

# Acta Praehistorica et Archaeologica

---

Herausgegeben für

die Berliner Gesellschaft für Anthropologie  
Ethnologie und Urgeschichte

das Ibero-Amerikanische Institut  
Preußischer Kulturbesitz Berlin

die Staatlichen Museen  
Preußischer Kulturbesitz Berlin

von

Adriaan von Müller

Wilhelm Stegmann

Wolf-Dieter Dube

## Irdenware aus der Zentralsahara (Tibesti): Absicherung einer stilistischen Chronologie durch Porositäts- und Dichtemessungen\*

### I. Einleitung und Problemstellung

Seit fast zwei Jahrzehnten mehren sich die Anzeichen dafür, daß in der zentralen und südlichen Sahara beim Übergang vom Paläo- zum Neolithikum vor 8.000 bis 10.000 Jahren eine eigenständige Entwicklung sehr früher Keramikproduktion einsetzte.<sup>1</sup> Damit erscheint die ältere Auffassung vom Ursprung der „Neolithischen Revolution“ im Vorderen Orient überholt und eine polyzentrische Ausbildung der neuen Kulturstufe sehr viel wahrscheinlicher.

Ungünstige Klimabedingungen, die extreme Unzugänglichkeit des Raumes sowie politische Hemmnisse haben den Informationsfluß lange verzögert. Noch heute ist man in mancher Hinsicht auf einem Forschungsstand, wie er in Mitteleuropa bereits um die Jahrhundertwende erreicht worden war.

Bei dem Versuch, das kulturelle Geschehen früherer Jahrtausende aus den Hinterlassenschaften des Menschen zu rekonstruieren, spielt die Keramik eine herausragende Rolle: Ihre Merkmale sind so vielfältig, daß gleiche Kombinationen kaum zufällig sein können, sondern als spezifisches Produkt und empfindlicher Indikator einer kulturellen Einheit zu werten sind.<sup>2</sup> Der technologische Entwicklungsstand und das materielle Lebensniveau eines Volkes sind aus keramischen Produkten ebenso abzulesen wie das ästhetische Empfinden oder sogar Informationen über soziologische Differenzierungen, kulturelle Einflüsse und Handelsbeziehungen.

In einem unerforschten Gebiet wie Nordafrika ist daher eine Typisierung, Klassifizierung und chronologische Gliederung der keramischen Hinterlassenschaften sowie deren detaillierte Beschreibung und Analyse von grundlegendem Interesse. Insbesondere für die westliche Sahara lieferte Camps-Fabrer 1966 zu dieser Thematik einen ersten Überblick. Für das Tibesti, aus dem die hier vorliegenden Funde zum größten Teil stammen, sind die Arbeiten von Okrusch/Strunk-Lichtenberg/Gabriel, Rønneseth, Strunk-Lichtenberg/Gabriel/Okrusch sowie Treinen-Claustre<sup>3</sup> zu nennen. Die folgenden Ausführungen beziehen sich aber vor allem auch auf eine chronologische Gliederung, die Gabriel 1981 im wesentlichen auf der Basis von Stilanalysen für die neolithische Keramik des Tibesti veröffentlicht hat.

Unsere Untersuchungen haben es sich zur Aufgabe gestellt, die durch bloßen Augenschein gewonnene Klas-

sifizierung nun durch die Messung physikalischer Eigenschaften abzusichern. Dies erscheint nicht zuletzt deshalb wichtig, um in Zweifelsfällen ein Entscheidungsinstrument zu besitzen, das eine solche Zuordnung auf rasche Weise erlaubt. Der keramische Scherben sollte auch dann einer bestimmten Kategorie zugewiesen werden können, wenn er unverziert ist, aber möglicherweise von einem undekorierten Teil eines verzierten Gefäßes stammt.

Unter diesen Aspekten wurden Porosität und Dichte des Fundgutes bestimmt. Derartige Messungen sind einerseits mit relativ einfachen Mitteln durchführbar,<sup>4</sup> andererseits können sie nach früheren Erfahrungen als genügend aussagekräftig angesehen werden: An keramischer Ware aus dem europäischen Raum (Siegburg) wiesen Beckmann/Strunk-Lichtenberg/Heide<sup>5</sup> nach, daß solche Methoden durchaus in der Lage sind, wertvolle Informationen über die relative Chronologie eines Fundkomplexes zu liefern. Erneut unterstrichen Maggetti/Kahr<sup>6</sup> die Bedeutung der Porosität zur Charakterisierung keramischer Scherben.

Matrix, Magerung und Poren bauen in wechselnder Ausbildung und Menge den Scherben auf. Dabei sind die Poren sehr wesentlich von der Kunst des Töpfers zu beeinflussen. Schon die Vorbereitung des Tonmaterials durch Sumpfen und Mauken macht dieses plastischer und für eine Verdichtung durch mechanische Kräfte bei der Gestaltung des Gefäßes gefügiger. Die Weiterbehandlung, das Trocknen und anschließende Brennen sind Fertigkeiten, die der Töpfer durch Erfahrung gewinnen muß und die sich deutlich im Porenspektrum eines keramischen Scherbens ausdrücken. Maggetti/Kahr<sup>7</sup> kamen zu dem Ergebnis, daß Porosität und Porengrößenverteilung im wesentlichen bedingt sind durch die Korngröße des Rohtones, seine mineralogische Zusammensetzung, durch Art und Korngröße der Magerung, durch die Formgebung und letztendlich durch die Brenntemperatur.

Zusätzlich sollte berücksichtigt werden – und dies wirkt sich in besonderem Maße auf das Porenspektrum aus –, daß das vorliegende Scherbenmaterial aus einer Hausproduktion stammt. Es ist zu erwarten, daß sich in jeder dieser kleinen Werkstätten, die meist für den eigenen Gebrauch getöpft haben dürften, jeweils eigene Methoden für die Aufarbeitung der Rohmaterialien und für den Brand entwickelten. Mögen sich Form und Dekor aufgrund einer Mode regional angeglichen haben, so dürfte

\* Für die kritische Durchsicht und zahlreiche Anregungen danken wir Herrn Prof. Dr. M. Maggetti, Freiburg/Schweiz sehr herzlich.

<sup>1</sup> Vgl. Camps 1974; Gabriel 1977; Hays 1980; Kobusiewicz 1976 und 1980; Roset 1982; Sahara-Handbuch 1978; Wendorf/Schild 1980; Williams/Faure 1980 u.a.

<sup>2</sup> Shepard 1971.

<sup>3</sup> Okrusch/Strunk-Lichtenberg/Gabriel 1973; Rønneseth 1982; Strunk-Lichtenberg/Gabriel/Okrusch 1973 sowie Treinen-Claustre 1981.

<sup>4</sup> Strunk-Lichtenberg 1976.

<sup>5</sup> Beckmann/Strunk-Lichtenberg/Heide 1971.

<sup>6</sup> Maggetti/Kahr 1981.

<sup>7</sup> Maggetti/Kahr 1981.

doch die Porosität an die lokale Produktionsstätte geknüpft sein.

Vorstehende Überlegungen betreffen brandneue, in ihren Poreneigenschaften unveränderte Scherben. Doch kann später beim Gebrauch eine Verstopfung der Poren durch Speisereste oder durch vom Kochen über offenem Feuer herrührenden Ruß – und unter bestimmten Bedingungen bei der Bodenlagerung eine Neubildung von Sekundärmineralen in den Hohlräumen eintreten.

Letzteres erweist sich gerade in den ariden Gebieten als ernstes Problem: Die aufsteigende Bodenwasserbewegung kann zur Ausfällung von Lösungsrückständen im Oberboden bzw. an der Erdoberfläche führen, woher ja die Funde zum größten Teil stammen. Doch zeigten sich weder makroskopisch derartige Verkrustungen an den Scherben, noch wurden bei den mineralogischen Spezialuntersuchungen, die an einem Teil des Probenmaterials durchgeführt wurden,<sup>8</sup> solche Sekundärmineral-Einlagerungen entdeckt.

Organische Reste, die vom Gebrauch herrühren, sind bei den älteren Scherben infolge Verwitterung weitgehend verschwunden. Lediglich bei jüngeren Keramikgruppen machen sich die Spuren solcher Stoffe (wobei es sich um Fette handeln dürfte) noch dadurch bemerkbar, daß sich das pulverisierte Scherbenmaterial, das in Pyknometern mit Wasser übersättigt wird, nur mit großen Schwierigkeiten von diesem benetzen läßt. Bei der Gesamtzahl der untersuchten Scherben war dies in 4,6% der Fälle zu beobachten.

Es handelte sich dabei in keinem Fall um antike oder prähistorische Scherben, sondern die 15 Proben teilen sich auf in acht Scherben der rezenten Tubu-Keramik, drei Scherben einer schwarz glänzenden Keramik, wie sie im Süden (N'Djamena) noch heute im Gebrauch ist, zwei Scherben des sogenannten Sao-Musters (wahrscheinlich  $\pm$  mittelalterlich) sowie zwei unverzierte Scherben, die aber von der technischen Qualität her eher an jüngere Stilgruppen anzuschließen waren. Und trotz dieser möglichen Verklebung durch organische Fette oder durch Ruß besitzen die jüngeren Keramikgruppen noch immer die höchste Porosität!

Man wird daher davon ausgehen dürfen, daß bei den älteren Stilgruppen ein weitgehend sauberer Scherben mit einem originalen Porenspektrum vorlag und daß die Porosität bei den jüngeren Gruppen eher noch größer ist als es in den vorliegenden Meßergebnissen zum Ausdruck kommt.

## II. Experimenteller Teil

Nach der klassischen Methode<sup>9</sup> wurden mit Waage, Mühle und Pyknometer experimentell drei Werte ermittelt:

1. die Wasseraufnahme (W) des Scherbens in Gew.-%,
2. das Raumgewicht oder die Rohdichte (R) in  $\text{g/cm}^3$ , die sich aus der Konsistenz des Scherbens mitsamt seinen Poren ergibt, und
3. die Dichte (D) in  $\text{g/cm}^3$ , die das spezifische Gewicht der Zellwände nach Zermörserung des Scherbens beschreibt.

Jede Scherbenprobe wird in zwei Stücke zerlegt, deren Gewicht zwischen 0,5 g und 5,0 g liegen sollte. Eine Limitierung nach unten bei 1,0 g wirkt sich zwar günstig auf die Meßgenauigkeit aus, doch sind bei sehr vorsichtigem Arbeiten auch Scherbenfragmente zwischen 0,5 g und 1,0 g noch hinreichend genau zu bestimmen.

Durch längeres Einwässern in Aqua dest. (mindestens 24 Stunden), anschließendes Kochen (mindestens 1/2 Stunde) mit Ersatz des verdunstenden Wassers und Erkaltenlassen des vollständig wasserbedeckten Scherbenstückes im abgedeckten Gefäß wird eine totale Füllung aller offenen Poren erreicht. Nicht gefüllt werden zerschmolzene geschlossene Poren und offene kapillare Poren, deren Lumina den Wassermolekülen keinen Eintritt gestatten. Diese Porensorten sind praktisch von den wirklich abgeschlossenen Poren nicht zu unterscheiden.

Zwei Wägungen des Scherbenstückes im gewässerten und im anschließend bei  $105^\circ\text{C}$  getrockneten Zustand ergeben die aufgenommene Wassermenge der Probe, die, bezogen auf das Trockengewicht, als Wasseraufnahme W in Gewichtsprozenten angegeben wird.

Die Bestimmung des Raumgewichts oder der Rohdichte erfolgt nach dem Archimedischen Prinzip. Da ein poröser Körper, wie es das Scherbenstückchen ja ist, nicht in eine Flüssigkeit eingebracht werden kann, ohne daß diese wenigstens teilweise in ihn eindringt, wird der maximal mit Wasser (= Dichte 1) erfüllte Scherben mit dem Balken einer Analysenwaage verbunden und in ein wassergefülltes Gefäß eingetaucht. Auf diese Art läßt sich sein Gewichtsverlust bzw. der Auftrieb feststellen, der dann genau seinem Trockenvolumen V entspricht, wenn zwischen den beiden Wägungen keine Veränderung der Wasserfüllung des Scherbens stattgefunden hat. Der Quotient aus dem Trockengewicht G und dem Trockenvolumen V des Scherbenstückchens wird als R (= Raumgewicht, Rohdichte) in  $\text{g/cm}^3$  angegeben und ist ein Maß für die Konsistenz des Scherbens mitsamt seinen Poren.

Um die wirkliche Dichte des den Scherben aufbauenden Materials (Ton und Magerung) zu bestimmen, müssen alle Poren in einem Mahlvorgang zerstört werden. Das gewonnene Pulver, das weder zu grob (Restaggregate mit Poren) noch zu fein (Sedimentationsschwierigkeiten im Wasser) sein darf, wird in einer Menge von 0,5 g bis 1,0 g in ein 50-ml- oder 25-ml-Pyknometer eingewogen. Dabei wirkt sich die Benutzung der kleineren Pyknometer-Kolben günstig auf die Bestimmungsgenauigkeit aus, da dann das Verhältnis Probenmaterial/Ballast größer wird. Das Pulver im Pyknometer wird mit 10 ml Wasser übersättigt, 24 Stunden lang stehengelassen, dann unter Vermeidung eines Siedeverzuges aufgekocht und anschließend noch in einem Exsikkator evakuiert, um die letzten Luftreste, die an dem Pulver haften können, zu entfernen. Danach werden die Pyknometer bis zum Hals mit destilliertem und luftfrei gekochtem, erkaltetem Wasser aufgefüllt und der Sedimentation, die durchschnittlich 3–4 Tage dauert, überlassen. Erst wenn das überstehende Wasser klar ist, wird das Pyknometer mit dem durchbohrten Stöpsel geschlossen, wobei die Kapillare exakt gefüllt sein muß, und gewogen. Da Wasser ein

<sup>8</sup> Okrusch/Strunk-Lichtenberg/Gabriel 1973.

<sup>9</sup> Strunk-Lichtenberg 1976.

**Tabelle 1:** Untersuchte Stilgruppen neolithischer Irdenware i.w. aus dem Tibesti, ihre in den vorliegenden Untersuchungen verwendeten Abkürzungen sowie die Datierung nach Gabriel 1981. Anzahl (N) der mit Porositäts- und Dichtemessungen charakterisierten Proben pro Stilgruppe, die in die Bewertung einbezogenen Größen Wasseraufnahme W (Gew.-%), Raumgewicht R ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) und Dichte D ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), jeweils pro Stilgruppe als Mittelwert  $\pm$  einfacher Standardabweichung angegeben.

Stilgruppe	Abk.	Datierung	N	W	R	D
Wavy lines mit begleitenden Punktlinien	WLP	altneolithisch	17	16.08 $\pm$ 2.24	1.82 $\pm$ 0.08	2.62 $\pm$ 0.07
Hohe Mäander	HM	altneolithisch	8	15.02 $\pm$ 2.19	1.85 $\pm$ 0.09	2.58 $\pm$ 0.10
Großes Punktrastrer mit starker Pflanzenmagerung	GPMP	alt- bis mittelneolithisch	23	17.20 $\pm$ 2.38	1.76 $\pm$ 0.07	2.56 $\pm$ 0.08
Großes Punktrastrer ohne Pflanzen-, mit Sandmagerung	GPOP	alt- bis mittelneolithisch	32	14.69 $\pm$ 3.39	1.87 $\pm$ 0.10	2.61 $\pm$ 0.09
Zahnstockmuster in Wiegebandtechnik	ZW	alt- bis mittelneolithisch	69	14.38 $\pm$ 2.98	1.88 $\pm$ 0.11	2.56 $\pm$ 0.10
Rollen-Rädchenmuster	RR	alt- bis mittelneolithisch	31	14.11 $\pm$ 2.25	1.90 $\pm$ 0.08	2.57 $\pm$ 0.09
Zahnstock oder Rolle	ZR	alt- bis mittelneolithisch	12	14.78 $\pm$ 2.60	1.88 $\pm$ 0.09	2.60 $\pm$ 0.11
Großes Wiegeband	GW	mittel- bis jungneolithisch	24	15.82 $\pm$ 2.74	1.82 $\pm$ 0.09	2.58 $\pm$ 0.09
Saharische Tiefstickeramik	ST	älter als Mittelalter (jungneolithisch?)	19	16.52 $\pm$ 3.86	1.79 $\pm$ 0.11	2.60 $\pm$ 0.09
Sao-Muster	SM	mittelalterlich	18	19.38 $\pm$ 3.23	1.72 $\pm$ 0.08	2.65 $\pm$ 0.09
Rezente Tubu-Keramik	RT	rezent bis subrezent	11	20.99 $\pm$ 4.52	1.63 $\pm$ 0.14	2.49 $\pm$ 0.16
Restliche Stilgruppen insgesamt über alle Stilgruppen		allen Alters	62	16.28 $\pm$ 4.17	1.81 $\pm$ 0.13	2.58 $\pm$ 0.13
			326	15.29 $\pm$ 4.52	1.83 $\pm$ 0.12	2.58 $\pm$ 0.11

mit der Temperatur empfindlich veränderliches Volumen hat, wird die aktuelle Temperatur des Wassers sowohl im Pyknometer mit Pulver als auch nach der Entleerung und Säuberung im erneut nur mit entlüftetem Wasser gefüllten Pyknometer gemessen. Der Temperaturunterschied beträgt im Schnitt weniger als  $0,5^\circ \text{C}$ . Diese letzte Manipulation dient der Ermittlung des Leervolumens des Pyknometers, das für die Rechnung notwendig ist. Substanzmenge plus Leervolumen vermindert um Substanzmenge im Wasservolumen ergibt den Auftrieb bzw. das Trockenvolumen V der Substanzmenge G, und der Quotient  $G/V = D$  ist die Dichte des Zellwandmaterials in  $\text{g}/\text{cm}^3$ .

### III. Herkunft des Untersuchungsmaterials

Zur Herkunft des Untersuchungsmaterials sei auf Okrusch/Strunk-Lichtenberg/Gabriel, Strunk-Lichtenberg/Gabriel/Okrusch und Gabriel verwiesen.<sup>10</sup> Dort sind neben Kartenmaterial auch Abbildungen zu den einzelnen Stilgruppen zu finden. Besonders hervorgehoben werden sollte, daß es sich bei den untersuchten Keramikscherben fast ausschließlich um Oberflächenfunde handelt.

<sup>10</sup> Okrusch/Strunk-Lichtenberg/Gabriel 1973; Strunk-Lichtenberg/Gabriel/Okrusch 1973; Gabriel 1981.

<sup>11</sup> Burmester/Strunk-Lichtenberg/Gabriel 1982.

<sup>12</sup> Gabriel 1981.

### IV. Bewertung und Diskussion

Zielt man auf eine Beantwortung der oben formulierten Problemstellung ab, so muß eine Klärung folgender Fragen in Angriff genommen werden:<sup>11</sup>

– Lassen sich mit den Porositäts- und Dichtewerten die untersuchten Proben klassifizieren, d.h. zerfallen die Daten in deutlich charakterisierbare und archäologisch sinnvolle Strukturen?

– Spiegeln die physikalisch-analytischen Meßdaten unterschiedliche Stilelemente oder Fundorte wider? Fällt also, um nur ein Beispiel zu nennen, das Stilelement „Zahnstockmuster in Wiegebandtechnik“<sup>12</sup> grundsätzlich mit Feinporigkeit zusammen? Falls ja, kann die vorgeschlagene Methodik eine Zuordnungshilfe für unverzierte Scherben bieten?

Die derart skizzierte Aufgabenstellung läßt sich durch einen statistischen Vergleich<sup>13</sup> aller Meßwerte lösen, wobei einmal auf jede zusätzliche Information verzichtet wird und ein anderes Mal archäologische Kriterien (Stilelemente, Fundorte) einbezogen werden. Die Größen Wasseraufnahme W, Raumgewicht R und Dichte D bilden dabei die Grundlage für eine multivariate statistische Bewertung. Auf eine Darstellung eingesetzter Ver-

<sup>13</sup> Die EDV-gestützte Bewertung wurde am Zentralen Rechenzentrum der Technischen Universität Berlin auf einer Cyber 170/835 durchgeführt. Hierbei wurde u.a. auf die Programmpakete CLUSTAN, SPSS und LAMM (Eigenentwicklung Burmester 1982) zurückgegriffen.

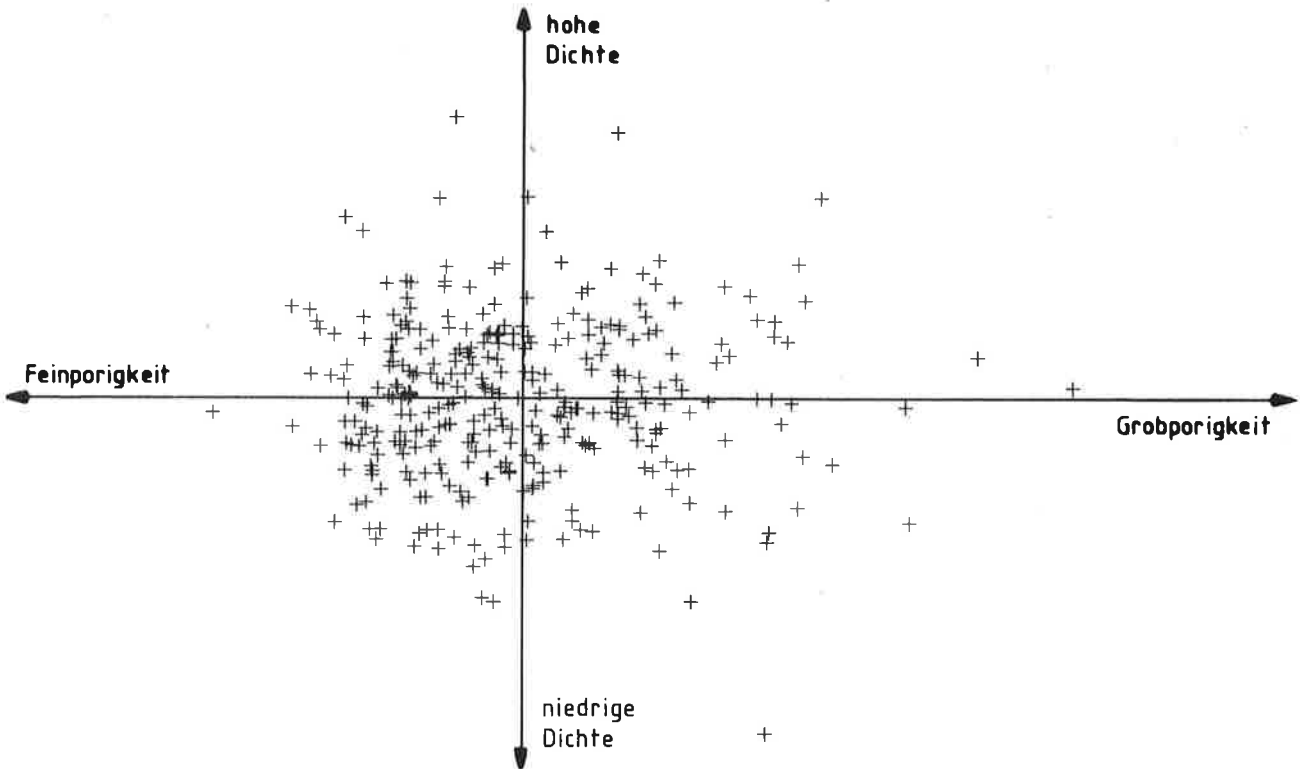


Abb. 1: Verteilung der 326 untersuchten irdenen Scherben. Es wurde eine standardisierte (Achsenkreuz im Schwerpunkt, Standardabweichung gleich 1) und transformierte (mittels Hauptfaktorenanalyse) Darstellung gewählt. Bei optimaler Streuung der Proben entspricht die Abszisse der Porositätscharakteristik  $(0.70 \times W + (-0.71) \times R + (-0.13) \times D$ , Varianz 64.4%, mit W Wasseraufnahme, R Raumgewicht und D Dichte) und die Ordinate i.w. der Dichte  $(0.14 \times W + (-0.04) \times R + (0.99) \times D$ , 33.0% Varianz).

fahren (wie der Faktoren-, Cluster- oder Diskriminanzanalyse) oder gar auf ihre Umsetzungen in Form überall zugänglicher EDV-Programme<sup>14</sup> soll hier nicht eingegangen werden. Der interessierte Leser sei auf einführende wie auch auf vertiefte Darstellungen<sup>15</sup> verwiesen.

Tabelle 1 gibt u.a. den Mittelwert und die Standardabweichung als Maß für die Streuung für alle drei in die Bewertung einbezogenen Größen wieder, wobei die Fülle der Daten dazu zwang, die 326 untersuchten Scherben zu den von Gabriel postulierten Stilgruppen zusammenzufassen. Die größte Streuung ist in der Wasseraufnahme zu beobachten. Dies schlägt sich auch in der in Abb. 1 gezeigten Verteilung der Proben nieder. Hier gehen in einer faktoriellen Darstellung (als Ergebnis einer Hauptfaktorenanalyse) in die Abszisse im wesentlichen die Porositätscharakteristika ein, in die Ordinate dagegen die Dichte des jeweiligen Scherbens. Jeder Scherben kann so durch einen eindeutig definierten Punkt dargestellt werden. In der Abb. 1 wird also links die feinporige, rechts die grobporige Ware zu suchen sein. Die gewählte Darstellung hat neben dem Vorzug, daß sie physikalische Gesetzmäßigkeiten – wie einen Zusammenhang zwi-

schen Wasseraufnahme und Raumgewicht – berücksichtigt, den Vorteil, daß die Meßwerte bei optimaler Streuung wiedergegeben werden. Hier ist am ehesten zu erwarten, daß Strukturen, Binnenstrukturen oder Gruppierungen erkennbar sind.

Schon der bloße optische Eindruck läßt dies wohl verneinen, und auch umfangreiche clusteranalytische Untersuchungen, die solche Strukturen aufdecken sollten, führten zu keinem anderen Ergebnis. Es läßt sich sogar zeigen, daß jeder Gruppierungsvorschlag auf der Basis der vorliegenden Daten für die Tibesti-Scherben artifizuell ist. Dieser Punkt wurde im Rahmen einer gesonderten Veröffentlichung<sup>16</sup> abgehandelt. Es konnte dargelegt werden, daß ein von Marriott<sup>17</sup> vorgeschlagenes, von Christie et al. für andere archäometrische Untersuchungen aufgegriffenes und in anderem Zusammenhang weiterentwickeltes Verfahren sogar die Aussage gestattet: die Meßwerte sind als absolut homogen und unstrukturiert anzusehen! Die erhoffte Situation – also eine deutliche Unterscheidbarkeit einzelner Scherbengruppen mit Hilfe der Porositäts- und Dichtedaten – ist nicht eingetreten.

<sup>14</sup> SPSS 1979 und CLUSTAN 1975.

<sup>15</sup> Cooley/Lohnes 1971; Everitt 1980; Hand 1981 und Steinhausen/Langer 1977.

<sup>16</sup> Burmester 1983.

<sup>17</sup> Marriott 1971; Christie/Brenna/Straume 1979.

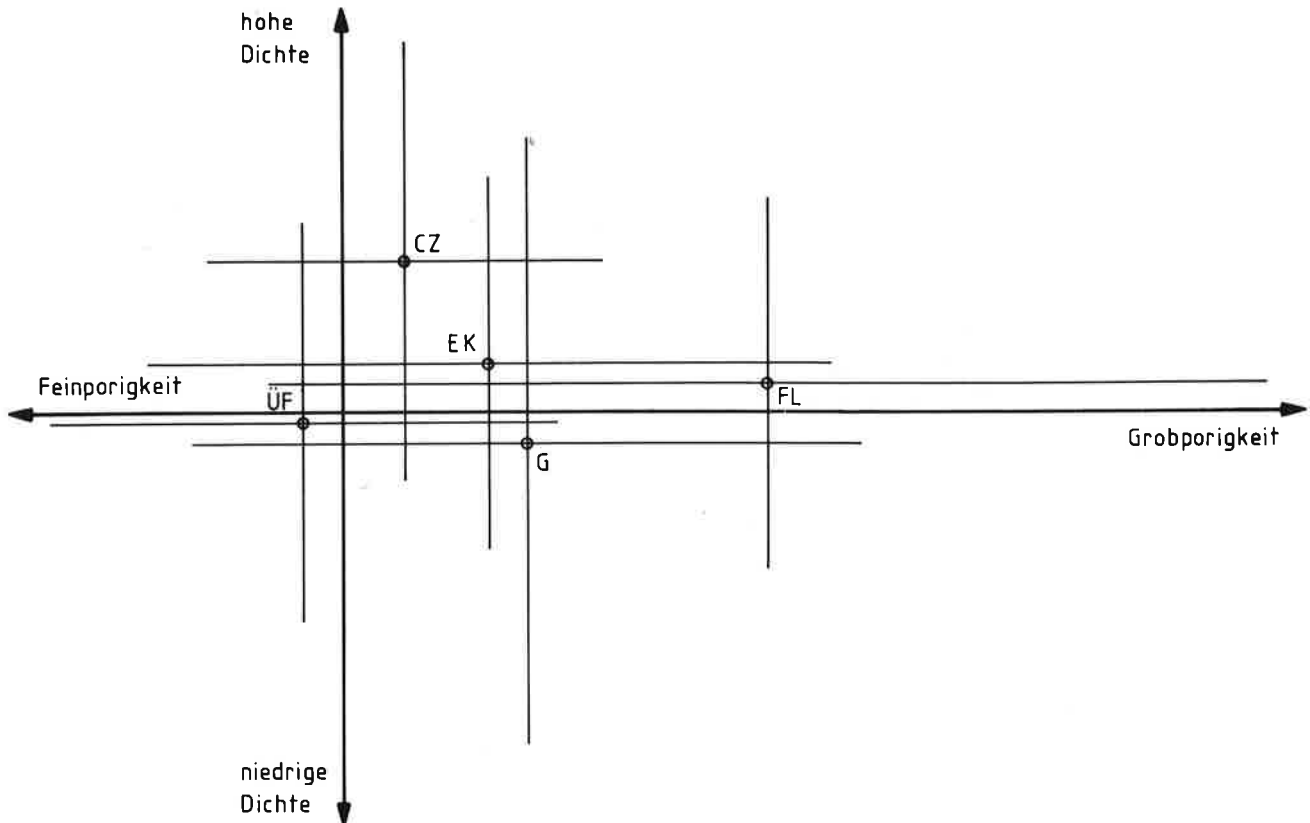


Abb. 2: Mittelwerte und Standardabweichung verschiedener Fundorte. Die Darstellungsform entspricht Abb. 1. Die Abkürzungen bezeichnen verschiedene Fundorte: CZ = Carré Zouar, EK = Ehi Kournei, FL = Fezzan/Libyen, G = Gonoa, UF = übrige Fundorte wie Endpfanne Bardagué, Dj. Eghei, Dirennao Gabrong, Enn. Tihai, Oberer und Unterer Yebbigué, Soborom und Tao sowie nur in geringem Umfang vertretene Fundorte (hiervon 80 Proben). Die Fundorte Fezzan/Libyen, Fort Lamy, Koundoul, Tassili, südl. Djanet und Algerien allgemein (insgesamt hiervon 30 Proben) wurden, obgleich nicht dem Tibesti zuzuordnen, in die Untersuchung zu Vergleichszwecken miteinbezogen.

Geht man in der Bewertung von einer anderen Seite an die Problematik heran und bezieht die archäologische Information zu jedem einzelnen Scherben, also z.B. Stilelemente oder Fundort mit ein, so ergibt sich ein etwas anderes Bild. Die Abb. 2 und 3 zeigen die Verteilung der nach Fundorten oder nach Stilelementen gruppierten Proben. Dabei ist jede der nach archäologischen Kriterien gebildeten Gruppen durch den Schwerpunkt und die einfache Standardabweichung als Maß für die Streuung charakterisiert. Im Groben besehen ist die Überlapung der auf den Stilelementen oder insbesondere der auf den Fundorten beruhenden Datenfelder hoch bis sehr hoch. Die eingangs gestellte Frage, ob die Porositätsdaten oder die Dichte eine Zuordnungshilfe z.B. für den unverzierten Scherben darstellen, läßt sich somit wohl prinzipiell verneinen. Allerdings gestatten sie in Einzelfällen die Aussage, daß ein untersuchter Scherben mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht zu einer archäologisch gefragten Gruppe gehört.

Im Falle der Fundorte weisen die Gruppenschwerpunkte von Fezzan/Libyen (FL), Gonoa (G), Ehi Kournei (EK) und Carré/Zouar (CZ) signifikante Unterschiede zum Rest der Fundorte auf. Dies ist außerordentlich schwer zu interpretieren, zumal es sich bei einem Groß-

teil der untersuchten Scherben, wie erwähnt, um Oberflächenfunde handelt. Da der Fundort eines Keramikfragmentes nicht unbedingt mit seiner Produktionsstätte zusammenfallen muß, wird die – hier entscheidend berücksichtigte – Fundortangabe unter den in der Einleitung genannten Umständen für das technische Merkmal „Porosität“ wenig aussagekräftig sein. Vielmehr ist davon auszugehen, daß sich an besonders günstig gelegenen Orten wie Oasen, Lagerplätzen, an Pisten oder Wasserstellen Keramik verschiedener Herkunft und auch verschiedenen Alters ansammelt.

Im Falle der Stilgruppen (s. Tab. 1 und Abb. 3) fällt die Absonderung der rezenten Tubu-Keramik (RT), aber ebenso die der Scherben im Sao-Muster (SM) ins Auge. Die restlichen Stilgruppen weisen recht ähnliche Porositäten und insbesondere Dichten auf. Die beiden Untergruppen der „Großen Punktraster“, die einmal mit und einmal ohne pflanzliche Magerung (GPMP und GPMP) gebrannt wurden, sind deutlich voneinander getrennt, wobei hier der unterschiedliche Anteil an Magerung der für die Porosität bestimmende Faktor ist.

Bezüglich ihrer Porosität zerfallen die Stilgruppen – wenn man nur die Lage der Schwerpunkte betrachtet – in mehrere Kategorien. Überraschenderweise – und dies

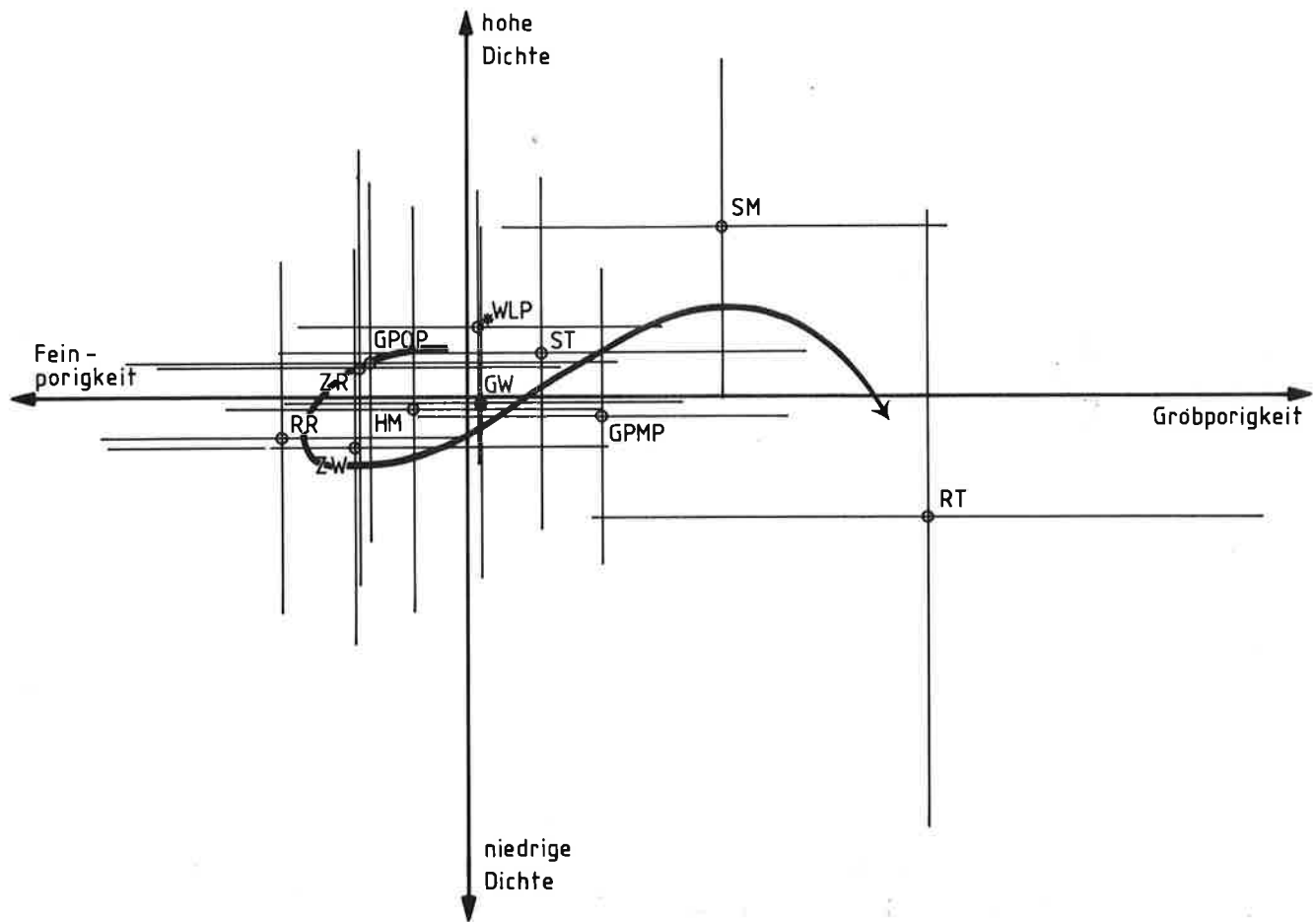


Abb. 3: Mittelwerte und Standardabweichungen verschiedener Stilgruppen (siehe Gabriel 1981). Die Darstellungsform entspricht wiederum der Abbildung 1. Die Abkürzungen der Stilgruppen, die Anzahl der Proben pro Stilgruppe sowie ihre vermutete zeitliche Einordnung sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Der geschwungene Pfeil veranschaulicht die Entwicklung des Porenvolumens seit dem Beginn der Keramikproduktion, mit dem vermutlichen technischen Qualitätsoptimum zur Zeit des Hochneolithikums (= Stilgruppen RR, ZR, ZW).

ist eines der wichtigsten Resultate der vorliegenden Untersuchungen – lassen sich diese Kategorien mit der von Gabriel in Okrusch-Strunk-Lichtenberg/Gabriel<sup>18</sup> aufgestellten Chronologie der Stilgruppen in Verbindung bringen. Der älteste, auf  $8065 \pm 110$  B.P. (Hv 2748) <sup>14</sup>C-datierte Scherben im "dotted wavy line"-Stil liegt ungefähr im mittleren Drittel und ist zu seiner Verdeutlichung mit einem Stern hervorgehoben. Etwas jüngere Scherben im Stil "wavy lines mit begleitenden Punktlinien" (WLP) sind bei ähnlicher Porosität und Dichte aufzufinden. Nach links, also in Richtung zu feineren Poren, schließt sich das weitere Stilelement „Hohe Mäander“ (HM) des Alt-Neolithikums an. Ganz links konzentrieren sich dann die alt- bis mittelneolithischen Stilelemente „Rollenrädchenmuster“ (RR), „Zahnstockmuster in Wiegebandtechnik“ (ZW), „Zahnstock oder Rolle“ (ZR) und „Großes Punktraaster ohne Pflanzenmagerung“ (GPMP). Ein

der Stilgruppe „Großes Punktraaster“ angehörender Scherben – hier allerdings mit pflanzlicher Magerung – konnte auf  $6860 \pm 220$  B.P. (Bonn 1973) <sup>14</sup>C-datiert werden. Die Stilgruppe „Großes Wiegeband“ (GW) ist dann mittel- bis jungneolithisch, die „Saharische Tiefstichkeramik“ (ST) zeitlich schwer einzuordnen, aber jedenfalls vormittelalterlich, möglicherweise jungneolithisch, die Keramik im „Sao-Muster“ (SM) zirka mittelalterlich und letztendlich die Tubu-Keramik (RT) als subrezent bis rezent anzusehen. Über eine Analogie zu der postulierten Chronologie hinaus fällt diese Bewegung – von der Mitte hin zu feinporiger Keramik und nach rechts bis hin zu relativ grobporiger Ware – mit dem Wissen um die kulturelle Entwicklung der Zentralsahara zusammen. So wird offenbar die feinstporige Keramik in der kulturellen Hochblüte, nämlich im Alt- bis Mittelneolithikum produziert. Mit aller Vorsicht sollte die Frage gestellt werden, ob der beobachtete einheitliche Wandel in der Porosität der keramischen Produkte mit einer Entwicklung hin zu einer qualitativ guten Ware und dem späteren Verlust um dieses Wissen gedeutet

<sup>18</sup> Okrusch/Strunk-Lichtenberg/Gabriel 1973.

werden kann. Für einen derartigen Qualitätsrückgang spricht auch die Zunahme der Standardabweichung, also der Streuung des Porenspektrums innerhalb einer in Stil und Alter einheitlichen Gruppe.

Sicherlich sollte bei dieser auf die Gruppenschwerpunkte konzentrierten Betrachtungsweise nicht die hohe Streuung des Porenspektrums innerhalb der Stilgruppen aus dem Auge verloren werden. Hier mag die obige Bemerkung zur Wechselwirkung zwischen Porenspektrum und der für das Neolithikum typischen heimischen Produktionsform aufgegriffen werden. Ist zwar insgesamt die Herstellungstechnik ebenso wie der Dekor einem Wandel unterworfen, was oben ausgeführt wurde, so scheint aber die Fertigkeit des Töpfers die Herstellung einer Ware von reproduzierbarer Qualität nicht gestattet zu haben. Die Pore – als ein von vielerlei Faktoren beeinflussbares Charakteristikum keramischer Ware – ist also unter neolithischen Herstellungsbedingungen in allen betrachteten Entwicklungsphasen ein gewisses Zufallsprodukt geblieben.

## Literaturverzeichnis

- Beckmann–Strunk–Lichtenberg–Heide 1971 –  
B. Beckmann – G. Strunk–Lichtenberg – H. Heide, Die frühe Siegburger Keramik und ihre Entwicklung zum Steinzeug, in: *Keram. Ztsch.* 23(11), 1971, 656–659.
- Burmester 1983 –  
A. Burmester, A Cluster Analysis Application Note: What is the Number of Clusters?, Manuskript.
- Burmester–Strunk–Lichtenberg–Gabriel 1982 –  
A. Burmester – G. Strunk–Lichtenberg – B. Gabriel, Irdenware aus der Zentralsahara – Porositätsmessungen und multivariate statistische Bewertung, Vortrag auf der Jahrestagung des Arbeitskreises Archäometrie in der Fachgruppe Analytische Chemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker, München 1982.
- Camps 1974 –  
G. Camps, Les civilisations préhistoriques de l'Afrique de Nord et du Sahara. Paris 1974.
- Camps-Fabrer 1966 –  
H. Camps-Fabrer, Matière et art mobilier dans la préhistoire nord-africaine et saharienne, Paris 1966. *Mém. du Centre de Recherches Anthropol., Préhist. et Ethnogr.* Alger 5.
- Christie–Brenna–Straume 1979 –  
O.H.J. Christie – J.A. Brenna – E. Straume, Multivariate Classification of Roman Glasses Found in Norway, in: *Archaeometry* 21(2), 1979, 233–241.
- Clustan 1975 –  
Clustan 1c Release 2, Programmpaket zur Clusteranalyse, s.a. D. Wishart, Clustan 1c User Manual, Computer Center, University College London 1975.
- Cooley–Lohnes 1971 –  
W.W. Cooley – P.R. Lohnes, *Multivariate Data Analysis*, New York 1971.
- Everitt 1980 –  
B. Everitt, *Cluster Analysis*, London 1980.
- Gabriel 1977 –  
B. Gabriel, Zum ökologischen Wandel im Neolithikum der östlichen Zentralsahara. Berlin 1977. *Berliner Geogr. Abhandl.* 27.
- Gabriel 1981 –  
B. Gabriel, Die östliche Zentralsahara im Holozän. Klima, Landschaft und Kulturen (mit besonderer Berücksichtigung der neolithischen Keramik), in: *Préhistoire africaine. Mélanges offerts au Doyen Lionel Balout*. Paris 1981, 195–211.
- Hand 1981 –  
D.J. Hand, *Discrimination and Classification*, New York 1981.
- Hays 1980 –  
T.R. Hays, The Sahara as a Center of Ceramic Dispersion in Northern Africa, in: B.K. Swartz/R.E. Dumett, eds., *West African Culture Dynamics: Archaeological and Historical Perspectives*. Den Haag, 1980, 183–194.
- Kobusiewicz 1976 –  
M. Kobusiewicz, The Prehistory of North-Eastern Africa between the sixteenth and fifth Millennium B.C., in: *Przeglad Archeologiczny* 24, 1976, 5–101.
- Kobusiewicz 1980 –  
M. Kobusiewicz, Der Übergang vom Spätpaläolithikum zum Neolithikum in Nordostafrika, in: *Allgemeine und Vergleichende Archäologie, Beiträge* 2, 1980, 337–350.
- Maggetti–Kahr 1981 –  
M. Maggetti – G. Kahr, Homogenität archäologischer keramischer Objekte. Teil I. Porosität und Porenradialverteilung, in: *Archäologie und Naturwissenschaften* 2, 1981, 1–20.



- Marriott 1971 –  
F.H.C. Marriott, Practical Problems in a Method of Cluster Analysis, in: *Biometrics* 27, 1971, 501–514.
- Okrusch–Strunk-Lichtenberg–Gabriel 1973 –  
M. Okrusch – G. Strunk-Lichtenberg – B. Gabriel, Vorgeschichtliche Keramik aus dem Tibesti (Sahara). I. Das Rohmaterial, *Ber. Dt. Keram. Ges.* 50 (8/9) 1973, 261–296.
- Rönneseth 1982 –  
O. Rönneseth, Verlassene Siedlungen im Tibestigebirge, in: *Berliner Geogr. Abhandl.* 32, 1982, 27–62.
- Roset 1982 –  
J.P. Roset, Zagalagal: Un site à céramique au Xe millénaire avant nos jours dans l'Air (Niger), in: *C.R. Acad. Inscriptions et Belles-Lettres*, Paris 1982, 565–570.
- Sahara-Handbuch 1978 –  
Sahara – 10.000 Jahre zwischen Weide und Wüste (Köln 1978). Ausstellungskatalog Rautenstrauch-Joest-Museum.
- Shepard 1971 –  
A.O. Shepard, *Ceramics for the Archaeologist*. Washington D.C. 1971.
- SPSS 1979 –  
SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 8.0 (1979), s.a.
- P. Beutel, H. Küffner, E. Röck und W. Schubö, *SPSS 8 Statistik Programmsystem für die Sozialwissenschaften*, Stuttgart 1979.
- Steinhausen–Langer 1977 –  
D. Steinhausen – K. Langer, *Clusteranalyse*, Berlin 1977.
- Strunk-Lichtenberg 1976 –  
G. Strunk-Lichtenberg, Eine klassische Methode der Porositätsbestimmung an Keramik, *Informationsblätter zu Nachbarwissenschaften der Ur- und Frühgeschichte* 7, 1976, *Petrographie* 3,1.
- Strunk-Lichtenberg–Gabriel–Okrusch 1973 –  
G. Strunk-Lichtenberg – B. Gabriel – M. Okrusch, Vorgeschichtliche Keramik aus dem Tibesti (Sahara) II. Der technologische Entwicklungsstand, *Ber. Dt. Keram. Ges.* 50(9), 1973, 294–299.
- Treinen-Claustre 1981 –  
F. Treinen-Claustre, Les tombes de Namanamassou (Tibesti) et leur contexte céramique et lithique, in: *Préhistoire africaine, Mélanges offerts au Doyen Lionel Balout*, Paris 1981, 59–68.
- Wendorf–Schild 1980 –  
F. Wendorf – R. Schild, *Prehistory of the Eastern Sahara*, New York u.a. 1980. *Studies in Archaeology*.
- Williams–Faure 1980 –  
M.A.J. Williams – H. Faure, eds., *The Sahara and the Nile*, Rotterdam 1980.

---

Dr. A. Burmester  
Bayerische Staatsgemäldesammlungen  
Doerner-Institut  
Barer Str. 29  
D-8000 München 40

Dr. G. Strunk-Lichtenberg  
Heerstr. 55  
D-5300 Bonn 1

Dr. B. Gabriel  
Inst. f. Geographie (TU)  
Budapester Str. 44–46  
D-1000 Berlin 30