

## **Zum Beweiswert der Schädelidentifizierung mit Hilfe der Video-Bildmischtechnik unter Berücksichtigung der kranio-metrischen Individualität menschlicher Schädel\***

**R. Helmer<sup>1</sup>, J. Schimmler<sup>2</sup>, und J. Rieger<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Abteilung Rechtsmedizin der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel,  
Arnold-Heller-Strasse 12, D-2300 Kiel 1, Bundesrepublik Deutschland

<sup>2</sup>Rechenzentrum der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel,  
Hermann-Rodewald-Strasse 1, D-2300 Kiel, Bundesrepublik Deutschland

### **On the conclusiveness of skull identification via the video superimposition technique from the point of view of the craniometric individuality of human skulls**

**Summary.** The possibility of using the video superimposition technique for the identification of a skull by comparing it with photographs of missing persons is based on the fact that the human skull, unlike any other part of the human skeleton, shows unmistakable individual characteristics. In order to obtain a quantification, the individuality of human skulls is defined in terms of craniometric data and their probability distribution. First calculations based on the coordinates of some important encephalometric points of 52 European skulls suggest that there are individual aspects comparable to those of fingerprints. Under certain conditions, the video superimposition technique can establish very strong evidence for the identity of an unknown skull, provided that it is applied correctly and carefully.

**Key words:** Skull identification via video superimposition technique – Video superimposition technique – Craniometry

**Zusammenfassung.** Die Identifizierung eines unbekanntes Schädels durch Vergleich der Fotos von vermißten Personen mit Hilfe der Video-Bildmischtechnik stützt sich auf die Tatsache, daß der menschliche Schädel wie kein anderer Teil des menschlichen Skelettes unverwechselbare individuelle Merkmale zeigt. Um eine Quantifizierung dieser Individualität menschlicher Schädel zu erhalten, wurde die Wahrscheinlichkeitsverteilung kranio-metrischer Daten untersucht. Erste Ergebnisse der Berechnungen, die sich

\* Herrn Professor Dr. med. O. Grüner zu seinem 70. Geburtstag gewidmet

*Sonderdruckanfragen an:* R. Helmer

auf die Raum-Koordinaten einiger wichtiger kranio-metrischer Bezugspunkte von 52 europäischen Schädeln stützen, haben Individualitätswerte ergeben, die in ihrer Wertigkeit mit Fingerabdrücken verglichen werden können. Unter bestimmten Voraussetzungen kann die Video-Bildmischtechnik bei der Untersuchung unbekannter Schädel den Identitätsbeweis liefern, vorausgesetzt, daß diese Methode mit größter Genauigkeit und Sorgfalt angewendet wird.

**Schlüsselwörter:** Schädelidentifizierung durch Video-Superimpositionstechnik – Video-Superimpositionstechnik, Kranio-metrie

## Einleitung

Für die Methode der Schädelidentifizierung durch die Video-Bildmischtechnik gilt das Prinzip, durch Vergleich zahlreicher Merkmale Übereinstimmung des unbekanntem Schädel und des Fotos einer vermißten Person zu finden. Dabei wird die Annahme zugrunde gelegt, daß wegen der natürlichen Variabilität jeder biologischer Formgebung kein Schädel einem anderen völlig gleicht (Helmer 1984, 1987).

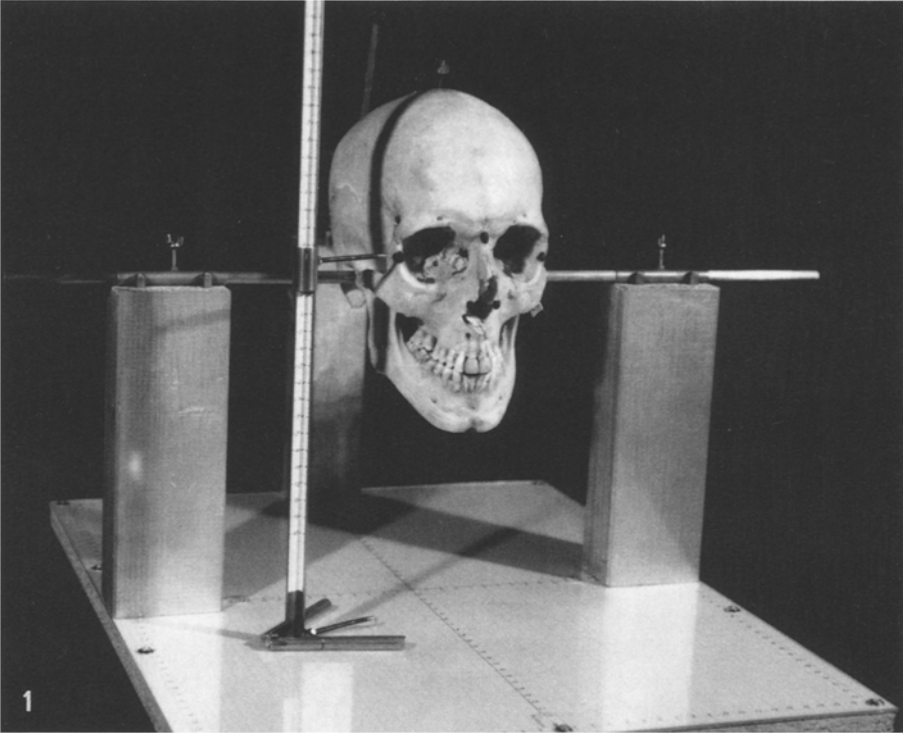
Während jedoch im allgemeinen z. B. geschlechts- oder rassebedingte Merkmalsunterschiede an Schädeln deutlich erkennbar sind, gibt es erfahrungsgemäß manchmal schon in einer verhältnismäßig kleinen Schädelkollektion einander sehr formähnliche Schädel. Deshalb kommt es darauf an festzustellen, in welchem Ausmaß die Formindividualität eines Schädel nachweisbar ist und in welcher Weise sie bei der Identifizierung berücksichtigt werden kann.

## Material und Methoden<sup>1</sup>

An zunächst 52 Schädeln von Europäern bekannter Herkunft wurden an 35 Punkten der Knochenoberfläche mit Hilfe eines Meßgerätes (vgl. Abb. 1) die drei Raum-Koordinaten mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,5$  mm gemessen. Lebensalter und Geschlecht der Individuen blieben unberücksichtigt. Bei diesen 35 Meßorten (vgl. Abb. 2) handelte es sich zumeist um bekannte kranio-metrische Bezugspunkte. Als Bezugsebenen der Raum-Koordinaten dienten die Frankfurter Horizontale, die Frontal- und die Mediosagittalebene.

Die gewonnenen Daten wurden im Rechenzentrum der Christian-Albrechts-Universität Kiel statistisch bearbeitet (Details s. Helmer, Schimmler, Rieger 1989). Bei der Auswertung der Ergebnisse wurde von der Annahme ausgegangen, daß die individuelle Morphologie eines Schädel bereits durch die Position einiger weniger ausgewählter Punkte charakterisiert werden kann. Die Individualität eines Schädel aufgrund der Raum-Koordination ausgewählter Punkte wurde definiert als diejenige Zahl von Schädeln aus der Grundgesamtheit, die erforderlich ist, um statistisch die Erwartung zu rechtfertigen, daß wenigstens ein Schädel unter dieser Zahl ist, der einem bestimmten gegebenen Schädel hinsichtlich der Position der ausgewählten Punkte mit einer Bestimmungsgenauigkeit von  $\pm 0,5$  mm völlig gleicht. Die Individualität eines Schädel ist dementsprechend um so ausgeprägter, je größer diese berechenbare Anzahl von Schädeln ist. Zutreffend ist jedoch auch die Definition, daß die Formindividualität eines Schädel gleich ist der reziproken Wahrscheinlichkeit, daß irgendein Schädel der

<sup>1</sup> Die kranio-metrischen Messungen wurden von J. Rieger im Rahmen seiner Dissertation durchgeführt



**Abb. 1.** Meßgerät zum genauen Erfassen der Raum-Koordinaten bestimmter Punkte der Schädeloberfläche

Grundgesamtheit in den Meßfehlerbereich von  $\pm 0,5$  mm der Punkte des einen bestimmten Schädels fällt.

Die folgenden acht Punkte wurden zur Charakterisierung von Schädeln ausgewählt; sie haben bei der Ausrichtung der Aufnahmestellung des Schädels nach dem Vergleichsfoto bei der praktischen Durchführung der Video-Superimpositionstechnik eine wichtige Bedeutung, da ihnen eindeutig definierbare morphologische Strukturen des Gesichtes zugeordnet werden können:

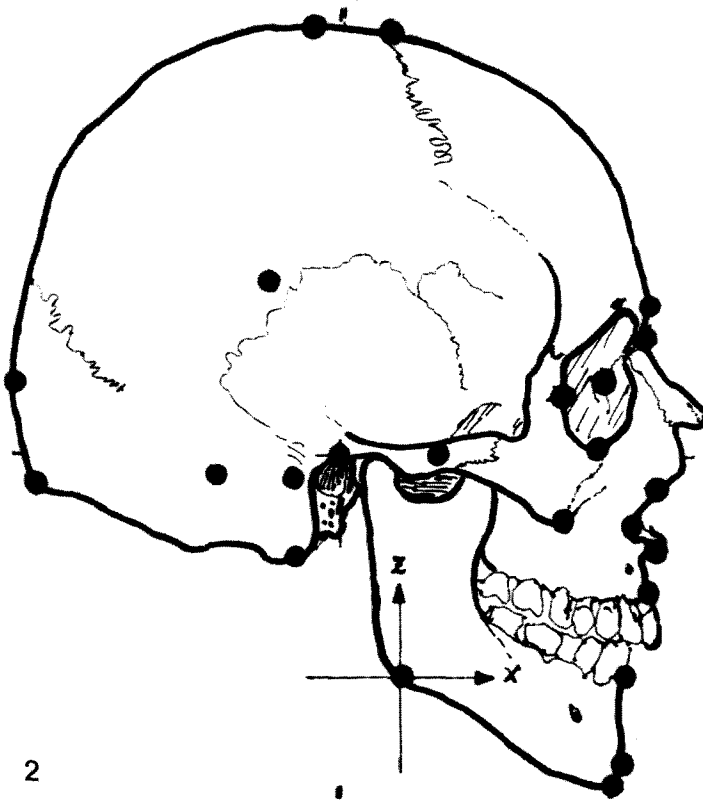
**Ausgewählte Punkte**

(vgl. Abb. 3 und 4)

- 1./2. Porion rechts / Porion links
3. Nasion
- 4./5. Schnittpunkt der Concha nasalis inferior mit dem Rand der Apertura piriformis rechts /  
Schnittpunkt der Concha nasalis inferior mit dem Rand der Apertura piriformis links
- 6./7. Ectoconchion rechts / Ectoconchion links
8. Gnation

**Ergebnisse und Schlußfolgerungen**

Unter Berücksichtigung der Individualität der untersuchten Schädel unserer verhältnismäßig kleinen Kollektion (eine inzwischen erfolgte Untersuchung einer doppelt so großen Anzahl von Schädeln hat nicht zu wesentlich abweichenden Ergebnissen geführt) wurde bei den statistischen Berechnungen festge-



**Abb. 2.** Gesamtheit der Punkte einer Schädelseite, deren Raum-Koordinaten erfaßt wurden

stellt, daß im ungünstigsten Fall unter einer Anzahl von  $6,3 \times 10^{14}$  und im besten Fall unter  $7,4 \times 10^{19}$  Schädeln nur ein Schädel zu erwarten ist, der einem bestimmten Schädel meßtechnisch hinsichtlich der Raum-Koordinaten der ausgewählten acht Punkte völlig gleicht – bei einer Übereinstimmung der Koordinaten mit einer Abweichung von nur  $\pm 0,5$  mm!

Abbildung 5 zeigt als Beispiel vier der untersuchten Schädel in Lateralansicht in orthogonaler Projektion übereinander kopiert nach Justierung der Schädel mit übereinstimmender Lage des Porions und der Frankfurter Horizontale.

Da bis jetzt aus technischen Gründen bei der praktischen Durchführung der Superimpositionstechnik zur Identifizierung unbekannter Schädel eine Toleranz von nur  $\pm 0,5$  mm noch nicht erreicht werden kann, war zu prüfen, welche meßtechnischen Toleranzen mit den heute bestehenden technischen Möglichkeiten der Superimpositionstechnik einerseits zu realisieren sind, damit andererseits rechnerische Individualitätswerte von untersuchten Schädeln erhalten werden, die im Hinblick auf die Beweiswertsanforderungen noch akzeptiert werden können.

Derartige „Toleranzen“ bei der Anwendung der Video-Superimpositionstechnik zur Identifizierung unbekannter Schädel ergeben sich beispielsweise

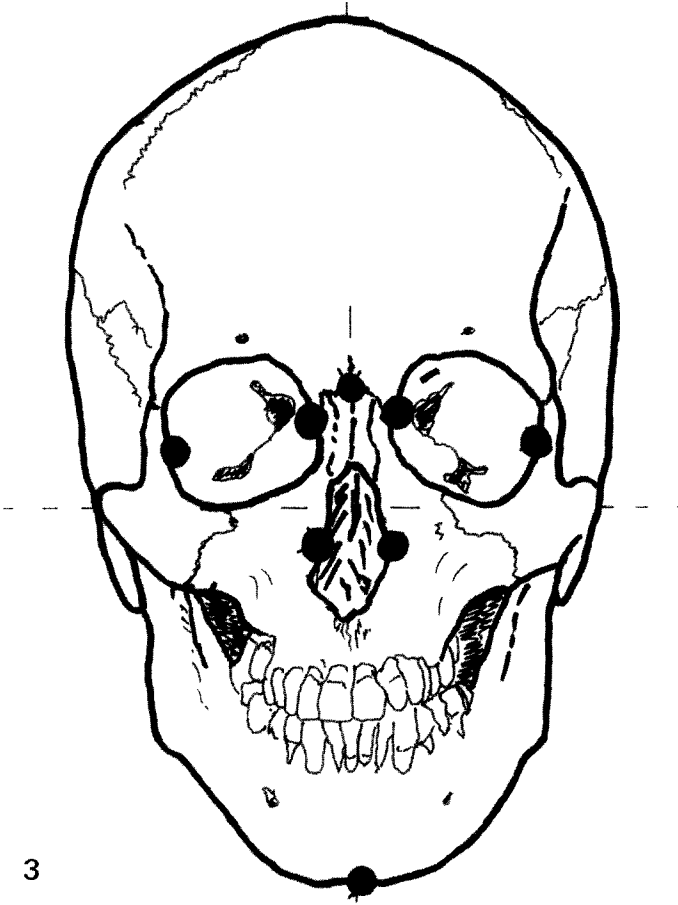


Abb. 3. Frontalansicht eines Schädels mit den acht ausgewählten Punkten

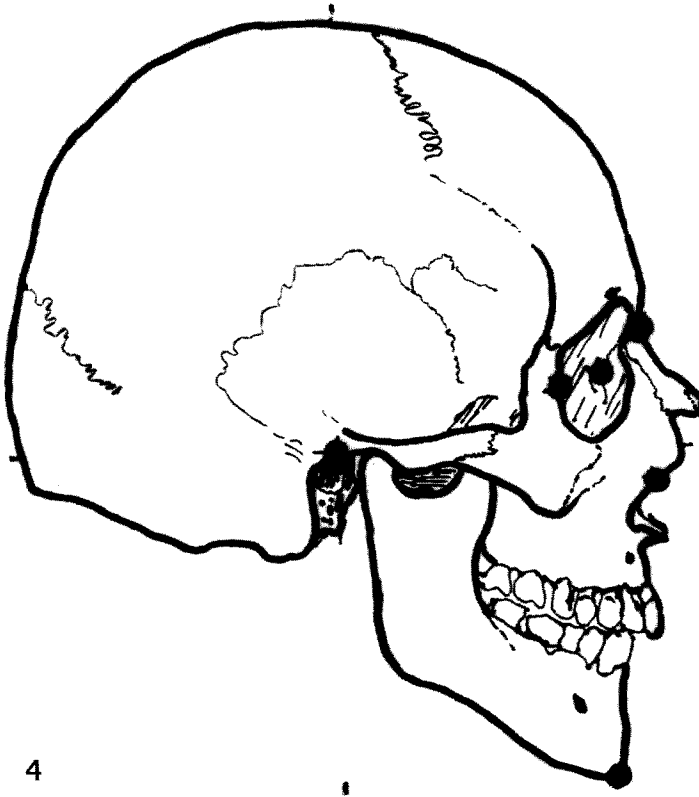
durch Ungenauigkeiten bei der Zuordnung der Weichteiltopographie zu den entsprechenden morphologischen Einzelheiten des Schädels oder durch echte Toleranzen der Funktion der bildgebenden Instrumente. Um diese unvermeidlichen Abweichungen in die statistischen Untersuchungen einführen zu können, wurden sie zusammengefaßt als Meßfehlertoleranz unter der Bezeichnung „Delta“ berücksichtigt.

Eine Wiederholung der statistischen Untersuchungen der Meßwerte der Schädel mit einem „Delta“ von  $\pm 2,0$  mm führte zu Individualitätswerten zwischen 60000 und 1,5 Mrd. für die Schädel unserer Stichprobe.

Tabelle 1 zeigt die Individualitätswerte für einige Schädel aus unserer Kollektion mit „Delta“-Werten zwischen 0,5 bis 2,0 mm.

In der Praxis der Schädelidentifizierung mit der Video-Superimpositionstechnik liefert die Videokamera nur ein zweidimensionales Bild des Schädels. Dieselbe Bedingung gilt auch für das Vergleichsfoto.

Deshalb wurden die statistischen Berechnungen mit Hilfe der Raum-Koordinaten der acht ausgewählten Punkte wiederholt, wobei allerdings jeweils ein



**Abb. 4.** Lateralansicht mit den ausgewählten acht Punkten

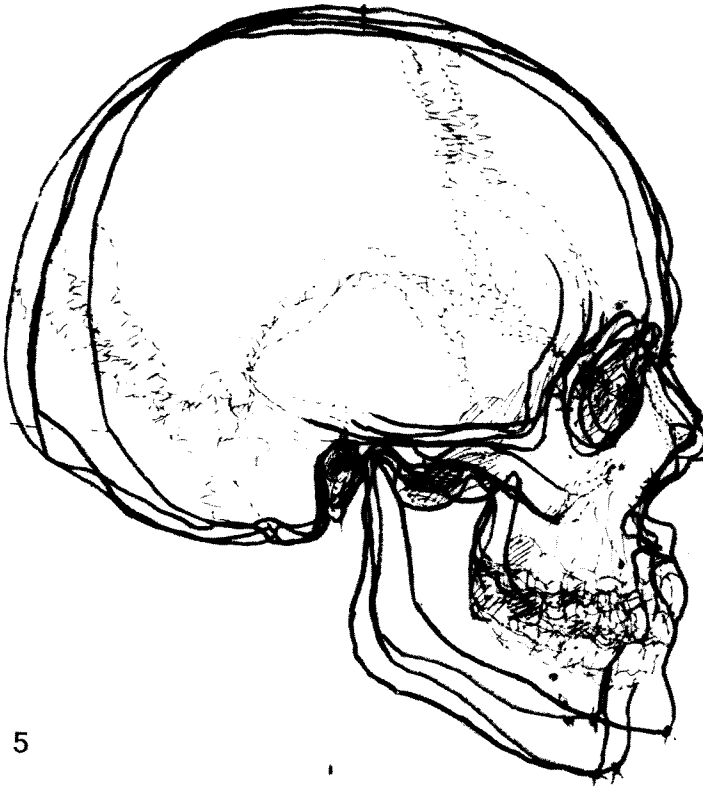
bestimmter Koordinaten-Meßwert jedes Punktes unberücksichtigt blieb. Auf diese Weise konnte eine Frontal- und eine Lateralansicht der untersuchten Schädel hinsichtlich der Meßwerte imitiert werden.

Die Berechnungsergebnisse für die Individualität einiger Schädel unseres Kollektivs in der Lateral- und Frontalansicht bei verschiedenen „Delta“-Werten von 0,5 mm bis 2,0 mm zeigen die Tabellen 2 und 3. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Mit zunehmender Toleranz „Delta“ nimmt der Individualitätswert schnell ab.
2. Der Individualitätswert von Schädeln erfährt starke Einbußen, wenn nur zweidimensionale Punkt-Koordinaten in die Rechnung einbezogen werden entsprechend der Auswertung entweder nur einer Lateral- oder nur einer Frontalansicht eines Schädels.
3. Eine Frontalansicht eines Schädels besitzt einen geringeren Individualitätswert als eine laterale Ansicht.

Daraus sind die folgenden Schlüsse zu ziehen:

1. die bereits durch wenige Oberflächenpunkte quantifizierbare Individualität eines Schädels ist in einem Maße ausgeprägt, daß sie einem Fingerabdruck



**Abb. 5.** Vier Schädel im Umriß in der Frankfurter Horizontale orthogonal übereinander kopiert

gleichkommt. Dabei wird vorausgesetzt, daß eine Toleranz „Delta“ von kleiner/gleich einem Millimeter eingehalten wird.

2. Es werden erheblich höhere Individualitätswerte eines Schädels erhalten, wenn in die Untersuchungen die Daten einer Lateral- und zusätzlich einer Frontalansicht des Schädels einbezogen werden können, da in diesem Falle Bedingungen gegeben sind, die der Berücksichtigung dreidimensionaler Punkt-Koordinaten entsprechen.

Daraus folgt für die Praxis der Identifizierung von Schädeln durch die Video-Superimpositionstechnik, daß der Identitätsbeweis allein aufgrund der Untersuchung eines Schädels erreicht werden kann. Wesentliche Bedingung dafür ist jedoch, daß alle Maße und Proportionen des Schädels mit größter Genauigkeit berücksichtigt werden. Daran knüpft sich notwendigerweise eine zweite wesentliche Bedingung, daß einerseits die Weichteilschichtdicke auf dem Schädel und andererseits die Weichteiltopographie, die das Vergleichsfoto zeigt, bezogen auf die erwähnten Punkte der Schädeloberfläche, außerordentlich genau bekannt sein und Berücksichtigung finden müssen.

Es ist darauf hinzuweisen, daß sich das Endergebnis der Untersuchung eines unbekanntem Schädels zur Identifizierung durch Bildvergleich mit der Video-

**Table 1.** 'Individuality-values' of skulls according to 3-dimensional calculation of the coordinates of 8 selected points (skull no. 18/20/23/6/47/22) ( $n = 52$  / variance explained 100%)

Skull no.	Individuality			
	Delta 0.5	Delta 1.0	Delta 1.5	Delta 2.0
6	$5.9 \times 10^{15}$	$4.3 \times 10^{10}$	$1.1 \times 10^8$	$3.0 \times 10^6$
18	$2.8 \times 10^{16}$	$1.3 \times 10^{11}$	$2.0 \times 10^8$	$3.2 \times 10^6$
20	$5.4 \times 10^{15}$	$3.8 \times 10^{10}$	$9.8 \times 10^7$	$2.4 \times 10^6$
23	$2.0 \times 10^{15}$	$1.7 \times 10^{10}$	$4.4 \times 10^7$	$1.1 \times 10^6$
Maximal 47	$7.4 \times 10^{19}$	$1.7 \times 10^{14}$	$1.4 \times 10^{11}$	$1.5 \times 10^9$
Minimal 22	$6.3 \times 10^{14}$	$1.7 \times 10^9$	$2.7 \times 10^6$	60000

Delta in millimeters

**Table 2.** 'Individuality-values' of skulls according to 2-dimensional calculations of the coordinates of 5 selected points. Lateral view (skull no. 6/18/20/23/47/22) ( $n = 52$  / variance explained 100%)

Skull no.	Individuality			
	Delta 0.5	Delta 1.0	Delta 1.5	Delta 2.0
6	$8.2 \times 10^{11}$	$9.2 \times 10^8$	$2.1 \times 10^7$	$1.6 \times 10^6$
18	$2.9 \times 10^{11}$	$2.8 \times 10^8$	$5.1 \times 10^6$	320000
20	$3.2 \times 10^{11}$	$3.3 \times 10^8$	$6.2 \times 10^6$	400000
23	$7.9 \times 10^{10}$	$8.5 \times 10^7$	$1.7 \times 10^6$	120000
Maximal 47	$4.8 \times 10^{14}$	$3.5 \times 10^{11}$	$4.4 \times 10^9$	$1.8 \times 10^8$
Minimal 22	$8.6 \times 10^9$	$9.9 \times 10^6$	230000	19000

Delta in millimeters

**Table 3.** 'Individuality-values' of skulls according to 2-dimensional calculations of the coordinates of 8 selected points. Frontal view (skull no. 6/18/20/23/4/16) ( $n = 52$  / variance explained 98.3%)

Skull no.	Individuality			
	Delta 0.5	Delta 1.0	Delta 1.5	Delta 2.0
6	$1.3 \times 10^{10}$	$1.5 \times 10^7$	800000	37000
18	$1.3 \times 10^{10}$	$1.5 \times 10^7$	940000	36500
20	$4.6 \times 10^{10}$	$4.3 \times 10^7$	920000	43000
23	$1.6 \times 10^{10}$	$1.6 \times 10^7$	375000	22000
Maximal 4	$4.1 \times 10^{11}$	$4.3 \times 10^8$	$1.6 \times 10^7$	625000
Minimal 16	$3.2 \times 10^8$	420000	13800	1200

Delta in millimeters



Superimpositionstechnik nicht nur auf die genannten Oberflächenpunkte des Schädels stützt, sondern die Gesamtheit aller Befunde einbezogen wird (Grüner und Helmer 1977).

### **Literatur**

Helmer R (1984) Schädelidentifizierung durch elektronische Bildmischung. Kriminalistik Verlag Heidelberg

Helmer R (1987) Identification of the cadaver remains of Josef Mengele. J Forens Sci JFSCA, 32, 6: 1622–1644

Helmer R, Schimmler JB, Rieger J (1989) On the conclusiveness of skull identification via the video superimposition technique. Can Soc Forens Sci J (im Druck)

Grüner O, Helmer R (1977) Zum Beweiswert der Schädelidentifizierung. In: Festschrift Walter Krauland zum 65. Geburtstag. Hrsg. V. Schneider S. 217–225, Berlin

Eingegangen am 30. Januar 1989