

Zur Anwendbarkeit des Pars petrosa zur Geschlechtsbestimmung

Marco Häckel, Harald Uerlings und Horst Bruchhaus

Einleitung

Neben der morphognostischen Untersuchung von Skelettmaterial kommt zur Geschlechtsbestimmung auch der metrischen Bewertung große Bedeutung zu (WAHL 1996; VAN VARK et al. 1996). Viele in der Literatur angegebenen Verfahren beziehen sich jedoch auf vollständige oder auf grobstückig gebrochene Knochen. Prähistorische Skelettfunde und insbesondere Leichenbrand liegen aber zumeist in sehr stark fragmentiertem Zustand vor. Umso wichtiger sind dabei diejenigen Maße, die sich auch an kleinen Stücken beurteilen lassen. Neben Schädelwanddicke und Kompaktastärke an den Langknochen (u. a. WAHL 1996) ist in den letzten 20 Jahren das Pars petrosa ossis temporalis verstärkt ins Licht der anthropologischen Forschung gerückt. Der Grund hierfür liegt in der verhältnismäßig häufigen Erhaltung und in dem Umstand, dass am Pars petrosa eine Vielzahl an Knochenmarken vorliegt. Daher können an einem kleinen Skelettabschnitt im Verhältnis gesehen viele Maße genommen werden.

Bereits 1980 wurden von J. WAHL (WAHL 1980; 1981; 1982a; 1982b) der diagnostische Wert des Felsenbeins festgestellt und Diskriminanzfunktionen erstellt, die eine Geschlechtszuordnung ermöglichen sollen. Dabei wurde auf eine Stichprobe aus prähistorischem Material zurückgegriffen, die aus dem Zeitraum Bronzezeit bis Mittelalter stammt. Im Jahre 1983 stellte H. SCHUTKOWSKI seine, an rezentem Material aus der Gerichtsmedizin erstellte Methode der Geschlechtsbestimmung am Pars petrosa vor (SCHUTKOWSKI 1983). Eine neuere Arbeit zum Felsenbein liegt von WAHL & GRAW (2001) vor. Die zugrunde liegende Stichprobe stammt aus gerichtsmedizinischem Material. In dieser Untersuchung wurde erstmals versucht, Rechts-Links-Unterschiede sowie altersspezifische Veränderungen zu berücksichtigen. In der Praxis kommen bei der anthropologischen Auswertung historischen bzw. prähistorischen Skelettmaterials die Methoden von WAHL (1981) und SCHUTKOWSKI (1983) zur Anwendung. Dabei werden oftmals, aufgrund des zumeist kleinen Stichprobenumfangs, die Trennwerte der Originalarbeiten verwendet.

Bei den anthropologischen Untersuchungen am Gräberfeld von Liebersee am Institut für Humangenetik und Anthropologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena wurde aufgrund des fragmentierten Zustands des Skelettmaterials auch das Felsenbein zur Geschlechtsbestimmung herangezogen. Es wurden die publizierten Trennwerte als Basis der Geschlechtszuordnung genutzt. Dabei zeigten sich deutliche Unterschiede zwi-

schen der morphognostischen Geschlechtszugehörigkeit und den metrischen Bestimmungen am Pars petrosa. Aus diesem Grunde wurde beschlossen, die benutzten Methoden an alters- und geschlechtsbekanntem Material zu überprüfen. Dabei waren für uns insbesondere folgende Fragestellungen von Bedeutung:

- Inwieweit stimmen die Geschlechtsbestimmungen mit dem tatsächlichen Geschlecht überein?
- Mit welcher der 13 untersuchten Diskriminanzfunktionen erreicht man die genaueste Bestimmung?
- Welche Maße eignen sich besonders zur Geschlechtstrennung am Felsenbein?

Material und Methode

Datenbasis

Zur Klärung der eben genannten Fragestellungen wurden insgesamt 115 rezente Felsenbeine vermessen. Sie stammen von 59 Individuen im Alter zwischen 10 und 93 Jahren aus dem mitteldeutschen Raum, wobei die Mehrheit der Pars petrosae von Individuen zwischen 16 und 70 Jahren entnommen wurden. Für unsere Untersuchung standen mehr männliche (76 = 66,1%) als weibliche (39 = 33,9%) Felsenbeine zur Verfügung. Die Rechts-Links-Verteilung stellt sich mit 59 rechten (= 51,3%) und 56 linken (= 48,7%) Pars petrosae ausgewogen dar. Dabei liegen, wie aus den Basisdaten bereits erkennbar ist, die Felsenbeine zumeist paarig vor. Dadurch können auch eventuelle seitenspezifische Tendenzen erfasst werden.

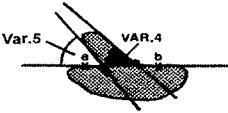
Messpunkte und Messstrecken

Für Diskriminanzfunktionen der benutzten drei Methoden zur metrischen Geschlechtsbestimmung am Pars petrosa sind für unverbrannte Knochen 13 Maße erforderlich (s. Tab. 1). Die Bezeichnungen dieser Maße entsprechen den Nomenklaturen in den Originalarbeiten. Lediglich im Falle der Arbeit von WAHL & GRAW (2001) wurden sie zur Vereinfachung in Maß 1 bis Maß 6 umbenannt (M1 = 2b > 4b; M2 = 3 > 4b; M3 = 7 > 6; M4 = 7 > 4b; M5 = 8 > 9a; M6 = 7 > 5).

Man unterscheidet drei Typen von Messstrecken:

- Längenmaße zur Beschreibung der medial-lateralen Ausdehnung des Pars petrosa (SCHUTKOWSKI 1983: LM2, LM5, LM6, LM6; WAHL & GRAW 2001: M1, M2).
- Höhenmaße zur Beschreibung der caudal-cranialen Ausdehnung des Pars petrosa (WAHL 1981: V1, V2;

Tab. 1: Definition der für die untersuchten Methoden nötigen Messstrecken entsprechend der zugrunde liegenden Publikationen und deren Messbarkeit bezüglich unserer Stichprobe. Obere Zeile jeweils *n*, untere Zeile Prozent.

Maß	Definition	meßbare Pars petrosae				Σ
		re	li	M	W	
V1=HM2=M3	Kürzeste Entfernung zwischen MP 1 und MP 2	55	54	71	38	109
		93,2	96,4	93,4	97,4	94,8
V2=HM1=M4	Kürzeste Entfernung zwischen MP 1 und MP 3	56	54	71	39	110
		94,9	96,4	93,4	100,0	95,7
V3=M5	Kürzeste Entfernung zwischen MP 1 und MP 4	53	50	65	38	103
		89,8	89,3	85,5	97,4	89,6
V4		54	54	71	37	108
		91,5	96,4	93,4	94,9	93,9
V5		54	54	71	37	108
		91,5	96,4	93,4	94,9	93,9
LM2	Kürzeste Entfernung zwischen MP 5 und MP 6	41	43	54	30	84
		69,5	76,8	71,1	76,9	73,0
LM5	Entfernung zwischen MP 8 und MP 9	46	46	63	29	92
		78,0	82,1	82,9	74,4	80,0
LM6=M2	Kürzeste Entfernung zwischen MP 3 und MP 7	58	54	74	38	112
		98,3	96,4	97,4	97,4	97,4
BM1	Kürzeste Entfernung zwischen MP 1 und MP 10	25	26	27	24	51
		42,4	46,4	35,5	61,5	44,3
BM2	Kürzeste Entfernung zwischen MP 1 und MP 6	54	52	69	37	106
		91,5	92,9	90,8	94,9	92,2
BM3	Kürzeste Entfernung zwischen MP 6 und MP 7	56	52	72	36	108
		94,9	92,9	94,7	92,3	93,9
M1	Entfernung zwischen MP 3 und MP 9	55	55	75	35	110
		93,2	98,2	98,7	89,7	95,7
M6	Kürzeste Entfernung zwischen MP 1 und MP 11	43	44	59	28	87
		72,9	78,6	77,6	71,8	75,7

SCHUTKOWSKI 1983: HM1; HM2; WAHL & GRAW 2001: M3, M4).

– Breitenmaße zur Beschreibung der ventral-dorsalen Ausdehnung des Pars petrosa (WAHL 1981: V3, SCHUTKOWSKI 1983: BM1, BM2, BM3; WAHL & GRAW 2001: M5).

Hinzu kommt das Maß M6 (WAHL & GRAW 2001), das sowohl Länge als auch Höhe des Felsenbeins beschreibt. Neben diesen direkten Messstrecken werden, stellvertretend für die Längenmaße, zwei Winkel zwischen der Facies posterior und des Porus acusticus internus gemessen (V4 und V5 nach WAHL 1981; zur Erfassung der Maße vgl. WAHL 1982b, 98ff. sowie Abb. 5–7). Um diese Messstrecken zu erfassen, benötigt man elf Messpunkte. Sie wurden in der Literatur wie folgt definiert (s. dazu auch Abb. 1):

MP1: Innerster Punkt der Apertura externa canaliculi cochleae bzw. die Kante der Facies posterior an der Apertura externa canaliculi cochleae zur Erfassung von Breitenmaßen (benötigt für: V1, V2, V3, HM1, HM2, BM1, BM2, M3, M4, M5, M6; WAHL & GRAW 2001: MP7 bzw. MP9a).

MP2: Margo superior partis petrosae (Facieskante) über dem Porus acusticus internus (benötigt für: V1, HM2, M3; WAHL & GRAW 2001: MP6).

MP3: Der am weitesten lateral gelegene Punkt der lateralen Kante des Porus acusticus internus (benötigt für: V2, LM6; HM2, M1, M2, M4; WAHL & GRAW 2001: MP4b).

MP4: Obere Kante des Canalis caroticus (benötigt für: V3, M5; WAHL & GRAW 2001: MP8).

MP5: Laterale Kante der Impressio trigemini (benötigt für: LM2).

MP6: Mündung des Hiatus canalis facialis (benötigt für: LM2, BM2, BM3; WAHL & GRAW 2001: MP10).

MP7: Apertura externa canaliculi vestibuli (benötigt für: LM6, BM3, M2; WAHL & GRAW 2001: MP3).

MP8: Mediale Spitze der Exostosis supra meatum (benötigt für: LM5; WAHL & GRAW 2001: MP1).

MP9: Größtes Foramen im Bereich der Fossa subarcuata (laterale Kante der Fossa subarcuata, vgl. Text; benötigt für: LM5, M1; WAHL & GRAW 2001: MP2b).

MP10: Untere Kante des Canalis caroticus (benötigt für: BM1).

MP11: Höchster Punkt der Facies anterior (Eminentia arcuata; benötigt für: M6; WAHL & GRAW 2001: MP5).

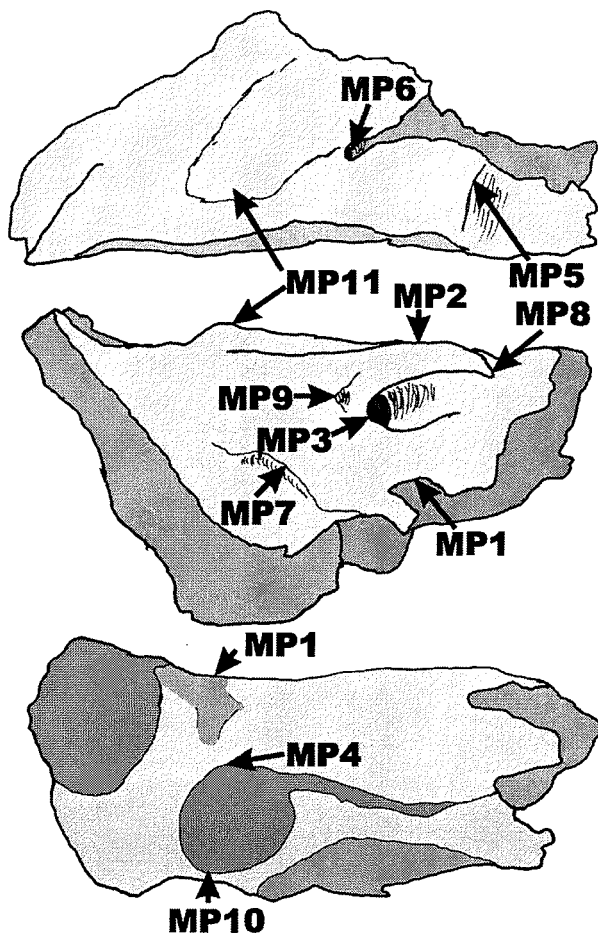


Abb. 1: Messpunkte am Pars petrosa zur Erfassung der Maße für die untersuchten Methoden (vgl. Tab. 1).

Die Messpunkte am Pars petrosa sind somit zwar klar definiert, aber sie sind nicht an jedem Felsenbein eindeutig festzulegen. So ist beispielsweise der höchste Punkt der Eminentia arcuata (MP11) nicht immer punktuell fassbar gewesen. Auch geht aus der Literatur nicht klar hervor, ob an der lateralen Kante der Impressio trigemini (MP6), die in vielen Fällen verrundet ist, der Ansatzpunkt in der Fossa trigemini oder der Übergang in die Facies superior gemessen wird. Ein besonderer Problemfall ist der MP9. In der Publikation von SCHUTKOWSKI (1983) wird er als »laterale Kante der Fossa subarcuata« definiert. Das würde bedeuten, dass er nur wenig oberhalb des MP3 zu suchen wäre. Allerdings zeigt die zugehörige Abbildung, dass es sich um eine Vertiefung im medialen Bereich der Fossa handelt, was der Beschreibung des MP2b nach WAHL & GRAW (2001) entsprechen würde, wo diese Messpunkte auch als identisch angesehen werden. Dementsprechend erfolgten die Messungen des LM5 nach der Definition »largest foramen in the area of the fossa subarcuata« (WAHL & GRAW 2001, 217).

Problematisch gestaltete sich die Erfassung der einzelnen Maße an dem hier untersuchten Material z.T. durch Ausprägungsgrad und Erhaltungszustand. So geht z.B.

die Spitze der Exostosis supra meatum (MP8) mehrfach fließend in die Facies posterior über. Der Hiatus canalis facialis (MP5) und die Apertura externa canaliculi cochleae (MP1) werden von einem flachen Knochenplättchen bedeckt, das leicht aussplittern kann. In mehreren Fällen war nicht mehr eindeutig zu entscheiden, ob es sich um die originalen Öffnungen handelte oder um Aussplitterungen. Im Zweifelsfall mussten die zugehörigen Messstrecken ausgelassen werden. Besonders schlecht erwies sich jedoch die Erhaltung des MP10, der an mehr als 50% der Pars petrosae nicht messbar war. Ähnliche Probleme sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auch an historischem und prähistorischem Material zu erwarten.

Ergebnisse und Diskussion

Multivariate Auswertung der Messdaten

Entsprechend der Literatur wurden 13 Diskriminanzfunktionen in die Untersuchung einbezogen. Die Berechnung der Diskriminanzwerte erfolgte nach folgenden Formeln.

WAHL (1981):

$$DF1 = (8,5686 \times V1') + (4,8618 \times V2') - (1,7151 \times V3')$$

$$DF2 = (4,9928 \times V1') + (5,0085 \times V2') - (0,8124 \times V3') - (5,7850 \times V5) - (3,9826 \times V6)$$

Die Variablen 1, 2 und 3 sind für die Berechnung der Diskriminanzwerte zuvor mit 10 zu multiplizieren ($V1'$, $V2'$, $V3'$).

SCHUTKOWSKI (1983):

$$DF1 = (0,25274 \times LM2) + (0,14320 \times LM5) - (0,17627 \times LM6) + (0,58435 \times HM1) + (0,33077 \times HM2) + (0,34230 \times BM1) - (0,49327 \times BM2) - 9,61037$$

$$DF2 = (0,14594 \times LM5) + (0,73064 \times HM1) + (0,20329 \times HM2) + (0,42790 \times BM1) - (0,39867 \times BM2) - (0,19460 \times BM3) - 7,59385$$

$$DF3 = (0,23639 \times LM2) + (0,71015 \times HM1) - 7,60248$$

Aus Gründen der Vereinheitlichung wurden die Diskriminanzfunktionen DF3 in DF2 und DF6 in DF3 umbenannt.

WAHL & GRAW (2001):

$$DF1r = (0,4077059 \times M1) - (0,2852090 \times M2) + (0,4392061 \times M3) - 4,9797823$$

$$DF1l = (0,2762061 \times M1) - (0,3408813 \times M2) + (0,4476418 \times M3) - 3,6666203$$

$$DF2r = (0,3753353 \times M3) - (0,2445353 \times M2) + (0,4199971 \times M4) - 5,4908212$$

$$DF2l = (0,3155736 \times M3) - (0,3216359 \times M2) + (0,5430454 \times M4) - 4,2812041$$

$$DF3r = (2,5035955 \times (M5/M4)) - (0,2240305 \times M1) - (0,2618918 \times M3) + 1,2885634$$

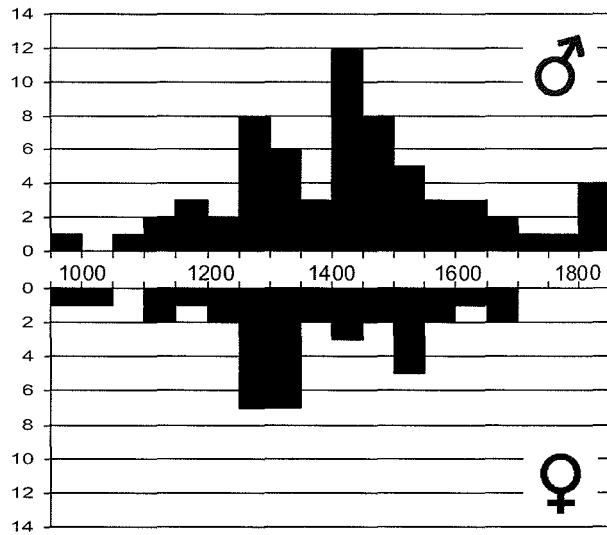
Tab. 2: Trenn- und Mittelwerte der untersuchten Diskriminanzfunktionen.

Funktion	Mittelwert Frauen	Trennwert	Mittelwert Männer
Wahl 1981			
DF 1	1128,71	1220,20	1311,73
DF 2	281,37	393,60	505,30
Schutzowski 1983			
DF 1	-0,66391	0	0,66391
DF 2	-0,54903	0	0,54903
DF 3	-0,45406	0	0,45406
Wahl/Graw 2001			
DF 1r	-0,339160	0,041810	0,255554
DF 1l	-0,482000	-0,053555	0,374890
DF 2r	-0,341500	-0,076530	0,261970
DF 2l	-0,516270	-0,059005	0,398260
DF 3r	0,437090	0,053075	-0,330940
DF 3l	-0,356760	-0,040770	0,275220
DF a1	> 0,104425	0,104425	< 0,104425
DF a2	> 0,053180	0,053180	< 0,053180

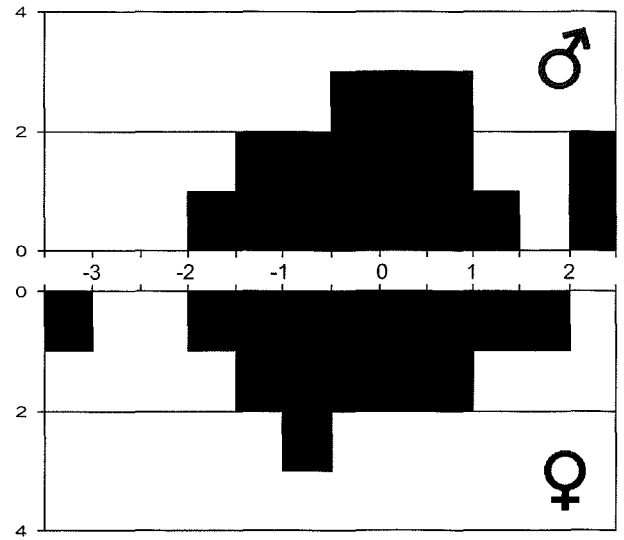
Tab. 3: Ergebnisse der Geschlechtsbestimmungen mittels der Diskriminanzfunktionen von Wahl (1981), Schutzowski (1983) sowie Wahl & Graw (2001).

Funktion	bestimmte Pars petrosae		davon korrekt klassifiziert				davon fehlklassifiziert				
			n	%	1(%)	2(%)	n	%	1(%)	2(%)	
Wahl 1981	DF 1	M	65	57	87,7	61,2	51,7	8	12,3	38,8	48,3
		W	38	6	15,8			32	84,2		
Wahl 1981	DF 2	M	65	58	89,2	66,7	58,1	7	10,8	33,3	41,9
		W	37	10	27,0			27	73,0		
Schutzowski 1983	DF 1	M	17	9	52,9	56,3	56,5	8	47,1	43,8	43,5
		W	15	9	60,0			6	40,0		
Schutzowski 1983	DF 2	M	18	9	50,0	55,6	55,6	9	50,0	44,4	44,4
		W	18	11	61,1			7	38,9		
Schutzowski 1983	DF 3	M	53	27	50,9	53,7	54,8	26	49,1	46,3	45,2
		W	29	17	58,6			12	41,4		
Wahl/Graw 2001	DF 1 rechts	M	34	26	76,5	58,8	50,0	8	23,5	41,2	50,0
		W	17	4	23,5			13	76,5		
	DF 1 links	M	33	28	84,8	61,2	48,7	5	15,2	38,8	51,3
		W	16	2	12,5			14	87,5		
	DF 2 rechts	M	35	23	65,7	61,1	59,2	12	34,3	38,9	40,8
		W	19	10	52,6			9	47,4		
	DF 2 links	M	33	25	75,8	56,0	46,7	8	24,2	44,0	53,3
		W	17	3	17,6			14	82,4		
	DF 3 rechts	M	33	19	57,6	58,0	58,2	14	42,4	42,0	41,8
		W	17	10	58,8			7	41,2		
	DF 3 links	M	31	23	74,2	55,1	48,2	8	25,8	44,9	51,8
		W	18	4	22,2			14	77,8		
	DF (<50)	M	17	13	76,5	59,3	53,2	4	23,5	40,7	46,8
		W	10	3	30,0			7	70,0		
DF (>50)	M	27	27	100,0	65,9	50,0	0	0,0	34,1	50,0	
	W	14	0	0,0			14	100,0			

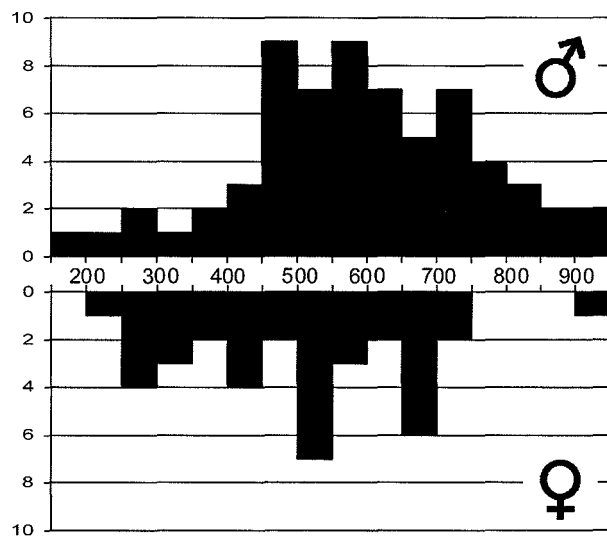
Diskriminanzfunktion 1



Diskriminanzfunktion 1



Diskriminanzfunktion 2



Diskriminanzfunktion 2

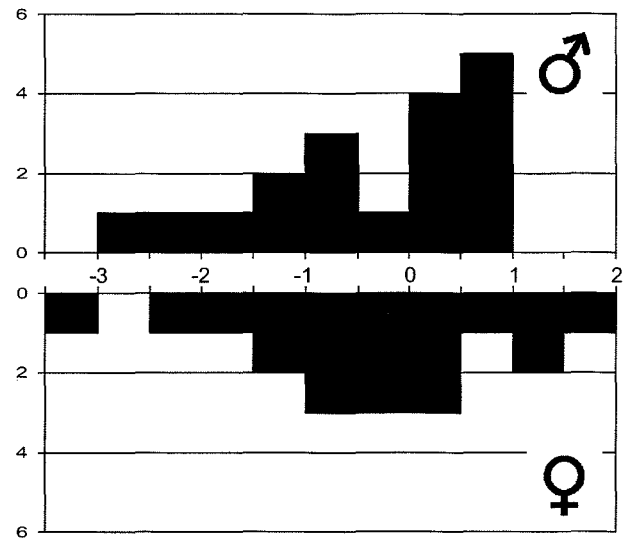


Abb. 2: Häufigkeitsverteilungen der Diskriminanzwerte für die Diskriminanzfunktionen 1 und 2 nach WAHL (1981).

$$DF_{31} = (0,2261543 \times M1) + (0,4069368 \times M3) - (1,2698041 \times (M5/M4)) - 4,7895543$$

$$DF_{JI} = (2,1205574 \times (M5/M4)) - (0,5256202 \times M1) - 0,4466887$$

$$DF_{AI} = (0,4109333 \times M2) - (0,5063140 \times M6) + 2,1826772$$

Die Beurteilung des Felsenbeins entsprechend der Methode von WAHL (1982b) ist nach Angaben in der Literatur für beide Seiten des Pars petrosa anwendbar. SCHUTKOWSKI hat hingegen für die Erarbeitung der Diskriminanzfunktionen lediglich rechte Pars petrosae verwendet (SCHUTKOWSKI 1983). Darauf wurde jedoch nicht in allen Publikationen, z.B. HERRMANN et al. (1990), hingewiesen. Daher muss davon ausgegangen werden, dass diese Methode allgemein in der prakti-

Diskriminanzfunktion 3

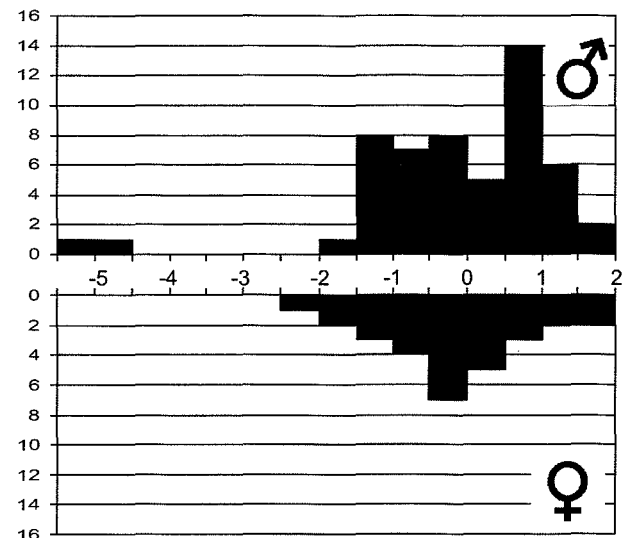


Abb. 3: Häufigkeitsverteilungen der Diskriminanzwerte für die Diskriminanzfunktionen 1, 2 und 3 nach SCHUTKOWSKI (1983).

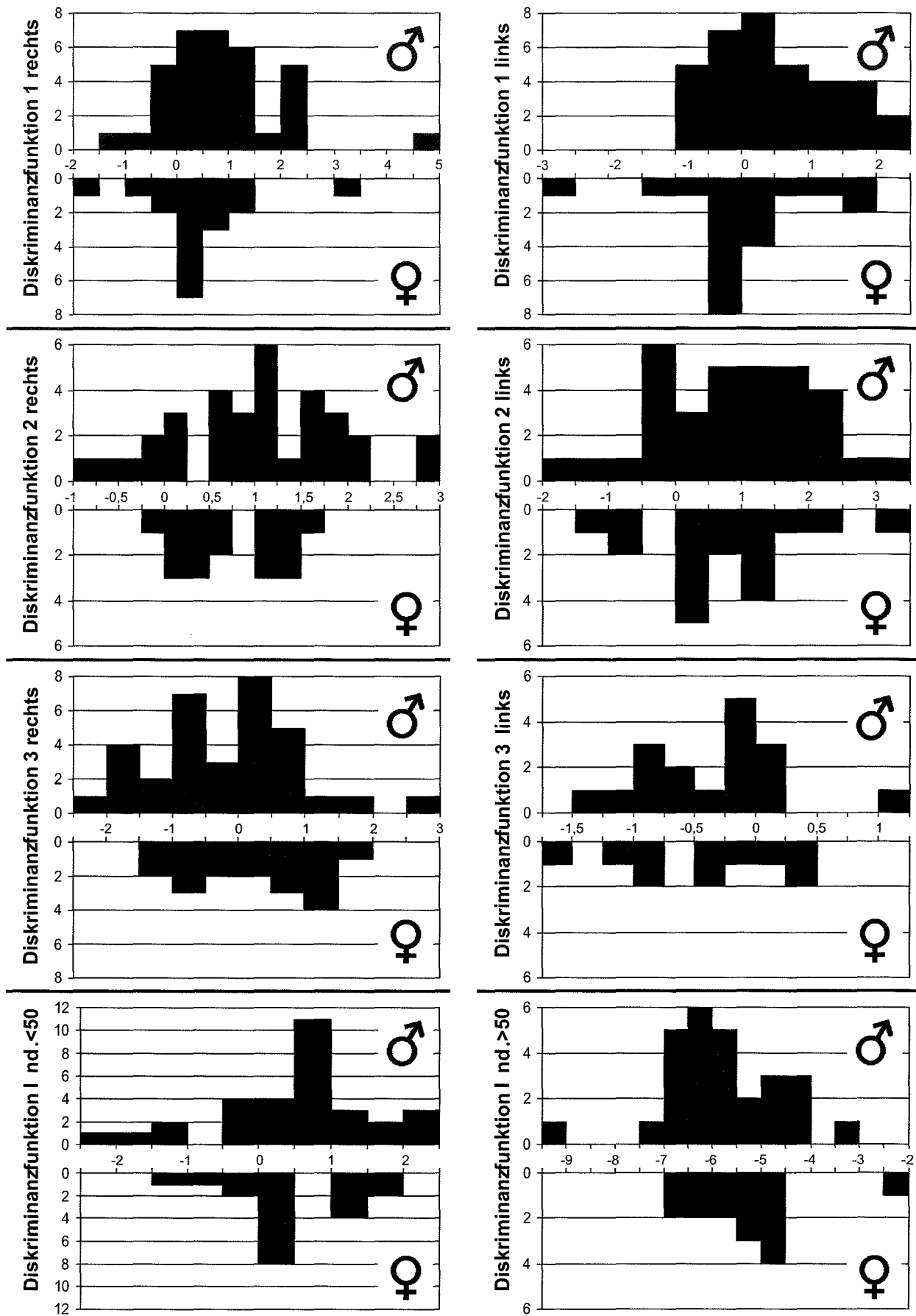


Abb. 4: Häufigkeitsverteilungen der Diskriminanzwerte für die Diskriminanzfunktionen 1, 2 und 3 (je für rechte und linke Pars petrosae) sowie der altersbezogenen Diskriminanzfunktionen nach WAHL & GRAW (2001).

Tab. 4: Ergebnisse der univariaten und divariaten Bewertung der einzelnen Messwerte nach Wahl (1981).

Meßstrecke			bestimmte Pars petrosae		davon korrekt klassifiziert				davon fehlklassifiziert			
			n	%	1(%)	2(%)	n	%	1(%)	2(%)		
Univariate Bewertung	Var. 1	M	71	66	93,0	63,3	50,4	5	7,0	36,7	49,6	
		W	38	3	7,9							
	Var. 2	M	71	40	56,3	47,3	43,6	31	43,7	52,7	56,4	
		W	39	12	30,8							
	Var. 4	M	71	38	53,5	43,5	38,9	33	46,5	56,5	61,1	
		W	37	9	24,3							
	Var. 5	M	71	54	76,1	57,4	48,8	17	23,9	42,6	51,2	
		W	37	8	21,6							
	Divariante Bewertung	Var. 1 und 2	M	71	55	77,5	53,2	42,7	16	22,5	46,8	57,3
			W	38	3	7,9						
Var. 1 und 3		M	64	50	78,1	52,0	43,0	14	21,9	48,0	57,0	
		W	38	3	7,9							
Var. 1 und 4		M	71	51	71,8	50,9	41,3	20	28,2	49,1	58,7	
		W	37	4	10,8							
Var. 1 und 5		M	71	50	70,4	50,0	40,6	21	29,6	50,0	59,4	
		W	37	4	10,8							
Var. 2 und 3		M	64	23	35,9	29,4	27,2	41	64,1	70,6	72,8	
		W	38	7	18,4							
Var. 2 und 4		M	71	34	47,9	39,8	36,1	37	52,1	60,2	63,9	
		W	37	9	24,3							
Var. 2 und 5		M	71	38	53,5	41,7	36,2	33	46,5	58,3	63,8	
		W	37	7	18,9							
Var. 3 und 4		M	64	22	34,4	24,8	21,2	42	65,6	75,2	78,8	
		W	37	3	8,1							
Var. 3 und 5		M	64	34	53,1	39,6	34,7	30	46,9	60,4	65,3	
		W	37	6	16,2							
Var. 4 und 5	M	71	38	53,5	38,9	32,2	33	46,5	61,1	67,8		
	W	37	4	10,8								
BHI	M	64	30	46,9	45,1	44,5	34	53,1	54,9	55,5		
	W	38	16	42,1								

schen Umsetzung für Felsenbeine beider Seiten Anwendung findet. Sie wird demzufolge auch in dieser Untersuchung für beide Seiten bezüglich ihrer Aussagekraft bewertet.

Eine Unterteilung in rechte und linke Pars petrosae wurde erstmals in der Neubearbeitung durch WAHL & GRAW (2001) vorgenommen. Auch wurden hier erstmals altersbedingte Veränderungen des Felsenbeins berücksichtigt. So wurden zwei altersspezifische Diskriminanzfunktionen erstellt: Für Individuen mit einem erreichten Individualalter von bis zu 50 Jahren kommt dabei die Funktion DF JI zum Tragen, während für ältere Individuen die Funktion DF AI angewendet wird.

In einem ersten Schritt wurden die so ermittelten Diskriminanzwerte entsprechend der in der Literatur verwendeten Trenn- und Mittelwerte (vgl. Tab. 2) klassifiziert. Tendenziell und verhältnismäßig sicher klassifizierte Felsenbeine wurden in eine Gruppe zusammengefasst. Im Vergleich mit dem tatsächlichen Geschlecht ergaben sich für die einzelnen Funktionen und je nach Geschlecht die zwei Fraktionen »korrekt klassifiziert« und »fehlklassifiziert«.

Alle untersuchten Funktionen weisen einen Anteil korrekt klassifizierter Pars petrosae von weniger als 70% auf (vgl. Tab. 3, $\Sigma 1$). Betrachtet man sich die Ergebnisse der einzelnen Geschlechter, so wird deutlich, dass, abgesehen von den Diskriminanzfunktionen nach SCHUTKOWSKI (1983) sowie den Diskriminanzfunktionen 2 und 3 nach WAHL & GRAW (2001) für rechte Pars petrosae, ein hoher Prozentsatz korrekt klassifizierter Männer einem nur geringen Anteil korrekt klassifizierter Frauen gegenüber stand. Das bedeutet wiederum, dass der eingangs erwähnte geringe Anteil weiblicher Felsenbeine dieses Gesamtergebnis ($\Sigma 1$) verfälscht, was insbesondere an den Ergebnissen der altersbezogenen DF AI nach WAHL & GRAW (2001) deutlich wird. Geht man nun von einem für die Population der untersuchten Stichprobe repräsentativen Anteil korrekt klassifizierter Felsenbeine aus und rechnet auf eine gleiche Verteilung der Geschlechter hoch (Mittelwert der Prozentzahlen für die einzelnen Geschlechter, $\Sigma 2$), so wird der Anteil der korrekt klassifizierten Pars petrosae noch geringer; maximal werden in der Diskriminanzfunktion 2 für rechte Pars petrosae nach WAHL & GRAW (2001) 59,2% der Felsenbeine dem richtigen Geschlecht zuge-

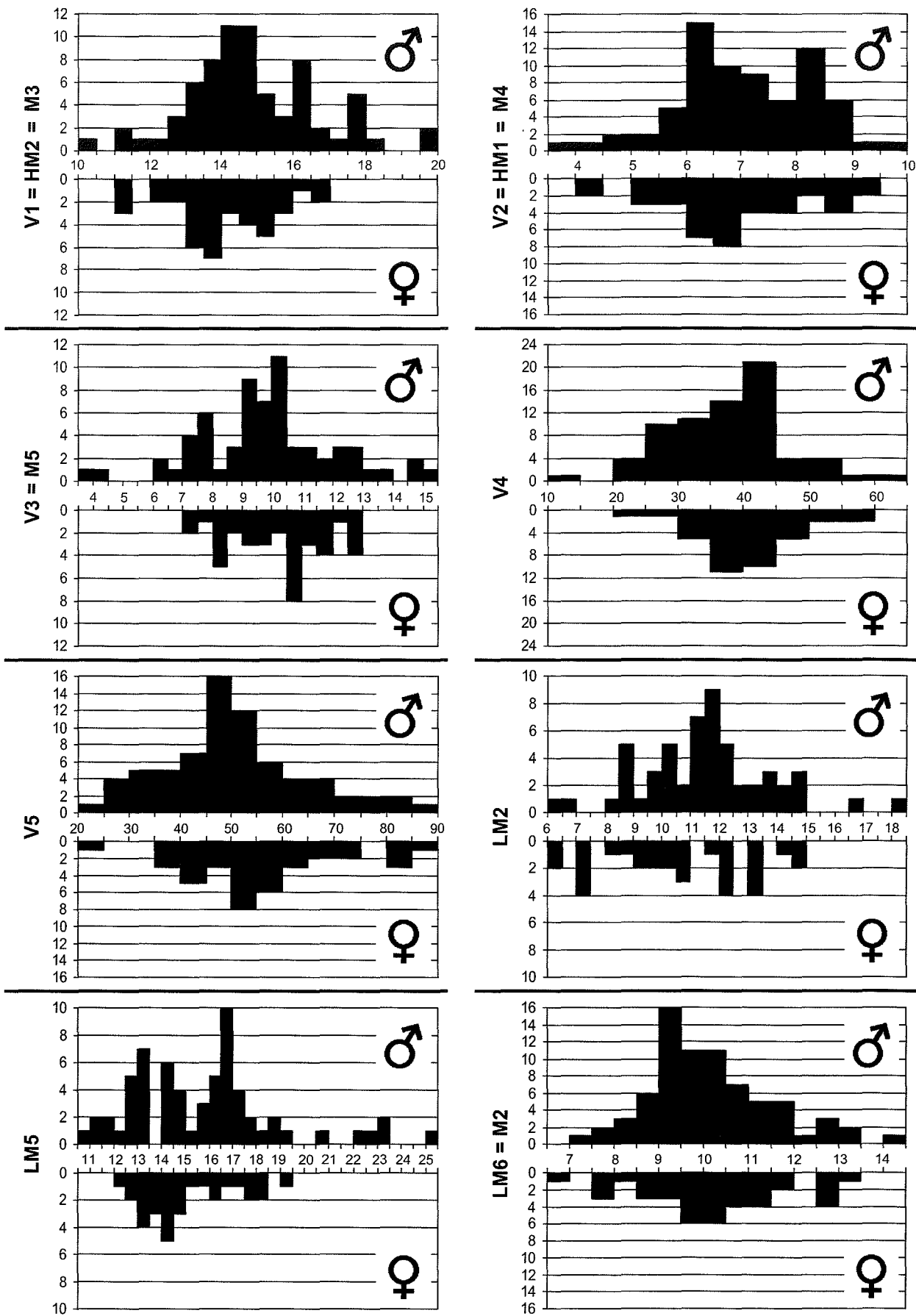


Abb. 5: Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Messwerte nach WAHL (1981: V1, V2, V3, V4, V5), nach SCHUTKOWSKI (1983: HM1, HM2, LM2, LM5, LM6) und nach WAHL & GRAW (2001: M2, M4, M5).

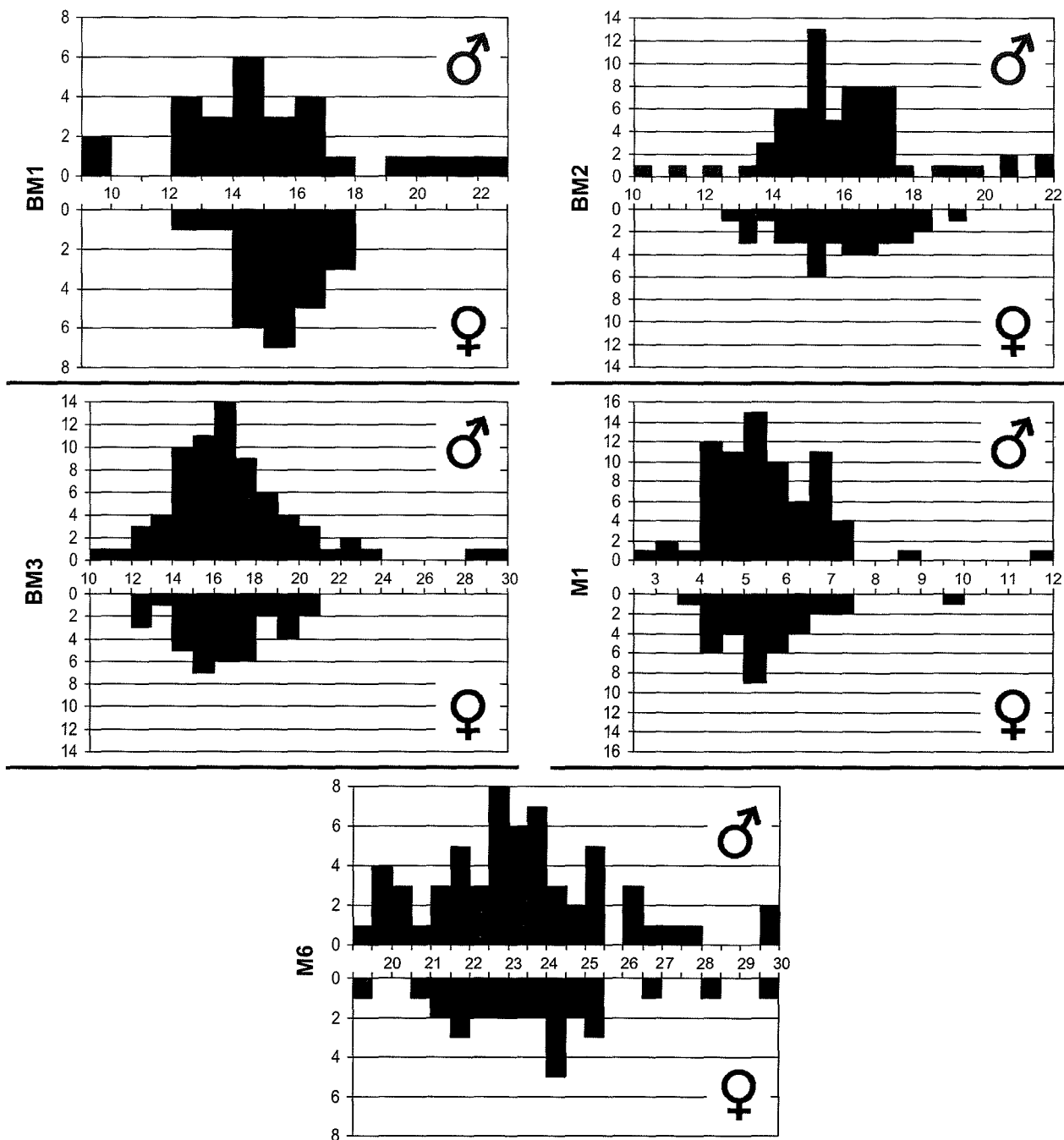


Abb. 6: Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Messwerte nach SCHUTKOWSKI (1983: BM1, BM2, BM3) und nach WAHL & GRAW (2001: M1, M6).

ordnet. Bezogen auf die Ergebnisse in der Tabelle 2 kann sich jeder Leser selbst eine Meinung über die Aussagekraft der publizierten Funktionen und deren Trennwerte bilden.

Nachdem festgestellt worden ist, dass die in der Literatur verwendeten Trenn- und Mittelwerte nur bedingt zu aussagekräftigen Ergebnissen kommen und unter Berücksichtigung der in den meisten Funktionen deutlich werdenden einseitigen Verschiebung zu fehlklassifizierten weiblichen Felsenbeinen, wurde eine Verschiebung der Trenn- und Mittelwerte in Erwägung gezogen. Aus diesem Grunde wurden Häufigkeitsverteilungen der

einzelnen Diskriminanzwerte erstellt (Abb. 2–4). Bezogen auf die untersuchte Stichprobe lassen sich folgende Aussagen treffen. Für die Diskriminanzwerte der Funktionen von WAHL (1981; vgl. Abb. 2) wird deutlich, dass die Diskriminanzwerte keine signifikante Trennung zulassen. Im Falle der DF1 lassen sich lediglich Extremwerte über $DF = 1700$ mit einiger Sicherheit einem Geschlecht zuzuordnen. Die Diskriminanzwerte weiblicher Felsenbeine der DF2 tendieren zwar leicht zu geringeren Werten, aber die Überlappung lässt keine sicheren Einordnungen zu. Für die Diskriminanzfunktionen nach SCHUTKOWSKI (1983; vgl. Abb. 3) sind ähnliche Er-

Tab. 5: Ergebnisse der Untersuchung der Einzelmaße mit dem Programm SPSS (MW – Mittelwert, SA – Standardabweichung, Var – Varianz).

		n	Min.	Max.	MW	SA	Var.	MW-Diff.	t	Signif.
VAR.1	♂	71	10,00	19,95	14,80	1,87	3,49	0,79	2,44	0,02 !
	♀	38	11,00	16,90	14,02	1,44	2,07			
VAR.2	♂	71	3,70	9,65	7,02	1,22	1,49	0,15	0,61	0,54
	♀	39	4,15	9,25	6,87	1,25	1,57			
VAR.3	♂	65	3,70	15,00	9,79	2,24	5,02	-0,39	-1,05	0,30
	♀	38	7,00	12,80	10,18	1,55	2,41			
VAR.4	♂	71	12,00	60,00	37,26	8,92	79,51	-3,14	-1,99	0,05
	♀	37	24,50	59,00	40,41	7,17	51,40			
VAR.5	♂	71	22,50	86,50	49,92	14,21	202,03	-5,58	-1,96	0,05
	♀	37	24,00	85,00	55,50	13,99	195,67			
LM2	♂	54	6,30	18,20	11,51	2,25	5,08	0,99	1,73	0,09
	♀	29	6,15	14,90	10,52	2,58	6,68			
LM5	♂	63	10,95	25,30	15,84	3,11	9,67	0,81	1,52	0,13
	♀	29	12,10	19,05	15,03	1,93	3,72			
LM6	♂	74	7,30	14,00	10,11	1,38	1,90	-0,07	-0,24	0,81
	♀	38	6,85	13,10	10,18	1,53	2,34			
BM1	♂	27	9,10	22,35	15,13	3,13	9,78	-0,41	-0,63	0,53
	♀	24	12,90	18,20	15,55	1,34	1,79			
BM2	♂	69	10,35	21,80	15,94	2,05	4,21	0,15	0,41	0,68
	♀	37	12,75	19,35	15,79	1,61	2,59			
BM3	♂	72	10,80	29,95	16,88	3,33	11,06	0,45	0,85	0,40
	♀	36	12,45	20,45	16,43	2,13	4,52			
M1	♂	75	2,95	11,70	5,46	1,30	1,70	-0,02	-0,07	0,94
	♀	35	3,85	9,70	5,48	1,14	1,29			
M6	♂	59	19,65	30,40	23,76	2,31	5,35	-0,37	-0,71	0,48
	♀	28	19,50	30,05	24,14	2,28	5,20			

gebnisse herauszustellen. Die Häufigkeitsverteilungen entsprechen einander und es lassen sich lediglich Extremwerte mit einiger Sicherheit klassifizieren. Die Werte der Diskriminanzfunktionen nach WAHL & GRAW (2001; vgl. Abb. 4) lassen zwei verschiedene Verteilungsmuster erkennen. Entweder sie laufen im Wesentlichen konform (z. B. DF1r, DF AI) oder die Werte eines Geschlechts weisen eine sehr hohe Variabilität auf und die Werte des anderen Geschlechts konzentrieren sich innerhalb dieser breiten Spanne (z. B. DF2r, DF3r). Hierbei liegen die Bereiche mit den meisten Felsenbeinen zumeist sehr dicht beieinander. Somit ist auch hier eine Trennung der Geschlechter überaus problematisch.

Uni- und divariate Auswertung der Messdaten

Nach den unbefriedigenden Ergebnissen für die multivariate Bewertung waren nun auch die Einzelmaße des Pars petrosa bezüglich ihrer Aussagekraft untersucht worden. Hierzu stehen allerdings lediglich aus der Arbeit von WAHL (1981) Referenzdaten zur Verfügung. Wie bereits für die Diskriminanzwerte beschrieben, wurden die Fraktionen »korrekt bestimmt« und »fehlbestimmt« gebildet. Dabei wurden die als indifferent bestimmten Felsenbeine der Gruppe »fehlbestimmt« zugeordnet. Der Vergleich der Anteile beider Fraktionen erbrachte ähnlich schlechte Ergebnisse wie die mul-

Tab. 6: Abweichungen in den Messwerten linker Pars petrosae im Verhältnis zu denen der zugehörigen rechten Pars petrosae. Werte der oberen Skala in mm, Werte der unteren Skala in Grad. Angaben in Prozent der paarig vorhandenen Felsenbeine (grau hinterlegt: mehr als 10%; schwarz hinterlegt: mehr als 25%).

	unter -5	bis -5	bis -4	bis -3	bis -2	bis -1	0	bis 1	bis 2	bis 3	bis 4	bis 5	über 5	MW
Var.1				9,8	11,8	31,4		39,2	3,9	3,9				0,8784
Var.2					7,7	36,5	5,8	40,4	5,8	3,8				0,6173
Var.3					21,7	21,7	4,3	39,1	8,7	2,2	2,2			0,8348
LM2	3,1			18,8	6,3	3,1		21,9	12,5	12,5		18,8	3,1	2,5938
LM5	2,6	5,1	5,1	7,7	17,9	10,3		10,3	17,9	7,7	10,3	2,6	2,6	2,1615
LM6				1,9	22,6	24,5		32,1	9,4	7,5		1,9		1,0840
BM1					21,4	35,7		35,7		7,1				0,7964
BM2		2,1			18,8	31,3		27,1	14,6	4,2	2,1			1,0615
BM3	2,0	6,1	6,1	8,2	6,1	26,5	2,0	20,4	6,1	14,3	2,0			1,6806
M1				2,0	15,7	33,3	3,9	27,5	7,8	5,9	2,0	2,0		1,0471
M6	3,0	3,0	3,0	6,1	24,2	21,2		12,1	12,1	9,1	6,1			1,7333
Var.4				2,0	6,0	32,0	2,0	42,0	14,0	2,0				7,1800
Var.5			2,0	2,0	16,0	34,0		24,0	14,0	6,0	2,0			10,8800
			bis -40°	bis -30°	bis -20°	bis -10°	0	bis 10°	bis 20°	bis 30°	bis 40°			MW

tivariate Auswertung. Die Ergebnisse für die einzelnen Messwerte sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Dabei erfolgte die Berechnung der $\Sigma 1$ und $\Sigma 2$ wie bei den Diskriminanzwerten (s.o.). Es zeigt sich bei der Betrachtung der Einzelmaße ein Geschlechtsunterschied von 93% korrekt eingeordneter männlicher Pars petrosae zu 7,9% richtig bestimmter weiblicher Felsenbeine, so dass bei der Hochrechnung auf gleiche Anzahl ($\Sigma 2$) bestenfalls 50,4% der Pars petrosae korrekt klassifiziert würden.

Bei den divariaten Bewertungen entsprechend der Streudiagramme nach WAHL (WAHL 1982, 109ff. u. Abb. 13–22) erreichen die Kombinationen mit der V1 die meisten korrekten Bestimmungen. Allerdings beträgt der Anteil korrekt bestimmter weiblicher Felsenbeine lediglich in einem Fall mehr als 25%. Es handelt sich um den Breiten-Höhen-Index (BHI), der aber wiederum für beide Geschlechter einen Anteil fehlbestimmter Felsenbeine von 54,9% ($\Sigma 1$) bzw. 55,5% ($\Sigma 2$) aufweist und somit für die Geschlechtsbestimmung nicht geeignet ist.

Die Anteile der korrekten Bestimmungen zwischen weiblichen und männlichen Felsenbeinen weichen bei den uni- und divariaten Bewertungen noch weiter voneinander ab als bei den multivariaten Bewertungen. Daher wurden auch hier die Häufigkeitsverteilungen herangezogen, um eventuelle Trennwertverschiebungen zu erfassen. Weiterhin wurden auch die Einzelmaße nach SCHUTKOWSKI (1983) sowie WAHL & GRAW (2001) mit erfasst, um aus dem Material heraus mögliche eigene Trennwerte zu erarbeiten. Der Vergleich der hier herausgestellten Häufigkeitsverteilungen (Abb. 5) mit de-

nen von WAHL (1982, 105ff. u. Abb. 8–12) zeigt die Tendenz, dass sich die Messwerte weiblicher Pars petrosae vergrößern, während sich die Variationsbreite männlicher Felsenbeine in beide Richtungen erweitert. Die erhoffte Ausarbeitung von Trennungen an den Maßen von SCHUTKOWSKI (1983) und WAHL & GRAW (2001) blieb ohne Ergebnis, weil sich auch bei ihnen eine konforme Häufigkeitsverteilung abzeichnet (Abb. 5; 6).

Weiterführende Untersuchungen

Um die Ergebnisse unserer Stichprobe zu verifizieren, wurden die Messdaten und die Diskriminanzwerte mittels des Statistikprogramms SPSS(tm), Version 10.00 der SPSS Inc. nochmals geprüft. Dabei wurden sowohl die einzelnen Maße als auch Maßkombinationen unter der Fragestellung einer möglichen Geschlechtstrennung aus dem Material heraus untersucht (s. Tab. 5). Weder für das Gesamtmaterial noch für die rechten bzw. linken Pars petrosae allein ergab sich eine Trennung, die eine Geschlechtszuordnung ermöglichen würde.

Die neueste Arbeit zum Pars petrosa durch WAHL & GRAW (2001) ergab für die dort zugrunde liegende Stichprobe deutliche Unterschiede zwischen den seiten-spezifischen Funktionen unter Verwendung derselben Maße. Dies war Grund genug, auch die Messabweichungen zwischen den paarigen Felsenbeinen zu betrachten. Daher wurden in der Tabelle 6 diese Unterschiede zusammengefasst.

Es wird deutlich, dass die Messabweichung der einzelnen Maße durchaus eine große Spanne zeigen kann (z.B. LM2, LM5, BM3 und M6), dass aber die Mehrzahl

der Pars petrosae nur geringe Abweichungen der Maße (bis je 1 mm bzw. bis 10°) erkennen lassen.

Zur Kontrolle der beschriebenen Ergebnisse und um einen Stichprobeneffekt so weit wie möglich auszuschließen, wurde eine zweite Serie aus 96 rezenten Pars petrosae derselben Population vermessen. Zum momentanen Stand der Untersuchungen konnte zwar die Bewertung der Einzelmaße und deren Häufigkeitsverteilungen noch nicht erfolgen, aber die Beurteilung der Diskriminanzwerte entsprechend der Publikationen zeigt ein ebenso unbefriedigendes Ergebnis wie das hier vorgestellte.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die untersuchten Methoden zur Geschlechtsbestimmung am Pars petrosa können nur begrenzt für rezente Populationen in Mitteldeutschland verwendet werden, da 40 bis 50% Fehlklassifikationen (vgl. Tab. 3 u. 4) unzureichend sind für die Bearbeitung von Material, dessen Geschlecht nicht bekannt ist.

Der Versuch, über Häufigkeitsverteilungen für unsere Stichprobe verwendbare Trennwerte der Diskriminanzfunktionen zu ermitteln, erbrachte keine brauchbaren Ergebnisse. Wie auch bei der Betrachtung der Einzelmaße lassen sich lediglich Extremwerte, die jedoch nur einen geringen prozentualen Anteil ausmachen, mit einiger Sicherheit klassifizieren. Weiterhin wurden die vorliegenden Messdaten mit dem Statistikprogramm SPSS überprüft, um aus dem Material heraus für die Geschlechtstrennung geeignete Messstrecken herauszustellen. Auch dieser Versuch blieb ohne Ergebnis.

Alles in Allem scheint die untersuchte Stichprobe am Pars petrosa nicht klassifizierbar zu sein, da sich keine geschlechtsspezifischen Besonderheiten in den Messwerten widerspiegeln. In der Perspektive wird zu überprüfen sein, inwieweit sich unser Ergebnis an weiteren, auch vorgeschichtlichen Stichproben verifizieren lässt bzw. relativiert werden muss. Wie auch bei anderen metrisch-statistischen Untersuchungen (z.B. VAN VARK et al. 1996), sollte die epochenübergreifende Übertragbarkeit der Methoden geprüft werden. Insbesondere, da die Methode nach WAHL (1981) an prähistorischem bzw. historischem Material erstellt worden ist und alle Messwerte unserer Stichprobe größere Ausmaße erkennen lassen.

In der Praxis, insbesondere bei der Leichenbrandbearbeitung, wird das Pars petrosa oftmals als Hauptaspekt der Geschlechtsbestimmung genutzt. Die hier vorgelegten Ergebnisse bestätigen H. SCHUTKOWSKIS Meinung: »Die Ergebnisse legen nahe, das Felsenbein nur als zusätzliches Kriterium, im Sinne einer Ergänzung

der Würdigung verschiedener morphologischer Merkmale, für die Geschlechtsbestimmung heranzuziehen.« (SCHUTKOWSKI 1983, 140).

Anschriften der Verfasser:

Marco Häckel, Dr. Horst Bruchhaus
Institut für Humangenetik und Anthropologie
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Kollegiengasse 10
D-07743 Jena

Dr. Harald Uerlings
Institut für Rechtsmedizin
Universität Leipzig
Außenstelle Chemnitz
Dresdner Straße 183
D-09131 Chemnitz

Literaturverzeichnis

- HERRMANN, B., G. GRUPE, S. HUMMEL, H. PIEPENBRINK & H. SCHUTKOWSKI (1990): Prähistorische Anthropologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.
- SCHUTKOWSKI, H. (1983): Über den diagnostischen Wert der Pars petrosa ossis temporalis für die Geschlechtsbestimmung. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie* 74, 129–144.
- VAN VARK, G. N., W. H. M. AMESZ-VOORHOEVE & A. G. F. M. CUIJPERS (1996): Sex-diagnosis of human cremated skeletal material by means of mathematical-statistical and data-analytical methods. *Homo* 47, 305–338.
- WAHL, J. (1981): Ein Beitrag zur metrischen Geschlechtsdiagnose verbrannter und unverbrannter menschlicher Knochenreste – ausgearbeitet an der Pars petrosa ossis temporalis. *Zeitschrift für Rechtsmedizin* 96, 79–101.
- WAHL, J. (1982a): Anthropologische Untersuchungen an den Leichenbränden des kaiser- und völkerwanderungszeitlichen Urnengräberfeldes von Süderbrarup. Dissertation Mainz.
- WAHL, J. (1982b): Leichenbranduntersuchungen. Ein Überblick über die Bearbeitungs- und Aussagemöglichkeit von Brandgräbern. *Prähistorische Zeitschrift* 57, 1–125.
- WAHL, J. (1996): Erfahrungen zur metrischen Geschlechtsdiagnose bei Leichenbränden. *Homo* 47, 339–359.
- WAHL, J. & W. HENKE (1980): Die Pars petrosa als Diagnostikum für die multivariat-biometrische Geschlechtsbestimmung von Leichenbrandmaterial. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie* 70, 258–268.
- WAHL, J. & M. GRAW (2001): Metric sex differentiation of the pars petrosa ossis temporalis. *International Journal of Legal Medicine* 114 (4/5), 215–223.