

## Die Standardisierung urgeschichtlicher Artefakte als Maß für die Entwicklung der Paläotechnik

Vorbericht, Teil 1: Hessisches Quarzit-Paläolithikum „Reutersruh“

*von Kurt und Margarete Dies, Bad Homburg v. d. H.*

### 1. Einführung

Das hessische Quarzit-Paläolithikum zeichnet sich durch überaus reiche Fundplätze und Fundgebiete aus. Nach Ansicht der Bearbeiter handelt es sich überwiegend um Schlagplätze an natürlichen Rohstoffvorkommen in Form von tertiären quarzitischen Sandsteinen und Quarzit-Geröllen höheren Alters. Von den Fundplätzen „Reutersruh“, Röhrshain, Lenderscheid, Münzenberg, Rockenberg und Leihgestern, ist die Fundstelle „Reutersruh“ bei Ziegenhain durch A. Luttrupp und G. Bosinski (1971) am umfassendsten bearbeitet worden. Das umfangreiche Material der Aufsammlungen und Grabungen erlaubte den Bearbeitern eine sehr klare Gliederung und Typisierung der auf diesem Schlagplatz vorkommenden Artefakte und Werkzeuge. Entsprechend der Natur des Werkplatzes überwiegen die Abschläge und Kernsteine die eigentlichen Werkzeuge bei weitem – ein Umstand, der besonders der Beurteilung der Paläotechnik zum Vorteil gereicht. An keiner anderen Stelle könnte man einen so tiefen Einblick in die Fertigungstechnik der Hersteller, ihre Ziele, Möglichkeiten und Grenzen gewinnen. Die zahlreichen Serien verlocken den Naturwissenschaftler, zu versuchen, mit den Mitteln der mathematischen Statistik in die möglicherweise vorhandenen Regeln der Werkzeugherstellung an einem paläolithischen Schlagplatz einzudringen. Die Verfasser haben es deshalb sehr begrüßt, daß es ihnen durch Herrn Dr. J. Bergmann, Leiter der Vor- und Frühgeschichtlichen Abteilung der Staatlichen Kunstsammlungen Kassel, ermöglicht wurde, einen großen Teil der Sammlung „Reutersruh“ messend zu bearbeiten. Hierfür sagen wir unseren herzlichen Dank.

### 2. Bearbeitungs- und Auswertungsmethode

Entsprechend den Voruntersuchungen am Fundplatz Münzenberg (K. Dies, 1973) haben wir an ausgewählten, aber vollständigen Typenreihen die Typengewichte als Meßzahl bestimmt. Das Gewicht verwenden wir anstelle des Volumens  $V$  der Artefakte, das mit dem Gewicht durch die Gleichung  $V = \frac{G}{\gamma} \text{ cm}^3$  verknüpft ist; das spezifische Gewicht  $\gamma$  liegt bei dem verwendeten quarzitischen Sandstein bei etwa  $2,6 \text{ g/cm}^3$ , wahrscheinlich wegen eines gewissen Porenanteils. Da der verwendete Werkstoff einen einheitlichen Eindruck macht, haben wir die Gewichtsbestimmungen nicht auf das Volumen umgerechnet. In Verbindung mit der Typisierung der Artefakte – die wir unverändert von A. Luttrupp und G. Bosinski (1971) übernommen haben – ergibt das Typengewicht  $T_G$  in g eine gute Kurzbeschreibung des jeweiligen Artefakts, da es die üblichen Artefakt-Maße wie Länge, Breite und Dicke gewissermaßen integriert. Das Gewicht ist auch eine nützliche Hilfsgröße bei der Bestimmung des Mengenverlustes bei den Präparations- und Zielabschlägen. Als reine Rechengröße und linearen Parameter haben wir zusätzlich aus dem

Gewicht den Durchmesser einer volumengleichen Kugel bestimmt – ohne daß wir in diesem Wert mehr als eine Hilfsgröße sehen.

Die Gewichte haben wir mit einer Genauigkeit von  $\pm 1\%$  bestimmt und klassifiziert; die Klassenbreite betrug bis 50 g je 1 g, 50 bis 100 g je 2 g und über 100 g je 5 g. Alle Gewichte oder die transformierten Werte wurden nach ihrer Größe geordnet und klassifiziert.

## 2.1 Bemerkungen zur mathematischen Statistik

Bildet man auf Grund beobachteter Werte für ein stetiges, oder für fein abgestufte diskrete Merkmale eine Häufigkeitsverteilung, so weist diese häufig eine symmetrische glockenförmige Gestalt auf, die durch die Gleichung  $y = a e^{-bx^2}$  gegeben ist. Man nennt sie auch Normalverteilung und sieht ihre zentrale Bedeutung darin, daß eine Summe von vielen unabhängigen beliebig verteilten Zufallsvariablen normalverteilt ist und dadurch der Rechnung oder dem rechnenden Vergleich durch Tests zugänglich wird. Das Auftreten von normalverteilten Häufigkeiten ist dann zu erwarten, wenn die Variablen der untersuchten Verteilung durch das Zusammenwirken vieler voneinander unabhängiger zufälliger und gleich wirksamer Faktoren bestimmt sind, keine Selektion des zu Messenden stattgefunden hat und wenn eine große Zahl von Messungen vorliegt.

Merkmale von Gegenständen, die unter ähnlichen Bedingungen entstanden sind, wie z. B. nach einem bestimmten Muster hergestellte Objekte, sind häufig normalverteilt. Hierin drücken sich alle zufälligen Fehler aus, die dem Menschen bei der Reproduktion eines bestimmten Fertigungsgegenstandes, wie z. B. eines Artefaktes, unterlaufen. Die Wahrscheinlichkeitsdichte für die angestrebten idealen Maße hat ihr Maximum beim Mittelwert. Viele Grundgesamtheiten sind häufig nicht normalverteilt und teilweise nicht symmetrisch. Nicht normalverteilt sind z. B. die Gewichte von Gegenständen, die nicht auf einen bestimmten Gewichtswert hinzielen; hier handelt es sich eher um Kuben normalverteilter Variabler, da das Gewicht eines Objektes mit der 3. Potenz des Radius ansteigt. In diesem Fall ist eine Transformation durch die Kubikwurzel angezeigt, um die Verteilung der Werte in eine Normalverteilung zu bringen. Verteilungen, die links durch den Wert Null begrenzt sind, zeigen häufig linkssteile, nach rechts flach verlaufende Verteilungen, die man durch logarithmieren in angenähert normalverteilte Kollektive überführen kann.

Zur Charakterisierung der von uns untersuchten Artefakte haben wir folgende Maßzahlen bestimmt:

1. Lokalisationsmaße: den arithmetischen Mittelwert  $\bar{x}$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}, \text{ wobei } x = \text{Meßwert und } n = \text{Anzahl der Messungen sind.}$$

den Medianwert  $\tilde{x}$ , der die Verteilung in zwei Hälften teilt.

2. Dispersionsmaße: Spannweite  $R = x_{\max} - x_{\min}$ , wobei  $x_{\max}$  der größte und  $x_{\min}$  den kleinsten Meßwert darstellen. Ferner die Varianz  $s^2$

$$s^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}, \text{ ein Maß dafür, wie stark die Beobachtungen durchschnittlich von ihrem Mittelwert abweichen. Weiterhin die Standardabweichung } s$$

$$s = +\sqrt{s^2}$$

3. Formmaße: Einfache Schiefe I

$$\text{Schiefe I} = \frac{3(\bar{x} - \tilde{x})}{s}$$

mit den selten erreichten Grenzen  $-3$  und  $+3$ . Liegt das arithmetische Mittel oberhalb des Medians, dann ergibt sich ein positiver Schiefindex (linkssteile Verteilung).

### 3. Ausgewählte Maßzahlen von Artefakt-Serien des Fundplatzes „Reutersruh“, ihre Auswertung und Interpretation

Grundlage für die Beurteilung von Artefakten eines Fundplatzes müssen in erster Linie Grabungsergebnisse sein. Oberflächenaufsammlungen unterliegen meist einer Selektion durch den Sammler. Dementsprechend haben auch A. Luttrupp und G. Bosinski (1971) festgestellt, daß die ergrabenen Artefakte eine andere quantitative Zusammensetzung als die Lesefunde haben. Es bestanden deshalb Zweifel, ob die zahlreichen Sammelfunde in die vorliegende Untersuchung einbezogen werden konnten. Zu diesem Zweck haben wir zunächst 4 dafür geeignete Serien auf Übereinstimmung zwischen Grabung und Aufsammlung überprüft. Da bei den Grabungen nur die Abschläge so zahlreich sind, daß man gesicherte Tests durchführen kann, haben wir je 2 Serien der Gruppen Zielabschläge und Präparierabschläge für die mathematische Untersuchung ausgewählt, und zwar gestreckte Levallois-Abschläge und Reutersruhspitzen auf der einen Seite und zum andern Pseudo-Levallois-Abschläge Form 1 und 2 (Tabelle 1 und 2). Die Typengewichte der verschiedenen Serien haben wir in der oben beschriebenen Weise aufbereitet und durch Transformation auf das lineare Maß des Durchmesser einer volumengleichen Kugel gebracht (Tabelle 2). Die Häufigkeitsverteilung der transformierten Werte für Pseudo-Levalloisabschläge Form 1 haben wir für die Grabung auf Abb. 1 und für die entsprechenden Aufsammlungen in Abb. 2 einander gegenübergestellt. Man erkennt, daß die transformierten Werte annähernd einer Normalverteilung entsprechen. Die leichte Abweichung besteht in einem etwas zu flachen Auslauf nach höheren Werten. Die Verteilung hat eine positive Schiefe, ist also etwas linkssteil. Diese Eigentümlichkeit ist bei fast allen untersuchten Verteilungen zu beobachten – sowohl bei den Grabungsfunden als auch bei den aufgesammelten Stücken. Es handelt sich danach um eine gewisse Regelmäßigkeit. Zur Überprüfung, ob die Befunde der Grabungen nur zufällig oder signifikant von den Aufsammlungen abweichen, haben wir die transformierten und annähernd normalverteilten Werte der beiden Kollektive mittels dem F-Test verglichen. Dieser Test, der die beiden Varianzen vergleicht, ist gegenüber Abweichungen von der Normalverteilung nach B. L. van der Waerden (1971, S. 247) nicht sehr empfindlich, so daß es nicht notwendig erscheint, verteilungsfreie Tests einzuführen. Bei dem einseitigen F-Test wird aus zwei Stichprobenvarianzen, von denen die größere  $s_1^2$  und die kleinere  $s_2^2$  sei, der Quotient  $F = s_1^2 / s_2^2$  gebildet. Unterscheiden sich die Varianzen der beiden Grundgesamtheiten nicht, so ist es sehr unwahrscheinlich, daß der Wert  $F$  einen von den Stichprobenumfängen  $n_1$  und  $n_2$  abhängigen „signifikanten“ Tafelwert  $F$  überschreitet. Ist dies doch der Fall, so wird die Nullhypothese  $H_0$  verworfen. Dieser Tafelwert  $F$  ist für die Freiheitsgrade  $v_1 = n_1 - 1$  und  $v_2 = n_2 - 1$  und die Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha = 1\%$ , kurz  $F_{v_1, v_2, \alpha}$ , aus den Tabellenwerken der Statistik zu entnehmen. Der F-Test auf dem 1-%-Niveau ergibt für das ausgewählte Beispiel und die weiteren 3 Serien, daß die Nullhypothese der Gleichheit zwischen Grabung und Aufsammlung nicht abgelehnt werden kann. Die Unterschiede sind innerhalb der angegebenen Grenzen nur zufallsbedingt. Diese Feststellung berechtigt uns, auch die übrigen Aufsammlungen als repräsentativ anzusehen und in unsere Betrachtungen einzuschließen.

Für die statistischen Untersuchungen haben wir folgende Artefaktgruppen ausgewählt:

1. Werkzeuge
  - 1.1 Cleaver, Form 1
  - 1.2 Faustkeile, Untergruppen vereint
2. Zielabschläge
  - 2.1 Gestreckte Levalloisabschläge
  - 2.2 Reutersruh-Spitzen

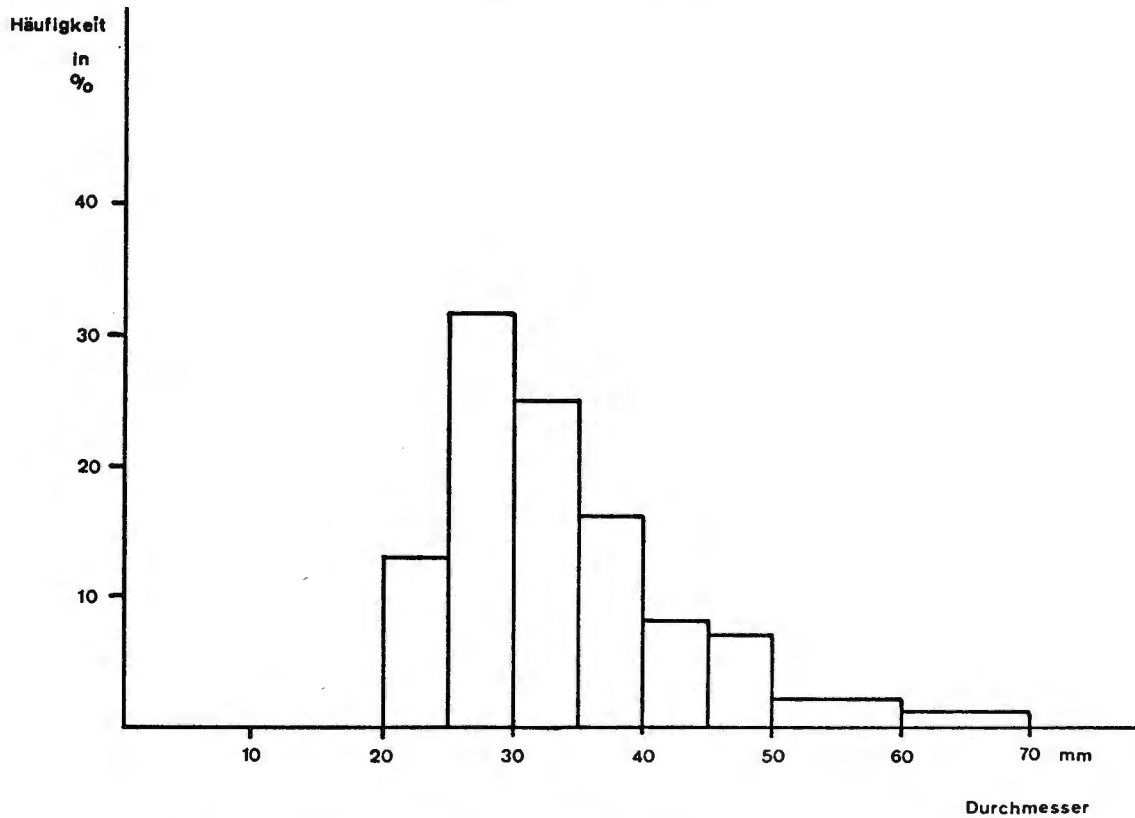


Abb. 1. Grabungsergebnis: Pseudo-Levalloisspitzen, Form 1, Häufigkeitsverteilung der transformierten Typengewichte. n = 124.

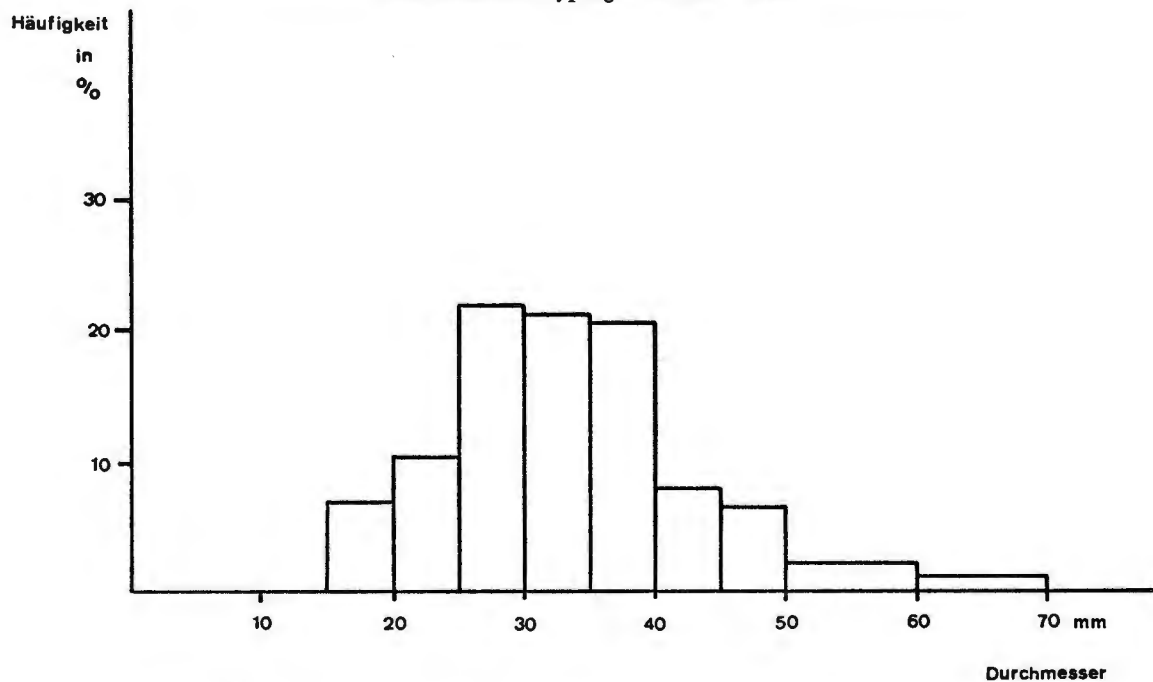


Abb. 2. Aufsammlung: Pseudo-Levalloisspitzen, Form 1, Häufigkeitsverteilung der transformierten Typengewichte. n = 97.

### 3. Präparierabschläge

3.1 Pseudo-Levalloisspitzen Form 1

3.2 „ „ Form 2

### 4. Kernsteine

4.1 Rundliche Abschlagkernsteine ohne festgelegte Schlagfläche

4.11 Bearbeitungsphase 1: nur kantenpräpariert

4.12 „ 2: fertig präparierte Vollkerne

4.13 „ 3: Restkerne

4.2 Annähernd rechteckige Abschlagkernsteine

4.21 Bearbeitungsphase 1: nur kantenpräpariert

4.22 „ 2: fertig präparierte Vollkerne

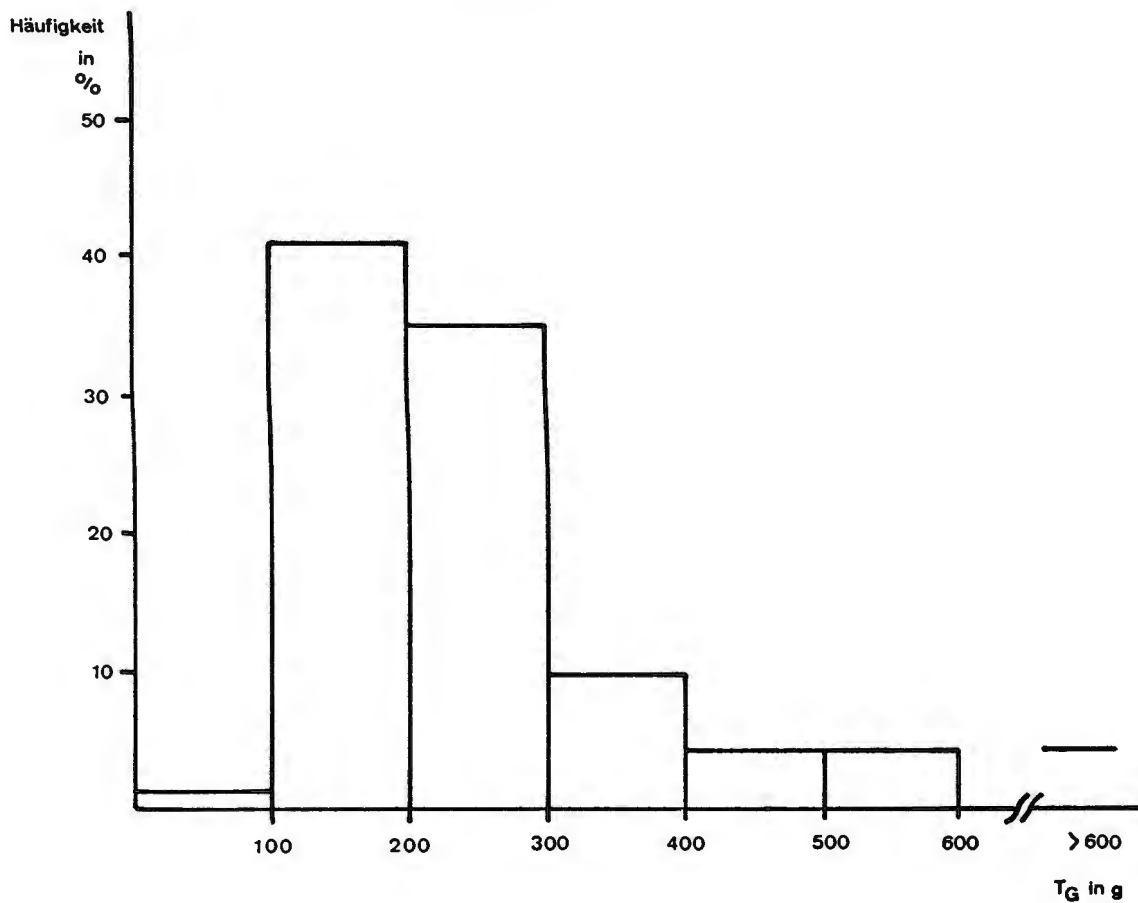
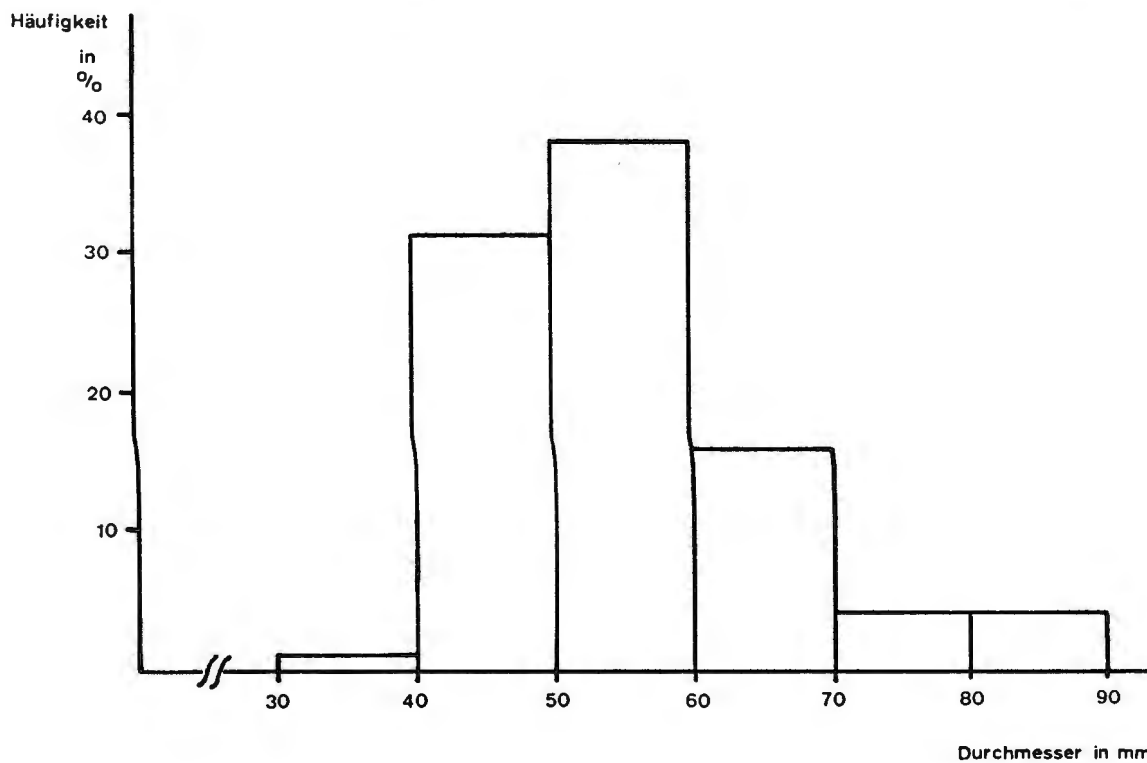
4.23 „ 3: Restkerne

4.3 Kugelige Kernsteine

Wir wollten damit vier Herstellungsgruppen untersuchen. Zunächst geplante Gegenstände wie Werkzeuge und Zielabschläge; dann folgen Präparierabschläge und schließlich verschiedene Kernsteine mit jeweils 3 Bearbeitungsphasen. Da nach A. Luttrupp und G. Bosinski (1971) die gestreckten Levalloisabschläge zum überwiegenden Teil von annähernd rechteckigen Abschlagkernsteinen geschlagen wurden, ist zwischen diesen beiden Gruppen ein enger Zusammenhang zu vermuten. Ferner wurden noch die kugelligen Kernsteine in die Untersuchungen mit einbezogen, da sie auch an anderen Fundplätzen vorkommen und gegebenenfalls als Bindeglied bei der Beurteilung herangezogen werden können.

Die statistisch untersuchten Serien sind unter Zugrundelegung der Typengewichte in Tabelle 1 und die auf die Rechengröße des Durchmessers einer dem Gewicht entsprechenden volumengleichen Kugel transformierten Werte in Tabelle 2 zusammengefaßt. Zu Vergleichszwecken werden noch die Zahlen einiger anderer Fundplätze bekanntgegeben, ohne daß damit mehr als ein gewisser Rahmen gegeben werden soll; es ist keinesfalls unsere Absicht, Vergleiche über weite Räume und Zeiten zu ziehen. An dieser Stelle soll auch darauf hingewiesen werden, daß die mathematische Statistik das geeignete Verfahren ist, um große Zahlenmengen in den obengenannten 4 Gruppen von Maßzahlen zusammenzufassen und sie damit eindeutig zu charakterisieren. Umgekehrt sind diese Maßzahlen geeignet, die ursprünglichen Meßdaten zu rekonstruieren. Ein weiterer Vorteil ist, daß mit zunehmenden Datenmengen die Aussagekraft und Sicherheit wächst. Wenn man die Typisierung verfeinert und gleichzeitig typische Meßwerte mit der mathematischen Statistik weiterverarbeitet, so erschließt man der Archäologie eine weitere Dimension mit meßbaren Zahlenmengen, die mathematisch behandelt und überprüft werden können. Ein weiterer großer Vorteil der mathematischen Statistik ist, daß man aufgestellte Hypothesen in festzulegenden Grenzen mit ganz bestimmten Irrtumswahrscheinlichkeiten überprüfen kann.

Überschaut man in Tabelle 1 die Dispersionsmaße der Typengewichte, insbesondere die Varianzen  $s^2$  der einzelnen Artefaktgruppen, so erkennt man auf den ersten Blick ganz charakteristische Unterscheidungsmerkmale, aber auch interessante Gemeinsamkeiten. Allen Artefaktgruppen ist gemeinsam, daß ihre Herstellung nicht zufällig, sondern gesetzmäßig erfolgte, erkennbar daran, daß alle Verteilungen einen mehr oder weniger stark ausgeprägten Modalwert zeigen. Zufallsprodukte wären bei entsprechend großen Zahlen gleichverteilt; übrigens ein gutes Erkennungsmittel für natürlich entstandene artefaktähnliche Produkte (Pseudoartefakte), sofern sie nicht selektiv gesammelt wurden. Der Modalwert, also der häufigste Wert, stellt gewissermaßen die Zielgröße dar, die bei der Herstellung angestrebt wurde, aber durch eine vom Zufall bedingte Summe von Einflüssen zu der festgestellten Verteilung führte. Alle Verteilungen sind mehr oder weniger positiv schief, also linkssteil mit flachem Auslauf nach höheren Gewichten. Die Gründe hierfür wurden bereits oben erläutert.

Abb. 3. Cleaver Form 1, Häufigkeitsverteilung der Typengewichte.  $n = 51$ .Abb. 4. Cleaver Form 1, Häufigkeitsverteilung der transformierten Typengewichte.  $n = 51$ .

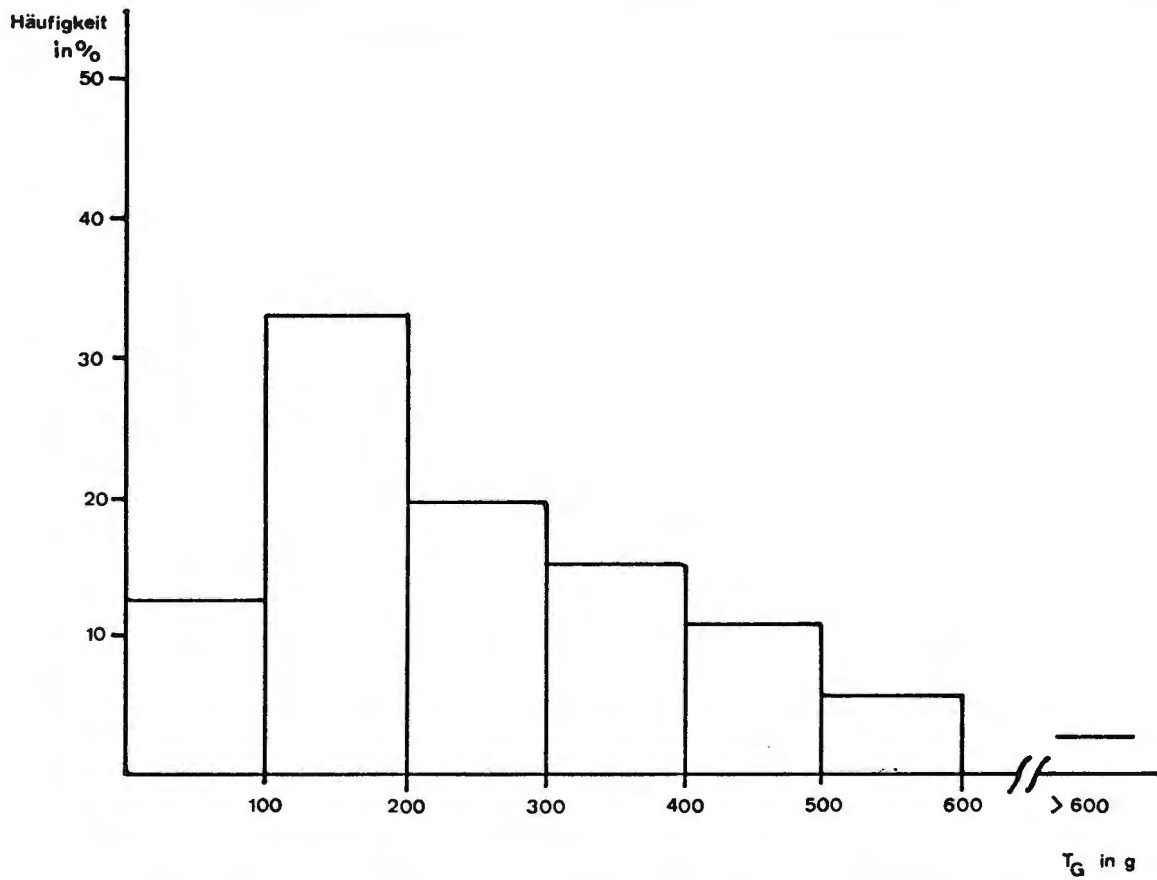


Abb. 5. Faustkeile Formen IIA 2 bis 4, Häufigkeitsverteilung der Typengewichte. n = 72.

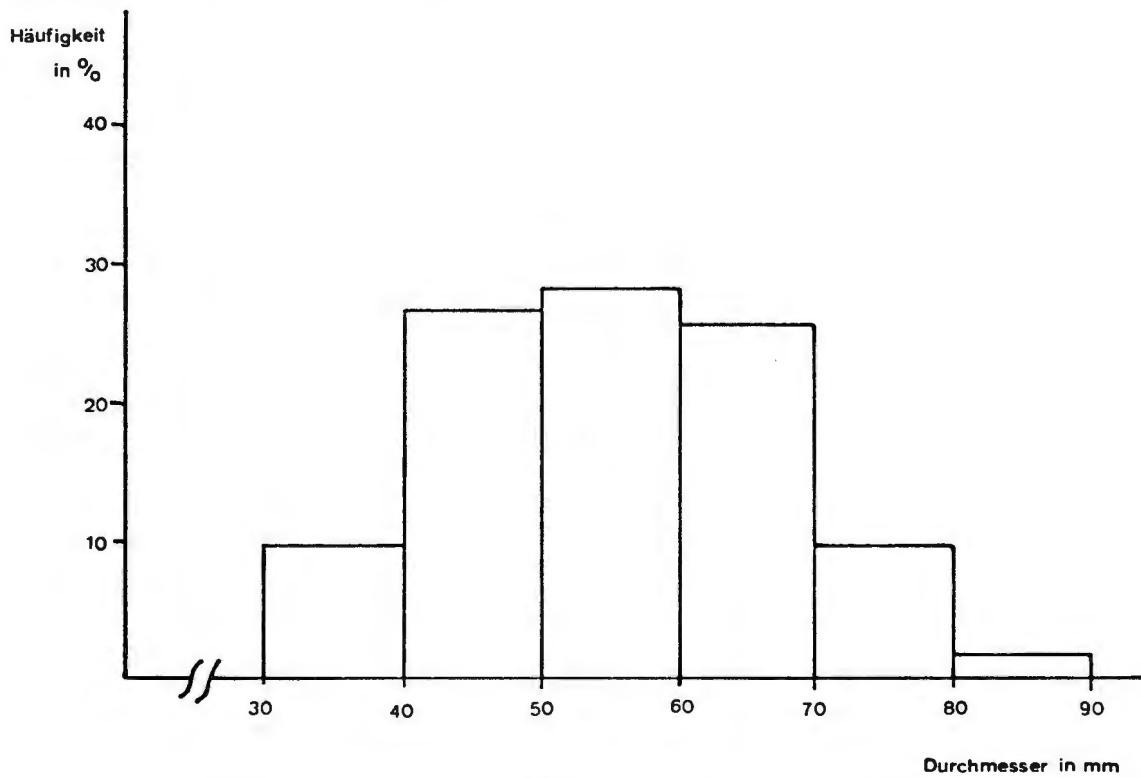


Abb. 6. Faustkeile Formen IIA 2 bis 4, Häufigkeitsverteilung der transformierten Typengewichte. n = 72.

Die durch die Einführung der Typen-Gewichte bedingte Verformung der Verteilungen erleichtert die Gruppierung der Artefakte nach ihren unterschiedlichen Varianzen sehr. Artefaktgruppen, die planmäßig auf ein bestimmtes Ziel ausgerichtet waren, wie Präparierabschläge, Zielabschläge und die eigentlichen Werkzeuge, liegen in ihren Varianzen signifikant unter denen der Kernsteine – gleichgültig, um welche Phase der Präparation es sich handelt. Ganz deutlich bestätigt sich die Auffassung von A. Luttrupp und G. Bosinski (1971), daß der Vorgang der Kernsteinpräparation „institutionalisiert“ war; die Präparierabschläge haben nicht nur feste Formen und sind klassifizierbar, sondern sie haben darüber hinaus auch die geringste Varianz – sind also am höchsten standardisiert. Wir werden unten auf die sehr bedeutungsvolle Tatsache noch näher eingehen. Die hohe Varianz der Kernsteine, d. h. ihre geringe Standardisierung, ist ein deutliches Unterscheidungsmerkmal gegenüber den geplanten Werkzeugen. Der Unterschied ist so hochsignifikant, daß wir ohne Bedenken der Auffassung von Bosinski zustimmen, nach der die rundlichen Abschlagkernsteine – Schildkrötenkratzer oder Disken – keine im voraus geplanten Werkzeuge, sondern Abfallprodukte sind. Dieses Ergebnis ist so eindeutig, daß wir nicht zögern, in ähnlich gelagerten Fällen dieselben Schlußfolgerungen zu ziehen. Weiterhin ergibt sich aus der Übersicht, daß in großen Zügen die Varianz der Artefakte mit der Größe ihrer Mittelwerte abnimmt, d. h. kleine Artefakte sind höher standardisiert als große. Diese Aussage mag trivial erscheinen, ist aber u. E. sehr bedeutungsvoll. Diese Beobachtung zeigt doch, daß die Weiterentwicklung der Werkzeugherstellung – also ein höherer Standard der Herstellungstechnik – zwangsläufig zu einer Verkleinerung der Werkzeuge führen mußte und geführt hat. Die Mikrolithen des Mesolithikums waren danach ein zwangsläufiger Endzustand der Herstellungstechnik, so daß eine sprunghafte Weiterentwicklung erst durch Einführung neuer Technologien, wie Schleifen und Polieren sowie die Schaffung keramischer Produkte, erfolgen konnte. Solange die Werkzeugherstellung auf der Kerntechnik beharrte, war nach der oben erkannten Regel kein Fortschritt in der Werkzeugherstellung im Grundsatz zu erzielen. Erst der Übergang zur Abschlagtechnik mit ihrer höheren Standardisierungs-Möglichkeit ergab eine sprunghafte Erhöhung der Fertigungsmöglichkeiten – insgesamt also eine Verbesserung der Lebensumstände. Da die Werkzeuge häufig die einzigen Reste der jeweiligen „Kultur“ sind, erscheint es nicht abwegig, die geistigen Kräfte ihrer Hersteller – mindestens zu einem uns erfaßbaren Teil – an der Höhe der Standardisierung ihrer Werkzeuge zu messen. Auch heute noch wird die Leistungsfähigkeit einer Population an dem Standard ihrer Produkte gemessen. Der Geist des Menschen hat viele Ausdrucksformen, der Standard der Technologie ist einer davon und hat den Vorteil, daß er meßbar ist.

Von den Werkzeugen wurden Cleaver der Form 1 (Nr. 1, Tabelle 1) untersucht. Die Varianz  $s^2$  der Gewichte liegt um 22 000 und ihre Verteilung ist leicht linksschief, d. h. der Modalwert liegt abweichend von den Mittelwerten in der Klasse zwischen 100 g und 200 g. Der Zielwert bei der Herstellung lag eindeutig um 200 g. Ob solche Stücke aus dem Gedächtnis oder nach einer Vorlage hergestellt wurden, bleibt offen. In Abb. 3 und Abb. 4 sind die Häufigkeitsverteilungen der Gewichte und der aus ihnen umgerechneten Durchmesser einer volumengleichen Kugel einander gegenübergestellt. Man sieht deutlich, wie durch die Transformation die positive Schiefe der Gewichts-Häufigkeiten mit einem Wert von +0,57 zu einer angenäherten Normalverteilung mit einer Schiefe von +0,12 umgewandelt wurde.

Die Faustkeile wurden, um größere Stückzahlen zu erhalten, zusammengefaßt (Tabelle 1 und 2, Nr. 2). Aus den Häufigkeitsdiagrammen (Abb. 5 und 6) ergibt sich ein ähnliches Bild wie für die Cleaver. Auch hier liegt die Zielgröße um 200 g. Die Verteilung der Gewichte hat eine leichte positive Schiefe von +0,4; die Varianz dieser Serie liegt etwas höher als bei den Cleavern, vermutlich weil mehrere Faustkeilgruppen zusammengefaßt wurden. Die Faustkeile selbst machen einen unfertigen – rohen – Eindruck, möglicherweise handelt es sich um Vormaterial, das noch weiterbearbeitet werden sollte oder um Ausschuß. Der Ausschuß könnte mehrere Ursachen haben:



1. Werkstofffehler
2. Maß- oder Gewichtsabweichungen
3. Formfehler und Schönheitsfehler

Welcher dieser Faktoren bei der betrachteten Serie eine Rolle gespielt hat, kann nicht mehr festgestellt werden. Es erscheint aber unwahrscheinlich, daß ein so wichtiges Gebrauchswerkzeug ungenutzt und unbeachtet auf dem Herstellungsplatz liegenblieb. Wir sind vielmehr der Ansicht, daß es sich bei den meisten Werkzeugfunden auf dem Fundplatz „Reutersruh“ um Ausschußstücke handelt, die wegen einem oder mehrerer der oben aufgeführten Fehler nicht weiter verwendet wurden. Diese Vermutung legt es nahe, daß die eigentlichen „guten“ Werkzeuge nicht mehr auf dem Schlagplatz liegen und wahrscheinlich in Form und Maßen höher standardisiert waren, als die Stücke, die uns hier vorliegen. Auf diese Frage werden wir nochmals bei der Behandlung der Zielabschläge zurückkommen.

Aus der Gruppe der Abschläge behandeln wir zunächst diejenigen Abschläge, die als Ausgangsformen für die Werkzeugherstellung dienen konnten oder selbst als Werkzeuge gedacht waren, die sogenannten Zielabschläge. Nach A. Luttrupp und G. Bosinski (1971) wurden sie als beabsichtigte Endprodukte von Kernsteinen geschlagen. Die von uns untersuchten gestreckten Levalloisabschläge (Tabelle 1 und 2, Nr. 3) gelten als die beabsichtigten Endprodukte der von uns unten behandelten annähernd rechteckigen Kernsteine (Nr. 14–16), für deren Gewinnung die Kernsteine bestimmt waren. Die nach Aufsammlungs- und Grabungsergebnissen ermittelten Dispersionsmaße lassen eine hochsignifikante Übereinstimmung erken-

nen. Der Schätzwert  $F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$  ist mit  $F_{147, 32, 1\%} = 1,09 < 2,06$ , so daß die Null-Hypothese der Gleichheit zwischen Aufsammlung und Grabung nicht abgelehnt werden kann. Die Verteilung der Gewichte hat einen linkssteilen Kurvenverlauf mit einer positiven Schiefe von +0,6; das kann z. T. daran liegen, daß der Sammler nicht nur „gute“ Stücke sammelte, sondern sein besonderes Augenmerk auch auf kleine Artefakte richtete. Wir haben dieses auch noch an anderen Stellen beobachtet, ohne daß jedoch die signifikante Übereinstimmung ernsthaft gestört wurde. Die auf die lineare Hilfsgröße des Durchmessers umgerechneten Gewichtswerte sind wiederum annähernd normalverteilt. Die Varianzen bewegen sich in der Größenordnung der Werkzeuge, ein weiterer Hinweis dafür, daß die gestreckten Levalloisabschläge zu Werkzeugen weiterverarbeitet wurden oder selbst als solche dienten. Auch hier erhebt sich wieder die schon oben angeschnittene Frage, ob es sich bei diesem und auch den anderen Artefakt-Ensembles um Vorräte oder Ausschuß handelt. Die Tatsache, daß eine so große Menge von Artefakten nicht weiterverwendet wurde, sondern unbeachtet liegenblieb, scheint uns dafür zu sprechen, daß die eigentlichen Werkzeuge besonders ausgewählt wurden und noch höher standardisiert waren als die auf uns überkommenen Stücke; mehr als wahrscheinlich macht sich diese Hypothese allerdings nicht. Der Beweis hierfür müßte mit entsprechenden Serien fertig bearbeiteter Werkzeuge geführt werden.

Bei der Betrachtung der Serien von Reutersruh-Spitzen muß man die niedrige Stückzahl  $n = 13$  bei den Aufsammlungen beachten. Die Grabungsfunde ergeben eine bessere Standardisation als bei den Werkzeugen. Auch hier macht sich der kleinere Mittelwert für die Gewichte bemerkbar; auf diesen Einfluß haben wir bereits oben hingewiesen.

Aus der Gruppe der Präparierabschläge haben wir die Pseudo-Levalloisspitzen Form 1 und 2 untersucht (Tabelle 1 und 2, Nr. 7–10). Nach A. Luttrupp und G. Bosinski (1971) entstehen sie hauptsächlich als Präparations-Abschläge der Abbaufäche kleiner rundlicher Kernsteine, die wir unten behandeln. Form 2 der Pseudo-Levalloisspitzen soll bei der Aufwölbung der Abbaufäche eines präparierten Kernsteines entstehen. Die Varianzen des Grabungsmaterials liegen durchweg etwas niedriger als die der Aufsammlungen, jedoch kann auch in diesen Fällen die Nullhypothese der Gleichheit auf dem 1-%-Niveau nicht abgelehnt werden: Grabungsmaterial und Oberflächenfunde bilden eine homogene Einheit. Von allen untersuchten Artefaktgruppen weisen die Präparierabschläge die höchste Standardisierung auf; für

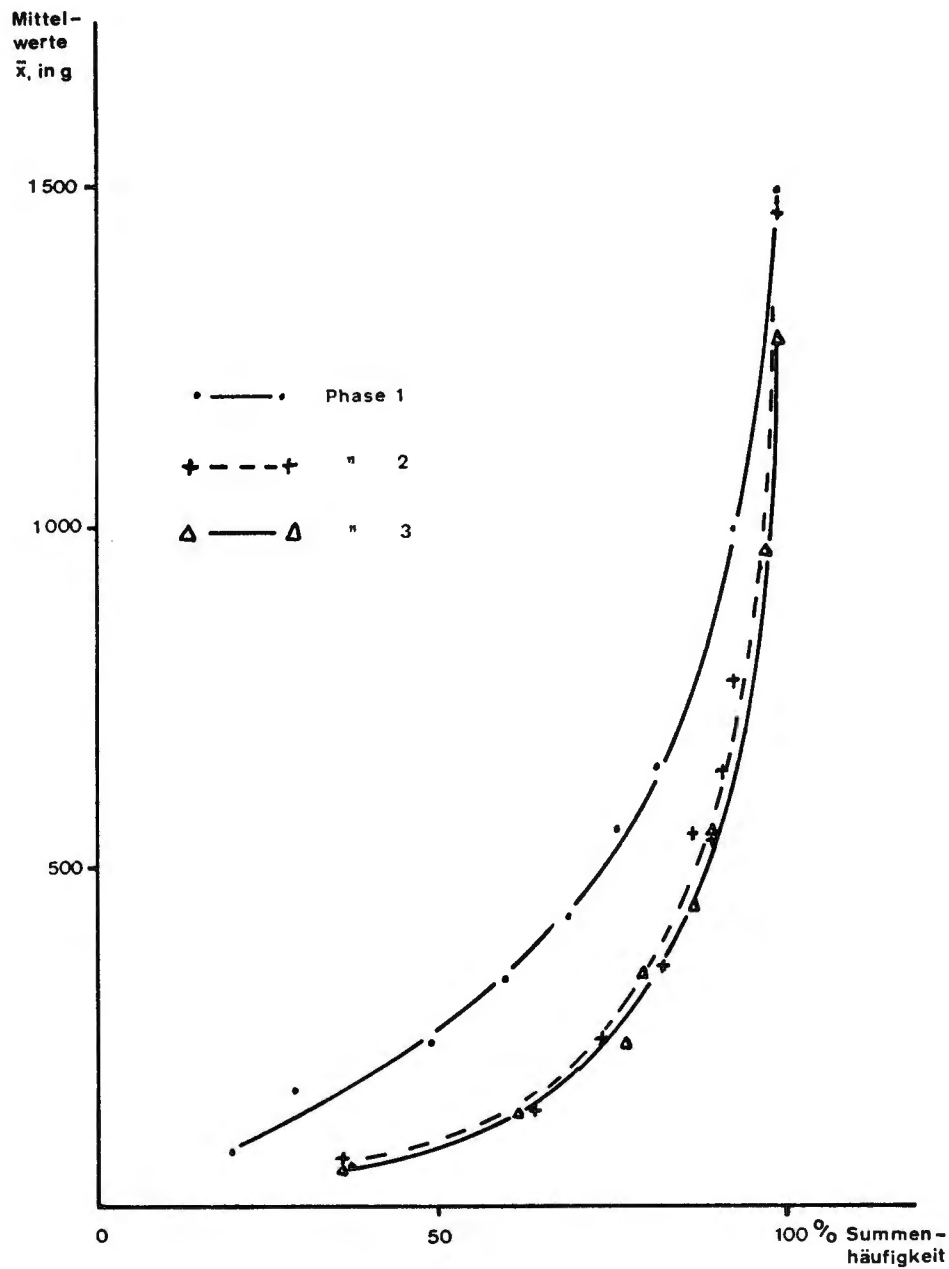


Abb. 7. Rundliche präparierte Kernsteine in 3 verschiedenen Bearbeitungsphasen. Summenhäufigkeitskurven der Typengewichte.  $n = 55/162/102$ .

diese Bearbeitungsart wurde demnach eine besondere Sorgfalt verwendet. Die Mittelwerte der Gewichte liegen bei Form 2 deutlich niedriger als bei Form 1; die Modalwerte liegen bei dieser Form um 50 g, bei jener um 100 g. Im großen und ganzen handelt es sich also um recht grobe Abschläge.

Die Kernsteine liegen in den Aufsammlungen in erfreulich hohen Stückzahlen vor. Es ergibt sich dadurch die Möglichkeit, den Gewichtsverlust in den einzelnen Bearbeitungs- und Abbauphasen zu verfolgen und mit den Ergebnissen der Präparier- und Zielabschläge zu vergleichen. Zunächst betrachten wir die

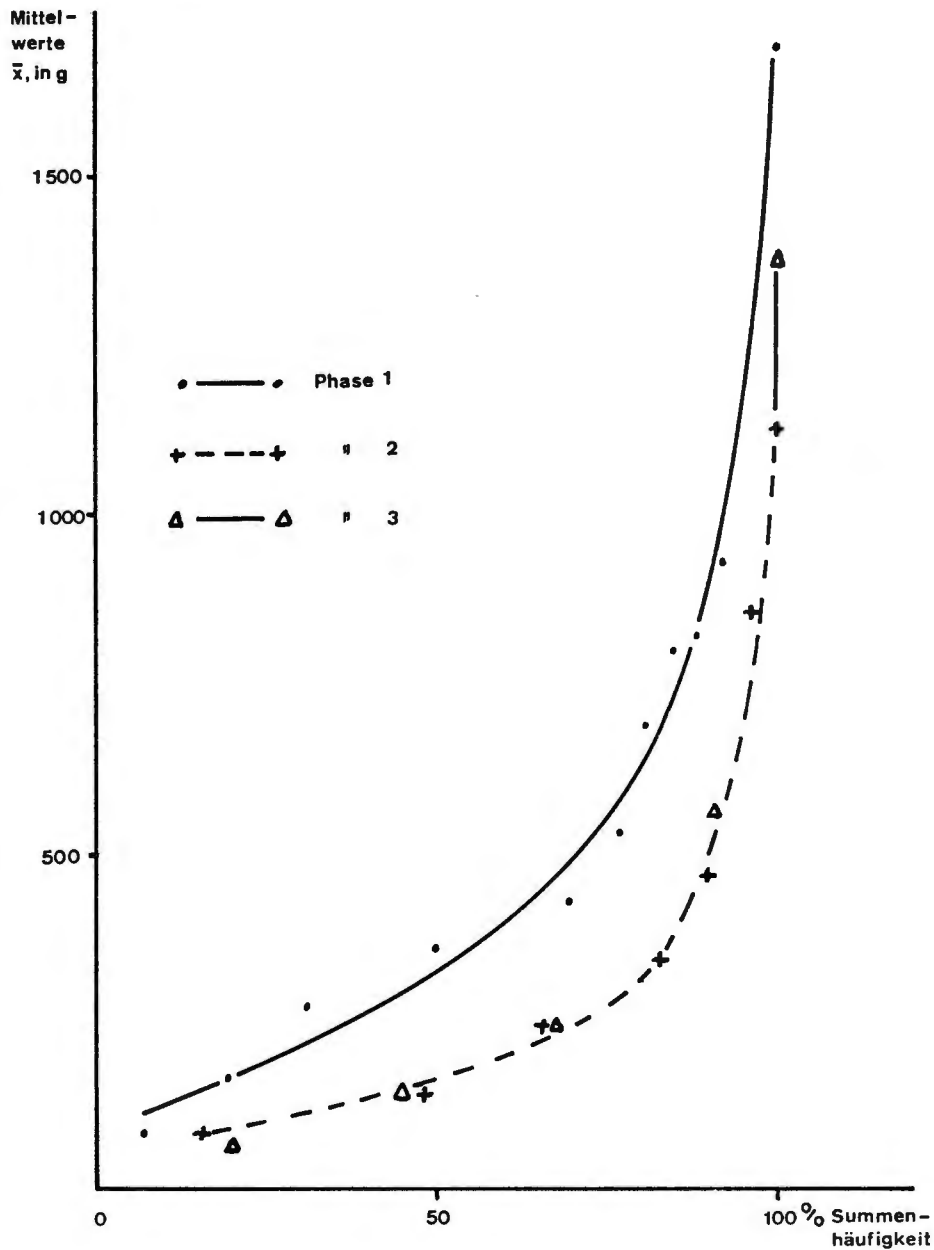


Abb. 8. Annähernd rechteckige Abschlag-Kernsteine in 3 verschiedenen Bearbeitungsphasen. Summenhäufigkeitskurven der Typengewichte.  $n = 26/115/64$ .

rundlichen präparierten Kernsteine, deren Oberfläche durch Präparierabschläge in Form von Pseudo-Levalloisspitzen bearbeitet sein soll. Für welche Zielabschläge diese Kernsteinform gedient haben soll, wird von A. Luttrupp und G. Bosinski nicht angegeben. Es wird lediglich erwähnt, daß die von den kleinen Kernsteinen geschlagenen Zielabschläge teilweise so klein sind, daß sich die Frage nach ihrer praktischen Verwendbarkeit stellt. Alle drei Bearbeitungsphasen der rundlichen präparierten Kernsteine (Tabelle 1 und 2, Nr. 14–16) sind zahlreich vertreten: die nur kantenpräparierten Stücke, Phase 1,  $n = 55$ , dann die

fertig präparierten Vollkerne mit  $n = 162$  und schließlich die Phase 3, Restkerne, mit  $n = 102$ . Alle drei Häufigkeitsverteilungen sind stark linkssteil und nur gering standardisiert. Zwar nimmt die Varianz in der Reihenfolge der gedachten Bearbeitungsfolge ab, sie liegt aber immer noch wesentlich über der der Werkzeuge. Das spricht u. E. eindeutig gegen den Charakter von geplanten Werkzeugen, wie z. B. Schildkrötenkratzer“, obwohl eine gelegentliche Verwendung der Restkerne nicht ausgeschlossen werden kann. Die Mittelwerte der Gewichte der drei Bearbeitungsphasen unterscheiden sich zwischen Phase 1 und Phase 2 beträchtlich, 176 g für  $\bar{x}$  und 140 g für den Medianwert  $\tilde{x}$ . Dagegen beträgt die mittlere Gewichts-differenz, die beim Abheben des gewollten Abschlages eintritt, nur 11 g bis 12 g – ganz in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von A. Luttrupp und G. Bosinski (1971). Noch anschaulicher wird diese Feststellung, wenn man die Summenhäufigkeiten der Gewichte der Kernsteine in den drei Bearbeitungsphasen aufträgt (Abb. 7). Hier erhält man eine volle Übersicht der drei Bearbeitungsgänge. Danach treten markante Gewichtsverluste durch Abschlüge nur zwischen den Phasen 1 und 2 auf, während die Unterschiede zwischen Phase 2 und Phase 3 gering und wie sich durch eine Testrechnung zeigen läßt, auch nur zufallsbedingt sind. Nach der Statistik muß man die Kerne der Phasen 2 und 3 zusammenfassen und als Restkerne ansehen. Das würde darauf hinauslaufen, daß die zunächst als Präparierabschlüge angesehenen Pseudo-Levalloisspitzen als die eigentlich gewollten Zielabschlüge anzusehen sind – eine Möglichkeit, die auch A. Luttrupp und G. Bosinski (1971, S. 30) nicht ausgeschlossen haben. Für den neuen Status der Pseudo-Levalloisspitzen als Zielabschlüge, würde auch ihre hohe Standardisierung sprechen.

Ähnliche Verhältnisse haben wir bei der Serie der annähernd rechteckigen Kernsteine angetroffen (Tabelle 1 und 2, Nr. 14–16). Diese Artefaktgruppe soll das Ausgangsmaterial für die Herstellung gestreckter Levalloisabschlüge sein. Die Varianzen der Gewichte liegen wiederum sehr hoch und lassen keinen Zusammenhang mit den Werkzeug-Varianzen erkennen. Eindeutige Gewichtsunterschiede zwischen den von A. Luttrupp und G. Bosinski angegebenen Bearbeitungsgängen gibt es nur zwischen Phase 1 und Phase 2, während Stufe 2 und 3 nur zufällig voneinander abweichen – in Wirklichkeit aber eine homogene Einheit bilden. Bestätigt wird dies durch die graphische Darstellung der Summenhäufigkeiten der Gewichte der verschiedenen Bearbeitungsstufen (Abb. 8). Für die Herstellung von gestreckten Levalloisabschlügen mit einem mittleren Gewicht zwischen 159 g und 191 g ist zwischen den Bearbeitungsphasen 2 und 3 kein Platz. Dagegen könnten solche Abschlüge nach der Bearbeitungsstufe 1 entstanden sein. Es erscheint notwendig, diesen Teil des Arbeitsablaufes noch einmal zu überdenken.

Mit der Serie der kugeligen Kernsteine beschließen wir die statistische Untersuchung der acheuloiden Reste vom Schlagplatz „Reutersruh“. Der Medianwert des Gewichtes liegt mit 360 g recht hoch und entspricht einer Kugel mit einem Durchmesser von 64 mm. Die hohe Varianz der Gewichte läßt allerdings nicht auf ein geplantes Produkt schließen, da diese als Zielabschlüge oder Werkzeuge viel höher standardisiert sind. Wir sehen sie als eindeutige Reststücke an, die für das Abheben nicht näher klassifizierbarer Abschlüge dienten.

Eine graphische Übersicht der ermittelten Ergebnisse zeigt Abb. 9. Hier wurden die Standardabweichungen der Umrechnungsgröße – Durchmesser einer volumengleichen Kugel – für die untersuchten Artefaktgruppen, in Beziehung zu ihrem Medianwert gesetzt. Man erkennt eine gewisse Clusterbildung der Werte für die Gruppen Zielabschlüge, Werkzeuge und Kernsteine. Weiterhin ist deutlich die Regel zu bemerken, daß die Standardabweichungen mit fallenden Mittelwerten gleichfalls abnehmen. Dieses erkannte Prinzip macht es verständlich, daß eine sprunghafte Weiterentwicklung der altpaläolithischen Kernindustrien erst erfolgen konnte, als man zielstrebig auf höher standardisierbare Schlagwerkzeuge überging. Einen Ausschnitt aus diesem Übergang scheinen die Funde des Schlagplatzes „Reutersruh“ darzustellen. Für die Erforschung der Paläo-Technologie sind die umfangreichen Serien von unschätzbarem Wert, obwohl man sich bewußt bleiben muß, daß es sich im weitesten Sinne um Abfall, möglicherweise auch um Ausschuß handelt. Die eigentlichen, zur Verwendung gelangten Werkzeuge waren sich noch höher stan-

dardisiert. Aus diesem Grunde eignen sich die Werte auch nicht für weiträumige Vergleiche; wenn zum Schluß aber trotzdem Vergleichsdaten gebracht werden, so nur deshalb, um einige Rahmendaten zu geben. Diese Daten lassen immerhin einen gewissen Trend der Weiterentwicklung der Technologie erkennen und sollen zu weiteren Untersuchungen anregen. Berücksichtigt man, daß ja jedes Werkzeug ein Zeugnis für die geistigen und manuellen Fertigkeiten seines Herstellers ist, so stellen Werkzeugserien einen Intelligenz-Test einer Population dar. Die Dispersionsmaße der Artefakte geben uns meßbare Werte für den geistigen Aufwand, den ihre Hersteller getrieben haben und stellen so wertvolle Dokumente dar, die in dieser Richtung bei weitem noch nicht ausgeschöpft sind. Es erscheint uns zweckmäßig, sich für vergleichende Betrachtungen auf Leit-Typen zu beschränken, Typen, wie sie z. B. G. Bosinski (1967) für das Mittelpaläolithikum aufgestellt hat. Die Dispersionsmaße der Gewichte, oder sonstiger typischer Größen solcher Leit-Typen in Abhängigkeit von ihren Mittelwerten, müßten einen guten Überblick über die geistigen und manuellen Fähigkeiten ihrer Verfertiger geben. Es müßte so auch möglich sein, Entwicklungen, Trends oder sprunghafte Änderungen der technologischen Möglichkeiten zahlenmäßig festzulegen und zu vergleichen.

#### 4. Versuch eines Vergleichs mit anderen Fundplätzen

##### 4.1 Münzenberg (Wetteraukreis)

Im Bereich von Münzenberg findet sich gleichfalls eine Tertiärquarzitindustrie mit jungacheulen Faustkeilen, rundlichen und kugeligen Abschlagkernsteinen u. a. m., vergesellschaftet mit einem nicht unerheblichen Anteil an Geröllgeräten und Kernsteinen aus Geröllen. H. Krüger (1962, S. 40) hat gegen hyperfrühe Datierungen der Begleitindustrie – wie uns scheint mit Recht – erhebliche Bedenken, da er diese Geröllgeräte nicht nur auf vorwürmzeitlichen Freilandplätzen vergesellschaftet mit jungen acheuloiden Serien fand, sondern auch in situ in untrennbaren Schichtverbänden zusammen mit konventionellen Artefakten des Mittelpaläolithikums. Diese Feststellung stützt sich auf Grabungs- und in situ-Funde an den Fundplätzen „Im Eilo“, Gem. Münzenberg, und der Quarzit-Grube Didier, Gem. Rockenberg. Über die statistische Untersuchung der zahlreichen Lesefunde hat K. Dies (1973) berichtet. Danach handelt es sich überwiegend um Funde auf Schlagplätzen an natürlichen Rohstoffvorkommen, die einen sehr einheitlichen Habitus haben. Leider geben die Hinweise auf die zahlreichen Grabungsfunde keine ausreichende Möglichkeit des Vergleichs, da sie nicht in einer für statistische Untersuchungen geeigneten Form veröffentlicht wurden. Man weiß deshalb nicht, inwieweit die Lesefunde repräsentativ sind. Dennoch sollen die Dispersionsmaße für drei zahlenmäßig gut belegte Artefaktgruppen bekanntgegeben werden.

Die oberflächlich aufgesammelten polyedrischen und diskusförmigen Kernsteine, meist aus Geröllen gefertigt, hat Krüger (1973) in seinem Typ 15 vereint. Aus dem Vergleich mit morphologisch ähnlichen Stücken des Reutersruh-Materials geht hervor, daß es sich nach der Definition von A. Luttrupp und G. Bosinski um rundliche und kugelige Restkerne handelt – also im weitesten Sinne um Artefakte mit mittelpaläolithischem Habitus. Auffallend ist, daß sie wesentlich feiner beschlagen sind, als das recht grob wirkende Vergleichsmaterial von „Reutersruh“. Das wird auch durch die Lokalisations- und Dispersionsmaße bestätigt: die Mittelwerte der Gewichte sind kleiner und die Standardisierung höher als bei vergleichbaren Stücken von „Reutersruh“. Nachdem auch G. Bosinski (1967) den von ihm untersuchten Teil dieses Typs 15 als mittelpaläolithische Kernsteine angesprochen hat, zögern wir nicht, aus der Kenntnis des Reutersruh-Materials, dieser Ansicht zuzustimmen. Die Kernsteine des Typs 15 sind in den Aufsammlungen und Grabungen reichlich vertreten und passen sich gut in das Bild eines Schlagplatzes ein, wo Abschläge und Kernsteine die eigentlichen Werkzeuge bei weitem überwiegen. Die Tatsache, daß die Kernsteine von Münzenberg höher standardisiert sind als diejenigen von „Reutersruh“, liegt z. T. an dem geringeren Durchschnittsgewicht, ist u. E. aber hauptsächlich ein Hinweis auf einen höheren Entwicklungs-

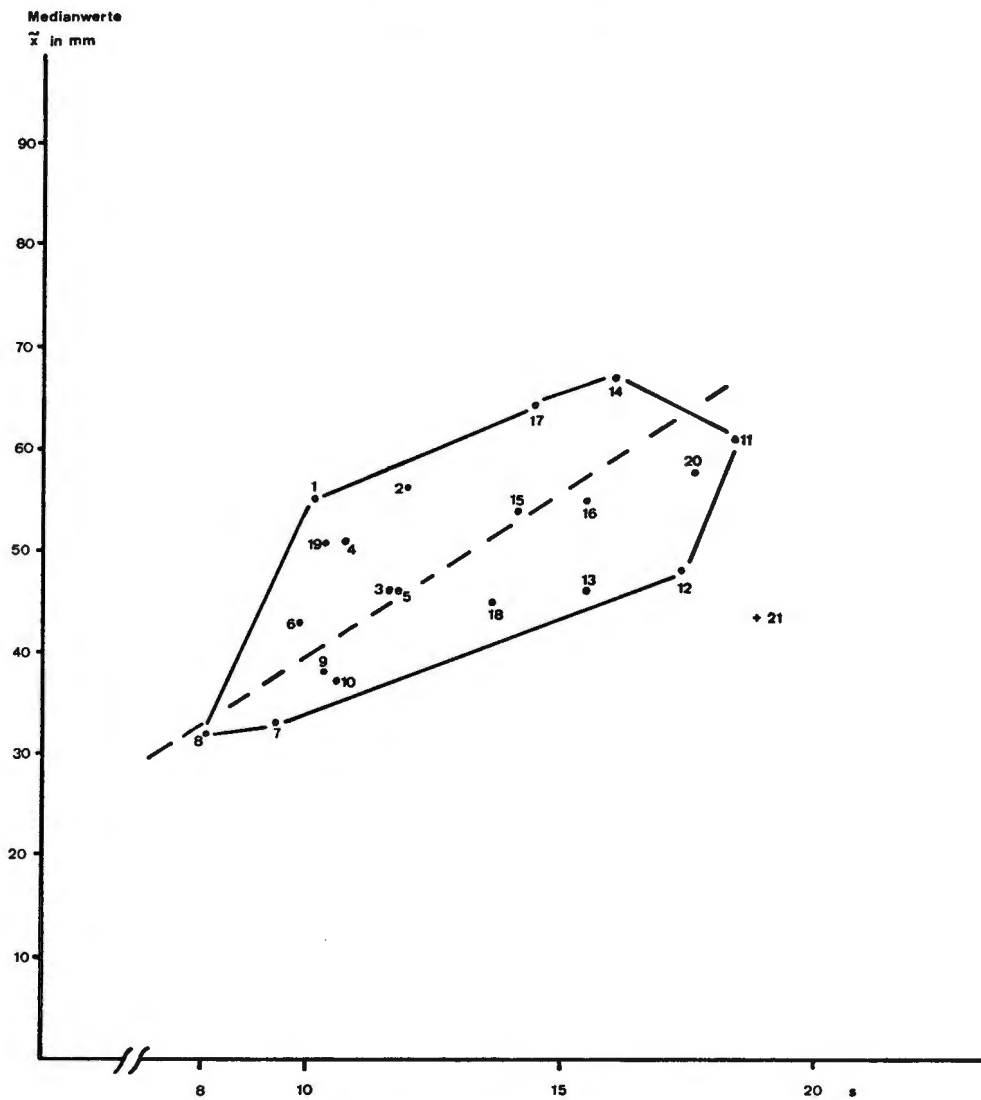


Abb. 9. Zusammenfassung der Tabelle 2: Abhängigkeit der Standardabweichungen  $s$  vom zugehörigen Medianwert  $\bar{x}$ . Gestrichelt: Ausgleichskurve der allgemeinen Form  $y = a + 1/n \bar{x}$ .

grad dieser Industrie. Diese Daten sind auf keinen Fall ein Indiz für eine besondere Urtümllichkeit der Münzenberger Industrie – urtümlich im Sinne von alt. Wie auch unten gezeigt werden wird, fallen die bekanntgewordenen Werte für Mittelwert und Varianz völlig in den Streubereich der Artefakte von „Reutersruh“, also einer mittelpaläolithischen Industrie.

Die Gewichtsvarianz der Chopping-tools, Typ 13 nach Krüger (1973), stimmt mit derjenigen der Werkzeuge von „Reutersruh“ gut überein. Ähnliches gilt für die Faustkeile verschiedenen Typs, die mit  $n = 13$  nicht zahlreich sind. In Abb. 9 sind die Ergebnisse der besprochenen Artefaktgruppen gleichfalls eingetragen und man erkennt deutlich die gute Anpassung an die äquivalenten Daten von „Reutersruh“.

Als Beispiel einer sehr alten und räumlich entfernten Artefaktgruppe sind schließlich unter Nr. 21 in den Tabellen 1 und 2 die Werte für „subspheroids“ und „spheroids“ aus Grabungen in dem oberen bed II von Olduvai nach M. D. Leakey (1971, Fig. 118; BK) wiedergegeben. Die Dispersionsmaße dieser Arte-

fakte, die man als kugelige Kernsteine bezeichnen könnte, liegen weit außerhalb der für das Reutersruh-Material aufgezeigten Streubreite. Bei allen Vorbehalten, die man bei einem Einzelwert machen muß, kann jedoch festgestellt werden, daß das Ergebnis nicht gegen unsere Annahmen spricht.

### 5. Diskussion und Interpretation der Ergebnisse

Zunächst hat sich gezeigt, daß man Oberflächen-Aufsammlungen von Artefakten nur in Verbindung mit Grabungsergebnissen einer mathematisch-statistischen Behandlung unterziehen darf, sofern beide eine homogene Einheit bilden. Die Oberflächenfunde von „Reutersruh“ wurden im wesentlichen von einem Sammler zusammengetragen, der stark selektiv Kernsteine jeder Art zahlenmäßig bevorzugte. Statistische Tests an Abschlagserien haben erwiesen, daß eine Bevorzugung großer Geräte nicht stattgefunden hat; in einigen Fällen ergeben sich sogar Hinweise, daß kleine Stücke etwas häufiger in den Sammlungen als in den Grabungen auftauchen, ohne daß dadurch aber die Homogenität beider Gruppen abgelehnt werden müßte. Da aber kleine Kernsteine in den Oberflächenfunden keine ausschlaggebende Rolle spielen, erscheint uns eine Verzerrung von Größe und Gewicht der oberflächlich aufgelesenen Kerne unwahrscheinlich; wir haben sie mit dem Vorbehalt der Nichtnachprüfbarkeit in unsere Betrachtungen einbezogen. Das Aufstellen von Gewichtsreihen klar definierter Typen ergibt gute Unterscheidungsmöglichkeiten durch ihre Dispersionsmaße. Da die überwiegende Zahl der Häufigkeitsverteilungen eine positive Schiefe aufweist und wir diese vor allem auf den kubischen Zuwachs des Volumens bei linearer Änderung der Maße zurückführen, haben wir auf eine lineare Größe – den Durchmesser einer volumengleichen Kugel – umgerechnet und dadurch eine angenäherte Normalverteilung der Werte erreicht. In vielen Fällen zeigen auch die transformierten Werte noch eine leichte positive Schiefe, die u. E. durch die Begrenzung der Meßwerte nach unten durch den Null-Wert bedingt ist. Die linkssteile Häufigkeitsverteilung linearer Meßwerte scheint für paläolithische Artefakte typisch zu sein. Die Überprüfung von Arbeitshypothesen mittels statistischer Tests muß dem Rechnung tragen. Entweder muß man die Normalverteilung durch andere Transformationen erhalten oder auf verteilungsfreie Tests übergehen. Da unsere transformierte Rechengröße bereits angenähert normalverteilte Werte ergibt, haben wir für Varianzanalysen den F-Test verwendet, der im Schrifttum als wenig empfindlich gegenüber Abweichungen von der Normalverteilung angegeben wird.

Verfahrenstechnisch hat sich das Wiegen der typisierten Artefakte sehr gut bewährt; es arbeitet schnell und präzise und integriert die Standardmaße Länge, Breite und Dicke eines genau typisierten Artefakts in vollkommener Weise. Die transformierte Hilfsgröße des volumengleichen Durchmessers ist deshalb eine gute Vergleichszahl, mit der man ähnliche Typen beurteilen kann. Zunächst kann man feststellen, daß die Hersteller der Artefakte planmäßig und zielstrebig gearbeitet haben: bei allen Artefaktserien findet sich ein ausgeprägter Modalwert, der den angestrebten Zielpunkt deutlich erkennen läßt. Bis auf die beschriebenen kleinen Abweichungen von der Normalverteilung erfolgt die Bearbeitung regelmäßig. Bi- oder Multimodalität fehlt gänzlich, so daß das gesamte Ensemble als eine einheitliche Fertigung betrachtet werden kann, die sich über einen relativ kurzen Zeitraum erstreckte. Ob es sich hier um eine kleine Manufaktur gehandelt hat, sei dahingestellt. Entsprechend dem Werkplatzcharakter der Fundstelle fehlen fertig retouchierte Stücke fast ganz, und die eigentlichen Werkzeuge sind selten und zudem in einer Qualität, die auf eine Vorstufe der Fertigung schließen läßt. Die Frage, ob es sich bei den Ensembles um noch nicht fertig bearbeitete Stücke, also um Vorräte handeln könnte, glauben wir verneinen zu müssen, da es nicht recht vorstellbar ist, daß verwendbares Material ungenutzt liegengeblieben wäre. Wir halten die Funde im großen und ganzen als Abfall, der den Ansprüchen der Fertiger nicht genügt. Die eigentlichen Endprodukte fehlen – dafür sind Abschlüge und Kernsteine in großer Zahl vorhanden –, also ein Bild wie man es an einem Schlagplatz erwarten würde. Wenn es sich bei diesen Funden tatsächlich um Abfall han-

deln sollte, der zudem noch hinreichend gut standardisiert ist, so müssen die Zielprodukte, die eigentlichen Werkzeuge, noch höher standardisiert gewesen und aus den Abschlägen ausgewählt worden sein. Man könnte sich vorstellen, daß Vorlagen reproduziert wurden, deren Vormaterial man aus den zahlreichen Abschlägen aussortierte. Zwar hatte man bei den vorbereitenden Schlägen bereits ganz konkrete Vorstellungen von dem Zielprodukt, jedoch die zufallsbedingten Abweichungen von der Zielgröße machte eine Überproduktion notwendig, aus der man nur einige geeignete Stücke weiterverarbeitete. An einem Arbeitsplatz kann man zwar einen guten Einblick in die Paläotechnologie gewinnen, aber nur indirekte Aussagen über die Standardisierung der Fertigprodukte machen. Auf jeden Fall müssen sie besser als der Abfall gewesen sein. Aussagen über die Endprodukte müssen an anderen Fundplätzen gewonnen werden.

Hinsichtlich der Technologie ergeben die statistischen Untersuchungen viele Erkenntnisse. Alle Produkte zielen auf einen Standard hin. Die Herstellung der Abschläge war ebenso institutionalisiert wie die der Werkzeuge. Bei den untersuchten Ensembles sind die Präparier- und Zielabschläge am höchsten standardisiert, es folgen die Werkzeuge und schließlich im Abstand die Kernsteine. Aus der Zusammenstellung der transformierten Werte ist als Regel zu erkennen, daß mit abnehmendem Medianwert die Standardisierung der Werkzeuge zunimmt. Dieses Prinzip hat im Laufe der Zeit zu einer stetigen Verkleinerung der Werkzeuge geführt, die bei den Mikrolithen des Mesolithikums endete. Für einen weiteren Fortschritt waren dann neue Technologien, wie z. B. Schleifen und Polieren notwendig. Für einen Vergleich der Werkzeugstandardisierung über größere Zeiträume und Distanzen, erscheint uns ein Diagramm entsprechend Abb. 9 nützlich zu sein. Zweckmäßig beschränkt man sich dabei auf einige Leit-Typen im Sinne von G. Bosinski (1967). Da die Standardisierung der Werkzeuge eine Überwindung der zufallsbedingten Fehler bedeutet, gibt dieses Maß einen gewissen Anhalt für die geistigen und manuellen Fähigkeiten des Menschen, solche Zufallsfehler bewußt auszuschalten und einen technologischen Fortschritt zu erarbeiten.

Bei der Durcharbeitung der Kernsteine fiel auf, daß bei den untersuchten Serien die Bearbeitungsphasen 2 und 3 praktisch identisch sind. Bestenfalls könnten nur ganz dünne, nur wenige Gramm wiegende Abschläge abgelöst worden sein; das ist aber ebenso unwahrscheinlich wie die Annahme, es handle sich bei Phase 3 auch noch um Vollkerne. Vom statistischen Befund her wäre es wahrscheinlicher, daß beide Serien Restkerne darstellen und die Präparations- und Zielabschläge zwischen den Stufen 1 und 2 abgenommen wurden. Es wäre auch zu überdenken, ob die Pseudo-Levalloisspitzen – wegen ihrer hohen Standardisierung – nicht gleichfalls als Zielabschläge angesehen werden können.

## 6. Zusammenfassung

Von den reichhaltigen Funden des mittelpaläolithischen Schlagplatzes „Reutersruh“ bei Ziegenhain wurden vier Fundgruppen – Werkzeuge, Zielabschläge, Präparierabschläge und Kernsteine – mit Hilfe der mathematischen Statistik untersucht. Als Meßzahl der klar definierten Typen wurde ihr Gewicht bestimmt, das im Zusammenhang mit dem wohldefinierten Typ Länge, Breite und Dicke des Werkzeugtyps integriert. Für statistische Vergleiche wurde der F-Test herangezogen, nachdem die Gewichtswerte auf den Durchmesser einer volumengleichen Kugel transformiert wurden. Alle Artefaktgruppen lassen unimodale Häufigkeitsverteilungen mit meist positiver Schiefe – auch nach der Transformation erkennen. Der linkssteile Kurvenverlauf ist typisch für die untersuchten Ensembles und rührt wahrscheinlich von der Begrenzung der Meßwerte durch den Nullpunkt her. Die Standardisierung der Artefaktgruppen ist unterschiedlich. Die geringste Varianz zeigen die Präparierabschläge – ein Hinweis auf ihre Institutionalisierung –, es folgen die Zielabschläge, die Werkzeuge und in Abstand die Kernsteine. Die Zusammenstellung der Ergebnisse läßt erkennen, daß in aller Regel die Standardisierung der Artefakte mit abnehmenden Mittelwerten zunimmt. Bei den Kernsteinen konnte zwischen den Bearbeitungsphasen 2 und 3 kein signifikanter Unterschied festgestellt werden; möglicherweise handelt es sich bei beiden Stufen um Rest-



kerne. Die Dispersionsmaße der Funde machen es wahrscheinlich, daß es sich bei dem überwiegenden Teil der Funde um Ausschuß handelt, der für eine Weiterverwendung unbrauchbar war. Wahrscheinlich wurden die eigentlichen Werkzeuge mittels eines Auswahlverfahrens ausgesucht und sollten dementsprechend höher standardisiert gewesen sein. Das Verfahren der statistischen Untersuchung mittels der Typen-Gewichte erscheint geeignet, an Hand von ausgewählten Leittypen den Trend der Standardisierung von Werkzeugen zu untersuchen – auch über größere Räume und Zeiten. Die Varianz der Artefakte – also der Grad ihrer Standardisierung – wird als ein gewisser Maßstab der geistigen und manuellen Fähigkeiten ihrer Hersteller angesehen.

#### Literatur

- Bosinski, G., Die mittelpaläolithischen Funde im westlichen Mitteleuropa. Fundamenta A/4, Köln 1967.
- Dies, K., Statistische Beurteilung eines Fundkomplexes von altsteinzeitlichen Geröllgeräten in der Umgebung von Münzenberg, Wetteraukreis. Fundberichte aus Hessen, 13, 1973, 59–64.
- Krüger, H., Altsteinzeit-Forschung in Hessen. Fundberichte aus Hessen, 2, 1962, 6–43.
- Typologische und stratigraphische Kriterien zur prärißzeitlichen Datierung der altpaläolithischen Geröllgerätindustrie vom Münzenberger Typ in Oberhessen. Fundberichte aus Hessen, 13, 1973, 1–57.
- Leakey, M. D., Olduvai Gorge, Vol. III. Cambridge 1971.
- Luttrupp, A., Bosinski, G., Der altsteinzeitliche Fundplatz Reutersruh bei Ziegenhain in Hessen. Fundamenta A/6, Köln 1971.
- Waerden, van der, B. L., Mathematische Statistik, Berlin 1971.

Tabelle 1

Nr.	Bezeichnung nach Luttrop - Bosinski	Kurzzeichen	Anzahl n	Lokalisationsmaße in Gramm		Dispersionsmaße				Formmaß Schiefe I	
				$\bar{x}$	$\tilde{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	Varianz $s^2$	Standardabweichung s		
	<i>Werkzeuge</i>										
1	Cleaver	IB1	51	253	225	60	850	21 969	148	+ 0,57	
2	Faustkeile	IIA2 bis 4	72	267	245	50	905	26 562	163	+ 0,4	
	<i>Zielabschläge</i>										
3	Gestreckte Levallois-Abschläge	IA1 Aufs.	148	159	130	19	1225	20 631	144	+ 0,61	
4	"	Grab.	33	191	180	31	605	17 543	133	+ 0,25	
	<i>Reutersruh-Spitzen</i>										
5	" "	ID Aufs.	13	171	135	45	610	24 174	156	+ 0,69	
6	" "	Grab.	28	128	110	38	470	9 788	99	+ 0,54	
	<i>Präparier-Abschläge</i>										
7	Pseudo-Levallois-Spitzen, Form 1	IIB1 Aufs.	97	58	49	4	410	3 456	59	+ 0,47	
8	"	Grab.	124	57	45	12	425	2 877	54	+ 0,64	
9	Pseudo-Levallois-Spitzen, Form 2	IIB2 Aufs.	76	104	75	16	455	7 992	89	+ 0,96	
10	"	Grab.	156	96	70	10	420	6 509	81	+ 0,96	
	<i>Kernsteine</i>										
11	Rdl. Präp.-Kernsteine Phase 1	IA1	55	423	305	60	2365	148 505	385	+ 1,15	
12	Phase 2	IA1	162	247	145	25	2215	65 499	342	+ 0,9	
13	Phase 3	IA1	102	236	133	20	1500	116 910	256	+ 1,21	
14	Annähernd rechteckige Abschlag-Kernsteine Phase 1	IA2	26	485	403	80	2140	140 533	374	+ 0,22	
15	Phase 2	IA2	115	274	220	45	1240	43 004	207	+ 0,78	
16	Phase 3	IA2	64	300	223	50	1740	92 532	304	+ 0,76	
17	Kugelige Kernsteine	IIB	94	427	360	45	715	110 797	333	+ 0,6	
	<i>Münzenberg</i>										
18	Kugelige Kernsteine und Polyeder	Typ 15	139	197	144	28	> 1000	30 597	175	+ 0,87	
19	Chopping-tools	Typ 13	114	222	185	36	> 1000	23 982	155	+ 0,72	
20	Faustkeile, Zusammenfassung		13	272	230	79	1070	31 039	177	+ 0,24	
	<i>Olduvai</i>										
21	spheroids + subspheroids	BK	199	312	163	n. b.	n. b.	145 542	382	+ 1,17	

Typengewichte verschiedener Artefaktgruppen der Fundstelle „Reutersruh“ u. a. und ihre statistischen Kennwerte.

Tabelle 2

Nr.	Bezeichnung nach Luttropp - Bosinski	Kurzzeichen	Anzahl n	Lokalisationsmaße		Dispersionsmaße				Formmaß Schiefe I
				$\bar{x}$ in mm	$\tilde{x}$ in mm	$x_{\max}$ in mm	$x_{\min}$ in mm	Varianz $s^2$	Standardabweichung s	
	<i>Werkzeuge</i>									
1	Cleaver	IB1	51	55	55	35	86	108	10,4	+ 0,12
2	Faustkeile	IIA2 bis 4	72	55	56	33	87	144	12	— 0,28
	<i>Zielabschläge</i>									
3	Gestreckte Levallois-Abschläge	IA1 Aufs.	148	47	46	24	97	140	11,8	+ 0,25
4	"	Grab.	33	51	51	28	76	118	10,8	+ 0,22
5	Reutersruh-Spitzen	ID Aufs.	13	46	46	32	77	141	11,9	— 0,1
6	"	Grab.	28	44	43	30	70	99	9,9	+ 0,27
	<i>Präparier-Abschläge</i>									
7	Pseudo-Levallois-Spitzen, Form 1	IIB1 Aufs.	97	32	33	14	67	88	9,4	— 0,13
8	"	Grab.	124	32	32	21	68	63,6	7,97	+ 0,08
9	Pseudo-Levallois-Spitzen, Form 2	IIB2 Aufs.	76	40	38	23	69	108	10,4	+ 0,46
10	"	Grab.	156	39	37	19	68	113	10,6	+ 0,38
	<i>Kernsteine</i>									
11	Rdl. Präp.-Kernsteine Phase 1	IA1	55	62	61	35	120	338	18,4	+ 0,25
12	Phase 2	IA1	162	52	48	26	118	304	17,4	+ 0,18
13	Phase 3	IA1	102	51	46	24	103	239	15,5	+ 0,98
14	Annähernd rechteckige Abschlag-Kernsteine Phase 1	IA2	26	66	67	39	116	259	16,1	— 0,4
15	Phase 2	IA2	115	56	54	32	97	200	14,1	+ 0,7
16	Phase 3	IA2	64	57	55	33	109	240	15,5	+ 0,33
17	Kugelige Kernsteine	IIB	94	64	64	32	81	209	14,5	— 0,07
	<i>Münzenberg</i>									
18	Kugelige Kernsteine und Polyeder	Typ 15	139	49	47	27	> 90	174	13,2	+ 0,5
19	Chopping-tools	Typ 13	114	52	51	30	> 90	108	10,4	+ 0,36
20	Faustkeile, Zusammenfassung		13	62	58	39	92	310	17,6	+ 0,66
	<i>Olduvai</i>									
21	spheroids + subspheroids	BK	199	54	46	n. b.	n. b.	449	21,2	+ 1,08

Kennwerte der Tab. 1 transformiert auf den Durchmesser einer volumengleichen Kugel. Alle Werte gerundet.