

Arbeitsleistung und gesellschaftliche Leistung bei Megalithgräbern Das Fallbeispiel Orkney

Johannes Müller

Zusammenfassung: Mit Hilfe experimentell-archäologischer und ethnologischer Vergleichsdaten ist die Berechnung der in eine Großsteinanlage investierten „Arbeits“leistung möglich. Dabei werden vor allem Daten aus nichtindustriellen Gesellschaften mit vormetallzeitlichen Arbeitsmitteln berücksichtigt. Offenbar errichteten kleine Gemeinschaften in relativ kurzer Zeit Megalithgräber.

Unter der Voraussetzung einer ausreichenden Quellenlage und der absolutchronologischen Datierung der Monumente einer Region können Aussagen zur wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung prähistorischer Gruppen gewonnen werden. Für die Orkney Inseln, wo sowohl ein guter Forschungsstand als auch eine hervorragende Quellenlage vorliegen, konnte im Zusammenhang mit archäologischen, osteologischen und pollenanalytischen Daten die in die Monumente investierte gesellschaftliche „Leistung“ mit anderen Faktoren der dortigen Kulturentwicklung korreliert werden. Offenbar zeichnet sich eine soziale Veränderung am Übergang vom Spätneolithikum zur Frühbronzezeit ab.

Summary: Ethnoarchaeological analogies as well as those from experimental work in respect to the construction of prehistoric monuments are listed and compared. Data from non-industrial societies, which did not use metal tools, has been selected for further analyses: these standardized items form the base for the calculation of the time investment, which is necessary for different construction processes. Respectively, the time investment for a late neolithic megalith was calculated: a relatively short time.

In regions with a favourable preservation of archaeological monuments and absolute chronological evidence, social and economic development of prehistoric groups should be discussed. On Orkney, where preservation and dating fits these demands, work-investments for megaliths are evaluated. The relation between on the one hand archaeological, osteological and pollenanalytical evidence, on the other hand the curve of relative work investment by centuries indicates a process of cultural change. A social development, starting with an egalitarian late neolithic society and ending with stratified early bronze age society, is postulated.

Résumé: On est en mesure à l'aide de données comparatives en archéologie expérimentale et en ethnologie de calculer la somme de travail fournie pour une construction mégalithique. On retient essentiellement les données livrées par les sociétés non-industrielles possédant des outils et des méthodes de travail antérieure à l'Age des Métaux. Il semblerait que de petits groupes dans un laps de temps relativement court construisaient des tombeaux mégalithiques.

On peut avancer des affirmations sur le développement économique et social de groupes préhistoriques à condition d'être en possession de sources suffisantes et de la datation des monuments d'une région d'après la chronologie absolue. On a pu mettre en corrélation dans le cas des îles Orkney, pour lesquelles on possède aussi bien une bonne base de recherches que d'excellentes sources, les données archéologiques, ostéologiques, les analyses de pollens et la somme du travail de la communauté investie dans les monuments avec d'autres facteurs du développement de la culture locale. Un changement social se dessine de toute évidence au passage du Néolithique récent à l'Age du Bronze ancien.

1. Einleitung

In der Urgeschichtsforschung ist bisher nur selten der Versuch unternommen worden, die ökonomische Leistungsfähigkeit einer prähistorischen Gruppe zu untersuchen. Sowohl die vom Forschungsobjekt bedingte unvollständige Quellenlage als auch die Schwierigkeit, ökonomische „Leistung“ für nichtindustrielle Gesellschaften zu definieren und zu messen, verhinderten bisher Kalkulationen z. B. zur Arbeitsleistung oder beschränkten diese auf einzelne Monumente¹.

Im folgenden sollen

1. eine Berechnungsgrundlage für die Arbeitsleistung bei Megalithbauten,
2. eine quellenkritische Überprüfung der Verbreitung von Megalithbauten auf Orkney,
3. eine Kalkulation der relativen Entwicklung der in orkadische Megalithgräber investierten Leistung und
4. ein Vergleich der Arbeitsleistungskurve mit anderen Veränderungen im archäologischen Material

vorgenommen werden, um ein Modell für die soziale und wirtschaftliche Entwicklung im orkadischen Spätneolithikum zu erarbeiten. Die Wahl fiel auf Orkney, da hier im Gegensatz zu den meisten anderen Verbreitungsgebieten mit Großsteinanlagen sowohl Forschungsstand als auch Quellenlage ausgesprochen positiv zu beurteilen sind. Dementsprechend erscheint mir hier der Versuch, gesellschaftliche Phänomene zu rekonstruieren, am aussichtsreichsten.

Die Darstellung der relativen Entwicklung der Arbeitsleistung ist natürlich nur bei einer ähnlich vorteilhaften Quellenlage und bei der Verwendung kalibrierter ¹⁴C-Daten möglich². Eine solche Studie wird auf Regionen mit kalkulierbarer Quellengüte beschränkt bleiben³. Dagegen können die Leistungsberechnungen für einzelne Megalithbauten unter leichten Veränderungen auf fast alle anderen Anlagen gleichen Types übertragen werden⁴.

2. Die Arbeitsleistung beim Bau von Megalithanlagen

Bei Großsteinanlagen handelt es sich um relativ monumentale architektonische Leistungen, die mit einfachen

technischen Mitteln errichtet werden können. Um den Arbeitsaufwand für ein solches Bauwerk zu berechnen, wofür sowohl ethnologische als auch experimentell-archäologische Beobachtungen herangezogen werden sollen, müssen die Arbeitsschritte und Bauphasen des Monumentes differenziert werden.

Qualitative Unterschiede der Arbeitsprozesse liegen bei den in dieser Studie zu betrachtenden Bauten vor allem zwischen den megalithischen Ganggräbern (englisch: „chambered cairns“) und den Erd- bzw. Steinkreisanlagen (englisch: „henges“ und „stone circles“) vor.

Für Großsteingräber, die aus einer Kammer, einem Gang und dem Hügel bestehen, müssen folgende Arbeitsprozesse unterschieden werden, deren Arbeitsaufwand einzeln zu kalkulieren und schließlich insgesamt zu addieren ist:

1. Der Platz für die Großsteinlage wird begradigt und für den Bau präpariert.

2. Die Errichtung der Anlage selbst beginnt offenbar mit dem Aufstellen der Orthostaten der Grabkammer und des Ganges bzw. dem Mauern der Trockenmauern beider Komplexe. Die Orthostaten werden sowohl direkt auf dem gewachsenen Boden als auch in extra vorbereiteten Gräben oder Gruben plaziert. Dabei übernehmen kleinere Steine die Funktion von Keilen und Stabilisatoren⁵. Erstaunlich bleibt, daß nur in den seltensten Fällen für die Konstruktion wichtige Steine behauen wurden⁶.

3. Eventuell gleichzeitig wird der Stein- bzw. Erdhaufen der Grabkammerummantelung und des eigentlichen Grabhügels aufgeschüttet und in großen Teilbereichen als Trockenmauerwerk errichtet⁷. Vor allem J. Hedges hat für die orkadischen Anlagen auf die mehrgliedrige Ummantelung mit Trockenmauerpaketen hingewiesen⁸: Sorgfältig gesetzte Steinmäntel wechseln sich mit lose „geworfenem“ Steinmaterial ab.

4. Über diesen Hügel können die großen Steinplatten zur Abdeckung von Kammer und Gang heransportiert werden, um sie schließlich auf Orthostaten bzw. Trockenmauerwerk der Kammer- und Gangbegrenzung

¹ Z.B. M.K.H. Eggert, Riesentumuli und Sozialorganisation: Vergleichende Beobachtungen zu den sogenannten „Fürstengräbern“ der späten Hallstattzeit. Arch. Korrb. 18, 1988, 263–274.

² Alle kalibrierten Daten werden als „v. Chr.“ bezeichnet, alle unkalibrierten mit „bp“ oder „bc“.

³ Vergleiche z. B. F.W. Hammond, The Interpretation of Archaeological Distribution Maps: Biases inherent in Archaeological Fieldwork. In: G. Bauchhenß (Hrsg.), Naturwissenschaftliche Beiträge zur Archäologie. (Köln/Bonn 1980) 193–216.

⁴ Vgl. z. B. Kleinenkneten 1 (J. Müller, die Arbeitsleistung bei der Großsteinanlage Kleinenkneten 1. In: M. Fansa (Hrsg.), Experimentelle Archäologie in Deutschland [Oldenburg 1990] 210–219).

⁵ Sowohl die Vorbereitung von Gruben für die Orthostaten als auch das Setzen dieser auf den gewachsenen Boden können in der gleichen Anlage nebeneinander auftreten. Dies beschreibt Eogan für Knowth I (G. Eogan, Knowth and the passage-tombs of Ireland [London 1986] 116 ff.). Dabei sind einzelne Gruben extra unterschiedlich tief gegraben worden, um einen kongruenten Abschluß der Orthostaten zu erreichen. Als Grabwerkzeug wurde das Schulterblatt eines Ochsens im linken Teil der östlichen Kammer, ebenfalls Fundstelle I, gefunden (ebd. 133).

⁶ Hier kann z. B. Knowth angeführt werden (Eogan [Anm. 5] 116). Dagegen sind die Sandsteinplatten des Ganggrabes Maes Howe, Orkney, extra bearbeitet worden (siehe z. B. A. Henshall, The Chambered Cairns. In: C. Renfrew, The Prehistory of Orkney [Edinburgh 1985] 83–117; 96), u. a. um die Grabkammer gegen den Torfmantel des Grabhügels zu versiegeln. Auch bei den norddeutschen Großsteinanlagen wurden Findlinge zumeist unbearbeitet als Träger- oder Decksteine eingesetzt. Vergleiche z. B. für Kleinenkneten 1 K. Michaelsen, Die Ausgrabungen der beiden Hünenbetten von Kleinenkneten in Oldenburg 1934–39. Oldenburger Jahrb. 75/76, 1975/76, 215–249.

⁷ In Knowth Site 17, Knowth Site 1 und Newgrange liegen Hinweise auf eine simultane Konstruktion von Ummantelung und Kammer vor (Eogan [Anm. 5] 133). In Knowth 17 fand sich z. B. im Hügel nahe der Grabkammer ein Material, das vom Rest des Steinhaufens zu differenzieren war und zur Kammer hin abfiel. Offenbar wurde hier mit der Weiterarbeit des Hügelmantels so lange gewartet, bis verschiedene Konstruktionselemente der Zentralkammer endgültig fertiggestellt waren.

⁸ J.W. Hedges, Isbister – A chambered tomb in Orkney (Oxford 1983) 206. Die Diskussion über den „multiphase“ Cha-

Rohstoffgewinnung – Ethnologische und experimentelle Beispiele

Material	Menge (kg) gm	Zeit h	Arbeitsmittel	Ort	Literatur
Kalkstein	1650	5	Holzstangen	Yucatan	Erasmus 1965,286
Kalkstein	330	1	Holzstangen	Yucatan	Erasmus 1965,286
Kalkstein	5000	5	Eisenstange	Yucatan	Erasmus 1965,286
Kalkstein	1000	1	Eisenstange	Yucatan	Erasmus 1965,286
Erde	3380 2,6	5	Grabstöcke	Yucatan	Erasmus 1965,277
Erde	676 0,5	1	Grabstöcke	Yucatan	
Sandstein	16243 7,8	8	Eisenwerkzeug	Orkney	Renfrew 1979,66
Sandstein	2030 1,0	1	Eisenwerkzeug	Orkney	
Kreide	152	1	Picken (Hirschgeweih), Schaufeln (Pferdeschulter)	Overton Down	Jewell 1963,50f.
Kreide	16,6		"-"	Overton Down	Jewell 1963,50ff.
Kalkstein	750	1	Moderne Mittel (ohne Schubkarre)	Overton Down	Coles 1976,39
Feuchte Kreide	250	1	Geweihpicken	Overton Down	Coles 1976,39
Oolith	508	8	Gewei hhämmer	Rodmarton	Clifford 1950,35
Oolith	63	1	Gewei hhämmer	Rodmarton	
Kalkstein	180 0,1	1	Silexklingen	Mexiko	Puleston 1971

Abb. 1: Zeitaufwand für die Rohstoffgewinnung mit einfachen und modernen Arbeitsmitteln. Die Leistungsangaben beziehen sich auf eine Person. Zeilen ohne Literaturangaben beinhalten eigene Umrechnungen. Die Literaturhinweise finden sich vollständig im Text.

abzulegen. Falls statt der Steinplatten, die jeweils nur eine begrenzte Spannweite und damit Breite der Kammer erlauben, die Kraggewölbetechnik bevorzugt wird, sind die in den Kammerbereich hineinkragenden Platten nach außen mit steinernen Gegengewichten zu beschweren⁹. Der Steinmantel übernimmt also in den oberen Bereichen die Funktion, die Tragfähigkeit des Kraggewölbes erst zu ermöglichen. Den Abschluß des falschen Gewölbes bildet ein Deckstein, der ebenfalls über den

rakter einzelner chambered cairns auf Orkney wird im wesentlichen auch über die Frage der chronologischen Differenzierbarkeit dieser Ummantelungen geführt. Vgl. J. Müller, *The chambered cairns of the Northern and Western Isles – Architectural Structure, Information Transfer and Locational Processes*. Occasional Paper of the Department of Archaeology Edinburgh 16 (Edinburgh 1988) 32f.

⁹ Siehe z. B. Eogan (Anm. 5) 134: An der Außenwand der Orthostaten von Fourknocks I findet sich ein Lehmfundament, auf dem drei Steinreihen am oberen Rand der inneren Steinsäule eine Auflageebene schaffen. Hier liegt die erste Steinplatte auf, die nach innen kragt und den Beginn des Steingewölbes schafft. Am äußersten Rand der Platte liegen Steine auf, die ein Ausgleichsgewicht für die innen aufliegende nächste Krage bilden.

„cairn“ und den bereits fertiggestellten Gewölbeteil hertransportiert werden muß¹⁰.

Der Bau des Ganggrabes wird mit dem äußeren Mantel des Steinhaufens („cairn“) abgeschlossen. Dieser kann nach außen mit einem extra Steinkreis oder einer Steinmauer sowohl funktional wie auch dekorativ umrahmt werden¹¹.

Zu den Arbeitsprozessen direkt an der Anlage müssen die Arbeitsgänge zur Gewinnung und zum Herantransport

Vergleiche von Kraggewölbebauten unterschiedlichster Zeiten deuten daraufhin, daß immer eine relativ ähnlich umfangreiche Ummantelung nötig ist, um Kraggewölbe zu stützen. Dementsprechend stimmen die Grundrißdimensionen westirischer Einsiedeleien aus dem Frühmittelalter und kleiner schottischer Megalithbauten aus dem Spätneolithikum überein (Müller [Anm. 8] 15).

¹⁰ Atkinson postuliert eine Konstruktionsweise, bei der die offene Kammer mit Holz o.ä. ausgefüllt und der Deckstein „aufgesetzt“ werden kann (R.J.C. Atkinson, *Neolithic Engineering*. *Antiquity* 35, 1961, 292–299; 298).

¹¹ D. Fraser, *Land and Society in neolithic Orkney* (Oxford 1983) 75f. Hier können auch regelrechte Fassaden als Einfassungen aus Orthostaten auftreten (vgl. z. B. Michaelsen [Anm. 6] 226).

des Materials addiert werden. Steinebrechen (evtl. Erde lockern), Aufladen, Transportieren, Abladen, Aufstellen und Trockenmauern bilden neben Planung und Ausmessen die anfallenden Arbeiten bei der Errichtung einer Megalithanlage.

Berechnung der für den Hügel notwendigen Arbeitsleistung

Die für die Errichtung eines Stein- oder auch Erdhügels nötigen Arbeitsschritte wurden bereits von Renfrew¹² weiter differenziert: Steine müssen gebrochen, in Körbe oder auf Bahren geladen, über eine Distanz getragen, abgeladen und schließlich vermauert werden.

Während allerdings Renfrew versucht, die Arbeitsleistung für die Großsteinanlage Quanterness aufgrund der Aussagen eines älteren orkadischen Steinmetzes, der eiserne Werkzeuge besaß, zu quantifizieren, zeigen ethnographische und experimentelle Vergleiche, daß seine Kalkulation sehr zweifelhaft bleibt¹³.

Die Gewinnung des Rohmaterials

Allein Experimente im Versuchserdwerk Overton Down, England, und in Uxmal, Yucatan, zeigen, wie die Benutzung von eisernen Brechstangen und Schaufeln die Menge an losgebrochenem Material mindestens verdreifacht¹⁴. Um einen Richtwert für die Berechnung des Zeitaufwandes zur Rohstoffgewinnung, hier also dem Losbrechen von Steinen oder dem Lockern von Erde, zu gewinnen, konnten die durchgeführten Versuche für eine Tabelle standardisiert werden (Abb. 1). Die aufgelisteten Fälle beziehen sich auf

- die von Erasmus in Yucatan durchgeführten Experimente mit erfahrenen Maya-Nachkommen zur Berechnung des Arbeitsaufwandes für Uxmal¹⁵;
- die von Jewell beschriebenen Ergebnisse von Overton Down, England¹⁶;
- verschiedene ethnologische Parallelen und weitere Experimente im Zusammenhang mit Ausgrabungen¹⁷.

Die Umrechnung auf Werte pro Person und pro Stunde führt zu folgenden Ergebnissen:

¹² A. C. Renfrew, *Investigations in Orkney* (London 1979) 66.

¹³ So belegen die folgenden Ausführungen, daß der Einfluß des Arbeitsgerätes auch bei verhältnismäßig einfachen mechanischen Arbeiten erheblich ist.

¹⁴ Ch. J. Erasmus, *Monument Building: Some Field Experiments*. *Southwestern Journal Anthropology* 21, 1965, 277–301; 286. – P. A. Jewell (Hrsg.), *The Experimental Earthwork of Overton Down, Wiltshire 1960* (London 1963).

¹⁵ Erasmus (Anm. 14) 277–301.

¹⁶ Jewell (Anm. 14) 50 ff.

¹⁷ Th. Shaw, *Methods of Earthwork Building*. *Proc. Prehist. Soc.* 36, 1970, 380–383; 380 f. – D. E. Puleston, *An experimental approach to the function of Classic Maya cultus*. *American Anthropology* 36, 1971, 322–34. – J. Coles, *Erlebte Steinzeit* (München 1976) 39. – J. Schulze-Forster und D. Vorlauf, *Experimenteller Nachbau eines spätbronzezeitlichen Hügelgrabes auf den Lahnbergen bei Marburg*. *Arch. Korrb.* 19, 1989, 257–263.

¹⁸ Ralston verwendet z. B. bei der Berechnung der Arbeitsleistung der Stones of Stenness, Orkney, alternativ einen Faktor x2 und x4 für den Stromness-Buntsandstein gegenüber südenglischer Kreide (I. B. M. Ralston, *Estimate of the Effort involved in the*

1. Das kundige Losbrechen von Steinen durch erfahrene Maya-Nachkommen in Yucatan erhöht die Menge des gewonnenen Materials gegenüber den Versuchen verschiedener Laien in Overton Down oder bei Ausgrabungen. So können z. B. in Yucatan ca. 330 kg gegenüber 250 kg oder sogar nur 150 kg in England losgebrochen werden.

2. Der Einfluß des Arbeitsgerätes auf das Ergebnis ist erheblich. Eiserner Brechstangen erbringen eine Verdreifachung des Arbeitsergebnisses gegenüber traditionellen Grabstöcken. Auch der Vorteil des Einsatzes einer zweiseitig bearbeiteten Silexklinge unter gleichbleibenden übrigen Bedingungen gegenüber Holzstangen ist auffällig.

3. Der unterschiedliche Schwierigkeitsgrad beim Bearbeiten verschiedener Rohmaterialien ist zu bedenken. Leider wurden die meisten Daten für Kalkstein gewonnen. So bleibt die Diskussion eines Multiplikationsfaktors für andere Gesteinsarten oft hypothetisch¹⁸. Über Umfragen bei nordhessischen Steinbrüchen und älteren Arbeitern konnte in Erfahrung gebracht werden, daß die einfache Sprengung und Bearbeitung von Gneis bzw. Granit etwa 40% mehr Zeit erfordert als die gleiche Arbeit an Sandstein oder Kalk¹⁹.

Bei den folgenden Berechnungen werden die von Erasmus gelieferten Daten benutzt, da bei seinen Experimenten erfahrene Maya-Nachkommen als Teilnehmer zur Verfügung standen. Als geübte Handarbeiter erbrachten sie wohl eher eine realistische Arbeitsleistung als andere Teilnehmer²⁰. Dementsprechend wird pro Personstunde eine Menge von ca. 330 kg gebrochener Kalksteine mit Hilfe einfacher Holzstangen oder ca. 670 kg gelockerte Erde beim Einsatz traditioneller Grabgeräte gewonnen. Dies entspricht 0,18 m³ Kalkstein bzw. 0,5 m³ Erde²¹.

Aufladen, Transportieren und Abladen des Rohmaterials

Auch für die Beförderung des gebrochenen oder gelockerten Materials stehen mit dem Experiment von Erasmus bei Uxmal die besten Daten zur Verfügung (siehe Abb. 2)²². Bei einer zu bewältigenden Distanz von 1 km kann

construction of the Stones of Stenness, Orkney. *Proc. Soc. Antiqu. Scotland* 107, 1975/76, 50–53; 51). Trotzdem kann für die Bearbeitung von orkadischem Buntsandstein ein ähnlicher Aufwand wie für Kalkstein angenommen werden. Ein Vergleich der Daten für das Brechen von Kalkstein mit eisernen Brechstangen in Mexiko mit den Werten für Orkney zeigt, daß der Arbeitsaufwand im letzteren Fall nicht größer ist. Offenbar führt die Struktur des Stromness-Buntsandsteines zu einem guten Bruch, der die größere Härte des Materials gegenüber Kalkstein ausgleicht. Der sogar höhere Wert für Buntsandstein läßt sich mit dem höheren technischen Standard auf Orkney um 1900 im Vergleich zu der Arbeit in Yucatan 1964 erklären.

¹⁹ Diese Angaben verdanke ich vor allem H. Deuermeier, 3549 Breuna.

²⁰ Vergleiche Eggert (Anm. 1) 269.

²¹ Erasmus (Anm. 14) 285 ff. Die Werte für das Lockern der Erde entsprechen in etwa den Daten, die von Eggert für die Errichtung einer Rampe mit traditionellen Grabstöcken in Nigeria errechnet wurden (Eggert [Anm. 1] 266).

²² Erasmus (Anm. 14) 284–287.

Das Laden, Tragen und Abladen von Rohmaterial

Aktivität	Hilfsmittel	Gewicht kg	Material	Distanz	Zeit	Kraft (Pers.)	Ort	Literatur
Transportiern	Körbe	250	Kalkstein	1000m	5h	1	Yucatan	Erasmus 1965,287
Transportieren	Körbe	50	Kalkstein	1000m	1h	1	Yucatan	Erasmus 1965,287
Transportieren	Körbe	2300	Erde	100m	5h	1	Yucatan	Erasmus 1965,284f.
Transportieren	Körbe	455	Erde	100m	1h	1	Yucatan	Erasmus 1965,284f.
Tragen		1000	Monolith	7000m	1Wo.	35	Kolumbien	Coles 1976,83
Tragen	Tragegestell	1500	Mercedes			60	Nepal	Coles 1976,83
Ziehen	Rollen	32000	Monolith			200	Bougon	Mohen 1980
Ziehen	Schlitten und Rollen	11000	Monolith	3000m		552	Sumba	Heizer 1966
Ziehen	---	1000	Block	1/2Meile	8h	22	Salisbury	Atkinson 1956,115
Ziehen	---	4000	Block	1 Meile	9h	100	Salisbury	Hawkins 1965,96
Ziehen	---	30000	Block	1 Meile	9h	700	Salisbury	Hawkins 1965,96
Ziehen	Seile	12000	Block	Wiese		180	Osterinsel	Heyerdahl 1957,103f.
Laden	Körbe	4572	Steine	23m	8h	1	Orkney	Renfrew 1979,213f.
Befördern	Körbe	6682	Steine	23m	8h	1	Orkney	Renfrew 1979,213f.

Abb. 2: Laden, Befördern und Abladen von Rohmaterialien oder großen Steinblöcken mit einfachen Arbeitsmitteln. Die Literaturhinweise finden sich im Text.

ten pro Personenstunde ca. 50 kg Steine beim Einsatz von Körben aufgeladen, transportiert und wieder abgeladen werden. Dies entspricht einem Volumenanteil von $0,028 \text{ m}^3$. Es wurden etwa 45 kg Erde pro Personenstunde auf eine Distanz von 100 m befördert, die transportierte Menge besaß ein Volumen von $0,35 \text{ m}^3$.

Obwohl im folgenden sowohl die Werte von Erasmus als auch eine Distanz von 1 km beim Transport von Steinen und 100 m bei Erde als Standard für die Berechnungen angenommen werden, ist ein weiteres Resultat der Experimente in Yucatan nicht zu vernachlässigen: Die Menge an transportiertem Material kann bei gleichem Energieaufwand mit abnehmender Distanz exponentiell gesteigert werden²³. Tatsächlich entsprechen die von Erasmus für eine Distanz von 23 m veranschlagten Werte den aus den von Renfrew gelieferten Daten zu berechnenden Beförderungsmengen von etwa 800 kg Gesteinsmaterial bei gleicher Distanz²⁴.

Aus den Angaben für einen traditionellen Transport von Gestein auf Orkney um 1900 (ebenfalls nur mit Körben)

läßt sich weiterhin ablesen, daß allein das Aufladen des Gesteines fast 40% der für die Beförderung nötigen Arbeitsleistung absorbiert (siehe Abb. 2). Dementsprechend bleibt der Fehler, der sich aus einer falsch bemessenen Distanz für den Transport des Rohmaterials zu einer Megalithanlage ergeben würde, geringfügig.

Das Trockenmauern

Für die Errichtung eines Trockenmauerwerkes bieten die Daten von Orkney um 1900 den besten Anhaltspunkt (siehe Abb. 3)²⁵. So werden in 8 Stunden ca. $3,04 \text{ m}^3$ Trockenmauerwerk aus ca. $3,67 \text{ m}^3$ Sandsteinbrocken von einem traditionellen Maurer errichtet, was der Verarbeitung von ca. 1700 kg Material entspricht. Die Sandsteine sind größtenteils unbehauen. Umgerechnet ergibt sich pro Personenstunde ein Mauerwerk von $0,38 \text{ m}^3$ Volumen mit 212 kg Buntsandstein aus $0,45 \text{ m}^3$ gebrochenem Rohmaterial.

Dagegen scheint der Aufwand auch für sehr einfache Mörtelmauern viel arbeitsintensiver. Die Daten aus Yu-

²³ Erasmus (Anm. 14) 288.

²⁴ Über die bei Renfrew genannten Relationen zwischen Volumen und Gewicht bei Buntsandstein und Buntsandsteinbrocken

lassen sich die Transportgewichte pro Personenstunde errechnen (Renfrew [Anm. 12] 66).

²⁵ Renfrew (Anm. 12) 213 f.

Trockenmauern

Volumen qm	Gewicht kg	Material	Zeit	Ort	Literatur
3,04	1699	Sandstein	8	Orkney	Renfrew 1979, 213f.
0,38	212	Sandstein	1	Orkney	Renfrew 1979, 213f.
2,3	560	Kalkstein	5	Yucatan	Erasmus 1965, 293

Abb. 3: Trockenmauern mit einfachen Arbeitsmitteln. Die Literaturangaben finden sich im Text.

catan für eine traditionelle Mauer der Maya ergeben pro Personenstunde nur 0,05 m³ Mauervolumen mit einem verarbeiteten Steingewicht von ca. 75 kg als Arbeitsprodukt²⁶.

Folglich können hier die Daten von Orkney als Standard für die Arbeitszeitberechnungen eingesetzt werden. Weiterhin gehe ich aufgrund verschiedener Befunde davon aus, daß durchschnittlich etwa die Hälfte des Steinmantels tatsächlich mit Trockenmauern konstruiert ist, während die andere Hälfte des Hügelvolumens aus Füllsteinen besteht²⁷. Der errechnete Arbeitsaufwand für das Trockenmauern eines „cairn“ wird deshalb durch zwei dividiert.

Die Arbeitsleistung beim Bau von Kammern und Gang

Die Berechnung der Arbeitsleistung des eigentlichen Kammer- und Gangbereiches einer Megalithanlage gestaltet sich sehr viel schwieriger als die für den Steinmantel. Einzelne Arbeitsprozesse sollen an den verschiedenen Konstruktionselementen dargestellt werden.

Die Wände der inneren Anlage bestehen bei vielen Ganggräbern aus Trockenmauerwerk, das hier in die Volumenberechnung des umgebenden Steinmantels mit eingeschlossen wird²⁸.

Transport großer Monolithen

Als ein Anhaltspunkt für die Berechnungen des Kammerbereiches dienen hier die Arbeitsprozesse, die mit den in der Mehrheit der Megalithanlagen vorkommenden Orthostaten verbunden sind.

²⁶ Erasmus (Anm. 14) 292 f. Die Werte wurden standardisiert.

²⁷ Z. B. Isbister auf Orkney (vgl. Hedges [Anm. 8] 9;14).

²⁸ Zumindestens bei den in dieser Studie besprochenen Großsteinanlagen gestaltet es sich als äußerst schwierig, die interne Trockenmauer der Kammer vom externen Mantel abzugrenzen. Ich gehe davon aus, daß die interne Konstruktion sorgfältiger und stabiler gebaut wurde als der äußere Bereich. Die dafür eigentlich höher anzusetzende Arbeitszeit soll nur dadurch berücksichtigt werden, daß das Volumen der Kammer nicht vom Volumen des Steinmantels bei der Berechnung der Arbeitsleistung für den „cairn“ abgezogen wird. Mit der Größe der Kammer verändert sich natürlich die Länge des internen Trockenmauerwerkes und damit das Kammervolumen. Eine bessere Berücksichtigung der Arbeitsleistung wäre sinnvoll, konnte allerdings nicht entwickelt werden.

²⁹ T. Heyerdahl, *Aku-Aku* (1957) 103 f.

³⁰ Coles (Anm. 17) 83.

³¹ R.J.C. Atkinson, *Stonehenge* (London 1956) 115. Die Ver-

Über Abbildung 2 lassen sich einige Beobachtungen und Erfahrungen zum Transport großer Steine vergleichen. Neben Versuchen, bei denen z. B. eine 12 t schwere Skulptur auf der Osterinsel von 180 Personen über eine Wiese gezogen wurde²⁹, oder wo ein 1 t schwerer Monolith von 35 Männern in einer Woche 7 km beim Schlagen eines Pfades getragen wird³⁰, existieren Versuche für den Transport mit Rollen und Schlitten.

So war es vor allem R.J.C. Atkinson, der im Rahmen seiner Experimente zum Transport von Sarsens und Bluestones nach Stonehenge mit Seilen, Rollen und Schlitten experimentierte³¹. Unter Einbeziehung sämtlicher Faktoren (Ziehen des Schlittens, Wechsel und Tragen von Rollen) errechnete Atkinson, daß 22 Personen einen Block von 1 t Gewicht an einem neunstündigen Arbeitstag eine halbe Meile transportieren können. Das eigentliche Ziehen der Last kann bei 1 t von zwei Personen, dementsprechend bei 50 t von 100 Personen bewältigt werden³². Weiterhin wurde bei den Experimenten deutlich, daß der Transport über Steigung und Gefälle die nötige Arbeitsleistung potenziert. Tatsächlich sind einfache Schlitten bereits seit dem Mesolithikum bekannt³³. Der Transport auf Schlitten vermeidet den z. B. beim Experiment Heyerdahls auf den Osterinseln oder aber auch beim Ziehen auf Rollen eines 32 t schweren Monolithen bei Bougon auftretenden Verlust an Arbeitskraft (siehe Abb. 2)³⁴.

Für die folgenden Berechnungen konnte ich die Angaben Atkinsons auf Orthostaten unterschiedlichen Gewichtes umrechnen. Bei einer Distanz von 1 km würde der Transport eines Monolithen von 1 t ca. 132, von 2 t ca. 260 und von 3 t fast 400 Personenstunden erfordern³⁵. Da Umgebungsanalysen bei Megalithgräbern z. B. auf Shetland die Bedeutung der Zugänglichkeit zu einem günstigen Baumaterial ergeben haben³⁶, soll hier von einem oberflächlichen Auffinden der verwendeten Gesteinsblöcke ausgegangen werden³⁷.

Das Aufstellen der Orthostate

Verschiedene Monolithen sind im Rahmen der Experimente Atkinsons aufgerichtet worden. Dabei wurde eine archäologisch nicht nachweisbare Holzrampe benutzt, über die mit der Hilfe von Seilen der Megalith in eine vorbereitete Grube zu kippen war³⁸. So konnte ein 42 t schwerer Monolith von 200 Personen aufgerichtet werden (siehe Abb. 4).

suche wurden mit Schulklassen durchgeführt.

³² Atkinson (Anm. 10) 297.

³³ S. Piggot, *The Earliest Wheeled Transport* (London 1983) 36. Der bisher älteste Schlittenfund stammt aus Heinola, Finnland, und wird dem früheren Boreal (etwa 7000 bc) zugeordnet.

³⁴ Atkinson nimmt an, daß Steine mit einem höheren Gewicht als 2 t mit der von ihm postulierten Methode transportiert wurden. Bei geringeren Lasten kann z. B. auf die Beförderung eines 1,5 t schweren Mercedes auf einem Tragegestell in Nepal verwiesen werden (Coles [Anm. 17] 83). Weitere Versuche auf dem Fluß Avon bei Salisbury zeigten die Vorteile des Wassertransportes (Atkinson [Anm. 31] 107 f.).

³⁵ A. Henshall beziffert das Gewicht der großen Sandsteinplatten und Orthostaten im Maes Howe, Orkney, die eine Länge von bis zu 5,6 m aufweisen, auf drei Tonnen (Henshall [Anm. 6] 98).

³⁶ Müller (Anm. 8) 36–72.

³⁷ Daher entfällt hier die Kalkulation des Steinebrechens.

³⁸ Z. B. Atkinson (Anm. 10) 298 f.

Das Aufstellen von Blöcken

Gewicht t	Hilfsmittel	Zeit Tage	Anzahl P.	Ort	Literatur
25-30	2 Holzstangen, Steine	18	12	Osterinsel	Heyerdahl 1957, 97-102
47	Holzrampe		200	Avebury	Atkinson 1961, 298
2t	Schulterstangen		35	La Venta (Mexiko)	Drucker et al. 1959

Abb. 4: Das Aufrichten von Blöcken geschieht immer mit Seilen. Im Fall von La Venta wurde der Monolith angeho- ben, nicht aufrichtet. Literaturangaben finden sich im Text.

Im Gegensatz zu den Versuchen in Wiltshire hat Heyerdahl auf der Osterinsel statt des Holzgerüsts einen Steinhäufen und nur zwei Holzstangen benutzt³⁹. Durch das geschickte Unterschieben von Steinen wurde eine 25–30 t schwere Skulptur gekippt, bis sie in eine vorbereitete Grube rutschte. Insgesamt benötigten 12 Personen 18 Arbeitstage für diese Aktion.

Eindrucksvoll bleibt auch das Anheben eines zwei Tonnen schweren Blockes durch 35 Personen im Rahmen einer Ausgrabung bei La Venta, Mexiko⁴⁰. Das Aufrichten „leichterer“ Monolithen nur mit Hilfe von Seilschlingen und Schulterstangen ist also möglich.

Aufgrund des Holz Mangels auf den orkadischen Inseln und der Möglichkeit, die Steine des Hügels in ähnlicher Weise einzusetzen wie von Heyerdahl beschrieben, sollen hier die Angaben Heyerdahls als Standard für die Kalkulation dienen. Demnach sind für das Aufrichten eines Orthostaten von einer Tonne Gewicht 65, bei zwei Tonnen 130 und bei drei Tonnen fast 200 Personenstunden zu investieren.

Die Deckkonstruktion

Die Berechnung der Arbeitsinvestition in Deckkonstruktionen von Megalithanlagen bleibt spekulativ, da bisher verlässliche Experimente fehlen. Arbeitsleistungsberechnungen sollen daher nur in Einzelfällen vorgenommen werden.

Falls die Decke aus größeren Blöcken besteht, die als Decksteine dienen, kann ihre Menge ansatzweise aus dem Grundrißplan von Kammer und Gang errechnet werden. Ein Transport dieser Blöcke über den äußeren Grabhügel zu Kammer oder Gang müßte problemlos möglich sein. Die Beförderungsberechnungen für Monolithe (siehe oben) könnten also einfach übertragen werden⁴¹.

Besteht die Deckenkonstruktion dagegen aus einem Kraggewölbe, müssen Arbeitsaufwand und auch Arbeitsab-

lauf rein spekulativ bleiben. Bei einem Kraggewölbe handelt es sich um eine besondere Form des Trockenmauerwerkes, für das hypothetisch der zehnfache Aufwand wie für eine Trockenmauer (siehe oben) angesetzt werden soll⁴².

Ein Programm zur Berechnung der Arbeitsleistung

Die empirisch gewonnenen Daten zur Arbeitsleistung bei einzelnen Arbeitsprozessen konnten in einem kleinen Programm verarbeitet werden, das die standardisierte Form der Werte aufnimmt und somit u.a. den Vergleich verschiedener Monumente erlaubt (vgl. Anhang).

Über Formeln zu Kugelsegmenten und Rotationskörpern werden die Volumen unterschiedlichster Hügeltypen errechnet⁴³. Der Volumenanteil dient als Basis für die Kalkulation der im Hügelmantel vergegenständlichten Arbeitsleistung unter Verwendung der oben dargestellten Werte. Weiterhin müssen die Orthostaten und großen Steinblöcke von Kammer und Gang auf Gewichte von ein bis drei Tonnen standardisiert werden, so daß mit Hilfe obiger Angaben auch hier eine Tendenz für die Arbeitsleistung der Kammer- und Gangkonstruktion kalkuliert werden kann. Falls Klarheit über die Deckkonstruktion besteht, sollten bei Decksteinen Zahl und Einzelgewichte hypothetisch angenommen und bei Kraggewölben der Volumenanteil des Gewölbes aus Kammer- und Ganggrundriß bestimmt werden. Auch hier können auf dieser Basis die obigen Standardangaben zur Berechnung benutzt werden. Die Gesamtarbeitsleistung beim Bau eines typischen atlantischen Großsteingrabes läßt sich also aus der Leistungssumme von Hügel-, Kammer- bzw. Gang- und Deckkonstruktion darstellen.

Als Beispiel für eine solche Rechnung soll hier der chambered cairn Unstan, Orkney, dienen. Es handelt sich um einen kreisförmigen Steinhügel, der Grabkammer und -gang abdeckt und ummantelt⁴⁴. Quer zur Längsachse

³⁹ Heyerdahl (Anm. 29) 97–102.

⁴⁰ P. Drucker, I.F. Heizer und R. Squier, Excavations at la Venta, Tabasco 1955. Bur. Amer. Eth. Bull. 170, 1959.

⁴¹ Atkinson kalkuliert für den Transport eines 50 t wiegenden Decksteines der Grabkammer Tinkinswood in Glamorgan die Beteiligung von 200 Personen (Atkinson [Anm. 10] 298).

⁴² Das Mauerwerkvolumen kann aus Spannweite und Grundriß der Kammer jeweils im Einzelfall berechnet werden.

⁴³ Hier wurden die von D. Fraser benutzten Formeln für Rotationskörper übernommen (Fraser [Anm. 11] 351–357). Siehe auch Anhang.

⁴⁴ A. Henshall, The Chambered Tombs of Scotland, Bd. 2 (Edinburgh 1972) 239–243.

gestellte Orthostate unterteilen das Kammerinnere in fünf miteinander verbundene Räume, eine Seitenzelle ist angeschlossen. Bei einem Radius von 6,7 m und einer Höhe von ca. 3,7 m beläuft sich das Volumen des Cairns auf ca. 142 m³. Da in einem Kubikmeter Trockenmauerwerk etwa 1,2 m³ loser Sandsteinbrocken verarbeitet sind, können wir von ca. 0,27 m³ gewachsenem Sandstein ausgehen, der für dieses Volumen gebrochen werden mußte. Das entspricht etwa 559 kg Sandstein. Diese Menge konnte in ca. 1,7 Stunden mit Holzstangen gebrochen, in ca. 11,2 Stunden über 1 km zum Bauplatz transportiert und in ca. 1,3 Stunden halb trockenvermauert, halb lose gestapelt werden. Für einen Kubikmeter Steinmantel sind folglich ca. 14,2 Personenstunden zu veranschlagen, für den gesamten Hügel dementsprechend ca. 2020 Personenstunden. In Kammer und Gang können acht Orthostaten mit jeweils einer Tonne und drei mit zwei Tonnen Gewicht berücksichtigt werden. Die acht kleineren Blöcke lassen sich mit einfachen Mitteln in ca. 1060 Personenstunden zum Bauplatz transportieren und in 520 Personenstunden aufrichten. Die drei größeren Blöcke würden in ca. 780 Stunden antransportiert und in ca. 390 Stunden aufgerichtet. Die Gesamtleistung für die wesentlichen Elemente der Wandkonstruktion beträgt also 2750 Personenstunden. Für die Dachkonstruktion existieren im Falle Unstan keine Hinweise. Hier soll aufgrund des Fehlens weiterer Blöcke, die als Decksteine dienen könnten, ein Kraggewölbe angenommen werden. Dessen Ausmaße würden sich auf mindestens 42 m³ belaufen, was bei der zehnfachen Konstruktionszeit für Trockenmauern einem Arbeitsaufwand von mindestens 110 Stunden entspricht. Vernachlässigen wir die ungewisse Berechnung für die Deckkonstruktion der Kammer, so beläuft sich der Arbeitsaufwand für Unstan auf ca. 4770 Personenstunden.

Arbeitskalkulationen für andere Megalithanlagen

Während sich die bisherige Beschreibung eines Großsteingrabes auf ein typisch atlantisches Ganggrab bezieht, kann bei der Berücksichtigung von nur wenigen Veränderungen die Arbeitsleistung auch für andere Grabtypen kalkuliert werden. So muß mit den entsprechenden Werten z. B. bei einem in den gewachsenen Boden eingebetteten Galeriegrab das Volumen des Aushubes kalkuliert, in Arbeitsleistung umgerechnet und zu den Werten für die Konstruktion der Kammerwände addiert werden. Im beigefügten Programm (vgl. Anhang) existieren Optionen für solche Werteangaben. Entsprechend muß bei Steinkreisen nur die Arbeitslei-

stung für Transport und Aufrichten der Orthostaten berechnet werden. Für Erdwerke kann die von Eggert angegebene Formel zusammen mit den Ergebnissen von Atkinson angewendet werden⁴⁵ (vgl. Anhang).

3. Der Vergleich von Arbeitsleistungskalkulationen

In der hiesigen Studie wird der Versuch unternommen, die Arbeitsleistung für die Megalithgräber einer ganzen Region zu berechnen. Zwar ist durch das beschriebene Programm die Möglichkeit eröffnet, empirisch gewonnene Werte standardisiert zu vergleichen, andererseits zeigen sich aber erhebliche Unterschiede zwischen ausgegrabenen und nicht ergrabenen Monumenten⁴⁶. Um dieses Problem zu umgehen, werden

1. die Arbeitskalkulationen qualitativ abgestuft;
2. bei Zeichen starker Hügelerosion der aktuell vorhandene Durchmesser halbiert (bei nicht ausgegrabenen Hügeln);
3. die Höhe als eine Funktion des Durchmessers aufgefaßt und empirisch die Ergebnisse ausgegrabener Großsteingräber auf nicht ausgegrabene Monumente übertragen⁴⁷.

Unter diesen Voraussetzungen konnten die Kalkulationen für Orkney vorgenommen werden.

4. Megalithanlagen und Arbeitsleistung auf Orkney

Quellenlage

Zahlreiche Großsteingräber und andere oberirdische Monumente sind in den meisten europäischen Regionen bereits im 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts mit Einführung der industriellen Landwirtschaft zerstört worden⁴⁸. Im Gegensatz dazu hat im nördlichen Schottland und auf den äußeren schottischen Inselgruppen eine Zerstörung ähnlichen Ausmaßes nicht stattgefunden. Eine bis ins 20. Jahrhundert noch traditionelle Landwirtschaft, die Priorität der Weidewirtschaft und das bei den Bewohnern verwurzelte Bewußtsein für historische und prähistorische Monumente verhinderten eine z. B. mit Norddeutschland vergleichbare Zerstörung.

Orkney selbst gehört neben Wessex zu einem Fokus der britischen Archäologie⁴⁹. Die Forschungslage ist auf einem Standard, der es erlaubt, Phasen und Ausmaß der Zerstörung spätneolithischer Monumente auf spezifische Aktivitäten während der Inselgeschichte und -vorgeschichte einzugrenzen (siehe Abb. 5). Zu nennen sind einerseits die Konstruktion eisenzeitlicher Brochs, für die einige Großsteingräber als Fundamente dienten⁵⁰, andererseits eine

⁴⁵ Eggert (Anm. 1) 272. – Atkinson (Anm. 10) 295.

⁴⁶ Vergleiche N. Sharples, *Individual and Community: The Changing role of Megaliths in the Orcadian Neolithic*. Proc. Soc. Antiqu. Scotland 51, 1985, 59–74.

⁴⁷ Methodisch wird der Ansatz von D. Fraser übernommen, der die Höhe als eine Funktion des Hügeldurchmessers auffaßt und eine aus ausgegrabenen Fundstellen erhaltene Kurve der Höhenverteilung als Basis der Höhenberechnung nicht ausgegrabener Monumente auffaßt (Fraser [Anm. 11] 352 f.).

⁴⁸ Die Dokumentation der Anzahl von Megalithgräbern im Kreis Uelzen veranschaulicht plastisch die Dezimierung der mindestens 246 Fundstellen von 1846 auf fünf Prozent des Bestandes um

1970 (H. Schirrig, *Siedlungsräume der Trichterbecherkultur am Beispiel des Landkreises Uelzen*. In: Ders. (Hrsg.), *Großsteingräber in Niedersachsen*. Veröffentlichungen der urgeschichtlichen Sammlungen des Landesmuseums Hannover Bd. 24 (1979) 223–226; 223).

⁴⁹ Zur Einschätzung der Forschungslage siehe Fraser (Anm. 11) 35–50 und Sharples 1985 (Anm. 46) 59.

⁵⁰ B. Smith und S. Carter, *Howe of Howe*. Discovery and Excavation in Scotland 1980, 23–24. – J.W. Hedges: *Bu, Gurness and the Brochs of Orkney Part III*. The Brochs of Orkney (Oxford 1987) 93. – N.R.J. Neil, *Excavations at Howe, Stromness*. In: Renfrew (Anm. 6) 205–209.

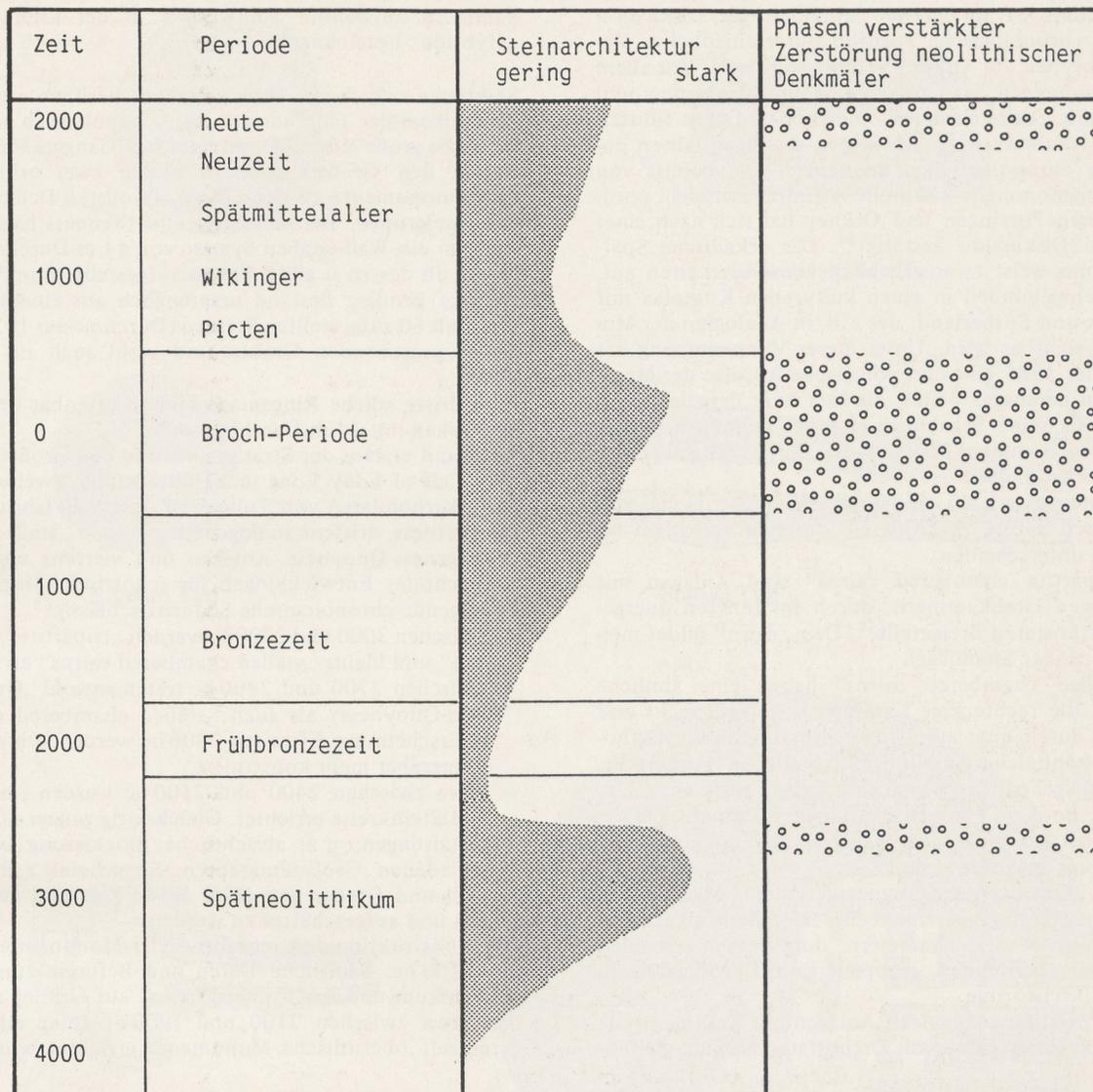


Abb. 5: Schematische Darstellung der Bauaktivitäten für oberirdische Steinarchitektur. In der rechten Spalte werden nachweisbare Zerstörungsphasen gekennzeichnet. Zeitangaben in kalibrierten Werten v. und n. Chr.

Phase intensiverer Kultivierung während des 19. Jahrhunderts⁵¹. Obwohl mit einem gewissen Grad an ständiger Destruktion steinerner Monumente auch während anderer Perioden zu rechnen ist, wird so das Ausmaß der Eingriffe abschätzbar.

Die Veränderung des Klimas und das verstärkte Torfwachstum ab etwa 1300 v. Chr. führten ebenfalls zum Rückgang der Eingriffe in die oberirdischen Hinterlassenschaften früherer Gemeinschaften. Torf überdeckte zahlreiche Monumente, erschwerte den Zugang, um diese als Steinbrüche zu benutzen und verhinderte eine ackerbauliche Nutzung breiterer Gebiete.

⁵¹ F.W.L. Thomas, Account of some of the Celtic antiquities of

Unter Berücksichtigung der positiven Auswirkungen von Agrartechnologie, Klimaentwicklung und anthropogenen Einflüssen auf die Erhaltung spätneolithischer Monumente erinnert der qualitative Unterschied des Quellenstandes der Megalithen zwischen Orkney und anderen Regionen an den zwischen Feucht- und Mineralbodensiedlungen in Mitteleuropa.

Zur Chronologie und Monumentalität des Orkadischen Neolithikums

Im Rahmen zahlreicher Auswertungen neuer Ausgrabungen zur kulturellen Entwicklung des orkadischen

Orkney, including the Stones of Stenness, tumuli, Pictshouses, etc., with plan. Archaeologia 34, 1852, 88–136; 100.

Neolithikums ist im letzten Jahrzehnt die Diskussion über die chronologische Position unterschiedlicher Megalithgrabtypen auf Orkney geführt worden⁵². Vor allem die Ausgrabungen der Großsteingräber Quanterness und Isbister mit zahlreichen radiometrischen Daten führten zu einer Neubewertung der in den dreißiger Jahren postulierten chronologischen Sequenz⁵³. Die bereits von Childe angenommene kulturelle Affinität zwischen nord-schottischen Provinzen und Orkney hat sich nach einer konträren Diskussion bestätigt⁵⁴. Das orkadische Spätneolithikum weist zwar erhebliche Besonderheiten auf, ist aber eingebunden in einen kulturellen Komplex mit Caithness und Sutherland, der z. B. in Analogien der Monumente sichtbar wird. Unter dieser Voraussetzung hat N. Sharples 1985 eine chronologische Abfolge der Megalithbauten herausgearbeitet, die hier kurz dargelegt werden soll, da seine Ergebnisse eine der Prämissen für die unten vorgenommene Darstellung der Arbeitsleistungskalkulationen bildet⁵⁵.

Auf Orkney existieren vier unterschiedliche Typen von „chambered cairns“⁵⁶ (Abb. 6), die sich vor allem im Grundriß unterscheiden:

1. „Tripartite chambered cairns“ sind Anlagen mit rechteckigen Grabkammern, durch im Inneren quergestellte Orthostaten dreigeteilt⁵⁷. Den „cairn“ bildet meistens ein runder Steinhügel.
2. „Stalled chambered cairns“ haben eine ähnliche Struktur, die rechteckige Kammer ist langgestreckt und ebenfalls durch quer zur Längsachse aufgestellte Orthostaten in zahlreiche Abteilungen („stallartig“) unterteilt. Der Steinhügel paßt sich dem Kammergrundriß an.
3. Der „Bookan Typ“ besitzt kleine Kammern, bei denen Orthostaten mehr oder weniger radial um einen zentralen Raum angeordnet sind.
4. Der „Quanterness-Quoyness-“ oder „Maes Howe Typ“⁵⁸ besitzt dagegen eine rechteckige Zentralkammer, um die kleinere Seitenkammern, durch einen schmalen kurzen Gang verbunden, gruppiert sind. Der Hügelumriß ist immer kreisförmig.

Daneben existieren vereinzelt Anlagen mit Kammern, die sowohl die Unterteilung mit Orthostaten als auch Seiten-

kammern aufweisen. Sie werden in der Literatur als „Hybride“ bezeichnet⁵⁹.

Sämtliche orkadische Megalithgräber besitzen einen zur Zentralkammer führenden Gang, – typologisch gehören sie in die große Klasse der atlantischen Ganggräber. Neben den Großsteingräbern zählen zwei orkadische Hengemonumente zu den eindrucksvollsten Denkmälern der Inselgruppe. Bei den Stones of Stenness handelt es sich um ein Wall-Graben System von 44 m Durchmesser, innerhalb dessen u. a. 12 Steine aufgestellt waren⁶⁰. Der Ring of Brodgar bestand ursprünglich aus einem Steinkreis mit 60 aufgestellten Steinen (Durchmesser 103,7 m), einem umgebenden Graben und wohl auch aus einem Wall⁶¹.

Eine dritte solche Ringanlage bildete offenbar der Ring of Bookan mit 44 m Durchmesser⁶².

Aufgrund erstens der Stratigraphien in den Großsteingräbern Calf of Eday Long und Huntersquoy, zweitens den Radiokarbonaten von Tulloch of Assery B, Isbister und Quanterness, drittens analoger Elemente in „stalled“ und Quanterness-Quoyness Anlagen und viertens allgemein beobachteter Entwicklungen für schottische Megalithen ist folgende chronologische Sequenz schlüssig⁶³:

- Zwischen 3000 und 2700 bc werden „tripartite“, „Bookan“ und kleine „stalled chambered cairns“ errichtet.
- Zwischen 2700 und 2400 bc treten sowohl „Quanterness-Quoyness“ als auch „stalled chambered cairns“ in Erscheinung. Etwa seit 2400 bc werden keine Großsteingräber mehr konstruiert.
- Etwa zwischen 2400 und 2100 bc werden „henges“ und Steinkreise errichtet. Gleichzeitig zeigen sich Umgestaltungen, u. a. absichtliche Blockierung bei verschiedenen Großsteingräbern. So scheint z. B. auch Wall und Graben um Maes Howe erst jetzt ausgehoben und aufgeschüttet zu werden.

Die Konstruktionszeit megalithischer Monumente endet um 2100 bc. Sämtliche Daten und Befunde zum Ende-neolithikum und der Frühbronzezeit auf Orkney zeigen, daß etwa zwischen 2100 und 1900 bc keine oder nur vereinzelt oberirdische Monumente errichtet wurden⁶⁴.

⁵² Renfrew (Anm. 12). – Fraser (Anm. 11). – Hedges (Anm. 8). – Henshall (Anm. 6). – Sharples (Anm. 46). – Müller (Anm. 8).

⁵³ V.G. Childe, *The Prehistoric Communities of the British Isles* (London/Edinburgh 1940). – S. Piggot, *The Neolithic Cultures of the British Isles* (Cambridge 1954). – Siehe auch Fraser (Anm. 11) 35–50.

⁵⁴ Müller (Anm. 8) 13–16.

⁵⁵ Zu vergleichbaren chronologischen Ergebnissen kommt Henshall (Anm. 6) 108–115.

⁵⁶ Klassifikationen wurden sowohl typologisch als auch statistisch vorgenommen und kommen zu vergleichbaren Ergebnissen (z. B. Henshall [Anm. 44] 45–134 und Fraser [Anm. 11] 138–152).

⁵⁷ Daneben existieren drei „bipartite chambered cairns“, die nur zweifach unterteilte Kammern besitzen.

⁵⁸ Es wurde eine ausgiebige Diskussion über die Position von Maes Howe als separat zu behandelndem Grabtyp oder als Mitglied der Quanterness-Quoyness Klasse geführt. Als letzter behandelte Renfrew Maes Howe als separaten Typ (Renfrew [Anm. 12] 203), während Fraser und Sharples erneut eine Zusammen-

fassung vornehmen (Fraser [Anm. 11] 219. – Sharples [Anm. 46] 62). Ich betrachte Maes Howe aufgrund technologischer Kriterien als vergleichbar mit irischen Boyne-Gräbern: Die Spannweite des Kraggewölbes erfordert eine gegenüber den Quanterness-Quoyness Anlagen andere Technik (Müller [Anm. 8] 14).

⁵⁹ Z. B. das Großsteingrab Unstan, das Renfrew als Vorläufer der Quanterness-Quoyness Gruppe betrachtet (Renfrew [Anm. 12] 211).

⁶⁰ J.N.G. Ritchie, *The Stones of Stenness, Orkney*. Proc. Soc. Antiqu. Scotland 107, 1975–76, 1–60.

⁶¹ Renfrew (Anm. 12) 41–43.

⁶² J.N.G. Ritchie, *Ritual Monuments*. In: Renfrew (Anm. 6) 118–130; 126. Hier ist die Datierung allerdings nicht gesichert.

⁶³ Sharples (Anm. 46) 63–65.

⁶⁴ Darauf deuten sowohl Befunde zum Verschließen der Monumente hin (vgl. Hedges [Anm. 8] 262–271. – Sharples (Anm. 46). – Henshall (Anm. 6) 107) als auch die wenigen Aussagen zur Frühbronzezeit (S. Øvrevik, *The Second Millennium and After*. In: Renfrew [Anm. 6] 131–149).

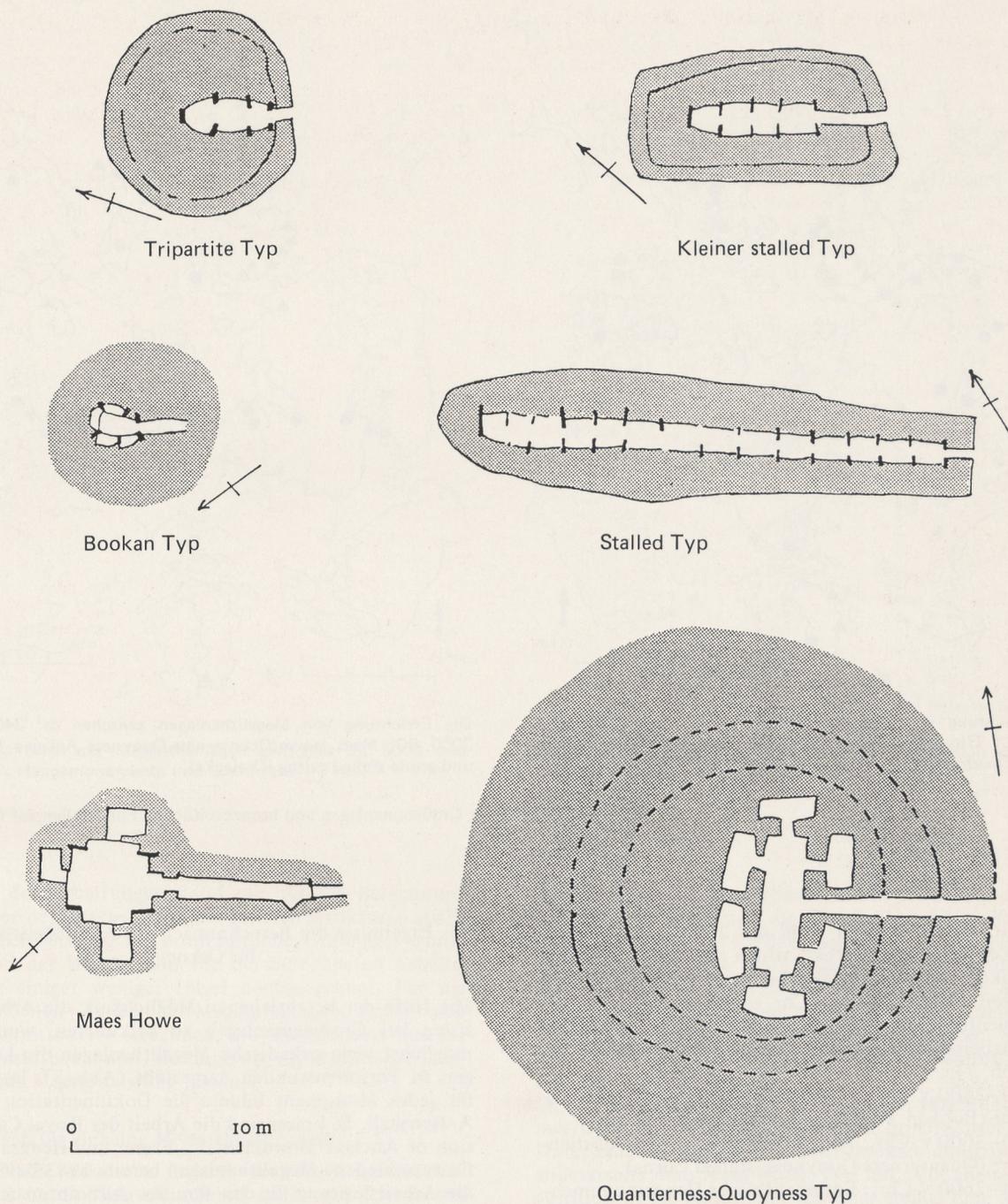


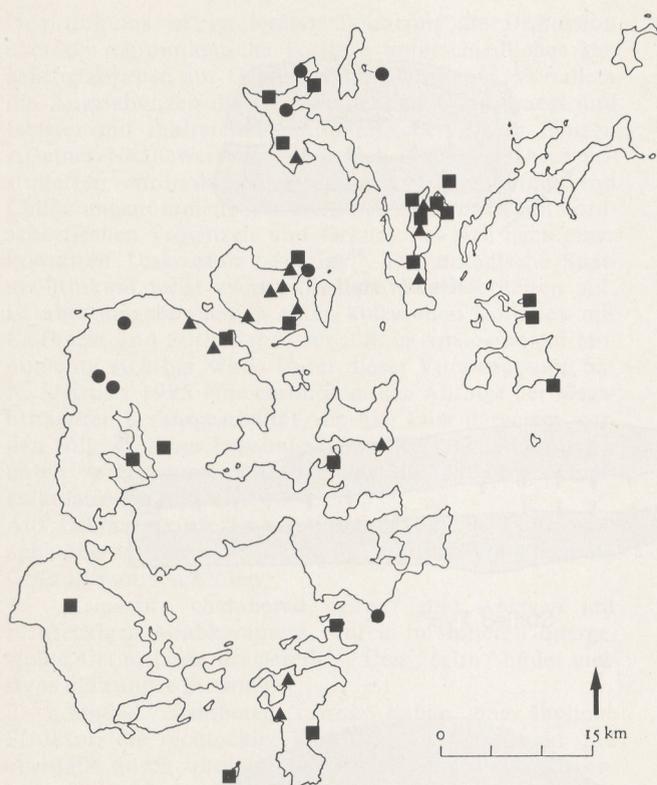
Abb. 6: Klassifikation der orkadischen Großsteingräber (Einzelabbildungen nach Henshall [Anm. 6]).

Stattdessen zeigen Funde z.B. von collared urns in chambered cairns eine Sitte der Nachbestattung, die bis etwa ins 17. Jahrhundert bc bei bereits existierenden Monumen-

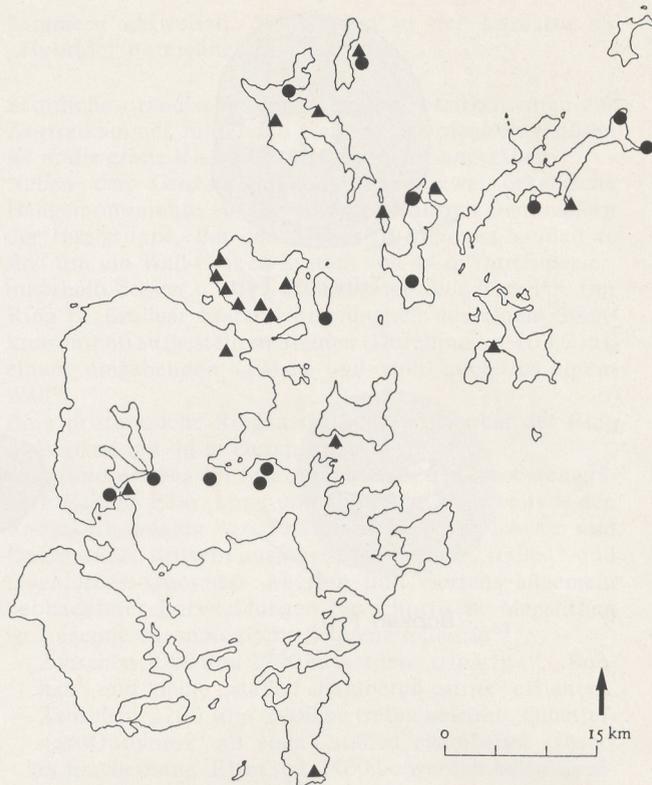
⁶⁵ A. Henshall, Scottish chambered cairns and long mounds. In: C. Renfrew (Hrsg.), *British Prehistory* (London 1974) 137–164; 163.

ten praktiziert wurde⁶⁵. Daneben verbreitet sich sowohl die Sitte der unverbrannten als auch der Leichenbrandbestattung in kurzen, kleinen unterirdischen Kisten⁶⁶.

⁶⁶ Øvrevik (Anm. 64) 131 f. Im Steinmantel von Taversoe Tuick fanden sich drei eingelassene Kisten.



Die Errichtung von Megalithanlagen zwischen ca. 3750 und 3400 BC: Tripartite Typen (Kreise), Bookan und kleine stalled Typen (Quadrate).



Die Errichtung von Megalithanlagen zwischen ca. 3400 und 3000 BC: Maes Howe/Quanterness-Quoyness Anlagen (Kreise) und große stalled cairns (Dreiecke).

Abb. 7: Verteilung der Großsteinanlagen und bronzezeitlichen Fundstellen auf Orkney.

Diese Grabkisten werden wohl seit 2300 v. Chr. vereinzelt mit Steinhügeln bedeckt, wobei aber eine regelhafte Konstruktion solcher Hügelgräber erst mit der mittleren Bronzezeit etwa seit 1750 v. Chr. einsetzt.

Zusammenfassend sollen für die Vergleiche der berechneten Arbeitsleistungen fünf Phasen unterschieden werden (Abb. 7):

1. 3750–3400 v. Chr.: Jungneolithische frühe Großsteingräber (Bookan, tripartite, kleine stalled cairns);
2. 3400–3000 v. Chr.: Jungneolithische späte Großsteingräber (Quanterness-Quoyness, stalled cairns);
3. 3000–2600 v. Chr.: Endneolithische Hengemonumente mit Steinkreisen;
4. 2600–2300 v. Chr.: Phase geringer architektonischer Aktivität;
5. 2300–1750 v. Chr.: Frühbronzezeitliche Hügelgräber und Kisten;
6. 1750–1050 v. Chr.: Mittelbronzezeitliche Hügelgräber und Kisten.

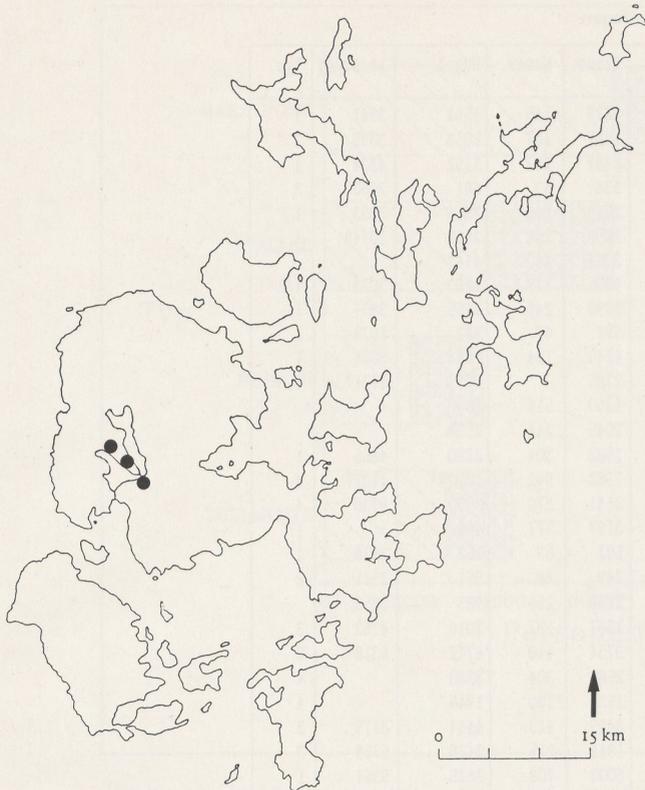
Ergebnisse der Berechnungen der Arbeitsleistung für Orkney

Mit Hilfe der beschriebenen Möglichkeit, die Arbeitsleistung bei Großsteinanlagen zu kalkulieren, wurde für möglichst viele orkadische Megalithanlagen die Leistungen in Personenstunden dargestellt (Abb. 8). Die Basis für jedes Monument bildete die Dokumentation durch A. Henshall, D. Fraser und die Arbeit der Royal Commission of Ancient Monuments⁶⁷. Fraser und Hedges haben für verschiedene Megalithanlagen bereits 1983 bzw. 1985 die Arbeitsleistung für den Bau des cairn untersucht, beziehen sich allerdings nicht auf die inneren Strukturen⁶⁸. Basiswerte meiner Berechnungen sind für den Hügel das Volumen und die Materialart, für die Grabkammer Zahl und Gewicht von Blöcken, die mindestens eine Tonne wiegen (siehe Abb. 8). Insgesamt konnten für 34 chambered cairns die Leistung sowohl für Kammer mit Gang als auch Hügel berechnet werden, für andere Anlagen

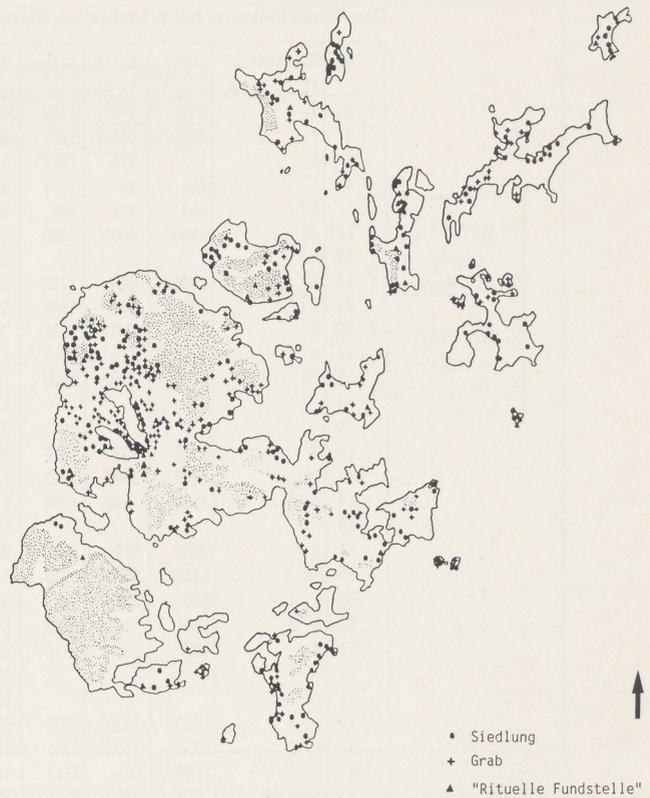
⁶⁷ Royal Commission on the Ancient and Historical Monuments of Scotland, Inventory of the ancient Monuments of Orkney and Shetland, Bd. 2 (London 1946). – Henshall (Anm. 44) 183–256. –

Fraser (Anm. 11) 437–547.

⁶⁸ Beide benutzen die oben kritisierte Kalkulation Renfrews.



Die Errichtung von Megalithanlagen zwischen ca. 3000 und 2600 BC: Hengemonumente und Steinkreise (Kreise).



Das Siedlungsmuster der Früh- und Mittelbronzezeit ca. 2300 bis 1050 BC (nach Øvrevik 1985, 133).

reichte der Erhaltungszustand nur für die Berechnung entweder der internen oder der äußeren Strukturen aus⁶⁹. Die Arbeitsleistung für bronzezeitliche Grabhügel wurde aufgrund der Hügelanzahl von der berechneten Arbeitsleistung einiger weniger Hügel hochgerechnet. Für die beschriebenen Typen an Megalithanlagen ließen sich Durchschnittswerte errechnen, die, multipliziert mit der Gesamtzahl bekannter Monumente, die Basis einer „kalkulierten“ Gesamtleistung bilden.

Leistungen für einzelne Megalithgrabtypen

Unterschiede existieren für die vier Megalithgrabtypen. Während für Bookan chambered cairns nur jeweils um 3500 Personenstunden investiert wurden, sind in tripartite chambered cairns etwa 4000, in stalled cairns etwa 6500 und schließlich in Gräbern vom Typ Maes Howe durchschnittlich fast 12.000 Arbeitsstunden investiert (siehe Abb. 9). Die ältesten Gräber gehören also zu den kleinsten, die jüngsten zu den größten Konstruktionen.

⁶⁹ Schwierigkeiten ergaben sich bei der Kalkulation der in der Deckkonstruktion vergegenständlichten Arbeit, weder für Decksteine noch für das Kraggewölbe konnten aufgrund des Erhaltungszustandes Tendenzen berechnet werden. Die Angaben über

Während bei tripartite chambers nur etwa 35% der Gesamtarbeitsleistung auf die Konstruktion von Kammer und Gang verwendet werden, liegt dieser Wert bei Bookan und stalled um 45%, beim Maes Howe Typ um die 50% (siehe Abb. 10). Die Kalkulation der einzelnen Arbeitsschritte für tripartite und Maes Howe Typen zeigt, daß in beiden Fällen die Beförderung von Blöcken, Steinen und Erde einen sehr hohen Anteil an der Gesamtleistung einnimmt (siehe Abb. 11).

Der Vergleich der Arbeitsinvestition für Hügel und Kammer/Gang im Vergleich der einzelnen Typen deutet auf die Unterschiede zwischen einerseits Bookan- und tripartite-, andererseits dem Maes Howe Typ hin: Vor allem die Investition in die Anlage der Kammer steigt. Eine Mittlerposition bildet hier der stalled Typ (Abb. 12).

Ein völlig anderes Bild als die neolithischen Anlagen bieten früh- und mittelbronzezeitliche Grabhügel auf Orkney: Die Investition in die Grabkiste tritt hinter die Arbeitsleistung für den Hügel, also den markierenden Effekt des Monumentes, bei weitem zurück.

die Arbeitsleistung der Kammer beziehen sich also nur auf das Mauerwerk. Allerdings scheint die Konstruktion eines Kraggewölbes eine größere Arbeitszeit als die Benutzung von Decksteinen zu verlangen, so daß die Leistungsangaben für den Maes Howe Typ zu erhöhen sind.

Die Arbeitsleistung bei orkadischen Megalithanlagen

Nr.	Blockanzahl			Trans.	Aufst.	Kammer	Rohst.	Trans.	Mauer.	Hügel	Leistung	Typ
	1t	2t	3t									
2	7			924	455	1379	187	1229	145	1562	2941	1
4	7			924	455	1379	241	1587	187	2016	3395	2
6	6			792	390	1182	377	2481	293	3152	4334	1
9	7			924	455	1379	81	536	63	681	2060	2
11	5			660	325	985	343	2258	266	2868	3853	1
12	40			5280	2600	7880	343	2258	266	2868	10748	4
20							567	3734	440	4742		
23	9			1188	585	1773	151	995	117	1263	3036	1/2
24	6			792	390	1182	317	2090	246	2655	3837	1
26	6			792	390	1182	90	592	69	752	1934	1
27	8			1056	520	1576	173	1140	134	1448	3024	1
36	20	8		5760	2860	8620	1948	2785		9098	17717	4
38							663	4360	514	5538		
39							311	2045	241	2598		
42	8			1056	520	1576	392	2582	304	3280	4856	1
43	20			2640	1300	3940	1213	7982	942	10137	14077	4
44	20	2		3160	1560	4748	477	3141	370	3990	8738	4
46							486	3197	377	4061		1?
47	8			1056	520	1576	90	592	69	752	2328	1
49	10			1320	650	1970	113	749	88	951	2921	2
50				660	352	985	343	2258	266	985	3853	
51	8	3		1836	910	2746	241	1587	187	2016	4762	3
52	8			1056	520	1576	567	3734	440	4742	6318	2
53							392	2582	304	3280		4
54							232	1531	180	1945		4
1	15	2		2500	1235	3735	532	3499	413	4444	8179	3
3	13	2		2236	1105	3341	290	1911	225	2428	5769	3
5	7	1		1184	585	1769	912	6003	708	7625	9364	1
8	14			1848	910	2758	263	1732	204	2201	4959	8
16							280	1844	217	2343		3?
19	8			1056	520	1576	180	1185	139	1505	3081	3
22	15			1980	975	2955	967	6361	751	8079		3
29	11			1452	715	2167	423	2783	328	3535	5702	3
30	2	6	1	2214	1105	3319	372	2448	289	3109	6428	3
31	20			2640	1300	3940	287	1889	223	2399	6399	3
32	8	1		1316	650	1966	190	1252	147	1590	3556	3
33	8			1056	520	1576	205	1352	159	1718	3294	3?
37	25	1		3560	1755	5315	693	4561	538	5793	11108	3
T10	15			1980	975	2955	445	2929	345	3720	6675	3
T14	8			1056	520	1576	297	1956	231	2485	4061	3
T18							1162	7647	902	9721		
T20	17			2244	1105	3349	528	3476	410	4416	7765	3
55							317	2090	246	2655		
56				1056	520	1576	425	2759	330	3550	5126	1
T2				1188	585	1773	294	1934	228	2456	4229	
T3							467	3074	363	3904		
T4							207	1363	161	1732		
T5	6			792	390	1182	370	2473	287	3095	4277	
T6	7			924	455	1379	317	2090	246	2655		
T8							95	626	73	795		
T9							227	1498	176	1902		
T12	7			924	455	1379	198	1308	154	1661	3040	1
T13	4			528	260	788	219	1442	170	1831	2619	
T15	8			1056	520	1576	256	1688	199	2144	3720	1
T16	6	1		1052	520	1572	547	3599	425	4572	6144	1
T17	7			924	455	1379	122	804	95	1022	2401	
T21							579	3812	450	4821		

Abb. 8: Leistungskalkulation für orkadische Megalithanlagen in Personenstunden. Die Nummern beziehen sich auf die Numerierung D. Frasers (Anm. 1111). Die Berechnung der Hügelparameter basiert auf den Volumenangaben, die Fraser veröffentlichte (ebd. 354; 357).

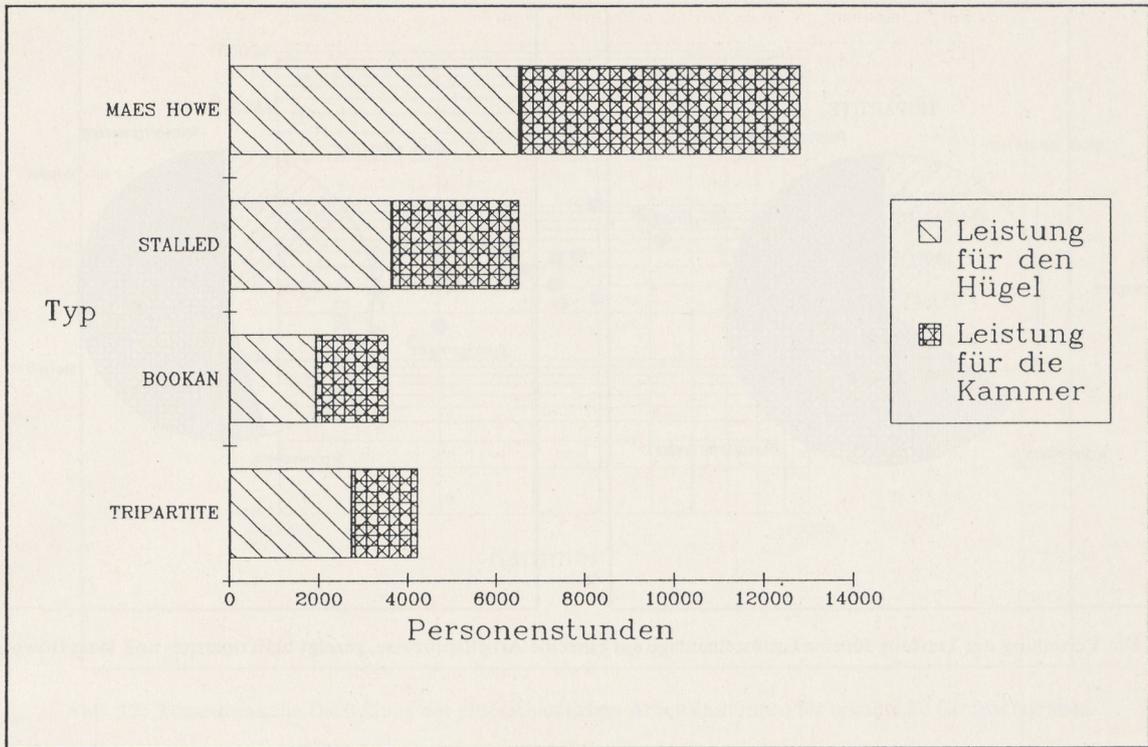


Abb. 9: Absolute Leistungsverteilung für die äußere und die innere Struktur bei den vier orkadischen Großsteingrabtypen.

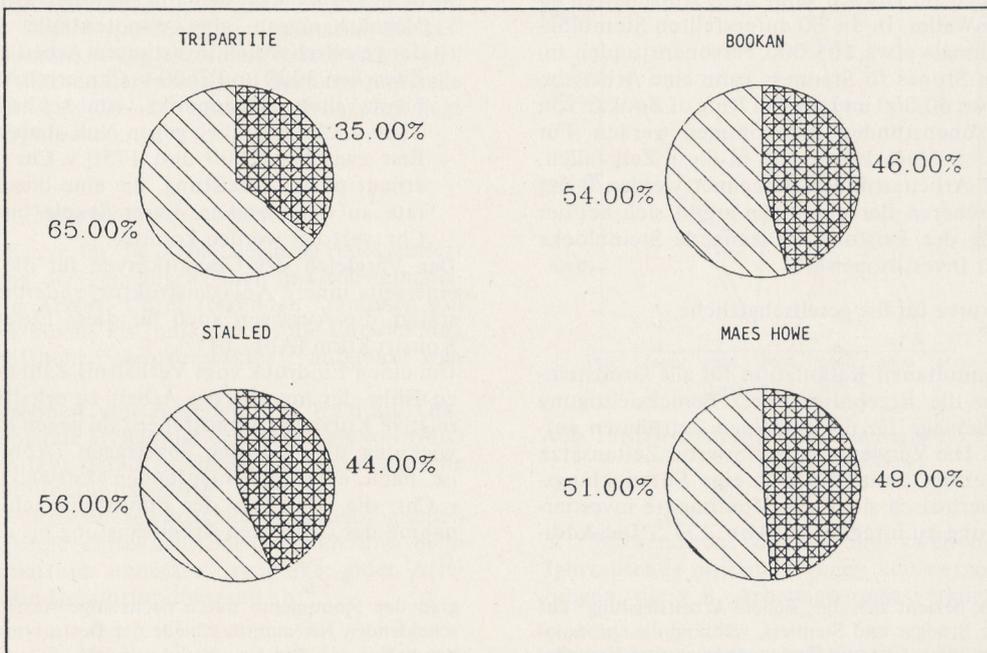


Abb. 10: Relative Leistungsverteilung für die äußere und die innere Struktur bei den vier orkadischen Großsteingrabtypen.

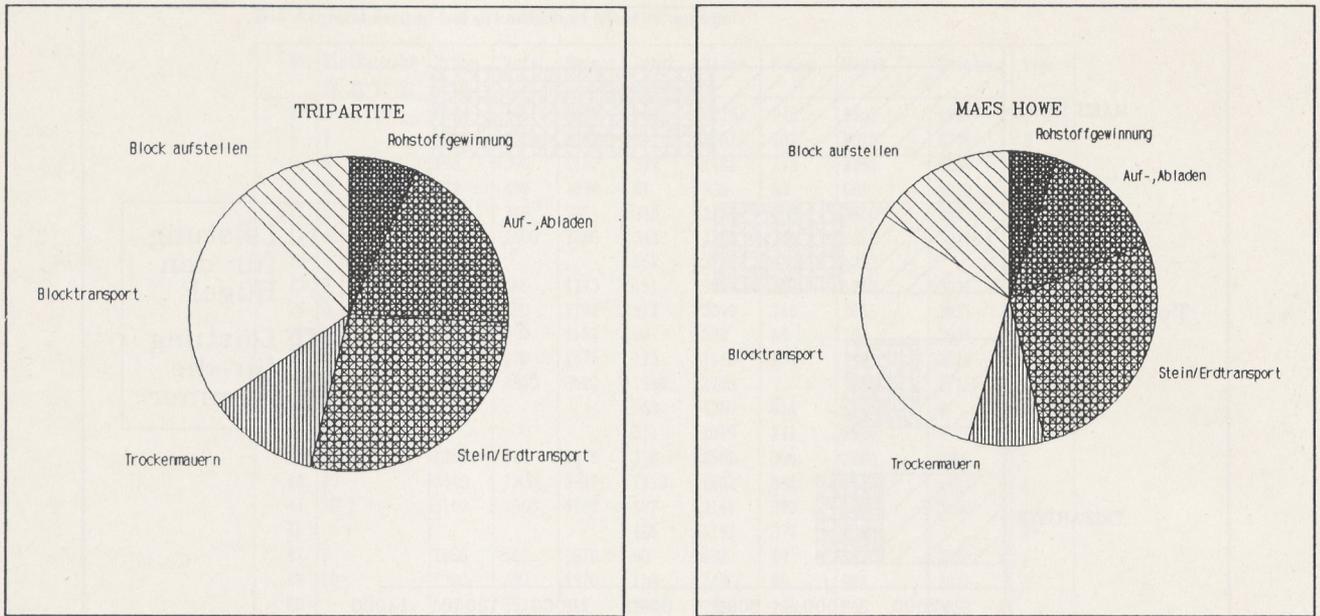


Abb. 11: Die Verteilung der Leistung für eine Großsteinanlage auf einzelne Arbeitsprozesse, gezeigt bei Tripartite- und Maes Howe-Anlagen.

Neben den Grabdenkmälern konnte die Arbeitsleistung für Steinkreise und Henge-Monumente neu berechnet werden, die offenbar zwischen 3000 und 2600 v. Chr. die einzigen Monumentalbauten der Inseln darstellen (siehe oben). Die Kalkulation für den Ring of Brodgar beläuft sich auf etwa 80.000 Arbeitsstunden für das Ausheben bzw. Steinbrechen im Graben samt dem Aufschütten eines vermuteten Walles. In die 60 aufgestellten Steinblöcke wurden nochmals etwa 105.000 Personenstunden investiert. Für die Stones of Stenness kann eine Arbeitsinvestition von etwa 60.000 und für den Ring of Bookan von ca. 50.000 Personenstunden angenommen werden. Für Veränderungen an Maes Howe, die in diese Zeit fallen, können 35.000 Arbeitsstunden berechnet werden⁷⁰. Im Gegensatz zu früheren Berechnungen ergibt sich bei der Berücksichtigung der Leistung für stehende Steinblöcke ein weit höherer Investitionswert.

Eine Leistungskurve für die gesellschaftliche Aktivität

Aufgrund der simultanen Kalkulation für alle Großsteinanlagen können die Ergebnisse unter Berücksichtigung der guten Quellenlage für die einzelnen Zeitphasen aufaddiert werden. Die Verwendung kalibrierter Zeitansätze erlaubt es weiterhin, diese Werte in eine Entwicklungskurve der in oberirdisch sichtbare Monumente investierten Arbeitsleistung zu integrieren (Abb. 13)⁷¹. Die Addi-

tion der tatsächlich pro Monument bestimmbaren Leistungen und die Addition einer kalkulierten Arbeitsleistung, die die Anzahl auch schlecht erhaltener Monumente als Multiplikator in die Rechnung integriert, zeigen keine signifikanten Unterschiede.

Somit ergibt sich folgendes Bild:

- Seit 3750 v. Chr. beginnt mit der Errichtung erster Megalithanlagen eine exponentielle Steigerungsrate der gesellschaftlich investierten Arbeitsleistung.
- Zwischen 3000 und 2600 v. Chr. erreicht die Leistungsbilanz ihren Höhepunkt, um schließlich bis etwa 2300 v. Chr. plötzlich gegen Null abzufallen.
- Erst zwischen 2300 und 1750 v. Chr. zeigt sich eine erneut positive Leistung, die eine lineare Wachstumsrate aufweist und in dieser Studie bis etwa 1000 v. Chr. verfolgt werden konnte.

Der Vergleich der Gesamtkurven für die Investition in einerseits innere Anlagenstruktur, andererseits Hügel, bestätigt die Aussagen auch für diese Einzelelemente der Konstruktion (Abb. 14)⁷².

Um einen Eindruck vom Verhältnis Zahl der Monumente zu Höhe der investierten Arbeit zu erhalten, wurde eine relative Kurve der Fundstellenzahl gegen die relative Entwicklung der Leistung abgetragen (Abb. 15). Auffällig ist nach einer gleichlaufenden Entwicklung bis 3500 v. Chr. die Abnahme der Fundstellenzahl bei einer Zunahme der sichtbaren Arbeitsleistung bis um 2700 v. Chr.

⁷⁰ In der Statistik bezieht sich die „sichere Arbeitsleistung“ auf die Investition für Brodgar und Stenness, während die chronologisch nur wahrscheinlich einzuordnenden Anlagen und Veränderungen an Anlagen in den Wert der „kalkulierten Leistung“ einfließen.

⁷¹ Prämisse ist natürlich die Annahme, daß sich im Zerstörungs-

grad der Monumente durch nachzeitige Aktivitäten keine entscheidenden Niveauunterschiede der Destruktionsintensität ergeben haben.

⁷² Dabei zeigt sich für die Bronzezeit die bereits erwähnte relative Zunahme der im Hügel vergegenständlichten Arbeit.

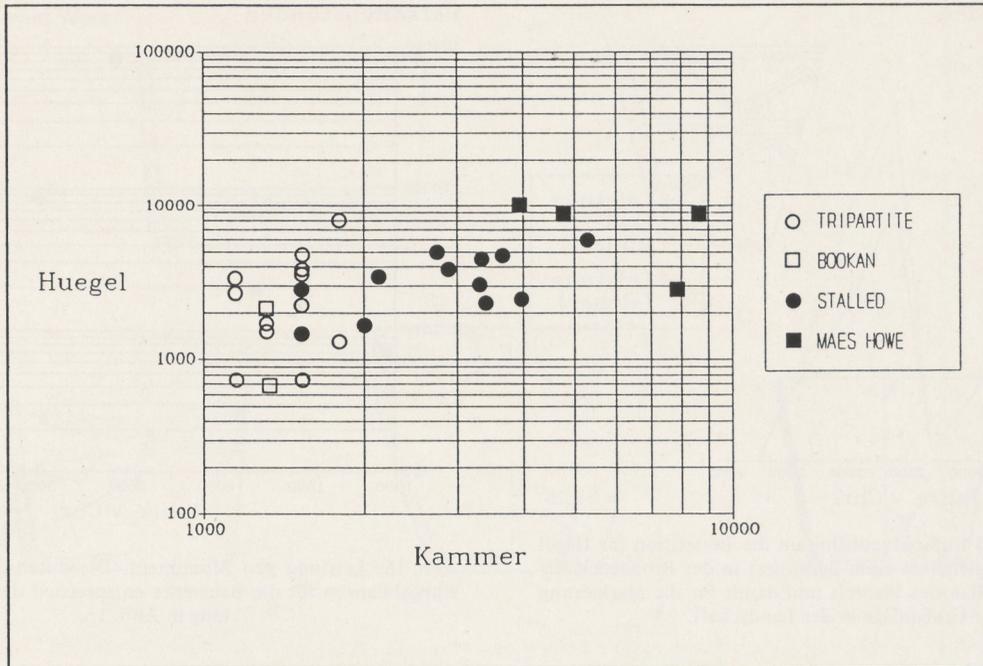


Abb. 12: Logarithmische Darstellung der unterschiedlichen Arbeitsleistungen für orkadische Großsteingräber.

und schließlich eine exponentielle Steigerung der Anlagenzahl bei nur linearem Wachstum der Leistung ab etwa 2000 v. Chr. Offenbar können wir eine Phase der Segmentierung zu Beginn von einer Phase der Zentralisation der Leistung und einer erneuten Dispersion in der Bronzezeit trennen. Dementsprechend verändert sich die Leistung pro Monument in den einzelnen Phasen (Abb. 16). Die Differenz zwischen der Investition in endneolithische Steinkreise und Grabhügel der mittleren Bronzezeit liegt bei zwei Zehnerpotenzen.

Interpretation: „Mehrproduktentwicklung?“

Die erhaltene Kurve für die Arbeitsleistung repräsentiert die Entwicklung der gemeinschaftlich in Großsteinanlagen investierten Arbeit. Unter folgenden Prämissen soll sie hier darüber hinaus als Indikator für die Entwicklung des gemeinschaftlichen Mehrproduktes⁷³ aufgefaßt werden:

1. Die Abwesenheit von ausgedehntem Wald auf Orkney und der fehlende archäologische Nachweis von Holzkonstruktionen läßt darauf schließen, daß nur lithische Monumentalarchitektur existierte.

2. Für das Neolithikum zeichnet sich im archäologischen Fundmaterial keine einschneidende Veränderung beim Anteil „wirtschaftlich unnützer“ Artefakte oder Artefaktmerkmale am Gesamtfundbestand ab⁷⁴.

⁷³ Unter dem Begriff „Mehrprodukt“ wird hier der Teil an vergegenständlichter Aktivität verstanden, der nicht ökonomischen Zwecken dient. Im archäologischen Material kann dieses „Produkt“ nur aus Quellen erschlossen werden, die nicht ökonomi-

Personenstunden

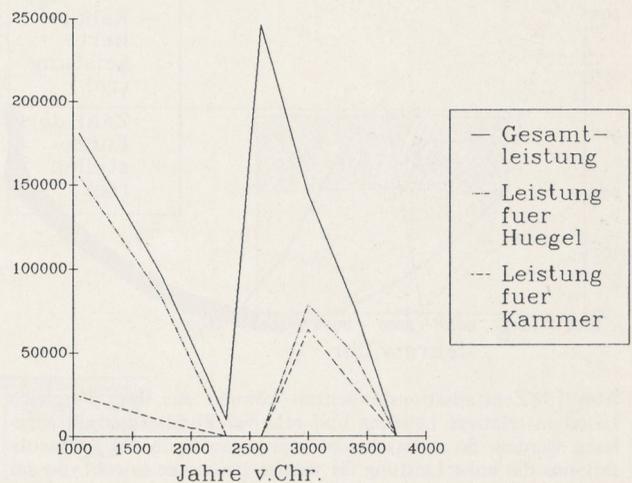


Abb. 13: Darstellung der Gesamtleistung für oberirdische Monumente auf Orkney.

3. Während des dritten und zweiten vorchristlichen Jahrtausends sind auf Orkney keine ergologischen Neuerungen, die z.B. Arbeitsprozesse verkürzen würden, be-

schen Charakter besitzen (z. B. Schmuck, Keramikdekoration).

⁷⁴ So fehlt z. B. eine Zunahme an Schmuckgegenständen genauso wie die Zunahme zeitaufwendiger Dekorationsmuster.

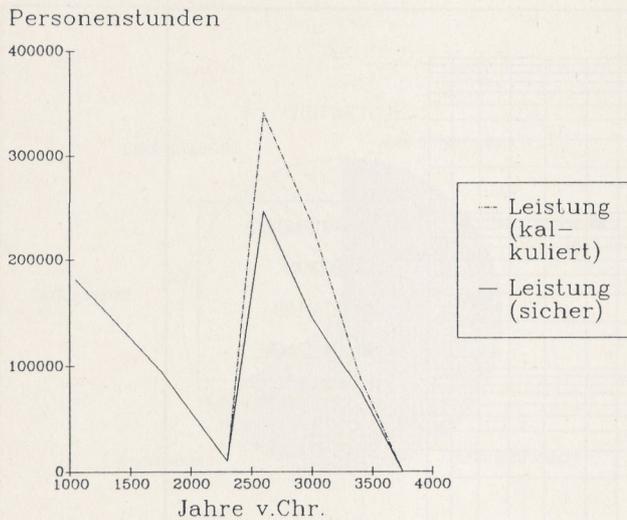


Abb. 14: Während im Spätneolithikum die Investition für Hügel und Kammer vergleichbar sind, dominiert in der Bronzezeit die Leistung für den Bau des Mantels und damit für die Markierung der Grabanlage in der Landschaft.

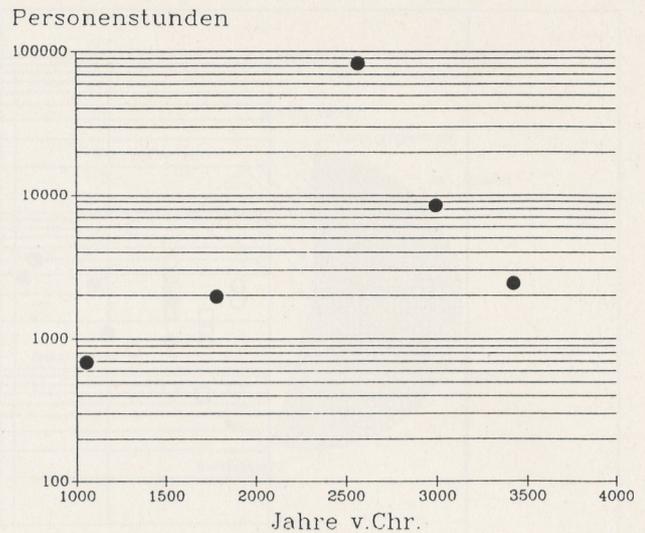


Abb. 16: Leistung pro Monument. Die durchschnittlichen Leistungsbilanzen für die Bauwerke entsprechen der Gesamtdarstellung in Abb. 15.

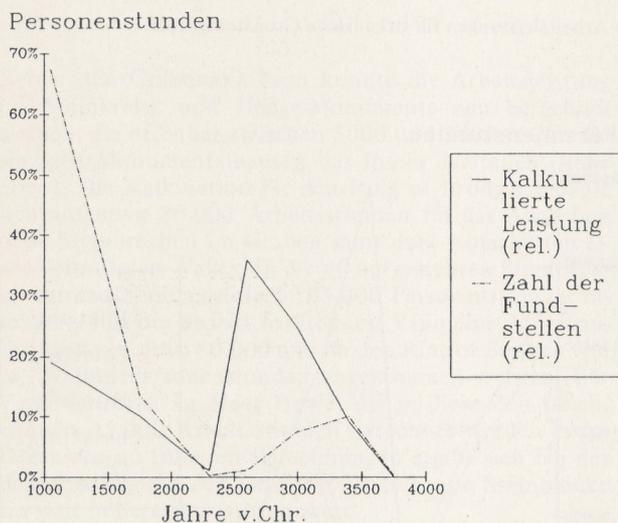


Abb. 15: Zentralisationstendenzen können aus dem Vergleich zwischen relativer Leistung und relativer Fundstellenzahl abgelesen werden. So unterscheidet sich gegen Ende des Spätneolithikums die hohe Leistung für wenige Bauwerke sowohl von der bronzezeitlichen „Dispersion“ als auch der „Agglomeration“ im beginnenden Spätneolithikum.

obachtbar. Auch während der Bronzezeit deutet der geringe Umfang an Metallfunden eher auf die Insularität der Entwicklung hin⁷⁵.

4. Auch wenn die orkadischen Inseln in ein überregio-

⁷⁵ Vergleich Øvrevik (Anm. 64) 145.

⁷⁶ D.L. Clarke, *Analytical Archaeology* (London 1978) 103.

⁷⁷ Das Bezugssystem der Mehrproduktkalkulation ist dabei ein Raum, nicht eine konstante demographische Größe. Demogra-

nales Netz spätneolithischer Wechselbeziehungen eingebunden sind, erlauben die Besonderheiten des dortigen Spätneolithikums eine Abgrenzung gegenüber anderen Gruppen.

Falls eine Veränderung der ökonomischen Leistungsfähigkeit einer prähistorischen Gruppe vorliegt, muß dies auch im übrigen archäologischen Fundmaterial sichtbar werden: Im Sinne einer Kulturdynamik, wie sie z. B. Clarke vorschlägt⁷⁶, bestehen zwischen den einzelnen Teilsystemen einer archäologischen Kultur Wechselwirkungen, die zur Anpassung des Gesamtsystemes an einzelne Impulse durch die Veränderung mehrerer Kulturkomponenten führt. Falls also die Tendenzen der Investition von Arbeitsleistung in orkadischen Megalithbauten tatsächlich einer Entwicklung des Mehrproduktes der spätneolithischen Gesellschaft entsprechen, müßten sich kulturelle oder ökologische Veränderungen damit korrelieren lassen⁷⁷.

Analogien im archäologischen Material

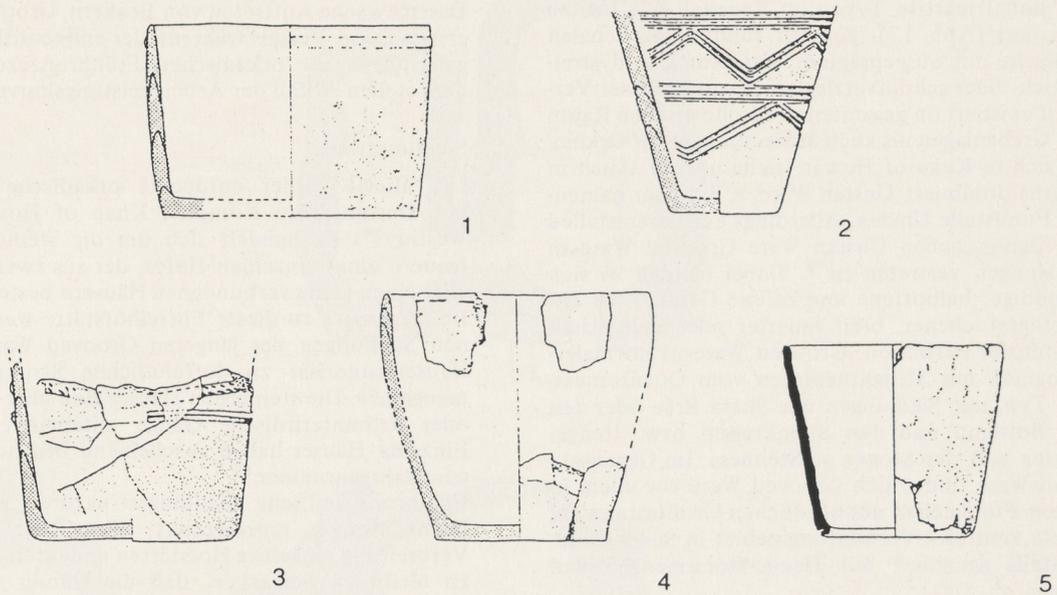
Die Entwicklung des orkadischen Neolithikums kann als kontinuierlicher Wandel der „Kultur“ (als regelhafter Merkmalkombination) aufgefaßt werden, bei der sich sowohl Grabbau, Bestattungssitte, Keramik, Knochenindustrie als auch Siedlungsstruktur und Umweltbezug in eineinhalbtausend Jahren erheblich verändern.

Grooved und Unstan Ware

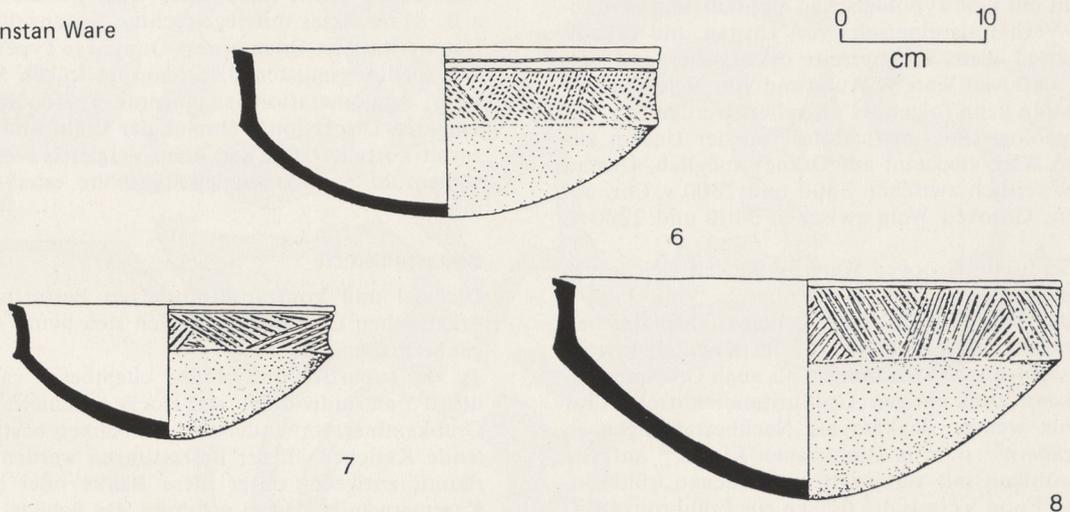
Neben drei tripartite chambered cairns, die rundbodige, mehr oder weniger geradwandige Töpfe eines eventuell

phisches Wachstum scheint für das orkadische Spätneolithikum wahrscheinlich, kann aber archäologisch nicht sicher nachgewiesen werden.

Grooved Ware



Unstan Ware



„Einfache Ware“

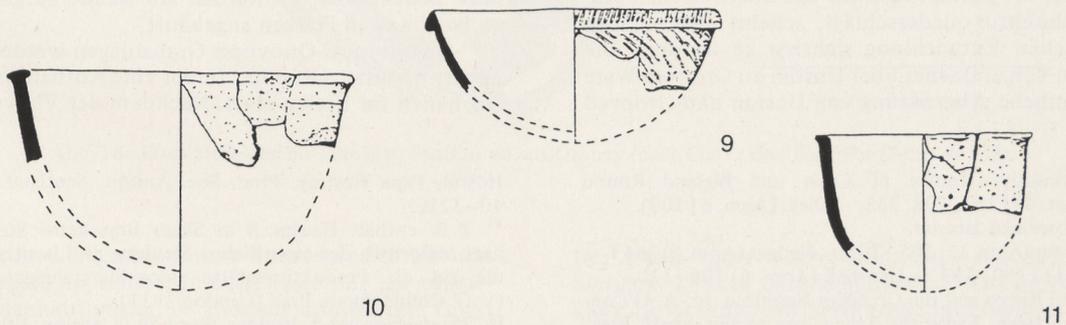


Abb. 17: Keramikstile auf Orkney: Grooved Ware: 1.3–4 Quanterness (nach Davidson und Henshall [Anm. 44] 76). 5 Skara Brae (Fraser [Anm. 11] 160). Unstan Ware: 6–8 Unstan (Henshall [Anm. 44] 252). „Einfache Ware“: 10 Knowe of Craie. 9.11 Sandyhill Smithy (Henshall [Anm. 44] 248).

sehr frühen nordschottischen Stiles einfacher Gefäße liefern⁷⁸, sind tripartite Typen im Regelfall mit Unstan Ware assoziiert (Abb. 17): zumeist rundbodige Schalen und Schüsseln mit ausgeprägtem Wandknick und streifen-, einstich- oder schnurverzietem Kragen. Dieser Verzierungstil existiert im gesamten nordschottischen Raum sowohl in Grabanlagen als auch in Siedlungen: auf Orkney findet er sich in Knap of Howar (siehe unten). Auch in stalled cairns dominiert Unstan Ware, z. B. in der namengebenden Fundstelle Unstan. Allerdings existieren stalled cairns, in denen neben Unstan Ware Grooved Ware in geringen Mengen vertreten ist⁷⁹. Dabei handelt es sich um flachbodige, halbboffene und offene Gefäße, die Zonen mit eingestochener, breit liniertes oder aber plastischer Leistenzier aufweisen. Grooved Ware ist normalerweise assoziiert mit Megalithanlagen vom Quanterness-Quoyness Typ, mit Siedlungen wie Skara Brae oder den Links of Noltland und den Steinkreisen bzw. Henge-monumenten, z. B. den Stones of Stenness. Im Gegensatz zur Unstan Ware findet sich Grooved Ware vor allem in küstennahen Fundstellen des nördlichen Großbritannien, hat aber ein zentrales Verbreitungsgebiet in Südengland, hier ebenfalls assoziiert mit Henge-Monumenten und Steinkreisen.

Die Diskussion während der letzten Jahrzehnte befaßte sich sowohl mit dem typologischen als auch dem chronologischen Verhältnis einerseits von Unstan und orkadischer Grooved Ware, andererseits orkadischer und südenglischer Grooved Ware⁸⁰. Aufgrund von Neufunden⁸¹ und ¹⁴C-Daten kann folgendes postuliert werden:

1. Eine typologische Entwicklung von der Unstan zur Grooved Ware erscheint auf Orkney möglich. Unstan Ware ist zeitlich zwischen 3800 und 2800 v. Chr. anzusetzen, Grooved Ware zwischen 3400 und 2200 v. Chr.
2. Die Orkadische Grooved Ware entwickelt sich früher als die südenglische.
3. Trotz des breiten zeitlichen Übergangsfeldes der beiden Keramikstile finden sie sich im Regelfall sowohl in unterschiedlichen Siedlungen als auch Grabanlagen.

Im Gegensatz zum übrigen Großbritannien treten auf Orkney nur wenige Beakers als Nachbestattungen in Megalithgräbern⁸² oder in subterranean Kisten⁸³ auf. Sie bilden zusammen mit vereinzelt vorhandenen frühbronzezeitlichen Food Vessels die Brücke zur Frühbronzezeit. Die Dynamik, die sich im Ausmaß der oberirdischen Monumentalarchitektur niederschlägt, scheint also auch in der keramischen Entwicklung sichtbar zu werden: Die Transmission von einfacher über Unstan zu Grooved Ware und die räumliche Abgrenzung von Unstan und Grooved

Komplexen spricht für einschneidende Veränderungen. Das schwache Auftreten von Beakern, Grooved Ware und ersten Food Vessels während der endneolithischen Übergangsphase zur orkadischen Frühbronzezeit entspricht dem steilen Abfall der Arbeitsleistungskurve.

Siedlungsweise

Die älteste bisher entdeckte orkadische Siedlung ist der Unstan Ware Komplex Knap of Howar auf Papa Westray⁸⁴. Es handelt sich um die steinernen Grundmauern eines einzelnen Hofes, der aus zwei subterranean, über einen Gang verbundenen Häusern besteht (Abb. 18). Im Gegensatz zu dieser Einzelhofstätte werden bei offenen Siedlungen der jüngeren Grooved Ware subterranean Häusergrundrisse zu dorfähnlichen Strukturen zusammengefaßt. Die steinernen Häuser sind über unterirdische oder halbunterirdische Gänge miteinander verbunden. Einzelne Häuser haben anscheinend besondere Funktionen wahrgenommen⁸⁵.

Frühbronzezeitliche Siedlungsstrukturen werden durch Burnt Mounds repräsentiert, die wieder eine disperse Verbreitung einzelner Hofstätten andeuten.

Es bleibt zu bemerken, daß die Häuser von Knap of Howar architektonische Ähnlichkeiten mit tripartite chambered cairns aufweisen, während die Architektur z. B. Skara Braes mit regelrechten Seitenzellen einzelner Häuser stark an Quanterness-Quoyness-Typen erinnert⁸⁶. Das Siedlungsmuster Dispersion im frühen Spätneolithikum, Agglomeration im jüngeren Spätneolithikum und erneuter Dispersion während der Früh- und Mittelbronzezeit korreliert mit den beim Vergleich zwischen Fundstellenzahl und Arbeitsleistungshöhe erhaltenen Ergebnissen.

Bestattungssitte

Die viel und konträr diskutierten Bestattungssitten in orkadischen Grabanlagen stellen sich heute schlüssig folgendermaßen dar⁸⁷:

1. In tripartite und stalled chambered cairns werden die Toten individuell als Hocker zumeist auf in der Grabkammer vorhandenen Steinbänken bestattet. Anfallende Knochen älterer Bestattungen werden beiseite geräumt, entweder unter diese Bänke oder nahe an die Kammerwände. Dabei erfahren die Schädel eine besondere Behandlung, sie werden am Rande aufgestellt oder an bestimmten Plätzen angehäuft.
2. Quanterness-Quoyness Grabanlagen werden als Beinhäuser benutzt. Offenbar findet eine Aufbahrung des Verstorbenen im Freien statt. Nachdem der Verwesungspro-

⁷⁸ Sandyhill-Smithy, Knowe of Craie und Bigland Round (Henshall [Anm. 44] 184; 208; 233. – Dies. [Anm. 6] 109).

⁷⁹ Z. B. Midhowe und Isbister.

⁸⁰ Z. B. Renfrew (Anm. 12) 205–208. – Hedges (Anm. 8) 264 f. – Fraser (Anm. 11) 180–183. – Henshall (Anm. 6) 108–110.

⁸¹ D. V. Clarke, Rinyo and the Orcadian Neolithic. In: A. O'Connor and D. V. Clarke, From the Stone Age to the 'Forty Five' (Edinburgh 1983) 45–46.

⁸² Calf of Eday (Long), Taversoe Tuick, Knowe of Yarso (Hedges [Anm. 8] 265).

⁸³ Birsay (Øvreik [Anm. 64] 124).

⁸⁴ A. Ritchie, Excavation of a Neolithic farmstead at Knap of

Howar, Papa Westray. Proc. Soc. Antiqu. Scotland 113, 1984, 40–121.

⁸⁵ Z. B. enthält Hausnr. 8 in Skara Brae keine Steinschränke, liegt außerhalb der eigentlichen Siedlung und besitzt Artefakte, die auf die Produktionsstätte eines Silenschlägers hinweisen (V. G. Childe, Skara Brae [London 1931]).

⁸⁶ Vergleiche auch I. Hodder, Symbols in Action. Ethnoarchaeological Studies of Material Culture (Cambridge 1982) 218–228.

⁸⁷ Dabei bleibt zu beachten, daß die Monumente noch lange nach ihrer Errichtung benutzt wurden. So scheinen z. B. zwischen 3000 und 2600 v. Chr. keine Grabmonumente mehr errichtet worden zu sein, in vielen wurde allerdings noch bestattet.

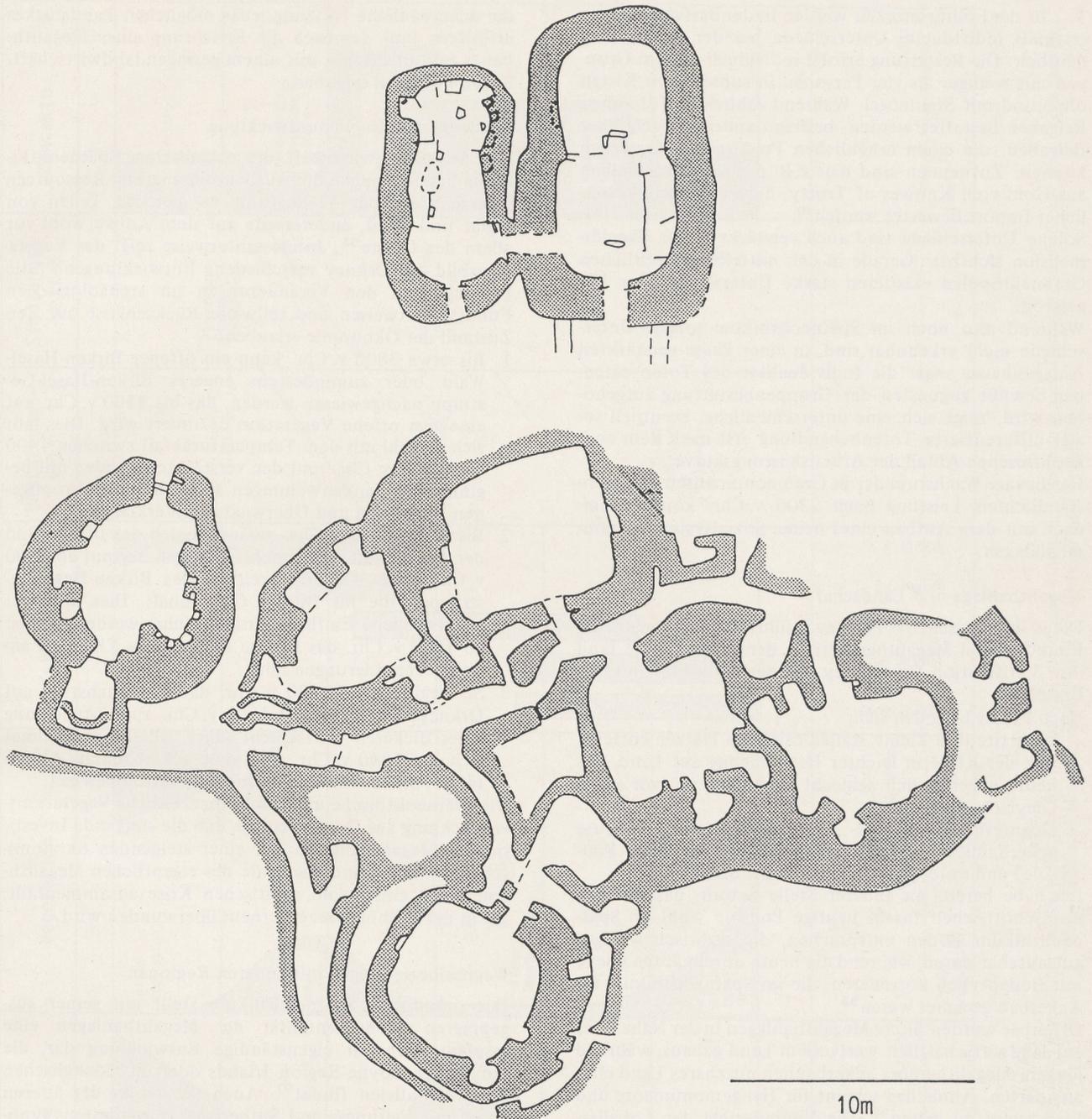


Abb. 18: Einzelhöfe und dorfähnliche Strukturen auf Orkney (nach Clarke und Sharples [Anm. 95] 58).

zeß beendet ist, werden bestimmte Knochen selektiert und im Megalithgrab deponiert: In bestimmten Zellen existieren Schädelanhäufungen, in anderen dominieren Oberschenkelknochen⁸⁸. In der Zentralkammer finden sich zumeist Silexartefakte, Keramik oder andere Beigaben.

⁸⁸ Die Individualität des Toten wird also im Grab aufgehoben.

Der Fund eines Menschenknochen bei den Stones of Stenness könnte darauf hindeuten, daß im Endneolithikum die orkadischen Steinkreise innerhalb des Grabritus ähnliche Funktionen einnahmen, wie das in Südengland z. B. in Hambledon Hill nachgewiesen wurde⁸⁹.

⁸⁹ R. Mercer, Hambledon Hill – A Neolithic Landscape (Edinburgh 1980) 58–67.

3. In der Frühbronzezeit werden in der Bestattungssitte erstmals individuelle Unterschiede bei der Behandlung deutlich: Die Bestattung erfolgt individuell oder in Gruppen mit weniger als vier Personen in subterranean Kisten ohne und mit Steinhügel. Während zahlreiche Tote ohne Beigaben bestattet werden, besitzen andere Einzelgräber Beigaben, die einen erheblichen Prestigewert darstellen können. Zu nennen sind hier z.B. die kleinen Scheiben aus Gold vom Knowes of Trotty, die als frühbronzezeitlicher Import bewertet werden⁹⁰.

Solche Unterschiede sind auch verstärkt in der Hügeldimension sichtbar: Gerade in den mittelbronzezeitlichen Grabnekropolen existieren starke Unterschiede der Hügelgröße.

Während also noch im Spätneolithikum soziale Unterschiede nicht erkennbar sind, in einer Phase verstärkten Anlagenbaues sogar die Individualität des Toten offenbar bewußt zugunsten der Gruppenbestattung aufgehoben wird, zeigt sich eine unterschiedliche, eventuell sozial differenzierte Totenbehandlung erst nach dem endneolithischen Abfall der Arbeitsleistungskurve.

Das lineare Wachstum der in Grabmonumenten vergegenständlichten Leistung nach 2300 v. Chr. könnte demnach mit dem Aufbau eines neuen Sozialsystems zusammenhängen.

Megalithanlage und Landschaft

Die in der britischen Forschung geführte Diskussion um die Funktion von Megalithgräbern in der Landschaft⁹¹ fand ihre Verifikation für Orkney mit der Umweltanalyse D. Frasers⁹².

Nach Fraser befinden sich

- tripartite und kleine stalled cairns an Plätzen entfernt von der Küste in leichter Hangneigung auf Land, das heute ackerbaulich schlecht zu nutzen ist (vor allem Gleyische Komplexe),
- Quaterness-Quoyness Anlagen dagegen auf heute ackerbaulich gut nutzbarem Boden (vor allem Podsole) und unter guten Sichtverhältnissen.

Ich habe bereits an anderer Stelle betont, daß auf den nordschottischen Inseln heutige Podsole wohl im Spätneolithikum Böden entsprachen, die agrarisch weniger gut nutzbar waren, während die heute durchnäßten Gleye mit Bodentypen korrelieren, die im Spätneolithikum für Ackerbau geeignet waren⁹³.

Offenbar wurden ältere Megalithanlagen in der Nähe oder auf landwirtschaftlich wertvollem Land gebaut, während jüngere Megalithgräber ackerbaulich nutzbares Land eher aussparten. Ähnliches scheint für Hengemonumente und Steinkreise zu gelten⁹⁴. Die Veränderung der Lokalisationsprozesse bei der Ortswahl für Megalithanlagen könnte ökonomischen Notwendigkeiten entsprechen, die z.B.

die ackerbauliche Nutzung jedes möglichen Landstückes erfordern und demnach die Errichtung eines Megalithbaues nur an Plätzen mit einem geringen landwirtschaftlichen Potential erlauben.

Ökologie und Umweltentwicklung

Die Subsistenzwirtschaft des orkadischen Spätneolithikums basierte neben der Ausbeutung mariner Ressourcen einerseits auf der Viehhaltung zu gleichen Teilen von Schaf und Rind, andererseits auf dem Anbau wohl vor allem der Gerste⁹⁵. Interessanterweise zeigt das Vegetationsbild auf Orkney verschiedene Entwicklungen⁹⁶, die Parallelen zu den Veränderungen im archäologischen Fundgut aufweisen und teilweise Rückschlüsse auf den Zustand der Ökonomie erlauben:

1. Bis etwa 3800 v. Chr. kann ein offener Birken-Hasel-Wald oder zumindestens engeres Birken-Hasel-Gestrüpp nachgewiesen werden, das bis 3500 v. Chr. auf eine fast offene Vegetation dezimiert wird. Dies läßt sich sowohl mit dem Temperaturabfall zwischen 4400 und 3800 v. Chr. und den verstärkten Winden mit beginnenden Sandanwehungen als auch mit anthropogenen Rodungen und Überweidungen erklären.
2. Bis etwa 2300 v. Chr. verändert sich das offene Bild der Landschaft nicht mehr. Dagegen beginnt ab 2300 v. Chr. eine Wiederverbreitung des Birken-Hasel-Gestrüppes, die bis 1800 v. Chr. anhält. Dies muß auf anthropogene Einflüsse zurückgeführt werden, da erst ab 1900 v. Chr. das kältere und nassere Klima zu anderen Veränderungen führt.
3. So beginnt seit 1900 v. Chr. das Torfwachstum auf Orkney, was etwa seit 1300 v. Chr. zur Entwicklung einer dickeren Torfschicht führt. Allerdings zeichnet sich seit 1800 v. Chr. eine neue ackerbauliche Aktivität ab, die erneut eine offene Vegetation bewirkt.

Die spätneolithische und frühbronzezeitliche Vegetationsentwicklung auf Orkney belegt, daß die steigende Investition in Megalithanlagen mit einer steigenden ökonomischen Aktivität und das Ende des eigentlichen Megalithbaues mit einer wohl agrarischen Krise zusammenfällt, die in der Frühbronzezeit erneut überwunden wird.

Wechselbeziehungen mit anderen Regionen

Das orkadische Spätneolithikum stellt mit seiner ausgeprägten Monumentalität der Megalithanlagen eine insulare, offenbar eigenständige Entwicklung dar, die nur in der Boyne-Region Irlands oder im sünglischen Raum Parallelen findet⁹⁷. Auch ist die in der älteren Phase mit Caithness und Sutherland zumindestens typologisch vergleichbare Form der Monumente in der jüngeren Phase größtenteils auseinanderlaufend.

⁹⁰ G. Petrie, Notice of a barrow at Huntisearth in the parish of Harray, Orkney, recently opened. Proc. Soc. Antiqu. Scotland 3, 1857–60, 195. – Øvreik (Anm. 64) 195.

⁹¹ Z.B. I. Kinnes, Monumental function in British Neolithic World Archaeology 7/1, 1975, 16–29. – Renfrew (Anm. 12).

⁹² Fraser (Anm. 11) 63–324. Die Umgebung jeder Megalithanlage wurde quantitativ in Bezug auf Bodentyp, Geologie, Entfernung vom Meer u. a. untersucht und die erhaltene Datenmatrix statistisch ausgewertet.

⁹³ Müller (Anm. 8) 53.

⁹⁴ Untersuchungen fehlen bisher leider für bronzezeitliche Anlagen.

⁹⁵ D.V. Clarke und N. Sharples, Settlements and Subsistence in the Third Millennium BC. In: Renfrew (Anm. 6) 54–82; 72–82.

⁹⁶ Die folgende Darstellung basiert auf den Arbeiten von D.A. Davidson und R.L. Jones, zusammengefaßt in: D.A. Davidson und R.L. Jones, The Environment of Orkney. In: Renfrew (Anm. 6) 10–36.

⁹⁷ Die Unterschiede z.B. zu den Hebriden und Shetlands wurden vor kurzem herausgestellt: Müller (Anm. 8).

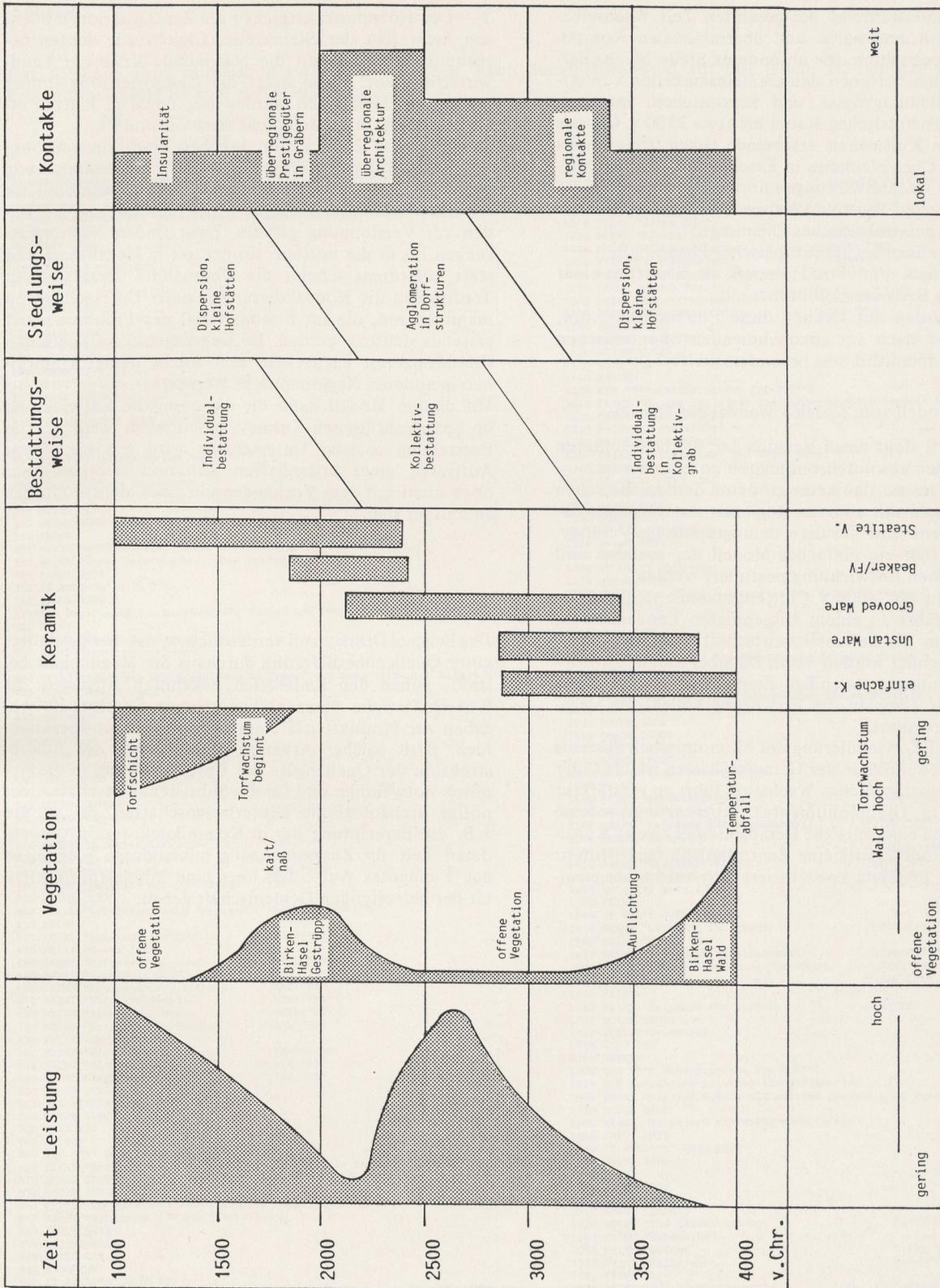


Abb. 19: Die Synchronisation unterschiedlicher gesellschaftlicher Entwicklungen, die in den kulturellen Hinterlassenschaften ablesbar sind, mit der „Leistungsbilanz“ für oberrheinische Monumente und mit Veränderungen der Vegetation.

Trotzdem sind während der gesamten Zeit Wechselbeziehungen mit regionalen und überregionalen Komponenten zu beobachten, die an anderer Stelle bereits dargestellt wurden⁹⁸. Neben den Gemeinsamkeiten von Architektur, Siedlungsweise und keramischem Inventar, die den nordschottischen Raum bis etwa 2500 v. Chr. als gemeinsamen Kulturkreis erscheinen lassen, treten etwa seit 2500 v. Chr. Elemente in Erscheinung, die auf weiterreichende Wechselwirkungen hinweisen:

- späte Grooved Ware und Henge- und Steinkreismonumente als gesamtbritannisches Phänomen;
- vereinzelte Beakers als europäisches Phänomen;
- Goldschmuck und Food Vessels als Elemente einer britischen Basis der Frühbronzezeit.

Offenbar werden auf Orkney diese Einflüsse kurz vor, während und nach der anzunehmenden ökonomischen Krise des Endneolithikums besonders greifbar.

Ein Modell zum sozialen Wandel auf Orkney

Abbildung 19 stellt einen Versuch dar, die beobachteten Veränderungen absolutchronologisch zu korrelieren.

Unter der Prämisse, daß keine größeren demographischen Verschiebungen mit anderen Regionen stattgefunden haben, höchstens eine insulare demographische Veränderung⁹⁹, soll hier ein einfaches Modell der sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung postuliert werden:

1. Die wohl seit 4000 v. Chr. einsetzende neolithische Besiedlung führt zu einem ausgeprägten Landesausbau, während dem die Subsistenzwirtschaft als äußerst produktiv bezeichnet werden kann. Die über die für die Subsistenzgewinnung notwendige Zeit vorhandene Arbeitszeit wird vor allem in die Errichtung kollektiver Megalithbauten investiert.

2. Nach der Konsolidierung des ökonomischen Systems steigt die Produktivität der Gemeinschaften weiter (oder aber ein demographisches Wachstum führt zu verstärkter Investition in Grabmonumente). Abgrenzungsprozesse setzen ein, die einerseits zur Herausbildung zweier Kulturen führen, andererseits eine Zentralisation hervorrufen: immer mehr Leistung konzentriert sich auf immer weniger Bauwerke.

3. Den Höhepunkt erreichen die Zentralisationstendenzen beim Bau der Steinkreise. Gleichzeitig deuten bestimmte Faktoren auf die beginnende Krise der Landwirtschaft hin: Zwar steigt die Gesamtleistung immer noch, aber Megalithen werden nur noch an Plätzen errichtet, die ökonomisch nicht wertvoll sind¹⁰⁰.

4. Etwa um 2400 v. Chr. brechen Tradition und ökonomisches System zusammen. Die erneute Bestrauchung weiter Inselbereiche reflektiert einen Leistungsabfall der Wirtschaft. Eventuell hat eine Überausbeutung der Böden zur Versteppung geführt. Zwar finden Nachbestatungen bis in die mittlere Bronzezeit in Megalithgräbern statt, allerdings scheint die Übernahme überregionaler Traditionen die Konsolidierung sozialer Unterschiede zu manifestieren, die im Fundmaterial der Frühbronzezeit erstmals sichtbar werden. Im Gegensatz zur orkadischen Frühbronzezeit entwickeln sich solche neuen Traditionen in anderen Regionen, z. B. Wessex.

Mit diesem Modell kann die ökonomische Entwicklung im spätneolithischen Orkney beschrieben werden. Die Entstehung sozialer Unterschiede wird erst nach dem Auftreten einer krisenhaften Situation sichtbar, aber noch nicht mit dem Vorhandensein eines Mehrproduktes an und für sich.

5. Ausblick

Das Beispiel Orkney soll verdeutlichen, daß bei besonders guter Quellenüberlieferung durchaus die Möglichkeit besteht, neben den hinlänglich bekannten Aussagen zur Wirtschaftsweise einer prähistorischen Gesellschaft Angaben zur Produktivität einer solchen Gruppe vorzunehmen. Basis solcher Arbeiten bildet neben der Rekonstruktion der Quellengüte die Unterscheidung in ökonomisch notwendige und für die Subsistenzwirtschaft nicht nötige archäologische Hinterlassenschaften. So könnte z. B. die Berechnung der in Keramikdekoration verwendeten Zeit im Zusammenhang mit anderen Elementen des Fundgutes Aufschluß über eine Mindestproduktivität der betreffenden Gemeinschaft geben.

⁹⁸ Müller (Anm. 8) 34–36.

⁹⁹ Hierfür könnte die Zunahme der entdeckten Hausgrundrisse mit Grooved Ware gegenüber den Hausgrundrissen mit Unstan Ware sprechen.

¹⁰⁰ Die Knochenanalysen von Isbister zeigen eine hohe Krankheitsbelastung der Population, die ebenfalls auf harte Arbeit hindeutet (J.T. Chesterman, *The Human Skeletal Remains*. In: Hedges [Anm. 8] 73–132).

Anhang

Das folgende Programm ist in gwbasic geschrieben, kann dementsprechend auf fast jedem PC benutzt werden. Eine Programm diskette ist vom Autor erhältlich.

```

10 REM * MEGAWORK *****
20 REM Programm zur Berechnung der Arbeitsleistung bei Megalithanlagen **
30 REM und Erdwerken *****
50 REM Ergebnisse werden in der Datei "megalith.seq" sequentiell
60 REM abgespeichert (Name,Anlagentyp,Gesamtleistung).
70 GOSUB 2200
80 GOSUB 2300
90 GOSUB 2900
100 IF TYP>1 THEN GOTO 120
110 GOSUB 250
120 IF TYP>2 GOTO 140
130 GOSUB 800
140 IF TYP>3 GOTO 160
150 GOSUB 1200
160 IF TYP=5 GOTO 180
170 GOSUB 1800
180 GOSUB 2100
190 PRINT "Weitere Leistungen für Anlagen berechnen?"
200 INPUT LEBENS$
210 GOSUB 12000
220 IF LEBENS$="j" THEN GOTO 80
230 CLOSE #2
240 END
250 REM **** Unterprogramm Typ 1 ****
260 PRINT
270 PRINT "Äußere Struktur:"
280 PRINT "-----"
290 GOSUB 3100
300 GOSUB 4000
310 PRINT
320 PRINT "Befinden sich in der Schüttung große Blöcke,"
330 PRINT "deren Leistung berechnet werden soll (j/n)?"
340 INPUT ANT$
350 IF ANT$="n" GOTO 370
360 GOSUB 5000
370 REM Berechnung der Leistung für Kammer und Gang
380 PRINT
390 PRINT "Innere Struktur:"
400 PRINT "-----"
410 PRINT
420 PRINT "Geben Sie die Anzahl der in Kammer und Gang verbauten Blöcke mit"
430 PRINT "Gewicht an."
440 HTRA=TRANS
450 HNIC=NIC
460 HSTE=STE
470 HINN=INN
480 GOSUB 5000
490 GOSUB 5500
500 GOSUB 9000
510 GOSUB 11000
520 GOSUB 13000
530 PRINT "Hügelform:           ",HUF
540 PRINT
550 PRINT "Durchmesser/Länge:       ",RAD,"m"
560 PRINT "Berechnete Höhe:         ",HOE,"m"
570 PRINT "Hügelvolumen:           ",VOL,"cbm"
580 PRINT "Material der Schüttung:   ",MAT
590 GOSUB 11000
600 PRINT "Arbeitsleistung insgesamt:",HINN+HUE+INN,"PS"
610 PRINT
620 PRINT "Leistung für Hügel:     ",HINN+HUE,"PS"
630 PRINT "davon für"
640 PRINT "Materialgewinnung:      ",BRE,"PS"
650 PRINT "Transport Hügelmat.:    ",TRA,"PS"
660 PRINT "Trockenmauern/Stapeln:  ",MAU,"PS"
670 PRINT "Blocktransport:         ",HTRA,"PS"
680 PRINT "Blockaufrichten:        ",HSTE,"PS"
690 PRINT "Leistung für Kammer:    ",INN,"PS"
700 PRINT "davon für"
710 PRINT "Blocktransport:         ",TRANS,"PS"
720 PRINT "Blockaufstellen:        ",STE,"PS"
730 PRINT "Trockenmauern:         ",TRO,"PS"
740 PRINT
750 GOSUB 10000
760 GESAMT=HINN+HUE+INN
770 GOSUB 11000
780 GOTO 190
790 RETURN
800 REM **** Unterprogramm Typ 2 ****
810 PRINT "Fragen zu Blockzahl und Blockgewicht in Kammer oder Gang:"
820 GOSUB 5000
830 GOSUB 5500
840 PRINT "Liegen Blöcke außerhalb des Grabes/Ganges vor (z.B. einer Fassade)?"
850 PRINT "Antworten Sie mit j oder n."
860 INPUT ANT$
870 KTRANS=TRANS
880 KSTEL=STE
890 KINN=INN
900 IF ANT$="n" GOTO 920
910 GOSUB 5000
920 REM *Ergebnisdruck*
930 GOSUB 9000
940 GOSUB 11000
950 GOSUB 10000
960 GOSUB 13000
980 PRINT
990 PRINT "Gesamtleistung:         ",KINN+INN,"PS"
1000 PRINT
1010 PRINT "Leistung für Kammer/Gang: ",KINN,"PS"
1020 PRINT "davon für"
1030 PRINT "Blocktransport:         ",KTRANS,"PS"
1040 PRINT "Blockaufrichten:        ",KSTEL,"PS"
1050 PRINT "Trockenmauern:         ",KRO,"PS"
1060 PRINT "Leistung für Äußeres:   ",INN,"PS"
1070 PRINT "davon für:"
1080 PRINT "Blocktransport:         ",TRANS,"PS"
1090 PRINT "Blockaufrichten:        ",STE,"PS"
1100 GOSUB 10000
1110 GESAMT=KINN+INN
1120 GOSUB 11000
1130 GOTO 190
1140 RETURN
1200 REM **** Unterprogramm Typ 3 ****
1210 PRINT "Um was für einen Steinkammergrabtyp handelt es sich"
1220 PRINT "1 eingetieft"
1230 PRINT "2 ebenerdig"
1240 PRINT "3 in Hügel"
1250 PRINT "4 eingetieft und unter Hügel ?"
1260 INPUT GAL
1270 IF GAL>1 GOTO 1310
1280 GOSUB 6000
1290 gosub 5800
1300 GOTO 1500
1310 IF GAL>2 GOTO 1340
1320 gosub 5800
1330 GOTO 1500
1340 IF GAL>3 GOTO 1400
1350 gosub 5800
1360 PRINT "Zum Hügel beantworten Sie folgende Fragen:"
1370 GOSUB 3100
1380 GOSUB 4000
1390 GOTO 1500
1400 gosub 5800
1410 PRINT "Zum Hügel beantworten Sie folgende Fragen:"
1420 GOSUB 3100
1430 GOSUB 4000
1440 PRINT "Zur Eintiefung beantworten Sie folgendes:"
1450 GOSUB 6000
1460 GOSUB 9000
1470 GOSUB 13000
1480 GOSUB 11000
1490 GOSUB 10000
1540 PRINT "Steinkammergrabtyp:     ",GAL
1550 PRINT
1560 PRINT "Gesamtleistung:         ",H+INN+HUE,"PS"
1570 PRINT "davon für"
1580 PRINT "Leistung für Steinkammer: ",INN,"PS"
1590 PRINT "davon für"
1600 PRINT "Blocktransport:         ",TRANS,"PS"
1610 PRINT "Blockaufstellen:        ",STE,"PS"
1620 print "Trockenmauern:         ",TRO,"PS"
1625 if gal=2 goto 1720
1630 PRINT
1640 IF GAL=1 GOTO 1710
1650 PRINT "Leistung für Hügel     ",HUE,"PS"
1660 PRINT "davon für"
1670 PRINT "Transport Hügelmaterial: ",TRA,"PS"
1680 PRINT "Materialgewinnung für Hügel: ",BRE,"PS"
1690 PRINT "Vermauern in Hügel.    ",MAU,"PS"
1700 PRINT
1710 PRINT "Leistung für Aushub:   ",H,"PS"
1720 GOSUB 10000
1730 GESAMT=H+INN+HUE
1740 GOTO 190
1750 RETURN
1800 REM **** Unterprogramm Typ 4 ****
1810 REM Berechnung Leistung für Steinkreise
1820 PRINT "Wieviel Blöcke mit welchem Gewicht sind verarbeitet?"
1830 GOSUB 5000
1840 PRINT "Existiert ein Wallgraben (j/n)?"
1850 INPUT ANT$
1860 IF ANT$="n" GOTO 1900
1870 GOSUB 8000
1880 PRINT
1890 GOSUB 9000
1900 GOSUB 10000
1910 GOSUB 13000
1920 PRINT "Die Geamtleistung:     ",H+INN,"PS"
1930 PRINT "davon für"
1940 PRINT "Blöcke                 ",INN,"PS"
1950 PRINT "Wallgraben             ",H,"PS"
1960 PRINT
1970 PRINT "für Blocktransport:     ",TRANS,"PS"
1980 PRINT "für Blockaufrichten:    ",STE,"PS"
1990 GOSUB 10000
2000 GESAMT=H+INN
2010 GOTO 1730

```

```

2020 RETURN
2100 REM **** Unterprogramm Typ 5 ****
2110 REM Berechnung für Erdwerke
2120 GOSUB 8000
2130 GOSUB 9000
2140 GOSUB 13000
2150 GOSUB 10000
2160 PRINT "Die Gesamtleistung: ";H;"PS"
2170 GOSUB 10000
2180 GESAMT=H
2190 RETURN
2200 REM **** Unterprogramm Vorlauf ****
2210 CLS
2220 OPEN "mega.seq" FOR OUTPUT AS #2
2230 DEF FNLOV(X)=INT(X)
2240 RETURN
2300 REM **** Unterprogramm Zero ****
2310 LET TYP=0
2320 LET TRANS=0
2330 LET HTRA=0
2340 LET HNIC=0
2350 LET NIC=0
2360 LET HSTE=0
2370 LET STE=0
2380 LET HINN=0
2390 LET HUN=0
2400 LET HUR=0
2410 LET RAD=0
2420 LET HOE=0
2430 LET VOL=0
2440 LET MAT=0
2450 LET BRE=0
2460 LET TRA=0
2470 LET MAU=0
2480 LET KTRANS=0
2490 LET KSTEL=0
2500 LET KINN=0
2510 LET GAL=0
2520 LET HUE=0
2530 LET H=0
2540 LET HUF=0
2550 LET RAD=0
2560 LET LAN=0
2580 LET BREI=0
2590 LET VOK=0
2600 LET VOL=0
2630 LET MAT=0
2640 LET TO1=0
2650 LET TO2=0
2660 LET TO3=0
2670 LET TO4=0
2680 LET TO5=0
2690 LET TO6=0
2700 LET TON=0
2710 LET NIC=0
2720 LET TIE=0
2740 LET LAE=0
2750 LET BREIT=0
2760 LET VER=0
2770 LET HOR=0
2780 LET KOR=0
2790 LET UMF=0
2800 LET TIEF=0
2810 LET GESEHT=0
2820 LET ANTS=""
2830 LET TRO=0
2840 LET MUL=0
2890 LET PROZ=0
2895 RETURN
2900 REM **** Unterprogramm Anfangsmenü****
2910 PRINT "-----"
2920 PRINT "M E G A W O R K"
2930 PRINT "-----"
2940 PRINT "Programm zur Berechnung der Arbeitsleistung bei Megalithanlagen"
2950 PRINT "und Erdwerken"
2960 PRINT
2970 PRINT "Mit dem Programm können tendenziell die Leistungen für Großstein-
2980 PRINT "anlagen und Erdwerke berechnet werden. Ergebnisse werden in der"
2990 PRINT "Datei mega.seq abgespeichert (Name,Typ,Gesamtleistung)."
```

```

3000 INPUT "Wie heißt die Fundstelle";NAM$
3010 PRINT "Um was für einen Anlagentyp handelt es sich"
3020 PRINT "1 Großsteingrab mit Hügel"
3030 PRINT "2 Großsteingrab ohne Hügel"
3040 PRINT "3 Steinkammergrab"
3050 PRINT "4 Steinkreis oder Henge-Monument"
3060 PRINT "5 Erdwerk"
3070 INPUT TYP
3080 PRINT
3090 RETURN
3100 REM **** Unterprogramm Berechnung des Hügelvolumens ****
3110 PRINT "Welche äußere Form besitzt der Hügel -"
3120 PRINT "1 Rundhügel"
3130 PRINT "2 Halbrunder Hügel"
3140 PRINT "3 Langhügel ?"
3150 INPUT HUF
3160 PRINT
3170 IF HUF>2 THEN GOTO 3250
3180 PRINT "Welchen Radius (m) besitzt der Hügel?"
3190 INPUT RAD
3200 REM Höhen- und Volumenberechnung
3210 HOE=1.7+2.37*(LOG(RAD)/LOG(10))
3220 VOL=.116*(10^(HOE/2.37))^2-1
3230 IF HUF=2 THEN VOL=VOL/2
3240 GOTO 3310
3250 PRINT "Welche Breite (m) hat der Langhügel?"
3260 INPUT RAD
3270 PRINT "Welche Länge (m) hat der Langhügel?"
3280 INPUT LAN
3290 HOE=1.7+2.37*(LOG(RAD/2)/LOG(10))
3300 VOL=.38*LAN*(10^(HOE/2.37)-1)
3310 REM *Substraktion des Kammervolumens vom Hügelvolumen"
3320 PRINT
3330 PRINT "Wollen Sie ein Innenraumvolumen abziehen (j/n)?"
3340 INPUT ANTS$
3350 IF ANTS="n" THEN GOTO 3520
3360 PRINT
3370 PRINT "Wollen Sie das Volumen eingeben. (a) oder wollen Sie das zu"
3380 PRINT "subtrahierende Kammervolumen als Quader berechnen (b)?"
3390 INPUT ANTS$
3400 IF ANTS="a" THEN GOTO 3490
3410 PRINT "Wie lang ist die Kammer (m)?"
3420 INPUT LAN
3430 PRINT "Wie hoch ist die Kammer (m)?"
3440 INPUT HOE
3450 PRINT "Wie breit ist die Kammer (m)?"
3460 INPUT BREI
3470 VOK=LAN*HOE*BREI
3485 GOTO 3520
3490 PRINT "Geben Sie das Kammervolumen ein (cbm):"
3500 INPUT VOK
3510 VOL=VOL-VOK
3520 RETURN
4000 REM **** Unterprogramm * Hügelmaterial * Leistung für Hügelmaterial ****
4010 PRINT
4020 PRINT "Welches Material liegt vor?"
4030 PRINT "1 Erde/lockerer Boden"
4040 PRINT "2 Kalkstein/Sandstein"
4050 PRINT "3 Hartes Gestein (z.B. Gneis,Granit) ?"
4060 INPUT MAT
4070 IF MAT=1 THEN GOTO 4170
4080 IF MAT=2 THEN GOTO 4100
4090 BRE=1.7*VOL*1.4
4095 GOTO 4110
4100 BRE=1.7*VOL
4110 TRA=VOL*11.8
4120 PRINT "Ein wie großer Teil des Hügels wurde trockengemauert (in%)?"
4130 INPUT PROZ
4140 MAU=VOL*2.64*(PROZ/100)
4150 HUE=BRE+TRA+MAU
4160 GOTO 4200
4170 BRE=VOL*2
4180 TRA=VOL*2.86
4190 HUE=TRA+BRE
4200 RETURN
5000 REM **** Unterprogramm Blockanzahl und Leistung für Blöcke ****
5010 PRINT
5020 REM Erfragen der Blockgewichte und Blockanzahl
5030 PRINT "Wieviel lt-schwere Blöcke?"
5040 INPUT TO1
5050 PRINT "Wieviel 2t-schwere Blöcke?"
5060 INPUT TO2
5070 PRINT "Wieviel 3t-schwere Blöcke?"
5080 INPUT TO3
5090 PRINT "Wieviel 4t-schwere Blöcke?"
5100 INPUT TO4
5110 PRINT "Wieviel 5t-schwere Blöcke?"
5120 INPUT TO5
5130 REM Gesamtgewicht
5140 TON=TO1+2*TO2+3*TO3+4*TO4+5*TO5
5150 PRINT "Liegt ein schwerer Block vor (j/n)?"
5160 INPUT ANTS$
5170 IF ANTS="n" GOTO 5240
5180 PRINT "Wie schwer (t)?"
5190 INPUT TO6
5200 TON=TON+TO6
5210 PRINT "Liegt ein weiterer,schwerer Block vor (j/n)?"
5220 INPUT ANTS$
5230 IF ANTS="j" GOTO 5180
5240 REM Berechnung der Transportleistung
5250 TRANS=TON*132
5260 PRINT "Wieviele Tonnen Gewicht an Blöcken wurden nicht aufgerichtet"
5270 PRINT "(falls keiner aufgerichtet wurde, 0 eingeben)?"
5280 INPUT NIC
5290 TTT=TON-NIC
5300 REM Berechnung der Leistung für das Aufstellen
5310 STE=TTT*65
5320 REM Berechnung der Gesamtleistung
5330 INN=STE+TRANS
5340 RETURN
5500 REM **** UNTERPROGRAMM TROCKENMAUERN IN INNENSTRUKTUR ****
5510 PRINT "Wird im Inneren der Anlage trockengemauert (j/n)?"
5520 INPUT WAL$
5530 IF WAL$="n" GOTO 5670
5540 PRINT "Wieviel Kubikmeter sind trockengemauert?"
5550 INPUT ANZ
5560 PRINT "Hier wird von einer Leistung 0,38 cbm in lh ausgegangen"
5570 PRINT "Wollen Sie über einen Faktor korrigieren? (j/n)?"
5580 INPUT LASS$
5590 IF LASS="n" GOTO 5640
5600 PRINT "Die Korrektur als Multiplikator eingeben:"
5610 INPUT MUL
5620 TRO=ANZ*2.64*MUL
5630 GOTO 5640
5640 TRO=ANZ*2.64
5650 INN=INN+TRO
5670 RETURN
5800 REM **** Unterprogramm Hilfe ****
5810 PRINT "Wieviele Blöcke sind in der Kammer verarbeitet worden?"
5820 gosub 5000
5830 gosub 5000
5840 return
6000 REM **** Unterprogramm Aushub beim Steinkammergrab ****

```

```

6010 PRINT "Wie tief ist der ausgehobene Teil?"
6020 INPUT TIE
6030 PRINT "Wie lang ist der ausgehobene Teil?"
6040 INPUT LAE
6050 PRINT "Wie breit ist der ausgehobene Teil?"
6060 INPUT BREIT
6070 V=TIE*LAE*BREIT
6080 PRINT "Wie hoch ist der vertikale Aushubweg?"
6090 INPUT VER
6100 PRINT "Wie lang der horizontale Transportweg?"
6110 INPUT HOR
6120 GOSUB 7000
6130 RETURN
7000 REM **** Unterprogramm Formel Atkinson ****
7010 H=V*39.9*(120+26.44*VER+6.6*HOR)/1000
7020 PRINT "Wollen Sie einen Multiplikationsfaktor"
7030 PRINT "für andere Böden als Kalkböden benutzen?"
7040 INPUT ANT$
7050 IF ANT$="n" GOTO 7090
7060 PRINT "Geben Sie den Korrekturfaktor ein:"
7070 INPUT KOR
7080 H=H*KOR
7090 RETURN
8000 REM **** Unterprogramm Volumen-und Leistungsberechnung Wallgraben ****
8010 PRINT "Geben Sie den Umfang (m) ein:"
8020 INPUT UMF
8030 PRINT "Geben Sie die Tiefe (m) ein:"
8040 INPUT TIEF
8050 PRINT "Geben Sie die weiteste Breite (m) ein:"
8060 INPUT BREIT
8070 V=UMF*TIEF*BREIT/2
8080 PRINT "Geben Sie die vertikale Aushubdistanz (m) ein:"
8090 INPUT VER
8100 PRINT "Geben Sie die horizontale Aushubdistanz (m) ein:"
8110 INPUT HOR
8120 GOSUB 7000
8130 RETURN
9000 REM **** Unterprogramm "Hilfe Ergebnisausdruck" ****
9010 PRINT
9020 PRINT "*****"

```

```

9030 PRINT
9040 PRINT "Name der Fundstelle: ";NAM$
9050 PRINT "Typ der Anlage: ";TYP
9060 PRINT
9070 PRINT "*****"
9080 RETURN
10000 REM **** Unterprogramm Ausdruckshilfe ****
10010 PRINT
10020 PRINT "*****"
10030 RETURN
11000 REM **** Unterprogramm Druckunterbrechung ****
11010 PRINT "-----"
11020 PRINT "weiter mit j"
11030 INPUT DRU$
11040 PRINT "-----"
11050 IF DRU$="j" THEN GOTO 11060 ELSE GOTO 190
11060 RETURN
12000 REM **** Unterprogramm Datensicherung ****
12010 WRITE# 2, NAM$, TYP, GESAMT
12020 RETURN
13000 REM **** Unterprogramm Rundung ****
13010 LET RAD=FNLOW(RAD)
13020 LET HOE=FNLOW(HOE)
13030 LET VOL=FNLOW(VOL)
13040 LET HINN=FNLOW(HINN)
13050 LET HUE=FNLOW(HUE)
13060 LET INN=FNLOW(INN)
13070 LET BRE=FNLOW(BRE)
13080 LET TRA=FNLOW(TRA)
13090 LET MAU=FNLOW(MAU)
13100 LET HTRA=FNLOW(HTRA)
13110 LET HSTE=FNLOW(HSTE)
13120 LET TRANS=FNLOW(TRANS)
13130 LET STE=FNLOW(STE)
13140 LET KINN=FNLOW(KINN)
13150 LET KTRANS=FNLOW(KTRANS)
13160 LET KSTEL=FNLOW(KSTEL)
13170 LET H=FNLOW(H)
13180 LET TRO=FNLOW(TRO)
13190 RETURN

```