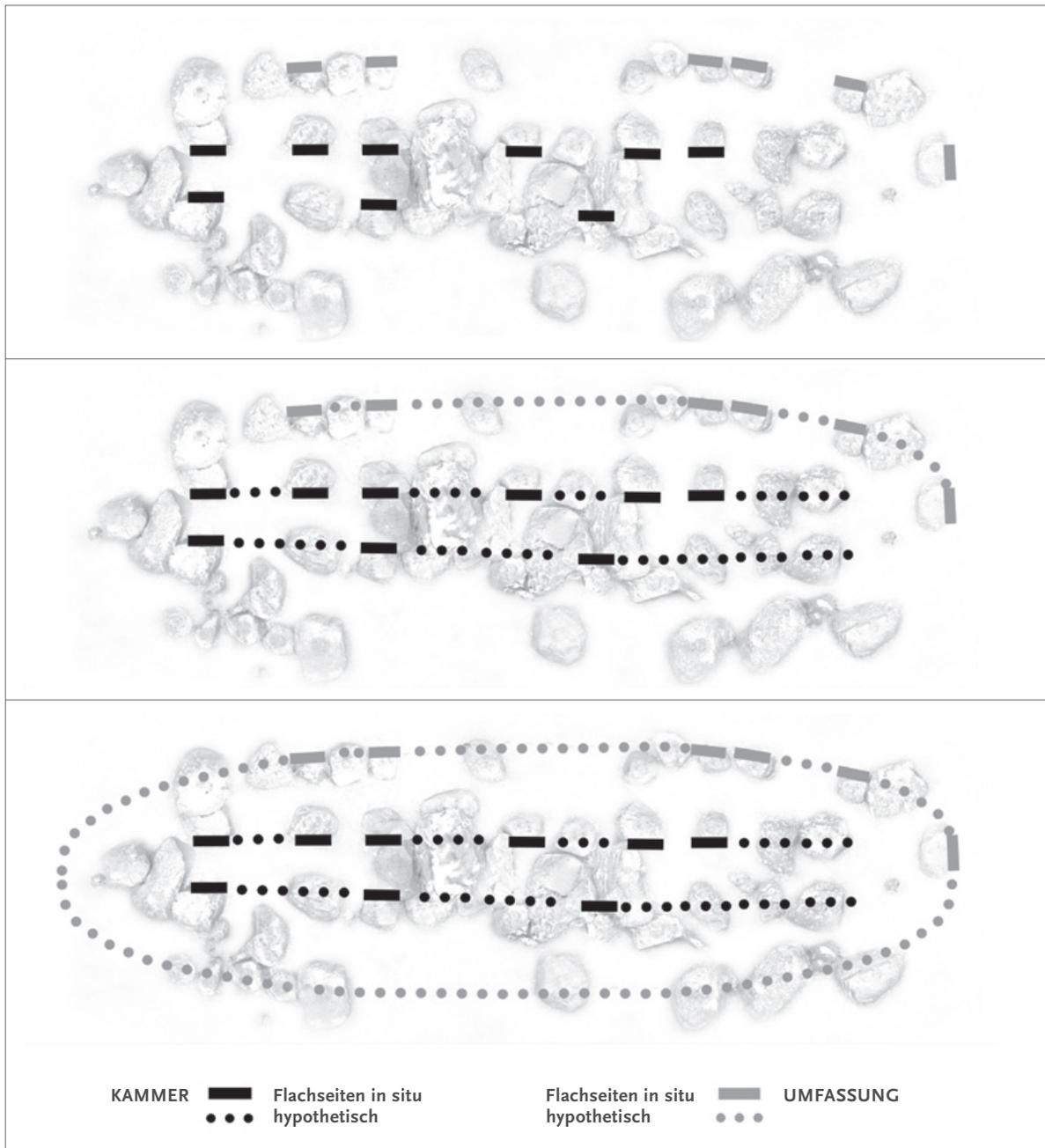


Abb. 16 Ankerpunkte der Rekonstruktion bilden jene Findlinge, die bis heute durch die Reihung ihrer senkrechten Flächen gekennzeichnet sind. Durch Lückenschluss und Spiegelung deutet sich das Architekturprinzip aus innerer Kammer und äußerer Umfassung an. O. M (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

Ausgrabungen und Funde in Westfalen-Lippe 15

sichtlich der Ausrichtung ihrer flachen Breitseiten untersucht (Abb. 16). Von den 24 Steinen dieser Gewichtsklasse ist dies bei 19 möglich. Zehn Findlinge bestätigen durch das Nebeneinander ihrer flachen Breitseiten die angedeuteten fast parallelen Reihen. Bei diesen sind jeweils die Flachseiten zueinander ausgerichtet und stehen sich vis-à-vis gegenüber. Eine solche Anordnung kann kein Zufall sein und ist daher als bewusste, unveränderte

Setzung anzusehen. Diese Steine stehen so seit Jahrtausenden in situ. In ähnlicher Weise bestätigen auch die Ausrichtungen der flachen Breitseiten der etwas leichteren 1-t-Findlinge ihre angedeutete Anordnung auf elliptischem Grundriss. Bei sechs von ihnen weisen ihre abgeflachten Seiten jeweils nach außen Richtung Landschaft. Auch diese Steine sind als in situ zu werten. Von den fünf Findlingen mit rund 6 t Gewicht, die die beiden parallelen

Steinreihen überspannen, weisen bei vier die flachen Breitseiten nach unten und indizieren damit, dass auch dieser Aspekt zum originären Konstruktionsprinzip der Anlage gehört. Die Ausrichtung

der Steine zielt offensichtlich darauf ab, ein Kammerinneres mit einem abgeflachten Wand- und Deckengefüge zu bilden.

5 Virtuelle 3-D-Rekonstruktion

5.1 Technische Voraussetzungen

Maßgeblich für die digitale 3-D-Rekonstruktion der Großen Sloopsteene ist, dass die Steinpositionen entweder seit über 200 Jahren unverändert sind oder dass ihre statischen Verschiebungen durch natürlichen Steindruck oder durch einfa-

Geschehen zurückverfolgen und rückschreitend detektieren. Und ein solches Nachvollziehen ist die Basis für das virtuelle Rückgängigmachen der Verlagerungsschritte. Hierzu werden alle Steine, die offensichtlich Veränderungen seit dem Neolithikum erfahren haben, virtuell aus dem im Image-based-Modeling-Verfahren erzeugten 3-D-Modell



Abb. 17 Aus dem digitalen Modell wurden alle verlagerten Steine virtuell ausgeschnitten, sodass ein Modell der In-situ-Steine entsteht (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

che mechanische Prozesse wie Hebeln, Kippen, Rollen und Ziehen begründet sind. Diese Prozesse beruhen auf physikalischen Gesetzen, die nachvollziehbar bleiben und Hinweise auf die ursprüngliche Position der Findlinge geben. Eine gesicherte Rekonstruktion nach einer maschinenunterstützten Verlagerung wäre kaum möglich, da hierbei z. B. durch das Anheben der Steine und ihren schwebenden Transport die nachvollziehbaren physikalischen Gesetze überwunden werden. Nach der Anwendung einfacher mechanischer Prinzipien lässt sich aber das historische

geschnitten (Abb. 17).⁹⁷ Die Einzelsteine werden dann als separate Dateien abgespeichert, um ihr unabhängiges, freies Bewegen zu ermöglichen. Der Prozess der virtuellen Rekonstruktion erfolgt anschließend mit 3-D-Visualisierungsprogrammen.⁹⁸ Diese ermöglichen es, mehrere 3-D-Modelle in einem Projekt zusammenzuführen und inner-

⁹⁷ SCHIERHOLD/KLINKE/MEYER 2016, Abb. 4–5.

⁹⁸ Für die hier vorgestellte virtuelle 3-D-Rekonstruktion wurden die Softwares Cinema4D R14.025 und Blender 2.73 verwendet.

halb eines virtuellen Raums alle Einzelmodelle weiterhin individuell frei zu bewegen. Alle einzelnen 3-D-Modelle können dabei ihre Skalierung behalten, sodass eine maßhaltige Szene entsteht.

5.1.1 Poisson-Surface-Reconstruction-Algorithmus zur Rekonstruktion von Oberflächen

Bei dem oben beschriebenen Herauslösen der Einzelsteine aus dem 3-D-Modell entstehen an den Stellen Löcher in der 3-D-Visualisierung, an denen die ausgeschnittenen Objekte auf anderen Steinen oder dem Erdboden auflagen. Entsprechende Fehlstellen finden sich auch an den Einzelsteinen, da diese Bereiche im Datensatz nicht erfasst werden konnten (Abb. 18). Kleine Lochbereiche inmitten relativ ebener Flächen werden dabei vom menschlichen Gehirn imaginär ergänzt, sodass die Findlingsform trotz der Fehlstellen oftmals gut vorstellbar ist. Problematischer ist dies aber bei Steinen, die sich mit einer Breitseite im Boden befinden. Hier kann es sein, dass 50 % oder mehr der Oberfläche nicht sichtbar sind und dass sich ihre genaue Größe ohne Ausgrabung nicht verifizieren lässt. Eines der hier verfolgten Ziele stellt daher die Entwicklung eines wissenschaftlich fundierten Umgangs mit dieser Problematik dar. Eine Möglichkeit könnte darin bestehen, mithilfe von Vektorlinien die Fehlstellen des Mesh-Modells zu überspannen. Lücken in Bereichen von ebenen Flächen sind bei diesem Vorgehen relativ gut zu schließen, aber Bereiche von unbekannter Formung und Größe sind problematisch, da hier ausschließlich die individuelle Intuition Anwendung findet. Daher ist ein mathematisches Verfahren notwendig, das die Subjektivität, Intuition und Interpretation minimiert oder gar ausschließt und das Vorgehen objektiv reproduzierbar macht.

Der Poisson-Surface-Reconstruction-Algorithmus⁹⁹ erfüllt diese Kriterien. Er kann sowohl kleinere Fehlstellen als auch großflächige Löcher – auch an gewölbten Oberflächen – schließen. Im Gegensatz zu anderen Verfahren erfasst der Algorithmus hierfür nicht nur den linearen Verlauf des

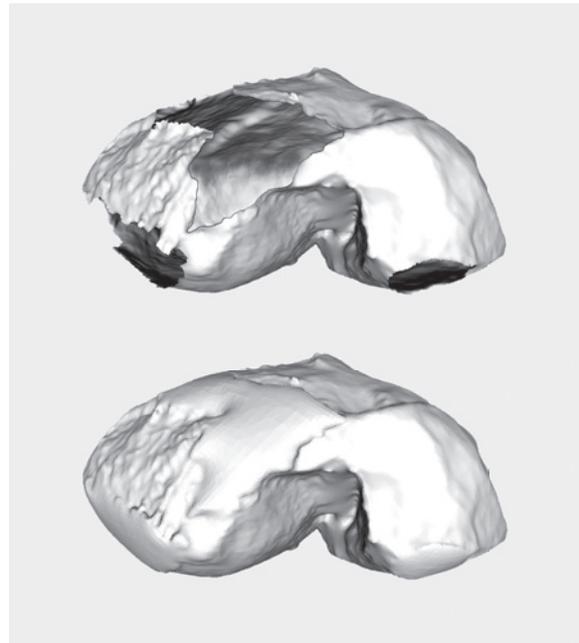


Abb. 18 Die mittels Poisson-Surface-Reconstruction-Algorithmus geschlossenen Löcher heben sich leicht vom Oberflächenrelief ab und sind dadurch identifizierbar, passen sich gleichzeitig jedoch in die Gesamtästhetik ein (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinkke).

Lochrands, um diesen durch ebene Flächen zu füllen, vielmehr nimmt er auch die umgebende plastische Reliefenergie auf und setzt sie allmählich abschwächend in leichter Wölbung bis zum Schließen der Fläche fort. Da sich die Verschlussfläche in ihrer Ausprägung aus der vorgegebenen Form der Oberfläche ableitet, entsteht eine visuell gefällige, sich in die Gesamtoberfläche einfügende Struktur, die ästhetische Geschlossenheit erzeugt. Der Poisson-Surface-Reconstruction-Algorithmus arbeitet dabei so solide, dass der Vorgang des Schließens mit denselben Parametern beliebig oft wiederholt werden kann und immer zum exakt gleichen Ergebnis führt. Diese konstante Reproduzierbarkeit ist die Basis der Wissenschaftlichkeit dieser Methode. Sie wird komplettiert durch das ebenfalls auf nachvollziehbare Reproduzierbarkeit zielende Offenlegen aller Arbeitsschritte,¹⁰⁰ quasi des Versuchsaufbaus. Und sollten zu späteren Zeitpunkten neue Indizien für andere Parameter sprechen, so ist das System weiterhin dynamisch und es kön-

99 KAZHDAN/HOPPE 2013.

100 Im Four-Level-System nach Pfarr-Harfst gehört dies zur vierten und wichtigsten Ebene (PFARR-HARFST 2015, 425).

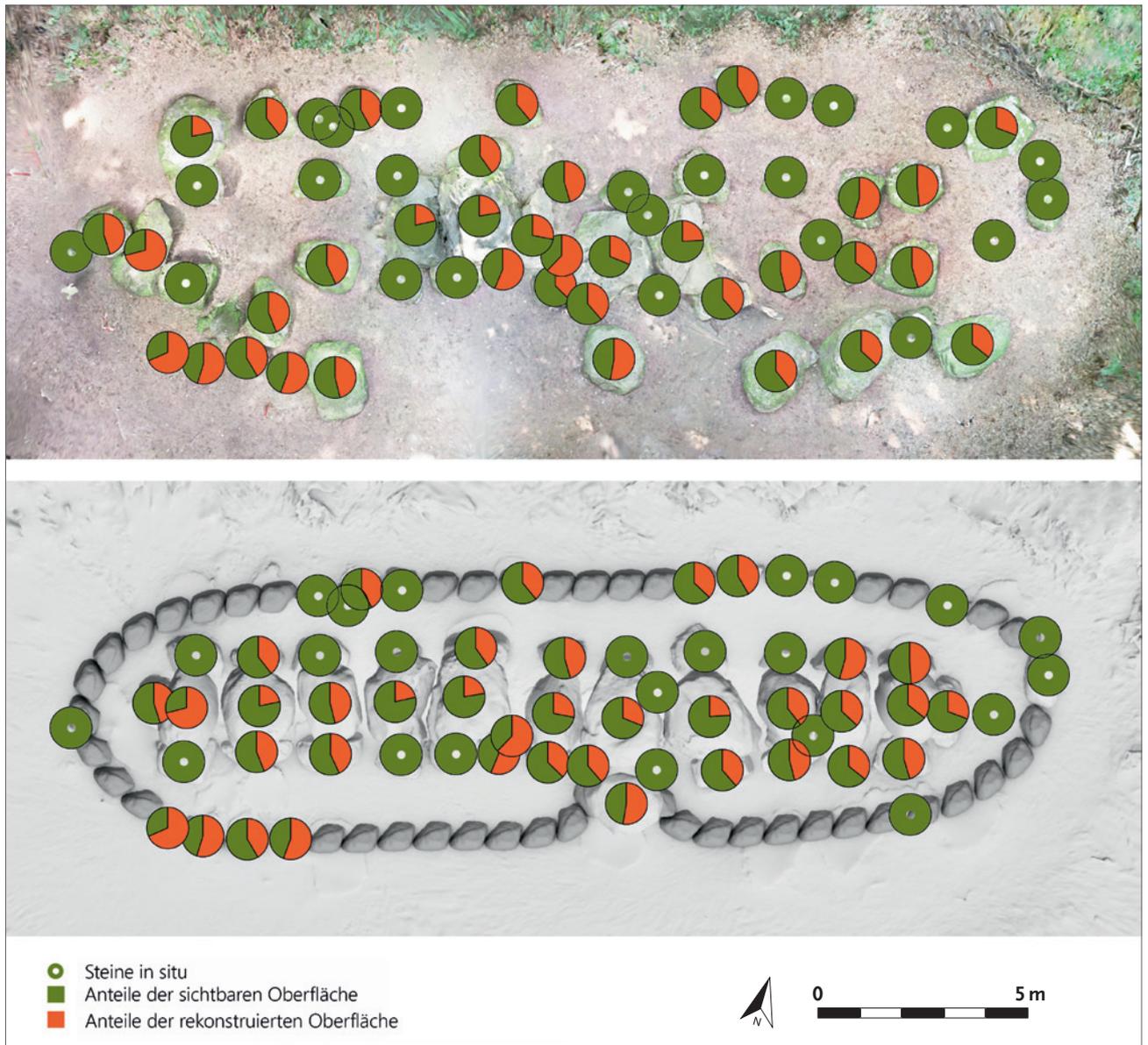


Abb. 19 Die Anteile der jeweils sichtbaren und ergänzten Steinoberflächen. Oben: Fundlage; unten: Rekonstruktion (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

nen diese neuen Parameter in den Algorithmus integriert werden.

Der Poisson-Surface-Reconstruction-Algorithmus überzeugt aber nicht nur durch die konstante Reproduzierbarkeit und die ästhetischen Qualitäten, sondern auch durch seine mit der Rekonstruktionsethik¹⁰¹ konforme Technik. Ethischen Überlegungen folgend fordert die Charta von Venedig eine Methode, die Neues von Altem absetzt.¹⁰²

101 Vgl. Kap. 2.3.1.

102 ICOMOS 1964, Art. 9.

Der Poisson-Surface-Reconstruction-Algorithmus ermöglicht dies gleich durch zwei Aspekte: Zum einen rekonstruiert er die neuen Verschlussflächen um Bruchteile höher als die vermessenen Flächen, also mit einem ganz leichten Höhenversatz, zum anderen erzeugt er eine optisch geglättete Struktur, die sich von der vermessenen Textur aufgrund ihrer Einheitlichkeit sichtbar unterscheidet. Die neuen Flächen integrieren sich zwar ästhetisch sehr gut in die umliegenden Bereiche, sind aber dennoch deutlich – sowohl mathematisch-messtechnisch wie auch visuell-ästhetisch – von der tatsächlich vermessenen Oberfläche zu unterscheiden.



Abb. 20 Virtuelle Rekonstruktion der inneren Grabkammer mit erhaltenen Steinen der äußeren Umfassung ohne Zwickelmauerwerk und Hügelschüttung (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/U. Haarlammer, L. Klinke).

5.1.2 Oberflächenrekonstruktionen

In einer Auflistung sind die rekonstruierten, prozentualen Anteile zur jeweils notwendigen Oberflächenschließung aufgeführt (siehe Abb. 12). Diese virtuellen Ergänzungen variieren zwischen 21,47 % und 70,97 % pro Steinoberfläche, der Median befindet sich bei 41,50 %. Viele Steine liegen schwerkraftbedingt mit ihrer Breitseite im bzw. auf dem Boden und von keinem einzigen virtuell bewegten Stein ist die gesamte Oberfläche zu vermessen, da die Findlinge zudem aufeinander geschichtet ruhen (Abb. 19). Trotz alledem umfasst der Anteil der Rekonstruktion deutlich weniger als die Hälfte der sichtbaren Oberflächen, die mehr als 58 % ausmachen. Insgesamt liegt der Prozentsatz der Oberflächenrekonstruktionen sogar noch deutlich unter rund 42 %, da 16 Steine als in situ anzusprechen sind. Diese Steine sind jeweils zu 100 % mit ihren relevanten Oberflächen zu erfassen, da die heutigen Auflageflächen auch die ursprünglichen sind. Dies einberechnet, ergibt sich ein Median von 31,13 %, also von weniger als einem Drittel an faktisch rekonstruierten Oberflächen.¹⁰³

¹⁰³ Andere archäologische Beispiele, vor allem aus der Architektur, weisen einen deutlich geringeren Anteil erfassbarer Oberflächen auf und werden nur anhand von Symmetrien und Analogien rekonstruiert (von GERKAN 1959, 100–101).

5.2 Grabkammer

Zehn In-situ-Tragsteine der Grabkammer indizieren bis heute ihre Ausrichtung und Maße. Darüber hinaus geben sie Zeugnis von der überlegten Setzung der Findlinge, deren jeweils flache Breitseite zum Kammerinneren ausgerichtet ist, um im Grabraum senkrechte Wandflächen zu bilden und um innen einen annähernd quaderförmigen Raumkörper von artifizieller Anmutung zu schaffen. In der virtuellen Rekonstruktion bleiben diese Steine unangetastet, alle verlagerten Exemplare werden jedoch virtuell aus der 3-D-Visualisierung herausgeschnitten,¹⁰⁴ sodass die originär positionierten Steine den Kern des Gesamtmodells bilden. Ziel der Rekonstruktion ist es nun, nicht einfach nur das Bild eines Megalithgrabs zu erstellen, sondern vielmehr konkret zu analysieren, wie das Megalithgrab Große Sloopsteene konstruiert ist (Abb. 20). Dafür müssen alle Steine im virtuellen Raum völlig frei zu inspizieren und mühelos zu drehen sein, um diejenigen Positionen zu ermitteln, die auch tatsächlich die originären sind. Dabei werden nicht nur die charakteristische Form der einzelnen Steine und der Kontext der benachbarten Findlinge berücksichtigt, sondern auch ihre

¹⁰⁴ Siehe Kap. 5.1.

heutige Fundlage. In diese sind manche durch massive Verschiebungen geraten, andere sind nahezu unverrückt. Aber unabhängig davon, ob umfangreich verschoben oder lediglich durch Eigen- oder Fremdgewicht leicht verlagert, alle bewegten Steine werden virtuell aus dem Gesamtmodell herausgeschnitten und rekonstruierend positioniert. Für die Lage jedes Objektes entsteht dabei eine individuelle, rückschreitende Beschreibung der Lageveränderungen, anhand der zu erklären ist, warum sich die Steine heute an den jeweiligen Positionen befinden und wo sie vormals gelegen haben. Im Folgenden werden diese »Biografien« jedes verlagerten Findlings dargelegt.

5.2.1 Konstruktionsprinzip

Die Grabkammer der Megalithanlage wird aus elf Jochkonstruktionen und einem weiteren Joch vor dem seitlichen Kammerzugang gebildet. Die meisten der zwölf Steinjoche sind dabei aus drei Findlingen konstruiert, also trilithisch: Zwei aufrecht stehende kleinere Steine von ca. 1,5 t tragen jeweils einen flach aufgelegten größeren dritten Stein von durchschnittlich 6 t. Ihrer Funktion entsprechend werden sie Trag- oder Decksteine genannt. Die Längenausdehnung des aufgelegten Steins, also des Decksteins, setzt dabei den maximalen Abstand der beiden Tragsteine fest und definiert damit die Jochweite bzw. die Jochüberspannung (Abb. 21). Durch Errichten von mehreren Jochen nah hintereinander entsteht ein überdeckter länglicher Raum. Aufgrund der natürlichen rundlichen Formen der Findlinge sind dabei im Bereich der Decke Lücken unvermeidlich. Sie werden durch kleinere Steine verschlossen, die darüber hinaus die Kammerkonstruktion verkeilend stabilisieren.¹⁰⁵ Einzelne Joche der Großen Sloopsteene waren mit drei Tragsteinen konstruiert. Diese Jochform gewährleistet bei einem massiven Deckstein zusätzliche Auflagepunkte für eine verbesserte Statik. Darüber hinaus bietet sie auch besondere architektonische Anwendungen: Zum einen eröffnet sie die Möglichkeit, das Joch zusätzlich von seiner Sei-

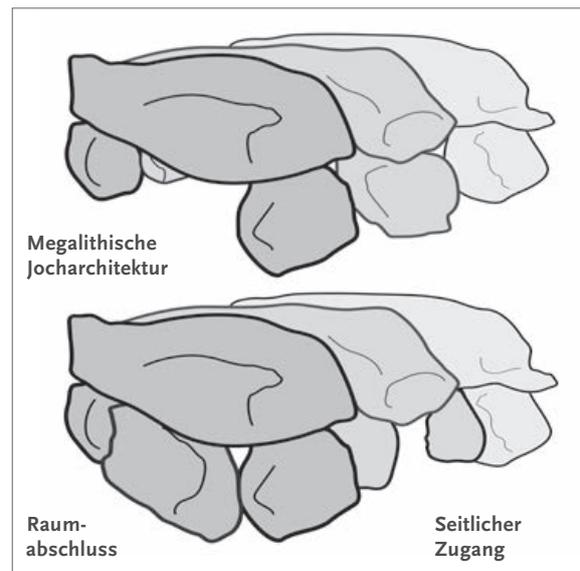


Abb. 21 Das Konstruktionsprinzip megalithischer Architektur mit Jochen aus zwei Tragsteinen und einem Deckstein (oben) und Jochen mit drei Tragsteinen für den seitlichen Zugang und den Kammerabschluss (unten) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinkle).

te aus zu durchschreiten, zum anderen ist mit ihr auf einfache Weise ein schlichter Raumabschluss zu gestalten.

5.2.2 Joche

Bei der nachfolgenden Beschreibung sind die Joche der Großen Sloopsteene zur Unterscheidung mit den Ziffern 1 bis 12 benannt und werden von West nach Ost behandelt. Dabei wird die heutige Fundposition der einzelnen Jochbausteine dargestellt, ihre eventuelle Verschiebung rückschreitend nachvollzogen und erklärt, warum sie in der vorliegenden Weise rekonstruiert sind (Abb. 22).

Joch 1

Joch 1 ist ein Drei-Tragsteine-Joch aus den Steinen 1, 24, 27 und dem Deckstein 25. Es bildete den westlichen Abschluss der Grabkammer. Die ehemalige Platzierung des Jochdecksteins ist noch in der heutigen Versturzlage erkennbar. Mit seiner Ostseite lehnt er am Tragstein 24, wodurch eine Schräglage entsteht, bei der sich seine westliche Seite im Boden befindet und die östliche erhöht liegt. Dies

¹⁰⁵ Beispiele solcher Keilsteine sind wohl die Steine 26, 57, 58, 60 und 63.



Abb. 22 Virtuelle Rekonstruktion der Megalithgrabanlage ohne Zwickelmauerwerk und Hügelschüttung, Orthodarstellung (hellgrau: erhaltene Steine; dunkelgrau: »Dummy-Steine«) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinkke).



Abb. 23 Joch 1 (Blickrichtung Westen) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinkke).

gibt den Blick auf einen Teil der flachen Breitseite des Decksteins 25 frei. In Analogie zu den Befunden der Tragsteine ist anzunehmen, dass diese abgeflachte Seite die ehemals von innen sichtbare Decke der Grabkammer bildete. Während der Öffnung der Grabanlage muss Stein 25 von den Steinen 24 und 27 nach Westen abgerutscht oder aktiv in diese Richtung verschoben worden sein, wobei auch Stein 1 verlagert wurde. Die Steine 24 und 27 befinden sich aber nach über 5000 Jahren weiterhin an ihrer ursprünglichen Position. Ihre flachen Breitseiten weisen jeweils ins Innere der Grabkammer. Der Tragstein 1 befindet sich heute am westlichsten Punkt der Anlage. Aufgrund dieser exponierten Position definierte Sprockhoff ihn in seiner Rekonstruktion als zur äußeren Umfassung zugehörig. Wegen seines Volumens muss er jedoch zur Grabkammer gehören. Heute liegt er

mit seiner flachen Breitseite auf dem Boden. In Analogie zu den übrigen Grabkammersteinen ist davon auszugehen, dass er ursprünglich mit dieser flachen Breitseite in Richtung der Grabkammer stand und dabei auf einer Schmalseite gründete. Seine ehemalige architektonische Funktion als westlicher Abschluss der Grabkammer wird dadurch indiziert, dass Stein 25 etwas unter Stein 1 liegt. Beim Verschieben des vormals aufliegenden Decksteins wurde die Basis von Stein 1 in Richtung Westen nach außen gedrückt, wodurch der Deckstein abrutschte und neben Stein 1 zum Liegen kam. Instabil geworden, kippte dieser dann wiederum auf den Stein 25.

Im Virtuellen ist es nun möglich, Stein 1 senkrecht mit der heutigen Unterseite Richtung Kammerinnerem aufzurichten. So kann er zusammen mit den Steinen 24 und 27 den Deckstein 25 tragen und den Westabschluss der Grabkammer bilden. Die Rekonstruktion gibt an dieser Stelle einen Hinweis darauf, dass der Stein ca. zur Hälfte im Erdboden liegt. Das virtuelle Modell zeigt dabei, dass Deckstein 25 das Joch perfekt abdeckt und auf allen drei Tragsteinen aufliegt. Ein besonders markantes Auflager bildet Stein 27. Die Wölbung dieses Steins findet ihre Entsprechung in der nördlichen Kehlung des Decksteins, sodass von einem bewusst genutzten Auf- und Widerlager gesprochen werden kann (Abb. 23).

Joch 2

Das Joch 2 wurde aus den Tragsteinen 3 und 28 sowie dem Deckstein 2 gebildet. Den Stein 3 sah Sprockhoff eigentlich als Teil der äußeren Umfassung. Hier ergab die digitale Vermessung, dass er aufgrund seines Volumens zu den Grabkammersteinen gehören muss. Es ist davon auszugehen, dass Stein 3 der ehemals zwischen Stein 27 und 30 positionierte Tragstein ist. Der Findling, der sich dort sicher einst befand, kann nicht als einziger Stein der Grabkammer fehlen. Ein Abtransport mit Muskelkraft mitten aus den umliegenden, teils in situ liegenden Steinen wäre technisch nahezu unmöglich gewesen und ist somit als Erklärung ungeeignet. Heute liegt Stein 3 auf seiner flachen Breitseite, die ehemals ins Kammerinnere zeigte. Seine rezente Position rührt wohl daher, dass der Jochdeckstein, also Stein 2, bei der gewaltsamen Graböffnung nach außen gehebelt wurde. Hierdurch kippte Stein 3 nach hinten auf seine Außenseite und die flache Breitseite lag oben. In einem zweiten Schritt wurde Stein 3 über die abgerundete Seite nach Norden gerollt, sodass der Stein in seiner heutigen Position zu liegen kam. Auffällig ist, dass Stein 3 höher als die übrigen Steine im heutigen Gelände liegt. Dies zeugt davon, dass er bei seiner Verlagerung auf einem Rest der Hügel-schüttung liegen blieb. Auch wenn er sich heute in einer Linie mit der äußeren Grabumfassung befindet, gründet er nicht auf derselben Ebene wie die Umfassungssteine und gehört daher auch nicht zu diesen.

Der zweite, ehemals südliche Tragstein von Joch 2 ist Stein 28. Dieser liegt heute mit seiner flachen Breitseite nach oben. Vormalig war dies wohl die Seite, die zum Kammerinneren gedreht war. Der Stein ist aus dem Grabkammervorband nach Südwesten gedreht worden und dabei nach hinten verstürzt. Bereits auf Sprockhoffs Rekonstruktionszeichnung ist Stein 28 als Tragstein zwischen den Steinen 24 und 29 zu erkennen. Sprockhoff integrierte ihn mit einer Schmalseite nach oben in dieser Lücke. Die dreidimensionalen Daten zeigen aber, dass die von Sprockhoff vorgeschlagene Drehung nicht wahrscheinlich ist, da die Steine links und rechts deutlich niedriger sind. Wird Stein 28 allerdings auf einer Langseite gegründet, dann schließt er die Lücke zwischen Stein 24 und 29

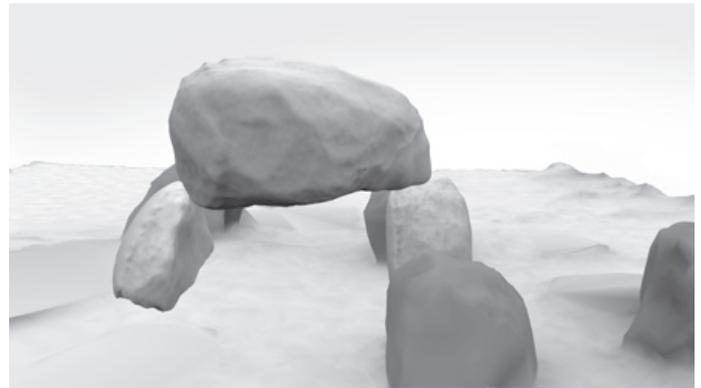


Abb. 24 Joch 2 (Blickrichtung Westen) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

perfekt und stimmt gleichzeitig in der Höhe mit den benachbarten Steinen überein.

Bei Stein 2 vermutete schon Sprockhoff, dass es sich um einen Deckstein handelt. Genährt wird diese Vermutung dadurch, dass Stein 2 heute auf Stein 27 aufliegt. Dies ist aber nicht originär so gewesen, vielmehr ist davon auszugehen, dass Stein 2 bei der Öffnung des Grabs nach außen in nordwestlicher Richtung auf Stein 27 geschoben wurde. Im Weiteren ist davon auszugehen, dass sich zum Zeitpunkt dieser Verschiebung noch ein leichter Erdhügel um die Tragsteine der Nordseite befunden hat,¹⁰⁶ der Stein 27 in Position hielt. Da dieses Material heute abgetragen und erodiert ist, ist nun auch die Unterseite von Stein 2 zu sehen, wodurch 78 % seiner Oberfläche zu dokumentieren waren. Auch heute weist die flache Breitseite des Steins nach unten, und in Analogie zu den übrigen Kammersteinen ist auch hier davon auszugehen, dass diese Seite zum ehemaligen Innenraum ausgerichtet war und einen Teil der Decke bildete.

Im Virtuellen sollte nun der Deckstein 2 wieder in seine Position auf die Tragsteine 3 und 28 zurückversetzt werden. Doch für diese Jochspanne erscheint er eigentlich zu kurz. Es fehlen knapp 30 cm, die sich vermutlich an seiner nördlichen Spitze im Erdboden befinden und daher nicht dokumentiert werden konnten. Stein 2 ist in der virtuellen Rekonstruktion so platziert worden, dass die ergänzte Schmalseite auf Tragstein 3 aufliegt (Abb. 24), da diese Seite noch heute im Norden liegt.

¹⁰⁶ Vgl. obige Ausführungen zu Stein 3.



Abb. 25 Joch 3 (Blickrichtung Osten) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).



Abb. 26 Joch 4 (Blickrichtung Süden) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

Joch 3

Die Tragsteine des Jochs 3 waren Stein 29 und Stein 30, der sich noch heute in situ befindet. Auf ihnen ruhte der Deckstein 19. Der nördliche Tragstein 30 gibt anhand seiner ungestörten Fundlage Hinweis auf die ehemalige Kammerausrichtung des Megalithgrabs. Beim südlichen Tragstein 29 scheint es zunächst, als sei auch er noch immer in situ. Aber die genaue Betrachtung zeigt, dass er wahrscheinlich aufgrund des Gewichts des aufliegenden Decksteins 19 ins Kammerinnere verstrüzt und heute mit der flachen Breitseite, die ehemals ins Kammerinnere wies, auf dem Boden aufliegt.

Auf der südlichen Seite der Grabanlage befindet sich heute der Deckstein 19, lokalisiert in einer Reihe mit den Steinen 20 bis 23, wodurch er zur Gruppe der äußeren Steinumfassung zu gehören scheint. Doch dies ist schon seit der Sprockhoff'schen Rekonstruktion widerlegt. Auch

Maße und Gewicht des Steins sprechen dagegen und indizieren vielmehr seine Funktion als Deckstein. In seine derzeitige Position kann er eigentlich nur durch die gewaltsame Graböffnung gelangt sein. Die heutige Fundlage spricht dafür, dass Deckstein 19 nach Süden über einen ehemals vorhandenen Erdhügel geschoben wurde. Diese Hügelschüttung ist inzwischen wegen der verstrüzten Architekturteile in die Grabkammer hinein sowie nach außen verflossen und durch Erosion wurde das Material weiter verteilt. So befindet sich der Stein 19 heute in einer schrägen Position, außen im Erdboden steckend.

In der virtuellen Rekonstruktion ist der verstrüzte Stein 29 wieder aufgerichtet, wobei er auf seiner Langseite gründet, die heute im Süden liegt. Danach ist Stein 19 virtuell erneut auf den Tragsteinen 29 und 30 positioniert worden (Abb. 25). Dabei wurde darauf geachtet, dass seine heute nördliche Schmalseite auf dem nördlichen Tragstein 30 aufliegt und dass die flache Breitseite zum Kammerinneren weist.

Joch 4

Das Joch 4 wird aus den Tragsteinen 31 und 33 gebildet, die sich beide nach über 5000 Jahren noch in situ befinden. Sie tragen den Deckstein 32. Dieser ist der westlichste offensichtlich als Deckstein zu identifizierende Findling der Großen Sloopsteine. Er gehört zur Gruppe der fünf mittleren Grabkammerdecksteine, die noch immer ungefähr in ihrer originären Position liegen. Dies lässt Rückschlüsse auf das Vorgehen bei der Öffnung der Grabanlage zu.

In der virtuellen Rekonstruktion ist der heute leicht nach Osten verrutschte Deckstein 32 wieder zurück in seine ursprüngliche Position geschoben worden. Da über 78 % seiner Oberfläche vermessen werden konnten, tritt die beeindruckende Passgenauigkeit mit seinen Tragsteinen augenfällig hervor: Eine Kehlung des Decksteins fügt sich genau in die Rundung der Oberseite des Tragsteins 33 ein (Abb. 26).

Joch 5

Die Steine 34, 36, 37 und 40 bildeten in Kombination mit dem Deckstein 35 das Joch 5 der Großen Sloopsteene. Letzterer ist mit einem Gewicht von etwa 9,4t der größte Findling der Megalithanlage und benötigte gegenüber anderen Steinen eine höhere Anzahl an Trägern. Daher ist dieses Joch ursprünglich mit drei Tragsteinen konstruiert gewesen (s. u.). Heute ist der Jochdeckstein nach Osten verrutscht und hat sich mit dem Deckstein des ehemaligen Nachbarjochs 6 verkeilt. Dies gibt Hinweis darauf, was mit dem massiven Findling 35 in den zurückliegenden Jahrtausenden geschehen ist. Seine Verschiebungen gehen auf das Verrutschen des Nachbardecksteins zurück, der dabei zusätzlichen Druck auf einen der beiden Tragsteine im Süden von Joch 5 ausübte. Der Tragstein zerbrach daraufhin in zwei Teile. Diese sind heute Stein 37 und Stein 40, die durch den verschobenen Nachbardeckstein 38 voneinander getrennt liegen. Aufgrund ihrer Volumina wäre anzunehmen, dass die beiden Findlingsstücke zur äußeren Umfassung gehörten, doch ihre rezente Lage im Kammerinneren unter Decksteinen verkeilt widerspricht dem deutlich. Beide Steine zeigen Bruchkanten und eine identische Gesteinsstruktur.¹⁰⁷ Der zweite südliche Tragstein des Jochs, der Stein 36, blieb trotz des Kollapses von Stein 37/40 und trotz des Verrutschens von Deckstein 35 in situ. Auf der Nordseite des Jochs ist bis heute Stein 34 in der Funktion als Tragstein zu finden. Durch den über 5000 Jahre währenden Druck wurde er etwas aus der Grabkammerflucht in nördliche Richtung verschoben.

In der virtuellen Rekonstruktion ist der Tragstein 34 wieder näher zum Kammerinneren geschoben und leicht im Uhrzeigersinn gedreht worden, sodass er nun wieder in der Kammerflucht liegt. Des Weiteren sind die Steine 37 und 40 virtuell wieder zusammengefügt, auf einer Schmalseite gegründet und in die Kammerflucht

¹⁰⁷ Mithilfe maßstabsgerecht verkleinerter 3-D-Drucke konnte nachvollzogen werden, wie die beiden Teile ehemals zusammengehörten. Die manuelle Suche ergab, dass die heutige Oberseite von Stein 40 die Bruchkante mit Stein 37 ist, dessen Bruchfläche zum Erdboden weist. Dass eine manuelle Suche von Passpunkten die Zeit gegenüber einer Suche am Computer deutlich reduziert, hatte sich bereits bei einer anderen Untersuchung gezeigt (KLINKE 2015, 49).



Abb. 27 Joch 5 (Blickrichtung Westen) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).



Abb. 28 Joch 5 (Blickrichtung Norden) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

zurückgebracht worden. Dabei ergibt sich eine Steinform mit einer zunächst irritierenden, markanten Auskrümmung (Abb. 27). Im rekonstruierten Modell zeigt sich, dass dieser natürliche Oberflächenversprung von den megalithischen Baumeistern gezielt genutzt wurde, um die Gewichtsverteilung des massiven Decksteins auszugleichen. Ohne die Unterstützung durch diese Auskrümmung hätte der Stein deutliches Übergewicht auf der östlichen Seite. Als jedoch das Gewicht des abgerutschten Nachbardecksteins zusätzlich auf ihm lastete, ließ dies den Tragstein 37/40 kollabieren. Die Rekonstruktion legt im Weiteren offen, dass die Kontur des Decksteins 35 im Süden durch ihre leichte natürliche Ankrümmung der Unterseite passgenau dem Aufschlagwinkel auf Tragstein 36 entspricht (Abb. 28). Und auch auf der Nordseite des Jochs zeigt sich die überlegte Steinauswahl und Steinanordnung, da der Deckstein und der Tragstein 34 eine beeindruckende Passgenauigkeit der Wölbungen des Steinreliefs besitzen (Abb. 29).



Abb. 29 Joch 5 (Blickrichtung Süden) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).



Abb. 30 Joch 6 (Blickrichtung Südosten) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

Joch 6

Mit den Tragsteinen 39 und 41 und dem Deckstein 38 wurde das Joch 6 konstruiert. Der nördliche Tragstein 41 befindet sich noch in situ, wohingegen der südliche Tragstein 39 leicht nach außen zur Südseite der Grabkammer verlagert ist. Dies erklärt sich durch den Druck, den der Deckstein bei seinem seitlichen Verstoß auf Tragstein 39 ausgeübt hat. Noch heute ist seine ehemalige Funktion als Jochüberspannung dadurch angezeigt, dass er mit seiner südöstlichen Steinspitze auf dem Tragstein 39 aufliegt. Im Norden liegt der nahezu dreieckige Stein mit seiner Spitze neben seinem ehemaligen Tragstein 41. Er scheint von dessen gerundeter Oberseite abgerutscht zu sein. Dies bewirkte, dass Deckstein 38 in westliche Richtung verkippte und sich auf den Tragstein 37/40 des Nachbarjochs schob, woraufhin dieser zerbrach. Durch die sich neigenden Bruchstücke 37 und 40 rutschte Stein 38 bis zur heutigen Position weiter ab.

In der virtuellen Rekonstruktion konnte Tragstein 39 durch leichtes Neigen in seine ursprüngliche Position zurückversetzt werden, sodass der Deckstein 38 wieder auf seinen beiden originären Tragsteinen 41 und 39 ruhen kann. Dabei ist die labile Statik zwischen Tragstein 41 und Deckstein 38, die wohl zum Abrutschen des Decksteins führte, auch in der virtuellen Rekonstruktion deutlich zu erkennen (Abb. 30).

Joch 7

Das Joch 7 war aus den Tragsteinen 42, 44, 45 und dem Deckstein 43 gestaltet. Es bildet auf der Südseite des Bauwerks den etwa mittigen Eingang zur Grabkammer. Dafür wurden die hier platzierten zwei Tragsteine 44 und 45 so positioniert, dass zwischen ihnen ein Laufweg frei blieb und der Kammerzugang ermöglicht wurde. Der Tragstein 45 ist als in situ anzusprechen. Heute sind noch seine flache Breitseite und seine flache Langseite zu sehen. Wegen dieser beinahe rechtwinkligen Ausformung ist er wohl für den Eingang ausgewählt worden. Er findet sein Pendant in Tragstein 44, der den Zugang gegengleich flankiert. Tragstein 44 ist heute durch das Gewicht des Decksteins 43 aus der Flucht schräg in das Kammerinnere verdrückt. Im unteren Bereich sind es nur wenige Zentimeter, aber im oberen Bereich, wo die Drucklast des Decksteins stärker angreifen konnte, ist diese Verschiebung deutlich sichtbar. Zu prognostizieren ist, dass Stein 44 nach außen verstoßen wird, was in Folge auch den Deckstein 43 verlagern würde.

Die Nordseite von Joch 7 bildete Stein 42. Er ragt heute deutlich in die Flucht des Kammerinneren hinein. Auch seine Verschiebung ist durch die Last von Deckstein 43 zu erklären. Wahrscheinlich noch bis ins frühe 19. Jahrhundert hinein trug Stein 42 den Deckstein, wie die Skizze von Graf zu Münster-Langelage dokumentiert (siehe Abb. 7). Sie zeigt die Unterseite von Deckstein 43 parallel zum Bodenniveau bzw. rechtwinklig zu den Kammerwänden. Der Deckstein liegt noch auf seinen Tragsteinen und Licht scheint durch die Lücke zwischen ihnen und dem Deckstein hindurch. 120 Jahre später, also 1927, erfasste Sprockhoff den Zustand mit dem leicht verstoßenen Deckstein 43 nahezu so, wie er sich auch heute zeigt.

In der virtuellen Rekonstruktion konnte die Verschiebung von Tragstein 42 rückgängig gemacht werden, indem der Stein zunächst etwas nach Norden hin aufgerichtet und leicht gegen den Uhrzeigersinn in die Flucht der Grabkammer gedreht wurde. Auch Tragstein 44 ist durch Neigen, Wenden und leichtes Zurücksetzen wieder in die Kammerflucht integriert. Dabei fällt auf, dass sich die beiden etwa gleich großen Tragsteine 44 und 45¹⁰⁸ von den übrigen der Grabkammer unterscheiden, sie sind deutlich kleiner und damit leichter. Ihr Volumen stimmt eher mit den Steinen der äußeren Umfassung überein. Aus diesem Grund lässt sich interpretieren, dass die Eingangssteine architektonisch zum Konzept der äußeren Umfassung zu zählen sind. Sie bilden also das architektonisch-konstruktive und gestalterische Verbindungselement zwischen äußerer Umfassung und der innen liegenden Grabkammer.

Deckstein 43 scheint zunächst zu kurz für die Jochüberspannung oder als müsse er deutlich nach Norden geneigt werden, damit er auf dem Tragstein 42 aufliegen kann. Seine fehlende Länge ist dadurch zu erklären, dass die nördliche Steinunterseite heute im Erdboden liegt. Dieser Bereich von knapp 30 cm Länge wurde virtuell ergänzt und lässt das Ausmaß des derzeit verschütteten Steinvolumens erahnen. Seine Form belegt (Abb. 31), dass er für diese prominente Position sehr bewusst ausgewählt wurde, denn der Stein überspannt mit einer leichten Kehlung, genauer mit einer Überwölbung, den Zugang zur Grabkammer (Abb. 32). Im Zusammenklang mit den nach innen ausgerichteten, nahezu rechtwinkligen Seiten der Eingangstragsteine 44 und 45 definiert der natürlich gekehlte Deckstein eine torbogenartige Eingangssituation.

Joch 8

Zur Konstruktion des Jochs 8 wurden die Tragsteine 47 und 49 sowie der Deckstein 48 verwendet. Der nördliche Tragstein 47 befindet sich in situ. Seine flache Breitseite folgt exakt der inne-



Abb. 31 Joch 7 (Blickrichtung Osten) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).



Abb. 32 Joch 7 (Blickrichtung Norden) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

ren Flucht der Grabkammer. Dagegen wurde der südliche Tragstein 49 durch das Gewicht und das Verstärken von Deckstein 48 stark verschoben und gedreht.

Der massive Stein 48 ist aufgrund seiner Maße und seines Gewichts sicher als Deckstein anzusprechen, obgleich er im Gegensatz zu den übrigen vier zentralen Decksteinen nicht mehr auf einem Tragstein aufliegt, sondern nur mehr an seinen ehemaligen Tragsteinen 47 und 49 anlehnt. Aufgrund seiner heutigen Lage konnte die Oberfläche von Deckstein 48 von diversen Seiten und Winkeln zu 76 % dokumentiert werden. Irritierenderweise zeigt sich dabei zunächst nirgendwo eine plane Fläche. Erst in der seitlichen Ansicht der heute nach Osten weisenden Steinseite ist diese als abgeflachte Breitseite zu identifizieren.

Das Modell der virtuellen Rekonstruktion bestätigt den oben genannten Hinweis auf die Ausrichtung des Steins 48, denn die geringen Distanzen in der Enge der Grabkammer verstärken den

108 Da sich Stein 45 noch in situ befindet, liegt von ihm kein errechnetes Gewicht vor. Seine mit Stein 44 vergleichbare Größe legt ein Gewicht von unter 1 t nahe.



Abb. 33 Joch 8 (Blickrichtung Norden) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).



Abb. 34 Joch 8 (Blickrichtung Osten) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).



Abb. 35 Unter den Decksteinen 15, 16 und 17 haben sich Spuren der ehemaligen Hügelschüttung konserviert (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

Eindruck einer ebenen Deckenfläche, denn die mittige Einwölbung des Steins 48 ist erst direkt unterhalb des Decksteins wahrzunehmen. Die Menschen, die das Megalithgrab errichteten, nutzten diese Form des Deckenreliefs architektonisch-

konstruktiv, denn sie fand eine nahezu perfekte Entsprechung in der Wölbung der Oberseite des Tragsteins 49. Beinahe wie bei Nut und Feder greifen das konkave Decksteinrelief und die konvexe Tragsteinwölbung ineinander (Abb. 33). Auch am Tragstein 47 ist dieses Passformprinzip zu finden (Abb. 34). Diesmal entspricht aber die konvexe Wölbung des Decksteins der konkaven Wölbung des Tragsteins und verankert auch auf dieser Seite den Deckstein stabil im Joch. So ist es sehr unwahrscheinlich, dass natürliche Einwirkungen Auslöser der Verlagerung von Deckstein 48 waren. Viel eher ist davon auszugehen, dass er beim Versuch, ihn zur Öffnung des Grabs aus den Widerlagern zu hebeln, nach Westen verstürzte und dabei auch den Tragstein 49 massiv verdrehte.

Joch 9

Das Joch 9 wurde gebildet vom Deckstein 17, der heute am Rand der Megalithanlage liegt, sowie dem nördlichen in situ befindlichen Tragstein 50 und dem südlichen, deutlich verlagerten Tragstein 51, der um beinahe 90° zur Kammerflucht verdreht auf seiner flachen Breitseite mitten im Kammerinneren liegt. Die Verwüstungen stehen sicherlich in Beziehung zur Graböffnung und dem mechanischen Verschieben des massiven Decksteins 17 von der Grabkammer. Hierbei gab der Tragstein 51 nach, stürzte ins Kammerinnere und Deckstein 17 wurde in den Bereich der südöstlichen äußeren Umfassung gehiebelt. Wie der ebenfalls gewaltsam verschobene Deckstein 19 des Jochs 3 befindet sich Deckstein 17 in einer schrägen Süden geneigten Position und sein nördliches Ende ist sichtbar erhöht. Genau wie dort indiziert dies die Existenz eines ehemaligen Grabhügels (Abb. 35). Das sich unter Deckstein 17 befindende Erdmaterial ist als dessen Überrest anzusprechen.

In der virtuellen Rekonstruktion wurde zunächst Tragstein 51 wieder aufgerichtet, sodass er auf der heute im Süden liegenden Langseite gründet und die derzeit dem Boden zugewandte Seite ins Kammerinnere weist (Abb. 36). Für den Deckstein 17 legt die virtuelle Rekonstruktion eine deutliche Drehung bei seinem Verschieben offen, denn seine heute nach Norden weisende Schmalseite lag ehemals auf dem südlichen Tragstein 51

auf und entsprechend ruhte die heute in Richtung Süden weisende Schmalseite auf dem nördlichen Tragstein 50. Die virtuelle Rekonstruktion offenbart darüber hinaus die gezielte Auswahl der Decksteine 17 und 48, deren benachbarte Längsseiten gut aneinander passen (siehe Abb. 22).

Joch 10

Joch 10 war konstruiert aus den Steinen 53 und 54 als Tragsteinen und Stein 16 als Deckstein. Ersterer liegt heute gekippt und um 90° verdreht auf seiner flachen Breitseite im ehemaligen Kammerinneren. Gleiches gilt für Stein 54. Stein 16 befindet sich heute neben dem Deckstein des Nachbarjoches am südöstlichen Rand der Anlage im Bereich der äußeren Steinumfassung. Trotzdem handelt es sich aufgrund der Maße und des Gewichts sicher um einen Deckstein und nicht um einen Teil der Umfassung. Wie sein Nachbar ist auch Stein 16 bei der Öffnung der Grabkammer verlagert worden und ruht nun gleichfalls auf dem Erdmaterial des erodierten Grabhügels. Der Prozess seiner Verlagerung lässt sich folgendermaßen rekonstruieren: Der Deckstein 16 wurde zunächst nach Süden über die damals noch vorhandene Hügelschüttung verschoben und kippte auf seine ehemals westliche Breitseite, auf der er heute noch liegt. Bei dieser Aktion ist auch der Tragstein 54 zunächst auf seiner Ostseite ins Kammerinnere verrückt worden und dann nach Norden umgekippt.

In der Rekonstruktion sind diese Verstürze virtuell rückgängig gemacht worden, indem Tragstein 53 in Richtung Osten aufgerichtet wurde, wobei seine Schmalseiten die Vertikalen bilden und er auf der Langseite gründet, die heute nach Osten weist. Danach wurde der Stein gegen den Uhrzeigersinn gedreht, sodass er die Kammerflucht fortsetzt und die flache Seite zum Kammerinneren weist, auf der er heute aufliegt. Dabei zeigt sich, dass Tragstein 53 die Lücke zwischen seinen Nachbartragsteinen 50 und 56 optimal schließt und die Bildung einer einheitlichen Kammerhöhe unterstützt (Abb. 37). Ganz ähnlich verhält es sich bei Tragstein 54. Auch wenn dieser deutlich kleiner als der linke und der rechte Nachbarstein ist, bleiben die Höhenunterschiede der Steinoberkanten relativ gering.



Abb. 36 Joch 9 (Blickrichtung Osten) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).



Abb. 37 Die virtuelle Rekonstruktion offenbart, dass sich die Höhe von Tragstein 53 gut in den Kontext seiner Nachbarsteine 50 und 56 einpasst (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).



Abb. 38 Joch 10 (Blickrichtung Norden) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

Bei der Inspektion des Decksteins 16 fällt auf, dass seine heute nach Südosten zeigende Breitseite die charakteristische Glätte aufweist, wie sie in der Regel die zum Kammerinneren ausgerichteten Steinflächen haben. Allerdings wies diese flache



Abb. 39 Joch 11 (Blickrichtung Osten) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinkke).

Südostseite ehemals im Joch nicht nach unten, da in dieser Position der Stein zu groß für die Lücke zwischen den Decksteinen 15 und 17 gewesen wäre. Die virtuelle Rekonstruktion zeigt, dass Deckstein 16 den Raum zwischen den Nachbardecksteinen (Abb. 38) überzeugend schließt, wenn die flache Langseite zum Kammerinneren weist.

Joch 11

Das Joch 11 bildete den östlichen Abschluss der Grabkammer. Die Steine 13, 55 und 56 wurden hier als Tragsteine eingesetzt und Stein 15 als Deckstein. Der massive Tragstein 55, der heute in Versturzlage ins Kammerinnere geneigt liegt, diente als Auflager im Norden. Das südliche Auflager des Jochs bildete Tragstein 56, der ebenfalls verstürzt ist und mit seiner flachen Breitseite heute nach oben weist. Aufgrund der Fundlage kann vermutet werden, dass beide Tragsteine beim Entfernen bzw. Weghebeln ihres Decksteins jeweils nach Norden verstürzt sind. Der dritte Tragstein des Jochs, Stein 13, wurde von Sprockhoff wahrscheinlich wegen seiner Position als der äußeren Umfassung zugehörig erfasst.¹⁰⁹ Dagegen spricht aber das Gewicht von über 2,5 t. Wohl aufgrund dieser Mächtigkeit wird Stein 13 an einer Stelle der Ortsakte zu den Großen Sloopsteinen auch als Deckstein erfasst. Doch hierfür ist er zu klein und zu wenig massiv. So liegt seine Verwendung als markanter Tragstein nahe. Da die bogenförmige

Fläche seiner Langseite Parallelen zum westlichen Verschlussstein der Grabkammer aufweist, kann Stein 13 als dessen östliches Gegenstück interpretiert werden. Bei der Öffnung der Grabanlage wurde er dann nach außen in Richtung Osten gehebelt und kippte dabei um. In einem zweiten Schritt wurde Stein 13 nach Norden verschoben, um besser im Bereich der Grabkammer agieren zu können.

Stein 15 stellt den östlichsten Deckstein des Megalithgrabs dar. Er wirkt fast halbkugelförmig mit seiner flachen Seite, die heute nach oben weist. In Analogie zu den übrigen Decksteinen ist davon auszugehen, dass diese flache Breitseite ehemals dem Kammerinneren zugewandt war. Der Prozess der Verlagerung der Jochsteine ist deutlich aus der heutigen Fundlage abzulesen: Deckstein 15 wurde zunächst aus nordwestlicher Richtung von seinen Tragsteinen gehebelt. Dabei hat er Übergewicht in Richtung Südosten bekommen, wodurch er sich auf seine gewölbte Rückseite drehte und auf dem damals noch vorhandenen Erdhügel ins Rutschen geriet. Wie die Decksteine 16 und 17 ist auch er am Hügel Fuß zum Liegen gekommen. Die erhaltene Aufreihung der Decksteine 15, 16 und 17 indiziert heute die elliptische Form des zur Zeit der Graböffnung noch vorhandenen Resterdhügels, der aus dem erodierten Material der Hügelschüttung des Megalithgrabs bestand.

Im Virtuellen wurden zunächst die Tragsteine 55 und 56 wieder aufgerichtet und in die Grabkammerfluchten integriert. So weist nach der Rekonstruktion die heute unten liegende flache Breitseite von Tragstein 55 wieder zur Innenseite der Grabkammer und Tragstein 56 gründet auf seiner heute südlichen Langseite, sodass auch seine flache Breitseite wieder ins Kammerinnere ausgerichtet ist. Die virtuelle Rekonstruktion zeigt, dass Stein 13 als dritter Tragstein tatsächlich den Kammerabschluss gebildet hat, da er den Zwischenraum zwischen den Tragsteinen 55 und 56 überzeugend füllt. In Analogie zu den übrigen Steinen wurde die breitere Grundfläche der Langseiten als seine Basis verwendet und seine heute oben liegende flache Breitseite war in Richtung Kammerinnerem gedreht. Deckstein 15 liegt damit flach auf allen drei Tragsteinen auf und seine Kehlung fängt die Rundung des Tragsteins auf, sodass ein statisch solides Auflager erzeugt wird (Abb. 39).

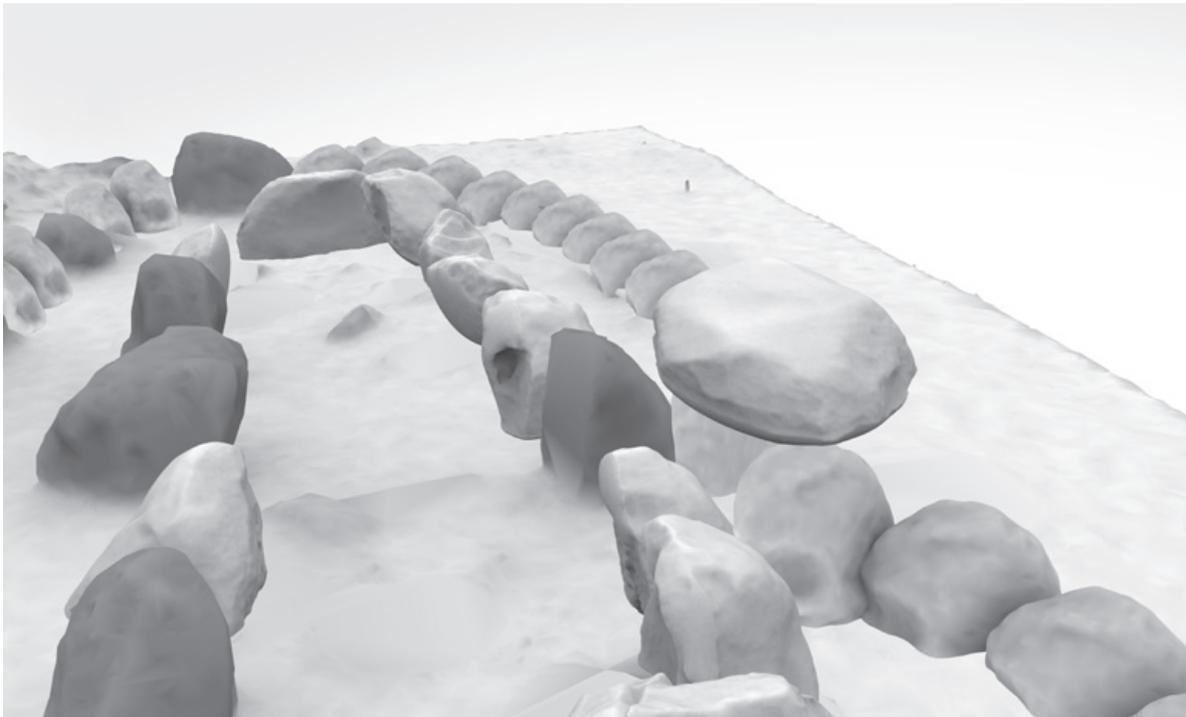


Abb. 40 Joch 12 etwa auf der Hälfte der südlichen Langseite der Grabkammer (Blickrichtung Osten) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

Joch 12

Das Joch 12 dieser Megalithanlage befand sich vor dem Zugang zur Grabkammer (Joch 7) und war 90° zu diesem gedreht. Es erweiterte den Eingang zu einem korridorartigen Gang. Entsprechend wird dieser megalithische Grabtypus Ganggrab genannt.¹¹⁰ Das Joch bestand aus dem Deckstein 18 sowie zwei Tragsteinen, die jedoch verloren gegangen sind (Abb. 40). Deckstein 18 befindet sich heute etwa in der Mitte der südlichen Langseite der Anlage. Bereits sein Volumen legt nahe, ihn als Deckstein anzusprechen. Allerdings reicht seine Länge nicht zur Überspannung der Kammer aus, für die zudem genügend Decksteine vorhanden sind. So hat ihn bereits Sprockhoff in seinem Rekonstruktionsskizzenentwurf als Deckstein des Grabeingangs vorgeschlagen. Obgleich die Tragsteine des Jochs 12 heute nicht mehr vorhanden sind, lässt sich seine Versturzungsgeschichte rekonstruieren: Zunächst wurde Stein 18 von seinem östlichen Tragstein, der neben Stein 45 stand, gehebelt und rutschte dabei auch von seinem zweiten Tragstein, der südlich

von Stein 44 positioniert war. Das hohe Gewicht schützte ihn dann vor dem Steinraub. Diesem sind aber offensichtlich seine beiden Tragsteine zum Opfer gefallen. Da alle übrigen Jochtragsteine der Anlage noch vorhanden sind, indiziert dies, dass die Joch-12-Tragsteine wohl leichter gewesen sein müssen als die anderen. Folglich werden sie in ihren Maßen und Massen eher den Steinen der äußeren Umfassung, von denen heute ebenfalls eine große Anzahl fehlt, mit einem ungefähren Gewicht von 1 t entsprochen haben.

In der virtuellen Rekonstruktion wurden die beiden verlorenen Tragsteine durch stilisierte digitale Steine, sogenannte »Dummy-Steine« (s. u.), ersetzt, wodurch das trilithische Joch 12 des Eingangs im Virtuellen wiederhergestellt worden ist.

5.3 Umfassung

Der aus Steinjochen konstruierte Grabkammerbau war originär von einer elliptischen Reihe dicht gesetzter Findlinge ininigem Abstand umfasst. Die Steine dieses äußeren Umfassungsrings haben bei den Großen Sloopsteenen nahezu alle ein Gewicht von etwa 1 t und eine geringere Größe als

¹¹⁰ SPROCKHOFF 1930, 9–11.

die Steine der Grabkammer.¹¹¹ Sechs Findlinge der Umfassung befinden sich in situ und geben sichere Auskunft über die Form des Umfassungsrings. Sie sind die Ankerpunkte der virtuellen Rekonstruktion und daher auch in der nachfolgenden Beschreibung von besonderer Bedeutung. Zudem werden aber auch die übrigen noch vorhandenen Steine der äußeren Umfassung behandelt, um alle Indikatoren für die Rekonstruktion zusammenzutragen.

Die sich im Nordwesten der Anlage befindenden Steine 4 und 6 sind jeweils noch in situ. Beide gründen auf ihren Schmalseiten und ihre Breitseiten weisen eine ebene Fläche auf, die bei beiden Steinen nach außen, also nicht zur Grabkammer, gerichtet ist. Stein 5 befindet sich zwischen ihnen, ist aber im Laufe der Jahrtausende nach Norden gekippt und liegt heute auf seiner flachen Breitseite. In der virtuellen Rekonstruktion wurde er so wieder aufgerichtet, dass er auf seiner heute südlichen Schmalseite gründet und seine flache Breitseite wieder in einer Flucht mit Stein 4 und 6 steht.

Die nächsten In-situ-Steine sind in der Zahlenfolge und im Uhrzeigersinn die Steine 10 und 11. Sie deuten eine Fluchtlinie an, die Stein 8 fortsetzt. Dessen flache Breitseite weist in der heutigen Fundlage allerdings beinahe nach oben. Der Stein ist offensichtlich gen Süden gekippt, also zur Grabkammer. In der virtuellen Rekonstruktion ist Stein 8 wieder aufgerichtet, indem er nach Norden gedreht wurde, sodass seine flache Breitseite wieder nach außen weist. Zusammen mit den Steinen 10 und 11 indiziert er nun auch die genaue Position von Stein 9, der trotz Verstäurzens weiterhin auf seiner Schmalseite gründet und dessen flache Breitseite auch heute noch nach außen weist. In der virtuellen Rekonstruktion wurde er so wieder aufgerichtet, dass diese flache Breitseite die Flucht der Nachbarsteine 8, 10 und 11 aufgreift.

So entsteht eine Linie, die im Zusammenspiel mit der Fluchtlinie der Steinreihe 4 bis 6 nun die genaue Ausrichtung des Steins 7 ermöglicht. Die heutige Situation zeigt diesen nach Süden Rich-

tung Grabkammer verstäürzt und in einer Schräglage. Er weist zwei ebene Breitseiten auf. Der Befund legt nahe, dass die heute nördliche flache Breitseite ehemals nach außen wies. In der Rekonstruktion wurde er dementsprechend positioniert.

Im Norden der Anlage sind zwei weitere Steine als in situ anzusprechen, die den weiteren Verlauf der Steinumfassung sicher anzeigen. Es handelt sich um die Steine 12 und 14. Beide gründen wieder auf einer Schmalseite und bei beiden ist die flache Breitseite nach außen gewandt. Wird im zeichnerischen Entwurf der bereits ermittelte Verlauf der Umfassungslinie mit deren Außenseiten verbunden, so entsteht eine Bogenform, die mehr als ein Drittel des Umfassungsvlaufs verifiziert darstellt. Sie erlaubt es nun, auch den weiteren Verlauf abgesichert zu rekonstruieren. Wie bei Architekturekonstruktionen üblich, wird hierbei von Symmetrieanalogie ausgegangen.¹¹² Konkret heißt dies, dass der Bogen der Linie gespiegelt um den südlichen Teil der Grabkammer herumgeführt wird. Dabei bestätigen weitere Findlinge die elliptische Form der Umfassung.

Zur Verifizierung des noch fehlenden westlichen Umfassungsvlaufs wird die Bogenform dann in der Mitte der Grabkammer bei Joch 6 gespiegelt. Nun zeigt sich, dass die Positionen der Steine 20, 21, 22 und 23, die sich auf der südlichen Seite der Anlage erhalten haben, um den indizierten elliptischen Umfassungsring alternieren und ihn auf diese Weise bestätigen. Stein 20 ist heute leicht zur Grabkammer verkippt und seine flache Breitseite ist nach oben geneigt. Die flache Breitseite seines Nachbarsteins 21 weist dagegen heute in östliche Richtung. Es ist also davon auszugehen, dass er bei der Öffnung der Grabkammer durch den gewaltsam verlagerten Tragstein 28, der sehr nah bei ihm zum Liegen gekommen ist, verdreht wurde. Von Stein 22 ist heute nur noch wenig Oberfläche sichtbar und ein Großteil des Steins befindet sich im Erdboden. Ein kleines Stück seiner flachen Außenseite ist heute als südwestliche Seite zu erkennen. Trotz der Verschüttung zeichnet sich eine langgestreckte Form ab, die im Zusammenspiel mit Stein 23 dazu genutzt wurde, die Ellipsenrundung konstruktiv zu verstärken. Stein 23

111 Ausnahmen bei den Grabkammersteinen bilden die Steine 37 und 40, die ehemals ein Gesamtstein mit einem Gewicht von etwa 1,4t waren, und Stein 54, der die Höhenlinien seiner beiden Nachbarsteine aufgreift, sowie die Steine 44 und 45, die intentional die Steinhöhe der äußeren Umfassung fortsetzen.

112 BOEHRINGER 1959.

befindet sich heute nahezu vollständig im Erdboden, weshalb nur etwa 44% seiner Oberfläche dokumentiert werden konnten. Da die sichtbare Fläche jedoch sehr ebenmäßig ist, ist davon auszugehen, dass dies seine flache Breitseite ist und der Stein nach Norden Richtung Grabkammer verstimmt ist. In Analogie zu den In-situ-Steinen der äußeren Umfassung wurden auch diese vier Steine in der virtuellen Rekonstruktion nun so gekippt und gedreht, dass sich ihre flachen Breitseiten an der elliptischen Umfassungslinie ausrichten.

Da in der äußeren Umfassung zahlreiche Steine fehlen, ist für die virtuelle Rekonstruktion ein »Dummy-Stein« angefertigt worden, der es ermöglicht, das architektonische Element der äußeren Umfassung virtuell wiederherzustellen. Der »Dummy-Stein« orientiert sich in Form und Masse an den erhaltenen Steinen der Umfassung. Diese haben ein ungefähres Durchschnittsgewicht von etwas unter 1 t. Dabei ist davon auszugehen, dass die Steine, die noch vor Ort sind, zu schwer für einen Abtransport als Baustoff waren. Folglich werden die verschollenen Steine wohl leichter als 1 t gewesen sein.¹¹³ Damit der »Dummy-Stein« sich optisch der Steinumfriedung anpasst, ist er einem typischen Stein der Umfassung nachempfunden. Dafür bot sich Stein 8 an, da er sowohl das nahezu durchschnittliche Gewicht besitzt, als auch eine charakteristische flache Breitseite, mit der die äußere Flucht der Umfassung gebildet werden kann. Um auch die Höhenvariationen der Umfassungssteine aufzugreifen, kann der vielfältigste »Dummy-Stein« nach Bedarf virtuell in den Erdboden abgesenkt werden. So ist es möglich, mit den digitalen Duplikaten von nur einer Grundform alle Lücken zu schließen. Insgesamt wurde der »Dummy-Stein« 43-mal reproduziert. Aus diesem Grund kann vermutet werden, dass heute etwa genauso viele Steine der äußeren Umfassung fehlen.

113 Auffällig ist, dass primär die Steine auf der Südseite der Grabanlage fehlen. Dies ist damit zu erklären, dass sich in Richtung Süden Siedlungsareale anschließen, in denen die Steine des Megalithgrabes möglicherweise als Baumaterial wiederverwendet wurden.

5.4 Zwickelmauerwerk

In den Lücken zwischen den einzelnen Findlingen hat sich aller Wahrscheinlichkeit nach ursprünglich ein Zwickelmauerwerk befunden.¹¹⁴ Bei den Ausgrabungen des Plünderungsabbaus wurden 2015 zahlreiche kleine Sandsteinplatten aus lokalem, direkt anstehendem rotem Sandstein gefunden, die dieses indizieren. Auch bei Geländebegehungen fallen solche Sandsteinplatten im Umfeld der Megalithanlage auf. Es scheint, als nehme ihre Anzahl in der Nähe der Grabanlage zu. Aufgrund der Menge dieser Platten, die relativ rechtwinklige Außenkanten besitzen, ist anzunehmen, dass sie für das Megalithgrab eine markante architektonische Funktion besaßen und als Trockensteinmauerwerk aufgeschichtet waren.

In der virtuellen Rekonstruktion wurden alle Zwischenräume der Trag- und Umfassungssteine mit virtuellem Zwickelmauerwerk geschlossen (Abb. 41).¹¹⁵ Im Inneren der Grabkammer schließt es die Lücken zwischen den annähernd senkrechten Tragsteinflächen wandartig ab und verstärkt und vervollkommenet den rechtwinklig quaderförmigen Raumeindruck. Das Zwickelmauerwerk in der äußeren Umfassung der Grabanlage begrenzt als eine Art Schalung das Umfeld um die zunächst freistehende Grabkammer. Wie im Inneren der Grabkammer, ist auch dieses äußere Mauerwerk in eine Flucht mit den Senkrechten der Findlinge gebracht. Die einzelnen Findlinge ragen dabei unterschiedlich stark in den Zwischenraum hinein. Diese Auskragungen sind aber wegen der Zwickelmauerwerke und einer Erdüberhäufelung später nicht sichtbar. Nach außen bildet die Umfassung eine geschlossene Mauer bzw. Wand. Diese dien-

114 Solches Zwickelmauerwerk ist typisch für Megalithbauten der Trichterbecherzeit. Beispiele haben sich in Skandinavien bis heute in situ erhalten (MIDGLEY 2008, 89–90).

115 Um dieses Zwickelmauerwerk möglichst realistisch in die virtuelle Rekonstruktion zu integrieren, ist es wichtig, dass es im digitalen Modell nicht nur aus einer planen Fläche besteht, die einfach texturiert wird, sondern aus tatsächlichen Steinen, die im Einzelnen auch Schatten werfen. Der angestrebte Effekt wird erzielt, indem eine reale Trockensteinmauer digitalisiert und dann virtuell als Mauerwerk eingepasst wird. Dabei ist es unbedingt notwendig, dass die Mauerstruktur in Größe und Form den lokalen Sandsteinplatten aus dem Umraum der Großen Sloopsteene entspricht. Es wurden sowohl der Rhythmus der Schichtungen als auch die Schichttechnik übernommen.

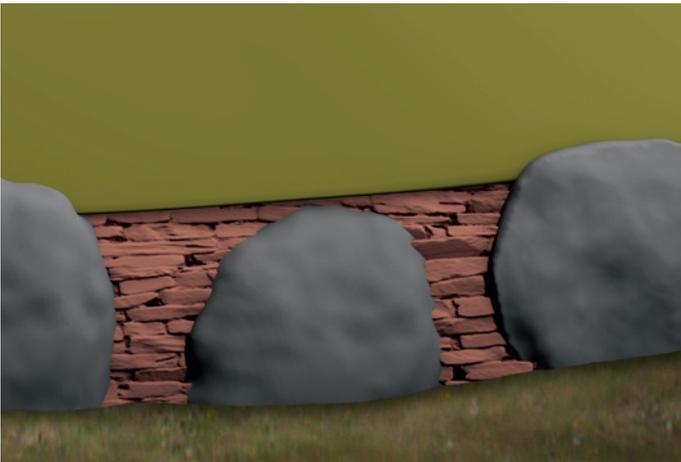


Abb. 41 Detail der virtuell rekonstruierten Megalithgrabanlage. Zwischen den Findlingen der äußeren Umfassung befand sich ursprünglich das rötliche Zwickelmauerwerk aus Sandsteinplatten (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

te einerseits als technische Trennung, quasi als Schalung, um die inneren Bereiche der megalithischen Anlage, exklusive der Grabkammer, mit Erde bedecken zu können und sie damit vor äußeren Einflüssen abzudichten, andererseits hatte sie auch eine maßgebliche bauästhetische Aufgabe: Durch ihre Farbigkeit akzentuierte sie das Bauwerk und hob es aus der Umgebung hervor. Das kräftige Rot und die Kleinteiligkeit der Trockenmauern bildeten einen wirkungsvollen Kontrast zum Grau und zur Flächigkeit der Findlinge. Die rote Farbigkeit lenkte dabei das Augenmerk auf den Rhythmus der Findlingssetzungen, die auf diese Weise betont hervortreten und für einen deutlich artifiziellen, ästhetischen Charakter der Anlage sorgten.

5.5 Hügelerschüttung

Entgegen einiger Forschungsüberlegungen, nach denen bei einzelnen Megalithanlagen keine Überhügelungen vorkommen sollen,¹¹⁶ legen die bei der mikroinvasiven Grabung gefundenen, Jahrtausende alten Knochenfragmente für die Großen Sloopsteine nahe, dass diese ehemals mit einem luftabschließenden Erdhügel bedeckt waren, ansonsten hätte sich die Knochensubstanz im örtlichen sauer-

sandigen Boden nicht erhalten können.¹¹⁷ Diskutierbar ist aber die Höhe einer Bodenanschüttung, die entweder nur bis etwa zur Hälfte der Decksteinstärken gereicht hat¹¹⁸ oder eine vollständige Überhügelung war.¹¹⁹ Eine solche Anschüttung macht in jedem Fall die bauliche Konstruktion der Grabkammer aus massiven Findlingen quasi unsichtbar. Sie überdeckt darüber hinaus aber auch die komplexe, anspruchsvolle und bestimmt nicht nur aus heutiger Sicht beeindruckende Arbeitsleistung der Megalithiker. Gleichzeitig verleiht die Überhügelung dem Bauwerk seine charakteristische Gestalt. Vor diesen disparaten Hintergründen ist es notwendig, nach konkreten Anhaltspunkten für eine wissenschaftlich begründete Hügelrekonstruktion zu suchen. Da jedoch von der Hügelerschüttung der Großen Sloopsteine nur noch gestörte oder gar verlagerte Reste erhalten sind, lassen sich mit deren Vermessung keine Aussagen hierzu treffen. Allerdings kann die virtuelle 3-D-Rekonstruktion zum Erkenntnisgewinn beitragen.

Basis der Rekonstruktion ist der sogenannte natürliche Schüttwinkel, Böschungswinkel bzw. Reibungswinkel,¹²⁰ der die Steigung definiert, mit dem sich unterschiedlich steile Hügel je nach Körnung des Erdbodens anschütten lassen. In der Regel beschreibt dieser Wert die geometrische Figur eines Kegels, er ist jedoch auch für die Anschüttung eines Hügels von Relevanz. Der Boden an den Großen Sloopsteinen besteht aus stark lehmigem Sand bis sandigem Lehm.¹²¹ Der natürliche Schüttwinkel wird für sauberen Sand mit 32° bis 34° und für schluffigen Sand mit 28° bis 30° definiert.¹²² Auf dieser Grundlage kann von einem natürlichen Schüttwinkel von etwa 30° ausgegangen werden. Um die ehemalige Hügelhöhe zu bestimmen, wurde im Virtuellen eine solche Schüttung angelegt, die jedes einzelne Joch an seinem höchsten Punkt bedeckte. Aus dem virtuellen Modell wurde dann pro Joch ein Profilschnitt extrahiert, der die Form

117 Die Kalkauswaschungen aus den im Jahr 2015 archäologisch nachgewiesenen Kalksteinplatten könnten zusätzlich positiv zur Knochenerhaltung beigetragen haben.

118 ERIKSEN 1999, 76; NIELSEN 2003, 139–149.

119 MIDGLEY 2008, 49; ERIKSEN/ANDERSEN 2016, 86.

120 ALLAN BLOCK DEUTSCHLAND GMBH 2016, 29.

121 SCHIERHOLD 2016, 2.

122 ALLAN BLOCK DEUTSCHLAND GMBH 2016, 29, Tab. 3.1.

116 DEMNICK u. a. 2008, 13; BAKKER 2009, 32.

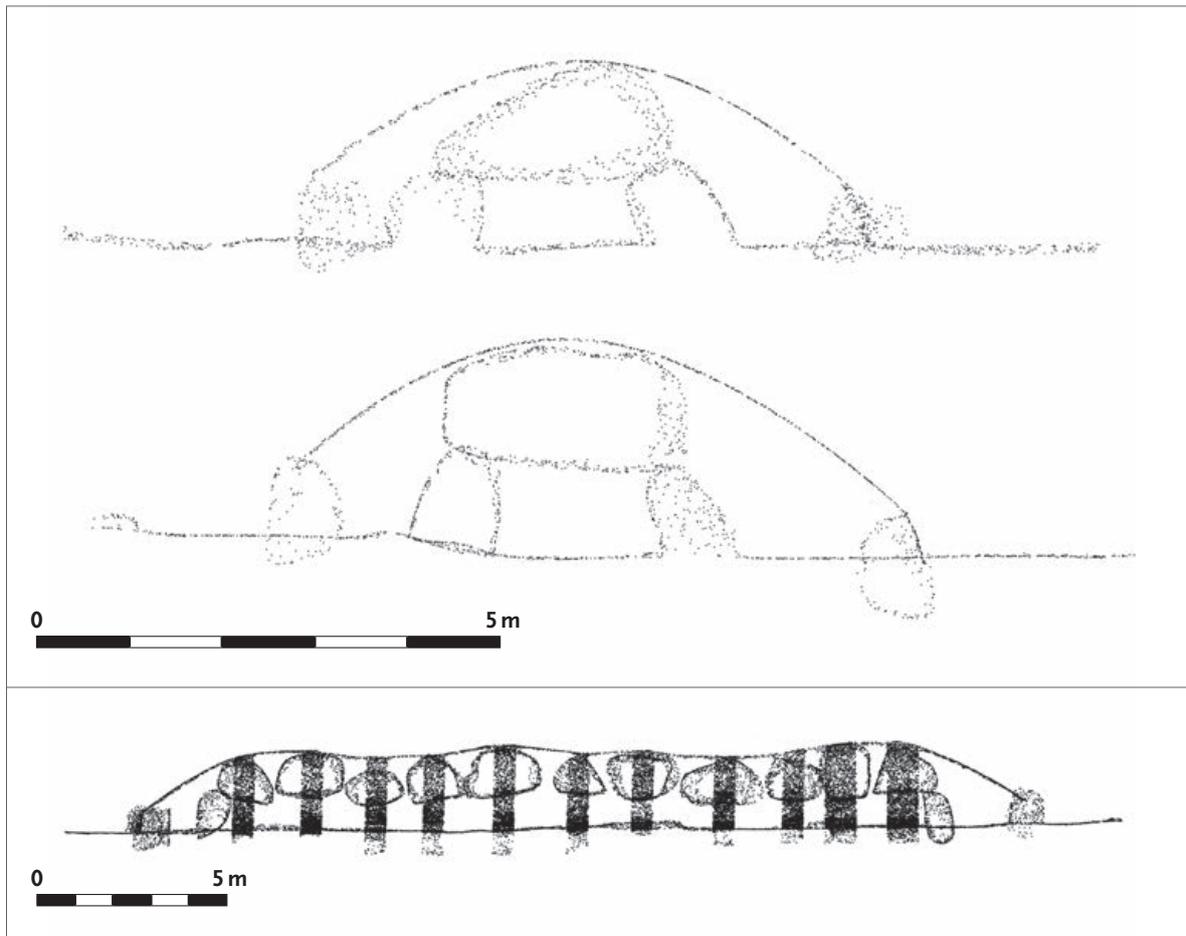


Abb. 42 Profilschnitte durch die Messpunktwolke der virtuellen Rekonstruktion zur Ermittlung des Winkels der Hügel-schüttung (oben: Joch 1; mittig: Joch 5). Unten sind die Positionen der Joche im Längsschnitt durch die Grabkammer angegeben (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

der Hügel-schüttung über der Steinkonstruktion darstellt. So ist es möglich, für jeden Jochverlauf den exakten Winkel zu ermitteln, mit dem ein Hügel, gründend auf der äußeren Umfassung-mauer, über dem Jochdeckstein anzuschütten ist (Abb. 42). Die digitalen Daten bestätigen, dass bei 19 der 22 Jochseiten der Grabkammer kein größerer Winkel als 30° nötig ist, um eine vollständige Überhügelung der Decksteine zu erreichen.¹²³ Die Profilschnitte durch die virtuellen Schüttungen belegen auch die Funktion des Abstands zwischen Grabkammer und äußerer Umfassung, denn die unterschiedlichen Höhen der Decksteine werden

durch einen entsprechend größeren Abstand der Umfassungssteine zur Kammer ausgeglichen. Das virtuelle Modell legt nahe, dass das Megalithgrab der Großen Sloopsteene vollständig überhügelt war (Abb. 43).

5.6 Öffnung der Grabkammer

Anhand der Verlagerungsspuren der einzelnen Findlinge lässt sich das Vorgehen bei der Öffnung der Grabkammer vor 1807 rekonstruieren. Zum Zeitpunkt der Öffnung war der ehemalige Eingang in der Mitte der südlichen Langseite wahrscheinlich von der erodierten Hügel-schüttung verdeckt und somit nicht mehr zu erkennen. Um in das Innere der Grabkammer zu gelangen, wurde die Anlage daher von oben geöffnet. Sukzessive wurden von den beiden äußeren Seiten jeweils drei

¹²³ Lediglich auf der Südseite von Joch 5 und beidseits von Joch 10 wären Schüttwinkel von 36° bis 42° nötig, um eine vollständige Bedeckung zu realisieren. Eine gezielte pflanzliche Bedeckung kann aber auch solche steileren Hügelseiten natürlich sichern.



Abb. 43 Die virtuelle Rekonstruktion illustriert das ursprüngliche Aussehen der Großen Sloopsteine (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klink).

Decksteine entfernt, im Westen zunächst Stein 25, gefolgt von Stein 2 und dann Stein 19; im Osten Stein 15, Stein 16 und dann Stein 17. Die östlichen Decksteine wurden bei der Öffnung auf der Südseite abgelegt und konservierten dort Spuren der erodierten Hügelschüttung unter sich. Der Erhalt der mittleren Decksteine erfolgte dabei ausschließlich aus pragmatischer Arbeitersparnis und keinesfalls aus konservatorischen Überlegungen, wie das ansonsten brachiale Vorgehen indiziert.

6 Einordnung in den kulturellen Kontext

Die an den Großen Sloopsteinen gemachten lokalen Beobachtungen sollen im Folgenden in einen überregionalen Vergleich gestellt werden, um zu erörtern, welche Charakteristika sich auch an anderen Beispielen wiederfinden lassen und welche eher eine Sonderform darstellen.

Mit ihrer Findlingsarchitektur bestehend aus Trag- und Decksteinen fügen sich die Großen Sloopsteene in den allgemeinen Kontext der trichterbecherzeitlichen Megalithgräber ein. Eine genauere Typologie der Megalithgrabarchitekturen wird aufgrund regionaler Bautypen und sprachlicher Übersetzungsdiskrepanzen in der internationalen Forschungsliteratur intensiv diskutiert.¹²⁴

6.1 Grabkammer

Das Megalithgrab Große Sloopsteene zeigt sich als ein Ganggrab der Trichterbecher-Westgruppe.¹²⁵ Selbiger Typus wird zum Teil auch »Emsländische Kammer« genannt. Der Terminus wird oftmals Sprockhoff zugeschrieben,¹²⁶ erscheint in dessen Ausführungen jedoch weniger klar und in nationalsozialistische Ideologien eingepasst.¹²⁷ Charakteristisch für diesen Bautypus ist die ostwestliche Ausrichtung in Verbindung mit einer äußeren Steinumfassung, die in elliptischer Form eng um die Grabkammer herumführt. Darüber hinaus weisen Vertreter dieses Typus eine Grabkammer mit verbreitertem Eingangsbereich und teilweise dop-

pelt trapezoidem Grundriss sowie einer ungeraden Anzahl an Decksteinen auf. Der Kammerzugang wird durch einen Deckstein (Joch 7) gebildet, der auf drei Tragsteinen ruht.¹²⁸ Vorgelagert ist das trilithische Joch 12, weswegen diese Art von Monumenten auch als Ganggrab bezeichnet wird.

Die elfjochige Grabkammer der Großen Sloopsteene, mit einem zwölften Joch vor dem seitlichen Eingang, war konstruiert aus 26 Tragsteinen und 12 Decksteinen. Die Deck- und Tragsteine sind dabei in zwei Gewichtsklassen zu unterscheiden, die sich aus ihren unterschiedlichen Größen und Volumina herleiten. Auf kleineren Tragsteinen von ca. 1,5 t Gewicht lagen mächtige Decksteine von durchschnittlich 6 t Gewicht auf. Diese mussten Abstände von etwa 2 m überspannen. Darüber hinaus hatten sie auch noch die Last der Erdmassen einer Überhügelung zu tragen. Aus diesem Grund fanden keine flachen Findlinge Verwendung, sondern nur Steine mit großen Längen und Volumina, die den entstehenden starken Zug- und Druckspannungen standhalten konnten.¹²⁹ Die Verteilung der Decksteine zeigt, dass die Grabkammer nahezu vollständig mit ihnen abgedeckt war. Dabei ergänzen sich manche der Findlinge in ihrer Formgebung so präzise, dass nur wenige Zentimeter Freiraum zwischen ihnen waren, und wo Lücken blieben, sind wohl kleinere Findlinge, die zum Großteil inzwischen verschollen sind, zum Lückenschluss aufgelegt worden. Die aus den Trag- und Decksteinen gebildeten zumeist trilithischen Joche waren auf einem nahezu langrechteckigen Grundriss errichtet, der jedoch aufgrund des leicht

124 Vgl. BAKKER 1992, 3, Anm. 3; 107; PERSCHKE 2016.

125 Nach BAKKER 1992, 107.

126 KALTOFEN 2002, 224, 234, Anm. 13.

127 SPROCKHOFF 1938, 34.

128 SPROCKHOFF 1938, 30–36; BAKKER 2005, 307–308.

129 WESTPHAL 2016, 91.

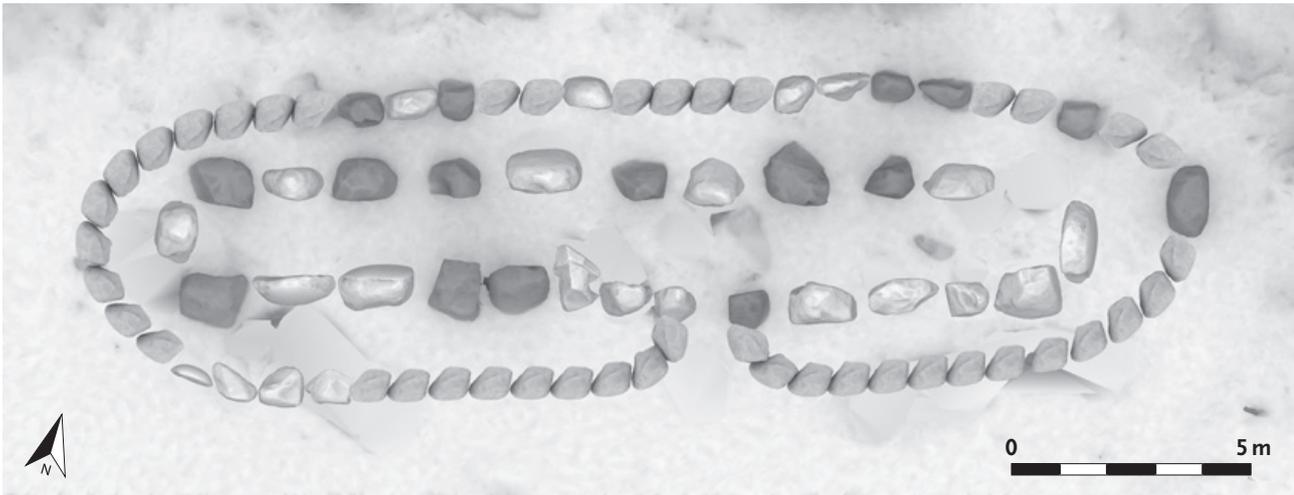


Abb. 44 Die leicht trapezoide Grundform der rekonstruierten Grabkammer zeigt sich ohne die ursprünglich aufliegenden Decksteine (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

verbreiterten Eingangsbereichs eine doppelt trapezoide Form andeutet (Abb. 44). Seine Form wird durch die Ausrichtung der geologisch abgeflachten Breitseiten herausgearbeitet, indem die Abflachung bei allen Findlingen zum Kammerinneren ausgerichtet war und so einen artifiziellen, nahezu quaderförmigen Raumkörper erzeugte.

Im Besonderen der Kammergrundriss mit leicht verbreitertem Eingangsbereich und die ungerade Zahl der Kammerdecksteine sowie die elliptische äußere Umfassung binden die Großen Sloopsteene in die westliche Gruppe der Trichterbecherkultur ein.¹³⁰ Die hier nachgewiesene Nutzung von sich natürlich ergänzenden Passformen der Steinoberflächen für die Jochkonstruktion wird bei anderen Gräbern der westlichen Trichterbecherkultur bislang nicht beschrieben, höchstens impliziert.¹³¹ Wahrscheinlich liegt dies daran, dass solche konstruktiven Aspekte erst in einer Rekonstruktion erfassbar werden und mit dem verbundenen Erkenntnisprozess ihre Bedeutung als Indikatoren der Bauleistung offenbaren.

6.1.1 Ausrichtung

Die Grabkammer der Großen Sloopsteene ist »Ostnordost-West Südwest ausgerichtet [mit] 71° Abweichung von der Nordachse«. ¹³² Somit fügt sich das Monument in das Ausrichtungsschema der übrigen Megalithgrabkammern der Trichterbecherkultur ein. Wenngleich hier oftmals auch Abweichungen um mehrere Grad zu finden sind, so muss das Schema einen Grund haben und die Annahme liegt nahe, dass z. B. auf besondere geologische Phänomene und/oder astronomische Termine Bezug genommen wurde, wie die Tagundnachtgleiche, die Sonnenwenden¹³³ oder auch die Große Mondwende¹³⁴. Aber eine generelle Ausrichtung der megalithischen Grabanlagen auf einzelne statistisch signifikante Sternkonstellationen oder ein einheitliches astronomisches Phänomen konnte in überregionalen archäoastronomischen Studien nicht verifiziert werden.¹³⁵

6.1.2 Maße

Die ursprünglichen Innenmaße der Grabkammer der Großen Sloopsteene betragen im Lichten etwa

130 BAKKER 1992, 11–23.

131 BAKKER 1992, 27.

132 SCHIERHOLD 2016, 3.

133 KRUPP 1994; ZOTTI 2005.

134 STEINRÜCKEN 2006.

135 ZOTTI/NEUBAUER 2015.

18,5 m Länge, 1,8 m Breite und 0,8 m Höhe.¹³⁶ Mit diesem Längen- und Breitenmaß fügt sich das Megalithgrab in die obere Spanne der Maße der Ganggräber der Trichterbecher-Westgruppe auf heute niederländischem Gebiet ein.¹³⁷ Mit seiner geringen Innenraumhöhe befindet es sich allerdings eher im unteren Bereich des Spektrums anderer Gräber, da diese Werte von 0,8 m bis fast 2,0 m erreichen.¹³⁸

6.1.3 Eingang

Der Eingang der Großen Sloopsteene war auf der südlichen Langseite der Grabkammer positioniert. In diesem Aspekt stimmt das Monument mit anderen Megalithgräbern überein, die nach europaweiten Studien von Andreas Hänel regelhaft eine solche südliche Ausrichtung des Eingangs aufweisen, damit direktes Sonnenlicht ins Innere scheinen konnte.¹³⁹ Dies ist ebenfalls regelhaft für Megalithgräber des Trichterbecher-Raums.¹⁴⁰ Für andere vorgeschichtliche Monumente konnten sogar exakte Daten bestimmt werden, an denen das Sonnenlicht durch den Eingang ins Innere der Anlagen geschienen hat.¹⁴¹

Der Eingang zur Grabkammer befand sich etwas aus der Langseitenmitte nach Osten versetzt unter dem Joch 7. Ein solcher Kammerzugang unter einem von drei Steinen getragenen Deckstein ist charakteristisch für die westliche Trichterbecherkultur.¹⁴² Bei den Großen Sloopsteenen wurde dieser Deckstein gezielt nach seiner geologischen Form ausgewählt. Die virtuelle Rekonstruktion der Anlage zeigt, dass das untere Relief des Steins im

Zusammenklang mit den zwei südlichen Tragsteinen 44 und 45 eine bogenförmige Überwölbung des seitlichen Jochdurchgangs erzeugte.¹⁴³ Und auch für die Steine 44 und 45 wird ihre intentionelle Verwendung an dieser Stelle offenkundig: Die beinahe rechten Winkel ihrer je zwei abgeflachten Seiten, also der flachen Breitseite und einer ebenfalls flachen Langseite, gestaltete und definierte den Bereich, an dem der Eingangskorridor auf den Innenraum traf. Dieser Eingangskorridor wurde bei den Großen Sloopsteenen aus dem trilithischen Joch 12 gebildet, das als Gang südlich vor Joch 7, um 90° gedreht, errichtet wurde. Dieser kurze, nur aus einem Joch bestehende Zugang ist regelhaft für Megalithgräber auf heute niedersächsischem und niederländischem Gebiet.¹⁴⁴ Er kennzeichnet die Anlage als Ganggrab.¹⁴⁵ Bei den Großen Sloopsteenen ist im Umfeld dieses Gangs das architektonische Konzept der funktions- und größengestaffelten Decksteine, Tragsteine und Umfassungssteine durchbrochen, da der Joch-7-Deckstein und der Joch-12-Eingangsdeckstein von kleineren Findlingen getragen wurden, die in ihren Volumina den Exemplaren der äußeren Umfassung zuzuordnen sind. Am Ende des Gangs erstreckte sich quer zum Korridor die Grabkammer nach links und rechts. Dabei fällt auf, dass die linke Kammerseite um 41 % länger war als die rechte. In diesem Aspekt fügen sich die Großen Sloopsteene in skandinavische Befunde ein¹⁴⁶ und weichen von den sonst ähnlichen Ganggräbern der Trichterbecher-Westgruppe ab, bei denen sich der Eingang regelhaft in der Mitte der südlichen Langseite befindet.¹⁴⁷

136 KLINKE 2018c, 240.

137 Die Länge der niederländischen Ganggräber variiert zwischen 2,5 m und 17,0 m (BAKKER 2005, 308).

138 BAKKER 2005, 307.

139 HÄNEL 2008, 86.

140 Werden beispielsweise die Zugangsrichtungen der Anlagen aus Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern in einer Kreisgrafik dargestellt, dann umschreiben die Orientierungen beinahe einen Halbkreis, da es neben Eingängen von Süden auch vereinzelt Eingänge von Südwesten, Südosten oder Osten gibt (SCHULDT 1972).

141 Vgl. z. B. Newgrange (Irland) oder Stonehenge (England) (BLOMBERG/BLOMBERG/HENRIKSSON 2003).

142 BAKKER 1992, 28–29.

143 Eine betonte Gestaltung des Eingangsbereichs durch einen markant geformten Stein konnte auch am Großsteingrab Lüdelsen 3 festgestellt werden (DEMNICK u. a. 2011, 266–267).

144 MIDGLEY 2008, 99; BAKKER 1992, 13.

145 Im südlichen Skandinavien sind solche Gänge zum Teil deutlich länger, da sich die Grabkammern in den Kernen von runden Erdhügeln befinden (MIDGLEY 2008, 100–101).

146 DEHN/HANSEN/WESTPHAL 2013, 700.

147 BAKKER 1992, 13.

6.1.4 Boden

Auch in einem weiteren Detail weichen die Großen Sloopsteene von Befunden der Trichterbecher-Westgruppe ab. Jan Albert Bakker schreibt, dass die Kammerpflasterung in allen diesen Gräben aus verbranntem Granit besteht.¹⁴⁸ Dafür konnten an den Großen Sloopsteinen allerdings keine Hinweise dokumentiert werden, vielmehr ist hier von einem weißen Kammerboden auszugehen. Helle Kammerböden waren ansonsten in Skandinavien sowie in Norddeutschland gebräuchlich und wurden oftmals aus weißlich gebranntem Feuerstein gebildet.¹⁴⁹ Bei den Großen Sloopsteinen handelte es sich aber um helle Kalksteinplatten, wie in geringer Stückzahl gefundene Exemplare nahelegen. Diese sind durchaus als Auskleidung der Kammerböden anderer Megalithgräber nachgewiesen.¹⁵⁰ Da immer wieder Weiß im Farbkonzept von megalithischen Grabanlagen auftaucht, könnte ihm eine Intention zugrunde gelegen haben, über die heute nur spekuliert werden kann.¹⁵¹ Seine ästhetische Funktion als Kontrastfarbe zum übrigen Baukörper und seine Aufgabe, für eine größere Helligkeit im Innenraum zu sorgen, lassen sich aber immer noch nachvollziehen.

6.1.5 Decke

Die bereits anklingenden Bezüge zur Megalithgrabarchitektur des skandinavischen Raums zeigen sich bei den Großen Sloopsteinen auch in einem weiteren bemerkenswerten Detail. Die virtuelle Begehung der Grabkammer offenbart, dass bei Joch 8 aufgrund des Widerlagers zwischen Deckstein 48 und Tragstein 49 der Joch-8-Deckstein stärker in die Kammer hineinragt als in anderen Bereichen und dadurch hier die Deckenhöhe absenkte (**Abb. 45**). Dieses Detail beschreibt Dehn als »a rule at the right side of the chamber, seen from the

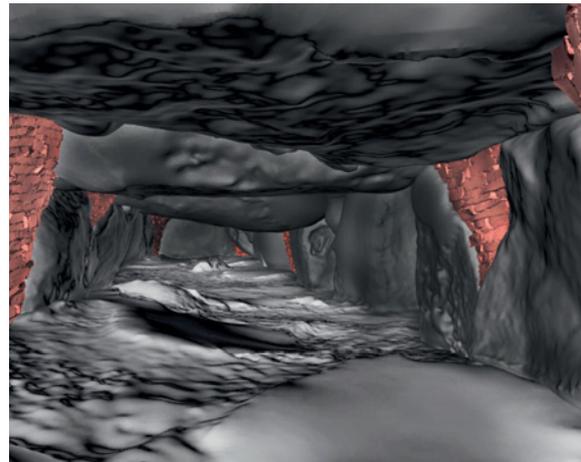


Abb. 45 Im hinteren Bereich ragt Deckstein 48 deutlich tiefer ins Kammerinnere und markiert den Anfang der rechten Kammerseite. Im davorliegenden Joch befindet sich rechts der Eingang (dunkelgrau: Findlinge; rot: Zwickelmauerwerk; weiß aufgehellte: stilisierte Farbgebung des Kammerbodens) (Blickrichtung Osten) (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/L. Klinke).

entrance«¹⁵² für die Deckenhöhen skandinavischer Megalithgräber. Die Regelmäßigkeit einer solchen Deckenabsenkung spricht für einen intentionalen Bauaspekt, der seine Begründung in einem heute unbekanntem Weltbild oder Kult hat, dem sich die Erbauer der Großen Sloopsteene verbunden fühlten und dem sie Ausdruck verleihen wollten.

6.2 Umfang

Die Grabkammer der Großen Sloopsteene wurde von einer elliptischen Steinsetzung aus ca. 57 kleineren Findlingen von jeweils maximal 1 t Gewicht umfasst. Mit einer Ausdehnung von etwa 22,0 m in ihrer Längsachse und 6,5 m in ihrer Querachse liegt diese äußere Umfangung im Mittelfeld der Trichterbecheranlagen der heute norddeutschen Region. Die Ausdehnungen anderer Umfassungen erreichen in ihrer Hauptachse teils bis zu 115 m Länge, wobei hier die Grabkammern ihre durchschnittlichen Maße beibehalten.¹⁵³ Darüber hinaus gibt es auch Megalithgräber ohne äußere Umfas-

148 »Burnt granite grit covers the floor cobbles in all West Group [...] passage graves« (BAKKER 1992, 29).

149 DEHN/HANSEN/WESTPHAL 2013, 700.

150 MIDGLEY 2008, 101–104.

151 MIDGLEY 2008, 159.

152 DEHN/HANSEN/WESTPHAL 2013, 700.

153 SPROCKHOFF 1938, 38.

sung, bei denen der Hügel auf dem Laufhorizont gründete oder auch kein Hügel vorhanden war.¹⁵⁴

Die elliptische Umfassung der Großen Sloopsteene wies an ihrem östlichsten Punkt eine markante Akzentuierung auf. Hier ist mit Stein 14 ein etwas größerer Stein von eher roter Farbigkeit verbaut worden, der sich von der übrigen graubraunen Granitumfassung gestalterisch absetzte. Seine Größe und Farbe betonen die besondere architektonische Position, ähnlich wie es auch bei anderen Megalithgräbern zu finden ist.¹⁵⁵

Die äußere Umfassung zog beidseits des Eingangs in Richtung Grabkammer ein und erweiterte den Einlass durch ein vorgelagertes Joch zu einem Gang. Die Tragsteine dieses Eingangskorridors inklusive der beiden Steine, die in der Flucht der Grabkammer standen, also Stein 44 und 45, gehören dabei aufgrund ihrer geringeren Größe konzeptionell zur äußeren Umfassung. So wies das Bauwerk von außen eine einheitliche Anmutung auf, die sich bis ins Innere des von außen sichtbaren Eingangsbereichs zog. Die visuelle Verbindung zwischen Drinnen und Draußen, zwischen profaner und sepulkraler Sphäre, wurde dabei durch den sichtbaren, leicht rötlichen Deckstein des korridorartigen Zugangs akzentuiert.

6.3 Zwickelmauerwerk

Zwischen den heute frei stehenden Orthostaten der Großen Sloopsteene, also den Trag- und den Umfassungssteinen, ist überall von einem Zwickelmauerwerk auszugehen, das aus den lokal vorkommenden rötlichen Sandsteinplatten ohne Mörtel als Trockensteinmauern aufgeschichtet war¹⁵⁶ und sich noch heute in vielen Resten vor Ort finden lässt. Aufgrund der ebenen Flächen der Findlinge entstand in Kombination mit dem Zwickelmauerwerk der Eindruck eines quaderförmigen Innenraums der Grabkammer und einer senkrechten äußeren Umfassungsmauer. In der Verwendung

von rotem Mauerwerk korrespondieren die Großen Sloopsteene mit den Megalithgräbern des gesamten Trichterbecherkreises, wo es als »the commonest material«¹⁵⁷ eingesetzt wurde. Aufgrund dieser prominenten Nutzung wird für seine rote Farbe sogar eine spezifisch rituelle Bedeutung in Betracht gezogen.¹⁵⁸ In Skandinavien konnte nachgewiesen werden, dass sich zur Abdichtung der Grabkammer Birkenrinde zwischen den einzelnen Lagen der Bruchsteine im Trockenmauerwerk befunden hat.¹⁵⁹ Bei den Großen Sloopsteinen sind in dieser Hinsicht aber keine Beobachtungen mehr möglich.

6.4 Hügelschüttung

Als gröbere Abdichtung der Grabkammer zeigen sich bei den Großen Sloopsteinen einzelne Keilsteine, die die Lücken zwischen den Decksteinen ausfüllten oder zur Sicherung der Statik die Trag- und Decksteine unterstützten. Das gesamte Bauwerk aus Findlingen und Zwickelmauerwerk war von einem Erdhügel überdeckt. Hierzu ist lokales Erdmaterial aufgeschüttet worden, dessen Körnung von stark lehmigem Sand bis sandigem Lehm reicht. Die Anschüttung gründete auf der äußeren Umfassungsmauer und bedeckte die Decksteine der Grabkammer mit einer Steigung von etwa 30° vollständig. Von außen waren von der mächtigen Steinarchitektur, der Massivität und den großen Volumina der kolossalen Kammersteine nur die durch das rote Zwickelmauerwerk rhythmisierte äußere Steinreihe und der Deckstein des Zugangs zu sehen. Es ist davon auszugehen, dass der angeschüttete Hügel wegen zu großer Erosionsgefahr nicht brach lag. Vielmehr wird er von Pflanzen mit niedrigem Wuchs grün bedeckt gewesen sein, wobei über die Pflanzen nur spekuliert werden kann, da kein archäologischer Nachweis von Pollen oder Gräsern aus der Stratigrafie des Hügels mehr möglich ist. Allgemein muss sich daher wohl ein begrünter Erdhügel vorgestellt werden, der visuell durch den Steinkranz aus dunkelgrauen ebenen Findlingsflächen und das kleinteilige,

154 ERIKSEN/ANDERSEN 2016, 81–85.

155 SPROCKHOFF 1930, 16.

156 Es ist fraglich, ob das Zwickelmauerwerk in Analogie zum spätneolithischen Haus aus Warburg-Menne, Kreis Höxter, nicht gar eine dekorative farbige Gestaltung aufwies (POLLMANN 2015, 138).

157 MIDGLEY 2008, 89.

158 TREBESS 2013.

159 DEHN/HANSEN 2002, 44–45.

rötliche Zwickelmauerwerk aus dem natürlichen Landschaftsbild herausgehoben wurde.

7 Zusammenfassung

Die virtuelle 3-D-Rekonstruktion der Großen Sloopsteene¹⁶⁰ basiert auf der zunächst erfolgten Datenerhebung, die in der Tradition der bodendenkmalpflegerischen Dokumentationsverfahren steht. Über den Dokumentationsaspekt hinausgehend stellen die erhobenen 3-D-Daten die digitale Konservierung des Monuments dar und folgen damit einem neuen Konzept der Bodendenkmalpflege, Kulturgüter digital zu bewahren und als Teile eines komplexen Kulturgutspeichers zu erhalten. Ein entsprechend erarbeiteter allgemeiner und erprobter Workflow für Megalithanlagen wird hier vorgestellt. Neben dem konservatorischen Aspekt bietet die digitale Konservierung auch die Möglichkeit weiterer Analysen und Forschungen, ohne physische Eingriffe am Original vorzunehmen.

Die Studie dokumentiert eine solche praktische Analyse am Beispiel des virtuellen 3-D-Modells der digitalen Konservierung. Es ist Ausgangspunkt für die virtuelle Rekonstruktion der Schritte, die zu den heutigen Steinverlagerungen führten. Diese machen bei einem Großteil der Findlinge nur wenige Zentimeter aus, bei wenigen aber auch bis zu maximal 3,61 m (siehe Abb. 12). Am Ende der rückschreitenden Detektion steht dann die virtuelle 3-D-Rekonstruktion des prähistorischen Monuments. Hierfür wurden die Steine zunächst virtuell einzeln aus dem 3-D-Modell herausgeschnitten und die an den Auflagepunkten und -flächen auftretenden Vermessungsfehlstellen geschlossen. Als adäquate virtuelle Verschlussmethode erweist sich der Poisson-Surface-Reconstruction-Algorithmus, dessen Oberflächenrekonstruktion von Lochberei-

chen in 3-D-Modellen in Übereinstimmung mit den ethischen Forderungen der ICOMOS und der Seville Principles of Virtual Archaeology steht. Die wissenschaftliche Nutzbarkeit des Algorithmus ist eine der Grundlagen für eine Dokumentation der einzelnen Rekonstruktionsschritte, die zukünftig aus virtuellen 3-D-Rekonstruktionen, quasi wie in einem 3-D-GIS, zu entnehmen sein sollte.

Die 3-D-Rekonstruktion der Großen Sloopsteene stellt die Anlage in ihrem architektonischen Aufbau virtuell wieder her, indem sie die physikalisch nachvollziehbaren Steinverschiebungen im Computermodell rückgängig macht. Dabei sind die Gesteinsmassen schwerelos im Virtuellen zu bewegen. Aus dem Modell der digitalen Konservierung sind vier Steingewichtsklassen abzulesen, die jeweils verschiedene architektonische Funktionen haben, nämlich Trag-, Deck-, Keil- und Umfassungssteine. Deren räumliche Verteilung indiziert eine Architektur aus einer langgestreckten inneren Kammer und einer äußeren langovalen Umfassung. Konkrete Ankerpunkte der virtuellen 3-D-Rekonstruktion sind einzelne Steine, die aufgrund gleichartiger Ausrichtung als in situ anzusprechen sind. Mit ihrer Position in der leicht doppelt trapezoiden Grundrissform der Grabkammer und der ellipsoiden der äußeren Umfassung indizieren sie die gezielte Nutzung der natürlichen glatten Flächen aller Findlinge. Diese flachen Seiten sind bei den Kammersteinen in der virtuellen Rekonstruktion – wie es ursprünglich der Fall war – zum Kammerinneren ausgerichtet und bei den Umfassungssteinen nach außen Richtung Landschaft. Mit jeweils auffüllendem Zwickelmauerwerk, das in Form roter Sandsteinplatten nachgewiesen ist, wurden senkrechte Wandflächen erzeugt. Die Umfassung zeigte sich daher mauerartig und die

¹⁶⁰ Die Ergebnisse sind als VR-Application visualisiert und frei abrufbar auf der Internetseite der Altertumskommission für Westfalen unter www.megalithik.vr.lwl.org.

Kammer mit ihren abgeflachten Decken als ein nahezu quaderförmiger Raum. Dieser wurde aus elf weitgehend freistehenden, zumeist trilithischen Steinjochen gebildet. Davon abweichend wies die Anlage auch drei Tragstein-Joche auf. Sie hatten besondere, konstruktionsbezogene Funktionen: Sie gestalteten Kammerenden und -einlass und boten mehr Auflagepunkte für massive Decksteine. Ein zwölftes Joch am Einlass erzeugte einen korridorartigen Gang vor der Kammer. Dies kennzeichnet die Anlage als Ganggrab.

Die virtuelle 3-D-Rekonstruktion zeigt an verschiedenen Stellen den sehr überlegten Einsatz der geologischen Reliefstruktur der Steinoberflächen. Nach Möglichkeit unterstützten natürliche Passformen von Trag- und Decksteinen die Statik der megalithischen Jochkonstruktionen. Darüber hinaus finden sich Bereiche, an denen das individuelle Steinrelief genutzt wurde, um eine Überwölbung zu erzeugen. Das Erkennen solcher statikbezogener oder bauästhetischer Einsatzmöglichkeiten zeigt die genaue Inspektion der natürlichen Baustoffe durch die prähistorischen Konstrukteure an. Gleichzeitig indiziert dies eine weitgehend feststehende Vision des späteren Bauwerks im Rahmen des damals möglichen Findlingsarchitekturprogramms. Vor Baubeginn wurden Bauplan und Baumaterial in einen Abgleich gebracht und zugeordnet. Bereits vor den ersten Steinsetzungen haben die Konstruktionsfachleute also die entsprechende Anordnung der jeweiligen Findlinge festgelegt. Somit legt der Baukörper ein beredtes Zeugnis von der Komplexität der räumlichen Vorstellungskraft des ihn erbauenden Kollektivs ab. Er ist Manifestation eines konzeptionellen architekturbezogenen Wissens und eines umfangreichen Erfahrungsschatzes im Umgang mit dem vorhandenen Baumaterial von Fachleuten, die sich nicht nur mit der Bautechnik, sondern auch mit der Bauästhetik beschäftigten. Hiervon zeugt das gestalterische Architekturkonzept der Anlage, das die Rhythmik der Findlingssetzung durch das Zwickelmauerwerk betonte. Es setzte die Kontraste der verschiedenen natürlichen Gesteinsfarben und die Texturkontraste zwischen großflächigen, gewölbten Findlingsoberflächen und kleinteiligen, linear geschichteten Mauern in Szene. Das Rot der Mauern und das Grau der Findlinge wurden durch das Weiß des Fußbodens zusätzlich belebt.

Dessen helle Farbe konnte im Zusammenspiel mit der Ausrichtung des Eingangs der Anlage gegen südlicher Sonneneinstrahlung auch funktionale Gründe haben.

Die Überwölbung der megalithischen Konstruktion komplettierte die Anlage und dichtete die Grabkammer gegen Umwelteinflüsse ab. Der Hügel fußte auf der äußeren Umfassung und überdeckte die Kammerjoche. Lediglich der rötliche Deckstein des südlich vorgelagerten Jochs hob sich ab und markierte dadurch nicht nur den Kammerzugang, sondern vielmehr auch den Übergang in eine andere Sphäre, also von einer profanen in eine sepulkrale. Bei der Anlage wurde dabei ein von außen einheitliches, geschlossenes Bild angestrebt und die äußere Umfassungsmauer zog zum Eingangskorridor ein. Die Tragsteine von Korridor und Kammerzugang besaßen die gleiche Höhe wie die Umfassungssteine, sodass beim Betreten der Kammer ein tiefes Bücken notwendig wurde. Im Besonderen während des Beisetzungsritus könnte diese Geste sowohl die Trennung als auch den Übergang von einer diesseitigen und einer jenseitigen Sphäre markiert haben.

Ein weiteres tiefes Bücken machte bei Beisetzungen und beim Begehen der Kammer auch die konzeptionelle Deckenabsenkung der rechten, östlichen Grabkammerseite notwendig. Ihre sich sicher aus dem prähistorischen Weltbild oder dem Ritus herleitende Funktion ist heute nach ca. 5000 Jahren nicht sicher zu entschlüsseln, aber sie bindet die Architektur der Großen Sloopsteene in diejenige skandinavischer Megalithbefunde der Trichterbecherkultur ein. Gleiches gilt auch für den nicht-mittigen Grabzugang. In ihren weiteren architektonischen Aspekten zeigen sich die Großen Sloopsteene allerdings den Ganggräbern der westlichen Trichterbecherkultur verbunden.

Die virtuelle 3-D-Rekonstruktion der Großen Sloopsteene ermöglicht es, sich ein Bild vom wahrscheinlichen prähistorischen Aussehen der Grabanlage zu machen. In der äußeren Ansicht zeigt die Visualisierung einen langgestreckten Hügel, der durch die rhythmische Steinsetzung der äußeren Umfassung, die sich bis in den Eingangsbereich hineinzieht, sowie die farbliche Gestaltung die Anmutung eines Bandornaments besitzt, das ihn aus dem landschaftlichen Kontext artifiziiell heraushebt und ihn als besonderen Ort kennzeichnet.

Die Rekonstruktion lässt auch erfahrbar werden, wie stark man sich beim Betreten der Grabanlage bücken musste, und darüber hinaus auch, wie die massiven Decksteine im Kammerinneren doch lastend wirken. Ihre Volumina bleiben trotz ihrer geologischen Abflachung spürbar, im Besonderen da sie mit einem Großteil des Körpers wahrgenommen werden, weil sie sich über dem gebückten Rücken, dem Nacken und dem abgesenkten Kopf erstrecken.¹⁶¹ Die Decksteine erinnern an eine Höhlendecke, unter der sich durchgezwängt werden musste. Die Wände der Kammer stehen aufgrund ihrer deutlich artifiziielleren Gestaltung hierzu im Kontrast. Sie mindern den Höhlencharakter, indem sie die Architektur ebenmäßig gestalten und dadurch weniger roh und nah wirken lassen. Trotzdem kennzeichnen Enge, relative Dunkelheit, dumpfe Akustik und eine geringe Sauerstoffmenge unter dem Erdhügel diese Kammer als einen Ort jenseits des Alltäglichen. Es ist der Ort der Toten, die weder Weite noch Licht noch Geräusche noch frische Luft benötigen. Was diese aber nach prähistorischem Weltbild offensichtlich brauchten, ist die sehr enge Gemeinschaft mit anderen Verstorbenen, weshalb sie kollektiv bestattet wurden. Für die Lebenden zielte eine Kollektivgrabbeisetzung nicht darauf ab, einen ausschließlich persönlichen Ort des Erinnerns zu kreieren, sondern vielmehr einen gemeinschaftlichen Ort des Gedenkens zu erzeugen. Ein solcher Gedenkort diente dem Vergewissern von Gemeinschaft und von Gruppenidentität in der Gegenwart zur Sicherung einer gemeinschaftlichen Zukunft.¹⁶²

Das Bild der Begräbnisstätte Große Sloopsteene als ein an ihrer Basis ornamental umfasster Grabhügel mit niedrig überjochtem, südlichem Eingang, dem schwer lastenden Portalstein, der inneren Jocharchitektur mit linker und rechter Grabkammer, der Absenkung der rechten Grabkammer, der Ost-West-Ausrichtung und nicht zuletzt dem Farbschema des verwendeten Steinmaterials verbindet sie – neben ihrer Funktion als Ort der Vergewisserung von lokaler Gemeinschaft – auch mit einer überregionalen Gemeinschaft, die eine vergleichbare Architektursprache nutzte. Die Großen Sloopsteene zeigen, dass dabei durchaus auch architektonische Einflüsse und Anregungen aus sehr entfernten Regionen aufgegriffen und adaptiert wurden. Sie indizieren so einen überregionalen kulturellen und gedanklichen Austausch und eine weitreichende Mobilität zumindest von Teilen der damaligen Bevölkerung.

161 Hierzu mehr in der Dissertation des Verfassers (siehe Anm. 64).

162 MEIER 2016.

8 Literatur

ANDREAE/KLINKE 2018

B. Andreae/L. Klinke, Virtuelle Archäologie als neue Methode zur Erforschung der Tiberiusgrotte von Sperlonga. In: M. Vielberg (Hrsg.), *Klassensitzungsvorträge 2016–2017. Sitzungsberichte der Geisteswissenschaftlichen Klasse der Akademie gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt 10* (Stuttgart 2018) 11–26.

AUSTRALIA ICOMOS 2013

Australia ICOMOS, Charta von Burra <<https://australia.icomos.org/wp-content/uploads/The-Burra-Charter-2013-Adopted-31.10.2013.pdf>> (04.04.2021).

BAKKER 1992

J. A. Bakker, The Dutch Hunebedden. Megalithic Tombs of the Funnel Beaker Culture. *International Monographs in Prehistory / Archaeological Series 2* (Ann Arbor 1992).

BAKKER 2005

J. A. Bakker, Funerary buildings from erratic boulders. The construction and function of the hunebedden. In: L. P. Louwe Kooijmans/P. W. van den Broeke/H. Fokkens/A. L. van Gijn (Hrsg.), *The Prehistory of the Netherlands 1* (Amsterdam 2005) 307–310.

BAKKER 2009

J. A. Bakker, Hunebedden and Hünengräber. The Construction of Megalithic Tombs West of the River Elbe. In: C. Scarre (Hrsg.), *Megalithic Quarrying. Sourcing, extracting and manipulating the stones. British Archaeological Reports, International Series 1923* (Oxford 2009) 27–34.

BARTZ/HOLTER/MUTH 2016

J. Bartz/E. Holter/S. Muth, Digitales Forum Romanum. Chancen und Grenzen virtueller Rekonstruktion und Simulation. In: K. B. Zimmer (Hrsg.), *Von der Reproduktion zur Rekonstruktion – Umgang mit Antike(n) II. Summerschool vom 16.–19. Juni 2014 in Tübingen. Tübinger Archäologische Forschungen 21* (Rahden 2016) 193–208.

ALLAN BLOCK DEUTSCHLAND GMBH 2016

Allan Block Deutschland GmbH, Planen, Gestalten und Bauen mit Allan Block Stützmauersystemen <www.allan-block.de/pdf/ABCommManual_German.pdf> (31.08.2017).

BLOMBERG/BLOMBERG/HENRIKSSON 2003

M. Blomberg/P. E. Blomberg/G. Henriksson (Hrsg.), *Calendars, Symbols, and Orientations: Legacies of Astronomy in Culture. Proceedings of the 9th annual meeting of the European Society for Astronomy in Culture (SEAC). Stockholm, 27–30 August 2001. Uppsala Astronomical Observatory Report 59* (Uppsala 2003).

BOEHRINGER 1959

E. Boehringer (Hrsg.), *Von antiker Architektur und Topographie. Gesammelte Aufsätze von Armin von Gerkan* (Stuttgart 1959).

BORRA 2009

D. Borra, L'anastilosi virtuale della torre di Vendicari. In: G. Susan (Hrsg.), *La torre di Vendicari. Un'architettura che nasce e si sviluppa dal mare* (Siracusa 2009) 173–202.

BREWSTER 1856

D. Brewster, *The Stereoscope. Its History, Theory, and Construction* (London 1856).

BURWITZ u. a. 2019

H. Burwitz/M. Grellert/F. Henze/C. Kröber/P. Kuroczynski/D. Lengyel/S. Münster/M. Pfarr-Harfst/N. Prechtel/G. Schelbert/C. Toulouse/M. Wacker, Memorandum: Aktuelle Herausforderungen im Kontext digitaler 3D-Rekonstruktion. In: P. Kuroczyński/M. Pfarr-Harfst/S. Münster (Hrsg.), *Der Modelle Tugend 2.0. Digitale 3D-Rekonstruktion als virtueller Raum der architekturhistorischen Forschung. Computing in Art and Architecture 2* (Heidelberg 2019) 21–28.

DEHN/HANSEN 2002

T. Dehn/S. I. Hansen, Architecture mégalithique en Scandinavie. In: R. Joussaume/L. Laporte/C. Scarre (Hrsg.), *Origine et développement du mégalithisme de l'ouest de l'Europe*. Colloque international (Bougon 2002) 39–61.

DEHN/HANSEN/WESTPHAL 2013

T. Dehn/S. I. Hansen/J. Westphal, Restoration of Megalithic Tombs in Denmark. In: S. Bergerbrant/S. Sabatini (Hrsg.), *Counterpoint: Essays in Archaeology and Heritage Studies in Honour of Professor Kristian Kristiansen*. British Archaeological Reports, International Series 2508 (Oxford 2013) 695–702.

DEMNIK u. a. 2008

D. Demnick/S. Diers/H.-R. Bork/B. Fritsch/J. Müller, Der Großdolmen Lüdelsen 3 in der westlichen Altmark (Sachsen-Anhalt) – Baugeschichte, Rituale und Landschaftsrekonstruktion <www.jungsteinsite.uni-kiel.de/2008_demnick_diers/2008_Demnick_low.pdf> (20.06.2017).

DEMNIK u. a. 2011

D. Demnick/S. Diers/H.-R. Bork/B. Fritsch/J. Müller, Das Großsteingrab Lüdelsen 3 in der westlichen Altmark (Sachsen-Anhalt). Vorbericht zur Ausgrabung 2007 und zum Pollenprofil vom Beetendorfer Bruch. *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte* 92, 2008 (2011), 231–308.

DENARD 2009

H. Denard (Hrsg.), Die London Charta für die computergestützte Visualisierung von kulturellem Erbe <www.londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london_charter_2_1_de.pdf> (16.05.2017).

DENARD 2012

H. Denard, A New Introduction to The London Charter. In: A. Bentkowska-Kafel/H. Denard/D. Baker (Hrsg.), *Paradata and Transparency in Virtual Heritage*. Digital research in the arts and humanities (Farnham 2012) 57–71.

DONEUS u. a. 2011

M. Doneus/G. Verhoeven/M. Fera/C. Briese/M. Kucera/W. Neubauer, From Deposit to Point Cloud – A Study of Low-Cost Computer Vision Approaches for the Straightforward Documentation of Archaeological Excavations. *Geoinformatics FCE CTU* 6, 2011, 81–88.

ERIKSEN 1999

P. Eriksen, *Poskær Stenhus*. Myter og virkelighed (Højbjerg 1999).

ERIKSEN/ANDERSEN 2016

P. Eriksen/N. H. Andersen, Dolmens without mounds in Denmark. In: L. Laporte/C. Scarre (Hrsg.), *The Megalithic Architectures of Europe* (Oxford 2016) 79–87.

VON GERKAN 1959

A. von Gerkan, Grundlegendes zur Darstellungsmethode. Kursus für Bauforschung. In: E. Boehringer (Hrsg.), *Von antiker Architektur und Topographie*. Gesammelte Aufsätze von Armin von Gerkan (Stuttgart 1959) 99–106.

GOODRICK/GILLINGS 2000

G. Goodrick/M. Gillings, Constructs, simulations and hyperreal worlds. The role of virtual reality (VR) in archaeological research. In: G. Lock/K. Brown (Hrsg.), *On the Theory and Practice of Archaeological Computing*. Oxford University Committee for Archaeology Monograph 51 (Oxford 2000) 41–58.

GRELLERT/PFARR-HARFST 2019

M. Grellert/M. Pfarr-Harfst, Die Rekonstruktion-Argument-Methode – Minimaler Dokumentationsstandard im Kontext digitaler Rekonstruktionen. In: P. Kuroczyński/M. Pfarr-Harfst/S. Münster (Hrsg.), *Der Modelle Tugend 2.0*. Digitale 3D-Rekonstruktion als virtueller Raum der architekturhistorischen Forschung. *Computing in Art and Architecture* 2 (Heidelberg 2019) 264–280.

HÄNEL 2008

A. Hänel, Zur astronomischen Orientierung megalithischer Gräber in Norddeutschland. In: G. Wolfschmidt (Hrsg.), *Prähistorische Astronomie und Ethnoastronomie*. Proceedings der am 24. September 2007 in Würzburg. *Nuncius Hamburgensis*. Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften 8 (Norderstedt 2008) 77–94.

HOLTFFESTER/SCHREIBER 2014

U. Holtfester/T. Schreiber, »Structure from Motion« am Beispiel der Ausgrabungen am Philosophikum in Münster. *Archäologie in Westfalen-Lippe* 2013, 2014, 226–229.

HOPPE u. a. 2016

S. Hoppe/M. Pfarr-Harfst/S. Münster/P. Kuroczyński/I. Blümel/O. Hauck/J. Lutteroth, Der Modelle Tugend 2.0 – Vom digitalen Datensatz zum wissenschaftlichen Informationsmodell. In: E. Burr (Hrsg.), *DHd 2016*. Modellierung – Vernetzung – Visualisierung. Die Digital Humanities als fächerübergreifendes Forschungsparadigma. *Konferenzabstracts*. Universität Leipzig 7. bis 12. März 2016 ²(Duisburg 2016) 48–50.

ICOMOS 1964

ICOMOS, Charta von Venedig <www.charta-von-venedig.de/internationale-charta-zur-konservierung-und-

restaurierung.html?file=tl_filescharta-datei/1.0_Charta%20von%20Venedig%201964/Downloads/Charta-von-Venedig_1964.pdf> (31.03.2021).

INTERNATIONAL FORUM OF VIRTUAL ARCHAEOLOGY 2011
International Forum of Virtual Archaeology, The Seville Principles. International Principles of Virtual Archaeology. <<http://smartheritage.com/wp-content/uploads/2015/03/FINAL-DRAFT.pdf>> (16.05.2017).

IOANNIDES u. a. 2012

M. Ioannides/D. Fritsch/J. Leissner/R. Davies/F. Remondino/R. Caffo (Hrsg.), Progress in Cultural Heritage Preservation. 4th International Conference, EuroMed 2012, Limassol, Cyprus, October/November 2012, Proceedings (Berlin 2012).

KALTOFEN 2002

A. Kaltofen, Archäologie. In: W. Franke/J. Grave/H. Schüpp/G. Steinwascher (Hrsg.), Der Landkreis Emsland. Geographie, Geschichte, Gegenwart. Eine Kreisbeschreibung (Meppen 2002) 222–235.

KAZHDAN/HOPPE 2013

M. Kazhdan/H. Hoppe, Screened Poisson Surface Reconstruction. ACM Transactions on Graphics 32/3, 2013, [13 Seiten].

KERSTEN/MECHELKE/MAZIULL 2015

T. Kersten/K. Mechelke/L. Maziull, 3D Model of Al Zubarah Fortress in Qatar – Terrestrial Laser Scanning vs. Dense Image Matching. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XL-5/W4, 2015, 1–8.

KERSTEN/LINDSTAEDT 2012

T. P. Kersten/M. Lindstaedt, Generierung von 3D-Punktwolken durch kamera-basierte low-cost Systeme – Workflow und praktische Beispiele. Terrestrisches Laserscanning 69, 2012, 25–46.

KLINKE 2015

L. Klinke, Neue Ansichten – Neue Einsichten durch virtuelle Archäologie. 3D-Rekonstruktion des Skulpturenprogramms der ›Grotta di Tiberio‹ (Münster 2015).

KLINKE 2016

L. Klinke, Die 3-D-Rekonstruktion des Megalithgrabes. In: K. Schierhold, Die großen Sloopsteene bei Lotte-Wersen, Kreis Steinfurt. Megalithgräber in Westfalen 1 (Münster 2016) 31–33.

KLINKE 2017a

L. Klinke, Die Großen Sloopsteene bei Lotte-Wersen. Die Großen Sloopsteene als 3D-Punktwolke (10. Januar 2017) <<https://www.altertumskommission.lwl.org/de/forschung/megalithik/die-grossen-sloopsteene-bei-lotte-wersen/>> (04.04.2021).

KLINKE 2017b

L. Klinke, Rekonstruiert ohne zu verändern. 3D-Modell zeigt ursprünglichen Zustand der Großen Sloopsteene. Unser Kreis 2018. Jahrbuch für den Kreis Steinfurt, 2017, 133–137.

KLINKE 2018a

L. Klinke, Virtuelle Rekonstruktion – Bürgerwissenschaft unterstützt Megalithforschung. In: K. Schierhold/B. Stapel, Die Düwelsteene bei Heiden, Kreis Borken. Megalithgräber in Westfalen 3 (Münster 2018) 14–17.

KLINKE 2018b

L. Klinke, Digitale Konservierung von Megalithgräbern. In: B. Stapel/K. Schierhold, Das Großsteingrab von Lengerich-Wechte, Kreis Steinfurt. Megalithgräber in Westfalen 4 (Münster 2018) 6–7.

KLINKE 2018c

L. Klinke, Mehr als nur Steine – die virtuelle Rekonstruktion der Großen Sloopsteene. Archäologie in Westfalen-Lippe 2017, 2018, 239–242.

KLINKE 2019

L. Klinke, App ins Megalithgrab. Archäologie in Westfalen-Lippe 2018, 2019, 292–295.

KLINKE 2020a

L. Klinke, 3-D-Visualisierung. In: I. Pfeffer/K. Schierhold, Das Galeriegrab von Soest-Hiddingsen, Kreis Soest. Megalithgräber in Westfalen 5 (Münster 2020) 13–14.

KLINKE 2020b

L. Klinke, Mit VR-Brille ins Megalithgrab. Die Großen Sloopsteene in Westfalen. Archäologie in Deutschland 6/2020, 2020, 42–43.

KLINKE/BRIESKE 2014

L. Klinke/V. Brieske, Digitale Konservierung eines mittelalterlichen Reliefs am Wittekindsberg als 3-D-Modell. Archäologie in Westfalen-Lippe 2013, 2014, 223–226.

KRUPP 1994

E. C. Krupp, Echoes of the Ancient Skies. The Astronomy of Lost Civilizations (New York 1994).

LAFLIN 2014

S. Laffin, *Computer Applications in Archaeology 1973–1995* (Raleigh 2014).

LANGINI u. a. 2012

A. Langini/W. Lipp/E. Müller/M. Petzet (Hrsg.), *Internationale Grundsätze und Richtlinien der Denkmalpflege. Principes et directives internationaux pour la conservation. International Principles and Guidelines of Conservation. Monumenta 1* (Stuttgart 2012).

LÓPEZ-MENCHERO BENDICHO 2013

V. M. López-Menchero Bendicho, *International Guidelines for Virtual Archaeology: The Seville Principles* In: C. Corsi/B. Slapšak/F. Vermeulen (Hrsg.), *Good Practice in Archaeological Diagnostics. Non-invasive Survey of Complex Archaeological Sites* (Heidelberg 2013) 269–283.

MEIER 2016

T. Meier, *Tod und Gedenken in der Landschaft – Zur Einführung. Siedlungsforschung. Archäologie – Geschichte – Geographie 33*, 2016, 9–93.

MIDGLEY 2008

M. S. Midgley, *The Megaliths of Northern Europe* (London 2008).

MILLER/RICHARDS 1995

P. Miller/J. Richards, *The good, the bad and the downright misleading: archaeological adoption of computer visualization*. In: J. Huggett/N. Ryan (Hrsg.), *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1994. British Archaeological Reports, International Series 600* (Oxford 1995) 19–22.

MÜNSTER/KÖHLER/HOPPE 2015

S. Münster/T. Köhler/S. Hoppe, *3D Modelling Technologies in Humanities. A Literature-Based Survey about Reconstruction and Visualisation of Historic Objects*. In: A. Traviglia (Hrsg.), *Across Space and Time. Papers from the 41st Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Perth, 25–28 March 2013* (Amsterdam 2015) 430–441.

NIELSEN 2003

N. Nielsen, *Ormslev-dyssen – en dysse uden høj? Fritænde dyssen i tragtbægerkulturen. Kuml. Årbog for Jysk Arkæologisk Selskab 2003*, 2003, 125–156.

OLSEN/BRICKMAN/CAI 2004

S. Olsen/A. Brickman/Y. Cai, *Discovery by Reconstruction: Exploring Digital Archaeology* <www.andrew.cmu.edu/course/60-427/aisd/Museum.pdf> (12.05.2017).

PERSCHKE 2016

R. Perschke, *Die deutsche Megalithgrab-Nomenklatur – Ein Beitrag zum Umgang mit ideologisch belasteter Fachterminologie. Archäologische Informationen 39*, 2016, 167–176.

PFARR 2010

M. Pfarr, *Dokumentationssystem für Digitale Rekonstruktionen am Beispiel der Grabanlage Zhaoling, Provinz Shaanxi, China* (Diss. Technische Universität Darmstadt 2010) <<https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/2302/>> (31.03.2021).

PFARR-HARFST 2015

M. Pfarr-Harfst, *A Documentation System for Digital Reconstructions with References to the Mausoleum of the Tang-Dynasty at Zhaoling, in Shaanxi Province, China*. In: A. Traviglia (Hrsg.), *Across Space and Time. Papers from the 41st Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Perth, 25–28 March 2013* (Amsterdam 2015) 423–429.

POLLMANN 2015

H.-O. Pollmann, *Hausbau und Siedlungswesen im Neolithikum als Spiegel sozialer Phänomene*. In: T. Otten/J. Kunow/M. M. Rind/M. Trier (Hrsg.), *Revolution Jungsteinzeit. Archäologische Landesausstellung Nordrhein-Westfalen. Ausstellungskatalog Bonn/Detmold/Herne. Schriften zur Bodendenkmalpflege in Nordrhein-Westfalen 11,1* (Darmstadt 2015) 130–139.

REILLY 1992

P. Reilly, *Three-dimensional modelling and primary archaeological data*. In: P. Reilly/S. Rahtz (Hrsg.), *Archaeology and the Information Age. A global perspective. One world archaeology 21* (London 1992) 147–173.

REINHARD 2013

J. Reinhard, *Structure from Motion, Drohnen & Co. Neue Wege in der Dokumentation archäologischer Ausgrabungen. Tugium 29*, 2013, 177–188.

REINHARD 2016

J. Reinhard, *Structure-from-Motion-Photogrammetrie mit Agisoft PhotoScan. Erste Erfahrungen aus der Grabungspraxis*. In: U. Lieberwirth/I. Herzog (Hrsg.), *3D-Anwendungen in der Archäologie. Computeranwendungen und quantitative Methoden in der Archäologie. Workshop der AG CAA und des Exzellenzclusters Topoi 2013. Berlin Studies of the Ancient World 34* (Berlin 2016) 17–44.

SCHIERHOLD 2016

K. Schierhold, *Die großen Sloopsteene bei Lotte-Wersen, Kreis Steinfurt. Megalithgräber in Westfalen 1* (Münster 2016).

SCHIERHOLD/KLINKE/MEYER 2016

K. Schierhold/L. Klinke/C. Meyer, Große Sloopsteene revisited – erste Ergebnisse neuer Untersuchungen. *Archäologie in Westfalen-Lippe* 2015, 2016, 44–47.

SCHULDT 1972

E. Schuldt, Die mecklenburgischen Megalithgräber. Untersuchungen zu ihrer Architektur und Funktion. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte der Bezirke Rostock, Schwerin und Neubrandenburg 6 (Berlin 1972).

SCHWARZLÄNDER 2004

S. Schwarzländer, Ältestes Gold Brandenburgs. Reiche Sonderbestattung der Glockenbecherkultur in Wustermark, Lkr. Havelland. *Archäologie in Berlin und Brandenburg* 2004, 2004, 34–35.

SCHWEIBENZ 2001

W. Schweibenz, Das virtuelle Museum. Überlegungen zum Begriff und Wesen des Museums im Internet <www.mai-tagung.lvr.de/media/mai_tagung/pdf/2001/schweibenz.pdf> (31.08.2017).

SPROCKHOFF 1930

E. Sprockhoff, Zur Megalithkultur Nordwestdeutschlands. *Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte* 4, 1930, 1–55.

SPROCKHOFF 1938

E. Sprockhoff, Die Nordische Megalithkultur. *Handbuch der Urgeschichte Deutschlands* 3 (Berlin 1938).

SPROCKHOFF 1975

E. Sprockhoff, *Atlas der Megalithgräber Deutschlands* 3. Niedersachsen-Westfalen (Bonn 1975).

STEINRÜCKEN 2006

B. Steinrücken, Untersuchung der Galeriegräber von Soest-Hiddingsen und Beckum-Dalmer auf astronomische Auffälligkeiten <<http://www.kopernikus-neubeckum.de/html/GruenesKlassenzimmer/Steinkistengraeber.pdf>> (03.09.2017).

TREBESS 2013

T. Trebeß, Rotsandstein im Grabbau des Neolithikums und der Bronzezeit in Nordostdeutschland. In: H. Meller/C.-H. Wunderlich/F. Knoll (Hrsg.), *Rot – Die Archäologie bekennt Farbe*. 5. Mitteldeutscher Archäologentag vom 04. bis 06. Oktober 2012 in Halle (Saale). *Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 10 (Halle [Saale] 2013)* 243–249.

UNESCO 2004

UNESCO, Charter on the Preservation of Digital Heritage. In: UNESCO, General Conference; 32nd; Records of the General Conference. 32nd Session. Paris, 29 September to 17 October 2003. Volume 1. Resolutions, 74–77 <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001331/133171e.pdf#page=80>> (08.09.2017).

VERHOEVEN u. a. 2013

G. Verhoeven/C. Sevara/W. Karel/C. Ressler/M. Doneus/C. Briese, Undistorting the Past: New Techniques for Orthorectification of Archaeological Aerial Frame Imagery. In: C. Corsi/B. Slapšak/F. Vermeulen (Hrsg.), *Good Practice in Archaeological Diagnostics. Non-invasive Survey of Complex Archaeological Sites* (Heidelberg 2013) 31–67.

WALLNER/TRAUSMUTH 2015

M. Wallner/T. Trausmuth, Könnte ich in diesem Foto doch bloß um die Ecke sehen! Workflow und Anwendungen von 3D-Dokumentation bei Grabungen am Beispiel von Meillionydd (Halbinsel Llyn, Nordwales). In: R. Karl/J. Leskovar (Hrsg.), *Interpretierte Eisenzeiten. Fallstudien, Methoden, Theorie. Tagungsbeiträge der 6. Linzer Gespräche zur interpretativen Eisenzeitarchäologie. Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich* 42 (Linz 2015) 233–245.

WESTPHAL 2016

J. Westphal, In the eye of the beholder: key architectural elements in 25 years of visual analysis of Danish megalithic tombs. In: L. Laporte/C. Scarre (Hrsg.), *The Megalithic Architectures of Europe* (Oxford 2016) 89–97.

WHEATSTONE 1838

C. Wheatstone, Contributions to the Physiology of Vision. – Part the First. On some remarkable, and hitherto unobserved, Phenomena of Binocular Vision. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 128, 1838, 371–394.

WITTUR 2013

J. Wittur, Computer-Generated 3D-Visualisations in Archaeology. Between added value and deception. *British Archaeological Reports, International Series* 2463 (Oxford 2013).

ZOTTI 2005

G. Zotti, Kalenderbauten? Zur astronomischen Ausrichtung der Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. In: F. Daim (Hrsg.), *Zeitreise Heldenberg. Geheimnisvolle Kreisgräben. Katalog zur Niederösterreichischen Landesausstellung 2005. Katalog des NÖ Landesmuseums* 459 (Horn 2005) 75–79.

ZOTTI/NEUBAUER 2015

G. Zotti/W. Neubauer, Astronomical and Topographical Orientation of Kreisgrabenanlagen in Lower Austria. In: F. Pimenta/N. Ribeiro/F. Silva/N. Campion/A. Joaquineto/L.Tirapicos (Hrsg.), SEAC 2011 Stars and Stones: Voyages in Archaeoastronomy and Cultural Astronomy. Proceedings of the SEAC 2011 conference. British Archaeological Reports, International Series 2720 (Oxford 2015) 188–193.

✉ **Leo Klinke M. A.**

Altertumskommission für Westfalen

An den Speichern 7

48157 Münster

leo.klinke@lwl.org

9 Steinkatalog

Stein 1

Tragstein des Jochs 1

Stein 1 befindet sich am westlichsten Punkt der Schmalseite der Findlingsansammlung. Aufgrund seiner exponierten Lage wurde er in Sprockhoffs Rekonstruktion als zur äußeren Umfassung zugehörig definiert (Abb. 14). Aufgrund seines Volumens muss er jedoch zur Grabkammer gehören. Heute liegt der Stein mit seiner flachen Breitseite auf dem Boden. In Analogie zu den übrigen Grabkammersteinen ist davon auszugehen, dass er ursprünglich mit dieser Seite in Richtung der Grabkammer stand und dabei auf einer Schmalseite gründete. Anhand von Stein 25, der in Teilen unter Stein 1 liegt, lässt sich die ursprüngliche Position und damit auch die architektonische Funktion bestimmen: Stein 1 riegelte die Schmalseite der Grabkammer westlich ab.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige, zeigt näpfchenartige geologische Auswitterung.

Versturzgeschichte: Durch das Gewicht des ehemals als Deckstein aufliegenden Steins 25 wurde die Basis von Stein 1 in Richtung Westen nach außen gedrückt, wodurch der Deckstein abrutschte und neben Stein 1 zum Liegen kam. Instabil geworden verkippte dieser dann wiederum auf Stein 25.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Stein 1 ist in der virtuellen Rekonstruktion senkrecht mit der heutigen Unterseite Richtung Kammerinnerem aufgerichtet.

Stein 2

Deckstein des Jochs 2

Heute befindet sich Stein 2 am äußeren westlichen Rand der Steinansammlung, doch vermutete bereits Sprockhoff, dass es sich um einen ehemaligen Deckstein handelt (Abb. 14). Genährt wird diese Vermutung dadurch, dass Stein 2 heute auf Stein 27 aufliegt. Seine ebene, flache Breitseite weist nach unten und in Analogie zu den übrigen Decksteinen ist auch hier davon auszugehen, dass diese Seite zum ehemaligen Kammerinneren ausgerichtet war.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Stein 2 wurde bei der Öffnung des Grabes nach Nordwesten geschoben. Es ist davon auszugehen, dass sich zu diesem Zeitpunkt eine größere Menge Erdmaterial um die Tragsteine der Nordseite befunden hat, wodurch Stein 2 während des Verschiebens von Deckstein 2 in Position gehalten wurde.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Da Stein 2 heute auf Stein 27 aufliegt, ist auch seine Unterseite zu sehen, wodurch über 78% seiner Oberfläche dokumentierbar sind. In der virtuellen Rekonstruktion ist er als Deckstein wieder auf seine Tragsteine 3 und 28 zurückversetzt. Dabei scheint Stein 2 zu kurz für die Jochüberspannung zu sein. Dies liegt daran, dass sich die nördliche Spitze des Steins im Erdboden befindet. Die fehlende Länge gibt daher Hinweis auf die Menge dieses verschütteten Volumens. In der virtuellen Rekonstruktion ist Stein 2 so platziert, dass die ergänzte Schmalseite auf dem Tragstein 3 aufliegt.

Stein 3

Tragstein des Jochs 2

Sprockhoff vermutete, dass Stein 3 zur äußeren Umfassung gehöre (Abb. 14), doch die digitale Vermessung zeigt, dass es sich aufgrund seines Volumens um einen Stein der Grabkammer handelt. Es ist davon auszugehen, dass sich Stein 3 als Tragstein ursprünglich zwischen Stein 27 und Stein 30 befand. Auffällig ist, dass er höher als die übrigen Steine im heutigen Gelände liegt. Dies ist ein Indiz dafür, dass Stein 3 bei seiner Verlagerung auf einem Rest der Hügelschüttung liegen blieb und deshalb nicht in einer Ebene mit der äußeren Umfassung gründet. Heute befindet er sich auf der flachen Breitseite, die ehemals ins Kammerinnere zeigte.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Die Position von Stein 3 rührt wohl daher, dass der Jochdeckstein 2, bei der gewaltsamen Graböffnung zu Beginn des 19. Jahrhunderts nach außen gehoben wurde. Hierdurch kippte Stein 3 nach hinten auf seine Außenseite und seine vormalige Innenseite lag oben. In einem zweiten Schritt wurde Stein 3 über seine abgerundete Seite nach Norden gerollt, sodass er in seiner heutigen Position mit der flachen Breitseite nach unten verblieb.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion gründet Stein 3 auf einer Schmalseite, sodass seine flache Breitseite wieder zum Kammerinneren gewandt ist.

Stein 4

Umfassungsstein

Aufgrund seiner Ausmaße und seines Volumens ist Stein 4 als Teil der äußeren Umfassung anzusprechen. Er gründet auf seiner Schmalseite und seine flache Breitseite ist nach außen gen Landschaft gerichtet. Diese Ausrichtung, die exakt der elliptischen Grundlinie der äußeren Umfassung folgt, belegt, dass sich Stein 4 noch in situ befindet.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 5

Umfassungsstein

Stein 5 befindet sich zwischen den Steinen 4 und 6, die noch in situ sind. Er liegt heute auf einer Breitseite, wodurch er niedriger als seine Nachbarn scheint. Mit seinem nördlichen Ende ist Stein 5 deutlich aus der Flucht herausgedreht, die durch die Flachseiten der Steine 4 und 6 gebildet wird.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Stein 5 ist im Laufe der Zeit wahrscheinlich aufgrund des Drucks der Überhöhung nach außen in Richtung Norden verkippt.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion ist Stein 5 aufgerichtet, sodass er wieder auf seiner heute südlichen Schmalseite gründet. Seine flache Breitseite, auf der er derzeit liegt, befindet sich damit in einer Flucht mit den benachbarten Steinen und weist wie ursprünglich nach außen.

Stein 6

Umfassungsstein

Ausmaße, Volumen und Gewicht kennzeichnen Stein 6 als Teil der äußeren Umfassung. Er gründet auf seiner Schmalseite, wobei seine flache Breitseite gen Landschaft gerichtet ist. Die Ausrichtung der flachen Breitseite des Steins 6 liegt exakt auf der elliptischen Grundlinie der äußeren Umfassung, daher ist er als in situ anzusprechen.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 7

Umfassungsstein

Bei Stein 7 handelt es sich aufgrund seiner Maße und seines Volumens um einen Umfassungsstein. Er weist zwei sehr ebene Flächen als Breitseiten auf. Die Befundsituation legt dabei nahe, dass die heute nördliche, nach oben weisende, flache Breitseite die ehemalige Außenseite ist.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Nach Erodieren der ursprünglichen Grabüberhügelung ist Stein 7 gen Süden in die heutige Schräglage verstürzt.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Stein 7 ist in der virtuellen Rekonstruktion aufgerichtet und mit seiner nach außen weisenden flachen Breitseite in den von den In-situ-Steinen 4, 6, 10, 11, 12 und 14 indizierten elliptischen Verlauf der äußeren Umfassung eingepasst.

Stein 8

Umfassungsstein

Stein 8 ist aufgrund seiner Maße und seines Volumens als Teil der äußeren Umfassung anzusprechen. Die flache Breitseite des Steins weist in der heutigen Fundlage gen Norden, schräg nach oben.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Aufgrund der Erosion der Überhügelung hat der Stein seine Standfestigkeit verloren und ist gen Süden Richtung Grabkammer verkippt.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Die virtuelle Rekonstruktion zeigt Stein 8 nach Norden gedreht wieder aufgerichtet. Seine flache Außen-seite befindet sich in der exakten Flucht der elliptischen Umfassung.

Stein 9

Umfassungsstein

Aufgrund der Maße und des Volumens lässt sich Stein 9 zur äußeren Umfassung zählen. Er ist zwar verlagert, gründet aber nach wie vor auf seiner Schmalseite und seine flache Breitseite weist nach außen.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Besonders in der Draufsicht zeigt sich, dass Stein 9 deutlich aus der Flucht der benachbarten Steine gedrückt wurde und dabei stark nach Norden verkippt ist.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Die Rekonstruktion zeigt Stein 9 virtuell wieder so aufgerichtet, dass seine flache Breitseite genau in der Flucht der in situ liegenden Nachbarsteine 10 und 11 liegt.

Stein 10

Umfassungsstein

Stein 10 gehört aufgrund seines Gewichtes zu den Findlingen der äußeren Umfassung. Er gründet auf einer Schmalseite, wobei seine flache Breitseite nach außen zur Landschaft gerichtet ist. Die exakte Ausrichtung auf der elliptischen Grundlinie der äußeren Umfassung belegt, dass Stein 10 noch immer in situ ist.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 11

Umfassungsstein

Maße, Volumen und Gewicht kennzeichnen Stein 11 als Teil der äußeren Umfassung. Er gründet auf einer Schmalseite und seine flache Breitseite ist zur Landschaft positioniert. Aufgrund seiner exakten Ausrichtung und Lage auf dem elliptischen Grundriss der äußeren Steinreihe ist Stein 11 als in situ anzusehen.

Gesteinsart: Pegmatit, grobkörnige Feldspäte, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 12

Umfassungsstein

Aufgrund seines Gewichtes zählt Stein 12 zur äußeren Steinumfassung. Er gründet er auf einer Schmalseite und seine flache Breitseite ist zur Landschaft positioniert. Aufgrund seiner exakten Ausrichtung und Lage auf dem elliptischen Grundriss der äußeren Steinreihe ist Stein 11 als in situ anzusehen.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 13**Tragstein des Jochs 11**

Von Sprockhoff wurde Stein 13 als zur äußeren Umfassung zugehörig angesprochen (Abb. 14) und in der Ortsakte der Großen Sloopsteene ist er als Deckstein dokumentiert. Doch gegen beide Funktionen spricht sein Volumen, das eine Interpretation als Tragstein nahelegt. Die bogenförmige Fläche seiner Langseite steht dabei in Korrespondenz zu Stein 1, der die Grabkammer nach Westen abschließt. In Analogie hierzu kann Stein 13 als östlicher Verschlussstein der Grabkammer interpretiert werden.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Bei der Öffnung der Grabanlage wurde Stein 13 nach außen in Richtung Osten gehoben und verstürzte dabei. In einem zweiten Schritt wurde er dann nach Norden verschoben.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion ist Stein 13 an die Position des östlichen Verschlusssteins gesetzt. Wie bei den anderen Orthostaten wurde dabei die breitere Grundfläche der Langseiten als Basis verwendet. Die heute oben liegende flache Breitseite ist aufgrund ihrer ebenen Form im virtuellen Modell in Richtung Kammerinnerem gedreht. Für die Interpretation als Kammerabschluss spricht zudem, dass Stein 13 den Raum zwischen den Steinen 55 und 56 überzeugend schließt.

Stein 14**Umfassungsstein**

Aufgrund seiner Maße und seines Volumens ist Stein 14 als Teil der äußeren Umfassung anzusprechen. Er gründet auf einer seiner Schmalseiten und seine flache Breitseite ist nach außen gerichtet. In der Gruppe der Umfassungssteine zählt er zu den größten Exemplaren. Als einziger Stein der Findlingsanlage ist er von rötlicher Farbe. Beide Aspekte finden ihre ästhetische und inhaltliche Verstärkung darin, dass er am östlichsten Punkt des Megalithgrabes positioniert wurde. Ausrichtung und Lage auf der elliptischen Umfassungslinie belegen, dass Stein 14 sich in situ befindet.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, rot.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 15**Deckstein des Jochs 11**

Größe und Volumen kennzeichnen Stein 15 als Deckstein. Er war ursprünglich Teil des östlichsten Jochs der Megalithanlage. Heute befindet sich Stein 15 im Südosten der Anlage in einer nach außen geneigten Position. Sein nördliches Ende ist sichtbar erhöht, was einen erodierten, früheren Erdhügel indiziert. Die heutige Unterseite von Stein 15 ist fast halbkugelförmig, seine flache Breitseite weist nach oben. In Analogie zu den übrigen Decksteinen ist davon auszugehen, dass diese ehemals dem Kammerinneren zugewandt war.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Das sich unter Stein 15 befindende Erdmaterial ist als letzter Überrest eines ehemaligen Grabhügels anzusprechen. Dessen elliptische Form wird durch die schräg nach außen gekippte Aufreihung von Stein 15, 16 und 17 bezeugt. Aus der Fundlage ist folgender Verlagerungsprozess zu schließen: Bei der Öffnung des östlichen Grabkammerbereichs wurde Stein 15 als erster entfernt. Dazu wurde er zunächst aus nordwestlicher Richtung von seinen Auf- und Widerlagern gehoben. Er bekam Übergewicht in Richtung Südosten, drehte sich auf seine gewölbte Rückseite, geriet ins Rutschen und kam am Hügelfuß zu liegen.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion befindet sich Stein 15 auf seinen ehemaligen Tragsteinen 13, 55 und 56. Seine flache Breitseite weist zum Kammerinneren. Im Zusammenklang mit den Innenflächen seiner Tragsteine bildet er einen annähernd rechtwinkligen Kammerabschluss.

Stein 16**Deckstein des Jochs 10**

Stein 16 befindet sich am äußeren südöstlichen Rand der heutigen Steinverteilung. Aufgrund der Maße und des Gewichts des Findlings ist davon auszugehen, dass es sich um einen Deckstein handelt. Die südöstliche Seite besitzt eine charakteris-

tische Glätte, die bei anderen Steinen regelhaft in Richtung des Kammerinneren ausgerichtet ist. Darüber hinaus ist auch die dem Boden zugewandte Langseite von Findling 16 glatt geformt. Das nördliche Ende von Stein 16 ist sichtbar erhöht, was einen heute erodierten Erdhügel indiziert.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Bei der Öffnung der östlichen Grabkammer wurde Stein 16 nach Stein 15 verlagert. Hierzu wurde er aus nordwestlicher Richtung von seinen tragenden Auflagern gehiebt. Dabei verstürzte Stein 16 auf seine ehemals westliche Breitseite und rutschte auf dieser über den damals noch vorhandenen Grabhügel in südliche Richtung. Am Hügelfuß kam er neben Stein 15 zu liegen.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Es zeigt sich, dass die nicht ganz so ebene Breitseite von Stein 16 zu groß für die Lücke zwischen den Decksteinen 15 und 17 ist. Entsprechend wurde Stein 16 mit der etwas schmaleren glatten Langseite zum Kammerinneren ausgerichtet.

Stein 17

Deckstein des Jochs 9

Im Bereich der äußeren Umfassung befindet sich heute am äußeren östlichen Rand der Megalithanlage der Stein 17. Aufgrund seiner Maße und seines Gewichts ist er als ehemaliger Kammerdeckstein anzusprechen. Er befindet sich in einer nach außen gen Süden geneigten Position mit erhöhtem nördlichen Ende, was einen heute erodierten Erdhügel indiziert.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Der Deckstein 17 wurde in einer Drehung gegen den Uhrzeigersinn gen Süden von seinen Tragsteinen 50 und 51 über einen damals noch erhaltenen Hügelrücken geschoben und rutschte dann auf seiner flachen Breitseite Richtung Hügelfuß.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Deckstein 17 ist um ca. 180° gedreht mit seiner heute nach Norden weisenden Schmalseite passgenau auf dem südlich Tragstein 51 und mit seiner heute nach Süden weisenden Schmalseite auf dem nördlichen Tragstein 50 positioniert.

Stein 18

Deckstein des Jochs 12

Stein 18 befindet sich heute etwa in der Mitte der südlichen Langseite des Megalithgrabes. Sein Volumen kennzeichnet ihn als Deckstein, wobei seine Länge nicht zur Überspannung der Kammerjoche ausreicht. So rekonstruierte ihn bereits Ernst Sprockhoff als Deckstein eines kurzen Eingangskorridors (**Abb. 14**). Stein 18 ruhte aber nicht auf Orthostaten mit Tragsteinvolumen, sondern auf kleineren Findlingen mit dem Volumen von Umfassungssteinen. Die beiden Tragsteine des Kammereingangsjochs 7, die Steine 44 und 45, indizieren dies auch ohne die heute verschollenen Tragsteine des Decksteins 18.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige, mit Tendenz ins Rötliche.

Versturzgeschichte: Zunächst wurde Stein 18 von seinem neben Stein 45 stehenden Tragstein in südöstliche Richtung gehiebt. Dabei rutschte er auch von seinem zweiten Tragstein, der neben Stein 44 stand.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion ist Stein 18 leicht gegen den Uhrzeigersinn gedreht auf zwei »Dummy-Steinen« positioniert, deren Größe den Steinen der äußeren Umfassung entspricht.

Stein 19

Deckstein des Jochs 3

Stein 19 befindet sich heute auf der südlichen Seite der Grabanlage im Bereich der äußeren Umfassung. Seine Maße und sein Gewicht sprechen für eine Interpretation als Deckstein, was bereits Sprockhoff vermutete (**Abb. 14**). Seine Schräglage und der Umstand, dass ein Steinende verschüttet ist, indizieren einen heute erodierten Erdhügel.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Die heutige Fundlage von Stein 19 zeigt an, dass er bei der Öffnung der Grabkammer über einen ehemals vorhandenen Erdhügel ohne weitere Drehung oder Kippung gen Süden geschoben oder gezogen wurde.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Stein 19 ist virtuell mit dem nördlichen Ende auf Tragstein 30 und mit dem südlichen Ende auf Tragstein 29 positioniert. Die heute nach unten

weisende flache Breitseite bildet in der Rekonstruktion die ebene Kammerdecke.

Stein 20

Umfassungsstein

Stein 20 befindet sich im Bereich der südlichen äußeren Umfassung und war ein Teil davon. Seine flache Seite ist nach oben geneigt.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Stein 20 verkippte leicht nach innen zur Grabkammer.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Stein 20 ist in der Rekonstruktion wieder aufgerichtet und seine flache Breitseite an der elliptischen Grundform der Umfassungslinie ausgerichtet.

Stein 21

Umfassungsstein

Stein 21 ist Teil der äußeren Umfassung. Heute zeigt seine flache Breitseite in östliche Richtung.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Es ist davon auszugehen, dass Stein 21 gegen den Uhrzeigersinn verdreht wurde. Dies steht möglicherweise mit der Öffnung der Grabkammer in Verbindung, da der gewaltsam verlagerte Tragstein 28 sehr nah an Stein 21 zu liegen gekommen ist und ihn verschoben haben kann.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion ist Stein 21 im Uhrzeigersinn gedreht, sodass seine flache Breitseite wieder nach außen weist und den Linienverlauf der äußeren Umfassung fortsetzt.

Stein 22

Umfassungsstein

Von Stein 22 ist heute nur wenig zu erkennen. Es ist davon auszugehen, dass er sich zum Großteil im Erdboden befindet. Ein kleines Stück der flachen Außenseite ist aber auch heute als südwestliche Seite zu erkennen.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Stein 22 muss bei den Räumaktivitäten im Uhrzeigersinn verdreht worden sein.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion ist Stein 22 gegen den Uhrzeigersinn gedreht, sodass er sich auf dem Linienverlauf der äußeren Umfassung befindet und seine flache Breitseite nach außen weist. Mit seiner langgestreckten Form wird die Ellipsenrundung konstruktiv eingeleitet.

Stein 23

Umfassungsstein

Stein 23 gehört zur äußeren Umfassung. Er befindet sich heute nahezu vollständig im Erdboden, weshalb nur etwa 44% seiner Oberfläche dokumentiert werden konnten. Da die sichtbare Fläche jedoch sehr ebenmäßig ist, ist davon auszugehen, dass dies die flache Breitseite des Steins 23 ist.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Es ist davon auszugehen, dass Stein 23 Richtung Grabkammer verstürzt ist.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Im virtuellen Rekonstruktionsmodell ist Stein 23 aufgerichtet, sodass er sich auf dem Linienverlauf der äußeren Umfassung befindet. Die heute sichtbare Fläche ist als Außenseite gen Süden ausgerichtet.

Stein 24

Tragstein des Jochs 1

Aufgrund von Volumen und Gewicht ist Stein 24 als Tragstein anzusprechen. Die Ausrichtung seiner flachen Breitseite weist ins Innere der Grabkammer. Er befindet sich damit in situ.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 25

Deckstein des Jochs 1

Aufgrund seines Volumens ist Stein 25 als Deckstein einzuordnen. Er überspannte das westlichste Joch der Grabkammer. Seine ehemalige Ostseite

liegt fast vollständig frei, da er mit ihr an dem Tragstein 24 anlehnt. Die ursprünglich westliche Steinseite ist im Boden verschüttet. Seine sehr flache Breitseite wird als ebene Decke der Grabkammer genutzt worden sein. An der nördlichen Schmalseite besitzt Stein 25 eine deutliche Kehlung.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Während der Öffnung der Grabanlage muss Stein 25 von den Steinen 24 und 27 nach Westen abgerutscht oder aktiv in diese Richtung verschoben worden sein, da Stein 1 deutlich verlagert ist und Stein 25 teilweise unter diesem liegt.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der Rekonstruktion befindet sich Stein 25 auf seinen Tragsteinen 1, 24 und 27. Der sichtbare Anteil des Steins reicht jedoch nicht aus, um das Joch zu überspannen. Das undokumentierte Volumen der Westseite musste daher entsprechend ergänzt werden. Im Rekonstruktionsmodell zeigt sich das passgenaue Auflager des Decksteins mit Stein 27. Die Wölbung dieses Steins findet perfekte Entsprechung in der nördlichen Kehlung von Stein 25.

Stein 26

Keilstein

Stein 26 ist aufgrund seiner geringen Größe als Keilstein zur statischen Unterstützung der Orthostaten oder der Auskleidung von Zwischenräumen in der Deckenkonstruktion anzusehen. Heute ist er verschollen.

Gesteinsart: Nicht bestimmbar.

Versturzgeschichte: Unklar; historische Fotografien (Abb. 10) zeigen einige Verlagerungen des Steins 26.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Nicht rekonstruierbar.

Stein 27

Tragstein des Jochs 1

Aufgrund von Volumen und Gewicht ist Stein 27 als Tragstein anzusprechen. Seine flache Breitseite weist ins Innere der Grabkammer. Er befindet sich damit in situ.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 28

Tragstein des Jochs 2

Stein 28, ein ehemaliger Tragstein, liegt heute mit seiner flachen Breitseite, die vormals wohl zum Kammerinneren wies, nach oben. Bereits auf Sprockhoffs Rekonstruktionszeichnung ist Stein 28 als Tragstein zwischen Stein 24 und Stein 29 zu erkennen. Dort ist er allerdings mit einer Schmalseite nach oben in diese Lücke integriert (Abb. 14).

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Stein 28 gründete ursprünglich auf seiner heute westlichen Langseite und wurde bei den Verlagerungsprozessen im Zuge der Grabkammeröffnung gegen den Uhrzeigersinn nach außen verdreht und verstürzte dabei nach Südosten.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Die virtuelle Rekonstruktion zeigt, dass die von Sprockhoff vorgeschlagene Position des Steins 28 nicht wahrscheinlich ist, da die Steine links und rechts deutlich niedriger sind. Daher ist Stein 28 auf seiner Langseite gegründet, so schließt er die Lücke zwischen den Steinen 24 und 29 perfekt und greift gleichzeitig exakt deren Höhen auf.

Stein 29

Tragstein des Jochs 3

Stein 29 ist als Tragstein anzusprechen. Er liegt heute mit seiner flachen Breitseite, die ehemals in das Kammerinnere wies, auf dem Boden.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Wohl aufgrund des Gewichts des aufliegenden Decksteins ist der Tragstein 29 ins Kammerinnere verstürzt.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Stein 29 ist in der virtuellen Rekonstruktion wiederaufgerichtet, wobei er auf der Langseite gründet, die heute im Süden liegt.

Stein 30**Tragstein des Jochs 3**

Maße und Gewicht kennzeichnen Stein 30 als Tragstein. Seine flache Breitseite weist zum Kammerinneren. Er befindet sich noch in situ.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 31**Tragstein des Jochs 4**

Stein 31 gehört aufgrund seines Volumens zur Gruppe der Tragsteine. Seine flache Breitseite ist zum Kammerinneren ausgerichtet. Er befindet sich noch in situ.

Gesteinsart: Gabbro oder Basalt, dunkelgrau.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 32**Deckstein des Jochs 4**

Stein 32 ist noch heute eindeutig als Deckstein zu erkennen. Er liegt nahe seiner originären Position, lagert allerdings auf den Steinen 31, 33 und 36 und touchiert seitlich zusätzlich den Stein 35. Aufgrund der guten Zugänglichkeit von Stein 32 konnten über 78 % seiner Oberfläche erfasst werden.

Gesteinsart: Dolerit, dunkelgrau.

Versturzgeschichte: Stein 32 ist möglicherweise im Zuge der Graböffnung leicht nach Osten verrutscht.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion befindet sich Stein 32 auf den Tragsteinen 31 und 33. Dabei zeigt sich, dass die Kontaktstellen zwischen Deck- und Tragsteinen natürliche ineinanderpassende Formen aufweisen, die die Statik des Jochs steigern.

Stein 33**Tragstein des Jochs 4**

Durch Maße und Gewicht ist Stein 33 als Tragstein zu klassifizieren. Er befindet sich noch in situ.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 34**Tragstein des Jochs 5**

Stein 34 ist eindeutig als Tragstein zu identifizieren. Seine flache Breitseite weist noch immer grob ins Kammerinnere, er ist jedoch etwas aus der Flucht der nördlichen In-situ-Tragsteine geschoben.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Durch die über 5000-jährige Last seines Decksteins wurde Stein 34 aus der Grabkammerflucht heraus nach außen in nördliche Richtung verschoben und dabei leicht gegen den Uhrzeigersinn verdreht.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion ist Stein 34 näher zum Kammerinneren geschoben und leicht im Uhrzeigersinn gedreht, sodass er mit der Kammerflucht synchronisiert ist.

Stein 35**Deckstein des Jochs 5**

Der größte Findling der Großen Sloopsteene ist Stein 35. Heute ruht er auf den Tragsteinen 34 und 36 sowie dem leicht verschobenen Deckstein 32 und dem verstürzten Deckstein 38.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Stein 35 ist deutlich nach Osten verrutscht. Der Grund hierfür liegt im Auseinanderbrechen der ehemals zusammengehörenden Bruchstücke Stein 37 und 40. Hierbei rutschte Stein 38 nach Westen in die Grabkammer, wodurch er Stein 35 nach Osten verschob, der sich abschließend mit Stein 38 verkeilte.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion ruht Deckstein 35 auf seinen ehemaligen Tragsteinen 34, 36 und 37/40. Dabei zeigt sich, dass die leichte Anschrägung der Unterseite von Stein 35 passgenau dem Aufwinkeln seines südwestlichen Tragsteins 36 entspricht. Im Südosten ruht er auf dem wieder

zusammengesetzten Tragstein 37/40, der eine Auskragung ins Innere der Grabkammer besitzt. Auf dieser liegt der Deckstein auf, sodass die Statik im südlichen Bereich ausgewogen ist. Auf der Nordseite des Jochs bildet Tragstein 34 ein speziell geformtes Widerlager, in das Stein 35 mit einer entsprechenden Wölbung ähnlich wie bei einem Nut- und Federsystem eingepasst ist.

Stein 36

Tragstein des Jochs 5

Anhand seiner Maße und des Gewichts ist Stein 36 als Tragstein anzusprechen. Mit seiner flachen Breitseite ist er zum Kammerinneren ausgerichtet und befindet sich noch in situ.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 2, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 37/40

Tragstein des Jochs 5

Die Steine 37 und 40 besitzen die Volumina von Steinen der äußeren Umfassung. Doch ihre heutige, unterhalb von Decksteinen verkeilte Fundlage spricht dafür, dass sie zu den originalen Grabkammersteinen gehören. Bruchkanten und eine identische Gesteinsstruktur legen nahe, dass beide Findlinge Teil desselben Steins waren. Beide Findlinge sind heute durch Deckstein 38 getrennt.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Der aufliegende Deckstein 38, übte an der späteren Bruchkante Druck auf den Tragstein 37/40 aus und trennte den kleineren Stein 40 vom Stein 37 ab. In der Folge ging die ganze Jochstatik verloren und der Deckstein 38 rutschte nach Westen von seinen Tragsteinen. Seitdem liegt er zwischen den beiden Bruchstücken.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Mithilfe von maßstabsgerechten 3-D-Drucken ließ sich erkennen, wie die beiden Steine ursprünglich zusammgehörten. Demnach ist die heutige Oberseite von Stein 40 die Bruchkante mit Stein 37, dessen Bruchkante heute zum Erdboden weist. In der virtuellen Rekonstruktion sind beide Bruchstücke

wieder zusammengefügt. Der Gesamtstein ist auf einer Schmalseite gegründet und befindet sich in der Kammerflucht. Die markante Auskragung weist dabei ins Kammerinnere und stützt den massiven Deckstein 35.

Stein 38

Deckstein des Jochs 6

Noch heute liegt der nahezu dreieckige Stein 38 mit seiner südöstlichen Spitze auf einem Tragstein, dem Stein 39, auf. Im Norden liegt er mit seiner Spitze neben Tragstein 41. Masse und Fundlage indizieren seine Funktion als Deckstein.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Die labile Statik des Jochs 6 bedingte, dass der Deckstein 38 in westliche Richtung verkippte und auf dem benachbarten Tragstein 37/40 zu liegen kam. Dieses zusätzliche Gewicht ließ den Tragstein in die Einzelsteine 37 und 40 kollabieren. Durch die sich neigenden Steine 37 und 40 rutschte Stein 38 weiter ab, trennte die beiden Bruchstücke und blieb in der heutigen Position mit der südöstlichen Schmalseite auf dem Stein 39 liegen.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion ist der Stein 38 wieder auf den beiden originären Tragsteinen 41 und 39 platziert. Das Joch zeigt in der Rekonstruktion eine labile Statik, im Besonderen zwischen Tragstein 41 und Deckstein 38.

Stein 39

Tragstein des Jochs 6

Bei Stein 39 handelt es sich aufgrund der Maße und des Volumens um einen Tragstein. Er befindet sich fast in situ und seine flache Breitseite weist ins Innere der Grabkammer.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Durch den Verstoß des Decksteins 38 wurde auch der Stein 39 leicht nach außen gen Süden verlagert.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der Rekonstruktion ist Stein 39 durch leichtes Neigen wieder in seine einstige Position dem Kammergrundriss entsprechend zurückversetzt.

Stein 40

Siehe Stein 37/40.

Stein 41**Tragstein des Jochs 6**

Anhand seiner Maße und seines Gewichts ist Stein 41 als Tragstein anzusprechen. Seine flache Breitseite weist zum Kammerinneren. Er befindet sich damit in situ.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 42**Tragstein des Jochs 7**

Maße, Volumen und Fundlage indizieren Stein 42 als Tragstein. Heute ragt er deutlich in die Flucht des Kammerinneren hinein.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Stein 42 wurde durch die Last von Deckstein 43 verschoben, der wahrscheinlich sogar noch bis ins 19. Jahrhundert hinein auf ihm lag.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion ist Stein 42 zunächst etwas nach Norden hin aufgerichtet und dann leicht gegen den Uhrzeigersinn in die Flucht der Grabkammer gedreht.

Stein 43**Deckstein des Jochs 7**

Aufgrund der Befundsituation ist Stein 43 eindeutig als Deckstein zu identifizieren. Seine nördliche Unterseite befindet sich heute im Erdboden und konnte daher nicht dokumentiert werden. Die südliche Seite ruht noch immer auf den Tragsteinen 44 und 45.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Wahrscheinlich war dieser Stein 1807 noch an seiner originalen Errichtungsposition, denn in der Skizze von Graf zu Münster-Langelage ist seine Unterseite parallel zum Boden-

niveau bzw. orthogonal zu den Kammerwänden wiedergegeben (**Abb. 7**). Stein 43 ruht hier noch auf seinem Tragstein 42 und Licht scheint durch die Lücke zwischen den Tragsteinen 42 und 47 unter dem Deckstein durch. In Sprockhoffs Plan von 1927 ist aber bereits der heutige Zustand mit dem leicht verstürzten Deckstein 43 dokumentiert. Folglich ist Deckstein 43 zwischen 1807 und 1927 durch einen unbekanntem Auslöser von Tragstein 42 leicht nach Westen in die Grabkammer verstürzt.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion ruht Stein 43 auf seinen Tragsteinen 42, 44 und 45. Seinen dokumentierbaren Maßen zufolge ist er für die Jochüberspannung scheinbar zu klein, doch die nördliche Steinunterseite liegt heute im Erdboden und kann daher nicht vermessen werden. Die virtuelle Rekonstruktion indiziert nun die Menge dieses verschütteten Materials.

Stein 44**Tragstein des Jochs 7**

Stein 44 steht etwas außerhalb der Flucht des Kammerinneren und bildet noch immer den Tragstein für Deckstein 43. Er besitzt nicht nur eine flache Breitseite, die zum Kammerinneren ausgerichtet ist, sondern auch im rechten Winkel dazu eine flache Langseite, die zum südlichen Kammerzugang weist. Dadurch lässt er sich als einer der beiden Ecksteine des Grabkammereingangs identifizieren.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Im Laufe der Zeit ist Stein 44 durch das Gewicht seines Decksteins aus der Flucht des Kammerinneren nach außen gedrückt und vor allem im oberen Bereich, wo die Drucklast des Decksteins stärker angreifen konnte, geneigt worden.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Stein 44 ist durch leichtes Neigen und Verschieben wieder in die Flucht der Grabkammer und des südlichen Zugangs positioniert.

Stein 45**Tragstein des Jochs 7**

Stein 45 ist aufgrund seiner Maße und seines Gewichts als Tragstein anzusprechen. Eine seiner

zwei flachen Seiten weist zum Kammerinneren. Sie zeigt im Nebeneinander mit anderen flachen Steinbreitseiten die geometrische Grundform der Grabkammer an. Er befindet sich folglich in situ.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 46

Keilstein

Stein 46 ist aufgrund seiner geringen Größe als Keilstein anzusprechen. Seine Fundlage legt eine mögliche Position zwischen den Decksteinen 43 und 48 der Joche 7 und 8 nahe, um hier eine geschlossene Deckenkonstruktion zu bilden. Da aber aufgrund des niedrigen Gewichts von Stein 46 sekundäre Verlagerungen durchaus möglich sind, lässt sich diese Annahme nicht belegen.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Unklar.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Nicht rekonstruierbar.

Stein 47

Tragstein des Jochs 8

Position, Volumen und Gewicht zeigen deutlich die Funktion von Stein 47 als Tragstein an. Die natürliche Gesteinskehlung auf der Oberseite bildet ein perfektes Auf- und Widerlager für den passend geformten Deckstein 48. Er befindet sich noch immer in situ.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 48

Deckstein des Jochs 8

Aufgrund seiner Maße und seines Gewichts ist Stein 48 sicher als Deckstein anzusprechen. Heute lehnt er im Westen schräg an seinen ehemaligen Tragsteinen 47 und 49. Im Gegensatz zu den ande-

ren Findlingen zeigt er keine flache Breitseite. Aufgrund der Lage von Deckstein 48 dürfte die heute nach Osten weisende Seite ehemals zum Kammerinneren ausgerichtet gewesen sein. Sie besitzt eine deutliche Einkehlung und erscheint erst in der seitlichen Betrachtung wie eine ebene Fläche.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Aufgrund der gut ineinanderpassenden Formen der Steine besaß Joch 8 eine gute Statik. Es ist daher davon auszugehen, dass der Deckstein 48 beim Versuch, ihn für die Öffnung des Grabes aus den Widerlagern zu hebeln, nach Westen verstürzte und dort verblieb.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Die virtuelle Rekonstruktion zeigt, dass die geringen Distanzen in der Enge der Grabkammer den Eindruck einer ebenen Fläche verstärken, und erst unterhalb des Decksteins die Einkehlung der Steinoberfläche überhaupt wahrzunehmen ist. Darüber hinaus wird deutlich, dass die Kehlung ihre nahezu perfekte Entsprechung in der Form der Oberseite des Tragsteins 49 findet. Deckstein 48 ist durch dieses Nut-Feder-System stabil im Joch verankert. Auch am Tragstein 47 ist dieses Passprinzip zu finden, wobei hier die konvexe Wölbung des Decksteins 48 der konkaven Wölbung des Tragsteins 47 entspricht.

Stein 49

Tragstein des Jochs 8

Bis heute zeigt sich der Stein 49 als südöstlicher Tragstein für den Deckstein 48. Er ist allerdings leicht nach Süden aus der Flucht der Kammer verdreht und verdrückt.

Gesteinsart: Granit, feinkörnig mit pegmatitischen Gängen, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Beim Versturz von Deckstein 48 wurde Tragstein 49 durch das Gewicht gegen den Uhrzeigersinn nach Süden aus der Kammerflucht gedreht.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion ist Tragstein 49 etwas nach Norden verschoben und im Uhrzeigersinn verdreht an seiner originalen Position in der Kammerflucht platziert.

Stein 50**Tragstein des Jochs 9**

Position, Maße und Gewicht klassifizieren Stein 50 als Tragstein. Seine flache Breitseite ist in die Flucht der Kammer ausgerichtet, was ihn als in situ ausweist.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Keine, da in situ.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Unverändert, da in situ.

Stein 51**Tragstein des Jochs 9**

Stein 51 ist aufgrund seiner Position, der Maße und des Gewichtes als Tragstein anzusprechen. Er liegt heute auf seiner flachen Breitseite im Kammerinneren und ist im Verhältnis zum originären Standort beinahe um 90° verdreht.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Die Verlagerung von Stein 51 wurde wohl durch das Aushebeln von Deckstein 17 nach Süden ausgelöst. Hierbei gab Stein 51 nach und stürzte ins Kammerinnere.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion ist der Stein 51 wieder aufgerichtet, sodass er auf der heute im Süden liegenden Langseite gründet und die derzeit dem Boden zugewandte flache Breitseite ins Kammerinnere zeigt.

Stein 52**Keilstein**

Wegen seiner geringen Größe ist Stein 52 als Keilstein anzusehen. Seine Fundstelle im Kammerinneren legt nahe, dass er ehemals die Decken- oder Wandstruktur im Bereich der Joche 9 und 10 geschlossen hat und an seine heutige Position während der Verlagerung der Decksteine gelangte. Allerdings ist auch nicht auszuschließen, dass er aufgrund seines niedrigen Gewichts noch andere Verlagerungen erfahren haben könnte.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Unklar.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion:

Nicht rekonstruierbar.

Stein 53**Tragstein des Jochs 10**

Bei Stein 53 handelt es sich aufgrund seiner Maße und seines Volumens um einen Tragstein. Er liegt heute im ehemaligen Kammerinneren und scheint um 90° aus der originären Flucht verdreht. Heute liegt Stein 53 auf seiner flachen Breitseite.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Die Verlagerung passierte wahrscheinlich, als der massive Jochdeckstein 16 bei der Graböffnung zur Seite gehebelt wurde. Dabei wurde er verdreht und verstürzte ins Kammerinnere.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der Rekonstruktion gründet der Stein 53 auf seiner Langseite, die heute nach Osten weist, während seine flache Breitseite dem Kammerinneren zugewandt ist. Er kleidet dabei die Lücke zwischen Stein 50 und Stein 56 optimal aus und greift die Höhenlinie der Nachbarsteine überzeugend auf.

Stein 54**Tragstein des Jochs 10**

Position, Volumen und Gewicht indizieren Stein 54 als Tragstein. Er liegt heute mit der flachen Breitseite nach unten, leicht schräg vom Boden abgehoben.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Als Deckstein 16 bei der Kammeröffnung nach Süden gehebelt wurde, scheint Stein 54 zunächst auf der Ostseite ins Kammerinnere verschoben worden und dann nach Norden verkippt zu sein.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Stein 54 ist leicht im Uhrzeigersinn gedreht an originärer Position auf seiner Schmalseite gründend wieder aufgerichtet. Auch wenn er deutlich kleiner als die beiden benachbarten Steine 51 und 55 ist, bleiben die Höhenunterschiede der Steinoberkanten relativ gering.

Stein 55**Tragstein des Jochs 11**

Der sehr massive Stein 55 gehört aufgrund seines Gewichts und seiner heutigen Fundlage zur Gruppe der Tragsteine. Er ist heute nach Norden ins Kammerinnere verstürzt und liegt auf seiner flachen Breitseite.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Beim Entfernen von Deckstein 15 im Zuge der Graböffnung verstürzte Stein 55 nach Norden in die Grabkammer.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Die virtuelle Rekonstruktion zeigt Stein 55 wieder aufgerichtet und in die Grabkammerflucht integriert. Die flache Breitseite weist dabei ins Innere der Grabkammer.

Stein 56**Tragstein des Jochs 11**

Aufgrund der Maße, des Volumens und der Fundlage ist Stein 56 als Tragstein anzusehen. Er ist nach Norden verstürzt und die ehemals zum Kammerinneren weisende flache Breitseite weist heute nach oben. Seine Südseite ist die originäre Basis des Steins.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Stein 56 verstürzte wahrscheinlich nach Norden, als Deckstein 15 im Zuge der Graböffnung nach Süden gehobelt wurde.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: In der virtuellen Rekonstruktion ist der Stein 56 wieder so aufgerichtet, dass er auf der heute im Süden liegenden Langseite gründet und seine derzeit sichtbare flache Breitseite ins Kammerinnere weist.

Stein 57**Keilstein**

Das geringe Gewicht kennzeichnet Stein 57 als Keilstein. Seine Position westlich von Deckstein 1 im Bereich der äußeren Umfassung legt nahe, dass er dort zur Vervollständigung der Umfassungsmauer oder zur Verkeilung der Findlinge eingesetzt war.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Unklar.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Nicht rekonstruierbar.

Stein 58**Keilstein**

Stein 58 ist aufgrund seiner geringen Größe als Keilstein anzusprechen. Er befindet sich im Bereich der nordwestlichen äußeren Umfassung bei den Steinen 4 und 5 und könnte hier zum Schließen und Festigen der Umfassungsmauer eingesetzt worden sein.

Gesteinsart: Nicht bestimmbar.

Versturzgeschichte: Unklar.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Nicht rekonstruierbar.

Stein 59**Keilstein**

Aufgrund der geringen Größe ist Stein 59 als Keilstein anzusprechen. Er wurde 1930 in Sprockhoffs Vermessungsplan erfasst und einige Meter südlich der äußeren Umfassung dargestellt. Dort dürfte er bereits nicht mehr in situ gewesen sein. Heute ist der Stein verschollen.

Gesteinsart: Nicht bestimmbar.

Versturzgeschichte: Unklar.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Nicht rekonstruierbar.

Stein 60**Keilstein**

Aufgrund seiner geringen Größe ist Stein 60 als Keilstein zu klassifizieren. Er befindet sich zwischen den Decksteinen 15 und 16 im südöstlichen Bereich der äußeren Umfassungslinie und könnte dort zur Stabilisierung und Unterfütterung der größeren Findlinge gedient haben.

Gesteinsart: Granit, fein- bis mittelkörnig, Typ 1, helles Graubeige.

Versturzgeschichte: Unklar.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion: Nicht rekonstruierbar.

Stein 61**Keilstein**

Aufgrund der geringen Größe ist Stein 61 als Keilstein anzusprechen. In Sprockhoffs Vermessungsplan aus dem Jahr 1930 wurde er dokumentiert und einige Meter südlich der äußeren Umfassung dargestellt. Schon damals dürfte er nicht mehr in situ gewesen sein. Heute ist der Stein verschollen.

Gesteinsart: Nicht bestimmbar.

Versturzgeschichte: Unklar.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion:

Nicht rekonstruierbar.

Stein 62**Keilstein**

Das geringe Steinvolumen kennzeichnet Stein 62 als Keilstein. Heute befindet er sich im östlichen Bereich der Anlage zwischen der Grabkammer und dem äußeren Umfassungsring. Da Stein 62 an dieser Stelle keine Funktion hat, ist sicher von seiner Verlagerung auszugehen.

Gesteinsart: Nicht bestimmbar.

Versturzgeschichte: Unklar.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion:

Nicht rekonstruierbar.

Stein 63**Keilstein**

Stein 63 lässt sich wegen seiner geringen Steinmasse den Keilsteinen zuordnen. Er befindet sich heute nördlich von Stein 14 im östlichsten Bereich der Anlage. Dort kann er zur Verkeilung und Stabilisierung der Umfassungssteine gedient haben.

Gesteinsart: Nicht bestimmbar.

Versturzgeschichte: Unklar.

Bemerkungen zur virtuellen Rekonstruktion:

Nicht rekonstruierbar.