

Der Lochstab von Grube-Rosenhof als informationstechnisches Werkzeug

Eine Analyse von Norbert Lüdtkke, Januar 2021

Inhaltsverzeichnis

Der Lochstab von Grube-Rosenhof als informationstechnisches Werkzeug.....	1
1. Die Einordnung des Lochstabes.....	2
1.1 Die räumliche Verteilung.....	2
Cluster 1.....	2
Lochstabmuster aus Cluster 1 mit gefüllten Dreiecken.....	5
Lochstabmuster aus Cluster 1 mit Kerben.....	6
Weitere Lochstabmuster aus Cluster 1.....	7
Cluster 2.....	8
Cluster 3.....	9
Cluster 4.....	10
1.2 Der Lochstab als Werkzeug.....	11
Vergleich.....	12
Der Kerbstab als informationstechnisches Werkzeug.....	13
1.3 Die Rezeption von Lochstäben in Begriffen und Kategorien.....	14
2. Der Lochstab von Grube-Rosenhof als Kerbstab.....	17
2.1 Materialbedingte Einflüsse auf das Kerbmuster.....	17
Schlussfolgerungen.....	18
2.2 Beobachtungsbedingte Einflüsse auf das Zeichenmuster.....	19
Schlussfolgerungen.....	20
2.3 »Grammatikbedingte« Einflüsse auf das Zeichenmuster.....	20
3. Der Gegenstand astronomischer Beobachtungen.....	21
3.1 Die Lichtgestalten des Mondes.....	21
Die Dunkelzeit.....	23
Schlussfolgerungen.....	23
3.2 Beobachtbare Mondphasenzyklen und deren Repräsentationen.....	24
Notationsformen von Mondphasenzyklen.....	25
<i>Schlussfolgerungen</i>	25
3.3 Eigenschaften von und Kriterien für Lunationen.....	26
4. Deutung des Lochstabes von Grube-Rosenfeld.....	27
4.1 Methodische Erfassung der Zeichenkomponenten mit formaler Deutung.....	27
4.2 Inhaltliche Deutung.....	28
4.3 Ergebnis.....	30

1. Die Einordnung des Lochstabes

Der Lochstab von Grube-Rosenhof¹ in Ostholstein gehört nach seiner Form zu einer Kategorie von »Lochstäben«², die zwischen den Pyrenäen bis nach Sibirien regional ungleich verteilt gefunden wurden und hier vier räumlichen Clustern zugeordnet werden. Er wurde datiert auf 4800 bis 4600 v. Chr. und besteht aus einer Rothirschgeweihstange. Nach Fundort, Alter und Material erscheint er als Teil eines Clusters vergleichbarer Lochstäbe³ mit Schwerpunkt in Südschweden, Jütland, Holstein (Ertebølle-Kultur) sowie südlich davon im Raum zwischen Elbe und Oder [Abb. aus Osipowicz 2017]⁴.

1.1 Die räumliche Verteilung

Cluster 1

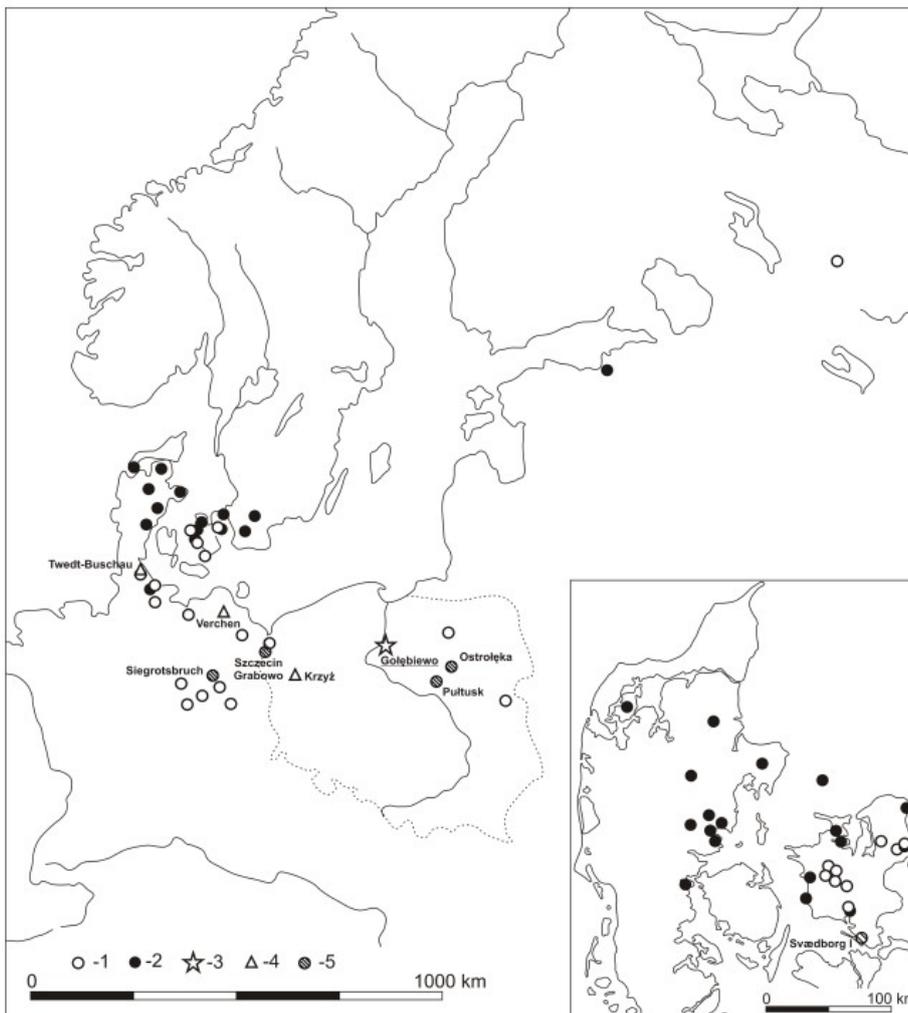
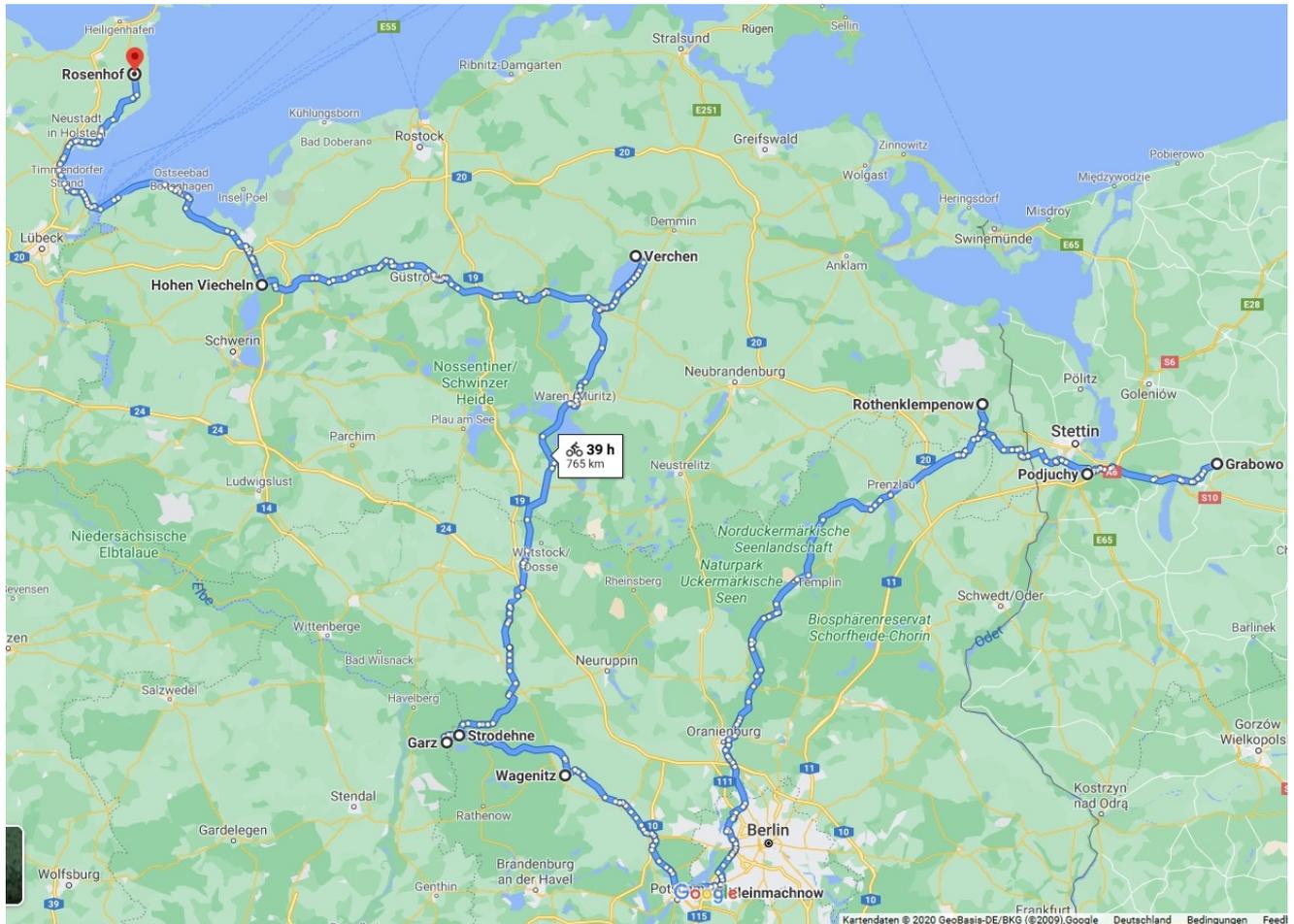


Fig 1. Location of Golebiewo 47 site and other finds of ornamental and zoomorphic bâtons percés in Europe (after [11], with the authors' amendments): 1—Ornamental bâtons percés from the Boreal period and the Boreal/Atlantic transition, 2—Ornamental bâtons percés from the Atlantic period, 3—Ornamental bâtons percés from Golebiewo; 4—Artefacts stylised on the elk's head; 5—Artefacts ornamented with hatched triangles.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184560.g001>

- 1 Frederick Feulner & Sönke Hartz: *Ein Loch, sieben Ecken und 280 Kerben – Der Kultstab von Grube-Rosenhof in Ostholstein*. In: Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein 2011, hier S. 22–25
- 2 Florence Bouvry. *Une anthropologie des manifestations esthétiques du mésolithique européen de la fin du tardiglaciaire et durant le postglaciaire*. Archéologie et Préhistoire. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2007. Fran, cais. <tel-00936326>
- 3 Frederick Feulner: *Die mesolithischen durchlochten Geweihstangen im südwestlichen Ostseeraum*. Starigard Jahresberichte d. Fördervereins d. Institut für Ur- und Frühgeschichte CAU Kiel Bd. 6 2005, hier S. 7–14
- 4 Grzegorz Osipowicz et al: *Origin of the ornamental bâton percé from the Golebiewo site 47 as a trigger of discussion on long-distance exchange among Early Mesolithic communities of Central Poland and Northern Europe*. PLOS October 4, 2017; <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184560>

1979 waren auf dem Gebiet der DDR vier vergleichbare verzierte Lochstäbe aus Hirschgeweih bekannt⁵. Ein Einzelfund (30,5 cm, 1,8 – 2,4 cm) in Golębiewo bei Danzig erscheint dort als importiert. Drei mesolithische Geweihlochstäbe der Fundstellen Twedt-Buschau, Verchen und Krzyż (Polen) werden als zoomorph darstellend interpretiert und mit etwa 8.000 BC datiert⁶.



Die Karte zeigt etwa ein Dutzend Fundplätze im Raum zwischen Oder und Elbe. Die Darstellung als Route ist dem Programm geschuldet, das nur 10 Positionen erlaubt (daher zusammengefasst: Friesack / Wagenitz und Grube-Rosenhof / Trave).

5 Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte Potsdam, Ausgabe 12, VEB Wissenschaften., 1979 S. 46

6 Thomas Terberger: *Drei verzierte mesolithische Funde aus der Peene nahe Verchen, Demmin.* in: Bodendenkmalpflege in Mecklenburg-Vorpommern, Jahrbuch, 48 (2000) 10–18, Abb. 2–5

- Grube-Rosenhof und Trave⁷: Reich verzierter Lochstab
- Hohen Viecheln⁸: verzierte Abwurfstange, Lochstab mit Kerbmuster, durchlochte Geweihstange
- Verchen, Demmin⁹: Hirschgeweih-Lochstab (22,8 cm x 3,5 – 4,6 cm), fast vollflächig-umlaufende Ornamentik, 20 Dreiecke mit Strichfüllung nebeneinander
- Garz, Kr. Havelberg¹⁰: ein verzierter Hirschgeweih-Lochstab
- Strodehne, Kr. Rathenow¹¹: ein verzierter Hirschgeweih-Lochstab
- Friesack, Brandenburg¹²: mit strichgefüllten Dreiecken verzierter Lochstab aus Hirschgeweih
- Wagenitz¹³: Sehr gut erhaltenes, verziertes Geweihgerät, ein Lochstab mit Zick-Zackmustern
- Kleinmachnow¹⁴: ein mit Wellen-/Zickzackmuster verzierter Hirschgeweih-Lochstab (44cm)
- Rothenklempenow¹⁵
- Podējuch (Podjuchy), Greifenhagen¹⁶: ein verzierter Lochstab (34,6 cm x 3cm)
- Stettin-Grabow (Grabowo)¹⁷: ein verzierter Lochstab (43,8 cm x 1,5-2 cm)
- Siegrothsbruch

-
- 7 M. Hadenfeldt: *Schöne vorgeschichtliche Fundstücke der frühen Steinzeit aus dem Gebiet der oberen und mittleren Trave*. Die Heimat. Monatsschrift d. Vereins z. Pflege d. Natur- u. Landeskunde in Schleswig-Holstein, ... 41 (1931) 218–221, Abb. 3, 4 [KS15586]
International Conference on the Mesolithic in Europe, & Larsson, L. (2003). *Mesolithic on the move: Papers presented at the sixth international conference on the mesolithic in Europe, Stockholm 2000*. Oxford: Oxbow, mit Verweis auf Schwantes, G. (1939). *Die Vorgeschichte Schleswig-Holsteins: (Stein- und Bronzezeit)*. Neumünster: Wachholz
- 8 Bodendenkmalpflege in Mecklenburg, Jahrbuch 1955: *Ein mittelsteinzeitlicher Siedlungsplatz bei Hohen Viecheln*, S. 10, 29
Verzierter Lochstab (S. 136), verzierte Abwurfstange (S. 137), durchlochte Geweihstange (S. 137)
Schuldt, E., & Gehl, O. (1961). *Hohen Viecheln: Ein Mittelsteinzeitlicher Wohnplatz in Mecklenburg*. Berlin: Akademie-Verlag
Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte Potsdam, Ausgabe 7. VEB Wiss. 1973, S. 57, 77, 78
- 9 Thomas Terberger: *Drei verzierte mesolithische Funde aus der Peene nabe Verchen, Demmin*.
in: Bodendenkmalpflege in Mecklenburg-Vorpommern, Jahrbuch, 48 (2000) 10–18, Abb. 2–5
»Der Verchener Lochstab 1 kann als ein Beispiel für eine kleine Kategorie von Lochstäben des älteren Mesolithikums gelten, wie die Stücke aus der Trave, aus Strodehne und Wagenitz, die sehr individuelle Züge tragen.« (Verchen 31)
Verzierter Lochstab 23 cm lang, unpubliziert, Schwerin MUFG, Nr. 215 und 217 in:
Schamanen: Mittler zwischen Menschen und Geistern; Begleitband zur Ausstellung im Kultur- und Stadthistorischen Museum Duisburg, 14. April bis 30. Juni 1991 Kultur- und Stadthistorisches Museum (Duisburg) Stadt Duisburg, 1991
- 10 AaO, L.F. Zotz, 1941
- 11 International Conference on the Mesolithic in Europe, & Larsson, L. (2003). *Mesolithic on the move: Papers presented at the sixth international conference on the mesolithic in Europe, Stockholm 2000*. Oxford: Oxbow, mit Verweis auf L.F. Zotz, 1941
- 12 Bernhard Gramsch: *Zwei neue mesolithische Hirschgeweih-Lochstäbe mit Verzierungen aus dem Bezirk Potsdam*. Veröff. Mus. Ur- u. Frühgesch. Potsdam 12, 1979, S. 39–50; Der Fund aus Friesack 4, Grabung Reinerths 1940, ist seit 1945 verschollen.
- 13 *Das Havelland um Rathenow und Premnitz: Eine landeskundliche Bestandsaufnahme*. (2017). Köln: Böhlau Verlag, S. 64, 224
- 14 Otto Schoetensack, *Fibulae palaeolithicae* Zeitschrift für Ethnologie, 1903, S. 378;
ders.: *Der durchlochte Zierstab (Fibula) aus Edelhirschgeweih von Klein-Machnow*, in: Globus 84 (1903) 107-110
Der Kleinmachnower Lochstab wurde 1902 beim Bau des Teltowkanals gefunden, 44 Zentimeter lang und oberhalb ein drei Zentimeter großes Loch. Er ist seit dem letzten Weltkrieg verschollen. [Eichwalder Heimathefte 1999]
- 15 Sigrid Schacht, *Ausgrabungen auf einem Moorfundplatz und zwei Siedlungsplätzen aus dem Mesolithikum/Neolithikum im nördlichen Randonbruch bei Rothenklempenow, Kr. Pasewalk*. Vorbericht. Ausgrabungen und Funde 38, 1993, 111-119
- 16 O. Kunkel, *Ein mittelsteinzeitlicher Lochstab von Podējuch, Kr. Greifenhagen*. Monatsbl. Ges. Pommer. Gesch. 49, 1935, 57-61.
Abbildungen online: https://digitale-bibliothek-mv.de/viewer/image/PPN559838239_NF_38/529/
- 17 O. Kunkel, *Ein mittelsteinzeitlicher Lochstab von Stettin-Grabow*. Monatsbl. Ges. Pommer. Gesch. 50, 1936, 47-52
https://www.pomeranica.pl/wiki/Zabytki_mobilnej_sztuki_mezolitycznej_ze_Szczecina
Chr. L. Veback: *New finds of mesolithic ornamented bone and antler artefacts in Denmark*. Acta Archaeologica 9 (1938) S. 205—223
mit 15 Textabb. Verbindet eine Geweihhantel aus Dänemark aus der frühen Litorinaperiode (Ertebölle-Kultur?) mit dem Lochstab aus Grabow und einer Zierplatte von Lietzow-Augustenhof auf Rügen (s. W. Petzsch, 1928).

Lochstabmuster aus Cluster 1 mit gefüllten Dreiecken

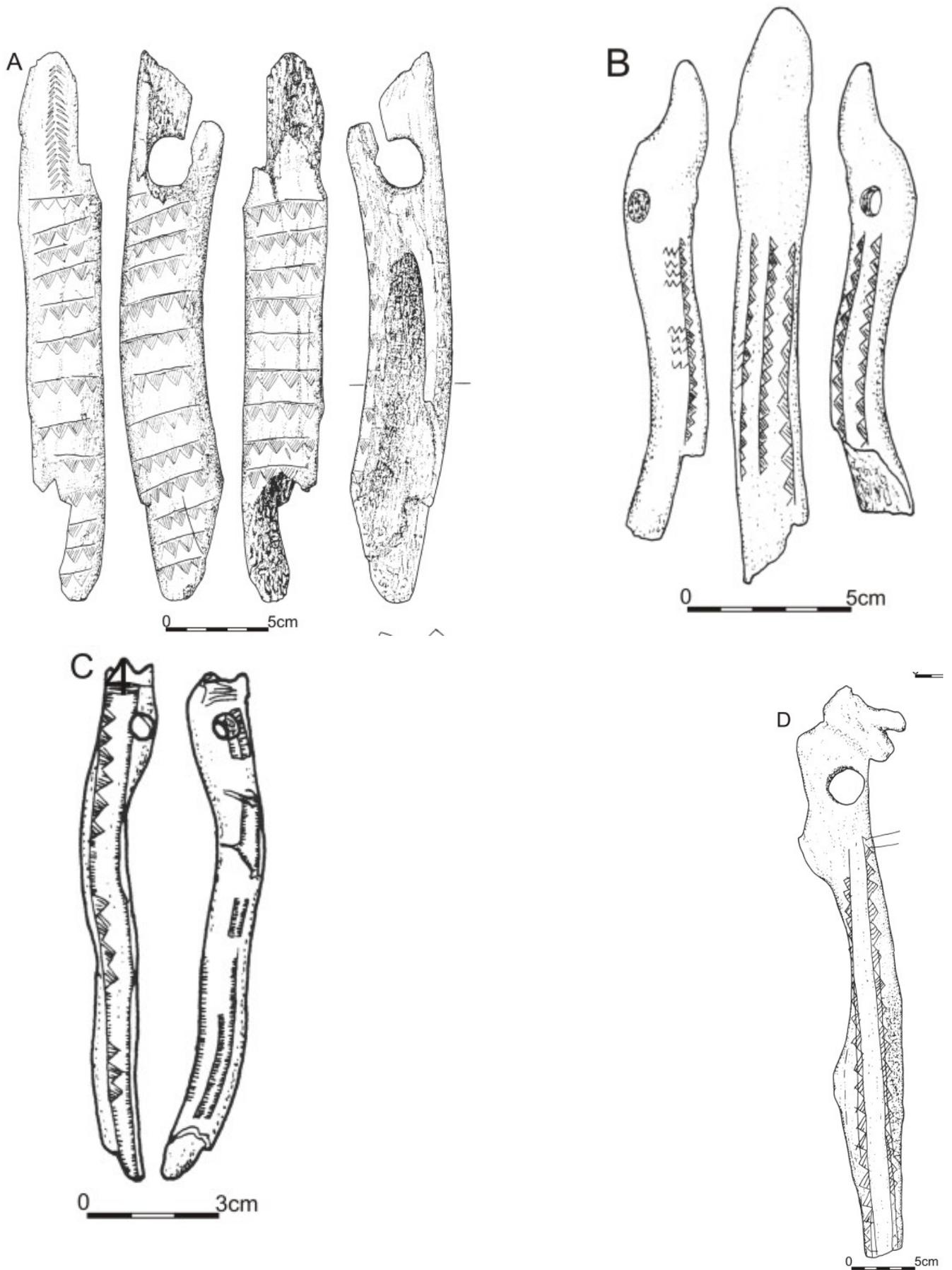


Abb. aus Osipowicz 2017; A: Pultusk; B: Ostrołęka, C: Szczecin-Grabowo, D: Svædborg I

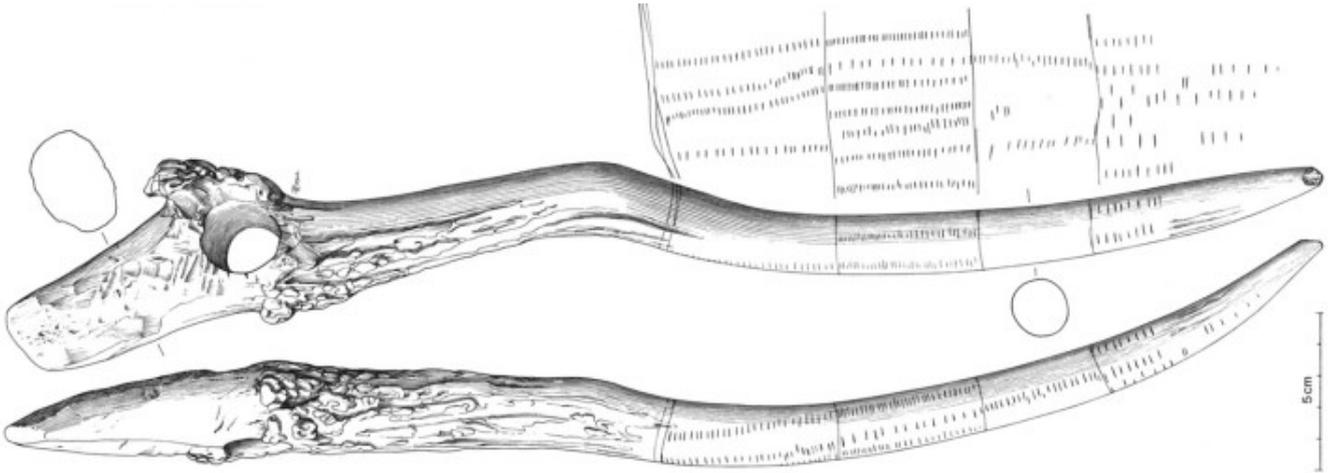


0 5cm

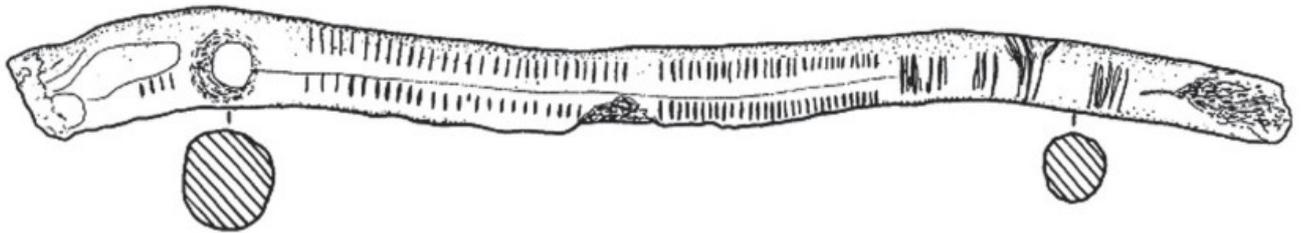
Fig 3. Bâton percé from Golebiewo 47 –ornamentation (Photo J. Kuriga).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184560.g003>

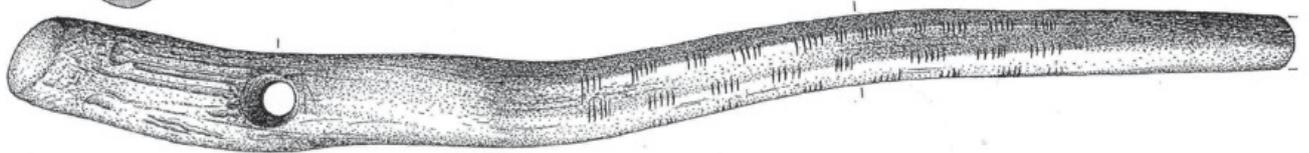
Lochstabmuster aus Cluster 1 mit Kerben



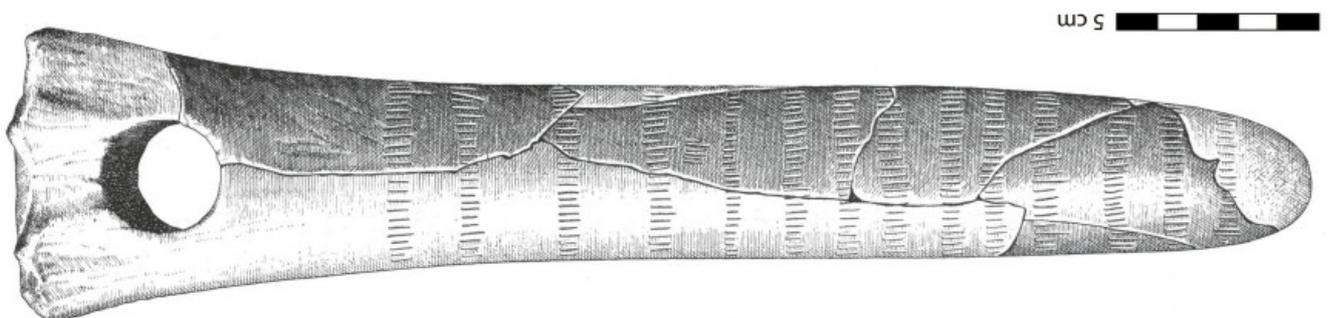
Lochstab aus Hansted, Jütland, Dänemark



Lochstab aus Snaptun, Jütland, Dänemark

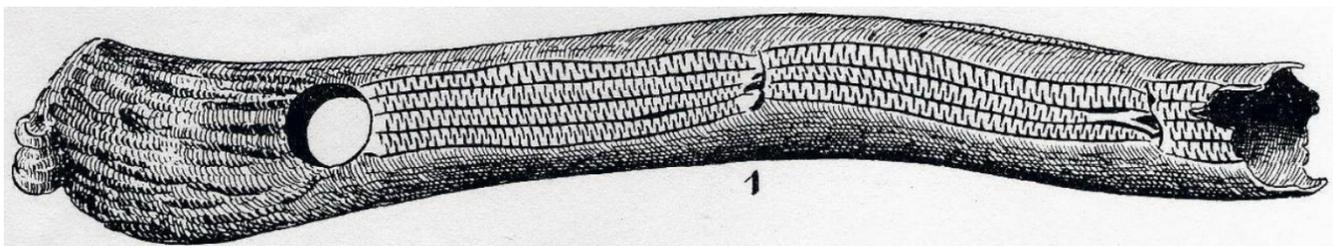


Lochstab aus Grube-Rosenhof

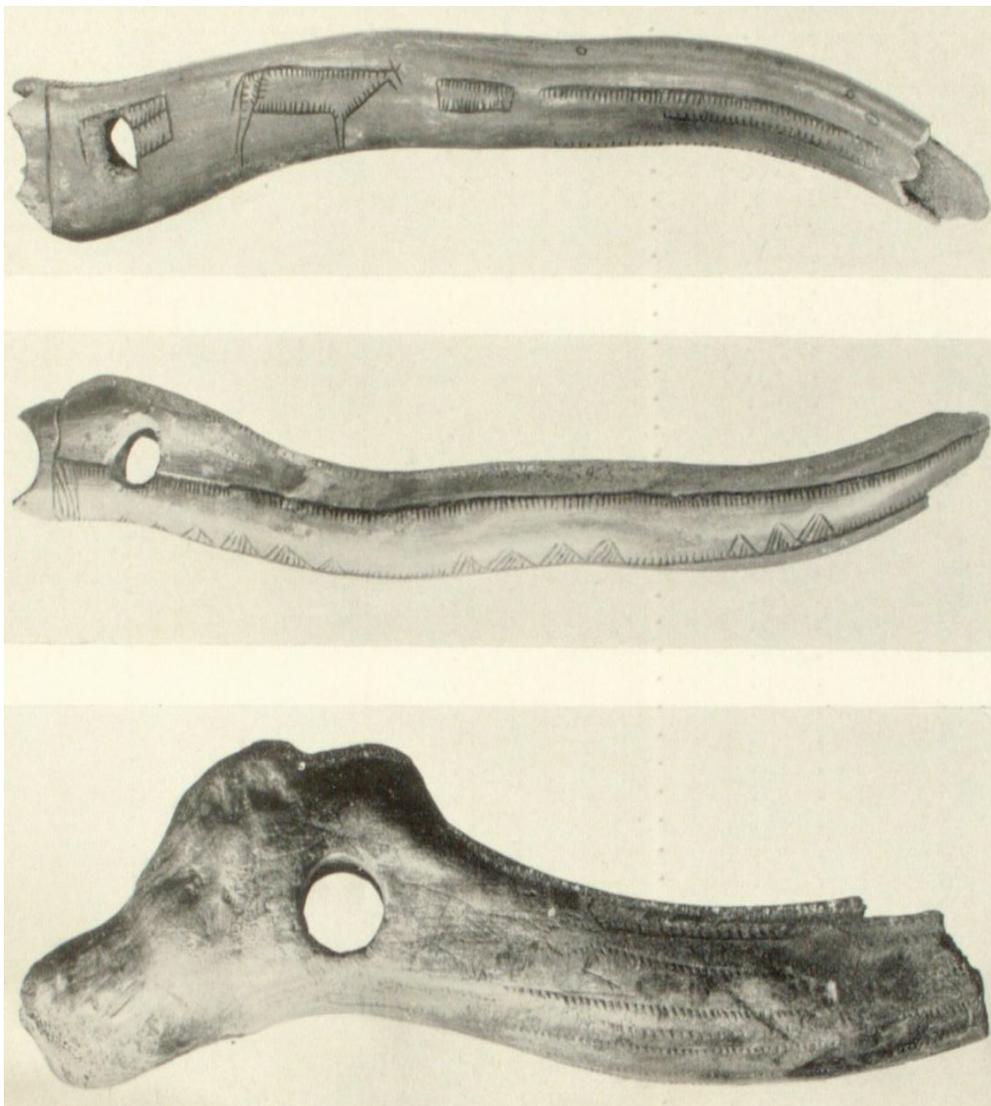


Lochstab aus Hohenviecheln

Weitere Lochstabmuster aus Cluster 1



Lochstab aus Klein-Machnow



Lochstäbe aus Stettin-Grabow (oben, mittig) und aus Podejuch (unten)

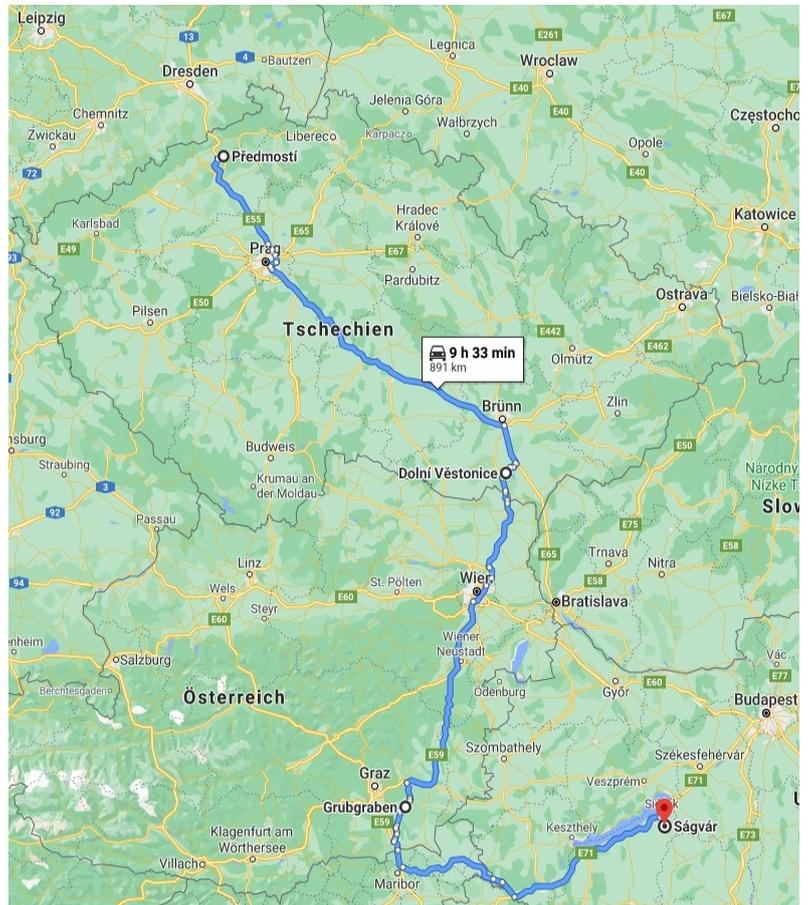
Cluster 2

Der nächstgelegene Cluster von Lochstäben erscheint südlich zwischen dem tschechischen Předmostí und dem ungarischen Ságvár; doch »die große Sammlung des Anthropos Instituts [Brünn, Tschechien] ist undokumentiert und verzeichnet Verluste auch bei den Lochstäben«¹⁸. Etwa 25 Lochstäbe sollen dort liegen¹⁹.

»In addition, the bone-and-antler industry, whenever preserved, shows parallels to the Magdalenian ("bâtons de commandement" at Grubgraben and Ságvár, needles at Grubgraben) rather than to the rich bone industry of the preceding Gravettian.

Symbolic art is absent.«²⁰

Zwei der drei Lochstäbe aus der Pekárna Höhle zeigen Bären und Pferdekopf.



21

M. Láznicková-Galetová, Die Magdalénien-Kunst in Mähren



Abb. 1, oben: Lochstab aus Rengeweih mit der Gravierung zweier Bären hintereinander im Profil, geometrische Motive (Länge 17,3 cm).

Abb. 2, unten: Lochstab aus Rengeweih mit einer Reihe geglätteter Zähne (Länge 22 cm).

18 Valoch, K. (2013). *Bone Tools from Předmostí in Moravia* (czechoslovakia). *Anthropologie* (1962-), 51(1), 33-62. Retrieved December 20, 2020, from <http://www.jstor.org/stable/26272433>.

Předmost, siehe H. Breuil: *Voyage paléolithique en Europe Centrale*, L' *Anthropologie*, Bd. 34, fig. 13, Nr. 1 und 7

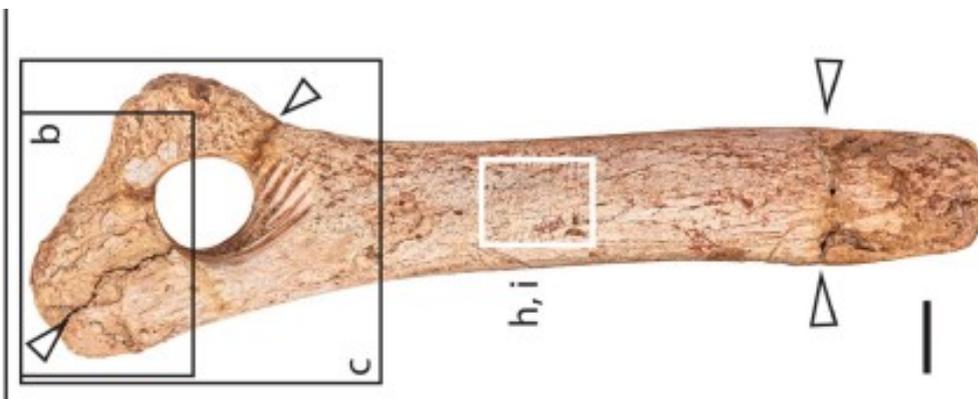
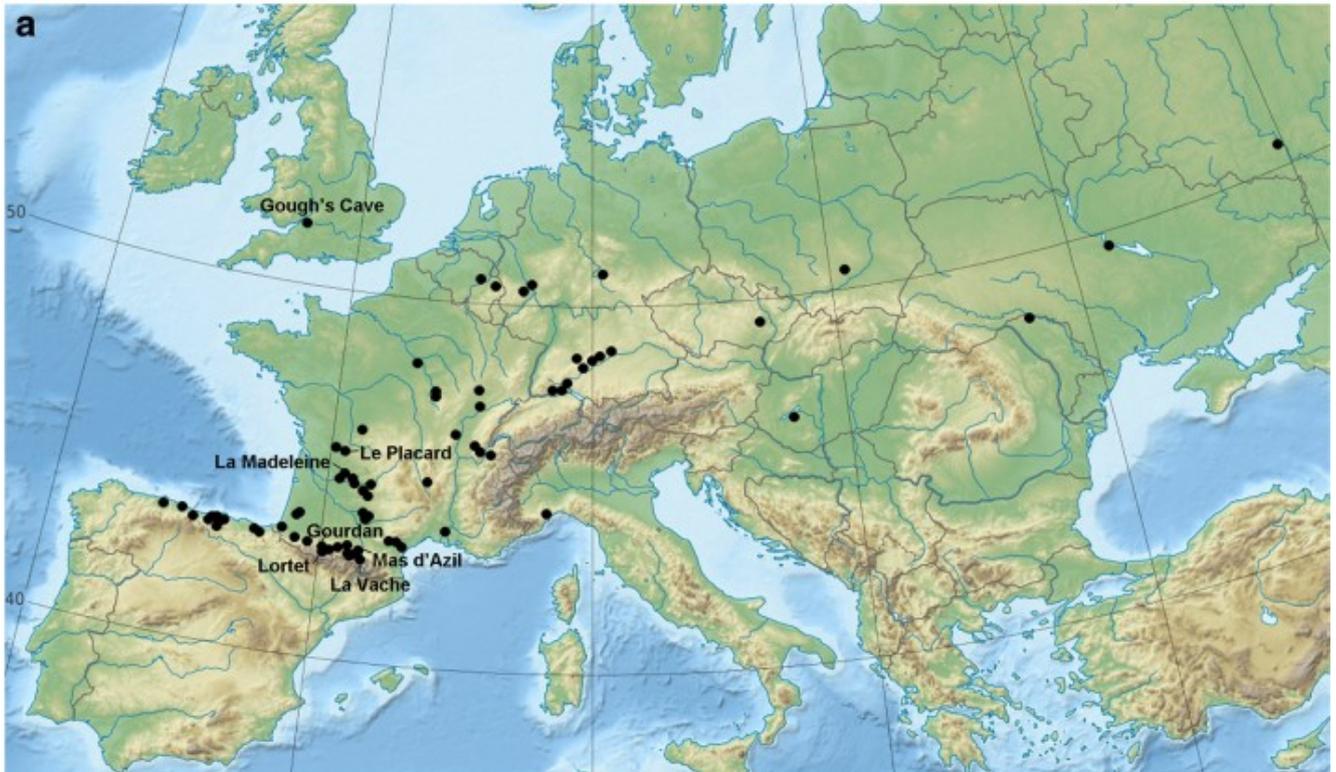
19 Kostrhun, Petr. (2009). Karel Absolon (1877–1960) and the research of significant Palaeolithic sites in Moravia. *Archaeologia Polona*. 47. 91-139, hier S. 123

20 Jiří A. Svoboda, *The Gravettian on the Middle Danube*, *Paleo* 19 | 2007, consulté le 20 décembre 2020. URL: <http://journals.openedition.org/paleo/607> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/paleo.607>

21 Martina Láznicková-Galetová: Die Magdalénien-Kunst in Mähren, in: Steguweit, Leif. 2008. *Menschen der Eiszeit Jäger - Handwerker - Künstler ; Begleitband zur Ausstellung des Instituts für Ur- und Frühgeschichte der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und des Stadtmuseums Erlangen ; 17. Februar - 20. April 2008.*

Cluster 3

Zahlreiche Lochstäbe des Magdalenien aus Knochen oder Rentiergeweih finden sich im Raum um die Pyrenäen, nordöstlich bis in die Schweiz, nach Süddeutschland und Österreich, ausstrahlend bis England²². Viele dieser Stäbe zeigen starke Gebrauchsspuren wie etwa spiralförmige Rillen am Lochrand, viele sind in charakteristischer Weise gebrochen. Manche dieser Stäbe tragen Zeichnungen, oft von Pferden, oder sind der Form nach zoomorph.



Karte und Abbildung des Lochstabes (Gough's cave) aus Lucas (2019)

22 Lucas, C., Galway-Witham, J., Stringer, C.B. *et al.*
Investigating the use of Paleolithic perforated batons: new evidence from Gough's Cave (Somerset, UK).
Archaeol Anthropol Sci **11**, 5231–5255 (2019). <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00847-y>

Cluster 4

Von Osteuropa nach Sibirien fanden sich Lochstäbe in Molodova V (bei Czernowitz am Dnjestr, Ukraine UA), in Gontzi (bei Lubny am Dnjepr, UA)²³, und Mezin (UA)²⁴, in Kostenki I (bei Woronesch am Don, Russland)²⁵. Ähnliche »pierced rod« wie der von Kostenki (dat. 25 000 BP) fanden sich am Gürtel von zwei Jungen in einem Grab in Sungir (zw. Moskau und Nowgorod)²⁶, weitere in Afontova Gora II (am Krasnojarsk am Jenissei), Buret (bei Irkutsk an der Angara)²⁷.

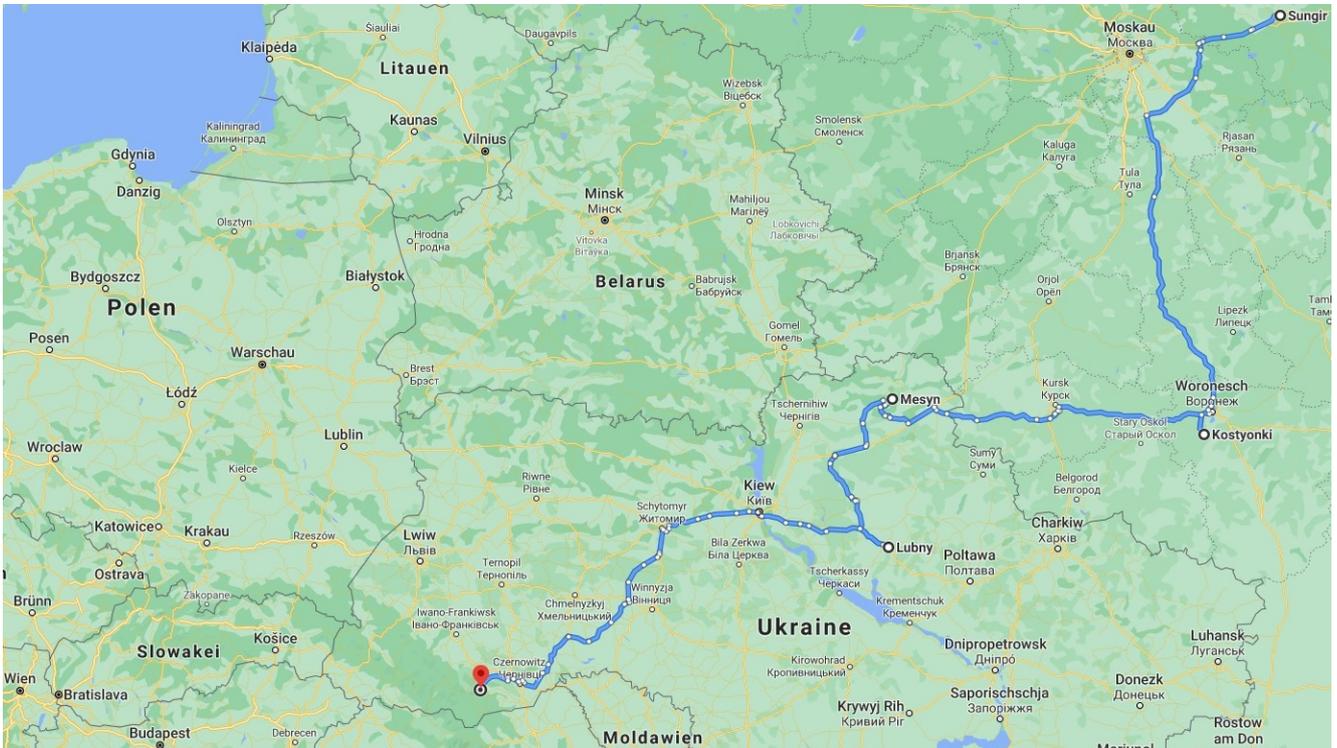


Abb. Lochstab aus Kostenki (Kostyonki)



23 V. Scherbakovsky: *The Excavations of the palaeolithic site of Gontzi in 1915*. Ranion, Moskau Vol. I, 1926, S. 5-35

24 Ivan Gavrilovich Shovkopryas 1965: Мезинская стоянка. К истории Среднеднепровского бассейна в позднепалеолитическую эпоху [Mezinskaya stoyanka : k istorii srednedneprovskogo basseina v pozdnepaleoliticheskuyu epokhu] Akademiya nauk ukrainiskoi SSR. Institut arkhoologii, Kiev, Naukova Dumka, S. 203

25 Ausgestellt im Archäologischen Museum Hamburg: *Ice Age - The Art of the Mammoth Hunters* 18.10.2016 bis 14.05.2017, Leihgabe Hermitage Museum, Sankt Petersburg

26 Pettitt, P. (2011). *The Palaeolithic origins of human burial*. London: Taylor & Francis Ltd.

27 Eugenii Alexandrovich Golomshtok: *The Old Stone Age in European Russia*. Philadelphia 1938, auch Diss. dort. Freeman, L. G. (1978). *Views of the past: Essays in old world prehistory and paleoanthropology*. The Hague: Mouton P.P. Efimenko [Ephimenko, Ефименко]: *Pre-Clan Society*, Leningrad 1936, S. 248, 291-293: (1) gut erhaltener baton de commandement aus Rentiergeweih, 1931 gefunden; (2) ein großes Werkzeug "with a pointed end" aus Mammut (Abb. 44); (3) a »dart-shaft straightener« or baton de commandement (fig. 57, Nr. 13)

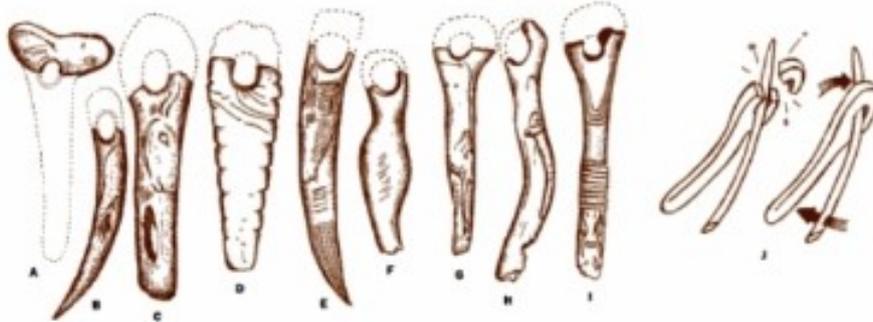
Titel oft zitiert, jedoch nicht nachweisbar; in der Russischen Nationalbibliothek findet sich für diesen Autor 1936:

Ефименко, Петр Петрович: К истории Западного Поволжья в первом тысячелетии нашей эры (по археологическим источникам) [Текст] : (Тезисы доклада), [Ленинград] : тип. Акад. наук СССР, [1936]. 4 с.; 22x15 см.

1.2 Der Lochstab als Werkzeug

Lochstäbe wurden hergestellt aus (Mammut-)knochen, aus Rentier- und Rothirschgeweih und lösten einander in dieser Reihenfolge ab. Geweihäste des Rothirsches erscheinen als Leitform des älteren Steinzeitalters²⁸, wobei T-Äxte (aus dem mittleren Geweihabschnitt) von Rosenäxten abgelöst wurden. Erst mit dem Ende der Bronzezeit verschwanden diese Äxte²⁹. Lochstäbe wurden vielfach mechanisch bis zur Zerstörung genutzt; die Brüche deuten auf den Einsatz als Hebel hin. Bei Rosenäxten zeigt das Schaftloch stärkere Abnutzungsspuren als das verjüngte Arbeitsende.

Abb.³⁰



Der bearbeitete und gekennzeichnete Lochstab von Grube-Rosenhof erscheint als ein geschäftetes Artefakt, 58 cm lang, mit einem 26 Zentimeter langen Eschenstiel als Griff oder Stütze und einem doppeltkonischen Schaftloch als Aufnahme. Nennenswerte mechanische Abnutzungsspuren zeigen sich nur am verjüngten Ende.

Die Lochstäbe des Clusters 1 entsprechen dem Geweihabschnitt der Rosenäxte. Untersuchungen von etwa 130 Geweihfundstücken³¹ ergaben für Rosenäxte statistische Durchschnittswerte, hier im Vergleich:

	Stat. Durchschnitt	Grube-Rosenhof
Länge	10 bis 25 cm	54/58 cm
Durchmesser	37,5 und 47,5 mm	???
Schaftlochmündungen	22 +/- 5 mm	25 bis 35 mm

Die Schäftung erfolgte stets in einem spitzen Winkel zwischen 70 und 80° zur Längsachse, während die dänischen Werkzeuge ausschließlich rechtwinklig geschäftet sind. Etwa zwei Drittel der Schaftlochmündungen sind rund, die übrigen rundoval, viereckige bilden eine Ausnahme.

Die Holzschäfte von 12 Geweihgeräten bestanden aus Esche (5), Sorbus (3), Schneeball (2), dabei hatten die Eschenstiele Durchmesser von 22x12 mm, 10x3 mm, 10x4 mm, 20x4 mm, 26x11 mm.

Beide Hirscharten, Rentier (reindeer, Rangifer tarandus) und Rothirsch (red deer, cervus elaphus) wurden ähnlich genutzt, also als Nahrung, durch das Verwerten von Geweih, Knochen und Leder, für Rituale. In den mitteleuropäischen Fundstellen des Magdalénien ist der Rothirsch zwar sicher und regelmäßig nachzuweisen, jedoch finden sich nur *gelegentlich* Artefakte aus Rothirschgeweih an Petersfels, in Veyrier und am Schweizersbild³². Überproportional häufig ist dagegen das Rentier vertreten. Es fällt jedoch auf, dass »no manufactured object was made of red deer antler«³³. Das ist östlich der Elbe jedoch anders³⁴.

28 H. Seger: *Aus der Steinzeit*. In: Altschlesien. Mitteilungen d. Schlesischen Altertumsvereins, Breslau 1 (1926) 199-204

29 H. Lange: *Hirschgeweihäste*. Prähistorische Zeitschrift 17 (1926) 33-50

30 Guthrie, R. D. (2005). *The nature of Paleolithic art*. Chicago: University of Chicago Press. S. 25 – 27

31 Kai Riedel: *Materialorientierte und funktionelle Untersuchungen von steinzeitlichen Hirschgeweihgeräten aus dem Leinetal bei Koldingen/Gleidingen, Lkr. Hannover*. (Diss. Hannover 2003. https://elib.tiho-hannover.de/receive/etd_mods_00002565)

32 Pfeifer, Sebastian. 2017. *Die Geweihfunde der magdalénienzeitlichen Station Petersfels Eine archäologisch-taphonomische Studie*. Abs. 1.2.4 „Lochstäbe“ ausführlich, auch S. 75 FN 70 mit Quellen: Fahlke 2009, Tab. 3.1, Hahn 1993, 312 <https://books.ub.uni-heidelberg.de/propylaeum/catalog/book/504>

33 Baker, Karis, Richard Madgwick, and Ruth Carden. 2015. *Deer and People*. Oxford: Windgather. Tafel 12.2 mit Verweis auf Cho 1998 und Chauvieres, Fontana 2005

34 Pratsch, S. (2006), *Mesolithische Geweihgeräte im Jungmoränengebiet zwischen Elbe und Neman: ein Beitrag zur Ökologie und Ökonomie mesolithischer Wildbeuter*. Studien zur Archäologie Europas 2. Bonn

Vergleich

Die Lochstäbe des südöstlichen Ostseeraumes zeigen sowohl im Vergleich zu den anderen Clustern als auch innerhalb der Hirschgeweihgeräte einige Besonderheiten

- Deutliche Spuren für den Einsatz als Schaftstrecker oder Seilerlehre sind nicht erkennbar.
- Im Unterschied zu anderen Clustern finden sich nahezu ausschließlich Artefakte aus Rothirschgeweih.
- Die Unterschiede zu den Geweihhäxten sind evident.
- Deutlich ist die Nutzung als Träger strukturierter Zeichen, begleitet vom Schwund anthropomorpher und zoomorpher Symbolik, also ein Hinweis auf zunehmende Abstraktion.

Innerhalb dieses Clusters setzt sich der Lochstab von Grube-Rosenhof nochmals ab durch

- den langen Stiel³⁵,
- seine siebeneckige Facettierung,
- 280 gruppierte Kerben auf dem facettierten Abschnitt.

Eingedenk des strukturierten Kerbmusters³⁶ kann der Lochstab ein informationstechnisches Werkzeug sein. Bei solchen geht es nicht primär um Kraft, Hebel oder Drehmoment. Diese Art von Werkzeug setzt Regeln und Normen in einer Gruppe voraus; diese festzusetzen und durchzusetzen erfordert Herrschaft; sie zu verstehen erfordert Bildung. Das mechanische Stabwerkzeug zum Schlagen, Stoßen, Werfen kann jeder mehr oder weniger gut handhaben; das informationstechnische Stabwerkzeug erfordert feinmechanische Taktilität, kognitives Abstraktionsvermögen und den sozialen Zugang zu gemeinschaftlichen Übereinkommen, Handlungswissen, hermetischem Wissen.

Der Lochstab kann mit den Kerbmustern als Informationsspeicher gedient haben. Einfacher wäre es allerdings gewesen, solche Notate auf einem Kerbholz oder einer Rinde anzulegen. Folglich wurde das gewählte Material – eine Rothirschgeweihstange – mit Bedacht bevorzugt. Gründe dafür könnten gewesen sein:

- Es speichert die Informationen sicherer und beständiger;
- Es diene mechanisch als optisches Werkzeug, etwa über das Loch zum Fokussieren des Mondes, zum Ausblenden störender Wahrnehmungen; über die kreisrunde Form des Loches als Lehre für die Form des Mondes; über den Abstand zwischen Loch und Auge als Maß für die scheinbare Mondgröße.
- Es weist symbolisch auf den Beginn des Mondjahres im März hin. Noch der alte deutsche Name für den Februar – Hornung – bezeichnet die Zeit, in der die Rothirsche ihr altes Geweih abwerfen.

Die mathematische Interpretation von Kerbstrukturen auf Knochen wird diskutiert³⁷. D'Errico³⁸ versuchte 1994 analytisch-experimentell steinzeitliche Kunstwerke praktisch nachzuvollziehen und daraus Kriterien abzuleiten. Diese Vorgehensweise zeigte, dass die abstrakten Gravierungen auf Stein und Knochen meist in einem kurzen Zeitraum und oft mit einem einzigen Steinwerkzeug erstellt wurden. Darin kann man aber auch ein Archivieren oder Kopieren von Zeichenfolgen sehen, die zuvor auf Holz entstanden, denen aber im Nachhinein Relevanz zugemessen wurde. 2018 kommt D'Errico zu dem Schluss: »*Objects with sequential markings have been used to store and retrieve numerical information since the beginning of the European Upper Palaeolithic (42 ka)*«³⁹. Der Lochstab im Sinne von d'Errico ist ein »exosomatic device, i.e. artificial memory system AMS«.

35 Klooß, Stefanie. 2015. *Mit Einbaum und Paddel zum Fischfang: Holzartefakte von endmesolithischen und frühneolithischen Küstensiedlungen an der südwestlichen Ostseeküste*. Kiel: Wachholtz. S. 313: »Ein neuer Fund eines Stieles eines Lochstabes.«

36 Die älteste Schrift der Slawen bestand aus Strichen und Kerben: Vondrák, W. (1912). *Altkirchenslavische Grammatik*. Berlin. S. 24 zit. nach: Schrader, O. (1920). *Reallexikon der indogermanischen Altertumskunde*. Berlin. L-Z, 'Lesen und Schreiben' S. 351

37 Gabriele Wickel: *Der Wolfsknochen* – Ein Exponat zur Geschichte der Mathematik im „Mathematikum“, S. 19-32 in: Alexander Odefey (Hg.): »Zur Historie der Mathematischen Wissenschaften« ... Berlin 2009, ISBN 978-3-928186-80-3
Johanna Pejlaré, Kajsa Bråting: *Writing the History of Mathematics: Interpretations of the Mathematics of the Past and Its Relation to the Mathematics of Today*, in: B. Sriraman (ed.), *Handbook of the Mathematics of the Arts and Sciences*, Springer 2019, hier: S. 4-6, https://doi.org/10.1007/978-3-319-70658-0_63-1

38 Francesco d'Errico: *L'art grave azilien. De la technique a la signification*. XXXI" Supp. a Gallia Prehistoire, Paris 1994.

39 Francesco d'Errico, Luc Doyon, Ivan Colagè, Alain Queffelec, Emma Le Vraux, Giacomo Giacobini, et al: *From number sense to number symbols. An archaeological perspective*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* Volume 373, Issue 1740 Published: 01 January 2018 <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0518>

Der Kerbstab als informationstechnisches Werkzeug

Technische Artefakte sind immer Teil eines soziotechnischen Systems⁴⁰, da sie von Menschen zielgerichtet verwendet werden. Ein Werkzeug wie der Lochstab kann potentiell

- Informationen *erzeugen* (wie der Schattenstab, etwa als Zeiger der Sonnenuhr);
- Informationen *verarbeiten* (z.B. als Meßstab für die Form des Mondes oder als Additionstabelle);
- Informationen *speichern* wie ein Kerbstab.

Informationen werden durch Zeichen repräsentiert. Das Wort `Zeichen`⁴¹ meint ursprünglich `sehen` verbunden mit Aufmerksamkeit, Einsicht, Verstehen, also ein Schauen hinter das oberflächlich Gesehene, das ein Denken auslöst und zum Erkennen führt. Zeichen sind daher mehrdeutig, PEIRCE unterscheidet:

- Als *Ikon* aktiviert der gezeichnete Strich eine Vorstellung, konkret über die formale Ähnlichkeit etwa einen Stab oder einen Finger und verbindet diesen mit einer Bedeutung wie Ereignis Ja, Ereignis Nein, Wert `1` oder `diese Richtung`.
- Als *Index* verbindet sich das Zeichen über eine kausale Relation mit einem realen einzelnen Objekt in dessen Raum-Zeit-Existenz, also etwa eine Mondsichel, ein konkreter Fund, dessen Beschreibung, Abbildung, Maße, Katalogisierung.
- Als *Symbol* ruft das Zeichen eine (soziale) Konvention auf, also eine (gesellschaftliche) Standardreaktion: Wer den Lochstab hat, hat das Recht auf
Eine Deutung des Symbols ist nur möglich, wenn die Konvention bekannt ist.

Materiell fassbar ist das Muster des Lochstabes als eine graphische Anordnung von Kerben, die gezielt angelegt wurde und die Vorstellungen des Herstellers enthält⁴². Ob das Muster⁴³ einen Informationsgehalt⁴⁴ speichert, kann analysiert werden über:

- *Graphische Komponenten und Eigenschaften*: Kerben, Kerbgruppen, Leerraum, Spalten, Zeilen, deren Abstände, Art, Tiefe und Länge der Kerben., Sorgfalt der Ausführung, Symmetrie, Varianten
- *Mathematische Eigenschaften*: Die graphischen Elemente werden mathematisch interpretiert, also `Kerbe` bedeutet `1`, Kerbgruppe bedeutet Summe der Kerben, Gruppenabstand bedeutet Übergang, Unterschied oder Dauer; Zeilen bestimmen Anfang und Ende. Summen, Reihen, Mittelwerte und Verteilungen können ermittelt werden.
- *Informationstechnische Eigenschaften*: Der Informationsgehalt einer Zeichenfolge XXXXXXXXX (1) ist kleiner als der von XYXYXYXY (2) und wird übertroffen von AZBYCXDW (3) – das lässt sich zwar exakt berechnen⁴⁵, kann aber Zufall sein.
Zeichensysteme mit hohem Informationsgehalt sind nicht zufällig, wenn ein Algorithmus gefunden wird, der das Zeichenmuster erzeugen kann. Der Sinngehalt bleibt dennoch ungeklärt.
- Eine semantische Bedeutung lässt sich erst sicher zuordnen,
a) wenn der Code bekannt ist oder
b) als wahrscheinlich begründen, wenn derselbe Algorithmus natürlichen Phänomene zu eigen ist, die einem soziotechnischen Handlungssystem mit dem Lochstab als Werkzeug zugänglich wären⁴⁶.

40 Ropohl, G. (2009). *Allgemeine Technologie: Eine Systemtheorie der Technik*. 3. überarb. A. (=Habil. 1978)

41 Indogerm. *dheǵ* <https://indogermanisch.org/pokorny-etymologisches-wörterbuch/index.htm>

42 Bernhard Gramsch: *Eine mesolithische Hirschgeweihssprosse mit Verzierung von Friesack, Brandenburg*. in: Masojć, M., & Bagniewski, Z. (2007). *Contributions to the Central European Stone Age*. Wrocław: Uniwersytet Wrocławski, Instytut Archeologii. Gramsch diskutiert strichgefüllte Dreiecke unter anderem auf Lochstäben als möglicherweise abstrakte, anthropomorphe Darstellung und verweist auf Terberger (2001).

43 Dantzig, T., Mazur, J., Mazur, B. (2005). *Number: The Language of Science*, The Masterpiece Science Edition. Pi Press

44 Spektrum der Wissenschaft: *Themenheft Ethnomathematik* 2006.

H. Wußing (2013). *6000 Jahre Mathematik*: 1. Berlin: Springer Spektrum

45 C. E. Shannon: *A Mathematical Theory of Communication*.

In: *Bell System Technical Journal*. Band 27, Nr. 3, 1948, S. 379–423, [doi:10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x](https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x) (PDF)

46 So wurden die Datenplatten *Voyager Golden Records* für die 1977 gestarteten interstellaren Raumsonden Voyager 1 und Voyager 2 über die Schwingungsfrequenz des Wasserstoffatoms codiert und Werkzeug zur Datenwiedergabe beigelegt.

1.3 Die Rezeption von Lochstäben in Begriffen und Kategorien

Der erste dokumentierte Fund eines steinzeitlichen Lochstabes ist 1839 im französischen Veyrier⁴⁷ nachzuweisen. Die Kategorie 'bâton de commandement' entsprang einer hierarchisch-militärischen Perspektive und wurde 1869 Edouard Lartet, Paläontologe am Museum d'Histoire in Paris, zugeschrieben⁴⁸.

Aus gleicher Perspektive bezeichnete⁴⁹ der deutsche 'Kommandostab'⁵⁰ ab 1844 bronzezeitliche Ritual-Streitäxte als Symbol für Befehlshaber (1836 Königsstab⁵¹, Häuptlingszepter, Götterzeichen) mit 13 Funden⁵² vor 1861 ausschließlich im norddeutschen Raum:

»Ich zweifle daher keinen Augenblick, daß diese sogenannten Commando= oder Königsstäbe Zeichen ("signa") des Kriegsgottes (Tyr, Mars), des obersten Gottes der Germanen, waren, und die "Griffe" (vielleicht kleine Nachbildungen von Säulen) nur dazu dienten, das heilige Zeichen des Dolches oder Schwertes zu tragen und in die Höhe zu heben oder hinzureichen, keinesweges aber den Griff eines Streithammers bildeten. Wir würden hier also ein wahres Bild eines deutschen Saxnôt haben den J. Grimm (S. 184) durch: Schwerträger, "ensifer, als die Gottheiten Zio oder Eor und den griechischen Ares", erklärt.«⁵³

Technisch ist dieses Gerät durch den T-förmigen Knoten charakterisiert, der den Stiel mit zwei Aufsätzen verbindet, analog zu den ausgehöhlten Geweihspitzen des 'Morgensterns'⁵⁴ und ideengeschichtlich vielleicht zu verbinden mit den T-Äxten.

Steinzeitlichen Artefakten aus Knochen oder Geweihen⁵⁵ mit geringerem Symbolgehalt wurden dagegen Werkzeugkategorien⁵⁶ zugewiesen, die über spezifische Gebrauchsspuren begründen lassen:

- Bei vielen Werkzeugen (Hammer, Axt, Hacke, Spitzhacke⁵⁷) wird die Kraft über den Gerätestiel schlagend in das Schaffloch eingeleitet und hinterlässt charakteristische Spuren am Schaffloch und am Arbeitsteil (z.B. Klinge).
- Bei anderen Werkzeugen (z.B. Meißel) kann ein Stiel führend wirken, während die Krafteinleitung schlagend unmittelbar über das Arbeitsteil erfolgt.
- Die Nutzung des Lochstabes als Hebel über das Loch erzeugt ein Drehmoment durch Hebelwirkung und wird als Pfeil-, Speerstrecker⁵⁸ gedeutet.

47 Jahresbericht der Schweizerischen Gesellschaft für Urgeschichte (Société suisse de préhistoire) 9 (1916), S. 40, online: ASSPA 9, 1916, Chronique archéologique.pdf, <https://www.vs.ch/search?q=asspa+1916>

48 Figuiet, Louis, Émile Bayard, and Delahaye. 1870. *L'homme primitif: tableau de la nature*. Paris: L. Hachette. S. 124

49 NN: *Commandostab von Hansdorf* In: Jahrbücher des Vereins für Mecklenburgische Geschichte und Altertumskunde, 9 (1844) 339-340: »Die bronzenen Streitäxte oder Commandostäbe mit Bronzestiel, welche an weit entfernten Stellen im Norden gefunden sind (vgl. Klemm german. Alterthk. S. 208 u. Tab. XV und Frid. Franc. Tab. XXXIII, Fig. 1, Tab. VII, Fig. 1 u. Tab. XV, Fig. 6, u. Erläut. S. 115 u. 158)«

50 R. Forrer: *Die sog. Kommandostäbe*. 1882, 5, Antiqua. Unterhaltungsblatt für Freunde der Altertumskunde.

F. Keller: *Durchbohrte Geweihstangen, sog. Kommandostäbe*. 1883, I, 78. Antiqua.

NN: *Über den Zweck der sog. Kommandostäbe*. Prähistorische Varia aus Antiqua ... 2. Auflage. 1889. Zürich S. 6

51 Klemm, G. (1836). *Handbuch der germanischen Alterthumskunde*. Dresden: Walther. S. 208

52 5 in Meklenburg (Blengow, Hausdorf, Glasin), 2 in der Mark Brandenburg (Blankenburg bei Ruppín), 3 in Mansfeld und in Thüringen, 1 in Posen, 1 in Dänemark, 1 in Süd-Holstein.

53 Georg Christian Friedrich Lisch: *Bronze-Alterthümer von Stubbendorf und Götterzeichen der Germanen* Jahrbücher des Vereins für Mecklenburgische Geschichte und Altertumskunde, 26 (1861) 138-144

Dem wurde durchaus widersprochen, s. NN: *Rezension* in Heidelbergische Jahrbücher der Litteratur, J.C.B. Mohr, 36 (1843) 419 – 424 zu Heinrich Schreiber: *Die ebernen Streitkeile zumal in Deutschland*. Eine historisch-archäologische Monographie. Universitäts-Buchdruckerei der Gebrüder Groos, Freiburg 1818.

54 Georg Christian Friedrich Lisch: *Morgenstern aus Hirschborn von Mallin* In: Jahrbücher des Vereins für Mecklenburgische Geschichte und Altertumskunde, 15 (1850) 263 »Ein Geräth dieser Art ist bisher noch nicht bekannt gewesen.« und »Diese Streitaxt gleicht den in den Histor. antiq. Mittheil. Kopenhagen, 1835, Tab. III, Fig. 36, abgebildeten und in dem Leitfaden z. Nord. Alterthumskunde, Kopenhagen, 1837, S. 38, Nr. 6, erwähnten seltenen kreuzförmigen Aexten.«

55 Horst Kirchner: *Ein archäologischer Beitrag zur Urgeschichte des Schamanismus*. Anthropos, 47 (1952) 1/2, 244-286, hier 279-282

Robert G. Bednarik: *Zur Deutung der Lochstäbe*. Höhle und Spaten, 65 (1965) 11-14.

56 Hans Lange: *Hirschgeweihäxte*. Prähistorische Zeitschrift, Band XVII, Berlin 1926, S. 33 ff.

Herbert-Lothar Heck *Mesolithische (?) Hirschborn-Hacken aus Schottern des Leinetales*.

Prähistorische Zeitschrift, Band XVIII, Berlin 1927, S. 207 ff.

57 Otto Karl Pielenz: *Die Entstehung der Hacke aus dem Lochstab des Zweigeschlechterkultes*.

Sammlung Otto Karl Pielenz Veröffentlichungen 5, Hamburg 1946

58 Bandi, H.-G. *Ein jungsteinzeitlicher Lochstab und die Frage der Bedeutung vorgeschichtlicher "Kommandostäbe"*.

Jahrbuch des Bernischen Historischen Museums 31, 1951 (1952) 97-167.

Fund aus dem Pfahlbau Burgäschisee-Süd, Deutung als Pfeilstrecker oder Riemenglätter.

- Die Nutzung des Lochstabes zum Führen elastischer Materialien erzeugt Rillen und Schleifspuren im Bereich des Loches und lässt auf Seilerlehren, Geräte zum Korbflechten, zum Glätten von Leder schließen.

Jede Kategorisierung - außer denen nach Form und Material - impliziert bereits eine Deutung, daher verraten manche Zuordnungen vielleicht mehr über die zeitgenössisch bedingten Vorstellungen als über die prähistorische Sachgeschichte: als Deflorationsinstrument⁵⁹, Fischkeule, Gewandspange⁶⁰, (Vieh-)Knebel⁶¹, Schleudergriff, Schlittenzubehör, Schwirrinstrument, »sex toy«⁶², Speerschleuder, Taschenbügel⁶³, Trommelstock, Zelthering⁶⁴.

1883 findet sich erstmals bâton percé, für einen Lochstab aus österreichischen Salzminen,⁶⁵ und ab den 1930er Jahren regelmäßig 'Lochstab' als neutrale Kategorie – vielleicht auch als ein Versuch, die Deutungsgeschichte vom Kopf auf die Füße zu stellen.

Da jedoch jede Zuordnung eindimensional bleibt, könnte es sinnvoll sein, stattdessen Kategorieprofile zu erstellen, also Form und Material, Werkzeug und Waffe, Zeichen und Symbol umfassend. Ein solcher Vorschlag zur Klassifikation und zum Bilden von Typologien berücksichtigt⁶⁶:

- Par matière (os, bois animal, ambre etc.)
- Par fonction (couteau, poignard, polissoir etc.)
- Par technique de gravure
- Par médium (peinture, gravure, sculpture)
- Par désignation (abstraction, figuration)
- Par décor géométrique (réticulé, traits parallèles, points, quadrillage etc.)

Les recherches ont tenté des hypothèses d'interprétation.

- Système de notation
- Calendrier lunaire etc.
- Fonction de prestige, objets rituels etc.

59 Wegen der oft phallusartigen Form der Endungen, zuerst bei: P. Graziosi: *Die Kunst der Altsteinzeit*. Stuttgart 1956

60 Otto Schoetensack, *Fibulae palaeolithicae* Zeitschrift für Ethnologie, 1903, S. 378.

Bericht über einen neolithischen Knochenschmuck vom Rinnehügel am Burtneck-See in Livland, der dem durchlochtem Zierstab (Fibula palaeolithica) der Magdalénienne-Epoche ähnelt.

Ludwig Wilser: *Die Hütplingsstäbe, bâtons de commandement*. Globus 79 (1901) S. 90,

Deutung als Schließe für Fellumhänge, <https://www.digi-hub.de/viewer/resolver?urn=urn:nbn:de:kobv:11-d-4730965>

61 Eppel, F. (1958). *Fund und Deutung. Eine europäische Urgeschichte*. Wien, München

62 Angulo, J. C.; García-Díez, M.; Martínez, M. (2010): *Phallic Decoration in Paleolithic Art: Genital Scarification, Piercing and Tattoos*. Journal of Urology. 186 (6): 2498–2503. doi:10.1016/j.juro.2011.07.077. PMID 22019163.

»Some batons seem phallic in nature, and about 60 batons have been hypothesised to be representations of penises (all with erections), of which 30 show decoration, and 23 are perforated. Several phallic batons are depicted as circumcised and seemingly bearing some ornamentation such as piercings, scarification, or tattooing ... Unperforated phallic batons, measuring 30 to a few centimetres long, were quite early on interpreted as sexual toys.«

63 Georg Christian Friedrich Lisch: *Hörnerner Taschenbügel von Wismar* In: Jahrbücher des Vereins für Mecklenburgische Geschichte und Altertumskunde, Band 29 (1864), S. 136-137; Band 30 (1865), S. 101-105: »... fast regelmäßig weit kreissegmentförmig gebogen ... in grader Linie 10 1/2 Zoll lang, überall 1 1/4 Zoll breit ... in der Mitte ungefähr 2/8 bis 3/8 Zoll dick ... der ganzen Länge nach in der Mitte mit Vierecken, an beiden Seiten mit eingreifenden Dreiecken verziert, welche alle von eingegrabenen Linien gebildet und mit eingegrabenen dichten, etwas unregelmäßigen Linien gefüllt sind. ... An jedem Ende ist ein großes Loch durchgebohrt; an der innern Biegung sind zehn kleinere Löcher durchgebohrt.«

64 Tatjana Bartsch, Jörg Meiner: *Kunst - Kontext - Geschichte*: Festgabe. Lukas 2003, Lochstäbe aus Klein Machnow 35-37
J. Ozols, *Zur Frage der paläolithischen Lochstäbe*, Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte 14, 1974

65 *Note relative a des manches de bache trouvés dans le mines de sel d'Hallein (Autriche)*.

In: Mémoires de la Société archéologique du midi de la France, 12 (1883) 196

66 Florence Bouvry. *Une anthropologie des manifestations esthétiques du mésolithique européen de la fin du tardiglaciaire et durant le postglaciaire*. Archéologie et Préhistoire. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2007. Fran, cais. <tel-00936326>

Deutungskategorien in internationaler Perspektive

Kategorie	Deutsch	Dän., Schwed.	Poln., Russ.	Französisch	Englisch
Form	Lochstab ⁶⁷			bâton percé	Perforated (pierced) baton
	Ringstock	ringstaf ⁶⁸	rynczek		
Material	Geweihstange	hjortetak(sskaft) kronhjortetak	poroże jelenia	ramure, bois	antler
Material	Knochen			Os, ben	bone
Werkzeug mechanisch	Kreuzhacke	Hjortetaksøkse			matttock
	Axt	Hornyx			
Werkzeug mechanisch	Schaftstrecker		Russ. vypryamitel		Strap stretchers
Zeichen, Ornament	Verziert	Mønstret, dekoreret	zdobiony	Décoré, gravée gravés de traits	ornamented
	Striche, Linien	(tvær)streg(er)		traits	
Zeichen, zählend	Kerben				notches
	Dreiecke	trekanter			
Werkzeug informat.	Schattenstab	gennem året		gnomon	gnomon
Werkzeug informat.	Kerbstab ⁶⁹	birk, pirkka ⁷⁰ ,	birka rabosz, rewasz	bâton de taille - de comptage	tally stick
Werkzeug informat.	Kalenderstab	Calenderstav, arstaf (nur Kerben) mässestaf ⁷¹			clog almanac, scandinavian calendar
Werkzeug informat.	Runenstab	primstafr, runstav rimstaf			runic staff, prim
Symbol hierarchisch	Kommandostab	commandostaf	russ. zhezl nachal'nika	bâton de (chef) commandement	
Symbol rituell	Kultstab	Magiska ornament ⁷²	Laska (magiczna)		[sacred instrument]

67 Nicht als Begriff, aber als Kategorie geprägt von Eppel, F. (1958). *Fund und Deutung. Eine europäische Urgeschichte*. Wien

68 Der Ringstaf, mit losen Ringe auch *Klingerstaf* (Schonen), wird in die Erde gesteckt und vertreibt Dämonen.
Hoffmann-Krayer, E. & Bächtold-Stäubli, H. (1927). *Handwörterbuch des deutschen Aberglaubens*. Berlin: W. de Gruyter. Bd. IV, S. 131, unter 'Hirtenstab'

69 pol. *karb* (incisura, Kerbe; tessera, *Kerbstock*, rus. birka, slk. rowáš, čes. rabuše), luž. *karbowc* (tessera), pol. *karbować* incidere, notare, *kerben*, dále čes. *krabiti*, *krabatiti* (rugare, concavare), *karbowati* (plicare), *škrabati* (scabere): čes. *čára* (linea), slk. *čarba*, *čarbanina*, *čarbák*, *carbám* atd. (impolite, inepte scribere, maculare), *Časopis Českého Musea*. V Praze. 21 (1847) Tl 1, 50

70 Etymologisch aus friesisch *berek*, *birek* 'Recht, Rechtsgebiet', s. ausführlich in:
V. Nissilä: *Friesisch-Niederländisches in der finnischen Namengebung*. in: Congrès international des sciences onomastiques, & Blok, D. P. (1966). *Proceedings of the Eighth international congress of onomastic sciences*. The Hague: Mouton.

71 Bezug auf Liljegen, S. 24: E. Schnipfel: *Ueber einen merkwürdigen Runenkalender des Großherzoglichen Museums zu Oldenburg*. 1883

72 Elsie Hultén, *Magiska Ornament i mesoliticum?* In: Fornvännen 1939 S. 193-225, 9 Abb. Rauten-, Dreieck-, Schachbrettmuster u.a. auf Horn- und Knochenggerät als »magisches Ornament«, ohne die pommerschen Lochstäbe, aber Hinweis auf Abb. 11 in: O. Osewald: *Mittel- und jungsteinzeitliche Fundplätze an der Schlei*. Nachrichtenblatt für deutsche Vorzeit 12 (1936) 232-237.
https://digitale-bibliothek-mv.de/viewer/image/PPN559838239_NF_42/308/

2. Der Lochstab von Grube-Rosenhof als Kerbstab

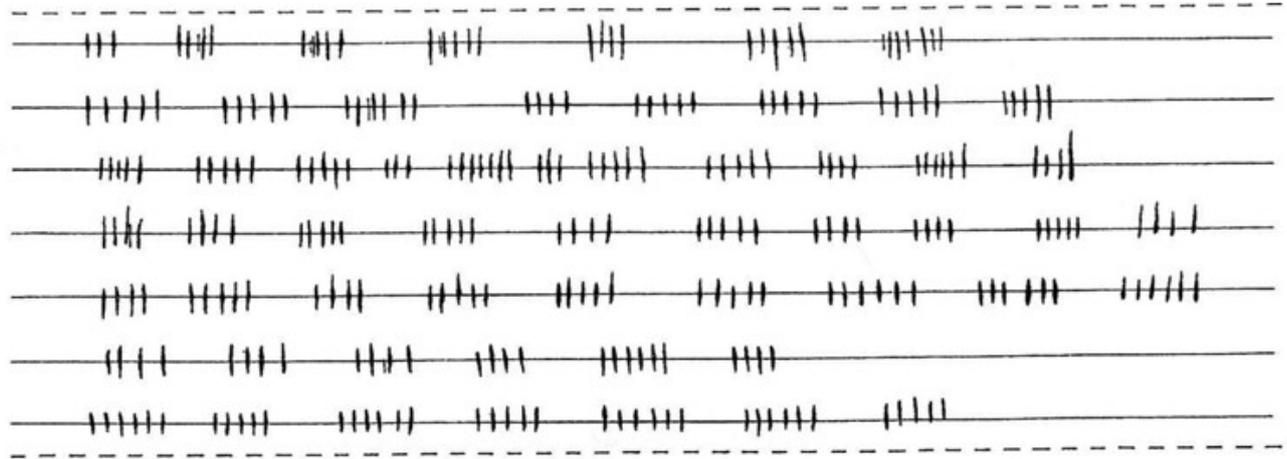


Abb. 1 Abwicklung der Kerben nach Feulner & Sönke Hartz (2011)

2.1 Materialbedingte Einflüsse auf das Kerbmuster

Materialgestaltung: Der Lochstab ist siebenseitig facettiert.

Flächengestaltung: Die Notationsfläche ist aus dem natürlichen Material herausgearbeitet und dadurch in der Länge begrenzt. Damit wurden Beginn und Ende der Notation vorher festgelegt.

Zeilengestaltung: Die Facettierung des Stabumfangs als Siebeneck mit einer Notation auf den Kanten des Siebenecks beschränkt die Notation gleich doppelt, denn die Kanten wirken als Linien, auf denen notiert wird (und nicht dazwischen) und sie legen die Anzahl der Linien derart fest, dass die 'sieben' zur materialgebundenen Konstante wird.

Kerbgruppengestaltung:

- Die Kerben (278 bis 284) sind strichförmig und in Form und Länge einheitlich; 6 Kerben weichen davon in einem Maße ab, das tolerierbar ist oder auch nicht., aber keinen wesentlichen Einfluss auf die weitere Deutung hat.
- Die Kerbgruppen (58) werden eindeutig gebildet von parallelen, gleichlangen Kerben, deren Spatium nicht mit dem Abstand der Kerbgruppen verwechselt werden kann.
- Die Kerbgruppenarten (5) unterscheiden sich einzig durch die Anzahl ihrer Kerben {3-4-5-6-7}.

Leerraumgestaltung:

- Leerraum trennt die Notationsreihen auf den Kanten eindeutig als 'Zeilen'.
- Leerraum (Anzahl 7) steht in gleicher Breite zwischen dem linken Rand der Notationsfläche und der ersten Kerbgruppe auf den Kanten und erscheint als beabsichtigter 'Einzug' der Notation.
- Leerraum (7) steht in uneinheitlicher Breite vor dem rechten Rand der Notationsfläche und erscheint dadurch als 'Flattersatz', also ein beliebiges Auslaufen der Kerbgruppen.
- Leerraum (51) trennt deutlich, jedoch in uneinheitlicher Breite, die Kerbgruppen als 'Abstand'.
- Leerraum trennt deutlich die Kerben innerhalb einer Kerbgruppe als 'Spatium'. Dieses Spatium ist immer kleiner als der kleinste Abstand zwischen den Kerbgruppen und damit eindeutig.

Das Ausmessen der Leerräume und deren statistischer Vergleich ergab:

- Die Leerräume vor und nach der ersten Kerbgruppe zeigen die geringste Varianz, danach steigt diese bis auf das 15-fache. Die Präzision der Notation lässt also von links nach rechts nach.
- Die Leerräume vor der ersten Kerbgruppe sind ähnlich für Z3 bis Z6 sowie für Z7, Z1 und Z2. Das spricht dafür, dass diese beiden Blöcke bei der Notation jeweils gleichzeitig sichtbar waren.

- Setzt man den Leerraum vor der ersten Kerbgruppe als Standard (100%), so zeigt sich: Die Leerräume vor allen anderen Kerbgruppen sind immer kleiner (63-87%). Zwischen erster und zweiter Kerbgruppe sind die Leerräume am kleinsten (63%).
- Zeilenweise betrachtet enthält Zeile 1 überdurchschnittlich große Leerräume (106%), Zeile 3 die kleinsten (55%), alle anderen sind ähnlich (76-83%).
- Im Vergleich dazu zeigen die Spatien innerhalb der Kerbgruppen nur eine geringe Varianz, sind also deutlich präziser ausgeführt (95 bis 110%).
- Die letzte Kerbe in Z3/11 ist stärker ausgeführt als alle anderen, möglicherweise als Abschluss.

Schlussfolgerungen

Die natürliche Oberfläche wurde durchdacht zur Notationsfläche umgestaltet, also dürften die Folgen für die Notation bedacht gewesen sein, etwa dass

- der Umfang der Notation im Vorhinein bekannt war und die Fläche dafür als ausreichend erachtet wurde;
- dass die Notation eine lineare Komponente entlang der Kanten hat sowie
- eine zyklische Komponente aufweist, denn der Stab muss bei der Notation gedreht werden;
- die `sieben` Teil eines Algorithmus ist, der auf die Notation wirkt.

Die Notation erfolgte von links nach rechts und begann mit Zeile 3, wie nachfolgend gezeigt wird.

Die Kerben präzise anzulegen erfordert eine stabile Position des Stabes wie in der Auffindeposition⁷³, also Stab und Stiel flächig aufliegend. In dieser Position können die Zeilen 3 bis 6 angelegt werden, dann muss der Stab auf Z7-Z1-Z2 gedreht werden. Die Leerräume zeigen als Einzug einen entsprechenden Wechsel. Der Leerraum hat fünf offensichtliche Funktionen als Einzug und Flattersatz, Kerbgruppenabstand, Spatium und Zeilenabstand. Gleichmäßiger Einzug und Flattersatz entstehen, wenn die Notation von links nach rechts (hin zum Loch des Stabes) erfolgte.

Auffällig ist Zeile 3, denn obwohl sie die meisten Zeichen (52) und die meisten Gruppen (11) aller sieben Zeilen enthält, läuft sie kürzer als die Zeilen 4 und 5 mit weniger Zeichen und weniger Gruppen. Der Leerraum zwischen den Kerbgruppen ist besonders eng (56%) und die Kerben stehen enger (96%). Möglicherweise wurde also Zeile 3 als erste angelegt, um die Flächenverteilung zu erproben und bei den nachfolgenden Zeilen den Leerraum (76-86%) und den Kerbabstand (95-110%) großzügiger verteilt. Jedenfalls wurde der Einzug am Zeilenbeginn dafür nicht verringert, also dem Leerraum eine besondere Bedeutung zugemessen über die Funktion als Abstand hinaus.

Dieses Verfahren setzt voraus, dass der Ersteller eine fertige Zeichenfolge kopiert hat.

Auffällig ist Zeile 1 mit einem Kerbabstand von 78% bei gleichzeitig großzügigen Leerräumen zwischen den Gruppen (106%). Möglicherweise sollte die Notation in dieser Zeile noch ergänzt werden.

Die »sieben« ist als materialgebundene Konstante nicht variabel, also muss sie für den Hersteller und für das von ihm praktizierte Verfahren bedeutsam gewesen sein. Diese Bedeutung ist in diesem Fall nicht offensichtlich und kann mehrschichtig gedeutet werden:

- als Ikon dient `7` als materialgebundene Rechengröße, etwa zur indirekten arithmetischen Reihenbildung;
- als Index deutet `7` auf ein Beobachtungsziel hin, etwa die Anzahl der Mondphasen, Wandelsterne oder Plejaden;
- als Symbol kann `7` vielschichtig gedeutet werden, da sie sich bis in babylonische Zeiten zurückverfolgen lässt und auch in außereuropäischen Kulturen findet⁷⁴.

⁷³ Versuche zeigten, dass in wässrigem, saurem Milieu (z.B. humöse Böden) eingeweichtes Rothirschhorn bearbeitbar wird wie Weichholz, s. Riedel 2003, S. 19

⁷⁴ Ferdinand von Andrian: *Die Siebenzahl im Geistesleben der Völker*.

In: Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien, 1901, Bd. 31, S. 225–274

Friedreich, J. B., & N. (1864). *Die Weltkörper in ihrer mythisch-symbolischen Bedeutung*. Wurzburg: Stahel. Insbes. Beilage XX

2.2 Beobachtungsbedingte Einflüsse auf das Zeichenmuster

Ein Muster kann als Notation gelesen werden, wenn diese als Ergebnis eines Beobachtens naturgesetzlich bedingter Veränderungen eines Gegenstandes entstanden ist. Als Gegenstand wird hier der Mond gesetzt, dessen Zyklus damals wie heute gleichermaßen wahrnehmbar ist.

Vom Wortsinn her lassen sich Mond (als Phänomen) und Monat (als Konstrukt) auf das indogermanische *`mēnōt´* zurückführen, welches »wohl als personifizierte `Zeitmessung´ zu *mē-* `messen´ « zurückführen ist⁷⁵. Die Namen für Woche (**seH₂wol-*, **sH₂un-* `Sonne´), Monat (**meH₁ns-* `Mond´), Jahr (**yeH₁r-*) haben in allen germanischen Sprachen die gleiche, auf eine gemeinsame PIE-Wurzel zurückführende Bedeutung, wurden also im Zeitraum von etwa 4500 BC bis 2500 BC⁷⁶ in dem damaligen gemeinsamen Sprachraum verwendet.

Beobachten geht über ein Wahrnehmen hinaus, weil das Wahrgenommene mit einer Vorstellung verglichen wird, die auf dem Erinnerungsbild basiert und ein Erwartetes produziert: Der Mond bleibt in der Vorstellung, auch wenn er nicht sichtbar oder noch nicht aufgegangen ist: Der Beobachter *erwartet* den Mondaufgang, weil er in der Vergangenheit dieselbe Erfahrung gemacht hat und sich daran erinnert. *Unerwartetes* löst dagegen eine »kognitive Dissonanz« aus, weckt die Neugier und kann Antrieb sein, etwas Unverständliches zu verstehen: Warum sieht der Mond in jeder Phase anders aus? Was wiederholt sich, was bleibt? Warum wird der Rhythmus durch eine Dunkelzeit gestört? Ist diese immer gleich lang? Wer beobachtet, versucht Wahrgenommenes mit Erwartetem oder Vermutetem in Einklang zu bringen.

Aussagen über die Natur sind möglich durch *fokussiertes* Beobachten und *selektives* Aufzeichnen nach einer geplanten Struktur. Ein solches Vorgehen lässt sich rückschließend vermuten, wenn es zwischen einem aufgezeichnetem Zeichenmuster und dem Beobachtungsgegenstand logische Relationen gibt, wenn Zeichen, Beobachtung und Phänomen einander repräsentieren. Die Absichten des Beobachters spiegeln sich in der selektiven Speicherung als Zeichen einer Beobachtungsreihe. Ein **Beobachtungszyklus** ist sachlich vollständig abgeschlossen, wenn das Ziel des Beobachters erreicht ist. Das kann am Beispiel des Mondes sein:

- ein Mondphasenzyklus (Lunation) mit 29 oder 30 Tagen oder einem ganzzahligen Vielfachen
- durch Sonne, Jahreszeiten oder Kultzeiten bestimmte `jährliche´ Zyklen (10 - 12 Lunationen)
- Synchronisierte Mondzyklen, z.B. 10 siderische Zyklen = 9 synodische Zyklen = 270 Tage
- Synchronisierte Sonne-Mond-Zyklen, etwa ein Meton-Zyklus (235 Lunationen)
- ein Saros-Zyklus (223 bzw. 242 Lunationen)
- ein kallippischer Zyklus (940 Lunationen)

Die **Aufzeichnung der Rohdaten** erfolgt über einen längeren Zeitraum unter besonderen Bedingungen, also etwa bei Regen, Schnee, nachts, ohne Licht, bei Wind, Kälte oder Hitze in Form eines *`Protokolls´*.

Dieser Informationsgehalt dieser Rohdaten wird durch Auswertung erschlossen. Die ursprünglichste Form einer Auswertung ist das intuitive Erfassen⁷⁷ regelmäßiger Rhythmen, also ebensolcher Zeichenfolgen. Ein vor-arithmetisches, systematisches Erfassen gelingt durch Vergleichen, also ein Anordnen nach Zeichenarten in Gruppen, Zeilen, Spalten, Feldern. Das *`Protokoll´* kann diese Ordnung noch nicht enthalten, es sei denn, die Beobachtungsreihe dient zum Bestätigen oder Anwenden eines bereits bewährten Ordnungssystems.

Ob die Rohdaten relevant sind, entscheidet sich erst nach Abschluss des Beobachtungszyklus und einer Bewertung.

⁷⁵ <https://indogermanisch.org/pokorny-etymologisches-woerterbuch/index.htm>

⁷⁶ Powell, Eric A. *Telling Tales in Proto-Indo-European*. Archaeology

⁷⁷ Weigand, H.-G., *Zur Didaktik des Folgenbegriffs*, Mannheim 1993 - *Begriffsbildungsprozesse als intuitives, inhaltliches, integriertes und formales Verständnis*. http://www.ma-weigand.didaktik.mathematik.uni-wuerzburg.de/weigand/folgen/gesch_ma.htm

Schlussfolgerungen

Die Rothirschgeweihstange enthält ein sorgfältig ausgeführtes, geplantes und strukturiertes Kerbmuster. Es erfüllt daher die formalen Anforderungen an eine 'Reinschrift' auf einem dauerhaften Material. Dafür spricht auch, dass die Kerben zeitgleich mit ein- und demselben Werkzeug angebracht wurden. Damit dürfte aus Sicht des Erstellers der Beobachtungszyklus abgeschlossen gewesen sein und das Ergebnis wurde als relevant bewertet.

Die Anzahl der Kerben deutet durch ihre Größenordnung auf das Erfassen von etwa elf Lunationen hin.

Die Qualität der Rohdaten wird bestimmt durch subjektive und objektive Faktoren:

- Die regionalen und lokalen Bedingungen wie geographische Breite, Horizont, Höhenlage.
- Die jahreszeitbedingten Bahnen (Ekliptik, scheinbare Höhe) von Sonne und Mond.
- Klimatische Einflüsse wie Luftqualität, Schlechtwetterphasen, morgendlicher Bodennebel.
- Die unbewussten Neigungen des Beobachters, die sein Wahrnehmen, Erinnern, Denken, Bewerten verändern und objektiv fehlerhafte Resultate (kognitive Verzerrung, engl. cognitive bias) zeitigen.
- Dessen erkenntnisleitenden Interessen, etwa:
Welche Mondphasen sind bedeutsam für die zeitbestimmte soziale Struktur und Interaktion?
- Der Organisation der Beobachtungssituation, denn der Beobachter muss täglich an einem geeigneten Beobachtungsort in einem geeigneten Zeitfenster bereit sein sowie Hilfsmittel und Notationsmittel bereithalten.

2.3 »Grammatikbedingte« Einflüsse auf das Zeichenmuster

Die Aufzeichnungen müssen auch bei zeitlichem Abstand 'gelesen' werden können, selbst wenn der Verfasser der einzige Adressat wäre. Der Verfasser entscheidet sich daher beim Notieren erstens unbewusst für einen Code⁷⁸, der in seiner Umgebung selbstverständlich ist sowie zweitens für einen selbst definierten Code. Dies zu unterscheiden erfordert den systematischen Vergleich von Lochstäben einer Gruppe; ein solcher liegt nicht vor. Dieser Code bezieht sich auf:

- Das Zeitempfinden: Werden *Zeitpunkte* oder Zeiträume notiert?
- Das Zeichenempfinden: Wie werden 'gleich', 'identisch', 'zusammengehörig' ausgedrückt?
- Die Art der Zeichen (Strich, Punkt, Kreuz etc.), deren Form und Größe.
- Die Bedeutung von Gruppen und Leerraum, deren Anordnung in Feldern, Zeilen, Spalten.
- Die Reihenfolge der Aufzeichnung: von links nach rechts oder umgekehrt, von oben nach unten oder umgekehrt, linear oder zyklisch.

Schlussfolgerungen

- Leerräume werden hier als Platzhalter für unterschiedliche Mondphasen gedeutet und als Zeitraum (= 1 Tag).
- Kerben in Strichform werden gedeutet als 'Sonnenaufgang nach der letzten Mondphase'.
- Kerbgruppen werden gedeutet als Zeitraum von {3,4,5,6,7} Tagen zwischen zwei Mondphasen.

⁷⁸ Robinson, Judith Elizabeth (1993) *Neither use nor ornament: a consideration of the evidence for the existence of a system of communication and notation in the European upper Palaeolithic*, Diss. Durham University. <http://etheses.dur.ac.uk/5748/>

3 Der Gegenstand astronomischer Beobachtungen

Ein systematisches Beobachten setzt voraus:

- Die Identifikation eines oder mehrerer Phänomene wie etwa Mondphasen.
- Deren eindeutige sensorische Bestimmbarkeit: Vollmond, Halbmond, Neulicht, Altlicht.
- Deren regelhafte Wiederkehr, also ein Rhythmus der Veränderungen als Ziel des Beobachtens.
- Dessen Vergleichbarkeit zu einem zweiten Rhythmus wie etwa dem Sonnenaufgang. Dieser ist leicht erfassbar, konstant und schneller als der Mondzyklus.
- Eine Beobachtungsposition, die das Erfassen der Phänomene über lange Zeit sicher ermöglicht, und eventuelle Hilfsmittel: Schattenstab, Peilstab, Lochstab.

Außer dem Sonnenaufgang ermöglichen folgende Rhythmen⁷⁹ das Festlegen des Jahres und Tages:

- Finsternisse, Sternbedeckungen und Bedeckungen von Planeten durch den Mond
- Konjunktionen von Planeten: Ursa Major ermöglicht nachts `stundengenaue´ Rhythmen.
- Konjunktionen des Mondes mit Sternbildern führen zu `monatlichen´ Rhythmen.

Zum Festlegen des Tages oder der Jahreszeit eignen sich:

- Jährliche Aufgänge von Sternen
- Äquinoktien, Solstizien und Mondphasen

3.1 Die Lichtgestalten des Mondes



Neulicht



Zun. Halbmond



Vollmond

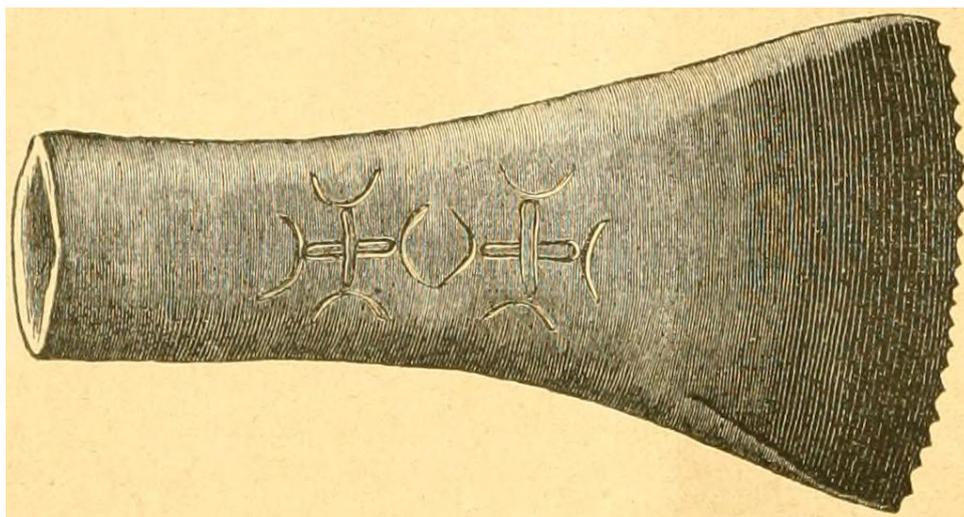


Abn. Halbmond



Altlicht

1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	30
1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	29



Möglicherweise die Darstellung des Mondphasenzyklus:

»Ein höchst merkwürdiges Stück ist in Hoppenbruch, südlich von Marienburg, gefunden ...

Die Form ähnelt ... eher einem Metallcelte Unbedingt ist es ein Prunkstück, da der gezähnte Rand jeden Gebrauch ausschliesst. ... Ich kenne kein zweites, auch nur entfernt ähnliches Stück.«⁸⁰

⁷⁹ Neugebauer, P. V., & Neugebauer, P. V. (1929). *Astronomische Chronologie*. Berlin: De Gruyter. §10

⁸⁰ Tischler, Otto. 1882. *Beiträge zur Kenntnis der Steinzeit in Ostpreussen und den angrenzenden Gebieten*. Schriften der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg in Preußen. 17-40, Abb. S. 24, <https://www.biodiversitylibrary.org/page/14770672>

Der beobachtbare Zyklus des Mondes ist mindestens bestimmt durch die Singularitäten von

- Anfang, sichtbar als **Neulicht** oder Morgenerst des zunehmenden Sichelmondes,
- **Kulmination** oder Höhepunkt, sichtbar als Vollmond,
- Ende, sichtbar als **Altlicht** oder Abendletzt des abnehmenden Sichelmondes.
- Die Phase zwischen Ende und Anfang ist als **Dunkelzeit** wahrnehmbar, als Nicht-Sichtbarkeit des Mondes und schwach als Graulicht des Neumondes zum Ende dieser Phase.

Der verstandene Zyklus kann bestimmte Mondphasen einbeziehen oder auch nicht:

- Der **Vollmond** ist auch bei schlechten Bedingungen meist erkennbar. Bei guten Bedingungen bestimmt ein erfahrener Beobachter mit bloßem Auge den vollen Mond auf 8 Stunden genau. Das gleichzeitige Bestimmen der Position von Ursa Major würde es nachts ermöglichen, die Differenz zum nächsten Vollmond auf Bruchteile von Tagen zu erfassen. Die Beinahe-Vollmonde tags davor und danach ermöglichen indirekt eine taggenaue Bestimmung. Der Vollmond steht in Opposition zur Sonne, also ist seine Position messbar durch den Schattenwurf bei Sonnenunter- oder -aufgang.
- Die **Sichelmonde** mit Altlicht und Neulicht⁸¹ sind grundsätzlich zwar am genauesten zu erkennen, unterliegen jedoch zum einen den größten Störungen durch unsichere Sichtverhältnisse⁸², zum anderen ist das zeitliche Beobachtungsfenster klein, da sie nur in der Dämmerung sichtbar sind.
- Der **Dreiviertelmond** ist die symmetrische Entsprechung zum Sichelmond und insofern eine Abstraktion in einem Denkmodell. Mangels einer beobachtbaren Singularität ist er nur ungenau erfassbar.
- Der **Halbmond** ist mit etwa fünf Stunden Genauigkeit zu erkennen; als zunehmender Halbmond ist er sichtbar von Mittag bis Mitternacht. Der abnehmende Mond steht bis zum Mittag über dem Horizont.
- Der **Neumond** (lat. Interlunium, schweiz. Leermond) ist nicht sichtbar und wird erst als abstrakte Denkfigur möglich, allenfalls angeregt durch das »Graulicht« nach dem Neumond, wenn dieser das Sonnenlicht nur indirekt als Licht der Erde reflektiert.

Mondphasen in Kiel 2021

Lunation	Neumond	Zun. Halbmond	Vollmond	Abn. Halbmond	Dauer
1212				6. Jan 10:37	29T 12S 44M
1213	13. Jan 06:00	20. Jan 22:01	28. Jan 20:16	4. Feb 18:37	29T 14S 06M
1214	11. Feb 20:05	19. Feb 19:47	27. Feb 09:17	6. Mär 02:30	29T 15S 15M
1215	13. Mär 11:21	21. Mär 15:40	28. Mär 20:48	4. Apr 12:02	29T 16S 10M
1216	12. Apr 04:30	20. Apr 08:58	27. Apr 05:31	3. Mai 21:50	29T 16S 29M
1217	11. Mai 20:59	19. Mai 21:12	26. Mai 13:13	2. Jun 09:24	29T 15S 53M
1218	10. Jun 12:52	18. Jun 05:54	24. Jun 20:39	1. Jul 23:10	29T 14S 24M
1219	10. Jul 03:16	17. Jul 12:10	24. Jul 04:36	31. Jul 15:15	29T 12S 34M
1220	8. Aug 15:50	15. Aug 17:19	22. Aug 14:01	30. Aug 09:13	29T 11S 02M
1221	7. Sep 02:51	13. Sep 22:39	21. Sep 01:54	29. Sep 03:57	29T 10S 14M
1222	6. Okt 13:05	13. Okt 05:25	20. Okt 16:56	28. Okt 22:05	29T 10S 09M
1223	4. Nov 22:14	11. Nov 13:45	19. Nov 09:57	27. Nov 13:27	29T 10S 28M
1224	4. Dez 08:43	11. Dez 02:35	19. Dez 05:35	27. Dez 03:23	29T 10S 51M

Mehr Details (für Hamburg) siehe <https://www.largeformatphotography.info/sunmooncalc/>

81 <http://www.nabkal.de/neulicht.html>

82 L.E. Doggett, B.E. Schaefer: *Icarus* in: J. Hist. Astr. Archaeoastr. 17 (1992);
Cohn, Berthold: *Zur Frage der Sichtbarkeit der neuen Mondsichel*, in: Astronomische Nachrichten, 171 (1906) 35-38 [nr. 4083],
https://web.archive.org/web/20130113000000/http://www.space.science.uu.nl/~gent0113/islam/islam_lunvis.htm

Die Dunkelzeit

Die zeitsymmetrische Periode um den Neumond ist begrenzt durch Altlicht und Neulicht der Sichelmonde, deren Sichtbarkeit variablen Randbedingungen unterliegt:

- die Mondsichel wird erst ab einer Mindestbreite sichtbar;
- die Mondsichel muss eine Mindesthöhe über dem Horizont stehen, weil die Erdatmosphäre einen gewissen Lichtanteil absorbiert;
- die Lichtverhältnisse sind optimal etwa zeitlich mittig zwischen Sonnenuntergang und Monduntergang, da das Licht der untergehenden Sonne die Sichtbarkeit mindert.
- Der scheinbare Abstand des Mondes zur Sonne muss mindestens 7° (Wikipedia) betragen, nach anderen Quellen bis zu 12° . Die älteste bekannte und einfachste Regel sagt die Sichtbarkeit der Mondsichel voraus, wenn zwischen Sonnenuntergang und Monduntergang mindestens 40 Minuten (10°) liegen⁸³ - für babylonische Zeiten, dortige geographische Breite, Licht- und Luftverhältnisse.

Die Dauer der dunklen Phase zwischen Altlicht und Neulicht schwankt zudem durch

- geographische Breite und Jahreszeit
- Mondbahn (Abstand zur Erde, Neigung zur Ekliptik)
- örtliche Sichtbedingungen (Luftreinheit, Störlicht, Wetter)
- Sehschärfe und Erfahrung des Beobachters

Zwischen dem 29. und 32. nördlichen Breitengrad tritt das Neulicht jahreszeitbedingt 18 bis 42 Stunden nach Neumond ein (Wikipedia), am 60. Breitengrad (Schleswig-Holstein) nach bis zu 59 Stunden; die Zeitspanne zwischen Altlicht und Neulicht schwankt bei optimaler Sicht zwischen 36 und 118 Stunden, praktisch werden 3 bis 5 Tage gezählt. Für Mesopotamien wurden die Sichtbarkeitsverhältnisse letzten 4.000 Jahre mit Näherungsmethoden aufwendig berechnet ⁸⁴.

Schlussfolgerungen

Es ist nur selten möglich, Mondphasenzyklen fehlerfrei zu erfassen, denn:

- Die Beobachtung von Neulicht und Altlicht ist zeitlich eng begrenzt und besonders störanfällig, so dass hier die größten Abweichungen zu erwarten sind.
- Bei ungestörter Beobachtung sind die kleinsten Werte {3,4} für die Dunkelzeit zu erwarten.
- Begrenzte Störungen gleichen sich in der nachfolgenden Beobachtungsphase aus {4,6}, {3,7}.
- Anhaltende Abweichungen, insbesondere beim Beobachten von Vollmond und Halbmond müssen auf ebensolange störende Wetterlagen mit Nebel und dichter Wolkenschicht zurückzuführen sein.

Eine optimale Beobachtungsposition bieten Küsten, Berge und Wüsten durch

- eine Horizontlinie im Osten, damit der Tagesbeginn bei Sonnenaufgang bestimmbar ist;
- eine Horizontlinie im Westen, damit die Mondsichel in der Dämmerung erkennbar ist.
- »Ungünstig« für die Sichtbarkeit ist es, wenn die Mondsichel nur wenig über den Horizont steigt⁸⁵. Die aufwendige Berechnung (nach Yallop⁸⁶) muss ortsspezifisch erfolgen, daher hier nur angenähert die Neulichttermine für das Jahr 2021:

14.1.	13.2.	14.3.	13.4.	13.5.	12.6.	11.7.	10.8.	8.9.	8.10.	6.11.	6.12.
sehr ungünstig	günstig	sehr ungünstig		günstig	sehr günstig	günstig	günstig	ungünstig	ungünstig	sehr ungünstig	günstig

⁸³ L. Brack-Bernsen & H. Hunger, *TU 11*.

A Collection of Rules for the Prediction of Lunar Phases and of Month Lengths, SCIAMVS 3, 2002, 3-90, 39 und 66

⁸⁴ <http://www.gautschy.ch/~rita/archast/mond/mond.html> 2012, rita.gautschy-at-unibas.ch

⁸⁵ Quelle: <http://tipps.himmelszelt.at/neulicht.html>

⁸⁶ Yallop, Bernard D.: *A Method for Predicting the First Sighting of the New Crescent Moon*; NAO Technical Note No. 69, 1997
<http://astro.ukho.gov.uk/download/NAOTN69.pdf>

Notationsformen von Mondphasenzyklen

Die folgenden Muster ergeben sich, wenn Ereignissen ein *Zeitpunkt* zugeordnet wird. Die dafür nötige Vorstellung von Zeit ist jedoch nicht naturgegeben, sondern ein Konstrukt.

Start/Ende	Zwischenbeobachtung als Zeitpunkt	Anzahl von Gruppen	Anzahl von Werten	Zeichen pro Gruppe	Tage
Vollmond	Helle Tage mit & dunkle Tage ohne Mond	2		s.o.	
Vollmond	Halbmond	3	2	5 – 20 – 5	30
Vollmond	Sichelmond	3	2	12 – 5 – 12	29
Vollmond	Halb- und Sichelmond	5	2	7 – 5 – 5 – 5 – 7	29
Neulicht	Voll-, Halb- und Sichelmond	5	2	5 – 7 – 7 – 5 – 5	29
Vollmond	Voll-, Dreiviertel-, Halb-, Sichelmond	7	3	4 – 3 – 5 – 5 – 5 – 3 – 4	29
Neulicht	Voll-, Dreiviertel-, Halb-, Sichelmond	7	3	5 – 3 – 4 – 4 – 3 – 5 – 5	29
	Voll-, Dreiviertel-, Halb-, Sichel-, Neumond	8	2	4 – 3 – 4 – 3 – 4 – 3 – 4 – 3	28

Ursprünglich bildet jedoch der Tag die kleinste, einfach und genau beobachtbare Zeiteinheit. Ein Ereignis nimmt dann einen Tag ein, repräsentiert durch einen Strich, zählbar als 1 und 1 und 1 ... Notationen von Mondphasenzyklen müssten also unterscheiden zwischen Tagen für das Ereignis 'Mondphase' und Tagen für 'keine Mondphase'. Damit verändern sich die obigen Gruppen:

Start/Ende	Zwischenbeobachtung als Tag	Anzahl von Gruppen	Anzahl von Werten	Zeichen pro Gruppe	Tage
Vollmond	Halbmond	6	3	4 – 1 – 19 – 1 – 4 – 1	30
Vollmond	Sichelmond	6	4	11 – 1 – 4 – 1 – 12 – 1	29
Vollmond	Halb- und Sichelmond	10	3	6 – 1 – 4 – 1 – 4 – 1 – 4 – 1 – 6 – 1	29
Neulicht	Voll-, Halb- und Sichelmond	10	3	1 – 4 – 1 – 6 – 1 – 6 – 1 – 4 – 1 – 4	29
Vollmond	Halb- und Sichelmond	10	2	5 – 1 – 5 – 1 – 5 – 1 – 5 – 1 – 5 – 1	30
Neulicht	Voll-, Halb- und Sichelmond	10	2	1 – 5 – 1 – 5 – 1 – 5 – 1 – 5 – 1 – 5	30

Erst in einer weiteren Abstraktionsstufe wäre in Bruchteilen von Tagen zu denken. Das erfordert eine entsprechende Zeitrechnung, Zeitbestimmung, Begriffe für die Kommunikation darüber und Zeichen für Bruchteile von Tagen, also arithmetisches Rechnen.

Schlussfolgerungen

Die Konventionen prähistorischer Zeiten sind nicht bekannt. Die bestmögliche Annäherung daran erfordert jedoch, heutige Konventionen zu erkennen, zurückzunehmen und pragmatische Kriterien wie *Einfachheit* zu priorisieren, vielleicht auch *Nützlichkeit* und *Harmonie*, also:

- der 'Tag' als kleinste Zeiteinheit;
- Gedachte Konstrukte wie Wochen vermeiden;
- Beobachtungsbasierte Konstrukte ['Monat', 'Jahr'] an zyklischen Phänomenen festmachen;
- Striche repräsentieren Ereignisse – sie *können* auch bedeuten: Anzahl oder Dauer (in Ziffern);
- Die Folge von 'Beobachten – Erfassen – Bezeichnen' bedeutet nicht unbedingt auch 'Zählen';
- Natürliche Zahlen, keine Bruchteile von Zahlen; Abstraktionsniveaus beim Zählen erfolgen in Stufen, etwa bei mehr als $3 > 5 > 10 > 20$.
Alte Kalenderformen bevorzugen die Zahlen 5, 7, 12⁸⁹.

⁸⁹ Robert Schindler: *Zwei vorchristliche Jabresteilungen im Deutschen Bauernkalender*. Germanien 12 (1940) 408-420; 13 (1941) 5; 161-174

3.3 Eigenschaften von und Kriterien für Lunationen

Im Unterschied zu Modellen sind Beobachtungsreihen ihrem Wesen gemäß lückenhaft, weil die Beobachtung nicht immer möglich ist; außerdem sind sie wie alle Messungen fehlerbehaftet:

- Unregelmäßige Folgen von 29 und 30 mit einem um 29,5 schwankenden Mittelwert sowie mit sich ausmittelnden Erfassungsfehlern (28, 31 Tage) sprechen für Beobachtungsreihen von Lunationen.
- Regelmäßige Folgen wie 29-30-29-30 sind Konstrukte mit einem (zufälligen?) Mittelwert von 29,5

Kriterien für längere Beobachtungsreihen von Lunationen:

- Maximal fünf 30-tägige Zyklen und maximal vier 29-tägige Zyklen sind in direkter Folge möglich⁹⁰.
- Gruppen von fünf 30-tägigen Zyklen sind selten (12 in 4.000 Jahren).
- Gruppen von vier 30-tägigen Zyklen sind deutlich häufiger (484 in 4.000 Jahren).
- 42 Gruppen von vier 29-tägigen Zyklen gab es nur von -2001 bis -65 BC.
- 644 Gruppen von drei 29-tägigen Zyklen zeigten sich in 4.000 Jahren.

Astronomische Phänomene, die sich *nicht* in einfachen Beobachtungsreihen wiederfinden können:

- Eine durchschnittliche Lunation dauert 29,53 Tage; diese schwankt im Zeitraum von 1900 bis 2100 zwischen 29,272 d und 29,833 d. 5.000 BC war die durchschnittliche Dauer länger und schwankte von etwa 29h 6:30' bis 29h 20:15'⁹¹;
Die Lunationen schwanken zudem periodisch in Form einer Sinuskurve. Eine Schwingung dauert mit 111 Lunationen rund 9 Jahre⁹², daher sinken Dauer und Schwankungsbreite nicht linear.
> Die Abweichungen vom Durchschnitt liegen im Stundenbereich und sind daher nur durch begleitende Messungen im Minuten- bis Stundenbereich über längere Zeit fassbar.
- Das Intervall zwischen zwei Mond-Kulminationen ist größer als 24 Stunden und schwankt etwa (Wikipedia) zwischen 24 h 48' und 25 h 06'. Daher gibt es an manchen Tagen keinen Mondaufgang, weil dieser am Vortag kurz vor Mitternacht aufgeht und am Folgetag kurz nach Mitternacht untergeht.
> Ohne exakte Zeitbestimmung im Minutenbereich ist dieser Unterschied kaum auszumachen.
- Ein weiterer Effekt führt dazu, dass sich die Länge eines Erdtages um 1,78 Millisekunden pro Jahrhundert verlängert, also um 0,89 Sekunden in 50.000 Jahren⁹³.
> Ein Einfluss auf kalendarische Beobachtungen ist damit in diesem Zusammenhang ausgeschlossen.

Systematische Anordnungen von Zeichenfolgen können Zusammenhänge zwischen Tagen und Mondphasen entlang eines *linearen* Zeitstrahls darzustellen. Bereits durch Zählen, Vergleichen und Ordnen kann sich das folgende Bild ergeben, ohne dass dies mit der Vorstellung von »Monat« verbunden wäre. Ohne arithmetisches Rechnen reduziert sich die Tabelle auf ganze Zahlen:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Lichtmonat Mond	27,0	54,0	81,0	108,0	135,0	162,0	189,0	216,0	243,0	270,0	297,0	324,0	351,0
siderischer M.	27,3	54,7	82,0	109,3	136,7	164,0	191,3	218,7	246,0	273,3	300,7	328,0	355,3
synodischer M.	29,5	59,0	88,5	118,0	147,5	177,0	206,5	236,0	265,5	295,0	324,5	354,0	383,5
Sonnenmonate	29	58,0	87,0	116,0	145,0	174,0	203,0	232,0	261,0	290,0	319,0	348,0	377,0
	30	60,0	90,0	120,0	150,0	180,0	210,0	240,0	270,0	300,0	330,0	360,0	390,0
	29/30	29,0	59,0	88,0	118,0	147,0	177,0	206,0	236,0	265,0	295,0	324,0	354,0

90 Berechnete Lunationen von Februar -2001 bis +2000 siehe R. Gautschy.

91 Irv Bromberg, University of Toronto <http://www.sym454.org/lunar/>

92 www.gautschy.ch/~rita/archast/mond/mond.html, R. Gautschy, "Monddaten aus dem Archiv von Illahun: Chronologie des Mittleren Reiches" Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde 178, Vol. 1, 2011, 1-19.

93 [Catherine Hohenkerk \(H.M. Nautical Almanac Office, Taunton\) et al., Proceedings of the Royal Society A: Mathematical and Physical Sciences, doi: 10.1098/rspa.20160404](https://doi.org/10.1098/rspa.20160404)

4. Deutung des Lochstabes von Grube-Rosenfeld

4.1 Methodische Erfassung der Zeichenkomponenten mit formaler Deutung

	Materielle Repräsentation	Zeit	Deutung formal
Entität 1	Notationsfläche	Zeitraum	Beobachtungsziel
Begrenzung	Facetten	Anfang & Ende	
Genutzte Fläche	variiert	Abgeschlossenheit	
Geometrie	Siebeneck	linear, zyklisch	zyklisch wiederholend
Anordnung Entitäten	Beginn mit Lücke, Kerben auf Kanten	Rhythmus	Relationen, Symmetrien
Entität 2	Kerbe	Zeitpunkt	Ereigniseintritt
Form	Strich	Jetzt	Sonnenaufgang
Zeichenarten	einheitliche Form/Länge		
Unsicherheiten	6		
Abstand	Gleichmäßig, immer < als Gruppenabstand	Takt	
Anzahl	278 – 284		
Zahlwerte	{1}		
Entität 3	Kerbengruppe	Zeitraum	Phase (Anfang-Ende)
Form	parallele, gleichlange Striche in Blöcken		Anzahl Tage
Gruppenarten	5 {3,4,5,6,7}		
Unsicherheiten	nein		
Abstand	Immer > als Zeichenabstand		
Anzahl	58		
Zahlwerte	{3,4,5,6,7}		Anzahl gleichartiger Ereignisse
Entität 4	Lücke	Dauer	Ereignis (Anfang-Ende)
Form	Leerraum auf und zwischen den Kanten		Mondphase
Lückenarten	a) Vor der ersten Gruppe b) Zwischen den Gruppen c) Nach der letzten Gruppe		
Unsicherheiten	c) ohne Bedeutung?		
Abstand	eindeutig, doch uneinheitlich		
Anzahl	a) 7 und b) 51 und c) 5 + (2?)		
Zahlwert	{1}		
Entität 5	Zeilen	Wechsel	a) Algorithmus b) Ereignisqualität?
Zeilenarten	1		Teil des Verfahrens
Unsicherheiten	nein		
Abstand	eindeutig, parallel		
Anzahl	7		
Zahlwert	ohne		
Zeilenlänge	Begrenzt		
Entität 6	Spalten		
Zeichenarten	Keine > Konstrukt		Teil der Auswertung
Unsicherheiten	Nicht eindeutig		
Anzahl	11		

4.2 Inhaltliche Deutung

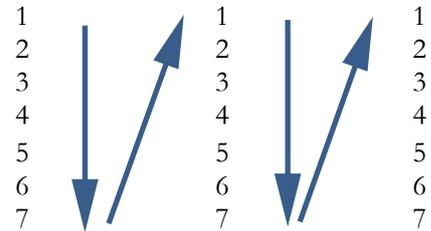
Das **Beobachtungsverfahren** wird wie folgt angenommen:

Der Rhythmus ist durch den Sonnenaufgang bestimmt, der einheitliche Zeitraum durch einen Tag-Nacht-Zyklus, nachfolgend als 'Tag' bezeichnet.

Der Zustand des Beobachters ist durch seine Position bestimmt mit Blick auf den Horizont, wartend und beobachtend.

- Ein Phänomen (z.B. Neulicht des Mondes) wird in der Dämmerung als solches *identifiziert* und als singuläres Ereignis *bewertet*: gestern war kein Neulicht, morgen wird keines mehr sein und auf dem Lochstab wird dieses Ereignis durch einen Leerraum *repräsentiert*.
- Jeder Sonnenaufgang ohne solch ein vergangenes singuläres Ereignis wird als Nicht-Sein bewertet und durch eine Kerbe *repräsentiert*, also durch ein Zeichen für die Abwesenheit eines Leerraumes, dabei entstehen Gruppen von Kerben.
- Das nächste singuläre Phänomen (aufgehender Halbmond) löst einen Zeilenwechsel aus und wird dort durch einen Leerraum *repräsentiert*.
- Und so fort, bis das achte Phänomen wieder in der ersten Zeile notiert wird.

Diese Notationsfolge erscheint auf den ersten Blick seltsam, wirkt jedoch vertrauter mit Blick auf die Leserichtung heutiger Blockkalender in sieben Zeilen von Montag oben bis Sonntag unten in fünf Spalten für 31 Tage.



Der Beobachter misst also dem Phänomen die höchste Bedeutung zu, indem er ihm den größten Raum einräumt. Das Beobachtungsziel richtet sich jedoch auf den Zeitraum zwischen den Phänomenen. Aus heutiger Sicht inkonsequent wird dadurch den unterschiedlichen Zeichen 'Leerraum' und 'Kerbe' derselbe Zeitwert 'ein Tag' zugeordnet.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB		
1	Schritt 1: Deutung der Lücke als Mondphase (ein Tag) und der Kerbgruppen als Abstand (Anzahl Tage)																													
2			1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		Σ (K)	Σ (P)	Σ (K+P)	
3																														
4	1	1	3	1	5	1	5	1	6	1	4	1	5	1	7												35	7	42	
5																														
6	2	1	5	1	5	1	7	1	4	1	5	1	5	1	5	1	5										41	8	49	
7																														
8	3	1	5	1	5	1	5	1	3	1	7	1	3	1	5	1	5	1	4	1	6	1	4				52	11	63	
9																														
10	4	1	5	1	4	1	5	1	5	1	4	1	5	1	4	1	4	1	5	1	4						45	10	55	
11																														
12	5	1	4	1	5	1	4	1	5	1	5	1	5	1	6	1	6	1	6								46	9	55	
13																														
14	6	1	4	1	4	1	4	1	4	1	6	1	4														26	6	32	
15																														
16	7	1	6	1	5	1	6	1	5	1	6	1	6	1	5												39	7	46	
17																											284	58	342	Σ
18																														
19	Σ (Kerben)	32	33	36	32	37	33	32	20	15	10	4														284	\emptyset (K/P)	4,90		
20	kumuliert	32	65	101	133	170	203	235	255	270	280	284																		
21	Σ (Phasen)	7	7	7	7	7	7	7	6	4	3	2	1	0													58			
22	Σ (K+P)	39	40	43	39	44	40	38	24	18	12	5	0															342		
23	kumuliert	39	79	122	161	205	245	283	307	325	337	342	342																	

Tab. 1 Tabellierte Darstellung des Kerbmusters mit dem Wert 1 für jede Kerbe und Anordnung der Kerbgruppen in Spalten.

Die Kerbgruppen enthalten durchschnittlich 4,9 Kerben (Tage). Exakt denselben Durchschnitt ergibt das idealisierte Mondphasenzyklusmodell der Form.

Neulicht	Halbmond	Vollmond	Halbmond	Altlicht	Dunkelzeit	Tage	Lunationen	Tage
1	5	1	5	1	5	Σ 30	5	150 d
1	5	1	5	1	5	Σ 29	5	145 d

Es liegt daher nahe, insbesondere benachbarte (vicinale) Wertepaare {4,6} als Beobachtungsfehler aufgrund gestörter Beobachtungen der wahren Werte {5,5} zu deuten. Solche Vicinalpaare liegen in der Notation bevorzugt *übereinander* und bestätigen damit auch die Notationsrichtung.

Die Kerbgruppen der Beobachtungsreihe verteilen sich wie folgt:

Kerbmuster	III	IIII	IIIII	IIIIII	IIIIIII	
Kerben/Gruppe	3	4	5	6	7	
Anzahl Gruppen	3	16	26	10	3	
Σ Anzahl Kerben in Gruppen	9	64	130	60	21	Ges.: 284

Statistisch ausgemittelt für {5,5} anstelle von {4,6} und {3,7} stimmt folgende Verteilung überein mit dem idealisierten Mondphasenzyklusmodell. Die 6 Kerbgruppen {4} entstehen durch 6 kurze Lunationen {29}.

Typ nach Kerbmuster	III	IIII	IIIII	IIIIII	IIIIIII
Anzahl Kerben/Gruppe	3	4	5	6	7
Anzahl Gruppen		6	52		
Σ Anzahl Kerben in Gruppen	24	260			Ges.: 284

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB				
26	Schritt 2: Anpassen der Zeilenfolge an die Seiten des Lochstabes																															
27		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ (K)	Σ (P)	Σ (K+P)																
28																																
29	3	1	5	1	5	1	5	1	3	1	7	1	3	1	5	1	5	1	4	1	6	1	4						52	11	63	
30																																
31	4	1	5	1	4	1	5	1	5	1	4	1	5	1	4	1	4	1	5	1	4								45	10	55	
32																																
33	5	1	4	1	5	1	4	1	5	1	5	1	5	1	6	1	6	1	6										46	9	55	
34																																
35	6	1	4	1	4	1	4	1	4	1	6	1	4																26	6	32	
36																																
37	7	1	6	1	5	1	6	1	5	1	6	1	6	1	5														39	7	46	
38																																
39	1	1	3	1	5	1	5	1	6	1	4	1	5	1	7														35	7	42	
40																																
41	2	1	5	1	5	1	7	1	4	1	5	1	5	1	5	1	5												41	8	49	
42																													284	58	342	Σ
43																																
44	Σ (Kerben)	32	33	36	32	37	33	32	20	15	10	4																284				
45	kumuliert	32	65	101	133	170	203	235	255	270	280	284																				
46	Σ (Phasen)	7	6	4	3	2	1	0													58											
47	Σ (K+P)	39	40	43	39	44	40	38	24	18	12	5	0																	342		
48	kumuliert	39	79	122	161	205	245	283	307	325	337	342	342																			

Die Analyse des `Schriftbildes` in Absatz 2.1 zeigte, dass die Zeilen (3-4-5-6) eine Gruppe bilden, die Zeilen (7-1-2) eine zweite, vermutlich bedingt durch das Drehen des Lochstabes. Zur Analyse des Kerbmusters werden die Zeilen nun entsprechend angeordnet.

Die Beobachtungsreihe beginnt damit in Zeile 3, als Beobachtungsbeginn wird `Neulicht` gesetzt, weil alle bekannten Mondkalender der Geschichte damit beginnen – außer dem altägyptischen, der bei `Altlicht` begann. Das obige Mondphasenzyklusmodell zugrunde legend zeigt die nachfolgende Abbildung Markierungen für **Neulicht** und **Vollmond**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB			
50																															
51	Schritt 3 Zuordnung ausgewählter Mondphasen											Neulicht			Vollmond			Altlicht													
52			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ (K)	Σ (P)	Σ (K+P)														
53																															
54	3	1	5	1	5	1	5	1	3	1	7	1	3	1	5	1	5	1	4	1	6	1	4			52	11	63			
55				VM-2									VM-9			VM-11					VM-12										
56	4	1	5	1	4	1	5	1	5	1	4	1	5	1	4	1	4	1	5	1	4					45	10	55			
57							VM-5																								
58	5	1	4	1	5	1	4	1	5	1	5	1	5	1	6	1	6	1	6							46	9	55			
59		VM-1											VM-8																		
60	6	1	4	1	4	1	4	1	4	1	6	1	4														26	6	32		
61					VM-4																										
62	7	1	6	1	5	1	6	1	5	1	6	1	6	1	5												39	7	46		
63									VM-7																						
64	1	1	3	1	5	1	5	1	5	1	4	1	5	1	7												35	7	42		
65				VM-3																											
66	2	1	5	1	5	1	7	1	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5								41	8	49		
67							VM-6						VM-10															284	58	342	
68																															
69	Σ (Kerben)		32		33		36		32		37		33		32		20		15		10		4				284				
70	kumuliert		32		65		101		133		170		203		235		255		270		280		284								
71	Σ (Phasen)	7		7		7		7		7		7		6		4		3		2		1		0			58				
72	Σ (K+P)		39		40		43		39		44		40		38		24		18		12		5		0			342		342	
73	kumuliert		39		79		122		161		205		245		283		307		325		337		342		342						
74	Lunationen	29		27		29		29		29		31		31		28		30		31		31				29,5455					

Lesehilfe von oben nach unten für die erste Lunation:

Z3/1: Neulicht (1 Tag) und Kerbgruppe {5} (5 Tage)

Z4/1: zunehmender Halbmond (1 Tag) und Kerbgruppe {5} (5 Tage)

Z5/1: Vollmond (1 Tag) und Kerbgruppe {4} (4 Tage)

Z6/1: abnehmender Halbmond (1 Tag) und Kerbgruppe {4} (4 Tage)

Z4/1: Altlicht (1 Tag) und Kerbgruppe {3} (3 Tage)

4.3 Ergebnis

Insgesamt ergibt sich eine Identität der Notation (1) mit zahlenmäßig gedeuteten Beobachtungswerten (2) und mit theoretischen Werten (3).

Die Notation lässt sich deuten als Beobachtungsreihe von elf Lunationen {27,28,29,30,31}, beginnend mit Neulicht und endend mit der zwölften Vollmondsichtung.

Beobachtungsfehler führen zu Schwankungen einzelner Werte um den wahren Wert {5}. Diese mitteln sich weitgehend innerhalb einzelner Lunationen heraus. Das zeigt, dass sehr genau beobachtet und exakt dokumentiert wurde, ohne die erfassten Werte durch Ausmitteln zu optimieren.

Die verbleibenden Schwankungen der elf Lunationen {27,28,29,30,31} mitteln sich nahezu hundertprozentig heraus, da die so berechnete Lunation von 29,5455 vom richtigen Wert für den synodischen Monat mit 29,5306 Tagen nur um 0,05% abweicht.

Test: In das verwendete Verfahren lassen sich die idealisierten Werte {4,5} einsetzen, ohne dass sich die Deutung dadurch verändert (s. Abb. Unten).

Nicht geklärt ist, wie dieser Algorithmus auf dem Lochstab mit den sieben Zeilen mathematisch funktioniert. Er erinnert vage an die »Wechselwegnahme« als Anwendung des *euklidischen Algorithmus*, der bereits in der Antike als altbekannt galt. Dies könnte ein Mathematiker prüfen.

Eine Überprüfung des Lunationsmusters mit der damaligen Wirklichkeit über das Muster der Lunationsfolge ist nicht möglich, denn

»unsere Rechnungen [sind] wegen der Verlangsamung der Erdrotation (Berücksichtigung des sogenannten deltaT-Wertes) zu ungenau, als dass wir damit weit in prähistorische Zeiten kommen würden. Bereits Anfang des 3. Jt. v. Chr. kann ich für Ägypten in vielen Fällen nicht eindeutig sagen, ob die Mondsichel am Morgen von Tag x+1 noch sichtbar war, oder doch nicht, wenn ich die mögliche Variationsbreite des delta-T-Wertes berücksichtige.«⁹⁴

94 Dr. Rita Gautschy, Universität Basel, Departement Altertumswissenschaften, E-Mail 15.12.2020 07:51

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB		
131	Schritt 5 wie 3, aber mit idealisiertem Zyklus											Neulicht			Vollmond			Altlicht												
132		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	Σ (K)	Σ (P)	Σ (K+P)			
133																														
134	3	1	5	1	5	1	5	1	4	1	5	1	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5			53	11	64		
135			VM-2									VM-9				VM-11				VM-12										
136	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	4	1	5	1	5	1	5	1	5			49	10	59		
137							VM-5																							
138	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5			45	9	54		
139	VM-1										VM-8																			
140	6	1	5	1	5	1	4	1	5	1	5	1	5													29	6	35		
141				VM-4																										
142	7	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5											35	7	42		
143										VM-7																				
144	1	1	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5			34	7	41		
145		VM-3																												
146	2	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	4									39	8	47		
147						VM-6						VM-10														284	58	342		
148																														
149	Σ (Kerben)		34		35		34		34		35		34		29		19		15		10		5			284				
150	kumuliert		34		69		103		137		172		206		235		254		269		279		284							
151	Σ (Phasen)	7		7		7		7		7		7		6		4		3		2		1		0		58				
152	Σ (K+P)	41		42		41		41		42		41		35		23		18		12		6		0						
153	kumuliert	41		83		124		165		207		248		283		306		324		336		342		342						
154	Lunationen	30		29		30		29		29		30		30		29		29		30		29				29,4545				

Abb.: In der Tabelle wurden die beobachteten Werte durch die idealisierten Werte ersetzt.

Diese Bewertung genügt auch den⁹⁵:

Criteria for Notation

Key Characteristics

10. The repetition of a single element, with pertinent variation.
11. The identification of pertinent and non-pertinent variation
12. Each mark should be clearly definable
13. Recognition of the 'path' of the sequence.

Subsidiary Characteristics

14. Any apparent divisions should be recognised
15. Positional notation
16. Cipherisation.

Criteria for Lunar Notation

17. Fit with a lunar/solar/astrological sequence by,
 - a) An established, consistent and repetitive pattern
 - b) Clear indication of any characteristic points relative to the sequence

⁹⁵ Robinson, Judith Elizabeth (1993) *Neither use nor ornament: a consideration of the evidence for the existence of a system of communication and notation in the European upper Palaeolithic*, Diss. Durham University. <http://etheses.dur.ac.uk/5748/>; siehe Anhang: Table 1