

## Die Berechnung der Größten Schädellänge und der Ohrhöhe aus verschiedenen Abschnitten des menschlichen Schädels durch Regressionsanalyse

VON INGEBOG HARUM<sup>1)</sup>

(Mit 2 Abbildungen)

Manuskript eingelangt am 15. März 1985

### Zusammenfassung

Es wurde versucht festzustellen, mit welcher Wahrscheinlichkeit sich die wichtigen Maße der Größten Schädellänge und der Ohrhöhe durch Regressionsanalyse aus einem menschlichen Schädelrest berechnen lassen. Es wurden drei verschiedene Schädelreste angenommen:

1. ein vorderer Schädelabschnitt aus Stirnbein und intakter Orbita,
2. ein hinterer Abschnitt aus Scheitelbein und dem das Opisthocranium enthaltenden Teil des Hinterhauptbeines,
3. ein kalottenförmiger Teil aus Stirnbein u. Scheitelbein.

Die Mittelwerte für die Regressionsanalyse wurden durch Vermessen von 476 Schädeln aus drei verschiedenen Populationen gewonnen. Die Berechnung der Größten Schädellänge gelang mit 76% innerhalb einer Grenze von  $\pm 3$  mm aus der Kalotte am besten, am schlechtesten war die Berechnung aus dem vorderen Schädelabschnitt innerhalb einer Grenze von  $\pm 7$  mm. Hingegen ließ sich die Ohrhöhe aus dem vorderen Schädelabschnitt mit mehr als 68% innerhalb  $\pm 3$  mm am besten und aus dem hinteren Schädelabschnitt mit 72% innerhalb  $\pm 5$  mm am schlechtesten berechnen. Beide Maße wurden bei männlichen Schädeln eher unterschätzt und bei weiblichen Schädeln eher überschätzt, was sich verbesserte, wenn die Berechnung nach Geschlechtern getrennt erfolgte. Ebenso verbesserte sich das Ergebnis, wenn die Berechnung für jede Population getrennt mit ihren eigenen Mittelwerten durchgeführt wurde. Beide Maße weichen bei den fehlberechneten Schädeln deutlich von den Mittelwerten ihrer Population ab, während die Maße, mit denen die Regressionsanalyse durchgeführt wurde, ihren Mittelwerten entsprachen.

### Summary

The issue of this paper was, if the Maximum Cranial Length and the Auriculo-Bregmatic Height are calculable by regression analysis under the supposition, that only a part of a human skull is preserved. Three different relics of skull were assumed:

- 1) a frontal part with frontal bone and at least one intact orbita,
- 2) a distal part with at least one parietal bone and the part of the occiput, which bears the opisthocranium,
- 3) a top part, consisting of the frontal bone and at least one parietal bone.

On perigrams of 476 skulls from one nubian and two austrian habitats 31 variables were measured. The best calculation of the Maximum Cranial Length was obtained with the variables of the

<sup>1)</sup> Anschrift der Verfasserin: Oberarzt DDr. Ingeborg HARUM, Seuttergasse 13/2, A-1130 Wien. – Österreich.

top part of the skull (76% with a deviation of  $\pm 3$  mm), the poorest with the variables of the front part (68% with a deviation of  $\pm 7$  mm).

The best result for the Auriculo-Bregmatic Height was obtained with the variables of the frontal part (68% with a deviation of  $\pm 3$  mm), the poorest by calculating with the variables of the distal part (72% with a deviation of  $\pm 5$  mm). This results improve, when both measures are calculated separately for the three populations with their own mean values. Miscalculated crania had always a Maximum Cranial Length or Auriculo-Bregmatic Height, which deviated from the mean values of this measures, whereas the variables used for the regression analysis were always in the range of their mean values.

## Einleitung

Vor Beginn der praktischen Arbeit wurde folgende einschlägige Literatur durchgearbeitet: BERNHARD, W. (1971), BIRKBY, W. (1966), CHOPRA & SCHWIDETZKY (1970), CREEL, N. (1968), HOWELLS, W. W. (1973), MARTIN & SALLER (1957), MILANESI, Qu. (1962), VOLLMAYR & GLOWATZKY (1971), WEBER, E. (1967) und die Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett (1979).

Da bei der Bergung menschlicher Skelettreste der Schädel oft nicht völlig erhalten ist, war es das Ziel der vorliegenden Untersuchung, festzustellen, mit welcher Genauigkeit sich die wichtigen Schädelmaße der Größten Schädelhöhe und der Ohrhöhe unter der Annahme berechnen lassen, daß von einem Schädel nur ein vorderer Rest (Stirnbein u. mindestens eine intakte Orbita), ein hinterer Rest (Hinterhauptsbein und mindestens ein intaktes Scheitelbein) und schließlich ein kalottenförmiger Rest (mit Stirnbein und mindestens einem intakten Scheitelbein) vorhanden ist. Zur Erlangung des nötigen Datenmaterials wurden aus der ca. 30.000 menschliche Schädel enthaltenden Sammlung der Anthropologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien drei Schädelserien bearbeitet:

1. 298 Kranien aus dem Beinhaus der Pfarrkirche von Zellerndorf bei Retz im nordöstlichen Niederösterreich,

2. 78 Kranien aus dem Karner von Mais, einem Vorort von Meran in Südtirol. Diese Schädelserie ist ein Teil der Sammlung Tiroler Beingruft-Schädel, die der Arzt und Anthropologe Dr. Franz TAPPEINER dem Naturhistorischen Museum in Wien als Geschenk widmete und

3. 100 Schädel aus Ermenne, einem heute im Lake Nasser untergegangenen nubischen Ort am rechten Nilufer, 25 km nilabwärts von Abu Simbel, die der Wiener Ägyptologe Professor Dr. Hermann JUNKER während der Sprachexpedition der Wiener Akademie der Wissenschaften in den Jahren 1911/12 von koptischen Friedhöfen barg, die zwischen 600 und 1500 n. Chr. belegt worden waren.

An dieser Stelle sei auch dem Leiter der Anthropologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien, Herrn Univ.-Dozenten Dr. Johann SZILVÁSSY, für die Erlaubnis, an seiner Abteilung arbeiten zu dürfen, gedankt.

## Methodik

Zunächst wurde das Geschlecht jedes Schädels nach der anthropologisch-morphologischen Methode bestimmt, die direkt am Schädel zu messenden Maße abgenommen und jeder Schädel in der Norma sagittalis auf dem Kraniophor montiert. Nachdem der Schädelumriß auf dem Meßblatt gezeichnet worden war,

wurden zwischen den auf der Umrißlinie liegenden Meßpunkten Linien gezogen und die von ihnen eingeschlossenen Winkel gemessen. In der folgenden Variablen-Liste sind die gemessenen Strecken und Winkel angeführt. Zur besseren Übersicht ist der Scheitelpunkt der Winkel in Großbuchstaben geschrieben. Die in Klammer gesetzten Zahlen sind die Ziffern, unter der die entsprechende Variable in dem Lehrbuch der Anthropologie von MARTIN & SALLER angeführt ist.

#### Liste der gemessenen Variablen

##### Die Strecken:

- V1 Größte Schädelbreite (8)
- V2 Asterienbreite (12)
- V3 Kleinste Stirnweite (9)
- V4 Höhe der Orbita (52)
- V5 Breite der Orbita (51)
- V6 Größte Schädellänge (1)
- V7 Frontalsehne (29)
- V8 Parietalsehne (30)
- V9 Distanz Bregma-Orbitale
- V10 Distanz Lambda-Orbitale
- V11 Distanz Nasion-Opisthokranion
- V12 Distanz Bregma-Opisthokranion
- V13 Distanz Nasion-Orbitale
- V14 Distanz Lambda-Opisthokranion
- V15 Länge der vom Bregma auf die OAE gefällten Senkrechten (Ohrhöhe)
- V16 Distanz Orbitale-Porion
- V17 Distanz Porion von dem Punkt, wo die OAE die Umrißlinie der Hinterhauptsschuppe schneidet
- V18 Distanz Porion von dem Punkt, wo die Ohrhöhe die OAE schneidet

##### Die Winkel:

- V19 Nasion-BREGMA-Orbitale
- V20 Bregma-NASION-Orbitale
- V21 Lambda-BREGMA-Orbitale
- V22 Bregma-LAMBDA-Orbitale
- V23 Lambda-BREGMA-Opisthokranion
- V24 Bregma-LAMBDA-Opisthokranion
- V25 Bregma-NASION-Opisthokranion
- V26 Nasion-BREGMA-Opisthokranion
- V27 Nasion-BREGMA-Lambda
- V28 Lambda-BREGMA-Schnittpunkt der Ohrhöhe auf OAE
- V29 Nasion-BREGMA-Schnittpunkt der Ohrhöhe auf OAE
- V30 Orbitale-BREGMA-Opisthokranion
- V31 Stirnneigungswinkel (32/1a)

Zur Berechnung der gesuchten Maße Größte Schädellänge und Ohrhöhe aus den spärlichen Daten, die sich aus einem Schädelrest gewinnen lassen, war die statistische Methode der Regressionsanalyse das Mittel der Wahl. Dieses, auf Sir Francis GALTON zurückgehende Verfahren wurde von Karl PEARSON und C. SPEARMAN ausgearbeitet. Aus den gemessenen Werten, den unabhängigen Variablen, berechnet die Regressionsanalyse den gesuchten Wert, der abhängigen Variable

genannt wird, da er von den eingegebenen Werten abhängt. In unserer Untersuchung wurden die an den drei angenommenen Schädelresten meßbaren Strecken und Winkel als unabhängige Variablen in die Regressionsanalyse eingegeben und so für jeden Schädel der wahrscheinlichste Wert für die Größte Schädellänge und die Ohrhöhe errechnet. Wie bei jeder statistischen Methode weicht der tatsächlich gemessene Wert in einer gewissen Bandbreite von dem errechneten Wert ab. Diese Bandbreite ist um so größer, je weniger der gesuchte Wert mit dem gemessenen Wert korreliert und je allgemeiner die eingegebenen Daten sind (z. B. in unserer Untersuchung die Meßwerte von 476 Schädeln aus 3 verschiedenen Populationen). Ebenso verringert sich die Streuung, wenn die Berechnung auf Grund der Daten einer einzigen Population erfolgt, bzw. eine hohe Korrelation zwischen dem eingegebenen Wert und dem gesuchten Wert besteht.

### Die Größte Schädellänge (GSL)

In die Regressionsanalyse zur Ermittlung der GSL V 6 aus dem vorderen Schädelabschnitt wurden drei unabhängige Variablen eingegeben (Abb. 1, obere Reihe):

1. die Frontalsehne V7,
2. die Strecke Nasion-Orbitale V13,
3. der von den beiden Strecken eingeschlossene Winkel V20.

Zur Orientierung sind in der beigefügten Tafel die drei zur regressionsanalytischen Berechnung der Größten Schädellänge V6 und der Ohrhöhe V15 angenommenen Schädelreste stark ausgezogen gezeichnet; die als unabhängige Variablen verwendeten Strecken und Winkel sind ebenfalls eingezeichnet.

Zuerst wurde die Regressionsgleichung mit den Werten aller 476 Schädel für die drei unabhängigen Variablen erstellt (davon 249 männliche und 227 weibliche Schädel). Die Korrelation der abhängigen Variablen V6 zu den drei unabhängigen Variablen beträgt:

	V7	V13	V20
V6	0,57	0,20	-0,34

Diese Korrelationen ergeben ein „multiple r“ von 0,59. Daraus ist ein  $r^2$  von 0,35 zu errechnen. Die drei bekannten Maße tragen daher nur 35% zur Berechnung der Größten Schädellänge bei. Somit ist auch kein besonders gutes Schätzergebnis zu erwarten. Von den 476 Schädeln wurde die GSL V6 bei 327 Schädeln innerhalb einer Grenze von  $\pm 7$  mm richtig geschätzt (68,69%). Eine Grenze von  $\pm 7$  mm wurde gewählt, weil die Standardabweichung der Residuals 6,75 mm beträgt (unter Residual wird die Differenz zwischen dem geschätzten und dem tatsächlich gemessenen Wert verstanden). 74 Schädel (15,55%) wurden um mehr als 7 mm zu kurz und 75 Schädel (15,76%) um mehr als 7 mm zu lang geschätzt. Um die Ursache dieser Fehlberechnungen zu finden, wurden die zu kurz und die zu lang berechneten Schädel zu je einer Gruppe zusammengefaßt und für diese

beiden Gruppen die Mittelwerte aller Variablen berechnet. Hierauf wurde mittels t-Test geprüft, ob sich die Mittelwerte dieser Gruppen signifikant von den Mittelwerten aller 476 Schädel unterscheiden (eine Wahrscheinlichkeit von 95% wurde als signifikant angenommen). Dabei ergab sich für die Gruppe der zu lang geschätzten Schädel:

1. der Mittelwert der GSL V6 ist kleiner als bei der Gesamtgruppe,
  2. der Mittelwert der Variablen, mit denen versucht wurde, die GSL V6 zu berechnen, unterscheidet sich nicht von dem Mittelwert der Gesamtgruppe,
  3. der Mittelwert der Parietalsehne und der Strecke Bregma-Opisthokranion ist wesentlich kleiner als bei der Gesamtgruppe,
  4. der Winkel V27 (n-b-l) und der zwischen der Ohrhöhe und der Parietalsehne eingeschlossene Winkel V28 sind kleiner als bei der Gesamtgruppe.
- Spiegelbildlich dazu verhält sich die Gruppe der zu kurz geschätzten Schädel.

Untersucht man das Verhältnis der fehlgeschätzten Schädel in den einzelnen Populationen, so zeigt sich, daß in der Stichprobe Ermenne die meisten zu kurz geschätzten Schädel gefunden werden, da die dolichokrane nubische Schädel eine besonders lange Parietalsehne und einen entsprechend großen Winkel V27 (n-b-l) aufweisen.

Berechnung der GSL V6 mit den 3 Variablen des vorderen Schädelabschnittes (mit den Mittelwerten aller 476 Schädel):

Gruppe	innerhalb ±7 mm richtig	zu kurz berechnet	zu lang berechnet
alle Schädel	68,69%	15,55%	15,76%
Mais	79,49%	7,69%	12,76%
Ermenne	56,0 %	43,0 %	1,0 %
Zellerndorf	69,80%	8,72%	21,48%

Wurden in die Regressionsanalyse zusätzlich zwei weitere am vorderen Schädelabschnitt zu messende Variablen, nämlich die kleinste Stirnbreite V3 und die Strecke Bregma-Orbitale V9 eingegeben, so verschlechterte sich das Ergebnis sogar und verbesserte sich nur unwesentlich, wenn die GSL mit den Mittelwerten der eigenen Stichprobe berechnet wurde. Hier verteilten sich die Ergebnisse mit 3 Variablen (I) und 5 Variablen (II) wie folgt:

Stichprobe	innerhalb ±7 mm richtig	zu kurz berechnet	zu lang berechnet
Mais	I. 79,49%	8,97%	11,54%
	II. 76,92%	10,26%	12,82%
Ermenne	I. 84%	8%	8%
	II. 85%	8%	7%
Zellerndorf	I. 75,84%	12,75%	11,41%
	II. 78,52%	11,41%	10,07%

Da mit den Mittelwerten aller Schädel gearbeitet wurde, wurden männliche Kranien eher zu kurz und weibliche eher zu lang berechnet.

Nun wurde versucht, die GSL V6 aus einem hinteren Schädelabschnitt, der zumindest aus einem intakten Scheitelbein und dem das Opisthokranion tragenden Teil des Hinterhauptbeines besteht, zu berechnen (dabei mußte der Umstand, daß die genaue Lage des Opisthokranion ohne Stirnbein nicht festzustellen ist, vernachlässigt werden).

Als unabhängige Variablen wurden die drei Strecken, die die Meßpunkte Bregma, Lambda und Opisthokranion miteinander verbinden, in die Analyse eingegeben:

1. die Parietalsehne V8,
2. die Strecke Bregma-Opisthokranion V12,
3. die Strecke Lambda-Opisthokranion V14.

Wiederum wurden die Regressionsanalysen zunächst mit den Maßen aller 476 Schädel und dann mit den Maßen der einzelnen Populationen durchgeführt. Die Korrelation der eingegebenen Variablen mit der gesuchten GSL ergab eine 50%ige Abhängigkeit. Es fiel wiederum auf, daß nicht die Parietalsehne, die mit der gesuchten GSL am meisten korreliert, den größten Beitrag zur Berechnung leistet, sondern die Strecke Bregma-Opisthokranion V12, da sie einen Schluß auf die Ausformung des Hinterhauptes zuläßt. Wohl trägt eine lange Parietalsehne zur Schädelänge bei, jedoch deutet eine relativ lange Strecke Bregma-Opisthokranion eine stärker gewölbte Hinterhauptsschuppe an, was die GSL zusätzlich verlängert. Die Standardabweichung der Residuals betrug 5,91 mm, so daß Schädel mit einer GSL innerhalb von  $\pm 6$  mm des errechneten Mittelwertes als richtig berechnet bezeichnet werden.

Die Berechnung der GSL aus den Mittelwerten aller 476 Schädel für die drei Variablen V8, V12 und V14 ergab:

Gruppe	innerhalb $\pm 6$ mm richtig	zu kurz berechnet	zu lang berechnet
alle Schädel	69,24%	15,42%	15,34%
Mais	64,11%	29,48%	6,41%
Ermenne	72%	26%	2%
Zellerndorf	70,8%	7,72%	21,48%

Mit den Mittelwerten der einzelnen Populationen durchgeführt, ergab die Analyse mit den drei Variablen:

Population	innerhalb $\pm 6$ mm richtig	zu kurz berechnet	zu lang berechnet
Mais	76,92% (+12,81%)	11,54%	11,54%
Ermenne	85% (+13%)	7%	8%
Zellerndorf	75,17% (+4,37%)	13,42%	11,41%

Auch bei diesen Analysen hatten die zu lang berechneten Schädel eine unterdurchschnittliche Schädelänge, während sich die Mittelwerte der Variablen, mit denen die Berechnung erfolgte, nicht von den Mittelwerten der richtig berech-

neten Schädel unterschieden. Hingegen waren die Maße, die sich auf den vorderen Schädelabschnitt bezogen, wie die Frontalsehne und der Winkel V27 (n-b-l) kleiner als bei der Gesamtgruppe. Umgekehrt verhielt sich die Gruppe der zu kurz geschätzten Schädel.

Schließlich wurde versucht die GSL aus einem kalottenförmigen Schädelrest zu berechnen (Stirnbein und mindestens ein intaktes Scheitelbein), so daß in die Analyse die Werte von Frontal- u. Parietalsehne, sowie der von ihnen eingeschlossene Winkel V27 (n-b-l) eingegeben werden konnte.

Laut Korrelation trugen diese drei Variablen 84% zur Ermittlung der GSL bei und es war daher auch ein besseres Ergebnis zu erwarten. Lag der Streubereich der aus dem vorderen Schädelrest richtig berechneten Schädel bei  $\pm 7$  mm und aus dem hinteren Schädelrest bei  $\pm 6$  mm, so gelang es diesmal 65,76% aller Schädel innerhalb eines Streubereiches von nur  $\pm 3$  mm richtig zu berechnen. Wiederum hatten die zu lang geschätzten Schädel eine unterdurchschnittliche GSL, während sich ihre Mittelwerte für die eingegebenen Variablen nicht von denen der richtig berechneten Schädel unterschieden. Ebenso waren die Werte, die sich auf das in diesem kalottenförmigen Schädelrest nichtgegebene Opisthokranion beziehen (b-op, l-op, Winkel b-l-op), kleiner als bei den richtig geschätzten Schädeln. Das Gegenteil war bei den zu kurz geschätzten Schädeln der Fall. Die auf Grund der Mittelwerte aller 476 Schädel für die drei unabhängigen Variablen V7, V8 und V27 berechneten Verteilung betrug:

Gruppe	innerhalb $\pm 3$ mm richtig	zu kurz berechnet	zu lang berechnet
alle Schädel	65,75%	16,60%	17,65%
Mais	70,52%	14,10%	15,38%
Ermenne	68%	7%	25%
Zellerndorf	62,29%	21,94%	15,77%

Als Ursache des erstaunlichen Umstandes, daß die dolichokrane nubische Schädel bei der Berechnung mit den Werten der Schädelkalotte im Gegensatz zu den bisherigen Analysen in einem so hohen Prozentsatz zu lang geschätzt wurden, konnten die Strecke V14 (l-op) und der Winkel V24 (b-l-op) ermittelt werden, die bei den Nubiern kleiner sind als bei den beiden brachykrane österreichischen Stichproben:

	Mais	Ermenne	Zellerndorf
V14	39,32	31,84	39,36
V24	131,06°	129,64°	132,26°

Erfolgen die Analysen für jede Stichprobe mit ihren eigenen Mittelwerten, so ergeben sich wieder eine ausgewogenere Verteilung der zu lang und zu kurz

geschätzten Schädel (hier wird auch das  $r^2$  angeführt, das den Anteil der drei zur Berechnung verwendeten Variablen an der Berechnung der GSL ausdrückt):

Gruppe	$r^2$	innerhalb $\pm 3$ mm richtig	zu kurz berechnet	zu lang berechnet
Mais	88%	75,64%	11,54%	12,82%
Ermenne	81%	71,0 %	17,0 %	12,0 %
Zellerndorf	78%	61,07%	19,8 %	19,13%

### Die Berechnung der Ohrhöhe

Im zweiten Teil dieser Untersuchung wurde versucht, die Länge der Ohrhöhe V15 durch Regressionsanalyse zu ermitteln, wiederum unter der Voraussetzung, daß jeweils nur die Daten eines vorderen, eines hinteren und eines kalottenförmigen Schädelrestes zur Verfügung stehen (Abb. 1, untere Reihe).

So wurden in die erste Analyse wiederum die Frontalsehne V7, die Strecke Nasion-Orbitale V13 und der von diesen Strecken eingeschlossene Winkel V20 (b-n-or) aller 476 Schädel eingegeben. Laut dem  $r^2$  trugen diese drei Variablen 68% zur Berechnung bei, so daß ein gutes Resultat zu erwarten war. Die Standardabweichung der Residuals betrug auch nur 3,05 mm, sodaß 68,28% der Ohrhöhen innerhalb einer Grenze von  $\pm 3$  mm richtig berechnet wurden. Ebenso war auch der Prozentsatz der zu kurz und zu lang berechneten Ohrhöhen gleichverteilt. Die Fehlschätzungen der Ohrhöhe sind mit einer absoluten Gesetzmäßigkeit von den Variablen abhängig, die aus einem vorderen Schädelrest nicht bestimmbar sind. Um dies zu beweisen, wurden aus den Schädeln, die um 5 mm, 4 mm und 3 mm zu hoch und um eben diese Werte zu niedrig geschätzt wurden, Gruppen gebildet. Entsprechend der Größe der Fehlschätzung weichen die Mittelwerte der Variablen V18, V27, V28 und V31 von den Mittelwerten der Gesamtheit der 476 Schädel ab.

Auf Grund der Werte aller 476 Schädel ließ sich die Ohrhöhe aus dem vorderen Schädelabschnitt wie folgt berechnen:

Gruppe	innerhalb $\pm 3$ mm richtig	zu nieder geschätzt	zu hoch geschätzt
alle Schädel	68,27%	15,97%	15,76%
Mais	67,95%	10,26%	21,79%
Ermenne	68%	4%	28%
Zellerndorf	68,46%	21,14%	10,4%

Dieses Ergebnis verbesserte sich besonders für die dolichokranen Nubier, wenn die Ohrhöhe für jede Population getrennt berechnet wurde:

Gruppe	innerhalb $\pm 3$ mm richtig	zu nieder geschätzt	zu hoch geschätzt
Mais	70,51%	14,11%	15,38%
Ermenne	78%	12%	10%
Zellerndorf	70,90%	14,09%	15,01%

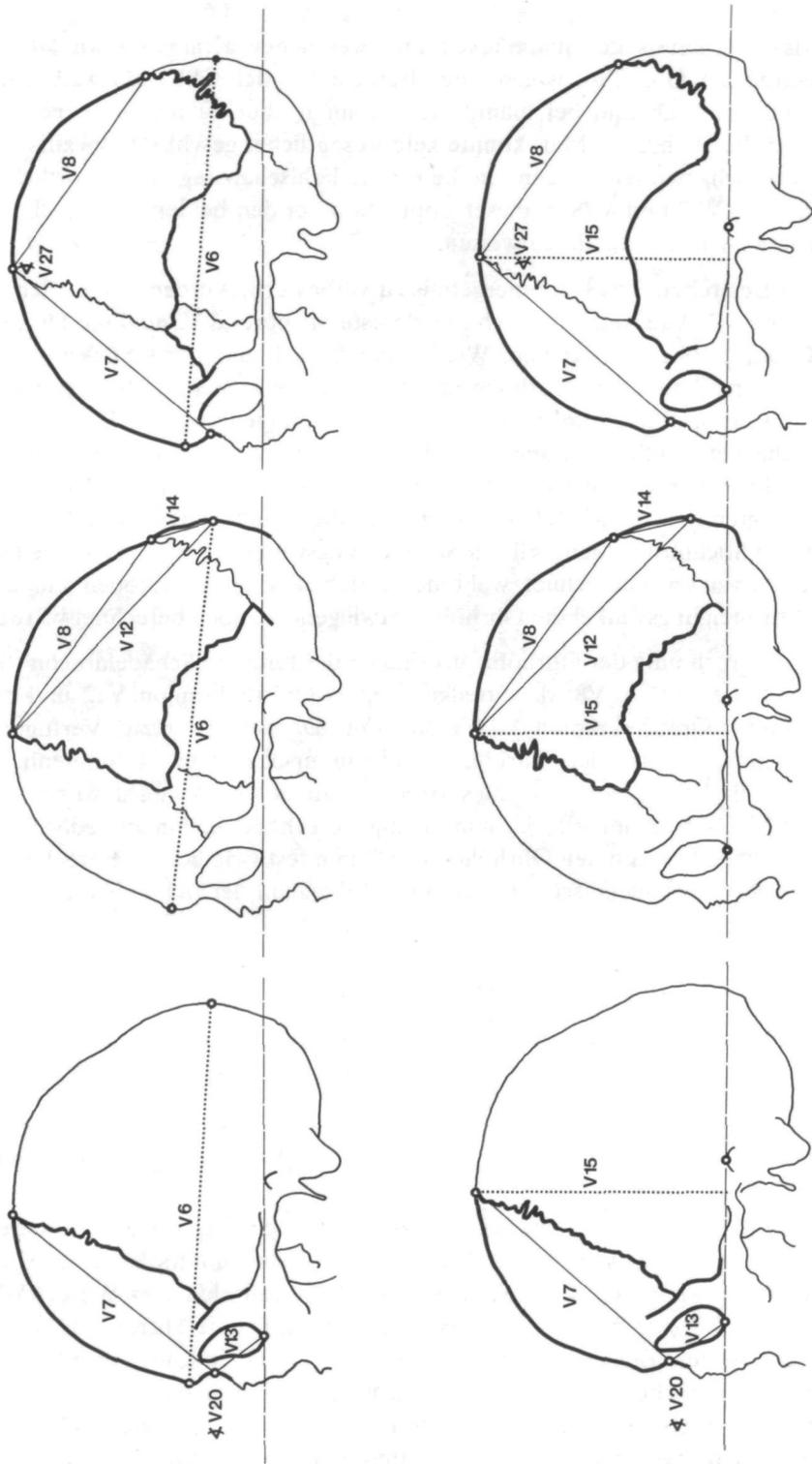


Abb. 1. Zur besseren Übersicht sind in der oberen Reihe die drei angenommenen Schädelreste (stark ausgezogen) mit den verwendeten Meßpunkten und Variablen zur Berechnung der Größten Schädellänge, in der unteren Reihe zur Berechnung der Ohrhöhe zusammengestellt.

Da das Verhältnis der männlichen und weiblichen Kranien etwa 50 : 50 betrug, wurde die Ohrhöhe (wie bei der Berechnung der GSL) bei weiblichen Kranien eher zu hoch und bei männlichen Kranien eher zu nieder berechnet. Lediglich für die Stichprobe Mais konnte kein wesentlicher geschlechtsspezifischer Unterschied nachgewiesen werden, da die für die Fehlschätzung verantwortlichen Variablen V31, V27 und V28 in dieser Population bei den beiden Geschlechtern kaum Mittelwertsunterschiede aufweisen.

In dem Bestreben, das Rechenergebnis zu verbessern, wurden in die nächste Analyse außer V7, V13 und V20 noch die kleinste Stirnbreite V3 und die Distanz Bregma-Orbitale V9 aufgenommen. Wie bei der Berechnung der GSL V6 wurde dadurch die Berechnung der Ohrhöhe kaum besser (69,75% statt 68,27% innerhalb von  $\pm 3$  mm). Wiederum erwies sich der Stirnneigungswinkel V31 als die Hauptursache der Fehlberechnungen: so haben die Schädel, deren Ohrhöhe zu nieder berechnet wurde, einen steileren Stirnneigungswinkel, während der der zu hoch berechneten flacher ist. Daher wurden auch die Schädel aus Zellerndorf, die unter den drei Stichproben den steilsten Stirnneigungswinkel aufweisen, doppelt so oft zu nieder als zu hoch berechnet, während bei den anderen Stichproben mit dem flacheren Stirnneigungswinkel die Ohrhöhe vorwiegend zu hoch berechnet wurde.

Für die Berechnung der Ohrhöhe aus Maßen des hinteren Schädelabschnittes wurden die Parietalsehne V8, die Strecke Bregma-Opisthokranion V12 und die Strecke Lambda-Opisthokranion V14 verwendet. Da keine der zur Verfügung stehenden Variablen mit der Ohrhöhe in einem ursächlichen Zusammenhang steht, war auch kein besonders gutes Ergebnis zu erwarten: wohl wurde die Ohrhöhe zu 71,64% innerhalb  $\pm 5$  mm richtig berechnet, legt man jedoch die Grenze der richtig berechneten Ohrhöhe mit  $\pm 3$  mm fest (wie bei der Berechnung aus dem vorderen Schädelabschnitt), dann sinkt die Zahl der richtig berechneten Schädel auf 49,57%.

Gruppe	innerhalb $\pm 5$ mm richtig	zu kurz berechnet	zu lang berechnet
alle Schädel	71,64%	14,08%	14,28%
Mais	68,45%	21,29%	10,26%
Ermenne	64%	4%	32%
Zellerndorf	75,5%	15,44%	9,06%

Die Ohrhöhe der Nubier wurde – wie bei der Berechnung aus dem vorderen Schädelrest – am meisten überschätzt und am wenigsten unterschätzt. Dies ist wieder durch den kleineren Stirnneigungswinkel V31, den kleineren Winkel V20 (b-n-or) und die kürzere V13 (n-or) der Nubier bedingt. Da die Mittelwerte dieser Maße bei den beiden österreichischen Populationen größer sind, wird ihre Ohrhöhe eher zu kurz berechnet. Erfolgt die Berechnung mit den Maßen der nubischen Stichprobe, so verbessert sich der Prozentsatz der richtig geschätzten nubischen Schädel innerhalb von  $\pm 5$  mm auf 84% und der Prozentsatz der zu nieder

geschätzten Ohrhöhen ist mit 9% und der zu hoch geschätzten mit 7% gleichverteilt.

Abschließend wurde versucht, die Ohrhöhe aus einem kalottenartigen, Stirn- und Scheitelbein umfassenden Schädelrest zu berechnen, wobei wiederum die Frontalsehne V7, die Parietalsehne V8 und der von ihnen eingeschlossene Winkel V27 eingegeben wurde. Dabei wurde die Ohrhöhe auf Grund der Mittelwerte aller drei Populationen wie folgt geschätzt:

Gruppe	innerhalb ±3 mm richtig	zu kurz berechnet	zu lang berechnet
alle Schädel	61,13%	19,75%	19,12%
Mais	62,82%	20,51%	16,67%
Ermenne	50%	4%	46%
Zellerndorf	64,43%	23,82%	11,75%

Mit den Werten der eigenen Population durchgeführt ergab die Regressionsanalyse:

Gruppe	innerhalb ±3 mm richtig	zu kurz berechnet	zu lang berechnet
Mais	62,82%	16,67%	20,51%
Ermenne	68%	16%	16%
Zellerndorf	68,46%	16,11%	15,43%

Daß die Ohrhöhe der Nubier mit den Maßen aller Schädel zu 46% zu hoch berechnet wurde, ist wie bei der Berechnung der Ohrhöhe aus dem hinteren Schädelrest durch die kleineren Werte der Nubier für den Stirnneigungswinkel V31, den Winkel V20 (n-b-l) und die Strecke V13 (n-or) bedingt.

Hingegen haben die Schädel aus dem niederösterreichischen Zellerndorf von allen drei Populationen den größten Winkel V20 und den steilsten Stirnneigungswinkel V31, weshalb ihre Ohrhöhe am meisten unterschätzt wird, wenn sie mit den Werten der drei Populationen berechnet wird:

Variable	Ermenne	Zellerndorf
Strecke Nasion-Orbitale V13	28,44	31,03
Stirnneigungswinkel V31	48,55°	50,9°
Winkel V20 (b-n-or)	118,58°	121,87°

Die folgende Skizze (Abb. 2) veranschaulicht den Einfluß dieser Variablen, wobei jedoch nur der Winkel V20 verändert wurde, während die Frontalsehne V7, der Stirnneigungswinkel V31 und die Strecke V13 (n-or) unverändert blieben. Es

ist einsichtig, daß die Fehlschätzung noch größer wird, wenn auch diese Variablen kleiner sind:

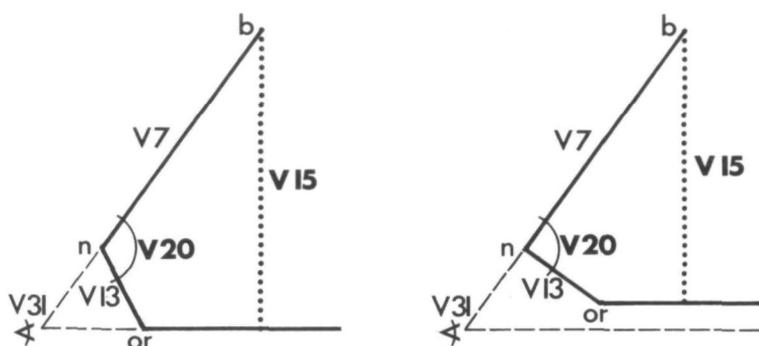


Abb. 2

### Diskussion

In der folgenden Übersicht ist die prozentuelle Berechenbarkeit der Größten Schädellänge aus den drei verschiedenen Schädelresten auf Grund der Daten aller 476 Schädel der drei Populationen und dann für jede Stichprobe mit ihren eigenen Maßen gegenübergestellt:

Schädelrest	Innerhalb von	alle Schädel	Mais	Ermenne	Zellern-dorf	innerhalb $\pm 3$ mm
vorderer	$\pm 7$ mm	68,7%	79,5%	84%	72,5%	34,2–44%
hinterer	$\pm 6$ mm	69,2%	77 %	85%	75,2%	37,4–67%
Kalotte	$\pm 3$ mm	65,8%	75,6%	71%	61,1%	61–75,6%

Innerhalb der Grenzen der jeweiligen Analyse werden wohl ca. 75% der Schädel richtig berechnet, reduziert man jedoch die Grenze der richtig berechneten Schädel auf  $\pm 3$  mm, so ist sofort ersichtlich, daß sich die GSL am besten aus dem kalottenförmigen Schädelrest und am schlechtesten aus dem vorderen Anteil berechnen läßt. Bei jeder Analyse erwies sich die Variabilität der Maße, die in dem jeweiligen Schädelrest nicht gegeben waren, als abträglich für eine gute Berechnung. Dies waren für den vorderen Schädelabschnitt vor allem die große Variabilität der Parietalsehne V8, für den hinteren Schädelabschnitt die Frontalsehne V7 und der Stirnneigungswinkel V31. Für den kalottenförmigen Schädelrest war es das Fehlen des Hinterhauptbeines, das keinen Schluß auf die Ausformung des Hinterhauptes zuläßt. Dessen mehr oder weniger große Auswölbung bestimmt jedoch die Lage des Opisthokranion und damit die größte Schädelgröße. So wurde für die südtiroler Stichprobe aus Mais die GSL mit 75,64% der Schädel innerhalb einer Grenze von  $\pm 3$  mm berechnet, welcher Prozentsatz sogar auf 97,43% ansteigt, wenn eine Grenze von  $\pm 5$  mm angenommen wird. Dieses Ergebnis fiel so gut aus, weil die Variablen V14 (Distanz Lambda-Opisthokranion) und der Winkel V24 (Bregma-Lambda-Opisthokranion), die die Lage des Opisthokranion

und damit die GSL maßgeblich bestimmen, in der Stichprobe Mais die geringste Variabilität aufweisen.

Während sich die Größte Schädellänge aus dem vorderen Schädelabschnitt am schlechtesten berechnen ließ, so gelang die beste Berechnung der Ohrhöhe aus diesem, von Bregma, Nasion und Orbitale bestimmten Schädelabschnitt:

Schädelrest	innerhalb von	alle 476 Schädel	Mais	Ermenne	Zellern-dorf
vorderer	$\pm 3$ mm	68,28%	70,51%	78%	70,9 %
hinterer	$\pm 5$ mm	71,64%	66,67%	84%	76,18%
Kalotte	$\pm 3$ mm	61,13%	62,82%	68%	68,46%

Je nach Population ließ sich die Ohrhöhe aus dem vorderen Schädelabschnitt zu 70,51–78% innerhalb einer Grenze von  $\pm 3$  mm richtig berechnen. Als Hauptursache der Fehlberechnungen wurde der in diese Analyse nicht eingebare Stirnneigungswinkel V31 ermittelt: so wurde die Ohrhöhe bei Schädel mit steilem Stirnneigungswinkel regelmäßig zu nieder, bei flachem Stirnneigungswinkel zu hoch geschätzt. Aus dem vorderen Schädelabschnitt läßt sich die Ohrhöhe sogar zwischen 85,9–94% richtig berechnen, wenn eine Fehlerbreite von  $\pm 5$  mm angenommen wird. Die relativ gute Berechenbarkeit der Ohrhöhe aus dem vorderen Schädelrest ist durch die große Bedeutung der drei eingegebenen Variablen (Frontalsehne, Strecke Nasion-Orbitale und des von ihnen eingeschlossenen Winkels V20) für die Lage des Orbitales gegeben, von dem die Frankfurter Horizontale ausgeht, auf die die Ohrhöhe gefällt wird.

Aus dem hinteren Schädelrest läßt sich die Ohrhöhe zu 66,67–84% innerhalb einer Grenze von  $\pm 5$  mm berechnen, welches Ergebnis sich auf 49,58–57% verschlechtert, wenn die Berechnungsgrenze auf  $\pm 3$  mm eingeengt wird. Wiederum sind es die Variablen des vorderen Schädelabschnittes, die eine befriedigende Berechnung der Ohrhöhe aus dem hinteren Schädelabschnitt nicht zulassen. Dasselbe trifft auch für die Berechnung der Ohrhöhe aus einem kalottenförmigen Schädelrest zu.

Sowohl für die Berechnung der GSL als auch der Ohrhöhe besteht zwischen dem Ausmaß der Fehlberechnung und der Varianz der für die Fehlberechnung verantwortlichen Variablen eine absolut gesetzmäßige Beziehung: der durch die Regressionsanalyse errechnete Wert weicht vom tatsächlich gemessenen Wert um so mehr ab, je mehr der Wert der für die Fehlberechnung verantwortlichen Variablen vom Mittelwert der jeweiligen Stichprobe abweicht.

Die Regressionsanalyse berechnet aus den Maßen eines Schädelrestes den „Normwert“ für die gesuchte abhängige Variable, kann jedoch dabei die Variabilität der Maße des fehlenden Schädelteiles nicht berücksichtigen. Sind Rasse und Geschlecht des Schädelrestes bekannt (etwa durch das postkraniale Skelett und entsprechende Grabbeigaben) und verfügt man über geschlechtsspezifische Mittelwerte dieser Population, dann lassen sich mit den wenigen Variablen, die an einem relativ kleinen Schädelrest gemessen werden können, wichtige Schädelmaße, wie die Größte Schädellänge und die Ohrhöhe, weitgehend richtig berechnen.

Tabelle 1

Um die Möglichkeit zu geben, die größte Schädelgröße und die Ohrhöhe anderer Schädel zu berechnen, sind die Regressionsgleichungen für diese beiden Schädelmaße angeführt. Der in der Gleichung angeführte Wert für die entsprechende unabhängige Variable ist mit ihrem Ist-Wert zu multiplizieren, die drei Werte zu addieren bzw. zu subtrahieren und die Konstante hinzuzufügen bzw. abzuziehen.

Die römischen Ziffern geben den Schädelrest an, aus dem die Berechnung erfolgt: I) der vordere Schädelabschnitt, II) der hintere Schädelabschnitt, III) der kalottenförmige Rest.

oben: Die Regressionsgleichungen für die brachykrane Population Zellerndorf (151 männliche, 147 weibliche Schädel).

unten: die Regressionsgleichungen für die dolichokrane Population Ermenne (54 männliche u. 46 weibliche Schädel).

#### Regressionsgleichungen der brachykranen Population Zellerndorf

	für Größte Schädelgröße		für Ohrhöhe	
I.	V7	,58137911	V7	,76701578
	V20	-,93818996	V20	,37636630
	V13	,75883697	V13	,69043246
	Konstant:	100,34387	Konstant:	-37,057972
II.	V8	,32194791	V8	,75515586
	V14	-,14121822	V14	-,12369330
	V12	,42900573	V12	,38748743
	Konstant:	85,490699	Konstant:	55,316356
III.	V7	,67472732	V7	,61231481
	V27	1,0928200	V27	-,40200831
	V8	,73618668	V8	,18174634
	Konstant:	-86,870315	Konstant:	66,782577

#### Regressionsgleichungen der dolichokrane Population Ermenne

	für Größte Schädelgröße		für Ohrhöhe	
I.	V7	,59822343	V7	,64560748
	V13	,89006807	V13	,55812418
	V20	-,66848681	V20	,37161578
	Konstant:	101,10978	Konstant:	-22,094609
II.	V8	-,78910658	V8	-,39491819
	V14	-,93222954	V14	-,52742578
	V12	1,6496266	V12	,76960520
	Konstant:	76,367324	Konstant:	64,866134
III.	V7	,78647195	V7	,47083050
	V8	,79770242	V8	,24943730
	V27	1,4751832	V27	-,22152463
	Konstant:	-147,01289	Konstant:	30,298066

Literatur

- BERNHARD, W. (1971): Multivariate statistische Untersuchungen zur ethnischen Anthropologie von Afghanistan, Westpakistan und Kashmir. – *Homo*, **22/1** : 1–9.
- BIRKBY, W. (1966): An Evolution of Race and Sex Determination from Cranial Measurements. – *Am. J. Phys. Anthr.*, **24**: 21–27.
- CHOPRA, V. P. & SCHWIDETZKY, I. (1970): Quantitative Rassensystematik. – *Homo*, **21/1** : 40–46.
- CREEL, N. (1968): Die Anwendung statistischer Methoden in der Anthropologie. – Dissertation. – Tübingen.
- DELATTRE, A. (1958): La formation du crane humaine, Beitrag zu „Le processus de l’homination“. – Paris.
- EMPFEHLUNGEN (1979) für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett. – *Homo*, **30**.
- HOWELLS, W. W. (1973): *Cranial Variation in Men*. – Harvard University Press.
- MARTIN, R. & SALLER, K. (1957): *Lehrbuch der Anthropologie*. – Band 1 und 2. – Gustav Fischer-Verlag.
- MILANESI, Qu. (1962): Differenze sessuali sul piano mediano-sagittale del neurocranio. – *Archiv Anthropol. e etnologia*, **92**: 235–247.
- VOLLMAYR, Th. & GLOWATZKY, G. (1971): Statistische Methodik zur Bearbeitung eines frühmittelalterlichen Gräberfeldes von Goldberg bei Türkheim in Bayrisch-Schwaben. – *Homo*, **22**: 165–176.
- WEBER, E. (1967): *Grundriß der biologischen Statistik*. – Gustav Fischer Verlag.